



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
2023

DASAR-DASAR TEKNIK ENERGI TERBARUKAN

Indra Samsudin
Rachmat Roswadi Purnomo
Darmayanti

SMK/MAK KELAS X

Hak Cipta pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia
Dilindungi Undang-Undang

Penafian: Buku ini disiapkan oleh Pemerintah dalam rangka pemenuhan kebutuhan buku pendidikan yang bermutu, murah, dan merata sesuai dengan amanat dalam UU No. 3 Tahun 2017. Buku ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Buku ini merupakan dokumen hidup yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis atau melalui alamat surel buku@kemdikbud.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

**Dasar-Dasar Teknik Energi Terbarukan
untuk SMK/MAK Kelas X**

Penulis

Indra Samsudin
Rachmat Roswadi Purnomo
Darmayanti

Penelaah

Daryanto
Tatyantoro Andrasto

Penyelia/Penyelaras

Supriyatno
Wijanarko Adi Nugroho
Firman Arapenta Bangun
Wuri Prihantini

Kontributor

Suhliah
Sri Aryati Handayani

Ilustrator

Yul Chaidir

Penyunting

Rohmat Kurnia

Desainer

Suhardiman

Penerbit

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

Dikeluarkan oleh

Pusat Perbukuan
Kompleks Kemdikbudristek Jalan RS. Fatmawati, Cipete, Jakarta Selatan
<https://buku.kemdikbud.go.id>

Cetakan pertama, 2023

ISBN 978-623-194-486-3 (no.jil.lengkap PDF)
978-623-194-487-0 (jil.1 PDF)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 12/16 pt, (SIL Open Font License (OFL)).
viii, 304 hlm.: 17,6 × 25 cm.

Kata Pengantar

Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi memiliki tugas dan fungsi mengembangkan buku pendidikan pada satuan Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, termasuk Pendidikan Khusus. Buku yang dikembangkan saat ini mengacu pada Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini memberikan keleluasaan bagi satuan/program pendidikan dalam mengimplementasikan kurikulum dengan prinsip diversifikasi sesuai dengan kondisi satuan pendidikan, potensi daerah, dan peserta didik.

Pemerintah dalam hal ini Pusat Perbukuan mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di satuan pendidikan dengan mengembangkan buku siswa dan buku panduan guru sebagai buku teks utama. Buku ini dapat menjadi salah satu referensi atau inspirasi sumber belajar yang dapat dimodifikasi, dijadikan contoh, atau rujukan dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran sesuai karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik. Adapun acuan penyusunan buku teks utama adalah Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Perubahan Atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

Sebagai dokumen hidup, buku ini tentu dapat diperbaiki dan disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan keilmuan dan teknologi. Oleh karena itu, saran dan masukan dari para guru, peserta didik, orang tua, dan masyarakat sangat dibutuhkan untuk pengembangan buku ini di masa yang akan datang. Pada kesempatan ini, Pusat Perbukuan menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku ini, mulai dari penulis, penelaah, editor, ilustrator, desainer, dan kontributor terkait lainnya. Semoga buku ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta didik dan guru dalam meningkatkan mutu pembelajaran.

Jakarta, Maret 2023

Kepala Pusat,

Supriyatno

NIP 196804051988121001

Prakata

Dasar-Dasar Teknik Energi Terbarukan merupakan ilmu teknik yang mengaplikasikan beragam bidang ilmu pengetahuan untuk menyelesaikan masalah, terutama yang berkaitan dengan energi terbarukan. Adapun mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Energi Terbarukan bertujuan mengembangkan kompetensi-kompetensi dan memberikan bekal kepada peserta didik mengenai keahlian teknik energi terbarukan.

Ruang lingkup mata pelajaran *Dasar-Dasar Teknik Energi Terbarukan untuk SMK/MAK kelas X* meliputi 8 unit, yaitu proses bisnis di bidang teknik energi terbarukan, perkembangan teknologi dan isu-isu global terkait industri energi terbarukan, profesi dan kewirausahaan (*job profile* dan *technopreneurships*) serta peluang usaha di bidang energi terbarukan, teknik dasar teknik energi terbarukan, K3LH dan budaya kerja industri, gambar teknik, konsep dasar dan perhitungan konversi energi hidro, surya, angin dan biomassa serta alat ukur dan alat uji kelistrikan.

Penyusunan Buku Siswa mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Energi Terbarukan Kelas X ini mengacu pada Kurikulum Merdeka yang telah disempurnakan, baik capaian pembelajaran per fase maupun per elemen. Untuk membantu peserta didik memahami materi Dasar-Dasar Teknik Energi Terbarukan, setiap pembahasan pada buku ini disertai dengan paparan dan lembar kerja. Harapannya, peserta didik dapat aktif bereksplorasi dengan berbagai media belajar.

Penulis berharap buku ini dapat memotivasi guru untuk lebih kreatif dan inovatif dalam memecahkan masalah praktis dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam di daerah masing-masing. Penulis juga berharap buku ini dapat memberikan sumbangsih dalam upaya meningkatkan kualitas hasil belajar peserta didik serta turut melestarikan ketersediaan energi terbarukan bangsa Indonesia.

Jakarta, Maret 2023

Tim Penulis

Daftar Isi

Bab I Bisnis Energi Terbarukan	1
A. Pengertian Energi	3
B. Jenis-Jenis Bisnis di Bidang Energi Terbarukan	5
C. Perencanaan dalam Bisnis Energi Terbarukan	10
D. Proses Pembuatan Panel pada Bisnis Energi Terbarukan.....	12
E. Proses Pemeliharaan dan Perbaikan Produk Energi Terbarukan	14
Bab II Isu Energi Global Terbarukan	27
A. Perkembangan Teknologi Energi Terbarukan.....	29
B. Potensi Energi Terbarukan	31
C. Undang-Undang Energi Terbarukan	34
D. Isu Global Energi Terbarukan	36
E. Pemanfaatan Energi Terbarukan di Indonesia	39
Bab III Profesi dan Kewirausahaan (<i>Job Profile dan Technopreneurship</i>) serta Peluang Usaha di Bidang Energi Terbarukan	53
A. Pengantar Kewirausahaan.....	55
B. Profesi dan Kewirausahaan Bidang Energi Terbarukan	63
C. Peluang dan Tantangan Wirausaha Bidang Energi Terbarukan.....	67
D. Inovasi Kreatif Bidang Energi Terbarukan	71
E. Pembelajaran Berbasis Proyek Nyata sebagai Simulasi Proyek Kewirausahaan.....	73
Bab IV Pekerjaan Dasar Energi Terbarukan	77
A. Perkakas Tangan.....	79
B. Pekerjaan Pemesinan Dasar	84
C. Pekerjaan Survei dan Pemetaan	92
D. Pekerjaan Dasar Laboratorium kimia.....	100
E. Teknik Penimbangan dan Pengukuran Volume Cairan pada Laboratorium Kimia	108
Bab V K3LH dan Budaya Kerja Industri	113
A. Standardisasi K3LH	115
B. Prosedur Darurat dan Bahaya Kerja	123
C. Budaya Kerja Industri.....	127
Bab VI Gambar Teknik.....	135
A. Standardisasi Gambar	137
B. Gambar Proyeksi.....	151
C. Penunjukan Ukuran dan Potongan.....	156
D. Toleransi dan Konfigurasi Permukaan	175
E. Gambar Ulir – Baut.....	190



Bab VII Konsep Dasar dan Perhitungan Konversi Bidang Energi	
Terbarukan	219
A. Energi Hidro	221
B. Energi Surya	231
C. Energi Angin.....	241
D. Energi Biomassa.....	248
Bab VIII Alat Ukur dan Alat Uji Dasar-Dasar Teknik Energi	
Terbarukan	257
A. Pengertian Pengukuran	259
B. Pengertian Pengujian.....	260
C. Macam-Macam Alat Ukur	261
D. Cara Penggunaan Alat Ukur.....	265
E. Multimeter	268
Glosarium	281
Daftar Pustaka	290
Index	294
Biodata Pelaku Perbukuan	296



Petunjuk Penggunaan Buku

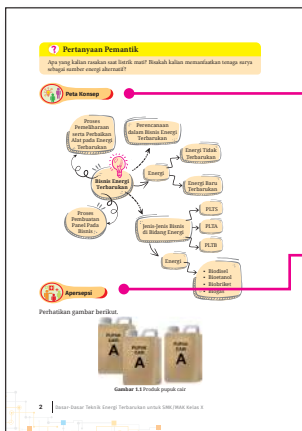
Buku Siswa ini bertujuan untuk memandu siswa sebagai pembaca dalam memahami struktur materi yang disajikan. Materi pembelajaran yang disampaikan dalam buku ini dipaparkan secara sistematis, komunikatif, kolaboratif dan terdapat bagian-bagian yang menuntut adanya interaksi. Berikut kami sampaikan cara cerdas dan efektif dalam memahami isi buku ini.

Tujuan Pembelajaran

Berisi tujuan pembelajaran yang harus dicapai peserta didik setelah mempelajari bab

Kata Kunci

Berisi kata-kata penting yang berkaitan dengan bab yang sedang dipelajari



Peta Materi/Peta Konsep

Berguna untuk melihat gambaran struktur materi yang disajikan dalam bab.

Apersepsi

Bertujuan untuk membantu peserta didik menghubungkan materi yang sudah diketahui dengan materi yang akan dipelajari

Aktivitas Pembelajaran dan Materi

Berisi kegiatan pembelajaran yang bertujuan untuk membekali peserta didik dengan kemampuan dan kompetensi berkaitan dengan program keahlian jurusan. Mulai dari kegiatan literasi dan praktik, diskusi kelompok berbasis masalah, proyek mandiri hingga implementasi dalam persiapan memasuki dunia kerja. Jenis aktivitas pembelajaran disesuaikan dengan komponen materi yang disajikan sesuai capaian pembelajaran.

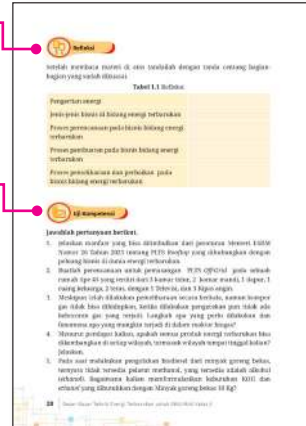


Refleksi

Berisi pernyataan yang harus diisi oleh peserta didik dalam memberikan umpan balik pembelajaran yang dilakukan.

Uji Kompetensi

Berisi kumpulan soal yang disajikan dalam beragam bentuk guna mengetahui tingkat pemahaman peserta didik terhadap materi yang disajikan.



Penguasaan

Berisi materi lanjutan dengan tingkat kedalaman yang lebih tinggi untuk memfasilitasi perkembangan pengetahuan peserta didik

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

REPUBLIK INDONESIA, 2023

Dasar-Dasar Teknik Energi Terbarukan
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Indra Samsudin, Rachmat Roswadi Purnomo, dan Darmayanti

ISBN: 978-623-194-486-3 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-487-0 (jil.1 PDF)



BAB I

Bisnis Energi Terbarukan



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu mengetahui dan memahami mengenai energi terbarukan dan bagaimana proses bisnisnya, mulai dari perencanaan instalasi, pembuatan panel, dan pemeliharaan serta perbaikan alat energi terbarukan.



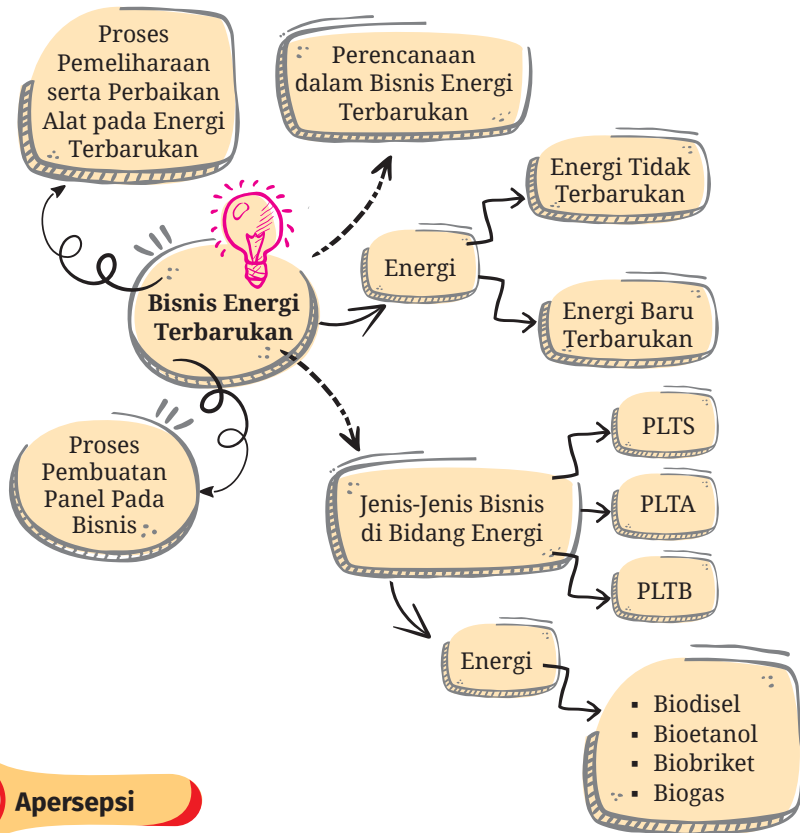
Kata Kunci

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> energi | <input checked="" type="checkbox"/> panel |
| <input checked="" type="checkbox"/> bisnis | <input checked="" type="checkbox"/> pembuatan |
| <input checked="" type="checkbox"/> perencanaan | <input checked="" type="checkbox"/> perbaikan |

? Pertanyaan Pemantik

Apa yang kalian rasakan saat listrik mati? Bisakah kalian memanfaatkan tenaga surya sebagai sumber energi alternatif?

Peta Konsep



Apersepsi

Perhatikan gambar berikut.

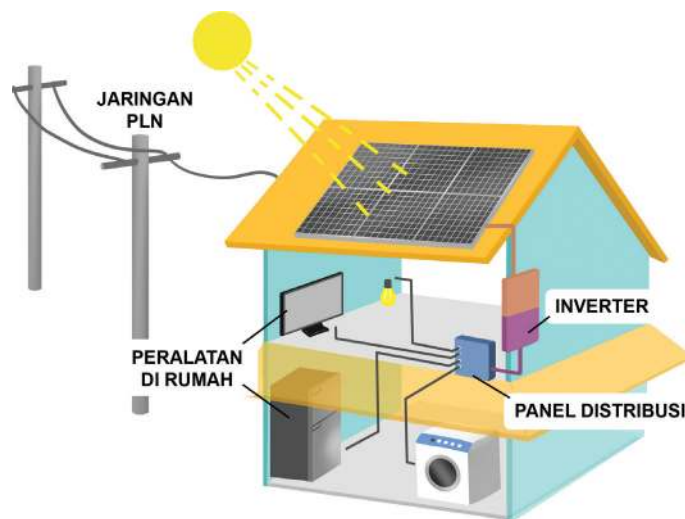


Gambar 1.1 Produk pupuk cair

- Apa yang kalian ketahui dengan gambar di atas?
- Gambar tersebut adalah pupuk organik cair dari hasil samping biogas yang bersifat limbah. Bayangkan bagaimana kalian dapat menghasilkan uang dari produk limbah tersebut. Produk pupuk ini sangat bermanfaat bagi kebutuhan masyarakat, khususnya di bidang pertanian.

Dalam materi pembelajaran ini, kalian akan mempelajari bagaimana proses bisnis di dunia energi terbarukan dan perkembangannya. Terlebih, hal ini menjadi prioritas pemerintah menuju energi bersih di masa depan. Salah satu dari upaya tersebut adalah dengan mengembangkan pemanfaatan energi terbarukan. Hal ini diharapkan akan menumbuhkan lapangan kerja yang baru, khususnya bagi siswa SMK Teknik Energi Terbarukan. Salah satu program pemerintah untuk mempercepat bauran energi terbarukan adalah pengembangan *PLTS Rooftop*.

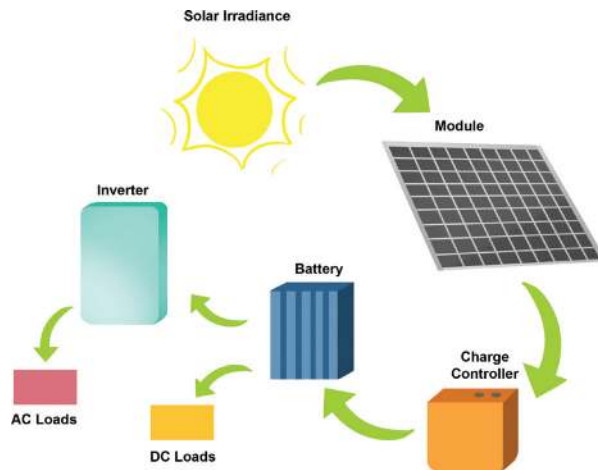
Pernahkah kalian melihat *PLTS Rooftop* di sekitar lingkungan kalian?



Gambar 1.2 *PLTS Rooftop*

A. Pengertian Energi

Energi dapat diartikan kekuatan atau daya untuk melakukan suatu pekerjaan atau kegiatan. Energi terdapat dalam berbagai bentuk, di antaranya; energi potensial, energi kinetik, energi mekanik, energi listrik, energi panas, energi kimia, energi nuklir, energi cahaya, dan energi bunyi. Energi dapat diubah dari satu bentuk energi ke bentuk energi yang lain. Contohnya, energi surya diubah ke dalam bentuk energi listrik.



Gambar 1.3 Perubahan energi matahari menjadi energi listrik

Berdasarkan PP Nomor 79 Tahun 2014, sumber energi adalah segala sesuatu yang dapat menghasilkan energi, baik secara langsung maupun melalui proses konversi atau transformasi. Adapun sumber energi adalah sebagai berikut.

- a. Energi takterbarukan (*non-renewable energy*), yaitu energi yang sumbernya tidak dapat diperbaharui dan akan habis apabila terus digunakan. Contohnya; minyak bumi, gas alam, dan batu bara.
- b. Energi terbarukan (*renewable energy*) atau energi alternatif, yaitu sumber energi yang tidak akan habis dan dapat diperbaharui. Contohnya; energi surya, air, angin, biomassa, panas bumi, dan air laut.

1. Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah energi yang sumbernya berasal dari alam, memiliki dapat diperbaharui, dan hanya bisa habis secara alamiah. Saat ini, energi terbarukan di Indonesia semakin berkembang. Salah satu faktornya adalah munculnya berbagai isu tentang ketahanan energi konvensional yang berasal dari energi fosil. Selain itu, energi fosil lebih banyak memberikan dampak buruk terhadap lingkungan berupa emisi.

Dengan perkembangan tersebut, setiap negara di dunia mulai melakukan transisi menuju energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Saat ini, pemanfaatan energi terbarukan, terutama dalam kehidupan sehari-hari, di antaranya digunakan untuk pemenuhan kebutuhan akan listrik. Pengembangannya berupa pendirian PLTS, PLTB, PLTA, PLTPB, PLTBg, dan PLTU. Selain itu, dikembangkan pula bahan bakar nabati dan biomassa. Bahkan saat ini, pengembangan motor listrik tengah gencar digalakkan.

2. Energi Takterbarukan

Energi takterbarukan adalah energi yang sumbernya tidak dapat diproduksi kembali. Dengan kata lain, jenis energi ini akan habis jika digunakan secara terus-menerus. Hingga saat ini, negara-negara di dunia, termasuk Indonesia, masih memiliki ketergantungan terhadap jenis energi ini.

Di antara contoh energi tidak terbarukan adalah minyak bumi, batu bara, gas alam, dan uranium. Selain sumbernya tidak dapat diperbaharui, jenis energi konvensional ini juga tidak ramah lingkungan karena kerap mencemari udara, air, dan tanah.

Lembar Aktivitas

1

Aktivitas Mandiri

1. Bacalah materi mengenai energi terbarukan dan energi takterbarukan, baik dari buku, jurnal, maupun modul.
2. Lakukan pengelompokan energi terbarukan dan energi takterbarukan serta penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari ke dalam tabel berikut.

No.	Energi Terbarukan	Penggunaan Energi Terbarukan	Energi Takterbarukan	Penggunaan Energi Takterbarukan
1				
2				
dst.				

3. Persentasikan hasil pekerjaanmu di depan kelas.

B. Jenis-Jenis Bisnis di Bidang Energi Terbarukan

Selain sebagai sumber energi alternatif yang murah dan ramah lingkungan, energi terbarukan juga bisa menjadi ladang bisnis yang menjanjikan.

1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan cahaya matahari, yaitu dengan cara mengkonversinya menjadi energi listrik melalui panel surya. Beberapa produk yang dikembangkan dari PLTS adalah sebagai berikut.

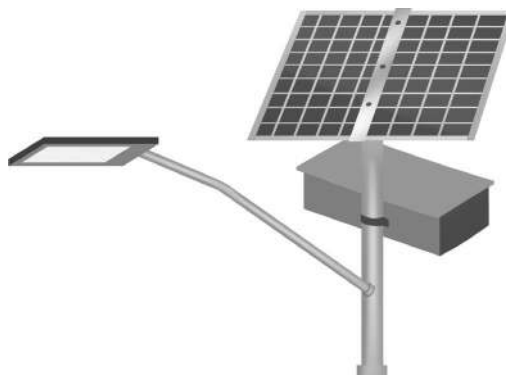


a. PLTS Rooftop

Sesuai dengan namanya, pembangkit listrik ini menggunakan panel surya yang diletakkan di atas atap. Saat ini, PLTS *Rooftop* merupakan salah satu PLTS yang banyak dikembangkan untuk menuju energi hijau.

b. Penerangan Jalan Umum Surya (PJUS)

PJUS juga merupakan salah satu produk dari PLTS yang dikembangkan, khususnya untuk penerangan jalan umum tanpa mengandalkan listrik PLN. Dalam pengoperasiannya, PJUS dibekali baterai sebagai tempat penyimpanan energi dari matahari. Saat malam tiba, secara otomatis, PLTS bekerja menghidupkan lampu jalan.



Gambar 1.4 Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUS)

c. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off-Grid

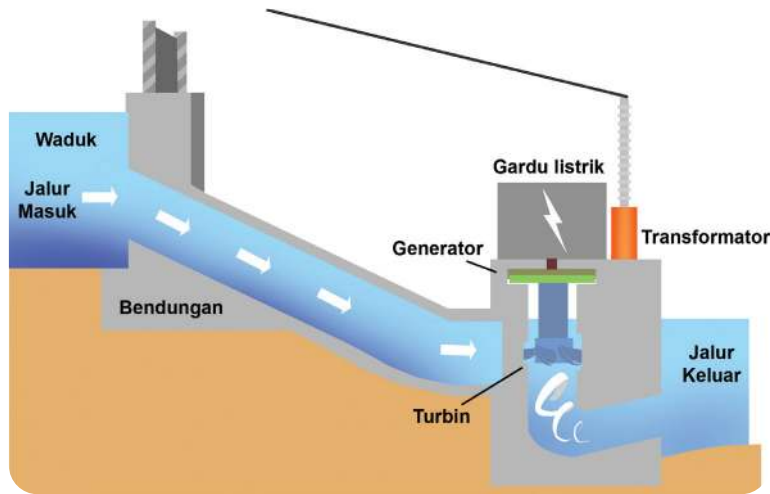
PLTS *Off-Grid* adalah pembangkit listrik yang sistem kelistrikannya tidak terhubung ke jaringan listrik umum. Pemanfaatannya dapat ditemui di daerah-daerah terpencil yang susah teraliri aliran listrik.

d. Pembangkit Listrik Tenaga Surya On-Grid

PLTS *On-Grid* adalah PLTS yang sistem kelistrikannya terhubung dengan jaringan listrik umum.

2. Pembangkit Listrik Tenaga Air

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah salah satu sumber energi terbarukan, yaitu dengan cara mengubah energi air menjadi energi listrik. Jenis teknologi ini sudah dikembangkan sejak zaman dahulu dan masih digunakan hingga sekarang.



Gambar 1.5 Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

3. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

PLTB adalah jenis pembangkit listrik yang memanfaatkan energi angin untuk menghasilkan energi listrik. Cara kerjanya, angin berembus menggerakkan turbin angin, kemudian mengonversikannya menjadi energi listrik.



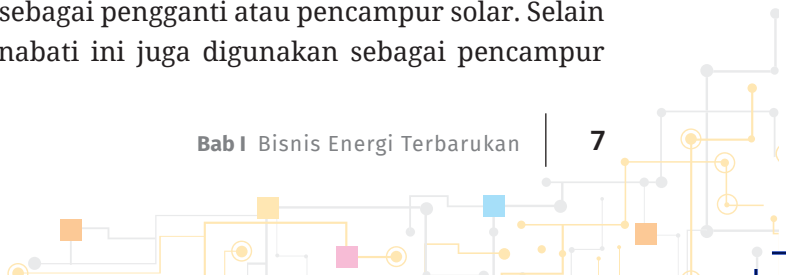
Gambar 1.6 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

4. Energi Biomassa

Energi biomassa adalah energi yang berasal dari makhluk hidup, seperti; tanaman, hewan, dan mikroba. Beberapa contoh produk dari energi biomassa adalah sebagai berikut.

a. Biodiesel

Biodiesel adalah salah satu produk biomassa yang bersifat cair. Jenis bahan bakar ini biasanya digunakan sebagai pengganti atau pencampur solar. Selain itu, bahan bakar bersumber nabati ini juga digunakan sebagai pencampur



solar yang dikenal dengan B30, yaitu 30% biodiesel dan 70% solar. Campuran tersebut dikenal juga dengan istilah biosolar.

Keberadaan biosolar ini diharapkan dapat mengurangi penggunaan minyak solar yang berasal dari fosil. Untuk itu, pemerintah akan menetapkan penggunaan biodiesel bahkan sampai B100. Bahan bakar untuk mesin diesel yang 100 persen murni berasal dari nabati.



Gambar 1.7 Produk biodiesel

b. Bioetanol

Bioetanol adalah alkohol yang diperoleh dari proses peragian dari biomassa yang mengandung pati, gula, dan serat dengan bantuan mikroba.

Dalam pemanfaatannya, bioetanol digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak berupa bensin. Penggunaannya sama dengan biodiesel, yaitu sebagai bahan pencampur bensin. Hasil campuran tersebut dikenal dengan kode E20.



Gambar 1.8 bioetanol

c. Biogas

dihasilkan adalah gas metana(CH_4), yaitu gas yang bisa digunakan sebagai bahan bakar, di antaranya adalah sebagai pengganti LPG..



Gambar 1.9 Instalasi biogas dari serat kaca
Sumber: Darmayanti (2022)

d. Biobriket

Biobriket adalah salah satu produk biomassa yang digunakan sebagai bahan bakar pengganti kerosin (minyak tanah). Pembuatannya dilakukan dengan proses pirolisis, yaitu proses dikomposisi kimia dengan menggunakan pemanasan tanpa oksigen.



Gambar 1.10 Biobriket dari batok kelapa
Sumber: Darmayanti (2022)

Selanjutnya, lakukanlah kegiatan pada lembar aktivitas berikut.

Lembar Aktivitas 2

Aktivitas Individu

1. Bacalah buku atau materi dari jurnal di internet mengenai produk-produk dari energi terbarukan yang bisa dikembangkan dan populer saat ini.
2. Lakukan analisis peluang usaha energi terbarukan tersebut yang bisa dikembangkan di daerah kalian masing-masing.
3. Presentasikan hasil analisis di depan kelas dengan penuh percaya diri.

Aktivitas Kelompok

1. Lakukan kunjungan ke salah satu pabrik atau UMKM yang mengembangkan produk energi terbarukan di wilayah kalian.
2. Lakukan wawancara bagaimana perkembangan produk-produk energi terbarukan dewasa ini.
3. Presentasikan hasil analisis di depan kelas dengan penuh percaya diri.

C. Perencanaan dalam Bisnis Energi Terbarukan

Saat ini, energi terbarukan semakin dilirik sebagai energi alternatif dari energi konvensional. Tentunya peluang bisnisnya cukup besar. Oleh karena itu, perlu perencanaan yang matang untuk turut terjun dalam bisnis ini. Adapun gambaran umum tentang perencanaan bisnis di bidang ini adalah sebagaimana berikut.

1. Studi Kelayakan

Sebelum memulai proyek, hal penting yang perlu dilakukan adalah melakukan studi kelayakan. Metode analisa kelayakan bisnis dapat bermacam-macam, salah satunya adalah analisa proyeksi keuangan. Dalam studi ini dipelajari mengenai biaya proses pembuatan produk, harga peralatan untuk pembuatan produk, biaya pembangunan, hingga biaya pemeliharaan.

2. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perencanaan harus dilakukan dengan matang. Hal ini sangat berpengaruh terhadap efisiensi waktu dan biaya. Inilah tujuan dibuatnya RAB. Untuk melakukan analisis ini diperlukan harga satuan dasar tenaga, bahan, dan peralatan yang sesuai dengan kondisi di lokasi kegiatan.

3. Potensi Sumber Daya yang Tersedia

Hal lain yang tidak kalah pentingnya adalah potensi sumber daya yang tersedia. Adanya potensi tersebut menjadi pertimbangan dalam perencanaan produk energi terbarukan ini.

Selanjutnya, lakukanlah kegiatan pada lembar aktivitas berikut.

Lembar Aktivitas

4

Aktivitas Kelompok

1. Bacalah materi mengenai pengembangan produk biomassa berupa biodiesel dari buku ataupun jurnal di internet.
2. Lakukan identifikasi alat dan bahan yang diperlukan dalam proses pengolahan biodiesel dari minyak goreng bekas.

No.	Alat	Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Keterangan
1					
2					
Dst.					

3. Diskusikan hasil yang diperoleh dengan rekan-rekan lainnya.
4. Presentasikan hasil diskusi di depan kelas.

Lembar Aktivitas

5

Aktivitas Kelompok

1. Buatlah perencanaan untuk rumah yang berlangganan listrik 450 VA. Adapun kebutuhan konsumsi listrik di rumah tersebut terdiri dari:
 - a. lampu 10 watt sebanyak 3 buah dan dihidupkan selama 5 jam;
 - b. kipas angin 30 watt sebanyak 1 buah dan dihidupkan selama 5 jam; dan
 - c. televisi 100 watt sebanyak 1 buah dan dihidupkan selama 1 jam.
2. Hitunglah jumlah daya dari rumah tersebut beserta jumlah komponen PLTS yang dibutuhkan. Setelah itu, tentukan biaya keseluruhan komponen PLTS dan pemasangannya.

No	Komponen PLTS	Spesifikasi	Jumlah	Harga
1	Panel surya	100 WP	...	...
2	Baterai	12 V, 100 Ah	...	...
3	SCC	30 A	...	...
4	Inverter	12V, 1000 watt	...	...



5	Perlengkapan (dudukan modul surya dan kabel)		...	...
6	Biaya Pemasangan		...	...
Total				

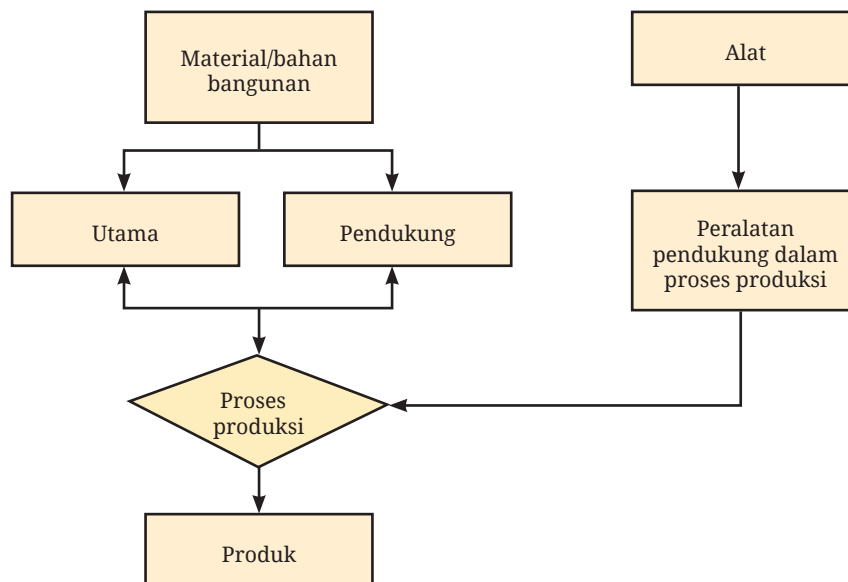
3. Diskusikan perencanaan yang telah dilakukan dan presentasikan di depan kelas dengan penuh percaya diri.

D. Proses Pembuatan Panel pada Bisnis Energi Terbarukan

Dalam bisnis energi terbarukan, sebagian bahan baku yang digunakan untuk proses produksi adalah bahan limbah. Bahan tersebut kemudian dikonversi menjadi energi atau produk yang bernilai ekonomis.

Contoh produk energi terbarukan yang dibuat dari bahan limbah, di antaranya; biogas yang diproduksi dari limbah organik, biodiesel diproduksi dari limbah minyak goreng, bioetanol dari tanaman berserat (ubi, jagung, ubi kayu, dsb.), dan briket yang dibuat dari ranting kayu.

Selain itu, adapula produksi energi terbarukan yang berasal dari unsur-unsur alam, seperti; air, angin, matahari, dan sumber lainnya yang tersedia di alam bebas. Adapun mengenai skema alur produksi energi terbarukan, perhatikan gambar berikut.



Gambar 1.11 Bagan proses pembuatan produk energi terbarukan

Meskipun demikian, pengolahan bahan-bahan tersebut memerlukan peralatan mesin khusus, bahan tambahan lainnya, dan juga sumber daya manusia (SDM). Kebutuhan ini otomatis menuntut biaya sehingga sangat penting untuk diperhatikan. Selain itu, adapula peluang usaha lainnya yang bisa digeluti dari bisnis energi terbarukan ini, yaitu sebagai konsultan untuk pemasangan sarana pembangkit listrik dari energi terbarukan. Selanjutnya, lakukanlah kegiatan pada lembar aktivitas berikut.

Lembar Aktivitas 6

Aktivitas Kelompok

1. Lakukan kunjungan ke tempat di mana sedang dilakukan pemasangan PJU surya di daerah sekitar kalian.
2. Bagi kelompok menjadi 3-4 kelompok.
3. Amati tahapan proses pemasangan PJU surya tersebut.
4. Lakukan wawancara kepada tim pemasangan PJU surya tersebut.
5. Diskusikan hasil pengamatan dan wawancara yang dilakukan.
6. Presentasikan hasil yang diperoleh di depan kelas dengan penuh percaya diri.

Selanjutnya, kalian dapat melakukan kegiatan pembuatan salah satu produk energi terbarukan lainnya, yaitu produk energi biomassa seperti pembuatan biobriket yang dapat kalian lakukan di sekolah kalian masing-masing.

Lembar Aktivitas 7

Aktivitas Kelompok

1. Bacalah materi mengenai pembuatan biobriket, lalu bacalah lembar kerja yang diberikan.
2. Bentuklah 3 sampai 4 kelompok.
3. Lakukan pembuatan biobriket dari bahan biomassa yang ada di sekitar kalian, misalnya tempurung kelapa.
4. Lakukan praktik pembuatan biobriket sesuai dengan SOP.
5. Lakukan diskusi dan presentasikan praktik yang dilakukan di depan kelas dengan penuh percaya diri.



E. Proses Pemeliharaan dan Perbaikan Produk Energi Terbarukan

Setiap benda ataupun barang yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, tentunya perlu pemeliharaan berkala. Begitupun dengan produk energi terbarukan.

1. Pemeliharaan

a. Pengertian Pemeliharaan

Pemeliharaan atau *maintenance* adalah segala aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas suatu fasilitas. Tujuannya, untuk membuatnya tetap berfungsi dengan baik dan dalam kondisi siap pakai serta berumur panjang.

b. Tujuan Pemeliharaan

Tujuan dari pemeliharaan adalah untuk mengurangi atau menghindari kerusakan, yaitu dengan memastikan tingkat keandalan dan kesiapannya sehingga dapat meminimalisir biaya perawatan, tujuannya:

- 1) memperpanjang masa pemakaian peralatan;
- 2) menjaga keselamatan orang yang menggunakan peralatan tersebut;
- 3) memaksimalkan ketersediaan semua peralatan sistem produksi;
- 4) melakukan efisiensi terhadap biaya pemeliharaan;
- 5) kemampuan memproduksi sesuai rencana; dan
- 6) menjaga modal yang diinvestasikan pada peralatan dan membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan yang di luar batas..

c. Jenis-jenis Pemeliharaan

Pemeliharaan peralatan-peralatan energi terbarukan sangat diperlukan untuk mencegah kerusakan karena digunakan secara kontinu. Jenis pemeliharaan dilakukan adalah dengan cara preventif dan korektif.

1) Pemeliharaan Preventif

Pemeliharaan preventif adalah pemeliharaan peralatan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan peralatan selama proses operasi berlangsung. Pemeliharaan ini dilakukan secara terjadwal, bisa dilakukan perminggu, perbulan, dan pertahun.

2) Pemeliharaan Korektif

Pemeliharaan korektif adalah pemeliharaan yang dilakukan bersifat perbaikan. Caranya, mengidentifikasi kerusakan dari suatu peralatan dan melakukan perbaikan. Proses pemeliharaan korektif diterapkan dengan cara melakukan pengecekan fungsi peratan, pengecekan kinerja



peralatan dan membandingkan peralatan dengan spesifikasi peralatan tersebut. Oleh karena itu, kalian dituntut mampu mengetahui komponen yang mengalami kerusakan dan melakukan perbaikan atau menggantinya dengan komponen yang baru.

Lembar Aktivitas 8

Aktivitas Kelompok

Judul : Latihan Pemeliharaan Berkala pada PLTS (3 Bulan Sekali)

Tujuan : Pemeriksaan kebersihan panel surya

Alat dan Bahan

Ember, aliran air ke atas, alat penggel, tangga, dan tali pengaman.

Keselamat Kerja

1. Menggunakan APD yang diperlukan pada pemeliharaan berkala yang dilakukan.
2. Memerhatikan instruksi kerja sesuai SOP.
3. Melapor kepada guru jika terdapat kendala ataupun gangguan dalam pelaksanaan pemeliharaan yang dilakukan.

Langkah Kegiatan

1. Memeriksa panel surya apakah terdapat debu, dedaunan, sampah atau kotoran yang menutupi permukaan panel surya.
2. Membersihkan permukaan panel surya dari debu dengan kemoceng atau kain berbahan halus. Jika kotoran sulit dibersihkan, gunakan pel/sikat dan air bersih.
3. Mencatat hasil pemeriksaan dalam kartu pemeliharaan.

Catatan:

Pembersihan menggunakan air sebaiknya tidak dilakukan pada saat matahari terik. Hal ini untuk menghindari retakan pada kaca modul.

Lembar Aktivitas 9

Aktivitas Kelompok

Judul : Latihan Pemeliharaan Berkala pada PLTS (3 Bulan Sekali)

Tujuan : Pemeriksaan bayangan pada panel surya.

Alat dan Bahan

Ember, aliran air ke atas, alat pel, tangga, tali pengaman.



Keselamat Kerja

1. Menggunakan APD yang diperlukan pada pemeliharaan berkala yang dilakukan.
2. Memerhatikan instruksi kerja sesuai SOP.
3. Melapor kepada guru jika ada kendala ataupun gangguan dalam pelaksanaan pemeliharaan yang dilakukan.

Langkah Kegiatan

1. Melakukan pengecekan pada panel surya apakah terdapat bayangan yang menutupi sebagian panelnya.
2. Lakukan pembersihan sumber bayangan, misalnya apakah ada sesuatu yang menghalangi panel menerima sinar matahari secara keseluruhan, terutama antara pukul 10.00 – 14.00.

Catatan:

Jika tidak memungkinkan untuk dibersihkan, lebih baik biarkan saja, lalu catat titik lokasi bayangan pada buku catatan (*log book*).

Lembar Aktivitas

10

Aktivitas Kelompok

Judul : Latihan Pemeliharaan Berkala pada PLTS (3 Bulan Sekali)

Tujuan : Pemeriksaan kebersihan kotak-kotak panel PLTS.

Alat dan Bahan

Sarung tangan karet, kapi, sapu kecil, sikat kecil, kanebo, dan alat-alat pembersih berbahan isolator (seperti kayu dan plastik).

Keselamat Kerja

1. Periksa APD yang diperlukan pada pemeliharaan berkala yang dilakukan.
2. Memerhatikan instruksi kerja sesuai SOP.
3. Melapor kepada guru jika ada kendala ataupun gangguan dalam pelaksanaan pemeliharaan yang dilakukan.

Langkah Kegiatan

1. Memeriksa bagian dalam kotak apakah panel bersih, tidak terdapat air, dan tidak ada hewan yang bersarang.
2. Matikan terlebih dahulu aliran daya masuk dan keluar sebelum membersihkan panel dan gunakan SOP 02.
3. Bersihkan kotoran dengan kapi, kemudian dengan sikat atau sapu kecil.
4. Periksa lubang masuk hewan dan menutupnya.

5. Bersihkan dengan kanebo jika terdapat air, lalu memeriksa akan kemungkinan kebocoran, lakukan perbaikan jika ada.
6. Catat pemeliharaan yang dilakukan ke dalam kartu pemeliharaan.

Catatan:

- Hindari pembersihan dengan menggunakan air.
- Gunakan sarung tangan karet dan bekerjalah saat pagi atau sore hari.

Lembar Aktivitas

11

Aktivitas Kelompok

Judul : Latihan Pemeliharaan Berkala pada PLTS (1 Bulan Sekali)

Tujuan : Pemeriksaan komponen MCB, *fuse*, dan SPD pada *combiner box* serta panel AC.

Alat dan Bahan

- Sarung tangan karet, multimeter, dan obeng minus

Keselamat Kerja

1. Menggunakan APD yang diperlukan pada pemeliharaan berkala yang dilakukan.
2. Memerhatikan instruksi kerja sesuai SOP.
3. Melapor kepada guru jika ada kendala ataupun gangguan dalam pelaksanaan pemeliharaan yang dilakukan.

Langkah Kegiatan

1. Periksa kondisi jalur kabel, terutama yang tidak terlindung oleh kabel *tray*, memastikannya tidak terkelupas oleh hewan, dan lain-lain.
2. Periksa sambungan-sambungan di dalam kotak panel, memastikannya tetap kencang, bersih, dan kering.
3. Kencangkan koneksi yang longgar dan pastikan tidak ada insulasi yang rusak. Jika terdapat tanda terbakar berarti koneksi kurang kencang.
4. Ganti terminal jika terdapat tanda terbakar atau meleleh.
5. Catat hasil pemeriksaan dalam kartu pemeliharaan.

Catatan:

- Untuk proses penggantian harus dikerjakan oleh orang yang memiliki kualifikasi.
- Selalu mematikan sistem PLTS jika melakukan penggantian komponen.



Aktivitas Kelompok

Judul : Latihan Pemeliharaan Berkala pada PLTS (1 bulan sekali)

Tujuan : Pemeriksaan jalur kabel-kabel dan sambungan.

Alat dan Bahan

Sarung tangan karet, *multimeter*, obeng minus.

Keselamat Kerja

1. Menggunakan APD yang diperlukan pada pemeliharaan berkala yang dilakukan.
2. Memerhatikan instruksi kerja sesuai SOP.
3. Melapor kepada guru jika ada kendala ataupun gangguan dalam pelaksanaan pemeliharaan yang dilakukan.

Langkah Kegiatan

1. Periksa apakah kondisi MCB, *fuse* atau sekering, dan SPD/*arrester* dan memastikannya dalam keadaan baik.
2. Pastikan MCB pada posisi ON.
3. Ganti *fuse* jika putus. Jika *fuse* (sekering) tidak dilengkapi dengan indikator, gunakan multimeter untuk mengukur tegangan jatuh pada *fuse* (sekering) saat PLTS bekerja, perhatikan batas tegangan jatuh pada spek, ganti jika sudah mendekati.
4. Ganti *catridge* SPD jika lampu menyala merah. Gunakan SOP 02 dan 05 saat melakukan penggantian.
5. Catat hasil pemeriksaan dalam kartu pemeliharaan.

Catatan:

1. Proses penggantian harus dikerjakan oleh orang yang memiliki kualifikasi.
2. Selalu mematikan sistem PLTS saat melakukan penggantian komponen.

Lampiran Contoh Kartu Perawatan

Bulan :

Lokasi Pembangkit :

Operator :

Kapasitas PLTS :

No	Frekuensi	Aktivitas	Komponen	Contoh Pengisian	Bulan Ke-
1.	Bulanan	Mengecek kebersihan pada modul surya.	Modul surya	<input checked="" type="checkbox"/> (01/01)	
2.		Mengecek apakah setiap modul surya dalam keadaan baik	Modul surya	<input type="checkbox"/> (01/01)	
3.		Mengecek bayangan (<i>shading</i>) pada modul surya.	Modul surya	<input type="checkbox"/> (01/01)	
4.		Mengecek apakah tidak ada lubang pada <i>combiner box</i> , tidak ada air ataupun sarang binatang.	<i>Combiner box</i>	<input type="checkbox"/> (01/01)	
5.		Mengecek apakah kondisi MCB, sekering dan proteksi tegangan surya (SPD) pada <i>combiner box</i> dalam keadaan baik	<i>Combiner box</i>	<input type="checkbox"/> (01/01)	
6.		Mengecek apakah sambungan kabel di dalam <i>combiner box</i> aman, kering, dan bersih.	<i>Combiner box</i>	<input type="checkbox"/> (01/01)	
7.		Mengecek apakah semua MCB atau sekering pada panel distribusi DC masih beroperasi.	Panel distribusi DC	<input type="checkbox"/> (01/01)	
8.		Mengecek apakah semua MCB, sekering, SPD, dan energi meter pada panel distribusi AC masih dalam keadaan baik.	Panel distribusi DC	<input type="checkbox"/> (01/01)	
9.		Mengecek apakah ada kebocoran elektrolit pada baterai.	Baterai	<input type="checkbox"/> (01/01)	
10.		Mengecek apakah semua kabel termasuk kabel jaringan distribusi dalam keadaan baik?	Jaringan distribusi	<input type="checkbox"/> (01/01)	

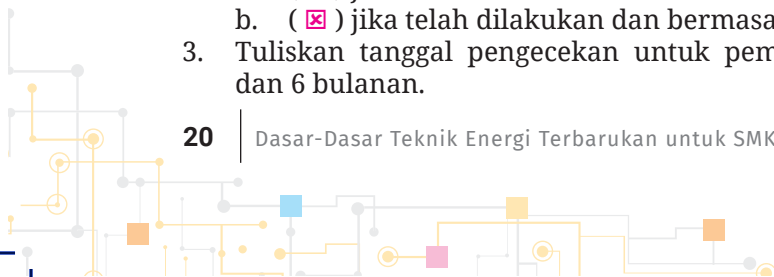


No	Frekuensi	Aktivitas	Komponen	Contoh Pengisian	Bulan Ke-
		Lihat bila terdapat bekas goresan, instalasi yang terbuka atau bentuk lain dari kerusakan (misalnya, kabel rusak oleh perilaku binatang, kabel tersentuh pohon/ranting/tumbuhan).			
11.		Mengecek apakah lampu jalan beroperasi dan tidak terhalang pohon.	Modul surya	<input type="checkbox"/> (01/01)	
12.		Membersihkan modul surya dengan air dalam jumlah banyak (dengan selang air) dan alat pembersih yang lembut (spons) tanpa menggunakan detergen.		<input type="checkbox"/> (01/01)	
13.		Mengecek apakah permukaan generator (modul PV) menjadi subjek dan tekanan mekanis tertentu (misalnya, akibat adanya permukaan atap yang melengkung).	Modul surya	<input type="checkbox"/> (01/01)	
14.		Mengecek apakah pagar pembangkit dalam kondisi baik (dapat dikunci, tidak berkarat dan tidak ada celah binatang masuk).	Rumah pembangkit	<input type="checkbox"/> (01/01)	
15.		Mengecek semua sistem pbumian terpasang dengan baik.	Rumah pembangkit	<input type="checkbox"/> (01/01)	

Sumber : Buku Panduan Pengoperasian dan pemeliharaan P3tek KEBTKE.

Petunjuk Pengisian

- Isi daftar periksa sesuai dengan contoh pengisian.
- Semua kegiatan yang bersifat pengecekan, diisi dengan tanda:
 - jika telah dilakukan dan dalam kondisi normal;
 - jika telah dilakukan dan bermasalah.
- Tuliskan tanggal pengecekan untuk pemeliharaan mingguan, bulanan dan 6 bulanan.



Bulan :

Lokasi Pembangkit :

Operator :

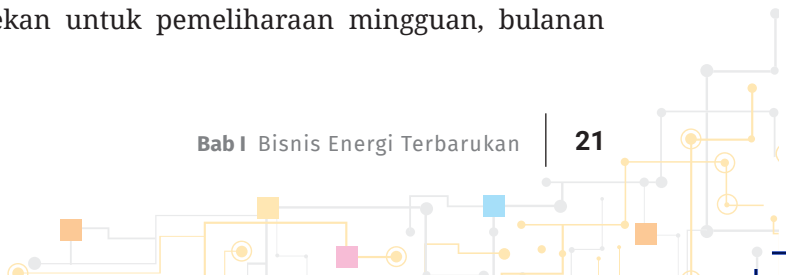
Kapasitas PLTS :

No	Frekuensi	Aktivitas	Komponen	Contoh Pengisian	6 Bulanan
1.	6- Bulanan	Mengecek apakah semua baut pada modul surya kencang dan tidak ada yang hilang.	Modul surya	<input checked="" type="checkbox"/> (01/01)	
2.		Mengecek temperatur	Baterai	<input type="checkbox"/> (01/01)	
3.		Mengecek apakah ada sambungan liar	Jaringan distribusi	<input type="checkbox"/> (01/01)	
4.		Mengecek apakah terdapat serangga/ apakah terdapat kelembapan pada peralatan (jika dipasang di luar ruangan).	PV <i>combiner/ junction box</i> (jika ada)	<input type="checkbox"/> (01/01)	
5.		Mengecek apakah tiang jaringan berdiri kokoh dan tegak lurus.	Jaringan distribusi	<input type="checkbox"/> (01/01)	
6.		Mengecek apakah energi limiter, pbumian, dan instalasi kabel rumah tangga terpasang dengan aman.	Rumah pelanggan	<input type="checkbox"/> (01/01)	

Sumber : Buku Panduan Pengoperasian dan pemeliharaan P3tek KEBTKE.

Petunjuk Pengisian

1. Isi daftar periksa sesuai dengan contoh pengisian.
2. Semua kegiatan yang bersifat pengecekan, diisi dengan tanda:
 - a. () jika telah dilakukan dan dalam kondisi normal;
 - b. () jika telah dilakukan dan bermasalah.
3. Tuliskan tanggal pengecekan untuk pemeliharaan mingguan, bulanan dan 6 bulanan.



Bulan :

Lokasi Pembangkit :

Operator :

Kapasitas PLTS :

No	Frekuensi	Aktivitas	Komponen	Contoh Pengisian	6 Bulanan
1.	Harian Waktu Pencatatan Pagi (06:00 - 07:00)	Mencatat energi keluar dari panel distribusi AC [kWh] – pagi.	Panel distribusi AC	<input checked="" type="checkbox"/> (01/01)	
2.		Menghitung selisih energi keluaran hari ini dan kemarin [kWh] – pagi.	Perhitungan	<input type="checkbox"/> (01/01)	
3.	Waktu Pencatatan - Malam (19:00 - 20:00)	Mencatat tegangan sistem baterai [V] – pagi.	<i>Inverter</i> dan baterai	<input type="checkbox"/> (01/01)	
4.		Memeriksa indikator <i>charging</i> atau pengisian baterai menyala – pagi.	<i>Solar charger controller</i> dan <i>inverter</i>	<input type="checkbox"/> (01/01)	
5.		Mencatat energi masuk dari modul surya [kWh] – malam.	<i>Solar charger controller</i> dan <i>inverter</i>	<input type="checkbox"/> (01/01)	
6.		Mencatat tegangan sistem baterai [V] – malam.	<i>Inverter</i> dan baterai	<input type="checkbox"/> (01/01)	
7.		memeriksa indikator <i>discharging</i> atau penggunaan beban menyala – malam.	<i>Inverter</i> dan baterai	<input type="checkbox"/> (01/01)	
8.		Mengecek apakah <i>solar charge controller</i> , <i>inverter</i> baterai, dan <i>inverter</i> jaringan beroperasi dengan baik (lampu oranye atau merah tidak menyala).	<i>Solar charger controller</i> dan <i>inverter</i>	<input type="checkbox"/> (01/01)	



No	Frekuensi	Aktivitas	Komponen	Contoh Pengisian	6 Bulanan
9.		Cuaca pada siang hari - Cerah = "C", Berawan = "B", Hujan = "H"	Solar charger controller dan inverter	<input type="checkbox"/> (01/01)	

Sumber : Buku Panduan Pengoperasian dan pemeliharaan P3tek KEBTKE.

Petunjuk Pengisian

- Isi daftar periksa sesuai dengan contoh pengisian.
- Semua kegiatan yang bersifat pengecekan, diisi dengan tanda:
 - jika telah dilakukan dan dalam kondisi normal;
 - jika telah dilakukan dan bermasalah.
- Tuliskan tanggal pengecekan untuk pemeliharaan mingguan, bulanan dan 6 bulanan.

Bulan :

Lokasi Pembangkit :

Operator :

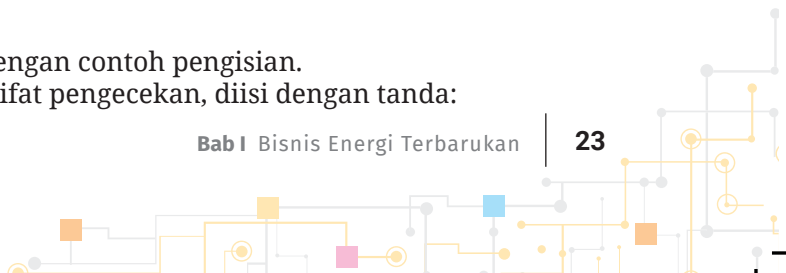
Kapasitas PLTS :

No	Frekuensi	Aktivitas	Komponen	Contoh Pengisian	6 Bulanan
1.	Mingguan	Mengecek kebersihan permukaan dan area modul surya.	Modul surya	<input checked="" type="checkbox"/> (01/01)	
2.		Mengecek apakah ventilasi rumah pembangkit tertutup rapat dan bersih.	Rumah pembangkit	<input type="checkbox"/> (01/01)	
3.		Mengecek temperatur ruangan baterai.	Rumah pembangkit	<input type="checkbox"/> (01/01)	
4.		Mengecek apakah lubang kabel ke rumah pembangkit tertutup rapat.	Rumah pembangkit	<input type="checkbox"/> (01/01)	
5.		Mengecek ventilasi inverter dan charge controller tidak tertutup dan dalam keadaan bersih	Rumah pembangkit	<input type="checkbox"/> (01/01)	

Sumber : Buku Panduan Pengoperasian dan pemeliharaan P3tek KEBTKE

Petunjuk Pengisian

- Isi daftar periksa sesuai dengan contoh pengisian.
- Semua kegiatan yang bersifat pengecekan, diisi dengan tanda:



- a. () jika telah dilakukan dan dalam kondisi normal;
 - b. () jika telah dilakukan dan bermasalah.
3. Tuliskan tanggal pengecekan untuk pemeliharaan mingguan, bulanan dan 6 bulanan.

2. Perbaikan

Perbaikan adalah proses penggantian dan penyetelan bagian tertentu pada suatu alat yang rusak. Tujuannya, supaya alat tersebut dapat berfungsi kembali sebagaimana mestinya.

Istilah lain dari perbaikan adalah servis, yang berarti memperbaiki barang yang rusak atau using. Perbaikan juga bisa berarti merawat secara khusus suatu barang yang masa penggunaannya telah melampaui batas waktu tertentu. Selanjutnya, lakukanlah kegiatan pada lembar aktivitas berikut.

Lembar Aktivitas

13

Aktivitas Kelompok

Judul : Latihan Perbaikan pada PLTS

Tujuan : Melakukan perbaikan untuk penggantian *cartridge*.

Alat dan Bahan

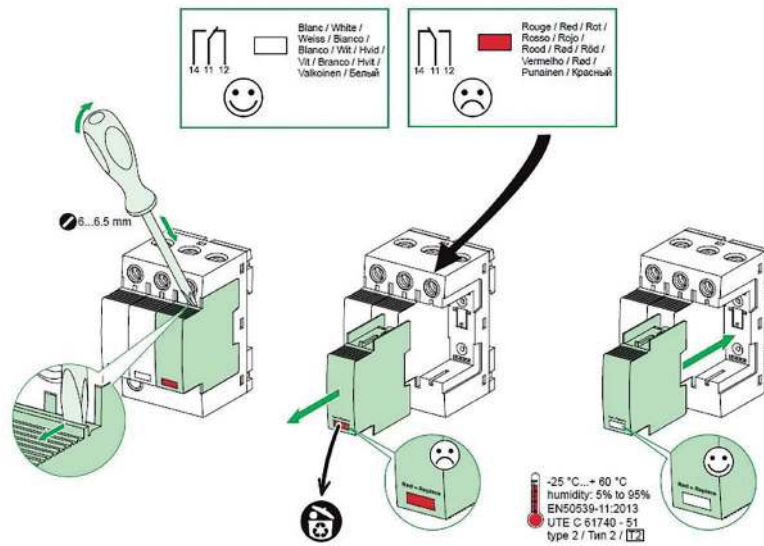
Sarung tangan karet, multimeter, dan obeng minus.

Keselamat Kerja

1. Menggunakan APD yang diperlukan pada pemeliharaan berkala yang dilakukan.
2. Memerhatikan instruksi kerja sesuai SOP.
3. Melapor kepada guru jika ada kendala ataupun gangguan dalam pelaksanaan pemeliharaan yang dilakukan.

Langkah Kegiatan

1. Lakukan pemeriksaan apakah kondisi MCB, *fuse*/sekring, dan SPD/*arrester* dalam keadaan baik. Dalam hal ini, pastikan MCB dalam posisi ON.
2. Mengganti *fuse*/sekring jika putus. Jika tidak dilengkapi dengan indikator, gunakan multimeter untuk mengukur tegangan jatuh pada *fuse* saat PLTS bekerja. Lihat juga batas tegangan jatuh pada spek, ganti jika sudah mendekati.
3. Mengganti *catridge* SPD jika lampu menyala merah dan seluruh prosesnya harus berdasarkan SOP.



Gambar 1.12 Penggantian *Cartridge*

Sumber: Buku Panduan Pengoperasian dan pemeliharaan P3tek KEBTKE (2020)



Refleksi

Setelah membaca materi di atas tandailah dengan tanda centang bagian-bagian yang sudah dikuasai.

Tabel 1.1 Refleksi

Pengertian energi	
Jenis-jenis bisnis di bidang energi terbarukan	
Proses perencanaan pada bisnis bidang energi terbarukan	
Proses pembuatan pada bisnis bidang energi terbarukan	
Proses pemeliharaan dan perbaikan pada bisnis bidang energi terbarukan	



Uji Kompetensi

Jawablah pertanyaan berikut.

1. Jelaskan manfaat yang bisa ditimbulkan dari peraturan Menteri ESDM Nomor 26 Tahun 2021 tentang PLTS *Rooftop* yang dihubungkan dengan peluang bisnis di dunia energi terbarukan.
2. Buatlah perencanaan untuk pemasangan PLTS *Off-Grid* pada sebuah rumah tipe 45 yang terdiri dari 3 kamar tidur, 2 kamar mandi, 1 dapur, 1 ruang keluarga, 2 teras, dengan 1 televisi,, dan 3 kipas angin.
3. Meskipun telah dilakukan pemeliharaan secara berkala, namun kompor gas tidak bisa dihidupkan, ketika dilakukan pengecekan pun tidak ada kebocoran gas yang terjadi. Langkah apa yang perlu dilakukan dan fenomena apa yang mungkin terjadi di dalam reaktor biogas?
4. Menurut pendapat kalian, apakah semua produk energi terbarukan bisa dikembangkan di setiap wilayah, termasuk wilayah tempat tinggal kalian? Jelaskan.
5. Pada saat melakukan pengolahan biodiesel dari minyak goreng bekas, ternyata tidak tersedia pelarut metanol, yang tersedia adalah alkohol (*ethanol*). Bagaimana kalian memformulasikan kebutuhan KOH dan *ethanol* yang dibutuhkan dengan minyak goreng bekas 10 Kg?



Pengayaan

PLTS merupakan salah satu program prioritas untuk mencapai bauran energi terbarukan 23% pada tahun 2025. Salah satu produk PLTS tersebut adalah PLTS *Rooftop*, merupakan salah satu produk energi terbarukan, tetapi memiliki beberapa hambatan dan tantangan dalam pengembangannya. Oleh sebab itu, masyarakat kurang tertarik untuk beralih kepada penggunaan PLTS *Rooftop*. Untuk lebih memahami berbagai regulasi dan hal-hal teknis yang berhubungan dengan PLTS *Rooftop* tersebut kalian dapat mengunjungi dan prosedur pemasangan PLTS *Rooftop* melalui tautan berikut.

<https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/02/07/3071/telah.terbit.peraturan.menteri.esdm.nomor.26.tahun.2021.tentang.plts.atap.yang.terhubung.pada.jaringan.tenaga.listrik.pemegang.iuptl.untuk.kepentingan.umu>



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

REPUBLIK INDONESIA, 2023

Dasar-Dasar Teknik Energi Terbarukan
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Indra Samsudin, Rachmat Roswadi Purnomo, dan Darmayanti

ISBN: 978-623-194-486-3 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-487-0 (jil.1 PDF)



BAB II

Isu Energi Global Terbarukan

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu menganalisis secara kritis mengenai pemanfaatan energi terbarukan, membuat laporan kerja, memahami pelaksanaan energi terbarukan berdasarkan undang-undang, mengetahui isu-isu global tentang energi terbarukan, dan pemanfaatannya di tanah air.

Pertanyaan Pemantik

Bagaimana jika seandainya kendaraan bermotor yang sering kalian gunakan tidak bisa lagi beroperasi karena kehabisan bahan bakar?

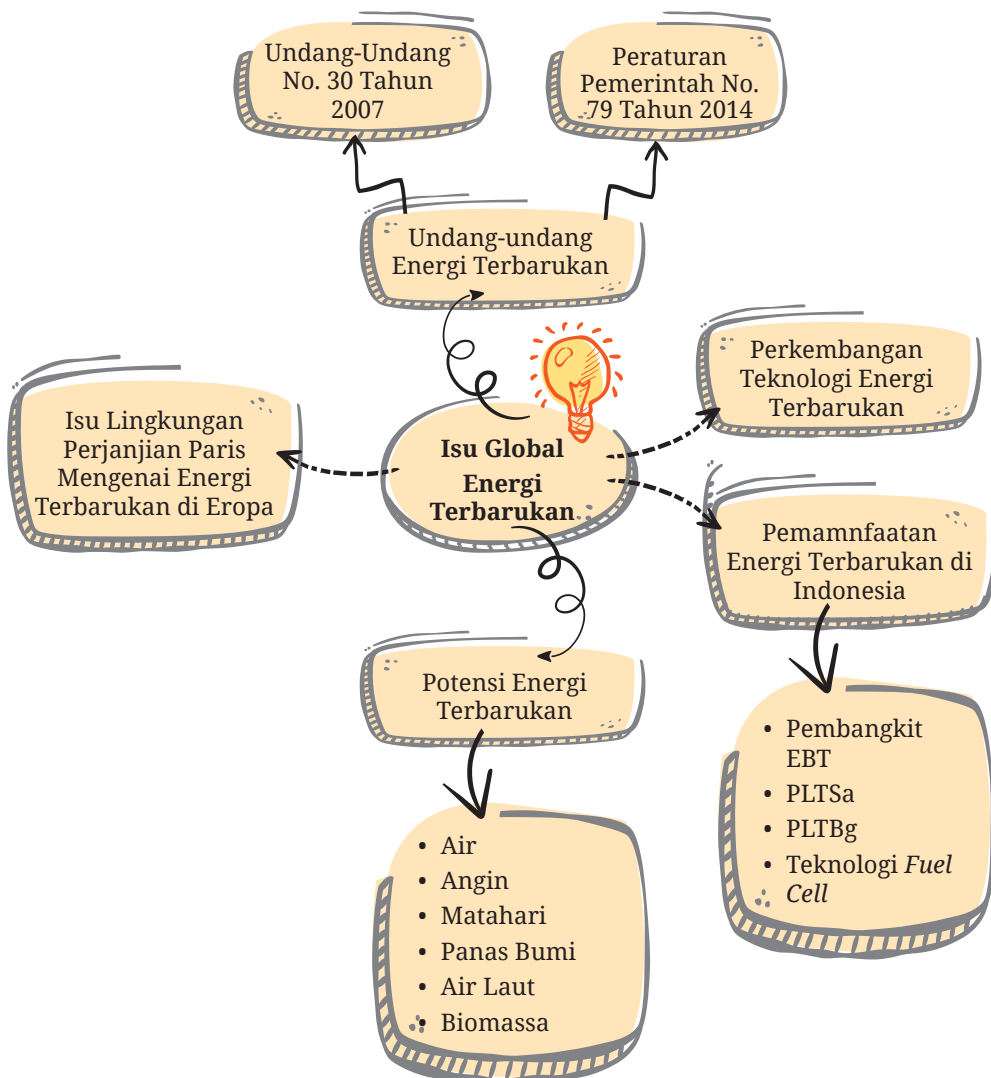


Kata Kunci

- fosil
- sampah
- *fuel cell*
- global
- biogas
- karbon
- air
- surya
- pajak



Peta Konsep





Apersepsi

Perhatikan gambar berikut.



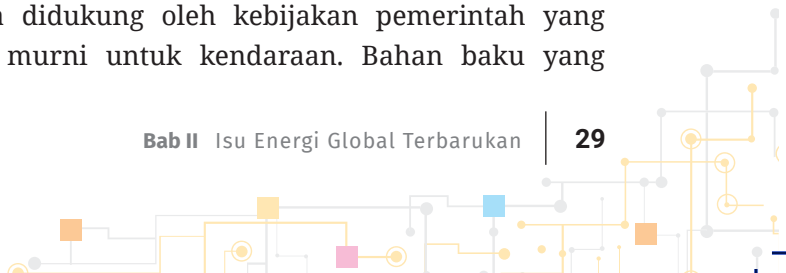
Gambar 2.1 Energi Terbarukan dan energi takterbarukan
Sumber : Kemendikbudristek/Darmayanti, 2022

Gambar di atas memperlihatkan bahwa penggunaan energi fosil tidak lepas dari kehidupan sebagian masyarakat di dunia ini. Bagaimana jika sumber energi tersebut terus habis? Di sisi lain, ada sumber energi lain yang melimpah, lebih ramah lingkungan, dan dapat diperbaharui. Jika diolah dengan baik, pastinya krisis energi tidak akan terjadi.

A. Perkembangan Teknologi Energi Terbarukan

Saat ini beberapa negara mulai mengembangkan energi terbarukan, di antaranya adalah negara Cina. Negeri tirai bambu itu menargetkan pada tahun 2030 akan beralih kepada penggunaan energi terbarukan sebagai pengganti energi fosil. Selain Cina, ada pula Swedia yang telah lama dan konsisten mengembangkan energi terbarukan. Mereka memanfaatkan sampah sebagai bahan baku untuk pembangkit listrik yang dikenal dengan PLTSa (Pembangkit Listrik Tenaga Sampah). Listrik yang dihasilkan kemudian disalurkan ke industri-industri dan rumah tangga.

Negara lainnya adalah Brazil, salah satu negara yang mendorong pengembangan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif. Pengembangan bioetanol di negara ini juga didukung oleh kebijakan pemerintah yang melarang penggunaan BBM murni untuk kendaraan. Bahan baku yang



digunakan pemerintah Brazil adalah tanaman tebu yang kemudian diproses, diproduksi, dikemas, kemudian dipasarkan.

Adapula Bhutan yang juga sangat kosen juga terhadap kelestarian lingkungannya dengan mengembangkan energi terbarukan. Sumber utama yang mereka olah adalah energi air dan hutan.

Indonesia juga merupakan salah satu negara yang memiliki kosen terhadap pengembangan energi terbarukan. Tujuan utamanya adalah menciptakan sumber energi yang ramah lingkungan.

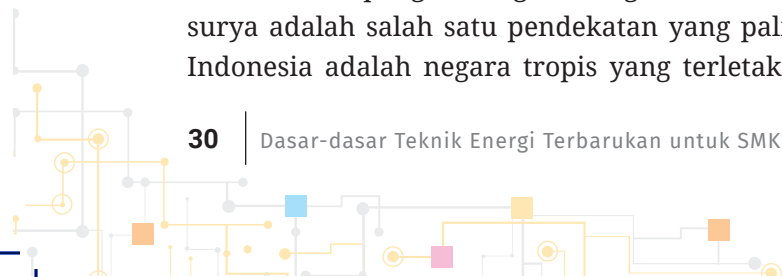
Tidak dapat dipungkiri bahwa dengan bertambahnya populasi manusia, kebutuhan akan energi pun terus meningkat. Sementara, ketersediaan sumber energi fosil semakin terbatas. Jika terus bergantung kepada energi konvensional tersebut, masyarakat Indonesia khususnya, akan kehilangan sumber energi, sementara kebutuhan terhadap energi tidak dapat dihindarkan. Oleh karena itu, penting untuk mulai beralih kepada energi terbarukan yang sumbernya mudah didapat dan diperbaharui, juga tentunya lebih ramah lingkungan.

Indonesia adalah negara yang sangat kaya dengan semua sumber energi terbarukan, seperti; air, angin, matahari, biomassa, panas bumi, dan juga air laut. Sayangnya, semua sumber tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal. Oleh karena itu, perlu adanya penanganan yang lebih lanjut, baik dari pihak pemerintah maupun masyarakat setempat atau sekitarnya. Di antaranya adalah dengan mensosialisasikan penggunaan energi terbarukan kepada masyarakat.

Penggunaan biodiesel adalah salah satu implementasi penggunaan energi terbarukan di Indonesia. Energi alternatif ini digunakan sebagai bahan bakar pencampur solar dengan peluncuran uji jalan B40. Hampir 2 tahun terakhir pemerintah terus melakukan peningkatan program B30 (campuran antara 30% biodiesel dan solar 70%) menjadi B40. Hal ini sebagaimana dengan petunjuk pemerintah yang mencanangkan kelanjutan penggunaan biodiesel program B40 hingga mencapai B100.

Selain program penggunaan dan peningkatan biodiesel, pemerintah juga mengembangkan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) sebagai program prioritas dari Kementerian ESDM. Diharapkan pengembangan bauran energi ini dapat mencapai 23% pada tahun 2025. Selain itu, pemerintah juga memusatkan perhatiannya terhadap penambahan pembangkit listrik energi terbarukan mikrohidro, angin, panas bumi, biomassa, dan juga air laut.

Di antara pengembangan energi terbarukan dan ramah lingkungan, energi surya adalah salah satu pendekatan yang paling cepat. Hal ini dikarenakan Indonesia adalah negara tropis yang terletak di garis khatulistiwa. Kondisi



ini sangat menguntungkan sebab dapat mendapatkan sinar matahari yang melimpah. Oleh karena itu, Indonesia tentunya tidak terlalu sulit bagi negara ini untuk melakukan studi kelayakan dan membangun PLTS, terutama model atap atau *rooftop*.

Selanjutnya, lakukanlah kegiatan pada lembar aktivitas berikut.

Lembar Aktivitas

1

Aktivitas Kelompok

1. Bacalah materi mengenai perkembangan energi terbarukan di beberapa wilayah yang ada di Indonesia, baik dari buku junal dari internet, maupun sosial media.
2. Buatlah laporan kerja mengenai perkembangan energi terbarukan, baik di wilayah Indonesia maupun negara lainnya. Setelah itu, diskusikan dan presentasikan hasilnya di depan kelas dengan penuh percaya diri.

B. Potensi Energi Terbarukan

Energi terbarukan adalah energi hijau, tidak menyebabkan penipisan lapisan ozon, dan sumbernya dapat diperbaharui atau diproduksi kembali. Sumber energi terbarukan sangat melimpah di Indonesia, tetapi pemanfaatan dan pengembangan teknologinya belum maksimal. Beberapa potensi energi terbarukan bisa kalian lihat pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Potensi Energi Terbarukan di Indonesia

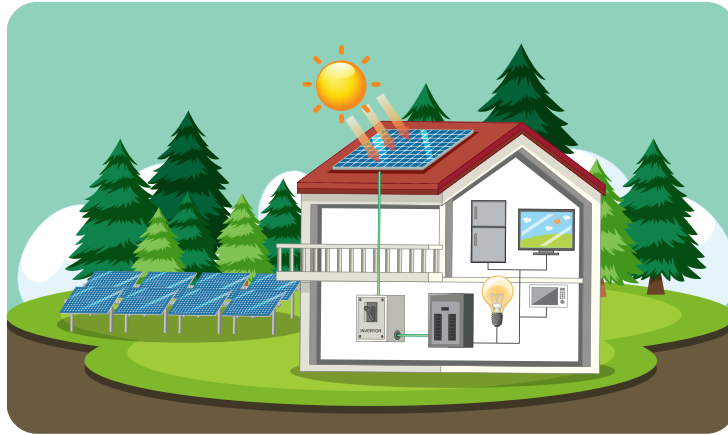
No.	Sumber Energi	Potensi Energi Terbarukan (Mega watt)
1	Energi Surya	207,898
2	Panas Bumi	29,544
3	Bioenergi	32,654
4	Angin	60,647
5	Air	75,091
6	Mini dan mikrohidro	19,385
7	Gelombang laut	17,989

Sumber : Rencana Umum Energi Nasional 2025, Kementerian ESDM

Mengenai hal ini, sejak tahun 2005, Indonesia mulai mempertimbangkan pengembangan energi terbarukan, mengingat sumber energi fosil yang kian menipis dan tidak bisa diperbarui.



1. Energi Surya (Matahari)



Gambar 2.2 Energi sinar matahari

Energi surya, baik panas maupun cahayanya dapat dikonversi menjadi energi listrik. Caranya adalah dengan memanfaatkan cahaya matahari yang disalurkan melalui panel surya yang kemudian diubah menjadi energi listrik. Sebagai negara tropis dan memiliki dua musim, Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar karena wilayahnya dilintasi garis khatulistiwa. Besar radiasi penyinarannya mencapai 4,80 kWh/m²/hari. Energi tersebut kemudian dikonversi dalam bentuk *solar thermal* (panas surya) untuk aplikasi pemanasan dan *solar photovoltaic* (cahaya surya) untuk pembangkit listrik tenaga surya.

2. Energi Bayu

Para nelayan selama ini banyak menggunakan tenaga bayu atau angin untuk berlayar di lautan. Tentunya saat ini, energi angin atau bayu dapat dijadikan sebagai sumber energi terbarukan yang dapat dikonversi menjadi energi listrik. Gaya kinetik angin dapat menggerakkan baling-baling pada turbin angin, lalu mengubahnya menjadi energi listrik.



Gambar 2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

3. Energi Air

Indonesia adalah negara yang memiliki sumber air yang melimpah. Air sendiri merupakan sumber energi hidro yang dapat dikonversi menjadi energi listrik. Penggunaan tenaga air sebagai sumber tenaga listrik sudah

digunakan di beberapa daerah, seperti: Jawa Barat dengan PLTA Cirata, PLTA Saguling, dan PLTA Jatiluhur; Sulawesi Tengah dengan PLTA Sulawena; Sumatera Utara dengan PLTA Sigurgura; Bengkulu dengan PLTA Musi; dan wilayah lainnya di Indonesia.

4. Energi Biomassa

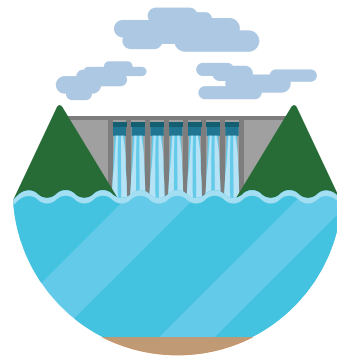
Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan dari makhluk hidup, baik tumbuhan, hewan maupun mikroba. Beberapa contoh biomassa antara lain; aneka tumbuhan, pohon, limbah.

Penggunaan biomassa sebenarnya sudah digunakan sejak zaman dahulu untuk beberapa tujuan, seperti memasak, pemanasan, hingga akhirnya menjadi salah satu sumber pembangkit listrik yang umumnya digunakan saat ini. Bahan-bahan biomassa pada masa kini adalah limbah padat atau cair. Misalnya, PLTBogas menggunakan limbah industri cair kelapa sawit, sementara PLTBiomassa menggunakan limbah padat, seperti cangkang sawit untuk bahan bakar boiler sebagai pengganti batu bara.

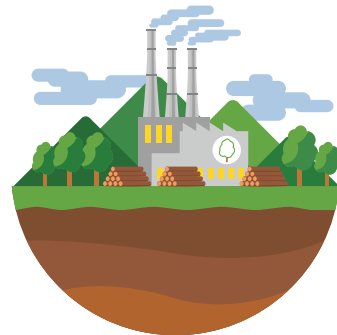
Biomassa padat juga digunakan sebagai bahan bakar pengganti minyak tanah, yaitu briket yang dapat diolah dari kayu-kayuan. Sementara, energi biomassa juga dapat berupa bahan bakar cair, yaitu biodiesel dan bioetanol. DJEBTKE pada 2021 jumlahnya bisa mencapai 32.654 MWe dan tersebar di seluruh wilayah Indonesia.

5. Energi Panas Bumi

Energi panas bumi atau dikenal juga dengan geotermal adalah energi panas yang berasal dari dalam bumi. Pusat bumi cukup panas untuk melelehkan bebatuan, tergantung pada lokasinya. Setiap penurunan 30 hingga 50 meter di bawah permukaan tanah, rata-rata suhu bumi meningkat satu derajat Celcius. Suhu bumi pada kedalaman 3000 meter di bawah permukaan sudah teramat panas hingga kerap menghasilkan uap air.



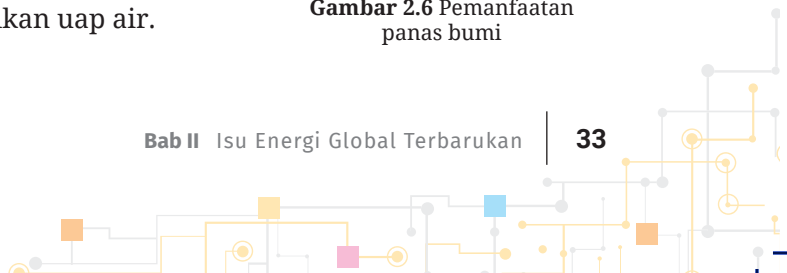
Gambar 2.4 Energi air (hidro)



Gambar 2.5 Potensi energi biomassa



Gambar 2.6 Pemanfaatan panas bumi



Salah satu pemanfaatan energi panas bumi adalah sebagai pembangkit tenaga listrik yang dikenal dengan pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTPB). Suatu daerah yang memiliki panas bumi berupa uap, dapat mengolahnya secara langsung, yaitu dengan mengarahkannya menuju turbin pembangkit listrik untuk kemudian diubah menjadi energi listrik.

6. Energi Air Laut

Indonesia adalah salah satu negara maritim yang wilayahnya dikelilingi oleh lautan yang sangat luas. Hal ini merupakan potensi besar dalam pengembangan energi air laut. Sayangnya, pemanfaatan potensi tersebut masih sangat jarang. Adapun energi air laut digolongkan menjadi dua golongan berikut.

1. Kandungan mekanis (gerakan), yaitu energi pasang surut dan energi arus laut.
2. Kandungan termis (panas), yaitu kandungan termal dari air laut atau disebut OTEC (*Ocean Thermal Energy Conversion*).

Pemanfaatan energi terbarukan harus terus dikembangkan sebagai salah satu solusi kebutuhan energi ramah lingkungan di masa depan, terutama di kawasan-kawasan terpencil yang belum tersentuh listrik. Selanjutnya, lakukan kegiatan pada lembar aktivitas berikut.



Gambar 2.7 Potensi air laut

Lembar Aktivitas

2

Aktivitas Kelompok

1. Lakukan kunjungan ke salah satu tempat pengelola energi terbarukan (bisa PLTA, PLTB, PLTS, PLTBiomassa) sesuai dengan tempat kunjungan kalian.
2. Buatlah laporan mengenai potensi energi terbarukan yang diolah pada pembangkit tersebut dan prosesnya.
3. Presentasikan hasil laporan kalian di depan kelas.

C. Undang-Undang Energi Terbarukan

Filosofi pembentukan undang-undang tentang energi terbarukan merupakan salah satu tujuan negara, yaitu mewujudkan kesejahteraan bagi rakyat Indonesia. Salah satu caranya adalah mewujudkan kesejahteraan bagi rakyat seperti yang diamanatkan dalam UUD 1945 Pasal 33 ayat (2) dan ayat (3).

Pasal 33 ayat (2) UUD Negara Republik Indonesia Tahun 1945 menegaskan, “Cabang-cabang produksi yang penting bagi negara dan yang menguasai hajat hidup orang banyak dikuasai oleh negara.”

Pasal 33 ayat (3) UUD Negara Republik Indonesia Tahun 1945 menegaskan, “Bumi, air, dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat.”

Berikut adalah beberapa contoh undang-undang berkaitan dengan energi terbarukan.

1. Undang-Undang No.30 Tahun 2007

Dalam UU No. 30 Tahun 2007 energi baru dan energi terbarukan diatur sebagai sumber energi yang sama-sama perlu diprioritaskan. Sebagai contoh, dalam UU ini, penyediaan dan pemanfaatan energi baru dan energi terbarukan wajib ditingkatkan oleh pemerintah pusat dan pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya.

Undang-undang ini juga mengamanatkan pemanfaatan energi baru dan energi terbarukan perlu memperoleh kemudahan dan insentif, baik dari pemerintah pusat maupun pemerintah daerah hingga tercapai keekonomiannya. Bahkan regulasi ini juga mengamanatkan adanya fasilitasi untuk penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, tujuannya untuk mendorong penyediaan dan pemanfaatan energi baru dan energi terbarukan.

2. Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014

Pemanfaatan energi terbarukan untuk mengurangi penggunaan energi fosil terdapat pada pasal 11 mengenai prioritas pengembangan energi dilakukan, salah satunya melalui pengembangan energi dengan mempertimbangkan beberapa hal, yaitu; keseimbangan keekonomian energi, keamanan pasokan energi, dan pelestarian lingkungan hidup (Pasal 11 ayat 1. huruf a).

Untuk mewujudkan keseimbangan keekonomian energi, sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a, prioritas pengembangan energi nasional berdasarkan prinsip-prinsip sebagai berikut:

- a. memaksimalkan penggunaan energi terbarukan dengan memerhatikan tingkat keekonomian;
- b. meminimalkan penggunaan minyak bumi;
- c. mengoptimalkan pemanfaatan gas bumi dan energi baru; dan
- d. menggunakan batu bara sebagai andalan pasokan energi nasional.



Selain beberapa undang undang dan peraturan di atas, masih banyak undang-undang dan peraturan pemerintah yang mengatur tentang energi terbarukan.

Lembar Aktivitas

3

Aktivitas Individu

1. Bacalah buku atau jurnal dari internet atau situs resmi tentang undang-undang energi terbarukan dan peraturan pelaksanaannya.
2. Buatlah laporan mengenai undang undang dan peraturan pemerintah mengenai pelaksanaan energi terbarukan.
3. Presentasikan hasil laporanmu di depan kelas.

D. Isu Global Energi Terbarukan

Isu mengenai cadangan energi merupakan isu penting setiap negara dunia sehingga pertahanan sumber energi sangat penting dimiliki. Salah satunya, dengan mengembangkan sumber energi terbarukan. Mengenai hal ini, dibandingkan dengan negara-negara Eropa dan Asia, Indonesia masih tertinggal jauh, padahal negeri ini memiliki cadangan sumber energi fosil dan energi terbarukan yang besar, tetapi belum maksimal dimanfaatkan.

Indonesia masih masih bergantung pada penggunaan energi fosil yang ketersediaannya semakin lama akan semakin berkurang. Hal ini akan menuntut semua negara di dunia, termasuk Indonesia beralih memanfaatkan energi alternatif, salah satunya adalah pemanfaatan dan pengembangan energi terbarukan.

1. Isu Lingkungan

Pencemaran udara yang semakin meningkat akibat dari aktivitas manusia, di antaranya penggunaan kendaraan yang bahan bakarnya bersumber dari bahan bakar fosil. Dari hasil penelitian 60 persen pencemaran berasal dari penggunaan bahan bakar fosil, dalam hal ini adalah penggunaan kendaraan bermotor.

Banyak hal yang bisa dilakukan untuk mengurangi pencemaran udara, di antaranya dengan melakukan penghijauan dan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dengan beralih kepada energi yang ramah lingkungan. Berdasarkan keterangan organisasi kesehatan dunia (WHO), hampir 7 juta jiwa setiap tahun meninggal akibat menghirup udara yang tercemar.

Isu lainnya yang berkaitan dengan pencemaran udara adalah isu pemanasan global. Hal ini menjadi sesuatu yang sangat krusial. Semakin hari cuaca terasa semakin panas karena meningkatnya suhu Bumi. Salah satu penyebabnya adalah peningkatan gas rumah kaca yang dihasilkan dari proses industri, pembakaran, penggunaan energi.

2. Perjanjian Paris

Penggunaan energi fosil harus benar-benar dikurangi. Mengenai hal ini, beberapa negara telah berkomitmen untuk sama sekali tidak menggunakannya dan beralih menggunakan energi terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Oleh karena itu, melalui perjanjian Paris, Indonesia dan negara-negara lain di dunia menyepakati untuk membatasi kenaikan suhu global di bawah 2 derajat Celsius idealnya 1,5 derajat Celsius. Kesepakatan tersebut tertuang dalam *Paris Agreement* atau Perjanjian Paris. Indonesia juga berkomitmen untuk menurunkan emisi gas karbon dioksida sebesar 29 persen dengan usaha sendiri. Sementara, dukungan internasional pengurangan tersebut sebesar 41 persen pada tahun 2030.

Indonesia telah menetapkan target 23 persen bauran dari energi terbarukan untuk energi nasional pada tahun 2025 dan akan dinaikkan sedikitnya 31 persen pada tahun 2050. Dengan kebijakan tersebut, penggunaan minyak bumi akan diturunkan hingga 25 persen pada tahun 2025 dan menjadi 20 persen pada tahun 2050.

Pengurangan penggunaan pun berlaku pada energi fosil lainnya. Pemanfaatan batu bara akan dikurangi dari 30 persen di 2025 menjadi 25 persen pada tahun 2050. Sementara, penggunaan gas bumi akan ditingkatkan dari 22 persen pada tahun 2025 menjadi 24 persen pada tahun 2050. Semua ini tertuang dalam peraturan pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang kebijakan energi nasional.

3. Energi Terbarukan di Eropa

Dengan berbagai isu mengenai energi, ke depannya berbagai negara dunia telah menetapkan strategi untuk pemanfaatan energi terbarukan sebagai pengganti energi fosil. Misalnya, Inggris yang menargetkan pada tahun 2024 untuk tidak lagi menggunakan batu bara pada pengoperasian PLTU. Hal serupa juga dilakukan Jerman yang menargetkan pada tahun 2038 tidak lagi menggunakan batu bara pada pengoperasian PLTU mereka. Pengurangan penggunaan batu bara juga diimbangkan oleh negara-negara G-7, yaitu; Kanada, Perancis, Jerman, Italia, Jepang, Inggris, dan Amerika Serikat.



Komitmen terhadap penghentian penggunaan energi fosil juga dilakukan oleh Norwegia dan Belanda, salah satunya berkomitmen menjual kendaraan listrik mulai 2025. Hal serupa juga diikuti oleh Jerman dan India yang rencananya dimulai tahun 2030. Pemerintah Inggris juga melarang penjualan kendaraan dengan bahan bakar fosil pada 2030.

Perkembangan energi terbarukan di Uni Eropa pada tahun 2020 berkembang begitu pesat. Hal ini terbukti dengan pemanfaatan energi terbarukan, di antaranya angin dan matahari sekitar 38% dibandingkan dengan penggunaan energi batu bara dan gas fosil sekitar 37%. (Berdasarkan laporan pemikir *think tanks Ember and Agora Energiewende*, dikutip Reuters 2021). Hal ini dilandasi kesadaran masyarakat Uni Eropa tentang perlunya penggunaan energi ramah lingkungan. Pesatnya peningkatan pemanfaatan energi terbarukan di Uni Eropa ini berdasarkan beberapa Factor berikut.

1. Konsistensi dalam menurunkan sebesar 40% emisi GRK sebagai komitmen memerangi dampak perubahan iklim, berdasarkan Protokol Kyoto dan Perjanjian Paris.
2. Beberapa negara Eropa telah menutup pembangkit listrik tenaga uap berbahan bakar batu bara. Hal ini sebagai komitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.
3. Teknologi pada energi terbarukan lebih dikuasai oleh negara-negara Eropa.
4. Uni Eropa menerapkan pajak karbon yang ketat.

Selanjutnya, kerjakanlah kegiatan pada lembar aktivitas berikut.

Lembar Aktivitas

4

Aktivitas Individu

1. Bacalah buku atau artikel di internet tentang berbagai isu lingkungan yang mungkin terjadi daerah kalian.
2. Buatlah laporan mengenai isu-isu lingkungan tersebut.
3. Presentasikan hasil laporanmu di depan kelas.

Lembar Aktivitas

5

Aktivitas Kelompok

1. Bentuk 4–5 kelompok dan lakukan kegiatan peduli terhadap hal-hal mengenai kepedulian lingkungan.



2. Lakukan kegiatan kepedulian lingkungan tersebut dengan penanaman pohon di sekitar lingkungan sekolah atau pengolahan sampah.
3. Buat laporan kegiatan dan manfaat yang bisa ditimbulkan dari kegiatan tersebut dan presentasikan di depan kelas.

E. Pemanfaatan Energi Terbarukan di Indonesia

Pemanfaatan energi terbarukan pada umumnya diimplementasikan untuk pembangkit listrik, baik untuk kebutuhan industri maupun rumah tangga. Berdasarkan peraturan presiden Nomor 22 tahun 2017 tentang rencana umum energi nasional, pemerintah menargetkan bauran energi terbarukan pada tahun 2025 paling sedikit mencapai 23%.

1. Pembangkit Energi Terbarukan di Indonesia

Salah satu bentuk pemanfaatan sumber energi terbarukan adalah mengubahnya menjadi energi listrik. Untuk mewujudkan itu, diperlukan pembangkit listrik energi terbarukan. Untuk data kapasitas pembangkit listrik energi terbarukan sampai tahun 2021, dapat kalian lihat pada tabel berikut.

Tabel 2.2 Potensi dan Kapasitas Pembangkit Listrik Pemutakhiran Tahun 2021

Komoditas EBT	Total Potensi 2021 (GW)	Kapasitas Pembangkit Listrik (GW)	% Pemanfaatan
Samudera	17,9	-	-
Panas Bumi	23,9	2,3	9,6 %
Bioenergi	56,9	2,3	4,0 %
Bayu	154,9	0,2	0,1 %
Hidro	95,0	6,6	7,0 %
Surya	3.294,4	0,2	0,01 %
Total	3.643,0	11,6	0,3 %

Sumber : Outlook Energi Indonesia (2022)

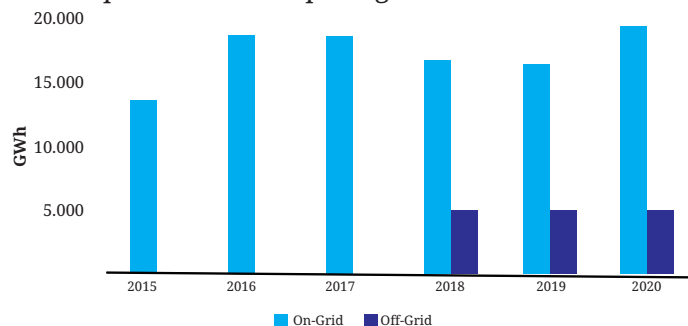
a. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) sudah dikenal dan dikembangkan sejak zaman dahulu. Pada tahun 2020, terdapat penambahan pembangkit energi terbarukan dengan pembangunan PLTA Poso sebesar 66 MW dan PLTM Sion sebesar 12,1 MW.

Beberapa PLTA terbesar Indonesia adalah PLTA Cirata dengan kapasitas 1.008 MW. Kemudian, diikuti oleh PLTA Sigura-Gura dengan kapasitas 209 MW,



PLTA Poso II dengan kapasitas 3 X 65 MW, PLTA Jatiluhur dengan kapasitas 187 MW, dan PLTA Tangga dengan kapasitas 317 MW. Selain itu, masih banyak lagi PLTA lainnya yang tersebar di wilayah Indonesia. Penambahan produksi listrik dari PLTA dapat Kalian lihat pada gambar berikut.



Gambar 2.8 Produksi PLTA beberapa tahun terakhir
Sumber: HEESI (2020)

b. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) yang paling besar berada di Sulawesi Selatan, yaitu PLTB Sidrap, kapasitas listriknya mencapai 75 MW. Selain itu, ada juga PLTB Tolo Jeneponto dengan kapasitas terpasang 60 MW.

Selain kedua PLTB di atas, PLTB lainnya yang tersebar di beberapa wilayah Indonesia di antaranya adalah Sukabumi dengan kapasitas 170 MW, Garut dengan kapasitas 150 MW, Lebak dengan kapasitas 150 MW, Pandeglang dengan kapasitas 150 MW, Gunung Kidul dengan kapasitas 10 MW, Bantul dengan kapasitas 50 MW, Belitung Timur dengan kapasitas 10 MW, Tanah Laut dengan kapasitas 90 mW, Selayar dengan kapasitas 5 MW, Buton dengan kapasitas 15 MW, Kupang dengan kapasitas 20 MW, Timur Tengah Selatan dengan kapasitas 20 MW, Sumba Timur dengan kapasitas 3 MW, Ambon dengan kapasitas 15 MW, Saumlaki dengan Kapasitas 5 MW, dan Kei Kecil dengan kapasitas 5 MW.

Produksi listrik yang dihasilkan dari PLTB *On-Grid* dan *Off-Grid* dari tahun 2015 – 2020 dapat kalian lihat pada tabel berikut.

Tabel 2.3 Produksi Listrik PLTB *On-Grid* dan *Off-Grid*

Tahun	<i>On-Grid</i>	<i>Off-Grid</i>	Total
2015	3,7	n.a	3,7
2016	5,7	n.a	5,7
2017	0,0	n.a	0,0
2018	188,0	2,1	190,1
2019	481,5	2,1	483,6
2020	472,7	2,1	474,8

Sumber : HEESI (2020)

c. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi

Potensi panas bumi Indonesia adalah yang terbesar di dunia. Sekitar 40% cadangan panas bumi dunia berada di wilayah Indonesia. Pemanfaatan panas bumi secara langsung dapat ditemui di sektor pariwisata, yaitu untuk pemandian kolam air panas. Sementara, untuk penggunaan panas bumi secara tidak langsung digunakan sebagai pembangkit listrik. Potensi panas bumi yang terbesar terdapat di wilayah Sumatera.

Berikut adalah data sebaran potensi panas bumi di berbagai wilayah di Indonesia.

Tabel 2.4 Potensi Panas Bumi di Berbagai Wilayah di Indonesia

Lokasi	Sumber Daya		Cadangan			Total
	Speculative	Hypothetical	Possible	Probable	Proven	
Sumatera	2.276	1.551	3.594	976	1.120	9.517
Jawa	1.259	1.191	3.403	377	1.820	8.050
Bali	70	21	104	110	30	335
Nusa Tenggara	225	148	892	121	12,5	1.399
Kalimantan	151	18	6	0	0	175
Sulawesi	1.365	343	1.063	180	120	3.071
Maluku	560	91	485	6	2	1.144
Papua	75	0	0	0	0	75
Total	5.981	3.363	9.547	1.770	3.105	23.766

Sumber HEESI (2020)

d. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pengembangan PLTS merupakan salah satu agenda prioritas pemerintah untuk mempercepat bauran energi terbarukan. Hal ini sesuai dengan target dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). Dalam rencana tersebut, pada 2025 ditargetkan kapasitas PLTS sebesar 6,5 GW. Oleh karena itu, perlu strategi yang tepat untuk menggenjot peningkatan penggunaan PLTS sebagai energi yang ramah lingkungan.

Adapun strategi yang dilakukan di antaranya adalah sebagai berikut.

- Mewajibkan penggunaan panel surya, minimum 30% dari luas atap bangunan untuk seluruh bangunan pemerintah pusat dan pemerintah daerah.
- Mewajibkan penggunaan panel surya sebesar 25 % dari luas atap bangunan, yaitu untuk bangunan rumah mewah, kompleks perumahan, apartemen melalui izin mendirikan bangunan.



- Kewajiban penggunaan panel surya sebesar 25% juga berlaku bagi kompleks industri, bangunan komersial, penerangan jalan umum, dan fasilitas umum lainnya melalui izin mendirikan bangunan.

Menurut sumber dari HEESI (2020), potensi energi surya di Indonesia belum dimanfaatkan secara maksimal. Penggunaannya baru sekitar 15,5 MW atau 0,08% dari potensi energi matahari secara keseluruhan yang dimiliki. Berikut adalah beberapa pembangkit listrik tenaga surya yang ada di Indonesia dan kapasitas energi listrik yang dihasilkannya.

- 1) PLTS Terapung Cirata yang merupakan PLTS terbesar di ASEAN, pembangunannya dimulai 2020 dengan kapasitas terpasang 145 MW.
- 2) PLTS Jakabaring dengan kapasitas terpasang 2 MW.
- 3) PLTS daerah Karangasem serta bangle di wilayah provinsi Bali, masing-masing kapasitas terpasang 1 MW.
- 4) PLTS daerah Gorontalo, kapasitas terpasang 2 MW.
- 5) PLTS daerah Kupang NTT, kapasitas terpasang 5 MW.
- 6) PLTS daerah Oelpuah kapasitas terpasang 1 MW.

e. Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa

Pembangkit listrik tenaga biomassa adalah pembangkit listrik yang menggunakan senyawa organik yang berasal dari tanaman pertanian, alga, dan sampah organik untuk menghasilkan energi listrik. Pada industri perkebunan, hasil limbah biomassa padat digunakan sebagai bahan bakar langsung boiler untuk menghasilkan uap. Tujuannya untuk memutar turbin uap.

Biomassa padat juga digunakan sebagai pengganti batu bara ataupun pencampur batu bara sebagai bahan bakar. Di Indonesia potensi biomassa juga dimanfaatkan untuk memproduksi energi listrik. Berdasar sumber HEESI, produksi listrik dari PLTBm hingga tahun 2020 sekitar 11.554,6 GWh. Perhatikan tabel berikut.

Tabel 2. 5 Potensi Biomassa di Beberapa Wilayah di Indonesia

Potensi	Sumatera	Kalimantan	Jamali	Nusa Tenggara	Sulawesi	Maluku	Papua	Total (MWe)
Kelapa sawit	8.812	3.384	60	-	323	-	75	12.654
Tebu	399	-	854	-	42	-	-	1.295
Karet	1.918	862	-	-	-	-	-	2.781

Potensi	Sumatera	Kalimantan	Jamali	Nusa Tenggara	Sulawesi	Maluku	Papua	Total (MWe)
Kelapa	53	10	37	7	38	19	14	177
Sekam padi	2.255	642	5.353	405	1.111	22	20	9.808
Jagung	408	30	954	85	251	4	1	1.733
Singkong	110	7	120	18	12	2	1	271
Kayu	1.212	44	14	19	21	4	21	1.335
Limbah ternak	96	16	296	53	65	5	4	535
Sampah kota	326	66	1.527	48	74	11	14	2.066
Total (Mwe)	15.588	5.062	9.215	636	1.937	67	151	32.654

Sumber : DJEBTKE (2021)

Lembar Aktivitas

6

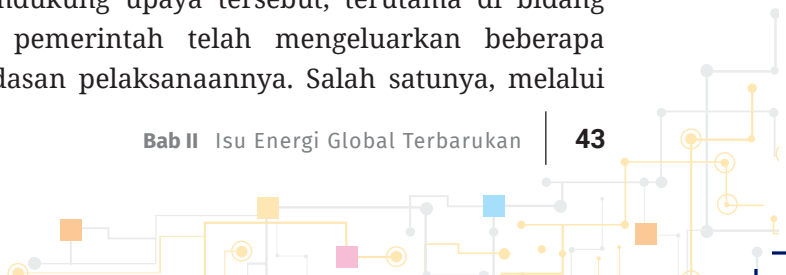
Aktivitas Kelompok

1. Bentuk 4 – 5 kelompok secara heterogen.
2. Lakukan studi pustaka mengenai pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia, baik itu dari buku, jurnal internet, modul, majalah, atau media daring resmi.
3. Diskusikan tugas yang diberikan secara kelompok dan presentasikan di depan kelas dengan penuh percaya diri.

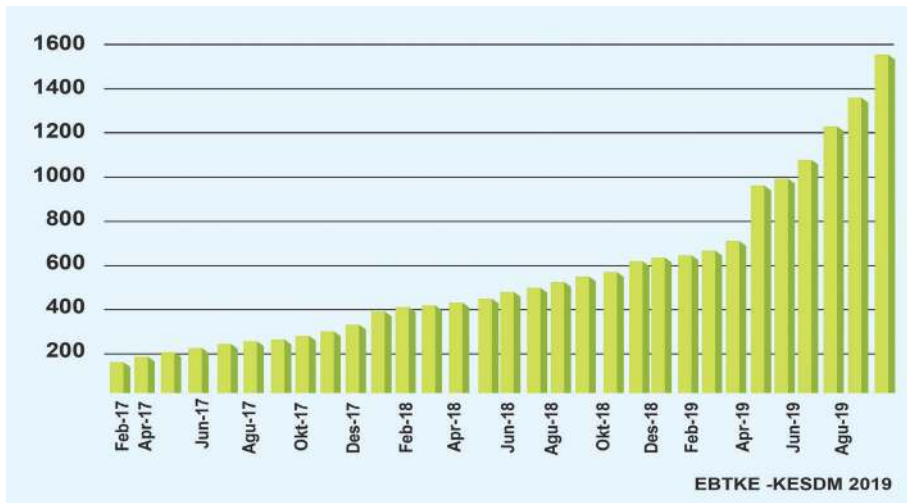
2. Pengembangan PLTS Rooftop di Indonesia

Di negara-negara maju, seperti di kawasan Asia dan Eropa, penggunaan energi surya ini sudah banyak digunakan dengan konsep pembangkit tenaga listrik *rooftop*. Hal ini menjadi bagian dari persyaratan dalam pembangunan, yaitu bangunan harus didesain sebagai bangunan yang ramah lingkungan. Selain itu, energi surya begitu melimpah dan sangat ramah lingkungan.

Kebijakan peningkatan bauran energi terbarukan nasional adalah 23% pada tahun 2025. Untuk mendukung upaya tersebut, terutama di bidang pemanfaatan energi surya, pemerintah telah mengeluarkan beberapa kebijakan teknis sebagai landasan pelaksanaannya. Salah satunya, melalui



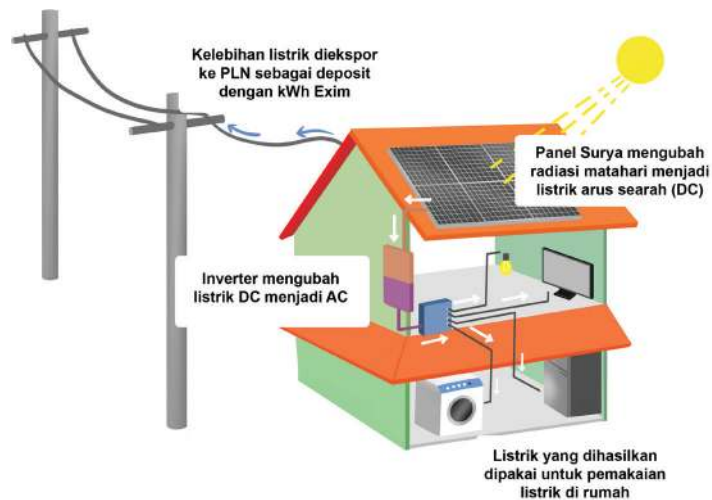
Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No.49 tahun 2018, jo. Permen ESDM No.13 tahun 2019, jo. Permen ESDM No.16 tahun 2019, tentang penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya *rooftop* oleh pelanggan PT PLN.



Gambar 2.9 Penggunaan PLTS *Rooftop*

3. Perkenalan PLTS *Rooftop*

PLTS *Rooftop* adalah sistem pembangkit tenaga listrik menggunakan panel surya, biasanya diletakkan di atap, dinding, atau bagian lain dari bangunan milik pelanggan PLN.



Gambar 2.10 Skema PLTS *Rooftop*

Berikut adalah prinsip kerja dari PLTS *Rooftop*.

- 1) Panel surya berfungsi untuk mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik inverter.
- 2) Inverter berfungsi untuk mengubah arus DC yang dihasilkan dari panel surya menjadi arus AC.
- 3) Arus AC dari inverter masuk ke jaringan listrik melalui *AC breaker panel*, kemudian dipakai untuk keperluan energi listrik di rumah, baik untuk penerangan maupun untuk menghidupkan alat-alat elektronik.
- 4) Kelebihan energi listrik yang dihasilkan akan diekspor ke PLN sebagai deposit, yaitu dengan menggunakan kWh meter ekspor-impor.

Pemasangan PLTS *Rooftop*

Pemasangan PLTS *Rooftop* tentunya tidak bisa dilakukan sembarangan. Ada beberapa tahapan yang harus diperhatikan sebelum dilakukan pemasangan.

- 1) Melakukan pemeriksaan kondisi bangunan, mulai dengan mengecek kondisi struktur atap, memastikan kondisinya cukup kuat untuk menahan beban panel surya. Selain itu, pengecekan juga dilakukan terhadap panel surya yang akan dipasang, harus dipastikan tidak terhalang bayangan sepanjang hari.
- 2) Mengomunikasikan rencana pemasangan PLTS *Rooftop* kepada PLN, yaitu; dengan membawa nomor identitas pelanggan, menanyakan persyaratan untuk pemasangan PLTS *Rooftop* apakah harus pelanggan prabayar atautkah pelanggan pasca bayar, mengisi formulir, dan terakhir meminta saran dan rekomendasi kontraktor yang bisa melakukan pemasangan PLTS *Rooftop*.
- 3) Menentukan kontraktor yang terdaftar untuk melakukan pemasangan PLTS *Rooftop*.

Selanjutnya, lakukanlah kegiatan pada lembar kerja berikut.

Lembar Aktivitas

7

Aktivitas Kelompok

1. Bacalah buku atau jurnal, video dari internet tentang penggunaan PLTS *Rooftop* yang dikembangkan di beberapa wilayah di Indonesia.
2. Buatlah laporan mengenai pengembangan PLTS *Rooftop* di beberapa wilayah di Indonesia.
3. Presentasikan hasil laporan kalian di depan kelas.



Aktivitas Individu

1. Carilah video mengenai proses pemasangan PLTS *Rooftop*, baik dari internet dan lakukan pengamatan terhadap video tersebut.
2. Buatlah laporan mengenai tahapan pemasangan PLTS *Rooftop* dari video tersebut.
3. Presentasikan hasil laporanmu di depan kelas.

4. Pembangkit Listrik Tenaga Sampah**Gambar 2.11** Sampah di perkotaan

Sumber : <https://upstdlh.id/> (2023)

Sampah jika dibiarkan bisa menjadi sumber penyakit, namun akan bermanfaat apabila dikelola dengan baik. Salah satunya, sebagai bahan baku untuk pengelolaan energi listrik yang dikenal dengan pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa). Hal ini sesuai dengan UU No.18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, yaitu sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat.

Penangan sampah dapat dilakukan di lingkungan kalian sendiri. Caranya, dengan memunculkan kepedulian terhadap penangan sampah, kemudian memilah sampah organik dan anorganik, membuat bank sampah di sekolah yang dapat dimanfaatkan sebagai biogas, dan juga beberapa kegiatan kepedulian lainnya terhadap sampah.

Di kota-kota besar, penangan sampah memerlukan kepedulian semua pihak, baik masyarakat maupun pemerintah. Salah satu penangan yang

dilakukan adalah pembangunan PLTSa di daerah kota-kota besar yang menghasilkan sampah besar per harinya, seperti; Jakarta, Tangerang, Bandung, Semarang, Surakarta, Surabaya, dan Makasar. Bahkan di beberapa daerah sudah terdapat PLTSa, seperti; PTLSa Bantar Gebang di Bekasi, PLTSa Benowo di Surabaya, PLTSa Semarang, dan PLTSa Pulau Tinggi.

Percepatan pembangunan PLTSa terus dipercepat sampai 2022. Di antaranya; Surabaya yang diharapkan dapat menghasilkan energi listrik sebesar 10 MW, Bekasi dengan kapasitas 9 MW, Surakarta 10 MW, Palembang 20 MW, Denpasar 20 MW, Jakarta 38 MW, Bandung 29 MW, Makasar, Manado dan tanggerang Selatan masing-masing 20 MW.

Lembar Aktivitas

9

Aktivitas Kelompok

1. Lakukan kunjungan ke tempat pengelolaan sampah di wilayah yang dekat dengan lingkungan sekolah kalian.
2. Buatlah laporan mengenai penanganan sampah yang kalian lakukan.
3. Presentasikan hasil laporan kalian di depan kelas.

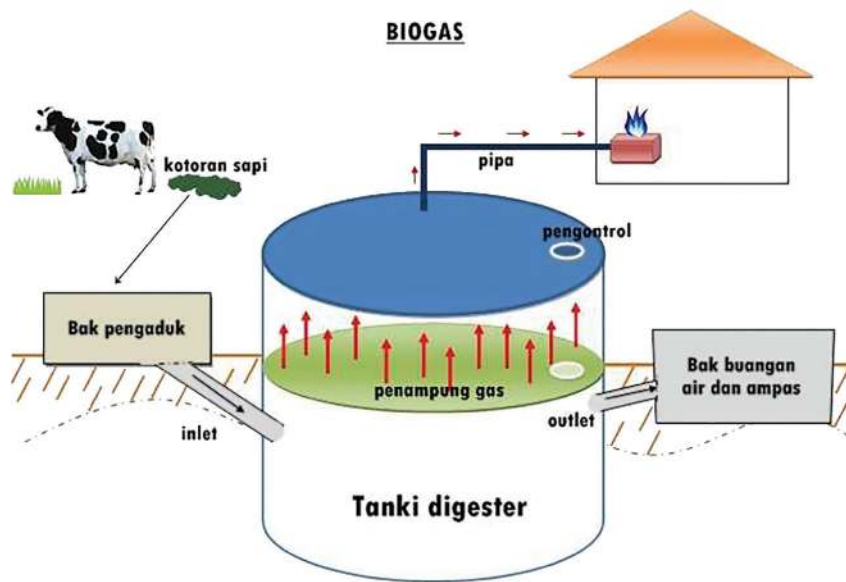
5. Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg)

Pembangkit listrik Tenaga biogas merupakan salah satu solusi untuk penanganan limbah-limbah organik yang dihasilkan, baik dari limbah rumah tangga, pabrik, maupun sekolah. Penanganan limbah organik dengan pembangunan biogas secara sederhana juga dapat dilakukan di lingkungan sekolah ataupun di rumah. Hal ini menjadi salah satu bentuk kepedulian lingkungan dengan penanganan limbah yang tepat guna.

Biogas adalah salah satu energi terbarukan yang diperoleh dari hasil fermentasi senyawa organik secara anaerobik. Pembangkit listrik tenaga biogas menggunakan gas yang dihasilkan dari fermentasi senyawa organik sebagai pengganti bahan bakar solar atau bensin. Penggunaannya pun beragam, mulai dari sebagai penghasil energi listrik hingga memasak.

Pembangkit listrik tenaga biogas memiliki tiga komponen utama, yaitu; *inlet*, *biodisester*, dan *outlet*.





Gambar 2.12 Ilustrasi biodigester dari instalasi biogas
 Sumber : Pak Sarji, www.kompasiana.com (2017)

Pembangkit listrik tenaga biogas (PLTBg) digunakan, baik skala rumah tangga maupun industri. Untuk skala industri, bahan biogas yang digunakan adalah aneka limbah organik rumah tangga. Sementara, pembangkit listrik skala industri menggunakan bahan baku berupa limbah cair dari pabrik kelapa sawit yang dikenal dengan *POME (palm oil mill effluent)*, hal ini memungkinkan industri untuk memproduksi energi listrik sendiri. Di beberapa pabrik listrik yang dihasilkan dari biogas juga didistribusikan dan dijual ke PLN.

Selanjutnya, laksanakanlah kegiatan pada lembar aktivitas berikut.

Lembar Aktivitas

10

Aktivitas Kelompok

Judul : Penanganan Sampah Organik di Sekolah

Jenis kegiatan : Kelompok

A. Tujuan Kegiatan

1. Peserta didik dapat melakukan penanganan sampah organik yang ada di sekolah.
2. Peserta didik dapat melakukan pengisian harian bahan organik dan membuat kesimpulan dan mempresentasikan tentang PLTBg sekolah dengan baik dan penuh percaya diri.

B. Keselamatan Kerja

1. Peserta didik harus bekerja sesuai SOP.
2. Dalam melakukan pengisian harian ke dalam reaktor biogas, peserta didik harus memerhatikan tanda pada komponen yang ada agar memudahkan dalam bekerja.
3. Peserta didik harus bekerja dan menggunakan alat yang sesuai dengan fungsinya.

C. Alat dan bahan

Alat : pencacah, ember, selang

Bahan : sampah organik

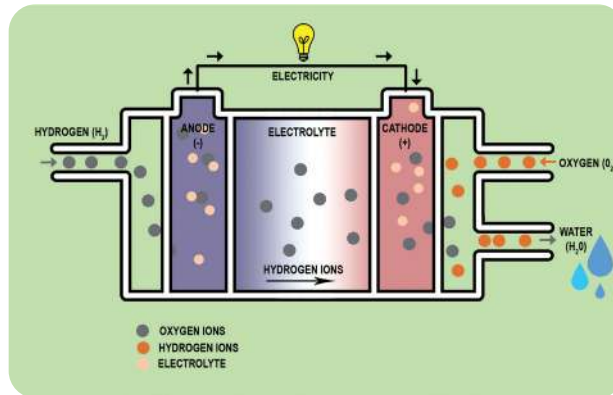
D. Langkah Kerja

1. Persiapkan alat dan bahan praktik secara cermat, efektif dan seefisien mungkin.
2. Perhatikan instruksi praktik yang disampaikan oleh guru.
3. Persiapkan bahan baku pengisian reaktor biogas dengan melakukan pencacahan terhadap sampah organik.
4. Masukkan sampah organik yang telah dicacah ke dalam tangka pencampuran dengan menambahkan air sesuai SOP yaitu 1:1.
5. Lakukan pengadukan terhadap campuran sampah organik dan air.
6. Buka katup saluran masuk menuju reaktor biogas.
7. Bersihkan tempat pecampuran dengan penyiraman menggunakan air untuk mendorong sisa bahan masuk ke saluran pipa menuju reaktor biogas.

6. Pengembangan Teknologi Fuel Cell

Fuel cell adalah salah satu energi masa depan yang saat ini terus dikembangkan, meski di Indonesia teknologi ini masih dalam tahap penelitian. Teknologi *fuel cell* biasanya digunakan dalam industri otomotif, yaitu pada mobil yang ramah lingkungan karena menghasilkan emisi berupa air. *Fuel cell* sendiri adalah peralatan konversi energi yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik, yaitu melalui reaksi elektrokimia dari reaksi antara hidrogen dengan oksigen.





Gambar 2.13 Prinsip kerja *fuel cell*

dalam prinsip kerjanya, bahan bakar hidrogen sebagai salah satu bahan utama *fuel cell* diumpangkan ke anoda, sementara oksigen diumpangkan ke katoda. Kemudian, katalis pada *fuel cell* akan memisahkan hidrogen menjadi proton dan elektron. Selanjutnya, kedua partikel tersebut akan berpindah dengan jalur yang berbeda menuju katoda, di mana elektron yang bermuatan negatif menggunakan sirkuit eksternal yang akan menghasilkan arus listrik, sedangkan proton yang bermuatan positif berpindah melewati elektrolit, lalu bergabung dengan oksigen untuk menghasilkan air dan panas.

Refleksi

Setelah membaca materi di atas tandailah dengan tanda centang bagian-bagian yang sudah kalian kuasai.

Perkembangan energi terbarukan	
Undang-undang energi terbarukan	
Isu-isu global energi terbarukan	
Pemanfaatan energi terbarukan	

Asesmen

Diskusikanlah dengan teman sebangku kalian seputar materi ruang lingkup materi isu global energi terbarukan berikut.

1. Mengapa pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia sangat kecil, sedangkan ketersediaan sumbernya sangat besar?
2. Sebagai seorang siswa SMK Energi Terbarukan, hal apa saja yang bisa kalian lakukan dalam pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan?

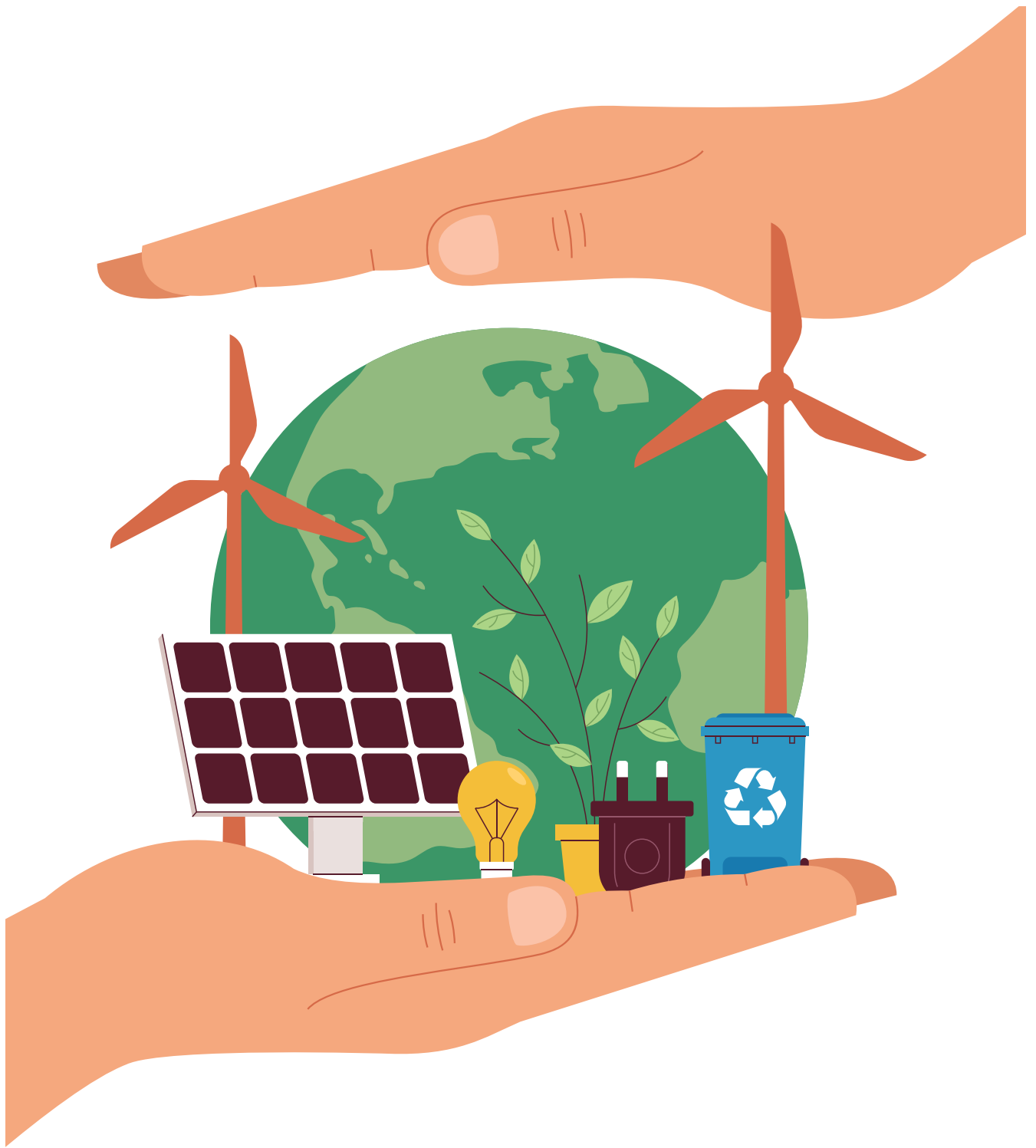
3. Salah satu dari kebijakan pemerintah untuk mencapai bauran energi 23% pada 2025 adalah *co-firing* biomassa. Bagaimanakah proses *co-firing* tersebut?
4. Sebagai seorang siswa SMK Teknik Energi Terbarukan yang sangat peduli terhadap pemanasan global, hal apa sajakah yang bisa kalian lakukan untuk mencegahnya?
5. Di SPBU terdapat kode B30, apakah arti dari kode tersebut dan apa hubungannya dengan energi terbarukan?



Isu lingkungan menjadi perhatian yang sangat penting bagi keberlangsungan hidup manusia. Salah satu isu tersebut adalah pemanasan global dengan peningkatan suhu panas bumi yang kian meningkat. Faktor utamanya adalah aktivitas manusia, di antaranya aktivitas industri yang kerap menimbulkan pencemaran udara selain pencemaran lingkungan dengan limbah yang dihasilkan, baik dalam bentuk gas, cair, maupun padat.

Penanganan limbah harus dilakukan dengan baik, salah satunya pemanfaatan limbah cair pabrik kelapa sawit (POME) menjadi energi listrik. Banyak sekali keuntungan yang didapat dari pemanfaatan limbah tersebut. Selanjutnya, Kalian dapat menggalinya lebih dalam lagi melalui tautan berikut: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/964/820>.





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

REPUBLIK INDONESIA, 2023

Dasar-Dasar Teknik Energi Terbarukan
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Indra Samsudin, Rachmat Roswadi Purnomo, dan Darmayanti

ISBN: 978-623-194-486-3 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-487-0 (jil.1 PDF)



BAB III

Profesi dan Kewirausahaan (*Job Profile* dan *Technopreneurship*) serta Peluang Usaha di Bidang Energi Terbarukan



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu memahami jenis profesi dan kewirausahaan (*Job Profile* dan *Technopreneurships*) di bidang energi terbarukan dengan baik, mampu memahami peluang pasar dan usaha di bidang energi terbarukan dengan tepat, dan mampu melaksanakan pembelajaran berbasis proyek nyata sebagai simulasi proyek kewirausahaan dengan benar.

? Pertanyaan Pemantik

Energi alternatif terbarukan tengah gencar dikembangkan, peluang bisnis apa yang sekiranya cocok untuk digeluti?

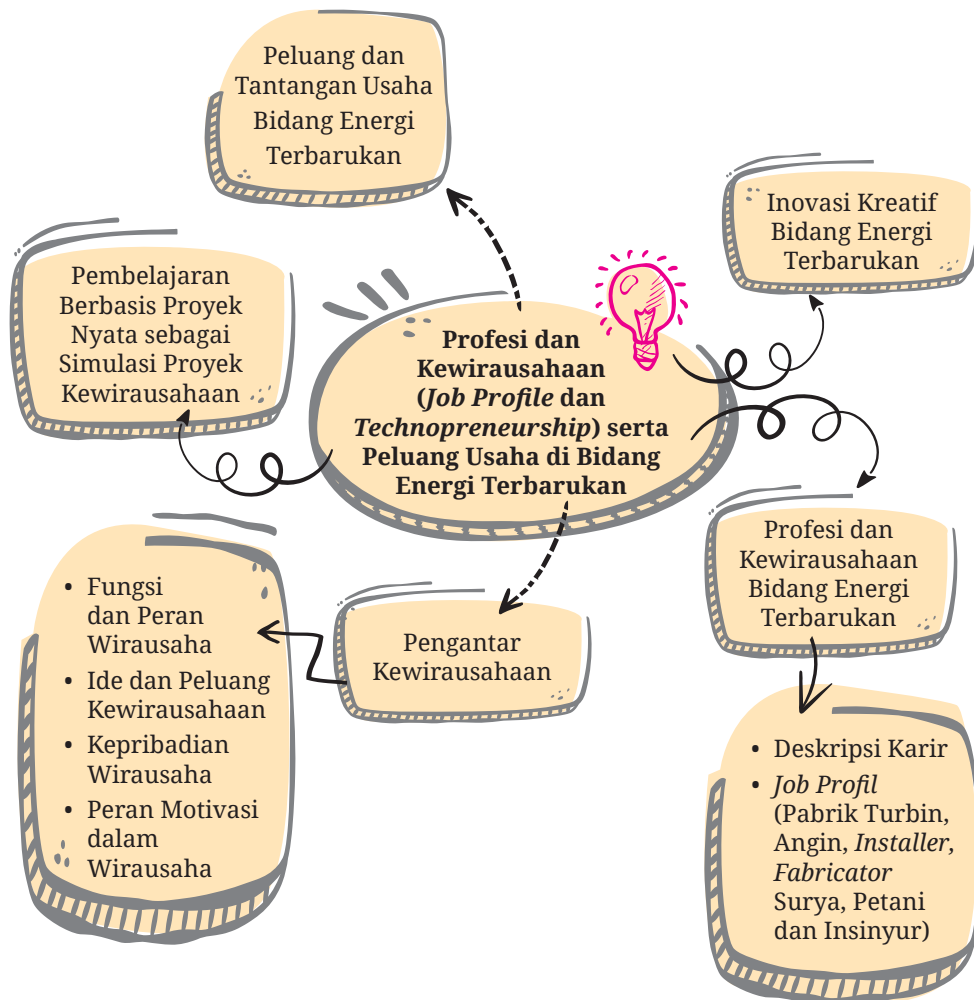


Kata Kunci

- ☑ profesi
- ☑ kewirausahaan
- ☑ peluang pasar
- ☑ tantangan usaha



Peta Konsep





Perhatikan gambar berikut.



Gambar 3.1 Ilustrasi pengusaha sukses

- Apa yang dapat kalian sampaikan dari gambar di atas?
- Apakah semua kesuksesan itu diraih dengan begitu saja?
- Menurut kalian bagaimana cara untuk mendapatkan sebuah kesuksesan?

A. Pengantar Kewirausahaan

Pengertian wirausaha berkembang seiring dengan perkembangan pola kehidupan dan sudut pandang seseorang terhadap dunia wirausaha itu sendiri. Mengenai hal ini, seorang ahli menyatakan, “Kewirausahaan adalah suatu ilmu yang mengkaji tentang pengembangan dan pembangunan semangat kreatifitas serta berani menanggung risiko terhadap pekerjaan yang dilakukan demi mewujudkan hasil karya tersebut.” (Gogi Kurniawan, 2019: 24).

Dari definisi, tersebut dapat diartikan bahwa wirausaha adalah suatu ilmu yang menjadi referensi bagi seseorang untuk berani mengambil risiko dalam suatu pekerjaan dengan harapan hasil karyanya dapat terwujud. Sementara itu, menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) yang dimaksud dengan *entrepreneur* atau wirausaha adalah sebagai berikut, “Orang yang pandai atau berbakat mengenali produk baru, menentukan cara produk baru, menyusun operasi untuk pengadaan produksi baru, memasarkannya, serta mengatur permodalan operasinya.” (*qtd. in* Alifudin, 2015: 23).



Definisi ini menekankan bahwa seorang wirausaha adalah orang yang mampu melihat adanya peluang melalui penciptaan produk baru, kemudian menciptakan sebuah perencanaan operasi untuk pengadaan produk baru tersebut. Dalam konteks wirausaha, di sini terdapat penekanan pada setiap orang yang memulai sesuatu yang baru. Proses yang terjadi meliputi semua kegiatan dan tindakan untuk mengejar serta memanfaatkan peluang melalui kreativitas, yaitu dengan penciptaan suatu produk.

Peter Drucker dalam Osborne (1992) menyatakan bahwa wirausaha tidak mencari risiko, melainkan peluang. Seorang yang suka berinovasi dan memiliki jiwa wirausaha sejati bukan hanya sekadar penanggung risiko, namun juga mencoba mendefinisikan risiko yang harus dihadapi dan meminimalisirnya. Jika ia mampu melakukannya, kemudian secara kreatif-sistematis mampu menganalisis berbagai peluang dan tantangan serta mengeksploitasinya, mereka akan dapat meraih keuntungan membangun sebuah bisnis prosentase yang besar.

Berdasarkan beberapa paparan definisi di atas, juga dari referensi yang lain, terdapat istilah serupa yang tampaknya saling bergantian antara istilah *wiraswasta* dan *wirausaha*. Pada dasarnya, kedua istilah tersebut sama, Akan tetapi, jika diperhatikan secara saksama, terdapat perbedaan penekanan pada keduanya. Kata *wiraswasta* menekankan pada objek, sedang *wirausaha* lebih menekankan pada jiwa, semangat untuk selanjutnya diterapkan pada beragam aspek kehidupan. Apapun profesinya, jika seseorang memiliki jiwa kewirausahaan maka jiwa dan semangatnya akan berbeda. Pada tahap selanjutnya, diharapkan jiwa kewirausahaan akan memunculkan kreativitas, inovasi, dan motivasi untuk berbuat lebih dan lain sebagainya.

Wirausaha bukan saja berhubungan dengan suatu kegiatan usaha dalam rangka menawarkan produk berupa barang jadi, seperti; industri, perdagangan, dan makanan saja, namun juga sektor jasa yang meliputi pendidikan, pariwisata, kesehatan, dan lain-lain. Pada konteks selanjutnya, definisi produk yang ada dalam buku siswa ini berarti produk berupa barang dan jasa. Untuk dapat meningkatkan pemahaman kalian mengenai konsep kewirausahaan, lakukan kegiatan pada lembar aktivitas-1 berikut.

Lembar Aktivitas

1

Aktivitas Kelompok

Nama Anggota Kelompok :

Kelas :

Mendefinisikan Kewirausahaan

1. Jelaskan definisi kewirausahaan menurut para ahli dan menurut analisis kalian!
2. Jelaskan perkembangan konsep awal ilmu kewirausahaan dan di saat sekarang dalam bentuk *mind map*!

Jawab :

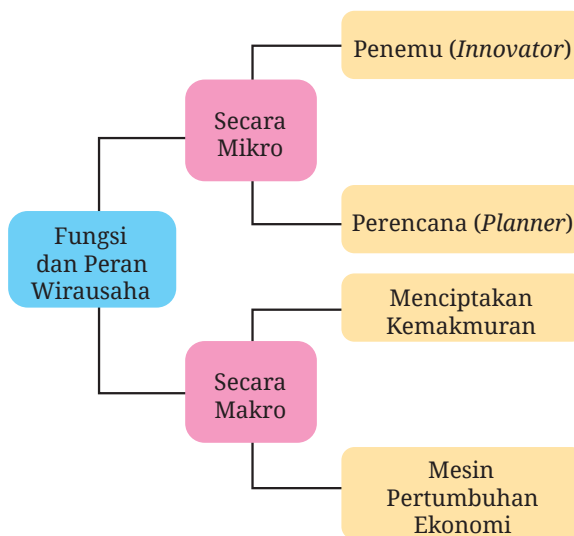
.....
.....

Diskusikan hasil kerja kelompok kalian dan presentasikan di depan kelas. Ungkapkan perasaan kalian setelah memahami pentingnya kewirausahaan dalam kehidupan sehari-hari.

.....
.....

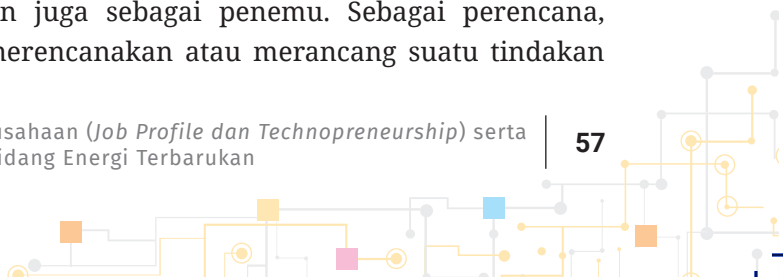
1. Fungsi dan Peran Wirausaha

Fungsi dan peran wirausaha, dapat dilihat dari dua pendekatan, yakni pendekatan secara mikro dan pendekatan secara makro seperti terlihat pada infografis berikut.



Gambar 3.2 Infografis materi pengantar kewirausahaan
Sumber: Kemendikbudristek/Indra Samsudin (2022)

Secara mikro, konsep wirausaha setidaknya memiliki dua peran utama, yakni sebagai perencana dan juga sebagai penemu. Sebagai perencana, wirausaha berperan dalam merencanakan atau merancang suatu tindakan



berbasis usaha atau bisnis yang baru, mempersiapkan strategi usaha baru, merancang dan merencanakan ide/gagasan dalam meraih kesuksesan, menciptakan peluang kerja/bisnis baru dan lain sebagainya. Sedangkan, secara makro, wirausaha berperan dan bertanggung jawab dalam terciptanya kemakmuran, pemerataan kekayaan dan kesempatan untuk berkarya atau sebagai tolok ukur pertumbuhan ekonomi suatu negara.

2. Ide dan Peluang Kewirausahaan

Seorang wirausaha dapat mengubah ide menjadi peluang. Caranya, dengan menumbuhkan kemauan untuk melakukan penilaian serta refleksi terhadap peluang tersebut. Upaya ini dilakukan secara berkesinambungan dan konsisten melalui serangkaian proses penciptaan yang baru dan berbeda, termasuk pula pengamatan terhadap peluang, melakukan analisa secara komprehensif, dan memperhitungkan risiko yang mungkin terjadi.

Untuk mendapatkan peluang tersebut, seorang wirausaha tentunya harus memiliki kompetensi dan pengetahuan, seperti; kompetensi dalam upaya menghasilkan produk berupa barang atau jasa, menghasilkan nilai tambah/*added value*, merintis usaha, melakukan proses atau teknik, hingga kemampuan mengembangkan organisasi baru. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa suatu peluang hadir dari sebuah ide atau gagasan.

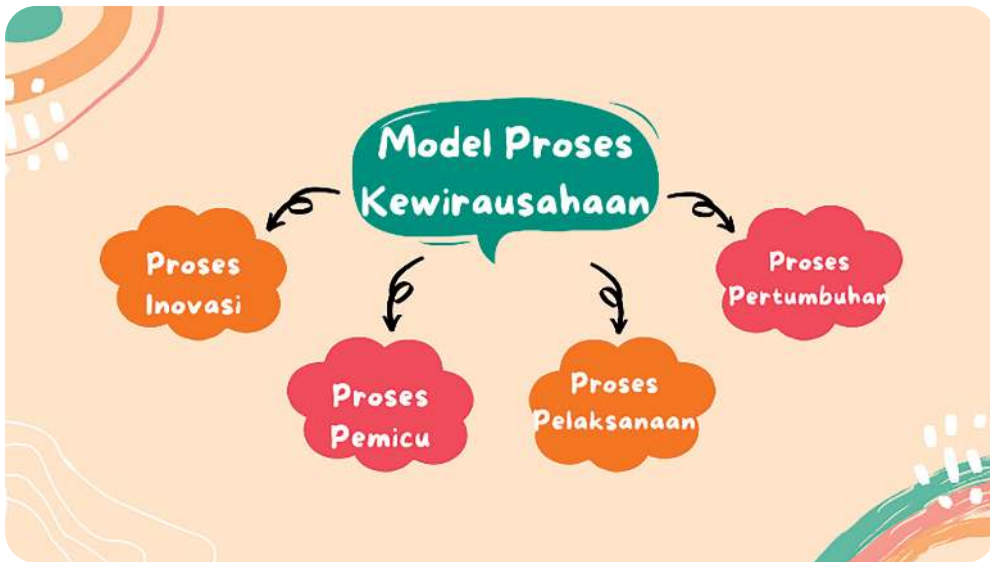
3. Model Proses Kewirausahaan

Menurut Carol Noore dalam Suryana (2009:63), proses kewirausahaan diawali dengan adanya inovasi yang dipengaruhi oleh beberapa di antaranya adalah faktor pribadi, faktor lingkungan, dan faktor sosiologi. Faktor pribadi atau individu yang memicu kewirausahaan adalah pencapaian kendali diri, toleransi, pengambilan risiko, nilai-nilai pribadi, pendidikan, pengalaman, usia, komitmen, dan ketidakpuasan. Faktor pendukung yang berasal dari lingkungan di antaranya; peluang, model peran, aktivitas, pesaing, inkubator, sumber daya, dan kebijakan pemerintah. Sementara, faktor pendukung yang berasal dari lingkungan sosial meliputi keluarga, orang tua, dan jaringan kelompok. Sama seperti halnya pada tahap awal, pertumbuhan kewirausahaan sangat bergantung pada kemampuan pribadi, organisasi, dan lingkungan.

Adapun faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan kewirausahaan di antaranya adalah pesaing, pelanggan, pemasok, dan lembaga-lembaga keuangan yang membantu dalam proses keuangan/finansial. Faktor yang berasal dari pribadi di antaranya adalah komitmen, visi, kepemimpinan, dan kemampuan manajerial. Sementara itu, faktor yang berasal dari organisasi adalah kelompok, struktur, budaya, dan strategi.



Model proses kewirausahaan terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut.



Gambar 3.3 Model proses kewirausahaan
Sumber: Kemendikbudristek/Indra Samsudin (2022)

Sementara, model proses kewirausahaan dapat dijelaskan sebagai berikut.

f. Proses Inovasi

Beberapa hal yang mendorong adanya inovasi di antaranya adalah motivasi untuk berprestasi, sikap ingin tahu, kesediaan untuk menanggung risiko, latar belakang pendidikan, dan pengalaman. Hal-hal tersebut merupakan faktor utama bagaimana seorang individu melakukan sebuah inovasi. Selain itu, terdapat pula hal-hal lainnya yang menjadi faktor pendorong dalam berinovasi, seperti; kesempatan untuk mencoba dan berkembang, pengalaman, dan wawasan.

g. Proses Pemicu

Pemicu seseorang terjun ke dalam dunia wirausaha adalah faktor pribadi, lingkungan, dan sosial. Faktor pribadi di antaranya meliputi; ketidakpuasan terhadap bisnis yang sekarang dijalani, pemutusan hubungan kerja (PHK), usia, keberanian untuk menanggung risiko, dan keinginan untuk terus berbisnis. Sementara, faktor lingkungan di antaranya adalah terdapatnya kompetisi dalam kehidupan, sumber-sumber ekonomi yang dapat digunakan untuk dapat berbisnis, seringnya mengikuti latihan bisnis, dan adanya regulasi pemerintah yang mendukung.

Selain itu, pemicu ketiga adalah faktor sosial, di antaranya adalah terdapatnya hubungan atau relasi lain, tim atau mitra yang dapat diajak bekerja sama, motivasi orang tua untuk berbisnis, kemudahan dari keluarga, dan pengalaman dari dunia bisnis sebelumnya.

h. Proses Pelaksanaan

Faktor pelaksanaan yang berkontribusi di antaranya adalah adanya wirausaha muda yang siap secara mental, pembantu utama (manajer), komitmen yang tinggi, dan visi jauh ke depan dalam mencapai keberhasilan.

i. Proses Pertumbuhan

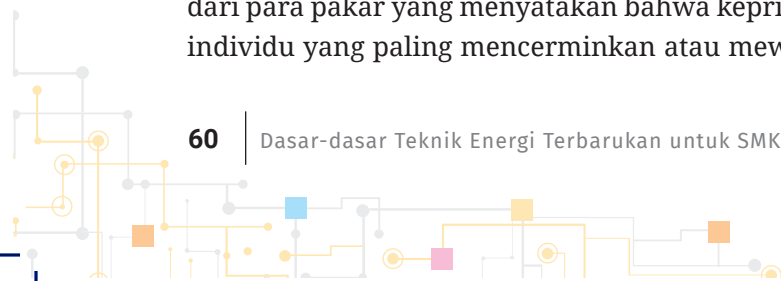
Seorang wirausaha dikatakan gagal, jika ia tidak memiliki wawasan, pengetahuan, kompetensi, dan juga motivasi/kemauan. Hanya mengandalkan motivasi tanpa memiliki kompetensi dan pengetahuan, juga tidak akan membuat seseorang menjadi wirausaha yang berhasil. Begitu juga jika apabila wirausaha hanya memiliki pengetahuan dan kompetensi tanpa disertai kemauan/motivasi, maka hasilnya akan sama: kegagalan.

Oleh karena itu, untuk berhasil dalam berwirausaha, diperlukan adanya kompetensi kewirausahaan sehingga ketika sukses, ia mampu mengatasi tantangan dan hambatan yang dihadapinya. Hal ini sebagaimana yang dikemukakan oleh Michael Harris (2000 : 19), “...wirausaha yang sukses pada umumnya adalah mereka yang memiliki kompetensi, yaitu yang memiliki ilmu pengetahuan, keterampilan dan kualitas individual, yang meliputi perilaku, semangat, kepribadian, serta karakter yang diperlukan, untuk melaksanakan pekerjaan/kegiatan”.

Harris juga mengatakan bahwa wawasan/pengetahuan juga tidak cukup bagi seorang wirausaha. Ia juga dituntut memiliki keterampilan, di antaranya; keterampilan manajerial, konseptual, memahami, berkomunikasi, merumuskan masalah dan cara bertindak, mengatur dan menggunakan waktu, dan keterampilan lainnya. Selanjutnya, Harris kembali menegaskan bahwa wawasan/pengetahuan dan keterampilan harus juga ditunjang oleh sikap, motivasi dan komitmen terhadap pekerjaan yang sedang dihadapinya. Sementara itu, kompetensi diartikan sebagai pengetahuan, keterampilan dan kemampuan individu, yang langsung berpengaruh pada hasil karena seorang wirausaha adalah orang yang selalu berorientasi pada hasil.

1. Kepribadian Wirausaha

Terdapat beberapa definisi tentang kepribadian, salah satunya adalah definisi dari para pakar yang menyatakan bahwa kepribadian merupakan bagian dari individu yang paling mencerminkan atau mewakili pribadinya, bukan hanya



membedakan dirinya dengan pribadi yang lain, tetapi yang lebih penting menjadi dirinya sendiri (Hall & Lindzey, 1996).

Seorang wirausaha dalam aktualisasinya diharapkan memiliki watak yang mampu berpikiran maju ke depan, yaitu melihat dan berpikir dengan penuh perhitungan, mencari alternatif masalah dan pemecahannya. Adapun gambaran kepribadian yang selayaknya dimiliki oleh seorang wirausaha adalah sebagai berikut:

- a. percaya diri;
- b. merujuk pada tujuan akhir;
- c. gigih dan pantang menyerah;
- d. berani mengambil resiko;
- e. kepemimpinan;
- f. keorisinilan;
- g. kreativitas;
- h. selalu berusaha memberikan yang terbaik; dan
- i. memiliki visi, misi, dan tujuan.

2. Peranan Motivasi dalam Wirausaha

Motivasi adalah kemauan untuk melakukan aktivitas tertentu, sedangkan motif adalah dorongan, kebutuhan atau keinginan. Pada dasarnya, motivasi tergantung kepada kekuatan motifnya. Menurut Alma (2005), “Motif dengan kekuatan terbesar akan menentukan perilaku seseorang. Pada perkembangannya motif yang kuat tersebut akan berkurang apabila telah mencapai kepuasan (hasil) atau mengalami kegagalan.”

Sementara, Setyorini D (2010) berpendapat bahwa seorang wirausaha adalah individu yang berorientasi kepada tindakan, dan memiliki motivasi tinggi, yang beresiko dalam mengejar tujuannya. Dalam upaya mencapai tujuan-tujuan yang diinginkannya, seorang wirausaha memerlukan sikap dan perilaku yang mendukungnya. Sikap dan perilaku tersebut dipengaruhi oleh karakteristik yang dimiliki oleh pribadinya. Karakteristik pribadi yang baik cenderung berorientasi pada kemajuan dan mampu mencapai kesuksesan.

Berdasarkan paparan di atas, maka semangat dan motivasi kewirausahaan yang berupa sikap maupun perilaku seyogyanya perlu untuk dipelihara dan ditingkatkan. Namun, pada praktiknya, upaya untuk menumbuhkan jiwa dan semangat kewirausahaan tidak mudah. Bagi sebagian orang, motivasi kewirausahaan merupakan pemberian dan bagi yang lainnya merupakan sebuah perjuangan. Oleh karena itu, pengenalan motivasi kewirausahaan dapat menjadi dasar dalam membangkitkan semangat kewirausahaan, terutama pada usia dini.



Berikut adalah beberapa motivasi yang dapat membangkitkan semangat kewirausahaan seseorang.

- a. Motif berprestasi (*the need for achievement*): mendorong individu berprestasi dengan patokan prestasi dirinya sendiri atau orang lain. Hal ini sangat penting dimiliki bagi siapapun yang ingin berwirausaha.
- b. Motif berafiliasi (*the need for affiliation*): mendorong individu untuk berinteraksi dengan orang lain yang mengandung kepercayaan, afeksi, dan empati.
- c. Motif berkuasa (*the need for power*): mendorong individu untuk menguasai dan memanipulasi orang lain.

Dengan mengetahui motivasi setiap pribadi dalam berwirausaha, maka tujuan berwirausaha menjadi lebih terencana. Secara umum, alasan seseorang untuk berwirausaha di antaranya adalah:

1. bebas dari standar upah yang ditetapkan;
2. bebas dari pekerjaan yang bersifat rutin; dan
3. bebas merencanakan serta mengaplikasikan konsep/ide yang diinginkan.

Setelah memahami materi tersebut, silakan kalian kerjakan lembar aktivitas-2 berikut.

Lembar Aktivitas

2

Aktivitas Kelompok

Nama Anggota Kelompok :

Kelas :

Karakteristik Kewirausahaan	Definisi	Contoh
Percaya diri		
Berorientasi pada tugas		
Berani mengambil risiko		
Kepemimpinan		
Keorisinalan		

Diskusikan hasil kerja kelompok kalian dan presentasikan di depan kelas.

Kesimpulan:

.....
.....

Setelah selesai mengerjakan Lembar Aktivitas-2, lanjutkan dengan mengerjakan lembar aktivitas-3 untuk lebih menambah pemahaman kalian.

Lembar Aktivitas 3

Aktivitas Kelompok

Nama Anggota Kelompok :

Kelas :

Memahami Konsep, Konteks, dan Hakikat Kewirausahaan

Definisi untuk menciptakan nilai tambah suatu usaha

Jenis nilai tambah	Definisi	Contoh
Pengembangan teknologi baru		
Penemuan pengetahuan baru		
Perbaikan produk dan jasa yang sudah ada		

Diskusikan hasil kerja kelompok kalian dan presentasikan di depan kelas.

Kesimpulan:

.....

B. Profesi dan Kewirausahaan Bidang Energi Terbarukan

1. Deskripsi Karir

Technopreneur adalah seseorang yang mengelola suatu kegiatan usaha berbasis teknologi. Sosok *technopreneur* muncul dari gejala pergeseran sudut pandang perekonomian dari *resource based* menjadi *knowledge based*. Dalam praktiknya, seorang *entrepreneur* dituntut mampu meningkatkan level usahanya supaya tetap eksis dan bersaing di dunia usaha. Berkaitan dengan hal tersebut, inovasi menjadi hal penting yang harus selalu menjadi perhatian.

Salah satu jenis *technopreneur* adalah *high-tech business*, yaitu sekumpulan usaha yang sudah menggunakan inovasi teknologi. Inovasi yang berbasis teknologi ini dapat memberi nilai tambah pada keseluruhan proses produksi yang dilakukan, baik berupa barang maupun jasa. Dengan demikian,



faktor ergonomis, kepraktisan, efisiensi, produktivitas, juga kecepatan bisa diwujudkan.

Untuk menjadi seorang *technopreneur* dibutuhkan kompetensi yang terdiri dari pengetahuan, bakat, dan sikap. Seorang *technopreneur* harus memiliki sikap pantang menyerah, optimis, tekun, dan disiplin tinggi. Terlebih lagi kemampuan di bidang teknologi dan bisnis dapat membuat inovasi yang diciptakan berkembang luas, bermanfaat, dan berdampak untuk orang lain.

Pada era revolusi industri seperti sekarang dengan perubahan yang sangat cepat, diharapkan keberadaan *technopreneur* akan berkontribusi dalam membuka lapangan pekerjaan baru. Seorang *technopreneur* memiliki peran dan tanggung jawab untuk melaksanakan riset, mengembangkan IPTEK, memberikan kemudahan dalam penggunaan teknologi, mengolahnya dengan mengedepankan efisiensi dan efektivitas sehingga tercipta produk yang berkualitas, modern, dan sesuai dengan tuntutan pasar.

2. Job Profile

Energi dalam kehidupan manusia menjadi kebutuhan pokok, terutama dalam menunjang kegiatan dan kebutuhan harian. Di sisi lain, bahan bakar fosil suatu saat akan musnah dari muka bumi karena sifatnya yang tidak bisa didaur ulang. Sementara, pemakaiannya semakin meningkat dari masa ke masa. Belum lagi isu pencemaran lingkungan akibat karbon yang dihasilkan dari penggunaan energi fosil.

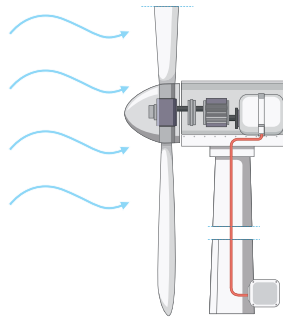
Demi memenuhi kebutuhan terhadap energi dan melepaskan ketergantungan terhadap sumber energi fosil, tentunya hal ini tidak mudah sebab akan memicu konversi berbagai alat yang selama ini menggunakan energi fosil. Oleh karena itu, dibutuhkan peran penting pemerintah yang didukung pula oleh semua pihak terkait, selain elemen masyarakat. Bersamaan dengan itu, muncullah sejumlah pekerjaan yang potensial di bagian sektor daya. Uraian kali ini akan dijelaskan mengenai pekerjaan potensial energi terbarukan.

a. Pabrik Turbin Angin, Installer dan Operator

Pembangkit listrik tenaga angin merupakan salah satu sumber energi alternatif yang kini mulai diperhitungkan. Di sisi lain, dengan bertambahnya kebutuhan energi listrik dalam kisaran megawat, maka pemenuhan akan tenaga angin juga terus meningkat. Hal ini tentunya berdampak terhadap kebutuhan akan pengadaan pekerja yang bertugas mengawasi jalannya pasokan energi angin menjadi energi listrik.



Adapun aspek teknis dari pembangkit listrik berbasis tenaga angin di antaranya adalah fabrikasi, instalasi hingga pemeliharaan. Pekerjaan pada bidang ini memiliki berbagai skala gaji yang bergantung pada pengalaman dan kompetensi.



Gambar 3.4 Turbin angin

b. Fabricator Surya/Installer

Matahari merupakan sumber energi yang melimpah dan murah. Akan tetapi, keberadaannya hanya pada saat siang hari saja. Para ilmuwan mencari cara untuk dapat menyimpan energi matahari supaya tetap bisa digunakan, kendati di malam hari. Akhirnya, terciptalah sebuah alat khusus berupa panel surya yang mampu menyerap dan menyimpan energi dari matahari. Dalam perkembangannya, muncullah bidang-bidang pekerjaan baru yang berkaitan dengan penggunaan panel surya, di antaranya sebagai pemasang panel surya.

Jenjang karier sebagai pemasang panel surya atau *installer* menjadi pekerjaan yang sangat menjanjikan ke depannya. Hal ini tentu saja jika ditunjang oleh kemudahan dalam mengemas teknologi matahari ke dalam perangkat yang mudah digunakan oleh masyarakat. Sebagai contoh, pemanas air tenaga surya. Selain menghemat biaya, alat ini juga dapat menjadi solusi praktis bagi beragam kebutuhan manusia. Penting untuk diketahui bahwasanya tenaga surya atau tenaga matahari merupakan bagian yang sedang berkembang di pasar energi terbarukan.



Gambar 3.5 Fabricator Surya/Installer



c. Petani

Pekerjaan sebagai petani telah dijalani manusia sepanjang sejarahnya sejak ratusan bahkan ribuan tahun yang lalu. Termasuk pula masyarakat Indonesia yang juga banyak menggantungkan hidup dari bertani dan hasil tani.

Pada umumnya, masyarakat tanah air menjalani profesi sebagai petani aneka jenis tanaman pangan atau papan untuk meliputi aneka jenis tanaman pangan atau papan

untuk pemenuhan kebutuhan manusia. Namun, saat ini, produksi pertanian bukan hanya sebatas itu saja, melainkan sumber energi terbarukan berupa bioenergi. Sektor energi alternatif saat ini dengan cepat memperluas pasar energi terbarukan.



Gambar 3.6 Petani

d. Insinyur

Insinyur dalam pandangan sebagian besar masyarakat Indonesia adalah sosok yang dianggap memiliki pengetahuan dan keterampilan, dapat memecahkan berbagai macam persoalan, terutama yang menyangkut persoalan keteknikan. Cakupan kompetensi seorang insinyur terbagi kepada beberapa cabang ilmu rekayasa, seperti; listrik, kimia, lingkungan, hidrologi, mekanik, *aerospace*, teknik biomedis, dan biokimia.



Gambar 3.7 Insinyur teknik

Dalam pengembangan konsep energi terbarukan, terdapat kecenderungan yang biasanya terkait dengan penelitian dan pengembangan. Dunia teknik berperan dalam meletakkan dasar-dasar pengembangannya. Misalnya, desain bendungan yang dirancang sebagai sistem pembangkit listrik.

Berdasarkan penjelasan pada materi di atas, lakukan kegiatan pada lembar aktivitas-4 berikut.

Aktivitas Kelompok

Nama Anggota Kelompok :

Kelas :

Ruang Energi: Energi Terbarukan Janjikan Karir Masa Depan

Ketika transisi energi menjadi keniscayaan, karir di bidang energi terbarukan juga semakin menjanjikan. Memang karir energi terbarukan ini masih dibilang baru, namun peluang pekerjaan di bidang energi terbarukan atau yang dikenal dengan istilah *green jobs* meningkat pesat. *The International Renewable Energy Agency* (IRENA) mencatat pada 2017 setidaknya terdapat 10,3 juta pekerjaan di sektor ini atau naik 1,5 kali dibanding tahun 2012.



Sumber: <https://ebtke.esdm.go.id/> (2020)

Berdasarkan paparan pada artikel tersebut, analisislah jenis profesi dan peluang usaha energi terbarukan yang sangat dibutuhkan di masa yang akan datang, berkaitan dengan *green jobs*! Diskusikan dengan teman sekelompok.

Pembahasan:

.....

C. Peluang dan Tantangan Wirausaha Bidang Energi Terbarukan

Peluang bisnis pada bidang energi, terutama energi terbarukan masih menjadi primadona bagi kalangan pelaku usaha. Hal ini dikarenakan tingkat



konsumsi pemakaian energi, terlebih kategori bahan bakar konvensional yang masih tinggi. Seperti diketahui, bahan bakar fosil sesungguhnya tidak dapat diperbaharui kembali dan suatu saat akan habis. Oleh karena itu, pengembangan bisnis di bidang energi terbarukan sangat dibutuhkan untuk mengantisipasi terjadinya krisis energi di masa mendatang.

Berikut adalah beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam upaya pengembangan bisnis energi terbarukan.

1. Penyimpanan Karbon

Karbon dioksida merupakan salah satu gas yang banyak dihasilkan oleh dunia industri, termasuk juga pembangkit listrik. Gas ini dapat masuk dan merusak lapisan atmosfer yang berdampak pada bertambahnya jumlah emisi. Peningkatan emisi karbon di udara selama ini menjadi penyebab dari efek rumah kaca, suhu bumi pun meningkat dan memicu perubahan iklim yang ekstrem.

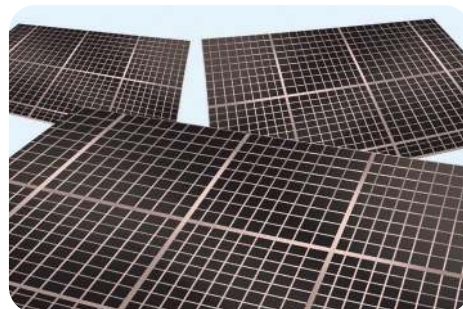
Oleh karena itu, para ilmuwan dan juga pecinta lingkungan melakukan berbagai cara untuk menangkap karbon sebelum masuk ke dalam lapisan atmosfer, di antaranya adalah dengan mengubur dan membiarkannya membatu. Selanjutnya, karbon pun diolah dan diaur ulang menjadi *ethanol* yang dalam prosesnya juga dilakukan dengan menggunakan prinsip dasar membalikkan proses pembakaran.



Gambar 3.8 Ilustrasi penyimpanan karbon
Sumber: Kyoshino/Unsplash (2022)

2. Sel Tenaga Surya

Kemajuan teknologi tenaga surya telah menghasilkan beberapa pengembangan dalam jenis sel baru, salah satunya perovskit yang lebih mudah diproduksi dan memiliki tingkat efisiensi yang lebih tinggi dalam hal penyerapan cahaya. Berbeda dengan fotovoltaik biasa yang cenderung lebih tebal dan harganya lebih mahal.



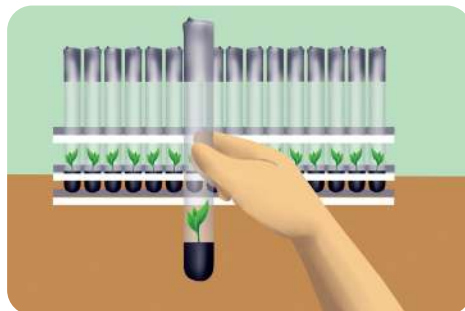
Gambar 3.9 Sel surya

Seyogyanya, terdapat beberapa cara untuk mencegah terjadinya degradasi senyawa yang menyerap energi matahari. Salah satunya, dengan memanfaatkan desain terbaru yang mampu mempertahankan komposisi kimianya ketika dalam kondisi panas ataupun lembap.

Cara efisien lainnya untuk mengubah energi panas matahari menjadi listrik, yaitu dengan termofotovoltaik. Sistem energi matahari tersebar mulai dari cahaya/sinar tampak dari warna merah ke ungu. Proses penambahan komponen utama yang terbuat dari karbon *nanotube* dan kristal *nanofotonik* diharapkan dapat memperluas jangkauan sel. Inovasi pengembangan ini menarik perhatian para pelaku industri terhadap energi terbarukan yang bersumber dari matahari. Salah satu alasannya adalah biaya produksi yang rendah sehingga dapat menghemat lebih banyak biaya.

3. Fotosintesis Buatan

Sesuai dengan nomenklaturnya, proses fotosintesis buatan merupakan suatu usaha untuk mereplikasi proses bahan bakar yang dibuat di alam melalui penyatuan antara sinar matahari, karbon dioksida, dan air. Penelitian yang dikembangkan bertujuan menghasilkan suatu produk bahan bakar cair yang dapat menggantikan bahan bakar fosil.



Gambar 3.10 Ilustrasi fotosintesis buatan

Melalui konsep dan inovasi energi terbarukan, sebenarnya para pelaku usaha dapat melakukan hal baik sembari menjalankan bisnis yang baik pula. Di samping aspek lingkungan yang tetap terjaga, juga memberikan sumbangsih kepada khalayak mengenai pemanfaatan energi terbarukan, baik dengan memanfaatkan salah satu teknologi di atas maupun hanya sekadar berinvestasi.

Konsep energi terbarukan memiliki peran penting dalam rangka menggerakkan ekonomi berbasis lingkungan, pembangunan berkelanjutan, dan efisiensi energi. Hal ini perlu didukung sepenuhnya dengan kemajuan



teknologi dan juga pengaturan tingkat konsumsi energi di level minimum. Bukan itu saja, kompetensi SDM juga perlu ditingkatkan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas pemeliharaan pembangkit listrik terbarukan.

Jika kedua hal utama tersebut dapat dipenuhi, kebijakan, pengelolaan risiko proyek, penganggaran, hingga pemeliharaan dapat dijadikan landasan dalam mencapai tujuan pembangunan secara berkelanjutan. Bukan hal yang tidak mungkin bahwasanya ketidakpastian mengenai kebijakan-kebijakan tentang energi terbarukan dan perlindungan bisnis jangka panjang menyebabkan rendahnya ketertarikan investor untuk berinvestasi.

Pada tahun 2021, persentase Indonesia dalam hal pemanfaatan energi terbarukan masih berada pada angka 2,5% dari keseluruhan total potensi energi terbarukan yang ada. Nominal ini masih dapat ditingkatkan, di antaranya dengan mengembangkan energi berbasis surya. Sementara itu, Indonesia memiliki jumlah dan ketersediaan energi surya yang merata di seluruh wilayahnya. Energi surya juga merupakan salah satu jenis energi terbarukan yang secara langsung dapat digunakan untuk berbagai keperluan.

Indonesia sudah memiliki kerangka peraturan yang mendukung aksi pengoptimalan energi terbarukan. Kebijakan-kebijakan tersebut dapat disempurnakan dan diterapkan untuk mencapai visi Indonesia dalam pengembangan energi terbarukan. Kebijakan tersebut di antaranya adalah sebagai berikut.

- a. UU No. 30 Tahun 2009 Tentang Ketenagalistrikan
- b. PP No. 79 Tahun 2014 Tentang Kebijakan Energi Nasional
- c. Perpes No. 4 Tahun 2016 Tentang Percepatan Infrastruktur Ketenagalistrikan

Kendati demikian, peningkatan penggunaan energi terbarukan dalam kehidupan sehari-hari menghadapi beberapa tantangan, salah satunya adalah kurangnya daya saing dengan energi lain yang sudah ada. Aspek LCOE (*Levelized Cost of Electricity*) atau biaya listrik rata-rata ternyata masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan biaya listrik rata-rata yang dihasilkan dari bahan bakar fosil.

Tantangan lainnya adalah sumber daya manusia. Penggunaan energi terbarukan membutuhkan teknologi mutakhir yang juga membutuhkan kesiapan SDM. Oleh karena itu, peningkatan kemampuan sumber daya manusia, baik dari segi keterampilan maupun kompetensi, sangat dibutuhkan sehingga sesuai dengan tuntutan dalam pengoperasian dan pemeliharaan teknologi yang digunakan.



Aspek lain yang juga menjadi tantangan adalah peraturan yang belum konsisten dalam mendukung implementasi konsep mengenai energi terbarukan. Pada kenyataannya, peraturan yang dibuat beberapa justru menghambat perkembangan energi terbarukan itu sendiri, khususnya di Indonesia. Oleh sebab itu, perlu adanya penyempurnaan dalam pembuatan kebijakan, seperti manajemen risiko proyek dan pendanaan serta rendahnya insentif. Jika proses perubahan kebijakan dapat dibuat secara berkesinambungan dan konsisten, perhatian para pemilik modal terhadap energi terbarukan juga akan meningkat.

Dari beberapa tantangan yang disebutkan di atas, solusi yang dapat diajukan adalah dengan memperjelas regulasi dan kebijakan terkait mekanisme produksi energi terbarukan, khususnya yang ada di dalam negeri. Rumusan peraturan yang jelas dan konsisten dapat mendukung produksi dalam negeri dan mendorong sektor lainnya, baik itu publik maupun swasta dalam upaya mengadopsi energi terbarukan. Jika demikian, ekonomi rendah karbon di Indonesia pun dapat dicapai.

Hal lainnya yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan kesadaran masyarakat Indonesia tentang potensi dan manfaat energi terbarukan, terutama dalam menurunkan biaya tagihan listrik dan meningkatkan kualitas lingkungan.

D. Inovasi Kreatif Bidang Energi Terbarukan

Sebagai negara yang berada di kawasan tropis, Indonesia dianugerahi paparan sinar matahari sepanjang tahun. Hal ini menjadikannya negara yang berpotensi besar untuk mengembangkan energi surya sebagai sumber energi terbarukan.

Akan tetapi, di samping potensi yang tersedia, terdapat pula tantangan mengenai bagaimana memanfaatkan energi ini, seperti diperlukannya lahan yang cukup luas, kompetensi sumber daya manusia, teknologi penunjang yang masih perlu ditingkatkan, biaya yang cukup besar, hingga kebijakan pemerintah yang kurang mendukung bisnis di bidang energi terbarukan ini.

Hingga saat ini, peranan potensi energi baru terbarukan dan konservasi energi penting dalam upaya untuk meningkatkan ketahanan energi nasional. Dikutip dari laman esdm.go.id, potensi total energi baru dan terbarukan (EBT) Indonesia sebesar 417,8 gigawatt, namun hanya sekitar 9,15% saja yang digunakan, sedangkan pemerintah menargetkan pemanfaatan EBT sebesar 23% dalam bauran energi nasional di tahun 2025. Pemerintah juga telah menuangkan kebijakan tersebut yang diimplementasikan dalam Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) 2019 - 2038 yang menjadi dasar



penyusunan Rencana Umum Ketenagalistrikan Daerah (RUKD), juga Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) 2019-2028. Kebijakan Pemerintah ini diharapkan dapat menjadi panduan masyarakat dan kelompok tertentu untuk ambil bagian dalam pengembangan potensi EBT. Secara umum, potensi sumber EBT di Indonesia bisa diperoleh dari energi panas bumi, sinar matahari, biomassa, tenaga air, tenaga angin, dan energi nuklir.

Biomassa sebagai salah satu sumber EBT, pada perkembangannya, dapat didorong melalui pemanfaatan limbah industri pertanian, peternakan, dan kehutanan sebagai sumber energi yang terintegrasi dengan ranah industrinya masing-masing. Di samping itu, pengembangan produk biomassa juga dapat dipadukan dengan hal lainnya sebagaimana berikut:

1. kegiatan ekonomi berbasis masyarakat;
2. proses pabrikasi teknologi konversi energi biomassa yang disertai dengan usaha penunjang; dan
3. peningkatkan kuantitas dan kualitas penelitian dan pengembangan pemanfaatan limbah (sampah kota) untuk energi.

Potensi biomassa sebagai sumber listrik dapat berasal dari kelapa, tebu, karet, sekam padi, jagung, singkong, kayu, limbah ternak dan sampah kota. Selain itu, masyarakat yang berdomisili dekat dengan pantai/laut juga dapat memanfaatkan potensi air garam menjadi sumber listrik dalam skala kecil. Sementara, untuk skala besar dapat memanfaatkan arus laut.

Sumber EBT dapat juga diperoleh dari pengembangan pemanfaatan sumber energi alternatif. Salah satunya, sampah organik atau *bio waste*. Sebagaimana diketahui, sampah organik merupakan sampah yang mudah membusuk karena berasal dari tumbuhan ataupun hewan. Sampah organik pada perkembangannya dapat diolah menjadi energi terbarukan, seperti; *biofuel*, biogas, dan *biobattery* melalui teknologi pemanfaatan dan pengelolaan sampah. Secara statistik, hal ini juga dapat mengurangi sekitar 80% emisi gas karbon dunia dan menekan konsumsi bahan bakar minyak/fosil yang jumlahnya semakin hari, semakin menipis.

Akan tetapi, dalam pemanfaatan EBT sebagai sumber energi alternatif, banyak tantangan yang harus dihadapi. Salah satunya adalah tarif listrik EBT yang masih belum menarik bagi kalangan investor dan pelaku bisnis.



E. Pembelajaran Berbasis Proyek Nyata sebagai Simulasi Proyek Kewirausahaan

Pendidikan merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam upaya peningkatan kualitas sumber daya manusia (SDM). Kualitas dan kompetensi SDM yang mumpuni, diharapkan dapat mengisi lapangan pekerjaan yang sesuai dengan keahlian untuk selanjutnya berperan dalam memajukan negara. Sayangnya, kualitas pendidikan di Indonesia dapat dikatakan belum baik. Hal ini ditengarai oleh kurangnya relevansi para lulusannya dengan kebutuhan pasar. Pasalnya, pendidikan tinggi lebih menitikberatkan pada pendidikan akademik ketimbang pendidikan vokasional yang menghasilkan tenaga kerja terampil.

Terdapat banyak lulusan sekolah menengah atas terutama jenjang SMK yang tidak menguasai kompetensi sesuai dengan yang dibutuhkan oleh lapangan kerja. Ditambah lagi, tidak sedikit lulusan terbaik perguruan tinggi yang justru lebih memilih bekerja di luar negeri. Oleh karena itu, perlu dilakukan rekonstruksi terhadap pendidikan Indonesia sehingga tujuan utama pendidikan dapat terlaksana, yaitu mencetak manusia yang cerdas dan kompetitif.

Diketahui pula bahwa banyak masyarakat berharap dengan mengenyam dan mendapatkan pendidikan tinggi, mereka bisa mendapatkan pekerjaan yang diinginkan. Dengan begitu, mereka dapat meningkatkan taraf hidup. Sayangnya, hal tersebut tidak berbanding lurus dengan ketersediaan lapangan pekerjaan sehingga tenaga kerja yang berpendidikan tinggi tidak terserap oleh pasar tenaga kerja.

Pemerintah telah berupaya mengurangi tingginya angka pengangguran, di antaranya melalui pembelajaran kewirausahaan di sekolah-sekolah. Sekolah bukan hanya menjadi tempat di mana peserta didik mendapatkan berbagai pengalaman belajar, juga tempat di mana mereka mendapatkan pengalaman dalam berwirausaha. Melalui langkah ini, diharapkan peserta didik mampu menjadi lulusan yang terampil dan berdaya saing tinggi sebagai wirausaha.

Dalam rangka mewujudkan harapan tersebut, melalui Kurikulum Merdeka, pemerintah menambahkan mata pelajaran produk kreativitas dan kewirausahaan menjadi salah satu mata pelajaran wajib. Dengan adanya mata pelajaran tersebut, peserta didik diharapkan, bukan saja dapat menjadi pelaku wirausaha yang memiliki kemampuan dalam mengelola usaha secara mandiri, namun juga memiliki daya saing.



Pendidikan kewirausahaan pada dasarnya dilaksanakan guna menumbuhkan ketertarikan akan kewirausahaan, bukan hanya kepada para peserta didik, namun juga para staf pengajar. Tumbuh kembangnya pendidikan kewirausahaan didorong oleh keinginan dan motivasi dalam rangka menghadapi persaingan global. Di masa yang akan datang, setiap orang dituntut untuk mampu menampilkan keahlian dan kompetensi serta inovasi baru agar tidak kalah bersaing dengan negara lain. Pendidikan kewirausahaan telah diakui sebagai salah satu faktor penting yang membantu pemuda untuk memahami dan menumbuhkan sikap kewirausahaan (Gorman et al., 1997, Kourilsky and Walstad, 1998).

Dalam kegiatan belajar mengajar, pemanfaatan metode, strategi, pendekatan dan model pembelajaran yang tepat sasaran merupakan kunci utama tercapainya kompetensi belajar peserta didik. Model pembelajaran yang banyak digunakan selama ini belum banyak memberikan pengaruh yang signifikan, masih bersifat *teacher centered* dan berbasis kelas yang bersifat teoritis. Ini adalah model kuno dan tidak lagi relevan di masa sekarang sehingga perlu diubah.

Model pembelajaran yang tepat pada masa sekarang adalah pembelajaran yang sifatnya lebih kreatif-inovatif, melibatkan keaktifan peserta didik, dan berbasis lapangan. Tujuannya, untuk meningkatkan mutu atau kompetensi lulusan peserta didik. Sekarang ini, telah banyak diperkenalkan model-model pembelajaran di antaranya adalah model pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning = PjBL*). Model pembelajaran ini dianggap relevan untuk mengajarkan mata pelajaran kewirausahaan. Pembelajaran berbasis proyek memiliki potensi yang amat besar untuk membuat pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermanfaat bagi peserta didik (Santya, 2006:12).



Refleksi

Peserta didik dapat mengukur pemahaman yang sudah didapat setelah mempelajari materi Profesi dan Kewirausahaan (*Job Profile* dan *Technopreneurships*) serta peluang usaha di bidang energi terbarukan. dengan mengisi tabel refleksi di bawah.

Adapun tabel refleksinya adalah sebagai berikut.

Nama Peserta Didik :

Lembar Pengamatan :



Tabel 3.1 Refleksi Peserta Didik

No.	Jenis aspek	Tingkat Pemahaman			
		4	3	2	1
1.	Memahami jenis profesi dan kewirausahaan (<i>Job Profile</i> dan <i>Technopreneurships</i>) di bidang energi terbarukan;				
2.	Memahami peluang pasar dan usaha di bidang energi terbarukan;				
3.	Melaksanakan pembelajaran berbasis proyek nyata sebagai simulasi proyek kewirausahaan.				
Jumlah Skor					
Skor Maksimum		12			

Keterangan:

4 = Sangat Paham, 3 = Paham, 2 = Kurang Paham, 1 = Tidak Paham



Asesmen Diri (Self Assessment)

Tandai asesmen diri terhadap kompetensi materi jenis profesi dan kewirausahaan (*Job Profile* dan *Technopreneurships*) bidang energi terbarukan. Sampai di manakah pemahamanmu?

	Saya dapat memahami jenis profesi dan kewirausahaan (<i>Job Profile</i> dan <i>Technopreneurships</i>) bidang energi terbarukan.
✓	Saya dapat memahami peluang pasar dan usaha bidang energi terbarukan.
	Saya dapat melaksanakan pembelajaran berbasis proyek nyata sebagai simulasi proyek kewirausahaan.



Asesmen Antarteman (*Peer Assessment*)

Tugas Presentasi

Nama Penilai :
Nama teman yang dinilai :
Centang yang menurutmu sesuai :

	Saya dapat mengenali jenis profesi dan kewirausahaan (<i>Job Profile</i> dan <i>Technopreneurships</i>) bidang energi terbarukan.
✓	Saya dapat memahami jenis profesi dan kewirausahaan (<i>Job Profile</i> dan <i>Technopreneurships</i>) bidang energi terbarukan.
	Saya dapat melaksanakan pembelajaran berbasis proyek nyata sebagai simulasi proyek kewirausahaan.



Uji Kompetensi

1. Bagaimana kalian mendapatkan ide atau konsep untuk berwirausaha dalam kaitan dengan bidang energi terbarukan?

.....
.....

2. Bidang usaha apa yang akan kalian kembangkan dengan energi terbarukan?

.....
.....

3. Bagaimana kalian akan mengiklankan bisnis kalian?

.....
.....



Pengayaan

Indonesia berpotensi untuk mengembangkan energi surya karena selalu disinari oleh matahari sepanjang tahun. Namun, banyak pula tantangan untuk memanfaatkan energi ini, seperti memerlukan lahan yang cukup luas, kapasitas sumber daya manusia dan teknologi yang masih perlu ditingkatkan, biaya yang besar, dan kebijakan pemerintah yang kurang menarik untuk memulai bisnis di bidang energi.

Pengembangan energi terbarukan merupakan program prioritas dalam mendukung ketahanan energi dan memperkuat ekonomi daerah. Pindai QR Code berikut untuk mendapatkan penjelasan lebih lanjut.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI

REPUBLIK INDONESIA, 2023

Dasar-Dasar Teknik Energi Terbarukan
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Indra Samsudin, Rachmat Roswadi Purnomo, dan Darmayanti

ISBN: 978-623-194-486-3 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-487-0 (jil.1 PDF)



BAB IV

Pekerjaan Dasar Energi Terbarukan



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu memahami bagaimana pekerjaan dasar pada teknik energi terbarukan, juga menerapkan dasar energi terbarukan pada pekerjaan-pekerjaan dasar pembelajaran PLTA, PLTS, PLTB, dan biomassa.



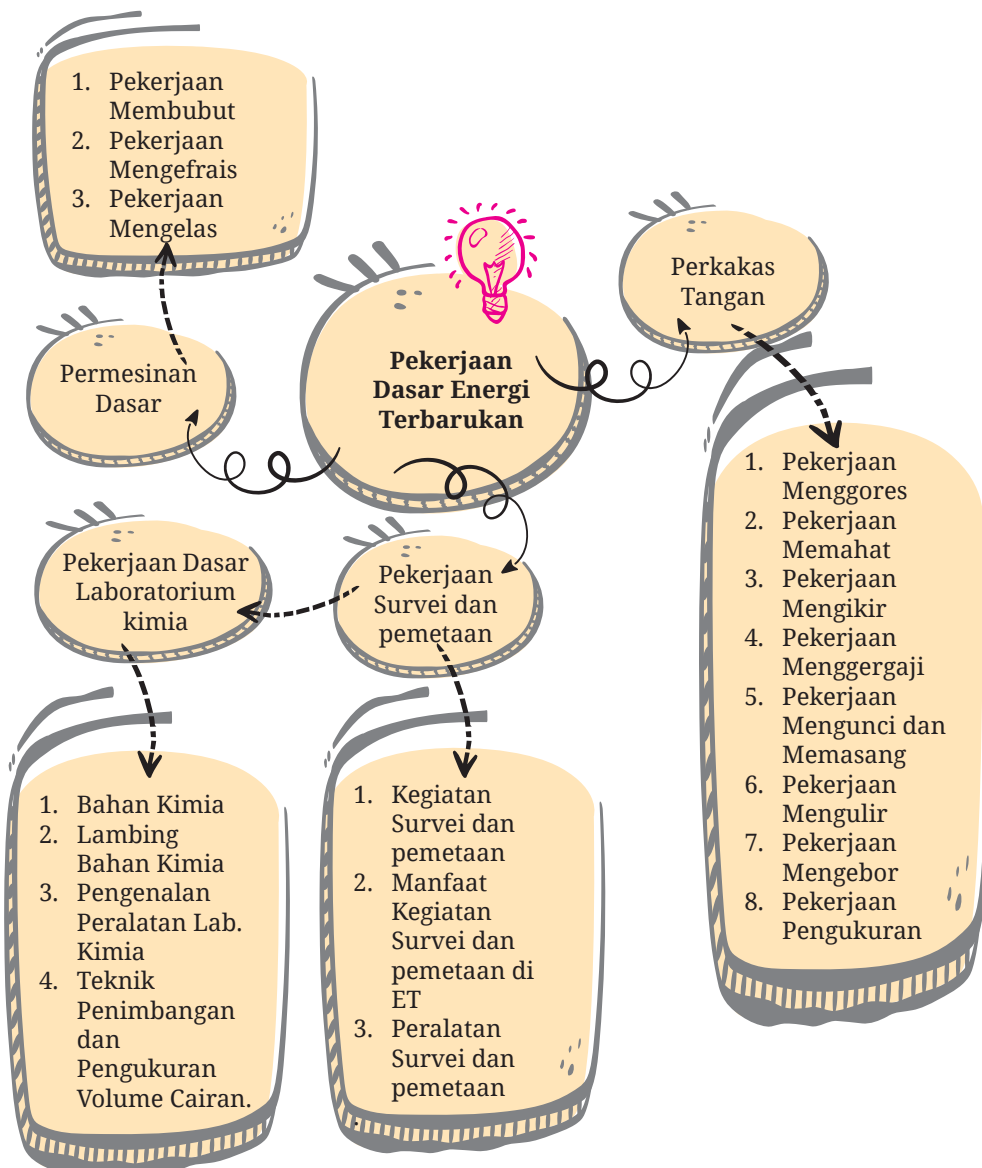
Kata Kunci

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> perkakas tangan | <input checked="" type="checkbox"/> pekerjaan dasar kimia |
| <input checked="" type="checkbox"/> permesinan dasar | <input checked="" type="checkbox"/> pemetaan |
| <input checked="" type="checkbox"/> survei | |

Pertanyaan Pemantik

Pernahkah kalian melihat atau melakukan perbaikan ringan di rumah atau sekolah?
Bagaimana cara melakukannya?

Peta Konsep



Apersepsi



Gambar 4.1 menggergaji

Apersepsi

Apakah kamu mengenal pekerjaan-pekerjaan dasar yang umum dilakukan di lingkungan kalian?

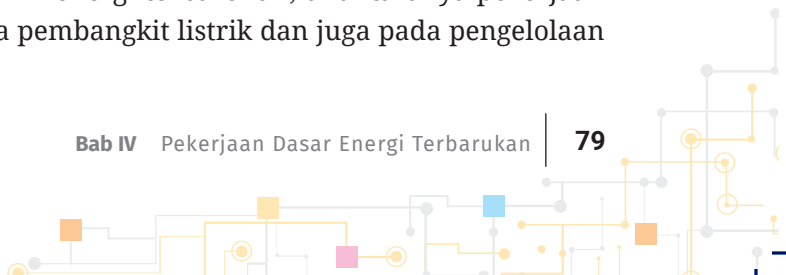
Pekerjaan-pekerjaan dasar yang umum kalian lakukan di rumah, seperti menggergaji, memalu, mengukur, dan berbagai pekerjaan perbaikan kelistrikan, pekerjaan tersebut bisa diaplikasikan dan menjadi dasar-dasar pekerjaan yang dilakukan pada praktik-praktik energi terbarukan, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan pembangkit biomassa.

Beberapa pekerjaan dasar yang dilakukan pada teknik energi terbarukan adalah pekerjaan perkakas tangan, pekerjaan permesinan dasar, pekerjaan kelistrikan, pekerjaan survei, dan pekerjaan dasar kimia.

A. Perkakas Tangan

Perkakas tangan adalah alat-alat tangan yang umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaannya dengan menggunakan kekuatan tangan atau manual untuk pekerjaan memotong, menandai dengan menggores, mengikir, melubangi atau mengebor, mengulir, dan mengukur.

Pekerjaan-pekerjaan perkakas tangan ini juga dapat diaplikasikan pada pekerjaan-pekerjaan dasar teknik energi terbarukan, di antaranya pekerjaan dasar pada pemasangan aneka pembangkit listrik dan juga pada pengelolaan energi biomassa.





Gambar 4.2 Perkakas tangan
Sumber: Rachmat (2022)

1. Pekerjaan Menggores

Menggores adalah pekerjaan menggambar garis-garis pada bidang kerja yang akan diolah. Pekerjaan ini dilakukan, biasanya dengan menggunakan cairan kapur atau dengan kapur tulis. Tujuannya, supaya hasil goresan dapat terlihat dengan baik.



Gambar 4.3 Penggores

2. Pekerjaan Memahat

Memahat adalah pekerjaan yang dilakukan untuk memenggal pelat atau batang serta untuk pengolahan permukaan benda kerja secara kasar.



Gambar 4.4 Macam-macam pahat

3. Pekerjaan Mengikir

Mengikir adalah pekerjaan meratakan permukaan benda kerja sehingga mencapai kehalusan, sesuai dengan yang diinginkan.

Kikir dibuat dari baja karbon tinggi yang disepuh keras dan dimudakan. Kikir dapat dibedakan berdasarkan bentuknya, di antaranya adalah kikir lengan, kikir pipih, kikir kasar halus, kikir bujur sangkar, kikir segi tiga, kikir bulat, dan kikir setengah bulat.

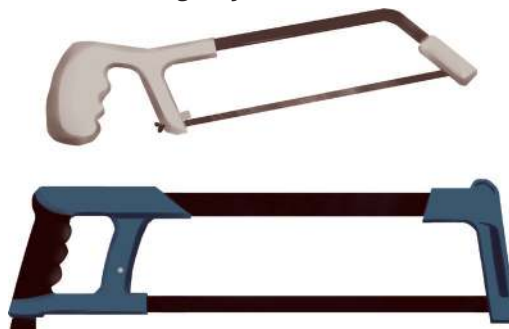


Gambar 4.5 Macam macam kikir

4. Pekerjaan Menggergaji

Menggergaji adalah pekerjaan yang dilakukan untuk memotong atau mengurangi ketebalan suatu benda kerja. Alat yang digunakan adalah gergaji.

Gergaji merupakan perkakas tangan, terbuat dari bahan dari besi tipis, ujungnya berbentuk seperti gigi tajam. Gergaji biasanya digunakan untuk memotong maupun membelah kayu, logam, dan juga benda dari material lainnya, seperti plastik dan sebagainya.



Gambar 4.6 Gergaji

5. Pekerjaan Mengunci dan Memasang

Pekerjaan mengunci dan memasang dilakukan dengan menggunakan peralatan perkakas tangan, di antaranya; kunci pas, kunci ring, kunci sock, kunci inggris, kunci pipa, tang, obeng, ragum, dan klem.





Gambar 4.7 Set Perkakas pengunci

6. Pekerjaan Mengulir

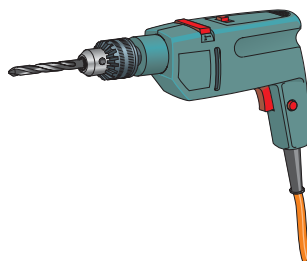
Dalam melakukan pekerjaan mengulir, perkakas yang diperlukan adalah perkakas tangan *tap* dan *sney*. Keduanya memiliki fungsi, yaitu untuk membuat ulir mur dan membuat ulir baut.



Gambar 4.8 Toolset sney dan tap

7. Pekerjaan Mengebor

Bor adalah salah satu perkakas tangan yang digunakan untuk membuat lubang dengan bantuan mata bor. Selain membuat lubang, bor juga berfungsi untuk memperluas lubang dan menghaluskan permukaan lubang, bahkan dapat pula digunakan untuk pembuatan ulir, yaitu dengan memasang tap pada *chuck*-nya.



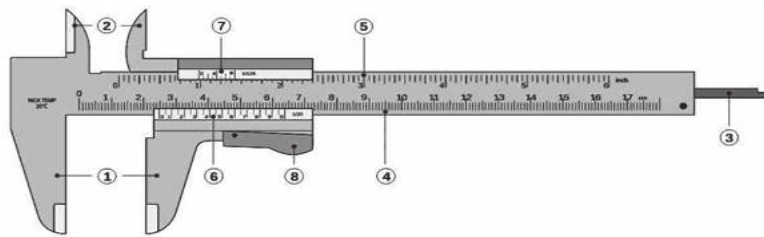
Gambar 4.9 Bor tangan

8. Pekerjaan Pengukuran

Pekerjaan pengukuran berfungsi untuk membandingkan ukuran yang tidak diketahui terhadap standar ukuran tertentu. Ketika melakukan perakitan, komponen yang dirakit harus sesuai satu sama lain.

Perkakas tangan yang biasa digunakan untuk pengukuran di antaranya jangka sorong, mistar baja, dan pita ukur. Jangka sorong berfungsi untuk mengukur diameter dalam, luar, dan kedalaman suatu benda. Jangka sorong memiliki tingkat ketelitian 0,01 mm atau 0,01 inch.

Mistar baja adalah alat yang digunakan untuk mengukur panjang. Biasanya, mistar baja memiliki panjang 30 cm sampai 100 cm dalam skala satuan mm dan inch. Sementara, pita ukur adalah alat ukur fleksibel yang dapat digunakan untuk mengukur bidang lengkung. Pita khusus ini terbuat dari bahan pelat baja yang tipis dengan panjang 1–5 m. Bahkan adapula yang terbuat dari bahan sejenis kain khusus dengan panjang mencapai 30 m.



Gambar 4.10 Jangka sorong

Lembar Aktivitas

1

Aktivitas Kelompok

1. Bacalah Buku, modul atau materi dari jurnal di internet, video mengenai perkakas tangan yang biasa digunakan dalam perbengkelan, khususnya energi terbarukan.
2. Klasifikasikan beberapa perkakas tangan yang bisa digunakan dalam aplikasi pekerjaan pemasangan PLTS, PLTB, dan pemasangan biogas serat kaca.
3. Presentasikan hasil klasifikasi yang kalian lakukan di depan kelas dengan penuh percaya diri.
 - a. Kelompok 1 Melakukan pengikiran
 - b. Kelompok 2 Melakukan penggergajian
 - c. Kelompok 3 Melakukan pengeboran
 - d. Kelompok 4 Melakukan pengukuran
 - e. Kelompok 5 Melakukan penguncian dan pemasangan

4. Buatlah tugas yang diberikan dalam bentuk laporan oleh masing-masing kelompok.
5. Presentasikan hasil eksplorasi yang dilakukan di depan kelas dengan penuh percaya diri.

Lembar Aktivitas

2

Aktivitas Kelompok

1. Lakukan kegiatan praktik penggunaan perkakas tangan sesuai dengan peralatan yang tersedia di bengkel masing-masing sekolah kalian.
2. Buatlah laporan dari praktik perkakas tangan yang kalian lakukan.
3. Lakukan diskusi dan persentasi dengan menampilkan hasil kerja dari kegiatan penggunaan perkakas tangan yang kalian lakukan.

Lembar Aktivitas

3

Aktivitas Kelompok

1. Lakukan kegiatan praktik penggunaan perkakas tangan sesuai dengan peralatan yang tersedia di bengkel masing-masing sekolah kalian.
2. Buatlah laporan dari praktik perkakas tangan yang kalian lakukan.
3. Lakukan diskusi dan presentasikan dengan menampilkan hasil kerja dari kegiatan penggunaan perkakas tangan yang kalian lakukan.

B. Pekerjaan Pemесinаn Dasar

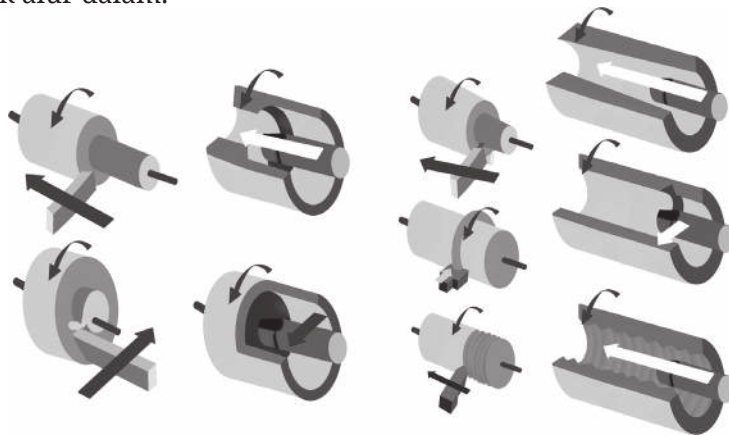
Pekerjaan di bidang energi terbarukan tidak terlepas dari permesinan. Oleh karena itu, memahami permesinan dasar adalah suatu keharusan dalam menjalani pekerjaan ini. Berikut adalah beberapa pekerjaan pemесinаn dasar yang bisa kalian pelajari.

1. Pekerjaan Membubut

Membubut adalah pekerjaan pembuatan benda kerja dengan menggunakan mesin bubut. Prinsip kerja mesin bubut adalah dengan membuang bagian benda kerja untuk dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Kinerja mesin tersebut berputar dengan kecepatan tertentu. Benda kerja yang hendak dibentuk disejajarkan dengan sumbu rotasi.

Mesin bubut dapat membentuk benda kerja dengan beberapa bentuk di antaranya:

- a. bentuk poros/lubang silindris;
- b. bentuk permukaan rata;
- c. bentuk tirus/konis luar;
- d. bentuk tirus/konis dalam;
- e. bentuk bulat/profil;
- f. bentuk ulir luar;
- g. bentuk ulir dalam; dan
- h. bentuk alur dalam.

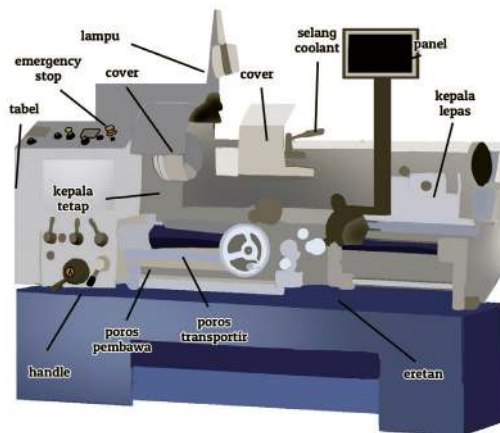


Gambar 4.11 Bentuk bentuk dasar pembubutan

Mesin bubut terdiri dari bagian utama mesin dan pelengkap. Untuk lebih rinci, ikuti penjelasan berikut.

a. Bagian Utama Mesin Bubut

Bagian-bagian utama pada mesin bubut dapat pada gambar berikut.



Gambar 4.12 Mesin bubut



b. Perlengkapan Mesin Bubut

Dalam proses pembubutan biasanya diperlukan peralatan pelengkap lainnya untuk menyempurnakan hasil pekerjaan. Perlengkapan tersebut di antaranya adalah sebagai berikut.

1) Pahat

Pahat adalah peralatan mesin bubut yang digunakan untuk mengikis dan menghaluskan permukaan benda kerja. Pahat terdiri dari berbagai macam.

- a) Pahat bubut luar, digunakan untuk mengikis, menghaluskan, dan meratakan.
- b) Pahat bubut dalam, digunakan untuk mengikis dan menghaluskan lubang bor.

2) Senter

Senter adalah alat yang digunakan untuk mendukung benda kerja di lubang senternya ketika melakukan pembubutan.

3) Cakra Pembawa (*Chuck*)

Chuck adalah alat pendukung yang digunakan untuk mengikat benda kerja pada mesin bubut.

4) Penyangga

Penyangga adalah alat yang digunakan untuk menyangga benda kerja berukuran panjang dan berdiameter kecil. Alat ini berfungsi untuk menahan getaran pada saat proses pembubutan sehingga posisi benda kerja tetap lurus segaris sumbu.

c. Kartel

Kartel adalah alat yang digunakan untuk membuat alur-alur kecil pada bendakerja, gunanya supaya tidak licin apabila dipegang dengan tangan.

5) Mandrel

Mandrel merupakan peralatan bantu pengecam yang ditempatkan pada benda kerja secara konsentrik, misalnya pada pembubutan *pulley* dan roda gigi.

6) Collect

Collect merupakan modifikasi penjepit standar yang digunakan untuk memegang kuat benda kerja yang dihubungkan dengan *spindle*, bertujuan supaya distribusi tekanan lebih merata.



Aktivitas Kelompok

1. Lakukan observasi dengan melakukan kunjungan ke salah satu bengkel pembubutan.
2. Lakukan wawancara dan pengamatan tentang cara pngoperasian mesin bubut.
3. Lakukan identifikasi bagian-bagian utama mesin bubut beserta fungsinya.
4. Diskusikan tugas yang diberikan dan tuangkan ke dalam LKPD yang diberikan.
5. Presentasikan hasil observasi di depan kelas dengan penuh percaya diri.

1. Pekerjaan Mengefrais

Mengefrais adalah pekerjaan pemotongan benda kerja dengan alat potong yang berputar pada mesin frais. Mesin frais adalah mesin yang digunakan untuk menyayat atau mengikis permukaan benda kerja dengan menggunakan pisau berputar. Gunanya untuk membentuk benda kerja sesuai yang diinginkan.

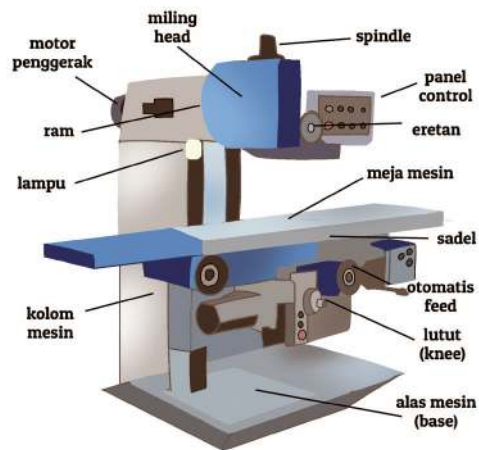
Mesin frais dapat membentuk benda kerja menjadi berbentuk bidang rata datar, bidang rata miring menyudut, bidang siku, bidang sejajar, alur lurus atau melingkar, dan segi banyak, baik beraturan maupun tidak beraturan. Di samping itu, dengan penggunaan peralatan bantu, mesin frais dapat digunakan untuk mengerjakan pembuatan roda gigi (lurus, *rack*, helik, payung, dan roda gigi cacing), nok/eksentrik, ulir scolor (ulir pada bidang datar), dan ulir cacing yang mempunyai kisar besar dan tidak dapat dikerjakan di mesin bubut.

Apabila dilihat dari *spindle*-nya, mesin frais dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu sebagai berikut.

1) Mesin Frais Tegak (Vertikal)

Mesin frais tegak adalah mesin frais yang memiliki *spindle* dengan posisi tegak (vertikal). Gerakan mejanya dapat bergerak ke arah memanjang (*longitudinal*), melintang (*cross slide*), dan naik turun.

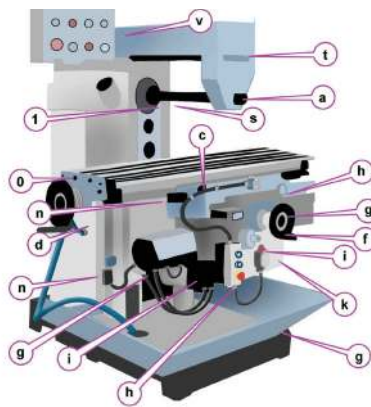




Gambar 4.13 Mesin frais tegak

d. Mesin Frais Mendatar (Horizontal)

Mesin frais mendatar adalah mesin frais dengan kedudukan arbornya dipasang pada *spindle* mesin posisi mendatar.



Gambar 4.14 Mesin frais mendatar

Keterangan:

a. Lengan penahan arbor	l. Pendukung lutut
b. Tuas otomatis meja memanjang	m. Alas bodi
c. Meja/ <i>bed machine</i>	n. Tuas pengunci sadel
d. Handel penggerak memanjang	o. Motor penggerak <i>spindel</i>
e. Tuas pengunci meja mesin	p. Dudukan meja/ <i>bed machine</i>
f. <i>Handel</i> penggerak meja melintang	q. Motor penggerak otomatis
g. <i>Gear box feeding</i>	r. Tiang (<i>colom</i>)
h. Tombol ON-OFF motor otomatis	s. <i>Spindel</i> mesin
i. Poros pengatur naik/turun meja	t. Lengan mesin

j. Engkol untuk ke arah naik turun

u. Lengan penahan arbor

k. Lutut/*knee*

v. Tombol ON-OFF spindle

e. Mesin Frais Universal

Mesin frais universal adalah mesin frais gabungan dari mesin frais horizontal dan mesin frais vertikal, di mana posisi arbor dapat dipasang pada posisi *spindle* mendatar dan juga pada posisi *spindle* tegak.

Mesin frais universal memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- Mejanya dapat digeser pada derajat tertentu untuk memfasilitasi saat melakukan pengefraisan helik.
- Pemasangan pisaunya dapat dilakukan pada posisi mendatar dan juga posisi vertikal, sehingga tidak hanya menggunakan jenis pisau mantel/helik (*plain milling cutter*) saja, tetapi juga dapat menggunakan jenis pisau frais tegak yang dipasang pada posisi tegak.



Gambar 4.15 Mesin frais universal

Lembar Aktivitas

5

Aktivitas Kelompok

1. Carilah video mengenai pengefraisan, di antaranya bagian-bagian alat dari mesin frais dan proses pengoperasian mesin frais.
2. Tuangkan tugas tersebut dalam laporan kerja dan diskusikan bagian-bagian mesin frais dan cara pengoperasiannya.
3. Presentasikan hasil tugas yang diberikan dengan penuh percaya diri.

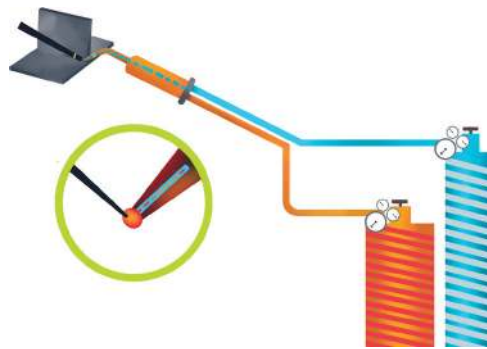
1. Pekerjaan Pengelasan

Pekerjaan mengelas adalah pekerjaan menyambungkan dua bagian logam secara permanen dengan menggunakan tenaga panas. Dalam proses pengelasan, tenaga panas diperlukan untuk memanaskan bahan dasar yang akan disambung dengan menggunakan kawat las sebagai bahan pengisi.

Ada berbagai macam jenis pengelasan, di antaranya sebagai berikut.

a. Pengelasan *Oxy Acetyline Welding (OAW)*

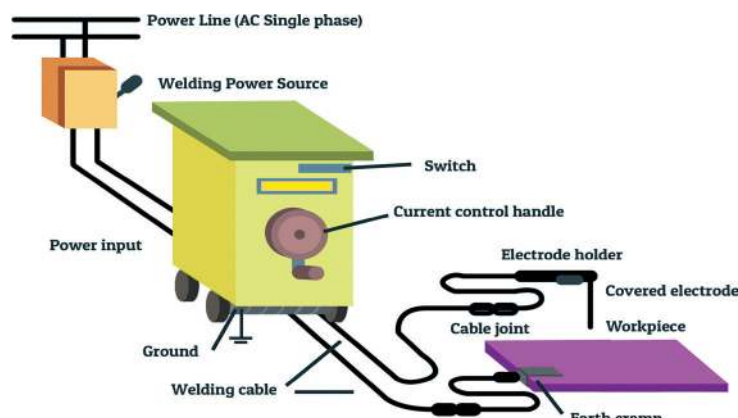
Pengelasan OAW adalah proses pengelasan dengan menggunakan sumber nyala api melalui pembakaran gas oksigen dan gas asitilen untuk mencairkan logam induk dan logam pengisi (bahan tambah).



Gambar 4.16 Peralatan mesin las OAW

b. Pengelasan *Shield Metal Arc Welding (SMAW)*

Pengelasan SMAW adalah proses pengelasan dengan menggunakan nyala api listrik (panas) untuk mencairkan logam yang akan dilas dan bahan tambahan (elektroda). Panas tersebut dihasilkan oleh lonjakan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan pelat yang akan dilas).



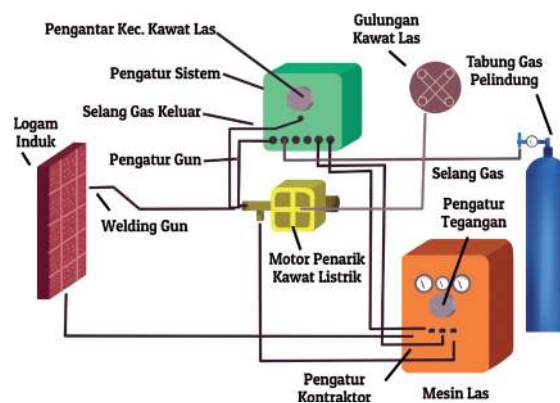
Gambar 4.17 Pengelasan SMAW

c. Pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW)

Pengelasan GMAW adalah proses pengelasan dengan menyambungkan dua buah logam sejenis atau lebih menggunakan bahan tambahan, yaitu gas pelindung (*shielding gas*) dan kawat gulungan melalui proses pencairan.

Gas pelindung atau *shielding gas* digunakan sebagai pelindung agar tidak mengalami oksidasi hidrogen dan cacat porositas (rembes), sehingga kualitas las terjaga dengan baik, sebab logam las mudah terkontaminasi oleh udara lingkungan sekitar.

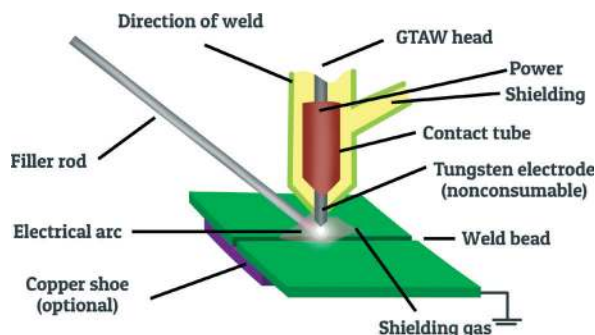
Proses pengelasan GMAW terjadi ketika adanya perpindahan ion katoda dan anoda pada logam induk dan logam pengisi. Proses ini menciptakan energi panas yang kemudian membuat logam pengisi dan logam induk mencair. Gas yang digunakan pada las GMAW adalah karbondioksida (CO₂), helium (HE), dan gas argon (Ar).



Gambar 4.18 Pengelasan Las GMAW

d. Pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)

Pengelasan GTAW adalah suatu proses penyambungan logam dengan cara mencairkan bagian yang akan disambung dan bahan tambah dengan menggunakan busur listrik dari oleh elektroda tungsten (elektroda yang tidak ikut mencair). Pengelasan dengan las GTAW juga menggunakan bahan pelindung proses oksidasi seperti halnya pada proses las GMAW.



Gambar 4.19 Pengelasan GTAW

Aktivitas Kelompok

1. Lakukan kunjungan ke bengkel pengelasan untuk melakukan observasi terhadap mesin pengelasan yang terdapat di bengkel tersebut.
2. Kegiatan observasi dibagi ke dalam beberapa kelompok.
3. Masing-masing kelompok memilih salah satu proses pengelasan (OAW, SMAW, GMAW, GTAW).
4. Setiap kelompok melakukan observasi proses pengelasan yang dipilih, juga mengidentifikasi masing-masing bagian-bagian dari peralatan mesin pengelasan, termasuk fungsi dan cara pengoperasiannya.
5. Tuangkan kegiatan yang dilakukan dalam bentuk makalah.

C. Pekerjaan Survei dan Pemetaan

Survei dan pemetaan adalah kegiatan perencanaan yang dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang fisik bumi dan lingkungan, pengolahan informasi, dan menyebarkan berbagai produk yang dihasilkan sesuai kebutuhan. Dengan kemajuan teknologi, yang terus berkembang, pengukuran dan pemetaan tidak hanya dilakukan namun juga dari melalui udara, yaitu dengan menggunakan drone juga satelit.

Secara garis besar, ruang lingkup dari tugas dan kegiatan-kegiatan yang dilakukan surveyor (pengukur tanah) di antaranya sebagai berikut.

1. Menentukan, mengukur dan mengetahui permukaan tanah, benda tiga dimensi, titik di lapangan, dan lintasan.
2. Mengumpulkan informasi, menafsirkan kondisi permukaan tanah, dan memberikan informasi geografis serta informasi ekonomi.
3. Informasi yang diperoleh digunakan untuk perencanaan dan efisiensi administrasi, manajemen tanah, laut, dan seluruh struktur.
4. Melaksanakan pembangunan perkotaan dan pedesaan serta pengelolaan lahan.
5. Melakukan kegiatan penelitian dan pengembangan (*research and development*).



Gambar 4.20 Kegiatan survei

1. Kegiatan Survei dan Pemetaan

Dalam melakukan kegiatan survei dan pemetaan, terdapat beberapa teknik yang dilakukan, di antaranya sebagai berikut.

- Melakukan pengukuran kerangka dasar vertikal (KDV), yaitu pengukuran-pengukuran secara vertikal (tegak) yang bertujuan untuk mendapatkan hubungan vertikal di antara titik-titik yang diukur.
- Melakukan pengukuran kerangka dasar horizontal (KDH), yaitu pengukuran-pengukuran secara horizontal (mendatar) untuk mendapatkan titik-titik yang diukur di atas permukaan bumi.
- Pengukuran titik-titik detail.

Ada beberapa hal yang harus dilakukan saat melakukan survei, yaitu proses kegiatan ilmiah lainnya, seperti dalam proses pembuatan suatu peta yang prosesnya melalui beberapa tahapan, yaitu; pengukuran atau pengambilan data, pengolahan, dan penggambaran.

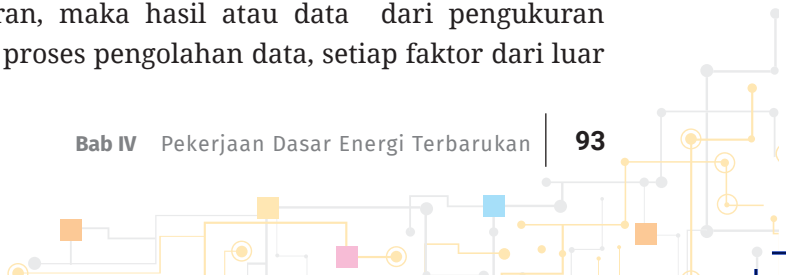
a. Tahap Pengukuran

Tahap pengukuran adalah tahapan dasar dan merupakan hal yang sangat penting, sebab pengukuran yang dilakukan dengan tidak tepat dapat menyebabkan pengambilan data yang berulang akan sehingga membuat biaya membengkak.

Terdapat tiga faktor dominan dalam tahap pengukuran/pengambilan data. Ketiganya memberikan pengaruh terhadap hasil dan ketelitian hasil ukur. Ketiga faktor tersebut adalah kestabilan peralatan ukur, keterampilan pengukur, dan keadaan alam pada saat pengukuran tersebut berlangsung.

b. Pengolahan Data

Setelah melakukan pengukuran, maka hasil atau data dari pengukuran akan diolah. Selain itu, dalam proses pengolahan data, setiap faktor dari luar



selama pengamatan juga harus diperhatikan, begitupun dengan berbagai permasalahan yang terdapat pada saat pengukuran.

Seorang juru ukur diharuskan melakukan pengamatan pada peralatan ukur yang dia gunakan, gejala alam yang berpengaruh pada saat pengukuran, dan ketelitian pembacaan oleh juru ukur sendiri.

c. Penggambaran/Penyajian Data

Penyajian data disajikan dalam bentuk peta untuk memberi informasi dalam perencanaan.

2. Manfaat Kegiatan Survei dan Pemetaan pada Bidang Energi Terbarukan

a. Mencari Luas Tanah

Pemetaan luas tanah sangat dibutuhkan untuk berbagai keperluan, seperti jual beli, penentuan pajak, perencanaan pengembangan daerah, rencana pembangunan jalan, rencana pembangunan irigasi, dan rencana transmigrasi.

b. Menentukan Beda Tinggi Tanah

Sebelum melakukan pembangunan, hal yang mesti dilakukan terlebih dahulu adalah mengetahui tinggi permukaan tanah, lalu membuat perencanaan dalam perataan tanah. Dengan begitu, perhitungan dapat dilakukan terhadap seberapa dalam tanah yang digali, berapa banyak urugan yang diperlukan, dan menentukan peil suatu bangunan.

c. Perencanaan Pembangunan

Dalam mendirikan bangunan harus memiliki izin pembangunan dari dinas pertanahan atau dinas pekerjaan umum. Oleh karena itu, sebelum melaksanakan pembangunan, lahan yang akan dibangun harus terlebih dahulu diukur dan disahkan oleh pemerintah daerah. Sementara, salah satu syarat untuk mendapatkan izin tersebut adalah mencantumkan luas lahan. Oleh karena itu, pengukur tanah merupakan hal sangat penting dalam merencana bangunan yang juga bermanfaat untuk memudahkan dalam menghitung biaya.

d. Menentukan Profil Kontur Sungai

Saat ini, untuk melakukan pengukuran kontur sungai, selain menggunakan *theodolite*, juga bisa menggunakan *total station*. Dengan peralatan ini, pekerjaan pengukuran bisa lebih efisien. Sementara, untuk wilayah yang sulit karena kondisi geografisnya, pengukuran jarak jauh bisa menggunakan GPS (*global positioning system*).



e. Pengukuran Tinggi Jatuhnya (*Head*)

Pengukuran tinggi juga bisa menggunakan theodolite, seperti dalam pembangunan PLTA, yang diperlukan untuk pengukuran panjang sungai dari hulu sungai sampai hilir.

f. Pengukuran Posisi Koordinat

Pengukuran posisi koordinat biasanya digunakan untuk pemetaan arah mata angin dalam pembangunan PLTB. Dalam prosesnya, pengukuran menggunakan bantuan perangkat lunak pemetaan atau menggunakan program aplikasi Google Earth. Dengan demikian, arah mata angin dan peta lokasi pada denah jalur pengukuran dapat ditentukan.

1. Peralatan Survei dan Pemetaan

Dalam melakukan survei dan pemetaan, diperlukan ketelitian yang tinggi sehingga peralatan-peralatan yang digunakan harus benar-benar menunjang pekerjaan tersebut. Berikut adalah beberapa peralatan pengukuran yang diperlukan dalam melaksanakan survei dan pemetaan.

a. Pengukuran Jarak

Peralatan yang diperlukan untuk pengukuran jarak dalam melakukan survei dan pemetaan di antaranya sebagai berikut.

1) Meteran

Meteran atau dikenal juga dengan rol meter adalah alat yang digunakan untuk mengukur jarak atau panjang suatu bidang. Sebaiknya pengukuran dilakukan oleh dua orang untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, yaitu dengan cara merentangkan meteran dari ujung ke ujung obyek yang akan diukur.



Gambar 4.21 Meteran
Sumber: Darmayanti (2022)

Berikut adalah cara menggunakan meteran.

- Proses pengukuran dengan menggunakan meteran dilakukan oleh dua orang.
- Satu orang bertugas memegang ujung meteran dan memosisikan angka nol meteran pada titik yang pertama.



- Satu orang lainnya memegang rol meter menuju titik pengukuran lainnya.
- Meteran kemudian ditarik sejajar lurus pada titik yang dituju dan baca angka yang ditunjukkan meteran tepat pada titik tersebut.

2) Mistar

Mistar adalah alat ukur panjang yang sering digunakan untuk mengukur panjang bidang datar. Misalnya, mengukur kain, buku, meja dan lain-lain. Mistar memiliki ketelitian 0,5 mm dan skala terkecil 1 mm.

Berikut adalah cara menggunakan mistar.

- Ketika melakukan pengukuran, arah pandangan harus tegak lurus dengan dengan skala pada mistar dan benda yang diukur.
- Usahakan posisi mistar tegak lurus, jika tidak, akan menyebabkan kesalahan dalam pengukurannya.



Gambar 4.22 Mistar
Sumber: Darmayanti (2022)

3) Rambu Ukur

Rambu ukur merupakan peralatan yang digunakan untuk mempermudah atau membantu pengukuran tinggi suatu beda antara garis bidik dengan permukaan tanah. Rambu ukur biasa digunakan bersama theodolite dan *water pass*.

Rambu ukur berbentuk mistar ukur besar, memiliki panjang 3 meter, 4 meter dan 5 meter. Pada rambu ukur, tiap-tiap meter diberi warna yang berlainan, seperti merah-putih, hitam-putih, dan lain-lain. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pembacaan rambu.

Skala rambu ini dibuat dalam cm, tiap-tiap blok merah, putih atau hitam menyatakan 1 cm, setiap 5 blok tersebut berbentuk huruf E yang menyatakan 5 cm, tiap 2 buah E menyatakan 1 dm.

Berikut adalah cara menggunakan rambu ukur.

- Lakukan pengaturan ketinggian rambu ukur dengan cara menarik batangnya sesuai dengan kebutuhan pengukuran dan kunci.
- Letakkan dasar rambu ukur di atas titik (patok) yang akan dibidik.
- Kondisikan rambu ukur tidak miring atau condong karena akan memengaruhi hasil pembacaan.



Gambar 4.23 Rambu ukur
Sumber: Darmayanti (2022)

b. Pengukuran Sudut

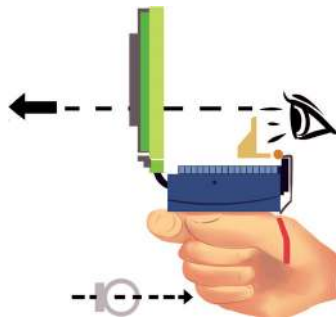
Alat yang digunakan untuk mengukur sudut dalam pekerjaan survei dan pemetaan di antaranya sebagai berikut.

1) Kompas

Kompas adalah peralatan yang biasanya digunakan untuk menentukan arah mata angin, yaitu arah utara dan selatan berdasarkan medan magnet. Kompas memiliki komponen utama, yaitu jarum yang terbuat dari besi sembarani atau magnet.

Berikut adalah cara menggunakan kompas.

- Pegang kompas dengan kuat di atas titik pengamatan.
- Posisikan kompas dalam keadaan mendatar supaya jarum bisa bergerak secara bebas. Apabila kompas dilengkapi dengan nivo atur gelembung, nivo berada di tengah.
- Lakukan pembacaan angka skala lingkaran yang menunjukkan arah/titik yang dimaksud.



Gambar 4.24 Cara menggunakan Kompas

2) Klinometer

Klinometer adalah alat ukur yang berfungsi untuk menentukan besaran sudut elevansi saat mengukur obyek secara tidak langsung.



Gambar 4.25 Klinometer

Berikut adalah cara menggunakan klinometer.

- Penggunaan klinometer sebaiknya dilakukan oleh 2 orang; satu orang memegang dan melakukan pengamatan atau membidik objek yang diukur, satu lagi membaca sudut dan mencatat hasil pengamatan.
- Ukur jarak pengamat kepada objek yang akan ditentukan tingginya.



- Letakkan ujung klinometer tepat di depan mata pengamat dan arahkan ujung klinometer yang lain ke arah ujung/puncak objek yang akan dicari tingginya.
- Tentukan besar sudut elevasi melalui letak tali bandul terhadap busur derajat dan klinometer.
- Hitung tinggi obyek yang dicari dari pengamatan yang dilakukan dengan cara:

$$\text{Tinggi objek} = \text{tinggi objek dari kepala pengamat } (y) + \text{tinggi pengamat } (p)$$



Gambar 4.26 Penggunaan klinometer

3) Theodolite

Theodolite adalah alat ukur tanah yang digunakan untuk menentukan sudut datar dan sudut tegak. Sudut-sudut tersebut berperan dalam menentukan jarak mendatar dan jarak tegak di antara dua buah titik lapangan.



Gambar 4.27 Theodolite

Berikut adalah cara menggunakan theodolite.

- Longgarkan sekrup pengunci perpanjangan.
- Set ketinggian hingga setinggi dada.
- Kencangkan kembali sekrup pengunci perpanjangan.

- Buka kaki statif hingga berbentuk segitiga sama sisi.
- Kuatkan (injak) pedal kaki statif hingga tertancap ke tanah.
- Atur kembali ketinggian statif sehingga tribar plat mendatar.
- Posisikan theodolite pada tribar plat.
- Kuatkan sekrup pengunci *centering* ke theodolite.
- Atur (levelkan) nivo kotak sehingga sumbu kesatu benar-benar tegak/vertikal dengan menggerakkan secara beraturan sekrup pendatar di tiga sisi alat ukur tersebut.
- Atur (levelkan) nivo tabung sehingga sumbu kedua benar-benar mendatar dengan menggerakkan secara beraturan sekrup pendatar/kiap di tiga sisi alat ukur tersebut.
- Posisikan theodolite dengan mengendurkan sekrup pengunci *centering* kemudian geser ke kiri atau ke kanan sehingga tepat di tengah-tengah titik ikat (BM), dilihat dari *centering optic*.
- Lakukan pengujian kedudukan garis bidik dengan bantuan tanda T pada dinding.
- Cek kembali ketepatan nilai indeks pada sistem skala lingkaran dengan melakukan pembacaan sudut biasa dan sudut luar biasa untuk mengetahui nilai kesalahan indeks tersebut.

Lembar Aktivitas

7

Aktivitas Kelompok

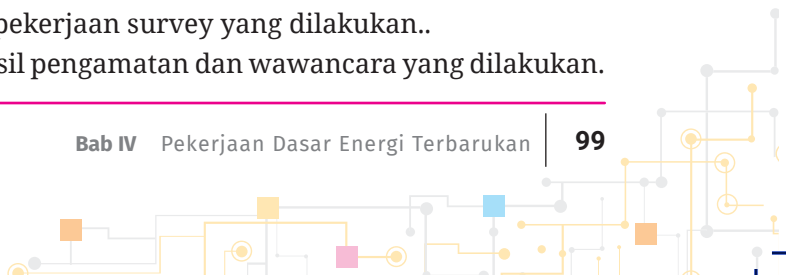
1. Bacalah buku, jurnal dari internet, video mengenai pekerjaan survei dan pemetaan, termasuk perkembangan teknologi dalam bidang ini.
2. Lakukan analisis mengenai perkembangan teknologi dalam survei dan pemetaan serta aplikasi pada energi terbarukan.
3. Presentasikan hasil analisis yang kalian lakukan di depan kelas dengan penuh percaya diri.

Lembar Aktivitas

8

Aktivitas Kelompok

1. Bentuk 4-5 kelompok.
2. Lakukan kunjungan lapangan ke tempat surveyor untuk melakukan kegiatan survei dan pemetaan.
3. Lakukan pengamatan dan wawancara mengenai hal-hal yang dilakukan dalam tahapan proses pekerjaan survey yang dilakukan..
4. Buatlah laporan dari hasil pengamatan dan wawancara yang dilakukan.



Aktivitas Kelompok

1. Bacalah buku, jurnal dari internet, video mengenai peralatan yang dibutuhkan dalam pekerjaan survei dan pemetaan.
2. Bandingkan beberapa perkembangan dari peralatan pekerjaan survei dan pemetaan pada peralatan *waterpass*, *Theodolite*, dan total station kekurangan dan kelebihan dari peralatan survei dan pemetaan tersebut.
3. Persentasikan hasil analisis tersebut didepan kelas dengan penuh percaya diri.

D. Pekerjaan Dasar Laboratorium kimia

Dalam melaksanakan pekerjaan-pekerjaan di bidang teknik energi terbarukan, kalian akan membutuhkan pengetahuan dasar mengenai pekerjaan dasar laboratorium kimia. Hal hal ini menjadi dasar dalam pelaksanaan praktek-praktik-praktik atau pekerjaan dalam teknik energi terbarukan, di antaranya pada pengelolaan bahan bakar nabati, pengelolaan teknologi biogas, pengelolaan pembangkit listrik tenaga biomassa, dan teknologi gasifikasi.

1. Bahan Kimia

Sebelum kalian bekerja di laboratorium kimia, penting bagi kalian untuk mengetahui jenis-jenis bahan kimia dan sifat-sifatnya dari MSDS (*Material Safety Data Sheet*). Wujud dari bahan kimia dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu sebagai berikut.

- a. Bahan kimia berwujud padat
- b. Bahan kimia yang berwujud cair
- c. Bahan kimia yang berwujud gas

Bahan kimia juga memiliki tingkatan berdasarkan kualitas dari bahan kimia tersebut.

- Teknis adalah kualitas bahan kimia yang paling rendah karena tidak boleh digunakan untuk bahan makanan, obat-obatan, dan kosmetik.
- Pro analysis (p.a) kualitas bahan kimia yang sangat murni mendekati 100 persen, biasanya digunakan untuk penelitian di laboratorium kimia, tetapi tidak bisa digunakan untuk bahan makanan, obat-obatan, dan kosmetik.

a. Lambang Bahan Kimia

Ketika kalian bekerja di laboratorium kimia, kalian perlu mengenal simbol-simbol bahan kimia, mulai dari sifat hingga cara menanganinya. Berikut adalah beberapa simbol bahan kimia yang perlu kalian ketahui.

1) **Flammable (mudah terbakar)**

Lambang: *F* yang artinya bahan kimia yang memiliki titik nyala rendah dan mudah terbakar.

Cara penanganan: jauhkan dari benda-benda yang berpotensi mengeluarkan api.



2) **Toxic (beracun)**

Lambang : *T* yang artinya bahan bersifat racun dan mengakibatkan kematian dan sakit serius apabila terhirup, tertelan, atau terserap kulit.

Cara penanganan: jangan ditelan, dihirup, dan hindari kontak langsung ke kulit.



3) **Harmful (berbahaya)**

Lambang : *Xn* yang artinya bahan kimia mengakibatkan gangguan kesehatan apabila terhirup, tertelan, atau kontak langsung dengan kulit.

Cara penanganan: jangan ditelan, dihirup, dan hindari kontak langsung ke kulit.



4) **Explosive (mudah meledak)**

Lambang : *E* yang artinya bahan kimia mudah meledak dengan adanya panas, percikan bunga api, gesekan, dan benturan.

Cara penanganan: Hindari pukulan/benturan, gesekan, pemanasan, api, dan sumber nyala lain, bahkan tanpa oksigen atmosferik.



5) **Irritant (mudah iritasi)**

Lambang: *I* yang artinya bahan kimia yang dapat menyebabkan gatal-gatal, iritasi atau kulit terbakar.

Cara penanganan: hindari kontak langsung dengan kulit.



6) **Corrosive (mudah korosif)**

Lambang: *C* yang artinya bahan kimia yang dapat merusak jaringan hidup, iritasi pada kulit, gatal-gatal dan mengakibatkan kulit mengelupas.

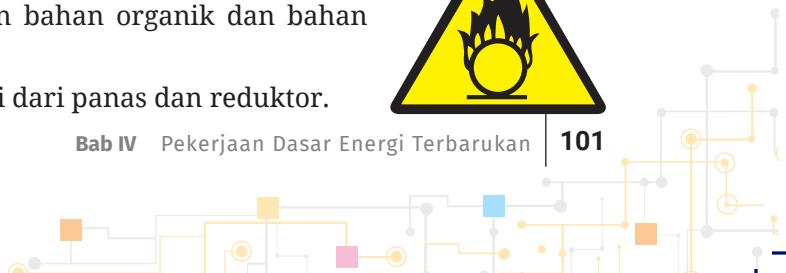
Cara penanganan: jangan sampai terpercik mata.



7) **Oxidizing (Pengoksidasi)**

Lambang: *O* yang artinya bahan kimia bersifat oksidasi, dapat menyebabkan kebakaran dengan menghasilkan panas saat kontak dengan bahan organik dan bahan pereduksi.

Cara penanganan: Hindari dari panas dan reduktor.



8) **Dangerous for The Environment (Berbahaya bagi Lingkungan)**

Lambang : *N* yang artinya bahan kimia berbahaya bagi lingkungan dan dapat menyebabkan kerusakan ekosistem.

Cara penanganan: hindari kontak atau bercampur dengan lingkungan yang dapat membahayakan makhluk hidup.



Lembar Aktivitas

10

Aktivitas Kelompok

1. Bentuk 4-5 kelompok untuk melakukan kunjungan ke laboratorium kimia.
2. Identifikasi dan kelompokkan bahan-bahan kimia berdasarkan wujudnya dan kualitas serta nama bahan kimia dari bahan tersebut.
3. Buatlah laporan dari identifikasi yang dilakukan dan presentasikan di depan kelas dengan penuh percaya diri.

Lembar Aktivitas

11

Aktivitas Kelompok

Kunjungan ke Laboratorium Kimia

1. Bentuk 4-5 kelompok untuk melakukan kunjungan ke laboratorium kimia.
2. Identifikasi dan kelompokkan bahan-bahan kimia berdasarkan lambang-lambang bahan kimia yang tercantum pada masing-masing bahan dan nama kimia dari bahan tersebut.
3. Buatlah laporan dari identifikasi yang dilakukan dan presentasikan di depan kelas dengan penuh percaya diri.

1. Pengenalan Peralatan Laboratorium Kimia

Saat kalian bekerja di laboratorium kimia, penting bagi kalian untuk mengenal berbagai peralatan yang ada di laboratorium, mulai dari yang sederhana hingga yang canggih. Berikut adalah berbagai peralatan kimia yang perlu kamu ketahui.

a. Peralatan Gelas Dasar

Peralatan gelas kimia pada umumnya terbuat dari bahan gelas. Peralatan kimia dari bahan gelas memiliki sifat-sifat yang sangat baik di antaranya;

tembus cahaya, kaku, tidak mudah bereaksi dengan bahan kimia yang lain, titik didihnya tinggi sehingga tidak mudah meleleh.

1) Beaker Glass (Gelas kimia)

Gelas kimia berfungsi sebagai wadah atau tempat mereaksikan bahan kimia, membuat larutan, dan memanaskan larutan.

Ukurannya disesuaikan kebutuhan, biasanya 100 ml, 250 ml, 500 ml.



2) Labu Erlemyer

Labu erlemyer berfungsi sebagai wadah untuk mencampur dan menyimpan nahan kimia cair. Alat ini juga digunakan di dalam proses titrasi sebagai penampung larutan yang akan dititrasi. Ukuran biasanya terdiri dari 250 ml, 300 ml, 500 ml.



3) Labu Alas Bulat

Labu alas bulat berfungsi sebagai wadah untuk memanaskan reagen dengan proses refluks (pemanasan dilengkapi dengan pendinginan).



4) Corong Gelas

Corong gelas berfungsi untuk membantu memindahkan larutan pada wadah yang bemulut kecil supaya tidak tumpah, juga digunakan untuk membantu proses penyaringan.



5) Corong Pisah

Corong pisah berfungsi sebagai wadah untuk memisahkan cairan dari suatu campuran berdasarkan perbedaan massa jenisnya.



6) Kaca Arloji

Kaca arloji berfungsi sebagai wadah untuk melakukan penimbangan dari bahan padat ataupun pasta.



7) Pipet Tetes

Pipet tetes berfungsi untuk mengambil jumlah larutan dalam jumlah yang sangat kecil, yaitu tetes demi tetes.



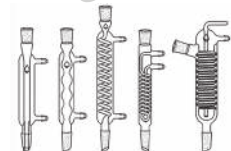
8) Batang Pengaduk

Batang pengaduk berfungsi membantu menuangkan cairan ke dalam wadah, misalnya erlemyer atau *beaker glass* dan mengaduk padatan dalam pembuatan larutan.



9) Kondensor

Kondensor berfungsi untuk pendinginan uap dari hasil pemanasan pada proses refluks (pemanasan dan pendinginan balik).



10) Tabung Reaksi

Tabung reaksi berfungsi sebagai wadah untuk mereaksikan dua atau lebih larutan atau bahan kimia. Alat ini juga digunakan sebagai wadah pengembangbiakan mikroba.



11) Cawan Petri

Cawan petri berfungsi sebagai wadah untuk menumbuhkan mikroorganisme.

b. Peralatan Gelas untuk Pengukuran

1) Gelas Ukur

Gelas ukur berfungsi untuk mengukur volume larutan yang tidak memerlukan ketelitian tinggi. Biasanya, gelas ukur digunakan sesuai kebutuhan dengan beberapa kapasitas, di antaranya; 5 ml, 10 ml, 25 ml, 50 ml, 100 ml.



2) Labu Volumetrik

Labu volumetrik berfungsi untuk mengukur volume larutan dengan ketelitian tinggi dan biasanya untuk pengenceran larutan.



3) Buret

Buret berfungsi untuk mengukur volume larutan dengan ketelitian tinggi pada proses titrasi.



4) Pipet Volumetrik (Pipet Gondok)

Pipet volumetrik (pipet gondok) berfungsi untuk mengukur volume larutan dengan skala tertentu untuk pengukuran dengan ketelitian tinggi. Alat ini terdiri dari berbagai ukuran, mulai dari 5 ml, 10 ml, 25 ml, 50 ml sesuai kebutuhan.



5) Pipet Ukur

Pipet ukur berfungsi untuk memindahkan sejumlah larutan dari satu wadah ke wadah yang lain dengan berbagai ukuran, dibantu dengan *pipet pump* untuk menyedot larutan tersebut. Pipet ukur terdiri dari berbagai ukuran sesuai kebutuhan di antaranya; 5 ml, 10 ml, 25 ml, 50 ml.



c. Peralatan Gelas untuk Analisis

Peralatan gelas untuk melakukan analisis dasar dari suatu bahan diantaranya sebagai berikut.

2) Piknometer

Piknometer adalah peralatan yang digunakan untuk mengukur massa jenis dari suatu cairan.



3) Hidrometer (Alcoholmeter)

Hidrometer adalah peralatan yang digunakan untuk mengukur massa jenis dari suatu larutan, biasanya digunakan untuk mengukur persentase dari alkohol.



4) Termometer

Termometer adalah peralatan yang digunakan untuk mengukur suhu dari suatu larutan. Termometer memiliki beberapa ukuran suhu di antaranya Celcius, Reamur, Fahrenheit, dan Kelvin. Namun, yang paling umum digunakan di Indonesia adalah Celcius. Alat ini juga terdiri dari 2 jenis, yaitu termometer alkohol dan termometer air raksa.



d. Peralatan Kimia Non-gelas

Pada umumnya, peralatan kimia non-gelas digunakan untuk mendukung peralatan gelas yang digunakan saat melakukan pekerjaan di laboratorium kimia.

1) Statif dan Klem

Statif dan klem digunakan sebagai alat bantu untuk menjepit peralatan gelas, di antaranya saat proses titrasi dan proses refluks.



2) Spatula

Spatula berfungsi untuk mengambil bahan padat. Biasanya terbuat dari bahan *stainless steel*.



3) Kawat Kasa

Kawat kasa berfungsi sebagai alas atau isolasi dalam proses pemanasan dengan menggunakan peralatan kaca. Alat ini biasanya dilengkapi dengan kaki tiga dan bunsen untuk melakukan pemanasan.



4) Kaki Tiga

Kaki tiga berfungsi sebagai penyangga pada proses pemanasan, biasanya dilengkapi dengan bunsen dan kawat kasa.



5) Rak Tabung Reaksi

Rak tabung reaksi berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan tabung reaksi. Alat ini biasanya terbuat dari bahan *stainless steel* ataupun kayu.



6) Botol Semprot

Botol semprot berfungsi sebagai wadah penyimpanan *aquadest*, juga digunakan untuk membilas bahan kimia yang tidak larut dalam air.



7) Pipette Bulb

Pipette bulb digunakan sebagai alat bantu untuk menyedot suatu larutan dengan menggunakan *pipet volumetric* dan juga pipet gondok.



8) Ring

Ring adalah peralatan yang digunakan sebagai penyangga corong pada saat penyaringan.



9) Penjepit

Penjepit digunakan untuk memindahkan alat dari satu tempat ke tempat yang lain dan sering digunakan untuk menjepit tabung reaksi.



e. Peralatan Kimia untuk Pemanasan

Dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan di laboratotum kimia tidak lepas dari melakukan proses pemanasan. Peralatan pemanasan yang perlu kalian ketahui di antaranya sebagai berikut.

1) Hot Plate

Hot plate adalah peralatan listrik yang berfungsi untuk melakukan pemanasan. Alat ini dilengkapi dengan *magnetic stirrer* (untuk pengadukan).



2) Oven Listrik

Oven listrik berfungsi sebagai pemanasan dan pengeringan sampel atau bahan tertentu. Pemanasan dan pengeringan dilakukan secara tertutup dan dengan kontrol suhu, waktu, sesuai dengan kebutuhan.



3) Lampu Spiritus

Lampu spiritus berfungsi sebagai pemanas. Lampu spiritus biasanya terbuat dari bahan kaca atau dari bahan *stainless steel*. Penggunaannya dilengkapi dengan kaki tiga dan kawat kasa.



4) **Heating Mantle**

Heating mantle berfungsi sebagai pemanas. Alat ini memberi panas lebih merata dibandingkan pemanas lainnya.



f. **Peralatan Kimia untuk Penimbangan**

Proses menimbang juga merupakan bagian dari pekerjaan yang dilakukan di laboratorium kimia. Penimbang zat kimia biasanya digunakan untuk membuat larutan atau akan direaksikan.

Dalam proses penimbangan zat, diperlukan wadah untuk penimbangan seperti gelas kimia, kaca arloji, dan kertas timbang.

1) **Timbangan Teknis**

Timbangan teknis digunakan untuk menimbang bahan dengan ketelitian alat sedang (0.01-0.001 gram).



2) **Timbangan Analitik untuk Ketelitian Tinggi**

Alat ini berfungsi untuk menimbang bahan dengan ketelitian tinggi (0.0001 gram). Alat ini juga digunakan untuk menimbang bahan kimia dalam proses pembuatan larutan untuk uji kuantitatif dan proses standarisasi. Selain itu, timbangan juga berfungsi untuk menimbang sampel/bahan dalam analisis kuantitatif.



Lembar Aktivitas 12

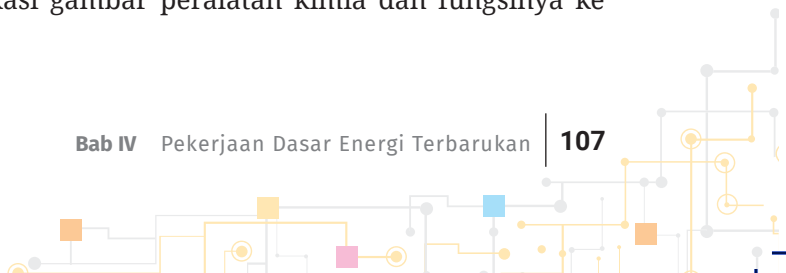
Aktivitas Individu

1. Carilah bahan dari buku atau jurnal dan video dari internet mengenai berbagai peralatan yang terdapat di laboratorium kimia.
2. Kelompokkan peralatan-peralatan tersebut berdasarkan jenisnya.
3. Buatlah laporan dan presentasikan di depan kelas dengan penuh percaya diri.

Lembar Aktivitas 13

Aktivitas Kelompok

1. Bentuklah 4 – 5 kelompok.
2. Buatlah proyek klasifikasi gambar peralatan kimia dan fungsinya ke dalam bentuk kartun.



3. Pamerkan dan presentasikan hasil pekerjaan yang dilakukan dengan penuh percaya diri.

E. Teknik Penimbangan dan Pengukuran Volume Cairan pada Laboratorium Kimia

Penimbangan dan pengukuran beberapa pekerjaan yang dilakukan pada laboratorium kimia. Keduanya harus dilakukan dengan teknik yang baik dan benar.

1. Teknik Penimbangan

Alat timbangan yang umum digunakan di laboratorium kimia di antaranya timbangan manual dan timbangan analitik.

Menimbang zat merupakan proses menimbang bahan kimia yang diperlukan untuk pembuatan larutan atau bahan kimia yang akan direaksikan. Alat yang digunakan biasanya berupa kaca arloji dan *beaker glass* untuk menampung obyek yang ditimbang. Alat yang digunakan adalah neraca. Alat ini berfungsi untuk menimbang suatu zat, benda, bahan dengan skala tertentu. Setiap neraca memiliki teknik tertentu dalam penggunaannya.

a. Teknik Penggunaan Neraca Analitik

Neraca analitik umumnya digunakan di laboratorium kimia untuk menimbang zat dengan ketelitian yang tinggi. Skala minimumnya 0,1 mg dan skala maksimumnya 220 mg. Adapun langkah-langkah penimbangannya adalah sebagai berikut.

- 1) Siapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk penimbangan, di antaranya; sendok/spatula, kaca arloji, botol timbang, dan zat yang akan ditimbang. Wadah timbangan disesuaikan dengan zat yang akan ditimbang.
- 2) Cek kebersihan neraca, terutama piring neraca, kedataran, dan keseimbangannya.
- 3) Lakukan penimbangan setelah diperoleh keseimbangan pada neraca pada posisi nol.
 - Netralkan neraca dengan memosisikannya pada titik nol.
 - Tempatkan zat yang akan ditimbang pada bagian timbangan.
 - Baca nilai yang ditunjukkan oleh neraca yang tertera pada monitor neraca.
 - Ambil kembali zat yang telah ditimbang dan netralkan kembali.

b. Teknik Penggunaan Neraca Teknis

Prinsip kerja dari neraca teknis adalah dengan membandingkan massa benda yang akan ditimbang dengan anak timbangan yang berda pada neraca

tersebut. Neraca teknis digunakan untuk menimbang zat dengan ketelitian sedang. Contoh neraca teknis adalah neraca tiga lengan yang memiliki ketelitian sampai 0,1 gram.

- Lengan depan, memiliki anting yang dapat digeser dengan skala 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 gram. Masing-masing terdiri 10 skala, tiap skala 1 gram.
- Lengan tengah, memiliki anting yang dapat digeser dengan skala 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 gram.
- Lengan belakang, memiliki anting yang dapat digeser dengan skala 0, 100, 200, 300, 400, 500 gram.

Adapun cara membaca hasil penimbangan adalah sebagai berikut.

- Amati skala yang ditunjuk pada posisi lengan depan, lengan tengah, dan lengan belakang.
- Jumlahkan skala yang ditunjuk pada posisi lengan depan, lengan tengah, dan lengan belakang.
- Hasil penjumlahan yang diperoleh merupakan hasil penimbangan.

Contoh pembacaan hasil penimbangan:

$$\begin{array}{rcl} \text{skala tengah} & = & 200 \text{ gram} \\ \text{skala belakang} & = & 60 \text{ gram} \\ \text{skala depan} & = & 2,4 \text{ gram} \\ \hline & & + \\ \text{Hasil penimbangan} & = & 262,4 \text{ gram} \end{array}$$

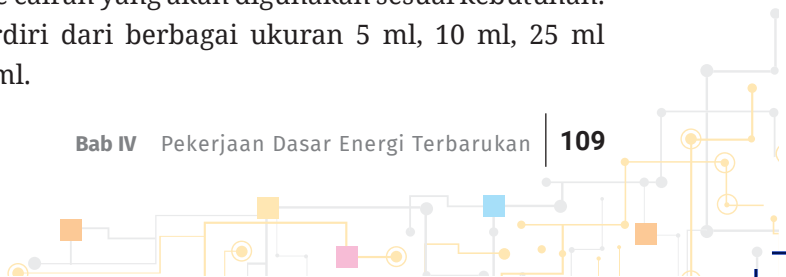
1. Teknik Pengukuran Volume Cairan di Laboratorium Kimia

Berbagai jenis peralatan yang dapat digunakan untuk mengukur volume cairan, di antaranya; pipet ukur, pipet volume, gelas ukur, buret dan lain-lain. Semua peralatan yang digunakan untuk mengukur volume cairan harus dalam kondisi bersih. Oleh karena itu, peralatan tersebut harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

Hal penting dalam proses mencuci yang adalah keterampilan memilih bahan pencuci, teknik mencuci, dan cara mengeringkan.

Berikut adalah hal-hal yang harus diperhatikan dalam mengukur volume cairan.

- a. Alat ukur yang digunakan harus dalam kondisi bersih dan kering.
- b. Sebelum digunakan, pastikan bahwa alat ukur dalam kondisi baik, terutama pada ujung atas dan bawahnya serta skala penunjukannya terlihat jelas.
- c. Pilih alat pengukur volume cairan yang akan digunakan sesuai kebutuhan. Pipet volumetrik yang terdiri dari berbagai ukuran 5 ml, 10 ml, 25 ml sampai yang terkecil 0,01 ml.



- d. Gunakanlah *ball pump* untuk menghisap larutan berbahaya.
- e. Pembacaan skala harus datar antara permukaan lengkung cairan (meniskus) dengan pandangan.
- f. Ketika membaca skala, usahakan larutan tidak bergerak. Pastikan pula tidak ada gelembung udara di dalam alat pengukur volume larutan.
- g. Biarkan cairan keluar dengan sendirinya, jangan ditiup.
- h. Apabila mengukur volume cairan menggunakan buret, pastikan buret dalam keadaan tidak bocor dan skala penunjukan buret terlihat jelas. satuan skala pembacaan (0,1 ml, 0,05 ml atau 0,01 ml) sesuai ketelitian yang diharapkan.

Lembar Aktivitas

14

Aktivitas Kelompok

1. Carilah informasi mengenai jenis-jenis timbangan yang digunakan dalam berbagai jenis kebutuhan dari buku, video, dan jurnal dari internet.
2. Buatlah laporan dari tugas yang diberikan dan diskusikan hasil yang diperoleh.
3. Presentasikan laporan tersebut di depan kelas dengan penuh percaya diri.

Lembar Aktivitas

15

Aktivitas Kelompok

Praktek penimbangan

1. Bentuk 4-5 kelompok.
2. Lakukan praktik penimbangan terhadap 2 jenis bahan kimia, yaitu bahan padat dan bahan cair dengan menggunakan 2 jenis timbangan berbeda, masing-masing timbangan analitik dan timbangan teknis pada masing-masing kelompok.
3. Bandingkan hasil yang diperoleh masing-masing kelompok.
4. Presentasikan hasil yang diperoleh di depan kelas dengan penuh percaya diri.

Lembar Aktivitas 16

Aktivitas Kelompok

Praktik Pengukuran Volume Cairan

1. Bentuk 4-5 kelompok.
2. Lakukan pengukuran volume cairan dengan menggunakan gelas ukur untuk 2 jenis cairan berbeda yaitu jenis cairan berwarna dan jenis cairan yang tidak berwarna.
3. Buatlah laporan dari praktik yang dilakukan, lalu bandingkan hasil yang diperoleh masing – masing kelompok.
4. Presentasikan hasil yang diperoleh dengan penuh percaya diri.



Refleksi

Setelah membaca materi di atas tandailah dengan tanda centang (V) bagian-bagian yang sudah kalian kuasai

Tabel 4.1 Tabel Refleksi

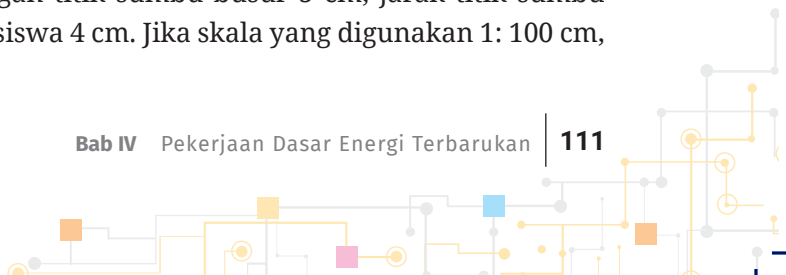
Perkakas tangan	
Permesinan dasar	
Pengenalan survei	
Pekerjaan kimia dasar	



Uji Kompetensi

Jawablah soal di bawah ini.

1. Seorang siswa SMK akan menentukan ketinggian suatu tiang bendera dengan menggunakan peralatan klinometer sederhana buatannya sendiri. Jarak siswa dengan tiang adalah 6 meter, sementara tinggi siswa 1,7 meter. Setelah diteropong, jarak mata siswa dengan benang pemberat adalah 3 cm, jarak mata siswa dengan titik sumbu busur 5 cm, jarak titik sumbu busur dengan tinggi mata siswa 4 cm. Jika skala yang digunakan 1: 100 cm,



- berapa tinggi tiang tersebut? Bandingkan pula jika tiang bendera diukur dengan meteran apakah akan menghasilkan hasil yang sama?
2. Jelaskan penggunaan kegiatan survei pada beberapa pekerjaan di bidang teknik energi terbarukan!
 3. Jelaskan cara perawatan peralatan kimia dari kaca ketika selesai melakukan pekerjaan di laboratorium kimia!
 4. Seorang siswa melakukan proses pengelasan menggunakan salah satu mesin las dengan tegangan 220 Volt dan arus listrik 80 Ampere. Jika menggunakan elektroda berdiameter 2,5 mm selama 10 detik, berapa panas yang dihasilkan?
 5. Jelaskan kekurangan dan kelebihan salah satu penggunaan perkakas tangan kikir dibandingkan menggunakan mesin gerinda. Berikan pendapat kalian.



Kegiatan survei saat ini didukung dengan teknologi yang lebih modern dan canggih, seperti *total station*. Penggunaan alat ini hampir sama dengan theodolite, tetapi theodolite tepat digunakan untuk pengukur jarak dan sudut (horizontal dan vertikal) secara otomatis. Peralatan ini dilengkapi dengan *chip* memori sehingga data pengukuran sudut dan jarak dapat disimpan untuk kemudian diunduh dan diolah.

Dilihat dari fungsinya, total station merupakan semacam theodolite yang terintegrasi dengan komponen pengukur jarak elektronik atau biasa disebut sebagai *electronic distance meter* (EDM), fungsinya untuk membaca jarak dan kemiringan dari instrumen ke titik tertentu.

Untuk informasi lebih lanjut mengenai pembahasan ini, Silakan kalian kunjungi situs berikut:
<https://frastatraining.com/apakah-yang-dimaksud-dengantotal-station>



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Teknik Energi Terbarukan
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis: Indra Samsudin, Rachmat Roswadi Purnomo, dan Darmayanti
ISBN: 978-623-194-486-3 (no.jil.lengkap PDF)
978-623-194-487-0 (jil.1 PDF)



BAB V

K3LH dan Budaya Kerja Industri



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, peserta didik diharapkan mampu membuat rangkuman dasar dan standarisasi K3LH dalam industri, menentukan APD dan label K3LH di tempat kerja, mendesain prosedur darurat dan bahasa di tempat kerja, dan menerapkan budaya kerja industri 5 R.



Pertanyaan Pemantik

Pernahkah kalian mengartikan simbol-simbol pada bidang K3LH? Bagaimana kalian mengklasifikasikan jenis-jenis APD untuk pekerjaan di industri? Apa isi dari Undang-undang yang terkait dengan K3LH?

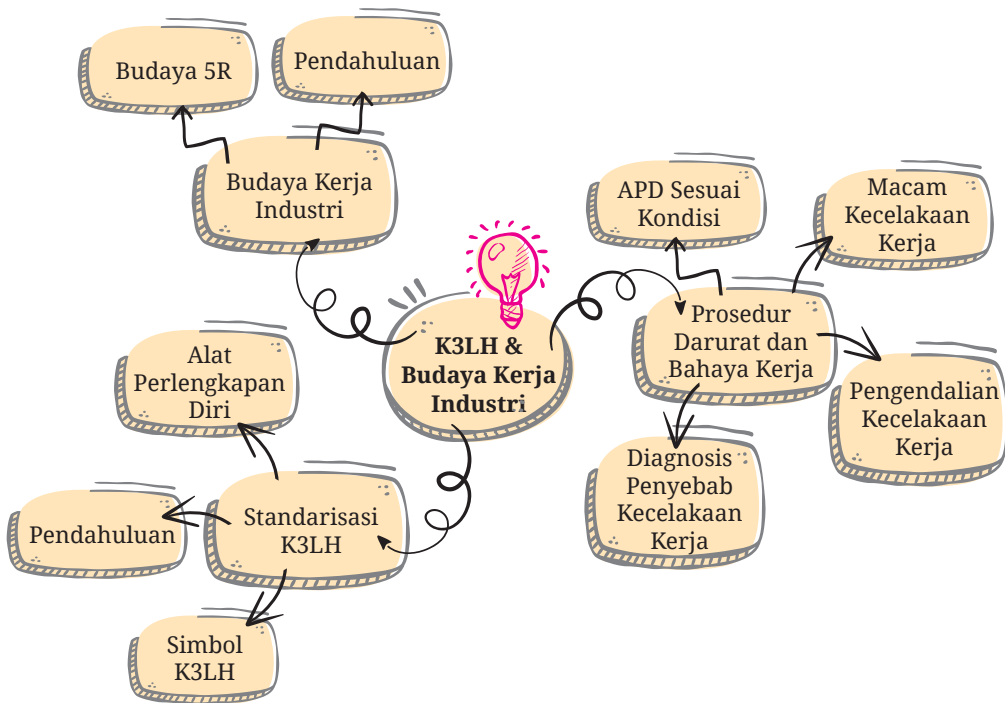


Kata Kunci

- ✓ kesehatan
- ✓ keselamatan kerja
- ✓ lingkungan hidup
- ✓ budaya kerja
- ✓ industri



Peta Konsep





Apersepsi

Pernahkan kalian melihat tanda atau simbol yang ada di gambar di lingkungan sekitarmu?

Perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar 5.1 Logo K3LH

- Apa yang kalian ketahui terkait gambar di atas?
- Di mana biasanya kalian melihat gambar tersebut?
- Alat perlindungan diri (APD) apa yang kalian ketahui?

A. Standardisasi K3LH

Setelah melaksanakan kegiatan belajar dan melakukan aktivitas pembelajaran pada materi ini, kalian akan dapat menerapkan dawsar dan standarisasi K3LH di dunia kerja industri.

1. Pengertian dan Latar Belakang

Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH) adalah suatu upaya yang dilakukan untuk mencegah dan menanggulangi terjadinya kecelakaan kerja, keadaan darurat, dan penyakit akibat kerja (PAK).

Penerapan K3LH pada kegiatan pekerjaan mempunyai beberapa latar belakang, yaitu:

- a. keselamatan dan kesehatan kerja tidak dapat dipisahkan dengan faktor produksi dan jasa;
- b. perkembangan IPTEK di perusahaan;
- c. meningkatnya risiko bahaya di tempat kerja;
- d. meningkatnya kecelakaan dan penyakit akibat kerja;
- e. rendahnya komitmen pimpinan perusahaan di bidang K3;
- f. K3 belum mendapatkan perhatian yang memadai oleh semua pihak;
- g. isu HAM, K3, dan lingkungan terkait dengan perlindungan tenaga kerja; dan
- h. perlunya perlindungan terhadap tenaga kerja dan masyarakat.



2. Standar Kinerja K3 Manajemen Perusahaan

Standar kinerja K3 manajemen perusahaan adalah standar langkah-langkah kebijakan perusahaan yang dilakukan terkait penjaminan pelaksanaan K3 di lingkungan perusahaan. Ada beberapa beberapa hal dalam pelaksanaannya, di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Rekrutmen tenaga kerja dilakukan sesuai prosedur dan harus mendapatkan pelatihan, penyuluhan, dan ditempatkan sesuai kemampuan yang dimiliki;
2. Semua perbuatan dan kondisi berbahaya dilaporkan, dicatat dan ditindaklanjuti;
3. Setiap karyawan mendapatkan instruksi kerja yang tepat;
4. Setiap karyawan mendapatkan indoktrinasi K3 dan dilakukan komunikasi, konsultasi secara berkala;
5. Setiap karyawan memahami dan mempraktikkan K3;
6. Setiap karyawan memahami manfaat, cara pemakaian, perawatan, dan penyimpanan APD;
 - a. Setiap kecelakaan dilakukan investigasi dan dianalisa dianalisis serta dilaporkan;
 - b. Tindak dan tanduk setiap manajer adalah pencerminan tentang kepedulian terhadap K3;
 - c. Disiplin dalam implementasi menuju pembangunan karakter budaya K3.

3. Standardisasi K3 Peralatan, Mesin, Bahan dan Instalasi

Standardisasi K3 bukan hanya berlaku terhadap untuk karyawan, tetapi juga untuk berbagai peralatan, mesin, bahan, dan instalasi yang ada di sekitar termpat kerja. Maksudnya, berbagai hal tersebut harus benar-benar memenuhi standar persyaratan yang diberlakukan sehingga memberikan keamanan bagi para pekerja. Standardisasi Standardisasi K3 peralatan, mesin, bahan, dan instalasi adalah sebagai berikut.

1. Semua peralatan, pesawat, bahan berbahaya, dan instalasi yang berbahaya telah memiliki perizinan dan dilakukan pengujian berkala.
2. Semua peralatan, pesawat, bahan berbahaya, instalasi yang berbahaya telah dilakukan identifikasi/penilaian risiko, pengendalian, baik administratif maupun teknis.
3. Semua peralatan, pesawat, bahan berbahaya, instalasi yang berbahaya dilayani oleh operator atau petugas yang memiliki kualifikasi dan kompetensi.
4. Semua jenis pekerjaan berisiko dilakukan penilaian dan dibuatkan standar Operating Procedure (SOP) keselamatan kerja.



5. Kondisi lingkungan kerja dilakukan pengukuran dan pengujian untuk mengetahui parameternya.

Setelah ini, sebagai bahan penguatan pemahaman materi silahkan kalian mengerjakan Lembar Aktivitas-1 di bawah ini.

Lembar Aktivitas

1

Tugas Individu

Kegiatan “Literasi Pustaka”

1. Berdasarkan sumber-sumber belajar daring dan referensi pustaka, silakan kalian buat penjelasan tertulis terkait arti simbol di bawah ini.



2. Buatlah contoh K3LH di dunia kerja industri.
3. Buatlah poin 1 dan 2 tersebut ke dalam bentuk laporan kajian pustaka.

4. Landasan Hukum Pelaksanaan K3LH

Pelaksanaan K3LH di tempat kerja dan di lingkungan pekerjaan menjadi suatu kewajiban. Pelaksanaannya didasari pedoman hukum yang menjadi pegangan dan panduan. Landasan hukum ini juga berfungsi untuk menjaga agar setiap pelaksanaan pekerjaan melaksanakan K3LH. Jika diabaikan maka akan berakibat hukum.

Ada beberapa landasan hukum pelaksanaan K3LH, di antaranya sebagai berikut.

a. UU No 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja

Secara garis besar, isinya membahas tentang tempat di mana dilakukan pekerjaan bagi suatu usaha, adanya tenaga kerja yang bekerja, dan danya bahaya kerja di tempat kerja tersebut.

b. Permenaker No 5 Tahun 1996 Tentang Sistem Manajemen K3

Secara garis besar, peraturan ini menegaskan bahwa sistem manajemen K3 wajib diberlakukan jika perusahaan memperkerjakan 100 tenaga kerja atau lebih, juga jika tempat atau lingkungan kerja mengandung potensi bahaya. Bahaya tersebut dapat ditimbulkan oleh karakteristik proses atau bahan produksi yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja, seperti;

ledakan, kebakaran, pencemaran lingkungan, dan penyakit akibat kerja (PAK).

c. Permenaker No. 4 Tahun 1987 Tentang Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja (P2K3)

Berdasarkan peraturan di atas, tempat kerja yang mempekerjakan 100 orang atau lebih harus memberikan jaminan keselamatan dan kesehatan kepada karyawannya, yaitu dengan adanya Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja (P2K3).

P2K3 juga berlaku terhadap perusahaan yang mempekerjakan kurang dari 100 orang, tetapi menggunakan bahan, proses, dan instalasi yang memiliki risiko besar akan terjadinya ledakan, kebakaran, keracunan, dan pencemaran radio aktif.

Setelah kalian membaca dan memahami landasan hukum dari pelaksanaan K3LH di lingkungan kerja, silakan kalian mengerjakan Lembar Aktivitas -2 di bawah ini.

Lembar Aktivitas

1

Tugas Kelompok

Diskusi dan Laporan Pustaka

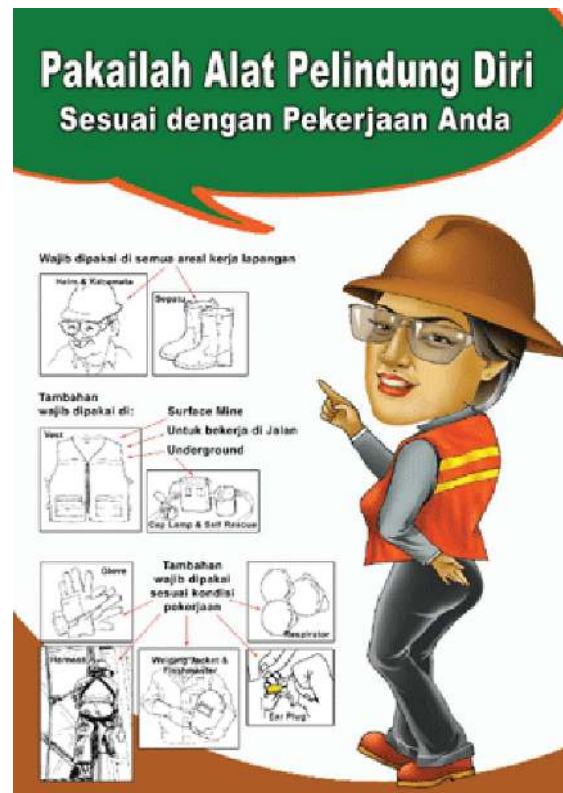
1. Bentuklah kelompok sebanyak 4 kelompok besar.
2. Setiap kelompok diberi tugas terkait landasan hukum pelaksanaan K3LH meliputi:
 - a. macam-macam aturan hukum terkait K3LH;
 - b. rangkuman isi masing-masing landasan hukum pelaksanaan K3LH; dan
 - c. studi kasus terkait pelaksanaan K3LH baik dari berita daring atau kajian lainnya.
3. Masing-masing kelompok mempresentasikan hasil kerjanya dan menjawab pertanyaan dari kelompok lainnya di depan kelas.
4. Hasil pekerjaan kalian akan menjadi dokumen portofolio.

5. Alat Perlengkapan Diri (APD)

Alat Perlengkapan Diri (APD) adalah alat perlengkapan yang wajib dipakai oleh pekerja untuk menjaga keselamatan diri, baik saat bekerja maupun saat berada di lingkungan kerja. Pemakaian APD harus disesuaikan dengan kebutuhan dan potensi bahaya yang ada di tempat kerja. Oleh karena itu,

potensi bahaya yang ada juga harus disesuaikan dengan syarat-syarat APD dan hasil evaluasi dalam pemantauan lingkungan kerja. Perlu kalian ketahui, APD adalah cara pengendalian terakhir setelah pengendalian secara teknis dan administrasi.

Untuk memahamkan kalian mengenai manajemen penggunaan APD yang disesuaikan dengan lingkungan kerja, coba kalian perhatikan dan pelajari gambar dan tabel berikut ini.



Gambar 5.2 Ilustrasi penggunaan APD
Sumber: Rachmat (2022)

Berdasarkan Permenakertrans No. 08/Men/VII/2010 Pasal 3, APD yang dimaksud adalah sebagai berikut.

a. Berdasarkan ayat (1) APD meliputi:

- 1) pelindung kepala;
- 2) pelindung mata dan muka;
- 3) pelindung telinga;
- 4) pelindung pernapasan beserta perlengkapannya;
- 5) pelindung tangan; dan/atau
- 6) pelindung kaki.

- b. Berdasarkan ayat (2) selain APD tersebut, alat yang termasuk APD meliputi:
- 1) pakaian pelindung;
 - 2) alat pelindung jatuh perorangan; dan/atau
 - 3) pelampung.

Tabel 5.1 APD di Tempat Kerja

Lokasi	Alur Proses	Identifikasi Bahaya	Bagian Tubuh yang Terkena	Jenis APD	
Pembuatan Mebel dari kayu	Persiapan Bahan Baku	Kejatuhan benda	Kaki, kepala	Sepatu (<i>toe cap</i>) dan helm	
		Terjepit	Jari Tangan	Sarung tangan kulit	
		Terbentur	Kaki	Sepatu (<i>toe cap</i>)	
		Debu	Saluran napas	Masker debu	
	Pengawetan kayu	Bahan kimia cair	Tangan, tubuh		Sarung tangan karet, baju kerja
			Bahan Kimia uap	Saluran napas, mata	<i>Respirator cartridge, full face</i>
		Terbentur	Kaki	Sepatu (<i>toe cap</i>)	
		Kejatuhan Benda keras	Kaki	Sepatu (<i>toe cap</i>)	
		Tergelincir	Kaki	Sepatu (<i>toe cap</i>)	
		Pemotongan	Terpotong	Jari tangan	Sarung tangan kulit
			Terjepit	Jari tangan	Sarung tangan kulit
	Tergores		Jari tangan	Sarung tangan kulit	
	Terbentur		Kaki	Sepatu (<i>toe cap</i>)	
	Kejatuhan benda keras		Kaki	Sepatu (<i>toe cap</i>)	
	Debu		Saluran napas	Masker debu	
	Percikan kayu		Muka, mata	<i>Face shield</i>	
	Sengatan listrik		Kaki, tangan	Sepatu anti statik	
	Pengelasan	Percikan api	Mata	Kacamata	
		<i>Fume</i>	Saluran napas	<i>Respirator cartridge</i>	
		Sinar UV	Mata	Kacamata	
		Kontak dengan benda panas	Tangan, kaki	Sarung tangan anti statik	
	Penghalusan	Debu kayu	Saluran napas	Masker debu	
		Tergores	tangan	Sarung tangan	



Lokasi	Alur Proses	Identifikasi Bahaya	Bagian Tubuh yang Terkena	Jenis APD
		Terjepit	Jari tangan	Sarung tangan
		Kejatuhan benda	Kaki	Sepatu (<i>toe cap</i>)
		Tersandung	Kaki	Sepatu (<i>toe cap</i>)
		Kelilipan	Mata	Kacamata
	Pengecatan/Plitur	Gas	Saluran napas	<i>Respirator cartridge</i>
		Tersandung	Kaki	Sepatu (<i>toe cap</i>)
		Kontak dengan kimia cair	Tangan, badan, mata	Sarung tangan, baju kerja, kacamata
		Terpeleset	Kaki	Sepatu antislip

6. Simbol K3LH dalam Industri

Selain menyediakan APD, pelaksanaan K3LH di tempat kerja juga harus menempatkan simbol-simbol sebagai rambu penunjuk terkait K3LH. Simbol-simbol tersebut perlu diperhatikan dan dipahami oleh semua orang yang berada di lingkungan kerja tersebut. Oleh karena itu, rambu-rambu K3LH ini sudah terstandarisasi, baik bentuk maupun maknanya dan penempatannya disesuaikan dengan sumber bahaya serta kemungkinan kecelakaan kerja.

Simbol-simbol K3LH di tempat kerja terbagi ke dalam beberapa kelompok besar, yaitu:

- rambu-rambu di tempat kerja;
- label kemasan dan transportasi B3;
- tanda papan informasi di tempat kerja; dan
- label dan warna perpipaan.



Gambar 5.3 Simbol K3LH di tempat kerja
Sumber: Rachmat (2022)

Selanjutnya, agar kalian dapat memahami lebih dalam penerapan simbol K3LH di lingkungan kerja, pelajari dan kerjakan kegiatan belajar sesuai penugasan yang diberikan pada lembar aktivitas-3 dengan tema *Game of Safety*.

Tugas Kelompok

Kegiatan : *Game of Safety*

Langkah Persiapan :

1. Setiap kalian diberi tugas untuk mendapatkan informasi terkait APD, minimal 3 macam, terdiri atas gambar, fungsi, dan penggunaan APD.
2. Kalian harus membentuk 5 kelompok, tiap kelompok harus mengumpulkan informasi jenis APD yang sudah didapat oleh masing-masing kelompok.
3. Berikan penguatan informasi dengan gambar dan informasi tambahan terkait APD.
4. Setiap kelompok menyusun APD yang didapat kelompoknya berdasarkan klasifikasi jenis-jenis APD. APD yang sama dihitung 1 dan menghitung total jumlah APD yang dikumpulkan. Setiap APD yang masuk dalam daftar mendapat nilai 25. Total nilai yang didapat oleh setiap kelompok akan menjadi modal pada kegiatan *Game of Safety*.
5. Setiap kelompok diberi tugas mendapatkan informasi dari sumber-sumber belajar lain terkait simbol-simbol K3LH.

Pelaksanaan Permainan

Aturan Permainan *Game of Safety*:

1. Guru sebagai wasit memutar roda penunjuk yang nantinya jarum penunjuk berhenti pada salah satu kelompok.
2. Kelompok yang ditunjuk diminta mengambil 1 kartu yang sudah disiapkan. Isi kartu tersebut adalah gambar APD dan atau simbol K3LH yang harus dijelaskan oleh kelompok yang mendapat tugas.
3. Kelompok yang ditunjuk oleh roda putar diberi pilihan akan menjawab atau melempar pertanyaan tersebut. Bila menjawab sendiri dan benar akan mendapat nilai 10. Apabila melemparkannya ke kelompok lain dan kelompok tersebut tidak bisa menjawab, maka perolehan nilai kelompok itu diambil 10 untuk diberikan ke kelompok yang melempar pertanyaan. Sebaliknya, apabila kelompok yang mendapat lemparan pertanyaan dapat menjawab, kelompok tersebut mendapat nilai 15.
4. Tiap kelompok diberi waktu 2 menit untuk mempersiapkan jawaban dan menjelaskannya.
5. Seterusnya dilakukan pemutaran kembali roda penunjuk. Permainan ini dilakukan sampai kartu soal habis atau situasional.
6. Kelompok pemenang adalah yang mempunyai nilai terbesar saat permainan berakhir.

B. Prosedur Darurat dan Bahaya Kerja

Setelah melaksanakan kegiatan belajar dan melakukan aktivitas pembelajaran pada materi ini, kalian akan dapat mendesain prosedur darurat dan bahaya di tempat kerja. Perhatikanlah gambar berikut ini.



Gambar 5.4 Standarisasi APD (Alat Pelindung Diri)
Sumber: Rachmat (2022)

Gambar di atas menunjukkan aneka Alat Pelindung Diri (APD) yang sudah terstandarisasi.. Berbagai peralatan tersebut sangat diperlukan sebagai bagian dari prosedur darurat dan bahaya kerja.

Prosedur darurat dan bahaya kerja meliputi kondisi darurat yang dihadapi di saat melaksanakan pekerjaan. Kecelakaan kerja bisa saja dapat terjadi kapan saja dan potensinya ada dalam setiap pekerjaan.

1. Kondisi Darurat

Kondisi darurat adalah suatu keadaan sulit yang tidak diduga, yang memerlukan penanggulangan segera supaya tidak terjadi kecelakaan. Saat itu terjadi maka harus segera dilaksanakan tanggap darurat. Dalam pelaksanaannya, tanggap darurat merujuk pada ruang lingkup dari kondisi darurat itu sendiri.

a. Ruang Lingkup

Ruang lingkup kondisi darurat meliputi;

- 1) kebakaran yang gagal dipadamkan regu pemadam kebakaran perusahaan;
- 2) peledakan;

- 3) kebocoran gas/cairan/material berbahaya yang tidak dapat diatasi dalam waktu singkat;
- 4) keracunan;
- 5) bencana alam;
- 6) perampokan;
- 7) ancaman bom;
- 8) demonstrasi/unjuk rasa; dan
- 9) huru-hara.

b. Pelaksanaan Tanggap Darurat

Dalam pelaksanaan tanggap darurat, berikut adalah hal-hal yang harus dilakukan, yaitu.

- 1) Matikan/hentikan seluruh proses/mesin/aktivitas produksi/kerja;
- 2) Segera menuju titik evakuasi dengan mengikuti jalur evakuasi darurat;
- 3) Selamatkan aset yang memungkinkan untuk diselamatkan;
- 4) Tetap tenang dan cepat bertindak;
- 5) Informasikan kepada petugas Tanggap Darurat apabila ada rekan yang masih tertinggal/terperangkap/terluka;
- 6) Tetap di area aman hingga ada instruksi lanjutan dari petugas berwenang;

2. Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja dapat terjadi kapan dan di mana pun. Oleh karena itu, K3LH harus ada di setiap perusahaan sebagai upaya untuk menghindari atau meminimalisir kecelakaan di tempat kerja.

Kecelakaan kerja tentunya bukan hal yang diinginkan terjadi, namun bisa terjadi kapan saja. Bentuknya bisa berupa cedera, penyakit akibat kerja (PAK), ataupun yang fatal (kematian). Selain itu, adapula istilah *nearmiss*, yaitu kondisi hampir celaka.

Kecelakaan kerja biasanya akan diawali oleh potensi bahaya dan kejadian hampir celaka (*nearmiss*), juga hal-hal lain yang ada di dalam kecelakaan dan atau sebelum kejadiannya kecelakaan. Hal ini dijelaskan pada gambar berikut.





Gambar 5.5 Piramida kecelakaan kerja
Sumber: Rachmat (2022)

Penyebab kecelakaan kerja yang terjadi di lingkungan kerja dapat disebabkan oleh berbagai hal, seperti kurangnya sarana keselamatan, kelalaian, faktor pekerjaan, serta kondisi tempat kerja yang tidak aman sehingga terjadi kontak dengan sumber bahaya. Kondisi-kondisi demikian yang hingga akhirnya menjadi kerugian, baik kepada karyawan sendiri maupun perusahaan. Rangkaian ini dikenal dengan istilah efek domino. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 5.6 Efek domino penyebab kecelakaan kerja
Sumber: H.W. Heinrich (2000)



Setelah kalian mempelajari materi-materi di bab ini, sebagai penguatan silahkan kalian mengerjakan Lembar Aktivitas berikut.

Lembar Aktivitas

4

Tugas Kelompok

Nama Aktivitas : Studi Kasus K3LH

1. Buat kelompok terdiri atas 5 orang siswa.
2. Tiap kelompok diberi tugas dengan mencari video kecelakaan kerja dari berbagai macam sumber belajar daring dan atau media sosial.
3. Tiap kelompok harus menampilkan video yang berbeda dengan kelompok lainnya. Pemilihan video harus dikonfirmasi ke guru untuk mendapatkan persetujuan.
4. Tiap kelompok diharuskan membuat laporan analisis terkait K3LH yang terdiri atas:
 - a) jenis kecelakaan kerja yang terjadi;
 - b) penyebab kecelakaan kerja; dan
 - c) rekomendasi APD yang harus digunakan untuk mencegahnya.
5. Tiap kelompok mempresentasikan hasilnya di depan kelas.
6. Kelompok lain harus memberikan pertanyaan, sanggahan dan atau opini terkait video dan penjelasan yang diberikan oleh kelompok yang tampil.
7. Kumpulkan hasil tugas berupa video, penjelasan analisis K3LH, dan hasil tanggapan diskusi.
8. Siswa mengikuti dan memerhatikan penguatan materi yang diberikan guru.

Lembar Aktivitas

5

Tugas Kelompok

1. Perhatikan dan pahami lembar aktivitas-4
2. Baca dan pahami uraian materi penguatan yang diberikan oleh guru mata pelajaran.
3. Tambahkan informasi dari sumber-sumber daring dan media sosial terkait kondisi darurat, kecelakaan kerja, dan penggunaan APD di tempat kerja.
4. Rumuskan cara dan langkah pengendalian kecelakaan kerja.

5. Hasil pengerjaan tugas dikumpulkan dalam bentuk laporan kerja dan menjadi penilaian portofolio kelompok.

C. Budaya Kerja Industri

Pada materi ini, kalian akan mempelajari budaya kerja industri yang dikenal dengan 5R, yaitu; Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin pada kegiatan praktik di sekolah. Sebelumnya, perhatikan dan pelajarilah gambar berikut



Gambar 5.7 Kondisi kerja tidak aman
Sumber: Rachmat (2022)

Pengertian istilah 5R dalam budaya kerja industri adalah cara untuk mengatur dan mengorganisir tempat kerja menjadi tempat yang lebih baik secara berkelanjutan untuk bekerja.



Gambar 5.10 Contoh penerapan budaya kerja industri 5R
Sumber: Rachmat (2022)

Tujuan dari penerapan 5R adalah untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas tempat kerja. Dengan demikian, perusahaan dan pekerja sama-sama mendapatkan manfaatnya, seperti meningkatnya produktivitas karena pengaturan tempat kerja yang lebih efisien. Para pekerja pun merasa semakin nyaman karena tempat kerja selalu bersih dan juga luas.

Dengan kualitas tempat kerja yang baik, tingkat bahaya pun akan berkurang. Hal ini tentu memberikan manfaat kepada perusahaan dan menambah penghematan karena mengurangi pembiayaan pengobatan bagi karyawan yang mendapat kecelakaan di tempat kerja.

Secara umum langkah-langkah yang dilakukan pada penerapan 5R pada pelaksanaan pekerjaan yaitu sebagai berikut.

1. Ringkas

- a. Memilah barang yang diperlukan dan yang tidak diperlukan.
- b. Memilah barang yang sudah rusak dan barang yang masih dapat digunakan.
- c. Memilah barang yang harus dibuang atau tidak.
- d. Memilah barang-barang yang sering digunakan atau yang jarang penggunaannya.

2. Rapi

- a. Menata atau mengurutkan peralatan atau barang berdasarkan alur proses kerja.
- b. Menata atau mengurutkan peralatan atau barang berdasarkan frekuensi penggunaan, keseragaman, fungsi, dan batas waktu.
- c. Pengaturan tanda visual supaya peralatan atau barang tersebut mudah ditemukan.

3. Resik

- a. Membersihkan tempat kerja dari semua kotoran, debu dan sampah.
- b. Menyediakan sarana dan prasarana kebersihan di tempat kerja.
- c. Meminimalisir sumber-sumber sampah dan kotoran.
- d. Melakukan peremajaan tempat kerja jika sudah tampak usang atau melakukan perbaikan jika ada bagian yang rusak.

4. Rawat

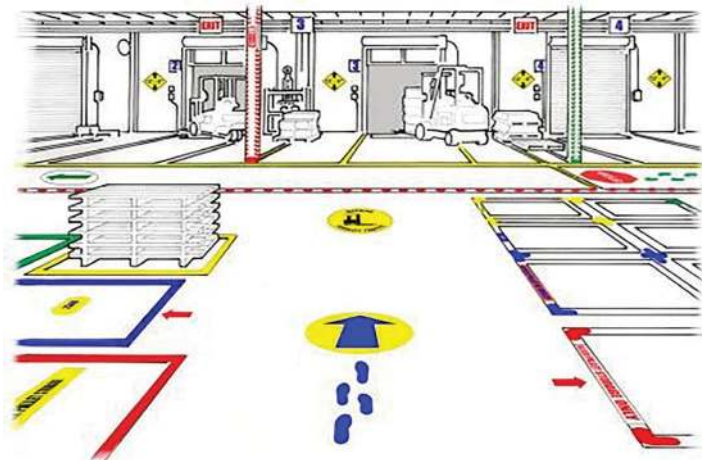
Rawat berarti mempertahankan tiga kondisi di atas (ringkas, rapi, resik) dari waktu ke waktu.



5. Rajin

Mendisiplinkan diri untuk melakukan empat hal di atas, yaitu; langkah ringkas, rapi, resik, rawat, dan rajin.

Sebagai contoh perhatikanlah gambar berikut yang menggambarkan pengaturan tata letak di lingkungan kerja.



Gambar 5.9 Tata letak peneran 5R di tempat kerja
Sumber: datacenterdynamics.com

Lingkungan kerja dengan penerapan semboyan 5R akan membuat suasana pekerjaan lebih tertata dan kecelakaan kerja akan terminimalisir. Semboyan 5R ini bukan hanya baik diterapkan di tempat kerja saja, tetapi sangat baik pula diterapkan di lingkungan sekolah, khususnya di sekolah yang memiliki sarana bengkel.

Perhatikan gambar berikut ini, betapa nyamannya lingkungan kerja yang telah menerapkan 5R dengan konsisten.



Gambar 5.10 Penerapan budaya 5R di industri
Sumber: datacenterdynamics.com

Setelah kalian mempelajari materi tentang K3LH silahkan mengerjakan Lembar Aktivitas-6 di bawah ini sebagai penguatan pembelajaran yang telah kalian lakukan.

Lembar Aktivitas

5

Tugas Kelompok

Nama Kegiatan : *Visit Plant Tour*

1. Pahami penguatan materi awal yang diberikan oleh guru mata pelajaran.
2. Siswa dibagi kelompok yang masing-masing terdiri dari 3 orang siswa.
3. Tiap kelompok menyusun daftar pertanyaan yang akan ditanyakan ke petugas di tempat industri yang akan dikunjungi.
4. Tiap kelompok diberi tugas untuk:
 - a) mendapatkan dokumentasi kegiatan dan atau gambar serta video yang memperlihatkan budaya kerja industri;
 - b) memilah kegiatan-kegiatan dalam dokumentasi yang telah dikumpulkan ke dalam jenis-jenis budaya kerja industri; dan
 - c) Mendapat penjelasan terkait manfaat budaya kerja industri.
5. Tiap anggota kelompok harus membuat laporan *visit plant tour* secara individual dan menjadi penilaian portofolio.



Refleksi

Setelah kalian mempelajari materi K3LH ini Peserta didik dapat mengukur pemahaman mereka yang didapat setelah mempelajari bab ini, dengan menjawab pertanyaan berikut.

1. Apa kelebihan yang saya punya?
2. Menurut kalian materi apa yang paling menarik dari materi pembelajaran ini?
3. Bagian mana dari materi pelajaran ini yang dapat diperbaiki untuk pertemuan materi berikutnya?
4. Keterampilan apa saja yang kalian dapat kembangkan setelah mengikuti pembelajaran materi ini?

I. Kinerja Berbentuk Fortofolio

1. Kumpulkan berkas lembar kerja dari hasil pengerjaan Lembar Aktivitas 1, 2, 4 dan 6.
2. Lengkapi berkas lembar kerja hasil tugas yang belum lengkap.

II. Tes Tertulis

Sifat Ujian : Tutup Buku

Jenis soal : Pilihan Ganda Banyak

Perintah : Pilihlah 1 atau 2 pilihan jawaban

1. Berikut yang menjadi spesifikasi simbol K3LH adalah

A. roda gigi warna hijau	C. jumlah gigi 11
B. tanda palang merah di tengah	D. warna dasar merah
2. Dasar hukum penerapan K3 di tempat kerja/industri adalah

C. Permendiknas No. 17 tahun 1970	C. UU Sisdiknas tahun 2019
D. UU No. 1 tahun 1970	D. Permenaker No. 5 Th. 1987
3. Mana yang termasuk APD saat bekerja?



4. Berdasarkan kelas kebakaran, APAR jenis C untuk kebakaran jenis ?

a. Kebakaran logam	c. Kebakaran listrik
b. Kebakaran bahan masakan	d. Kebakaran gas-cairan



5. APD ini digunakan untuk perlindungan?



- a. Pernafasan
- b. Wajah
- c. Mata
- d. Paparan Uap dan Gas

Sifat Ujian : *Open Book* (Buka Buku)

Jenis soal : Essay

Perintah :

1. Perhatikan gambar 5.13 tentang situasi tempat bekerja di bawah.
2. Identifikasi aktivitas pekerjaan dan potensi bahayanya.
3. Identifikasi jenis kecelakaan kerja yang mungkin akan terjadi dari kondisi pekerja dan aktivitas pekerjaan yang dilakukan.
4. Berikan rumusan prosedur aktivitas pekerjaan cara dan langkah pengendalian kecelakaan kerja.
5. Rekomendasikan jenis APD yang harus digunakan.



Gambar 5.13 Aktivitas pekerjaan dan kondisi tempat kerja
Sumber: katatatas.com

III. PROJECT WORK

Project Work-1

No dan Nama Project : T-01 K3 & APD

Rincian pekerjaan :

1. Tugas kelompok @3 siswa
2. Membuat spanduk/poster terkait himbauan pelaksanaan K3 di tempat kerja/industri
3. Membuat design simbol-simbol K3LH di bengkel masing-masing sekolah

Project Work-2

Nama Kegiatan : Bedah Bengkel

Jenis Kegiatan : Kelompok

Rincian pekerjaan :

1. Siswa dibagi kelompok sejumlah bengkel yang akan di jadikan objek penataan sesuai Budaya Kerja Industri 5R
2. Tiap kelompok diberi 1 bengkel untuk dijadikan objek praktek
3. Tiap kelompok harus menata bengkel sesuai prinsip 5R dan sesuai referensi hasil Visit Plant Tour yang telah dilakukan.
4. Buat dokumentasi sebelum dan setelah dilakukan kegiatan “Bedah Bengkel”



Pengayaan

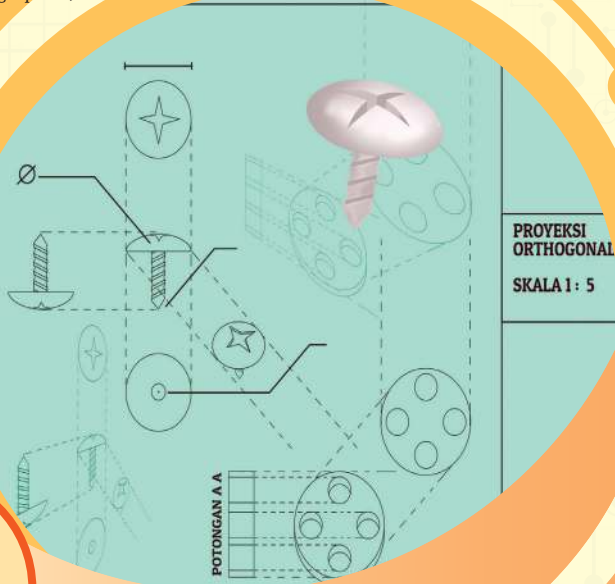
Klasifikasi Kebakaran

Salah satu kecelakaan yang kerap terjadi di tempat kerja adalah kebakaran. Sering kali, bencana ini bukan saja merugikan bukan saja merugikan perusahaan juga para pekerja, bahkan tidak sedikit diberitakan banyaknya jatuh korban. Penyebabnya bisa karena kelalaian si pekerja atau karena perusahaan yang abai akan pengadaan K3LH di perusahaannya. Telepas dari itu, penting untuk kamu ketahui mengenai klasifikasi kebakaran dan media pemadamnya, sebeagai mana yang dikeluarkan oleh *National Fire Protection Association (NFPA)* Amerika.



Kelas Kebakaran	Media Pemadam
 Padat Non Logam	 Air, Uap Air, Serbuk Kimia, Busa
 Gas/Uap/Cairan	 Serbuk Kimia, CO2, Busa
 Aliran Listrik	 Serbuk Kimia, CO2, Uap Air
 Logam	 Serbuk Kimia Sorium Klorida, Grafit, dsj
 Bahan Radioaktif	<Belum Diketahui Secara Spesifik>
 Bahan Masakan	 Cairan Kimia, Serbuk Kimia, CO2

Gambar 5.14 Klasifikasi kebakaran dan media pemadam
 Sumber: National Fire Protection Association (NFPA) Amerika (2018)



BAB VI

Gambar Teknik



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu membuat gambar teknik berstandar ISO untuk gambar kerja proyek, ukuran dan potongan, toleransi dan konfigurasi permukaan, pengelasan, dan juga ulir baut.



Kata Kunci

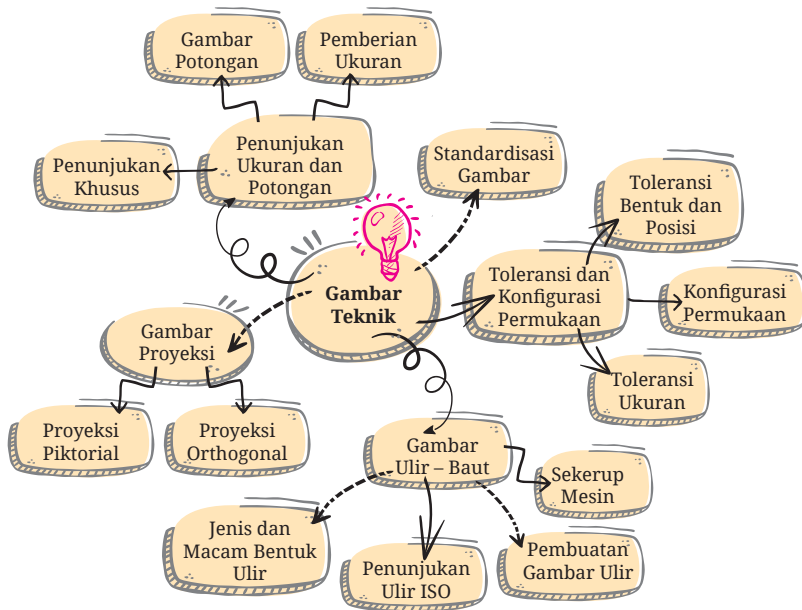
- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> gambar teknik | <input checked="" type="checkbox"/> toleransi |
| <input checked="" type="checkbox"/> proyeksi | <input checked="" type="checkbox"/> pengelasan |
| <input checked="" type="checkbox"/> penunjukan ukuran | <input checked="" type="checkbox"/> ulir-baut |

? Pertanyaan Pemantik

Apa yang dapat kalian lihat dari gambar teknik?

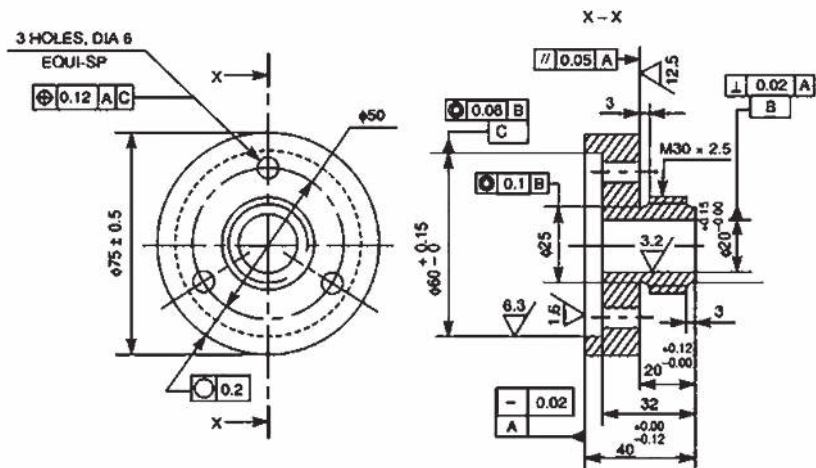


Peta Konsep



Apersepsi

Perhatikan gambar berikut.



Gambar 6.1 Gambar Teknik

Sumber: Rachmat (2022)

1. Apa yang ada dalam pikiran kalian terkait gambar teknik?
2. Carilah dari berbagai sumber informasi tentang jenis-jenis gambar teknik.

Lembar Aktivitas 1

Aktivitas Individu

TUGAS – 1

1. Catat pemahaman kalian terkait maksud dari gambar Teknik.
2. Kumpulkan jenis-jenis gambar teknik yang sudah kalian dapat dari hasil pencarian di media daring dan atau lainnya (berbentuk tangkapan layar dan lainnya).

A. Standardisasi Gambar

Setelah melaksanakan kegiatan belajar dan melakukan aktivitas pembelajaran pada materi ini, kalian akan dapat membuat dasar-dasar gambar teknik berstandar ISO.

1. Pengertian Gambar Teknik

Gambar teknik adalah alat komunikasi yang efektif untuk menyampaikan gagasan seorang perancang menjadi suatu bentuk yang dapat dibaca dan dipahami oleh semua pelaku teknik. Gambar teknik juga sangat membantu dalam komunikasi dengan ahli teknik yang berasal dari negara lain karena keterbatasan bahasa. Pemahaman yang baik terhadap gambar teknik akan berdampak pada proses perancangan dan manufaktur.

Ketika kalian memasuki dunia kerja di bidang Industri, pemahaman standar gambar akan sangat berpengaruh terhadap proses kerja. Tata cara pelaksanaan pembuatan gambar teknik diatur menurut standar yang digunakan. Standardisasi gambar teknik ini dilakukan oleh ISO (International Organization for Standardization). Perhatikan gambar berikut.



Gambar 6.2 Kondisi kerja tanpa pemahaman gambar
Sumber: Rachmat (2022)



Gambar 6.3 Kondisi kerja dengan pemahaman gambar
Sumber: Rachmat (2022)

Lembar Aktivitas 2

Aktivitas Individu

TUGAS – 2

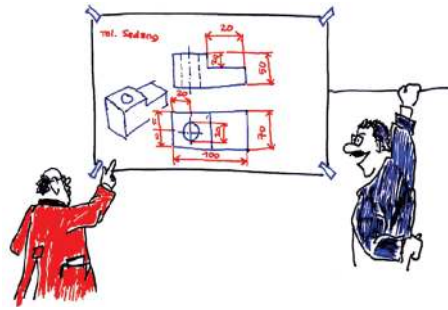
Buat ilustrasi dari 2 kondisi kerja yang kalian lihat pada dua gambar di atas dalam bentuk narasi, berikan opini atas jawaban kalian (Apa, mengapa, dan penilaian kondisi terbaik).

Perhatikan dan pelajari kondisi yang ada pada gambar di bawah ini. Gambar tersebut memperlihatkan komunikasi pada pekerjaan teknik. Setelah itu, silakan kalian kerjakan tugas pada lembar aktivitas.



Gambar 6.4 Ilustrasi penggunaan bahasa lisan dan tulisan dalam menyampaikan ide pembuatan suatu komponen.

Sumber: Rachmat (2022)



Gambar 6.5 Ilustrasi penggunaan bahasa gambar dalam menyampaikan ide pembuatan suatu komponen.

Sumber: Rachmat (2022)

Lembar Aktivitas

3

Aktivitas Individu

TUGAS – 3

Berikan penjelasan terkait pemahaman kalian terhadap dua gambar di atas (Gambar 6.4 dan 6.5) sebagai ilustrasi cara berkomunikasi dalam kegiatan pekerjaan di Industri dan Dunia Kerja Bidang Teknik.

Lembar Aktivitas

4

Aktivitas Individu

TUGAS – 4

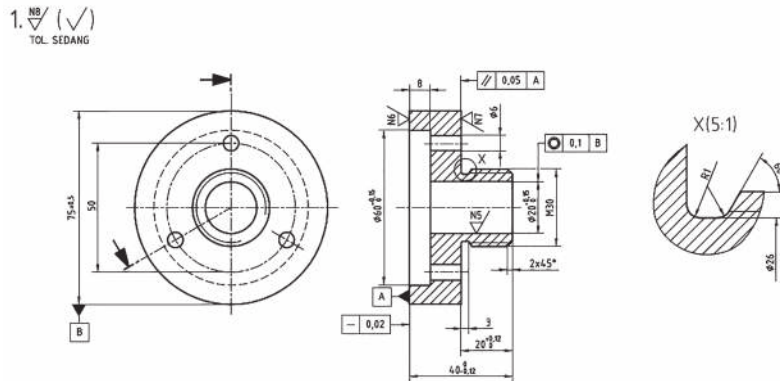
1. Perhatikan catatan yang kalian buat terkait Tugas – 1 pertanyaan No. 1
2. Adakah informasi terbaru yang didapat setelah kalian membaca materi di atas? Apabila ada penambahan, koreksi, penyempurnaan, atau perubahan silakan kalian buat catatan baru.
3. Kumpulkan hasil catatan tersebut ke guru.
4. Sampaikan hasil jawaban kalian menggunakan bahasa sendiri dengan terlebih dahulu mengangkat tangan.
5. Silakan bertanya dan berdiskusi untuk menambahkan informasi agar pemahaman terkait materi di atas lebih baik lagi.

2. Jenis-Jenis Gambar

Ide seorang perancang teknik yang dituangkan dalam bentuk gambar teknik dapat berupa gambar komponen, dapat pula berupa gambar susunan atau gambar rakitan.

a. Gambar Bagian

Gambar bagian digunakan untuk menggambar komponen mesin. Jenis gambar ini disebut juga dengan gambar detail, gambar kerja, gambar produksi, atau gambar mesin. Gambar teknik biasanya dalam *orthographic*. Dengan kata lain, gambar bagian, bukan hanya terlihat bagus, namun juga dapat dimengerti.



Gambar 6.6 Gambar bagian
Sumber: Rachmat dkk (2022)

b. Gambar Susunan (Assembly Drawing)

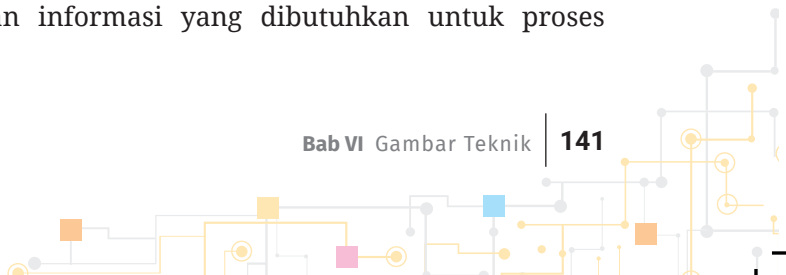
Gambar susunan atau *assembly drawing* adalah gambar yang menunjukkan keseluruhan komponen mesin atau sistem yang terlokasi dan teridentifikasi. Tujuannya adalah mengidentifikasi setiap bagian mesin atau sistem untuk keperluan perakitan.. Untuk lebih jelasnya, perhatikan tabel di bawah ini.

Tabel 6.1 Macam-macam gambar rakitan

2. Gambar Susunan/Rakitan (<i>Assembly Drawing</i>)	
gambar yang menunjukkan berbagai komponen dari suatu mesin dalam posisi yang benar sesuai dengan fungsi/kerja komponen.	
Gambar Susunan Desain (<i>Design Assembly Drawing</i>)	Gambar Susunan Detail (<i>Detailed Assembly Drawing</i>)
Gambar Sub-Susunan (<i>Sub-assembly Drawing</i>)	Gambar Susunan Instalasi (<i>Installation Assembly Drawing</i>)
Gambar Susunan untuk Katalog (<i>Assembly Drawing for Catalogues</i>)	Gambar Susunan Terurai (<i>Exploded Assembly Drawing</i>)
Gambar Susunan Panduan Petunjuk (<i>Assembly Drawing for Instruction Manuals</i>)	Gambar Susunan Skema (<i>Schematics Assembly Drawing</i>)
<i>Machine Shop Drawing</i>	Gambar Paten (<i>Patent Drawing</i>)

Sumber: Rachmat dkk (2018)

- 1) **Gambar Susunan Desain (*Design Assembly Drawing*)**
Ketika sebuah mesin didesain, hal yang pertama kali dilakukan adalah membuat gambar susunan (*assembly drawing*). Dengan demikian, rancangan dapat memvisualisasikan secara jelas gagasan si perancang.
- 2) **Gambar Susunan Detail (*Detailed Assembly Drawing*)**
Gambar susunan detail biasanya dibuat untuk mesin atau peralatan yang sederhana. Semua dimensi dan informasi yang dibutuhkan oleh semua komponen dan proses perakitannya digambarkan langsung pada gambar susunan tersebut.
- 3) **Gambar Sub-Susunan (*Sub-assembly Drawing*)**
Gambar sub-susunan (*sub-assembly drawing*) adalah ilustrasi yang menggambarkan bagaimana bagian-bagian yang lebih kecil dari sebuah komponen disatukan sehingga, setelah bagian-bagian tersebut disatukan. Menjadi sebuah komponen atau sistem yang utuh.
- 4) **Gambar Susunan Instalasi (*Installation Assembly Drawing*)**
Gambar ini menyediakan informasi yang berguna untuk perakitan mesin. Hal ini karena semua komponen mesin ditunjukkan dalam posisi kondisi kerja yang sesuai.
- 5) **Gambar Susunan untuk Katalog (*Assembly Drawing for Catalogues*)**
Gambar susunan khusus disiapkan untuk katalog perusahaan. Gambar ini hanya menunjukkan detail dan dimensi yang bersangkutan dengan kebutuhan atau kepentingan pembeli yang potensial.
- 6) **Gambar Susunan Terurai (*Exploded Assembly Drawing*)**
Gambar susunan terurai adalah gambar teknis suatu objek, seperti mesin dan sebagainya, merinci setiap bagiannya, termasuk hubungan satu sama lain dari masing-masing hubungan tersebut.
- 7) **Gambar Susunan untuk Panduan Petunjuk (*Assembly Drawing for Instruction Manuals*)**
Model gambar ini digunakan semacam buku petunjuk dalam perakitan mesin. Biasanya disertakan dengan mesin yang dikirim ke luar negeri. Misalnya, mengirimkan mobil, namun dengan bagian-bagian terpisah. Saat tiba di tujuan, seluruh komponen dari mobil tersebut dirakit kembali dengan menggunakan model gambar ini.
- 8) **Gambar Susunan Skema (*Schematics Assembly Drawing*)**
Gambar susunan skema merepresentasikan suatu unit atau mesin. Tujuannya, untuk mempermudah pemahaman dari prinsip kerja suatu mesin, yaitu dengan menyederhanakan ilustrasi dari mesin tersebut.
- 9) **Machine Shop Drawing**
Komponen yang diproduksi dengan proses *casting* dan *forging* dikirim ke bengkel permesinan untuk proses akhir. Pada *machine shop drawing* biasanya hanya diberikan informasi yang dibutuhkan untuk proses permesinan saja.



10) Gambar Paten (*Patent Drawing*)

Gambar paten atau *patent drawing* adalah ilustrasi tentang sebuah penemuan, bahkan memiliki nilai yang tinggi. Oleh karena itu, penting adanya pengakuan berupa paten sehingga tidak ada yang menjiplaknya.

Lembar Aktivitas

5

Aktivitas Individu

TUGAS – 5

1. Silahkan kalian buat kelompok terdiri maksimal 5 orang.
2. Masing-masing siswa menginventarisir temuan-temuan gambar yang sudah didapat dari hasil pengerjaan Tugas – 1 penugasan no. 2 berupa gambar-gambar teknik. Gambar-gambar yang sama cukup di rekap 1 kali.
3. Masing-masing kelompok dipersilakan berdiskusi untuk mengklasifikasikan gambar-gambar yang sudah terkumpul, berdasarkan jenis-jenis gambar yang mengacu pada bahan materi di atas.
4. Silakan melengkapi jenis-jenis gambar yang belum ada dengan mencari pada media daring dan sumber lainnya.

3. Standardisasi Alat Gambar

a. Kertas Gambar

Berdasarkan bahan dan penggunaannya, kertas gambar terbagi atas beberapa jenis berdasarkan keperluannya.

1) Kertas Gambar untuk Tata Letak

Bahan kertas gambar biasa, pada penggunaannya menggunakan pensil untuk menggambar dan dapat dihapus. Kertas ini biasanya digunakan untuk gambar sketsa dan gambar tata letak.

2) Kertas Gambar untuk Gambar Asli

Kertas ini berbahan kalkir, pada penggunaannya menggunakan pena gambar atau rapido serta tidak dapat dihapus. Kertas ini biasanya digunakan untuk gambar asli dan gambar cetak biru (*blue print*).

3) Film Gambar

Bahan *polyester* atau *cellulose triacetate* digunakan untuk gambar yang sangat teliti sehingga keawetannya sangat diperlukan, tidak boleh memuai atau menyusut.

Ukuran dasar kertas gambar berpatokan pada A0 dengan luas 1 m². Dengan membagi dua bagian sama besar kertas A0, akan mendapatkan ukuran kertas A1, dan begitu seterusnya hingga memperoleh ukuran kertas A4.

Tabel 6.2 Lambang dan Standar Ukuran Kertas Gambar (Satuan mm)

Lambang		A0	A1	A2	A3	A4
a × b		841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
c min		20	20	10	10	5
d _{min}	Tanpa tepi jepit	20	20	10	10	5
	Dengan tepi jepit	25	25	20	20	20

Sumber: Menggambar Mesin Standar ISO (G. Takeshi Sato)

Lembar Aktivitas 6

Aktivitas Individu

TUGAS – 6

1. Pilih kertas gambar yang sudah tersedia di laboratorium gambar/kelas.
2. Lakukan pengukuran kertas gambar sesuai bahan materi di atas.
3. Klasifikasikan masing-masing kertas gambar berdasarkan ukurannya dan beri tanda dengan menggunakan pensil.
4. Tiap siswa minimal memiliki kertas gambar 3 jenis ukuran.

b. Kepala Gambar

Dalam istilah gambar disebut Etiket biasanya terletak di sudut kanan bawah pada kertas A2 sampai dengan A0 dan pada bagian bawah pada kertas A4. Pada umumnya, kepala gambar berisikan informasi yang berkaitan dengan komponen yang digambar. Perhatikan gambar berikut.

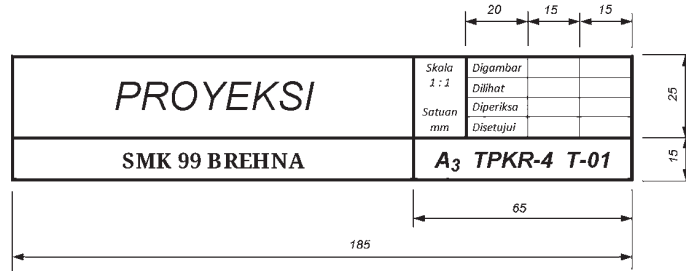
The diagram shows a standard technical drawing title block with the following fields and callouts:

- 1**: Nama (Name)
- 2**: NO. LEMBAR (Sheet Number)
- 3**: JML. (Quantity)
- 4**: PERUBAHAN (Changes)
- 5**: UKURAN KASAR (Coarse Scale)
- 6**: PERUBAHAN (Changes)
- 7**: DIGANTI DENGAN (Replaced by)
- 8**: PROYEKSI (Projection)
- 9**: SKALA (Scale)
- 10**: DIGAMBAR (Drawn)
- 11**: DIPERIKSA (Checked)
- 12**: DISAHKAN (Approved)
- 13**: UKURAN JADI (Actual Size)
- 14**: NAMA BAGIAN (Part Name)
- 15**: POS. (Position)
- 16**: NO. MATI (Drawing Number)
- 17**: UKURAN JADI (Actual Size)
- 18**: UKURAN KASAR (Coarse Scale)
- 19**: NO. ORDER (Order Number)
- 20**: NO. ID (Drawing ID)
- 21**: NO. ID (Drawing ID)
- 22**: PERUBAHAN (Changes)
- 23**: POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG (Institution Name)
- 24**: POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG (Institution Name)
- 25**: NO. LEMBAR (Sheet Number)
- 26**: PROYEKSI (Projection)
- 27**: POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG (Institution Name)

Gambar 6.7 Contoh etiket

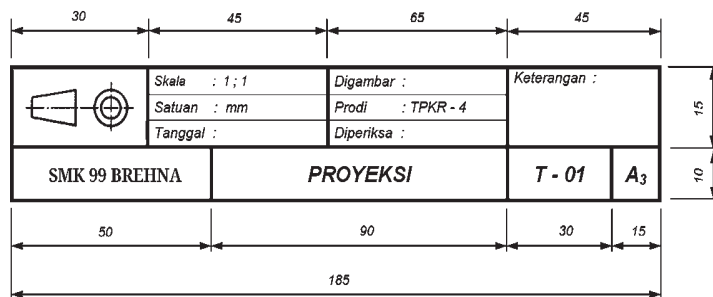
Sumber: Rachmat dkk (2018)

1) Etiket Gambar Jenis – 1



Gambar 6.8 Etiket Kertas Gambar jenis – 1
Sumber: Rachmat (2022)

2) Etiket Gambar Jenis – 2



Gambar 6.9 Etiket kertas gambar jenis – 1
Sumber: Rachmat (2022)

Lembar Aktivitas

7

Aktivitas Individu

TUGAS – 7

Langkah Kegiatan:

1. Carilah jenis-jenis etiket gambar yang digunakan di industri melalui sumber-sumber belajar daring dan atau lainnya. Bentuk etiket bisa sama dengan materi yang sudah dipelajari sebelumnya atau yang berbeda.
2. Kalian harus mendapatkan minimal 1 jenis etiket di industri yang berbeda dari yang telah kalian pelajari.

c. Standardisasi Skala Gambar

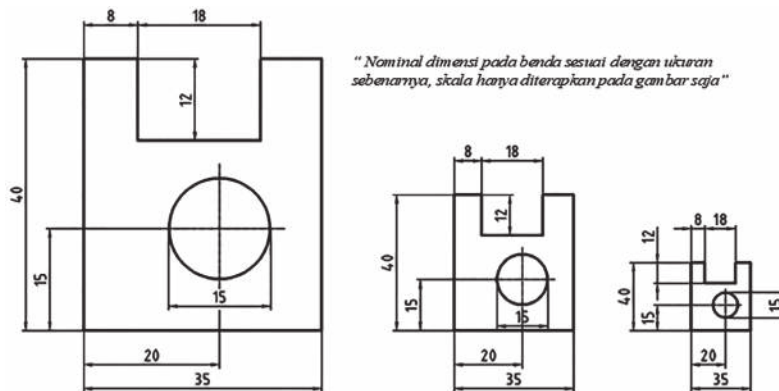
Memperjelas gambar kerja atau untuk menyesuaikan besarnya gambar kerja dengan ruang kertas yang tersedia, benda kerja dapat digambarkan dengan cara diperbesar atau diperkecil dari ukuran yang sebenarnya. Hal ini disebut dengan skala. Pada Tabel 6.3 diperlihatkan mengenai standardisasi pemilihan skala benda pada gambar kerja industri. Pemilihan skala diserahkan kepada juru gambar agar mendapatkan hasil gambar yang paling optimal.

Tabel 6.3 Standardisasi Skala Gambar

Kategori	Skala yang direkomendasikan		
Skala diperbesar	50 : 1	20 : 1	10 : 1
	5 : 1	2 : 1	
Ukuran sebenarnya	1 : 1		
Skala diperkecil	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	1 : 20	1 : 50	1 : 100
	1 : 200	1 : 500	1 : 1000
	1 : 2000	1 : 5000	1 : 10000

Sumber: Menggambar Mesin Standar ISO (G. Tajeshi Sato)

Contoh :



Gambar 6.10 Contoh penggunaan skala pada gambar
Sumber: Rachmat (2022)

Lembar Aktivitas

8

Aktivitas Individu

TUGAS – 8

1. Cari dan perhatikanlah kode-kode yang tertera pada badan pensil.
2. Catat dan carilah informasi terkait arti dari masing-masing kode tersebut melalui sumber belajar daring dan atau lainnya.

d. Pensil Gambar

Sebagaimana dengan namanya, pensil gambar adalah pensil yang khusus dibuat untuk menggambar. Berdasarkan penggunaannya, pensil terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu: pensil biasa, dapat diisi kembali, dan mekanik. Perhatikan tabel 6.4 di bawah ini.

Tabel 6.4 Kode Kekerasan Pensil

LUNAK	SEDANG	KERAS	KETERANGAN	
2B	B	4H	B : <i>black</i>	HB : <i>Half Black</i>
3B	HB	5H	F : <i>firm</i>	H : <i>Hard</i>
4B	F	6H	Kelompok Lunak: Semakin besar kode angka, mata pensil akan semakin lunak dan hasil goresannya akan semakin hitam	
5B	H	7H		
6B	2H	8H	Kelompok Keras: Semakin besar kode angka, mata pensil akan semakin keras dan hasil goresannya akan semakin tipis/tidak hitam	
7B	3H	9H		

Sumber: menggambar Mesin Standar ISO (G. Takeshi Sato)

e. Mistar Gambar

Mistar sangat dibutuhkan dalam pekerjaan membuat gambar teknik, terutama dalam pembuatan garis. Pembuatan garis di sini bukan hanya garis lurus saja, namun aneka jenis garis, entah itu lingkaran, lengkung, dan aneka garis lainnya. Oleh karena itu, misalnya garis lingkaran mistar gambar memiliki jenis, di antaranya sebagai berikut:.

- 1) penggaris segitiga;
- 2) penggaris biasa;
- 3) penggaris panjang;
- 4) busur derajat;
- 5) mal lengkung;
- 6) mal lingkaran;
- 7) mal bentuk/symbol.

f. Jangka

Pada pembuatan gambar kerja, pembuatan garis melingkar dan atau lengkung dibantu menggunakan alat gambar yaitu jangka. Pembagian jenis jangka dapat berdasarkan beberapa hal, sebagaimana berikut.

- 1) Jangka berdasarkan besar kecilnya lingkaran yang dapat dibuat.

Tabel 6.5 Ukuran Jangka

JENIS	BESAR	SEDANG	KECIL	PEGAS	ORLEON
UKURAN \emptyset (mm)	100 - 200	20 - 100	5 - 30	< 5	< 5

- 2) Jangka berdasarkan bentuk dan fungsi.

g. Meja Gambar

Bagian yang tidak kalah pentingnya dari berbagai alat gambar sebelumnya, yaitu meja gambar. Khusus untuk menggambar teknik, meja gambar biasanya dilengkapi dengan penggaris dan dapat diatur tingkat kemiringannya. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 6.11 Meja dan Mesin Gambar
Sumber: Rachmat (2022)

h. Pena Gambar/Rapido

Pena gambar atau rapido digunakan untuk meninta gambar pada kertas kalkir. Ujung mata pena biasanya memiliki ketebalan yang berbeda. Ketebalan ujung pena gambar akan membedakan fungsi dan arti dari garis tersebut. Oleh karena itu, sama halnya dengan pensil gambar, memiliki ukuran berbeda. Kode-kode tersebut berkaitan dengan diameter ujung pena. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 6.12 Pena gambar
Sumber: Rachmat (2022)

i. Alat Bantu Gambar

Alat bantu lain pada saat membuat gambar teknik, di antaranya; karet penghapus, busur derajat, dan pelindung penghapus.

Lembar Aktivitas 9

Aktivitas Individu

TUGAS – 9

Buatlah daftar peralatan gambar yang dipakai pada pekerjaan gambar teknik, dilengkapi dengan gambar alat tersebut.

1. Macam-macam penggaris
2. Macam-macam jangka
3. Alat bantu lainnya.

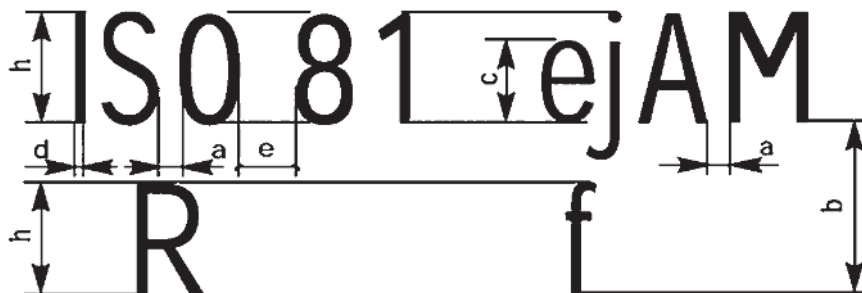
TUGAS-10

Praktik Menggambar

1. Membuat gambar Etiket jenis-1; kertas A3 dan A4 (T-01 dan T-02)
 2. Membuat gambar Etiket jenis-2; kertas A3 dan A4 (T-03 dan T-04)
- (Lihat rincian tugas dibagian Uji Kompetensi Materi-1)

4. Standardisasi Huruf, Angka dan Simbol

Penulisan dalam gambar teknik harus seragam dan mudah dibaca. Huruf standar dapat ditulis tegak lurus dan dapat pula ditulis miring ke kanan 15° . Ketentuan jarak spasi, jarak antar huruf, ketebalan dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 6.13 Ukuran huruf/tulisan
Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiharto (2010)

Tabel 6.6 Tipe Huruf A ($d = h/14$)

S i f a t		Perbandingan	U k u r a n						
Tinggi huruf	h	$(14/14) h$	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Tinggi huruf besar									
Tinggi huruf kecil (tanpa tangkai dan kaki)	c	$(10/14) h$	—	2,5	3,5	5	7	10	14
Jarak antara huruf	a	$(2/14) h$	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8
Jarak minimum antara garis	b	$(20/14) h$	3,5	5	7	10	14	20	28
Jarak minimum antara perkataan	e	$(6/14) h$	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4
Tebal huruf	d	$(1/14) h$	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4

Catatan: Jarak antara dua huruf a boleh dikurangi setengahnya, bilamana hal ini memberikan efek visual yang lebih baik; seperti misalnya LA, TV d.s.b., d. h. i. a. sama dengan tebal huruf d.

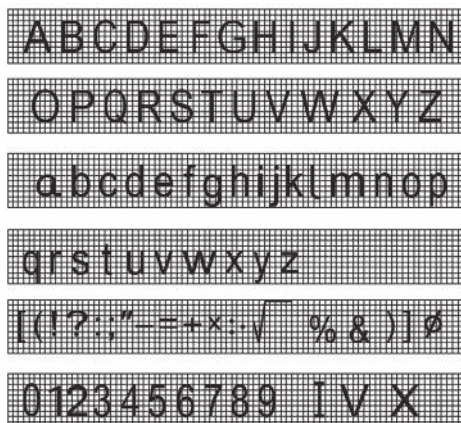


Gambar 6.14 Tipe huruf miring
 Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiharto (2010)

Tabel 6.7 Tipe huruf B ($d = h/10$)

S i f a t		Perbandingan	U k u r a n						
Tinggi huruf	h	$(10/10) h$	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Tinggi huruf besar									
Tinggi huruf kecil (tanpa tangkai dan kaki)	c	$(7/10) h$	—	2,5	3,5	5	7	10	14
Jarak antara huruf	a	$(2/10) h$	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Jarak minimum antara garis	b	$(14/10) h$	3,5	5	7	10	14	20	28
Jarak minimum antara perkataan	e	$(6/10) h$	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
Tebal huruf	d	$(1/10) h$	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2

Catatan: Jarak antara dua huruf a boleh dikurangi setengahnya, bilamana hal ini memberikan efek visual yang lebih baik; seperti misalnya LA, TV d.s.b., d. h. i. a. sama dengan tebal huruf d .



Gambar 6.15 Tipe huruf tegak
 Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiharto (2010)

Aktivitas Individu




TUGAS – 11

Praktik Menggambar

1. Membuat huruf A-Z (dengan variasi tinggi), Angka - Simbol (T-05)
2. Membuat kalimat yang meliputi Huruf, angka dan simbol (T-06)
(Lihat rincian tugas di bagian Uji Kompetensi Materi-1)







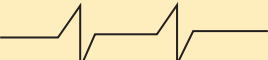
5. Standardisasi Garis Gambar

Secara umum garis pada gambar teknik terdiri atas :

- | | | |
|----------------|---|--|
| Garis Nyata |  | Garis Kontiniu |
| Garis Gores |  | Garis pendek dengan jarak antara |
| Garis Bergores |  | Garis gores panjang dan garis gores pendek antaranya |

Untuk lebih jelas lagi mengenai Standardisasi garis gambar pada gambar teknik, perhatikan dan pelajari materi pada tabel berikut.

Tabel 6.8 Standardisasi Garis Gambar menurut Standar ISO R-128

Ketebalan garis untuk ukuran kertas					Jenis Garis	Contoh Pemakaian	
A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀			
A	0,5 mm		0,7 mm		Garis tebal kontiniu	A1	Garis benda yang langsung terlihat
						A2	Garis tepi
B	0,2		0,3		Garis tipis Kontiniu (lurus atau melengkung)	B1	Garis-garis berpotongan khayal (imaginer)
						B2	Garis penunjukan ukuran
						B3	Garis proyeksi/bantu
						B4	Garis penunjuk
						B5	Garis arsir
						B6	Garis nyata dari penampang yang diputar di tempat
						B7	Garis senter pendek
C	0,2		0,3		Garis tipis kontiniu bebas	C1	Batas bagian pandangan benda atau irisan yang tidak tepat pada garis sumbu
						D1	Sama dengan C1
D ¹⁾					Garis tipis kontiniu sig-sag		
							

Ketebalan garis untuk ukuran kertas					Jenis Garis	Contoh Pemakaian	
A ₄	A ₃	A ₂	A ₁	A ₀			
E					Garis gores tebal ²⁾	E1	Garis benda/nyata terhalang
F					Garis putus tebal	F1	Garis benda/nyata terhalang
G					Garis bergores tipis	G1	Garis senter/sumbu
H					Garis strip titik, tebal pada ujung dan belokan	H1	Garis pemotongan benda
J					Garis bergores tebal	J1	Garis untuk menunjukkan permukaan yang akan mendapat pengerjaan tambahan
K					Garis bergores ganda tipis	K1	Garis untuk benda yang berdekatan
						K2	Garis untuk menunjukkan bagian yang dapat bergerak
						K3	Garis titik berat
						K4	Bentuk semula sebelum dibentuk
						K5	Garis benda yang ada di depan penampang potong

Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiharto (2010)

Lembar Aktivitas 13

Aktivitas Individu

TUGAS – 12

Praktik Menggambar

1. Mencari padanan yang tepat dari jenis garis yang digunakan pada suatu gambar kerja dengan Jenis garis sesuai standar ISO
2. Membuat bentuk-bentuk garis sesai penugasan (T-07)
(Lihat rincian tugas di bagian Uji Kompetensi Materi-1)

B. Gambar Proyeksi

Setelah melaksanakan kegiatan belajar dan melakukan aktivitas pembelajaran pada materi ini, kalian akan mampu membuat gambar kerja proyeksi.

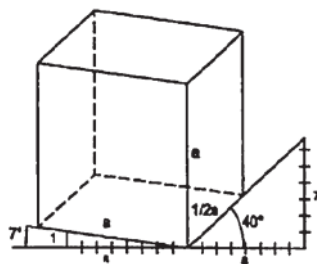
Sebelum mempelajari materi pembelajaran ini, silakan kalian kerjakan beberapa pertanyaan di bawah ini.

1. Menurut kalian, seperti apa benda 3 dimensi itu?
2. Bagaimanakah cara kalian menggambar benda 3 dimensi?
3. Tuliskan apa yang kalian ketahui tentang gambar proyeksi.
4. Lakukan aktivitas pembelajaran yang diperintahkan. Baca dan pahami materi di bawah ini, catat hal menarik atau materi yang membutuhkan penjelasan.

1. Proyeksi Piktorial

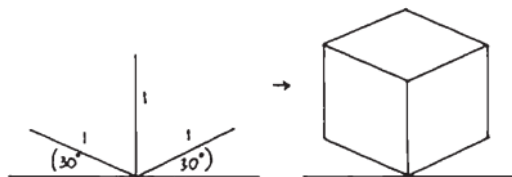
Proyeksi piktorial adalah proyeksi pandangan tunggal, dimana benda digambarkan secara utuh dengan beberapa metode sebagai berikut.

a. Proyeksi Dimetri



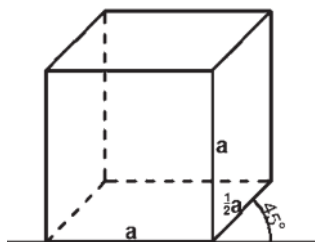
Gambar 6.16 Bentuk proyeksi dimetri
Sumber: Rachmat (2022)

b. Proyeksi Isometri



Gambar 6.17 Bentuk proyeksi isometri
Sumber: Rachmat (2022)

c. Proyeksi Miring

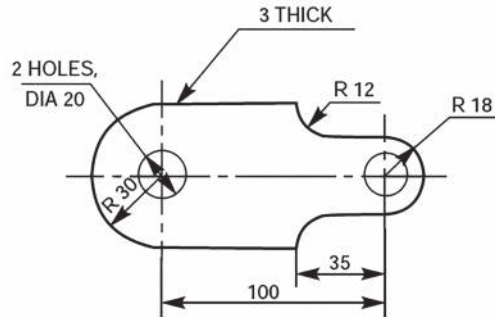


Gambar 6.28 Bentuk proyeksi miring
Sumber: Rachmat (2022)

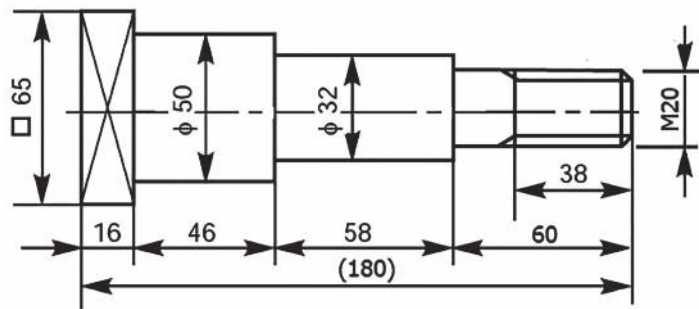
2. Proyeksi Ortogonal

Proyeksi ortogonal merupakan suatu proyeksi paralel dimana garis proyeksinya tegak lurus bidang proyeksi.

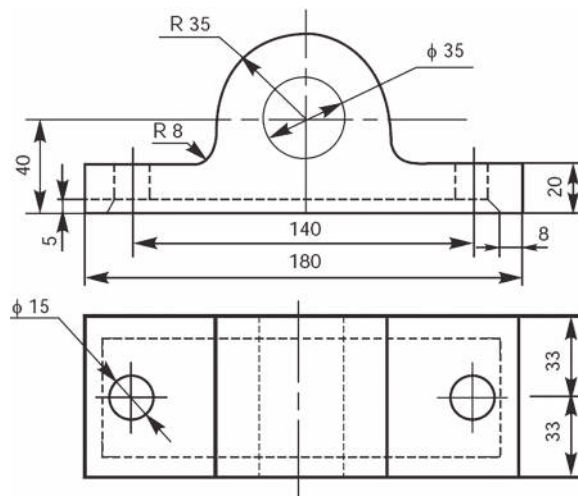
a. Gambar Pandangan



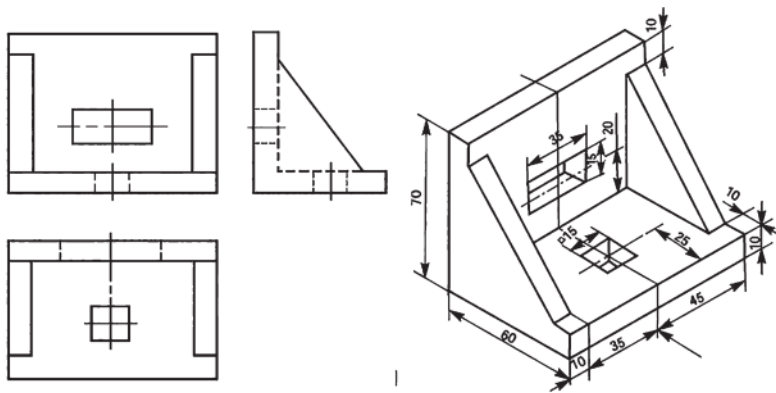
Gambar 6.19 Gambar 1 pandangan benda
Sumber: Rachmat (2022)



Gambar 6.20 Gambar 1 pandangan benda
Sumber: Rachmat (2022)



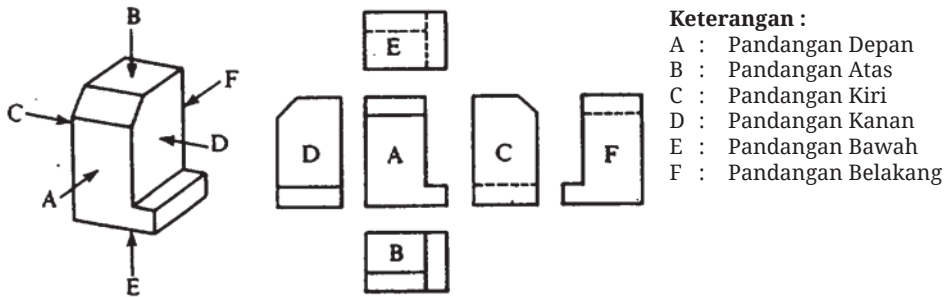
Gambar 6.21 Gambar 2 pandangan benda
Sumber: Rachmat (2022)



Gambar 6.22 Gambar 3 pandangan benda
 Sumber: Rachmat (2022)

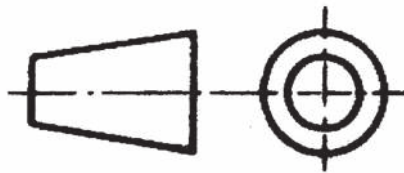
b. Proyeksi Sudut Pertama (Eropa)

1) Peletakan Gambar Pandangan



Gambar. 6.23 Penempatan Pandangan Proyeksi Eropa
 Sumber: Rachmat (2022)

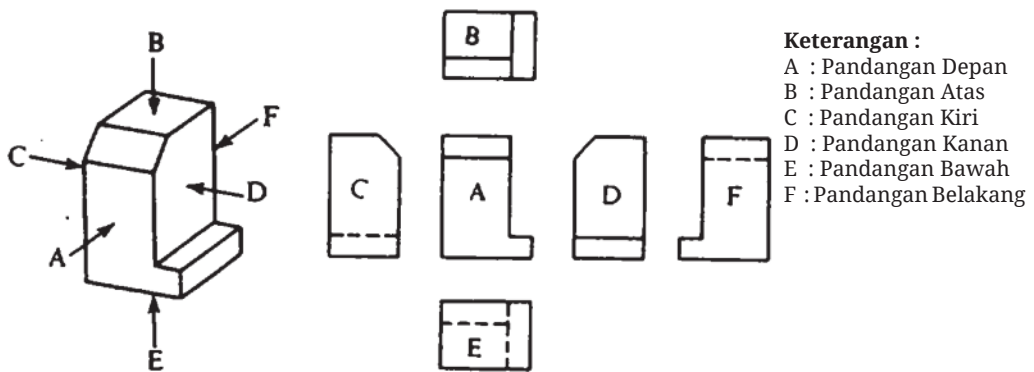
2) Simbol Proyeksi



Gambar 6.24 Simbol proyeksi eropa
 Sumber: Rachmat (2022)

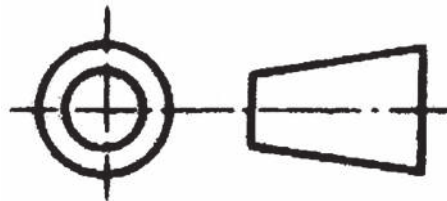
c. Proyeksi Sudut ke Tiga (Amerika)

1) Peletakan Gambar Pandangan



Gambar. 6.25 Penempatan pandangan proyeksi amerika
Sumber: Rachmat (2022)

2) Simbol Proyeksi



Gambar 6.26 Simbol Proyeksi Amerika
Sumber: Rachmat (2022)

Sebagai penambahan wawasan dan pemahaman kalian terkait materi diatas, silahkan kalian mengerjakan Tugas-1 pada Lembar Aktivitas di bawah ini.

Lembar Aktivitas 14

Aktivitas Kelompok

TUGAS – 1

Nama Aktivitas Warung Ilmu

1. Siswa dibagi menjadi 5 kelompok besar.
2. Tiap kelompok diberi tugas mencari materi/informasi terkait gambar proyeksi dan ditampilkan dalam kertas besar (A0) atau papan tulis.
3. Cakupan materi:
 - pengertian/defenisi;
 - aturan/Standardisasi pembuatan;
 - contoh-contoh gambar; dan
 - keterangan lain yang dibutuhkan.

4. Pembagian tugas kelompok :
 - Kelompok-1 : Proyeksi Piktorial Dimetri
 - Kelompok-2 : Proyeksi Piktorial Isometri
 - Kelompok-3 : Proyeksi Piktorial Miring
 - Kelompok-4 : Proyeksi Eropa
 - Kelompok-5 : Proyeksi Amerika
5. Tiap kelompok diberi 1 stan sebagai “warung ilmu” untuk menampilkan hasil pekerjaannya dan menugaskan 1 orang sebagai penjaga yang akan melayani siswa dari kelompok lain yang akan berbelanja ilmu. Anggota kelompok lainnya bertugas berbelanja ilmu ke semua warung ilmu lain dan mendapatkan sebanyak mungkin informasi.
6. Setelah batas waktu yang ditentukan tiap kelompok berkumpul kembali untuk berbagi informasi dan membuat rangkuman.
7. Persiapan untuk aktivitas pembelajaran berikutnya.

Selanjutnya, untuk melatih keterampilan menggambar kalian, kerjakanlah tugas-tugas praktek pada Lembar Aktivitas di bawah ini.

Lembar Aktivitas

15

Aktivitas Kelompok

TUGAS – 2

Nama Aktivitas: Praktek Gambar

Berdasarkan hasil Tugas-1 dan Materi Penguatan, kerjakanlah tugas-tugas gambar berikut ini.

1. Membuat gambar proyeksi piktorial dimetri, isometri dan miring (T-08)
 2. Membuat gambar proyeksi orthogonal/proyeksi eropa (T-09)
 3. Membuat gambar proyeksi orthogonal/proyeksi amerika (T-10)
- (Lihat rincian tugas di bagian Uji Kompetensi materi-2)

C. Penunjukan Ukuran dan Potongan

Sebelum kalian mempelajari materi pembelajaran ini, silakan kalian mengerjakan beberapa pertanyaan di bawah ini sebagai apersepsi dan penilaian awal pembelajaran.

1. Mengapa gambar benda perlu disertai dengan keterangan ukuran?
2. Pada pemberian ukuran benda, satuan apa yang dipakai?
3. Bagaimana memotong benda saat digambar?

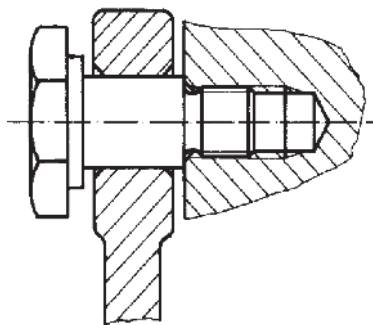
Sebagai penguatan baca dan pahami materi di bawah ini, catat hal-hal menarik atau materi yang membutuhkan penjelasan lebih lanjut.

1. Pemberian Ukuran

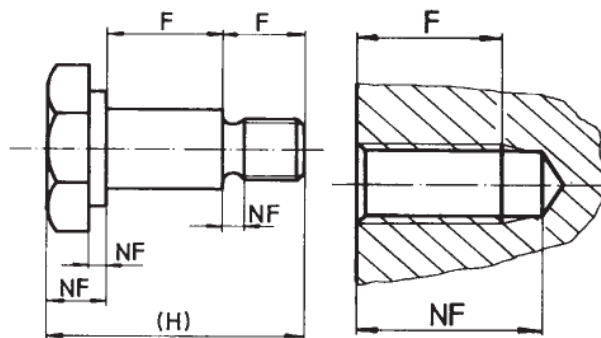
Setelah melaksanakan kegiatan belajar dan melakukan aktivitas pembelajaran pada materi ini, kalian akan mampu memberikan ukuran pada gambar kerja.

Ukuran adalah nilai numerik yang dicantumkan dalam satuan pengukuran tertentu. Pada gambar teknik, ukuran dituliskan dengan garis, simbol, dan angka. Gunanya, untuk mencapai fungsi dan memudahkan dalam proses pembuatan (pemesinan) suatu komponen.

a. Klasifikasi Ukuran



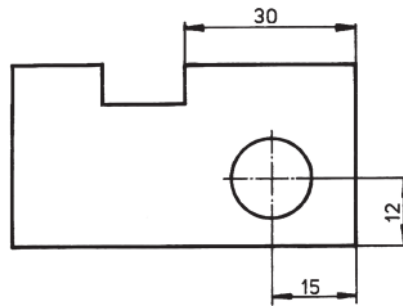
Gambar 6.27 Gambar susunan
Sumber: Rachmat (2022)



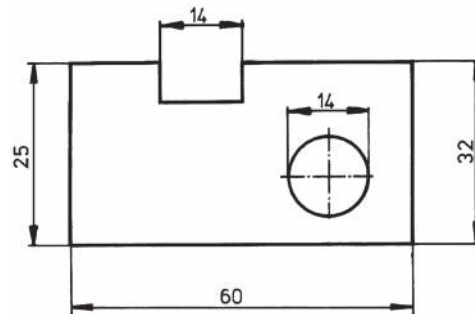
Gambar 6.28 Gambar Komponen
Sumber: Rachmat (2022)

b. Prinsip Dasar

Prinsip dasar pemberian ukuran akan menjelaskan aturan baku terkait pemberian angka ukuran terhadap dimensi sebuah benda. Secara garis besar, ukuran terbagi menjadi dua prinsip dasar, yaitu ukuran posisi dan ukuran besaran, seperti diperlihatkan pada dua gambar di bawah ini.



Gambar 6.29 Penunjukan ukuran posisi



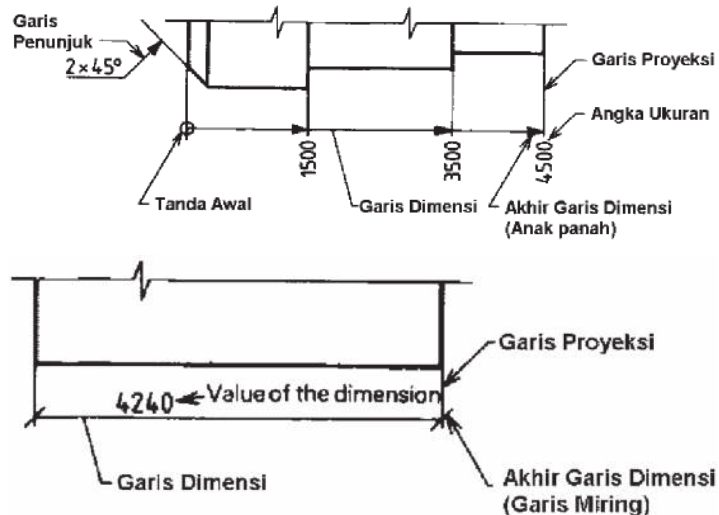
Gambar 6.30 Penunjukan ukuran besaran

Sumber: Rachmat (2022)

c. Ketentuan

Ada beberapa ketentuan dalam menuliskan ukuran pada gambar benda yang akan dibuat, hal ini untuk memudahkan setiap pembaca benda yang dimaksud. Gambar dalam mengartikan dan mengerjakan benda dimaksud. Ketentuan-ketentuan itu di antaranya sebagai berikut.

1) Elemen Penunjukan Ukuran



Gambar 6.31 Elemen Penunjukan Ukuran

Sumber: Rachmat (2022)

2) Tanda Awal dan Akhir Garis Dimensi

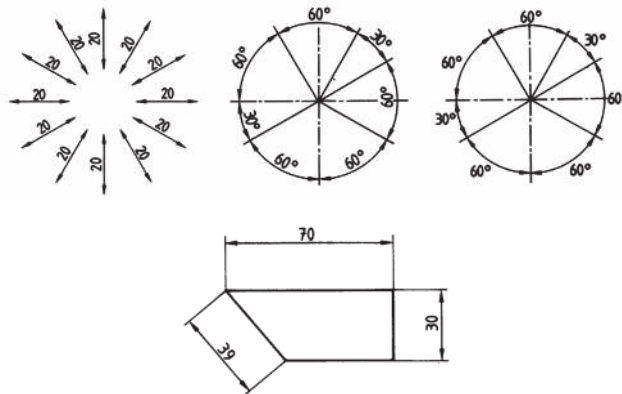
Penunjukan batas ukuran pada gambar kerja dibuat dengan ketentuan pembuatan tanda panah dengan ketentuan sebagai berikut.

Anak Panah	digambarkan sebagai garis pendek, yang membentuk kail bersudut 15° atau 90°	
Garis Miring	Garis miring, digambarkan sebagai garis pendek (menggunakan garis tipe B) dengan kemiringan 45°	
Tanda Awal	digambarkan dengan lingkaran kecil terbuka diameter ± 3 mm	

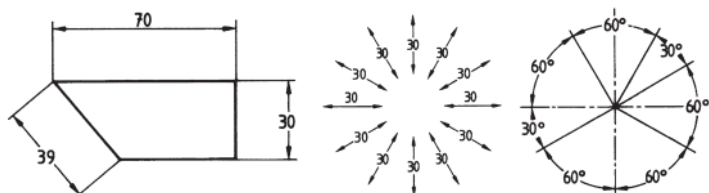
Gambar 6.32 tanda awal dan akhir garis ukur
Sumber: Rachmat (2022)

3) Satuan dan Angka Ukuran

Dalam gambar teknik mesin, angka ukuran pada umumnya dicantumkan dalam satuan milimeter (mm). Bila terdapat angka ukuran yang bersatuan bukan dalam milimeter, satuan tersebut harus dicantumkan langsung di belakang angka ukurannya.



Gambar 6.33 Penulisan angka ukur (metode-1)
Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)



Gambar 6.34 Penulisan angka ukur (Metode-2)
Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)

4) Huruf dan Simbol Pelengkap

Pada penulisan ukuran, ada beberapa bentuk benda yang mempunyai dimensi ukuran khusus terkait bentuknya. Hal ini dapat dibantu dengan adanya simbol pelengkap pada angka ukurnya yang dapat mempermudah pembaca dan pengguna gambar untuk memahami. Tabel 6.9 di bawah ini menunjukkan simbol-simbol yang digunakan pada penunjukan ukuran

Tabel 6.9 Simbol Pelengkap Ukuran.

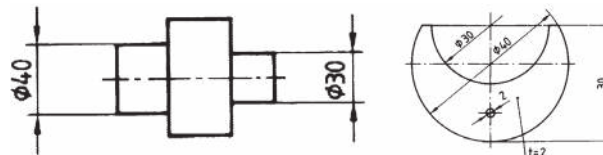
No.	Huruf dan Simbol Pelengkap	Pengertian
1.	∅	Diameter
2.	R	Radius
3.	□	Bujur sangkar
4.	Bola R (SR)	Radius Bola
5.	Bola ∅ (S∅)	Diameter Bola

Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)

Catatan : Tanda radius digunakan pada bentukan $\frac{1}{2}$ radius atau lebih kecil. Tanda diameter digunakan pada bentukan lebih besar dari $\frac{1}{2}$ radius.

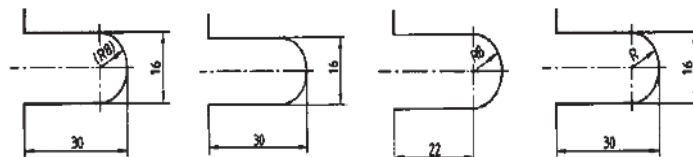
Catatan: Tanda radius digunakan pada bentukan $\frac{1}{2}$ radius atau lebih kecil. Tanda diameter digunakan pada bentukan lebih besar dari $\frac{1}{2}$ radius.

Contoh:



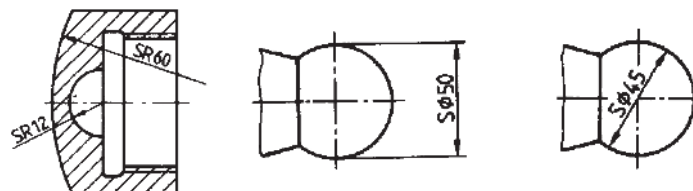
Gambar 6.35 Penggunaan Simbol ∅

Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)



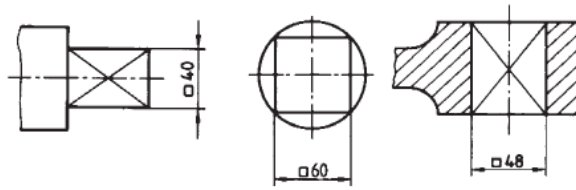
Gambar 6.36 Penggunaan Simbol R

Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)



Gambar 6.37 Penggunaan Simbol SR

Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)

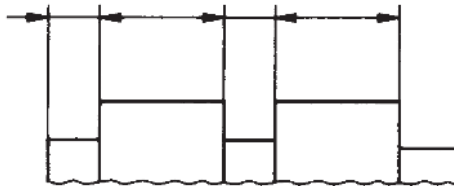


Gambar 6.38 Penggunaan Simbol □
 Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)

d. Sistem Penunjukan Ukuran

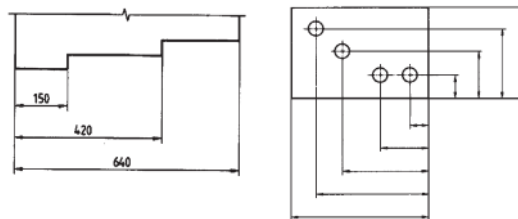
Pada teknis penulisan angka ukuran pada gambar kerja, ada beberapa cara yang dijadikan standar penunjukan ukuran yang dapat dipilih oleh seorang juru gambar, yaitu:

1) Berantai



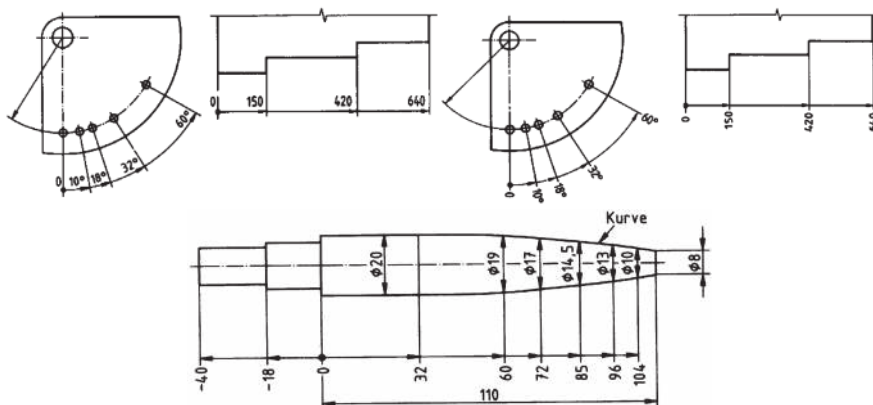
Gambar 6.39 Ukuran berantai
 Sumber: Rachmat (2022)

2) Paralel



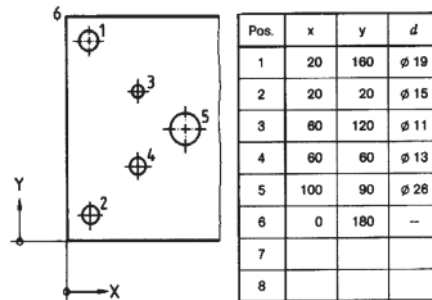
Gambar 6.40 Ukuran paparel
 Sumber: Rachmat (2022)

3) Berstep



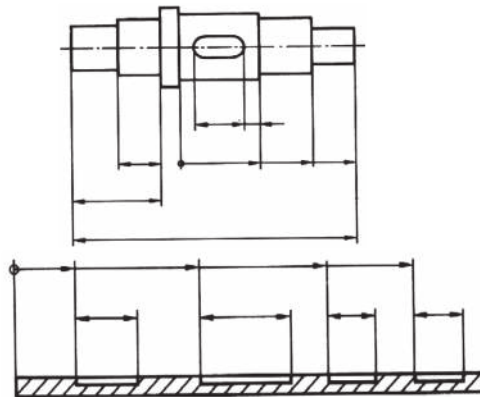
Gambar 6.41 Ukuran berstep
 Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)

4) Koordinat



Gambar 6.42 Ukuran koordinat
Sumber: Rachmat (2022)

5) Gabungan

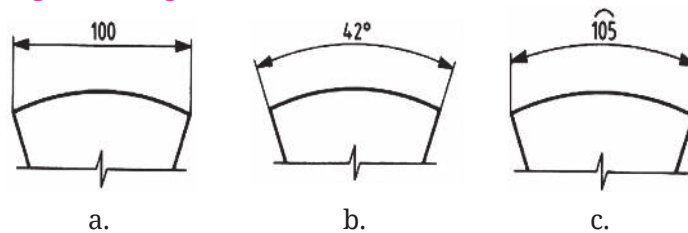


Gambar 6.43 Ukuran gabungan
Sumber: Rachmat (2022)

e. Penunjukan Ukuran Bentuk Khusus

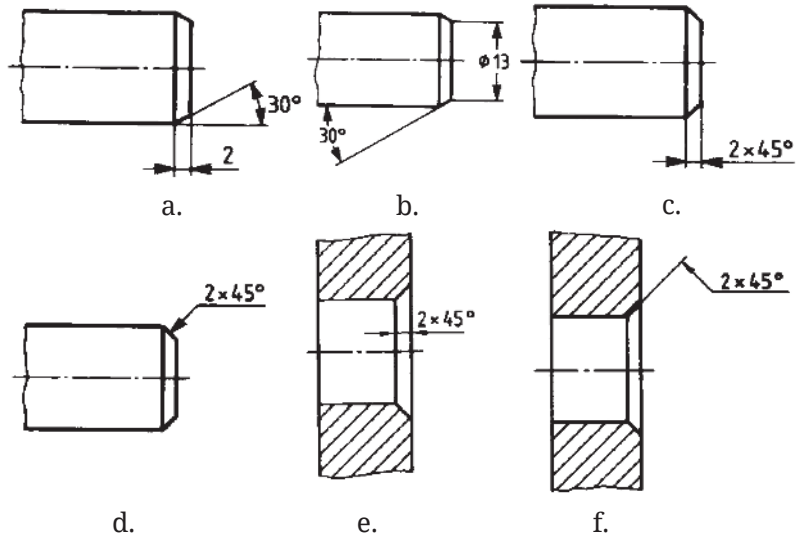
Pada benda-benda teknik, ada banyak bentuk tertentu yang tidak biasa, yang secara khusus harus diberikan dimensi ukuran untuk penunjukannya. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi kesalahan pembacaan ukuran atau bentuk benda. Berikut adalah beberapa penunjukan ukuran khusus.

1) Tembereng dan Juring



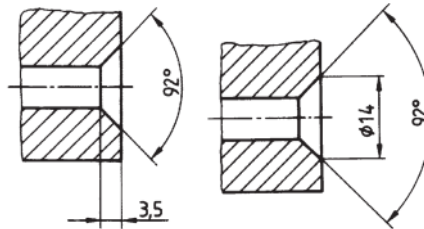
Gambar 6.44 Penunjukan ukuran untuk panjang tali busur (a), sudut dari busur lingkaran (b), dan panjang busur (c).
Sumber: Rachmat (2022)

2) Champer dan Countersink



Gambar 6.45 Penulisan ukuran *champer*

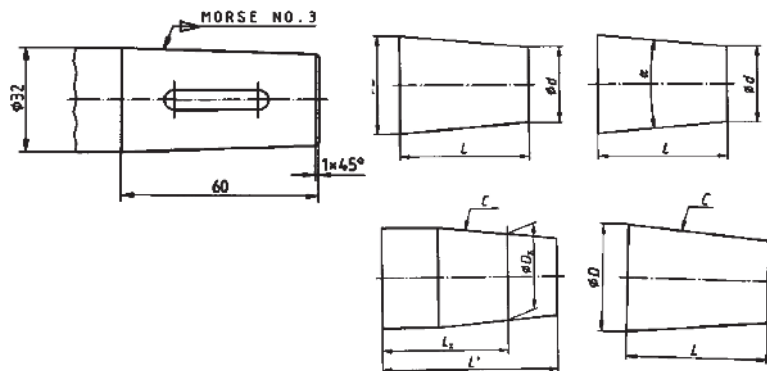
Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)



Gambar 6.46 Penulisan ukuran *countersink*

Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)

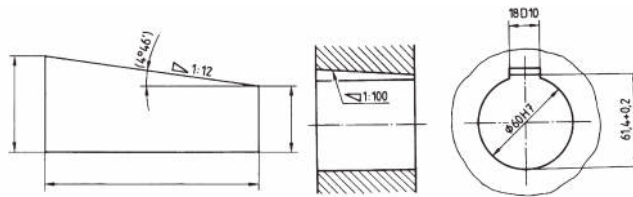
3) Penunjukan Ketirusan



Gambar 6.47 Penulisan ukuran ketirusan

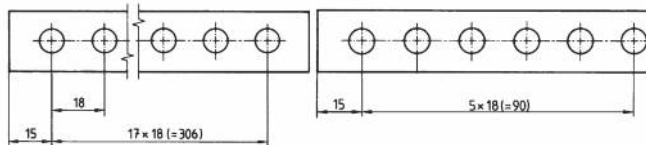
Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)

4) Penunjukan Ukuran Pendakian

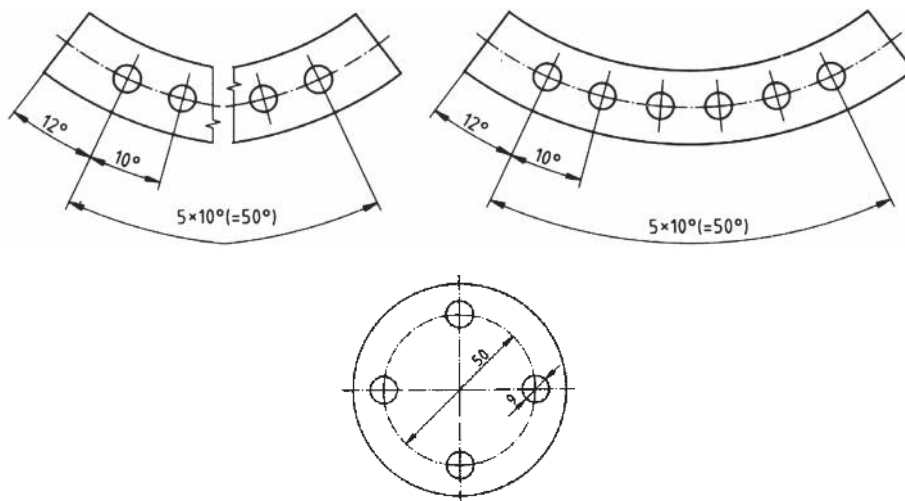


Gambar 6.48 Penulisan ukuran pendakian
Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)

5) Penunjukan Ukuran dengan Posisi Sama

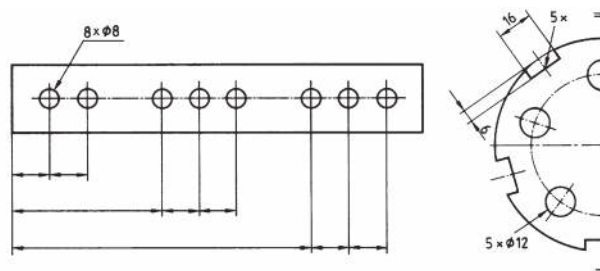


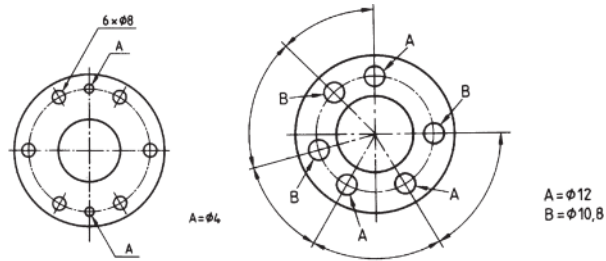
Gambar 6.49 Posisi memanjang
Sumber: Rachmat (2022)



Gambar 6.50 Posisi menyudut
Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)

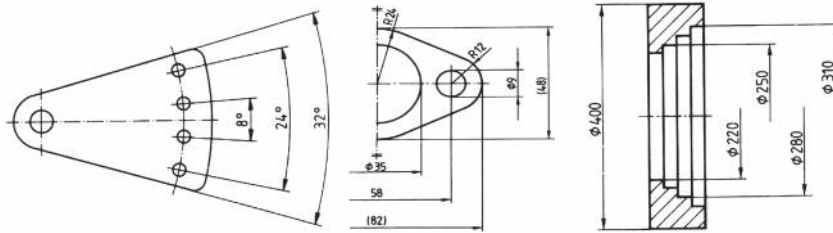
6) Penunjukan Ukuran Bentuk yang Sama



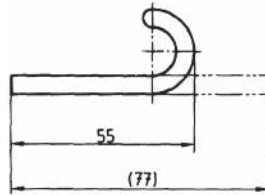


Gambar 6.51 Penunjukan ukuran bentuk dan ukuran sama
 Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)

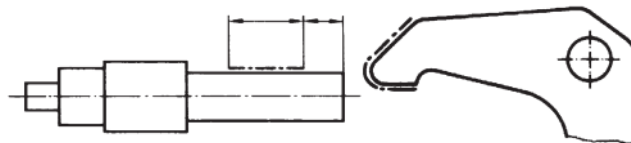
7) Ketentuan Lain



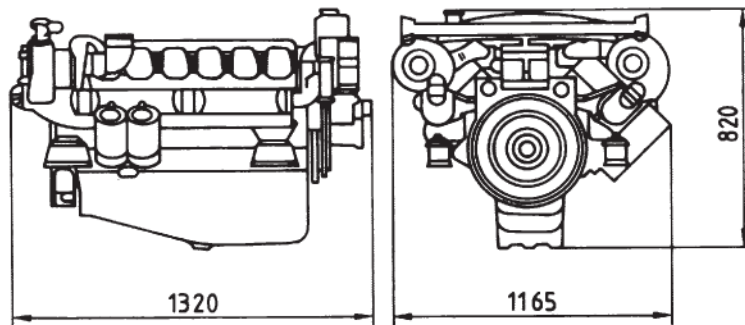
Gambar 6.52 Penunjukan ukuran benda simetris
 Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)



Gambar 6.53 Penunjukan ukuran benda tekukan
 Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)



Gambar 6.54 Penunjukan ukuran proses pengerjaan
 Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)



Gambar 6.55 Penunjukan ukuran benda tersusun
 Sumber: Rachmat dkk (2022)

Setelah kalian selesai mempelajari materi di atas, silakan kerjakan Lembar Aktivitas dibawah ini untuk Tugas-1, sebagai penguatan dan latihan untuk praktikum materi tersebut.

Lembar Aktivitas

16

Aktivitas Kelompok

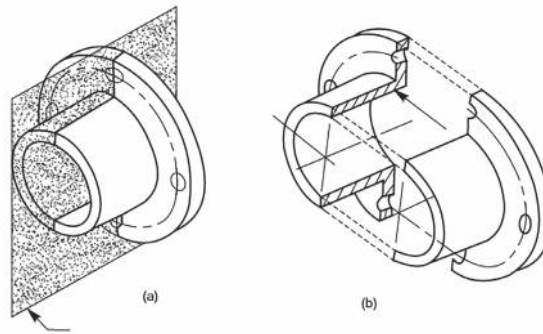
TUGAS – 2

1. Kalian akan diperlihatkan sebuah gambar kerja lengkap, berupa hasil cetak.
2. Baca dan pahami materi yang telah kalian pelajari, lalu identifikasi dan kelompokkan informasi-informasi terkait ukuran yang tercantum pada gambar kerja.
3. Hasil identifikasi dan pengelompokan tersebut dicatat pada buku catatan masing-masing.
4. Hal-hal yang dianggap menarik atau perlu pemahaman lebih lanjut dapat ditanyakan dan dapat dijelaskan oleh siswa lain, atau diberikan penjelasan dan penguatan oleh guru mata pelajaran.
5. Berdasarkan kegiatan belajar yang telah dilakukan, kalian melakukan tugas praktik menggambar sesuai lembar penugasan.
 - T-11 : Membuat ulang gambar kerja dengan memperbaiki kesalahan pemberian ukuran yang ada.
 - T-12 : Membuat gambar kerja suatu benda produksi lengkap dengan penunjukan ukuran yang sesuai standar.

(Rincian tugas lihat pada bagian Uji Kompetensi Materi-3)

2. Gambar Potongan

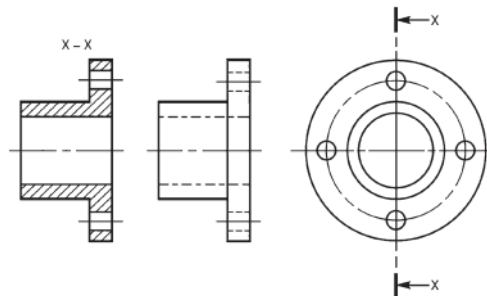
Metode ini dilakukan oleh seorang juru gambar atau perancang untuk menjelaskan bentuk benda yang tidak kelihatan secara langsung. Bagian yang tidak terlihat tersebut digambarkan seolah-olah dipotong agar memperlihatkan bagian-bagian tersebut. Untuk bentuk benda yang tidak terlihat secara langsung maka digambar dengan garis putus setelah di potong, garis tersebut dibuat dengan garis tebal kontinu. Prinsip dasar pemotongan dapat kalian lihat pada gambar berikut.



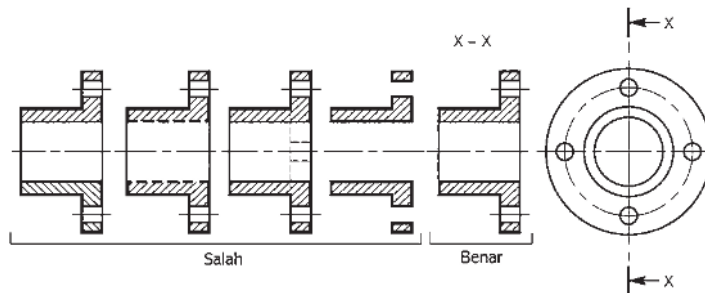
Gambar 6.56 Prinsip dasar pemotongan
 Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)

a. Jenis Pemotongan

1) Pemotongan Penuh (Full Section)



Gambar 6.57 Pemotongan penuh (*full section*)
 Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)



Gambar 6.58 Kesalahan pembuatan gambar potongan
 Sumber: Rachmat (2022)

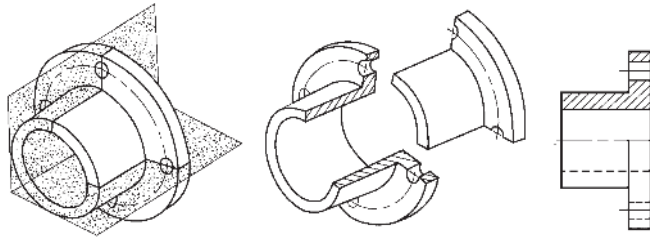
Sebagai penguatan pemahaman kalian terkait jenis gambar pemotongan penuh, kerjakanlah lembar aktivitas berikut.

Aktivitas Individu**TUGAS – 2**

Perhatikan gambar potongan penuh pada gambar 6.58, tunjukkan dan tuliskan kesalahan yang ada pada masing-masing gambar tersebut. Hasil pengamatan dan penjelasan dikumpulkan sebagai laporan.

2) Pemotongan Setengah (Half Section)

Pemotongan digunakan oleh juru gambar/perancang untuk benda-benda yang simetris. Bidang pemotongan hanya menghilangkan seperempat bagian dari benda. Perhatikan gambar di bawah ini.

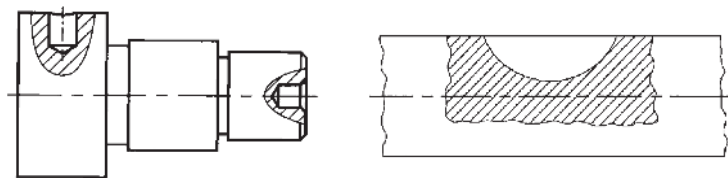


Gambar 6.59 Pemotongan setengah (*half section*)

Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)

3) Pemotongan Sebagian (Local Section)

Pemotongan ini digunakan oleh juru gambar jika hanya ingin menunjukkan bagian dalam tertentu saja. Contoh penerapan jenis pemotongan ini diperlihatkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.60 Pemotongan sebagian (*local section*)

Sumber: G.Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)

b. Garis Arsir Potongan**1) Arsiran Jenis Bahan**

Penampang benda yang terpotong akan ditunjukkan dengan menggunakan garis arsir, yaitu garis miring 45° menggunakan garis tipis. Bentuk arsiran disesuaikan dengan bahan yang dipotong.

Kalian dapat melatih kemampuan teknik menggambar kalian dari sumber lainnya, mengingat masih begitu banyak bahan teknik yang tersedia di dunia

kerja. Selain itu, kalian juga dapat mengerjakan kegiatan pada lembar aktivitas di bawah ini.

Lembar Aktivitas 18

Aktivitas Individu

TUGAS – 3

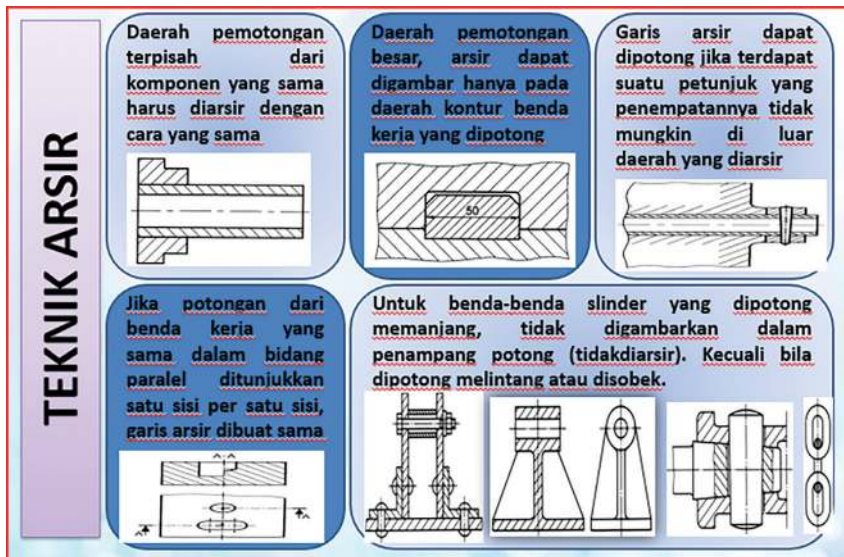
Literasi Sumber Pustaka

1. Membaca sumber belajar lainnya (media sosial, buku, dan internet), dapatkan gambar jenis arsir berdasarkan bahan yang terpotong. Hasil kerja dapat berupa arsip tangkapan layar dan atau cetak.

2) Teknik Asir

Dalam dunia ilustrasi, teknik arsir biasanya digunakan untuk membuat efek bayangan. Caranya, dengan menarik garis-garis kecil sejajar. Namun, dalam menggambar teknik, teknik arsir digunakan untuk berbagai keperluan, khususnya menyangkut pemotongan.

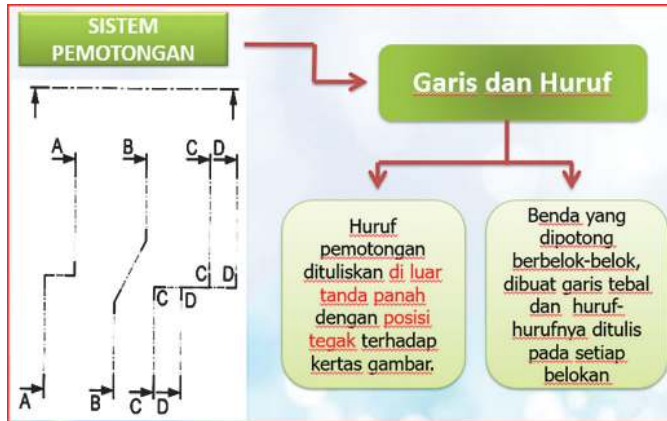
Cara pembuatan garis arsir pada bagian benda yang dipotong mengacu pada ketentuan-ketentuan, seperti pada gambar di bawah ini.



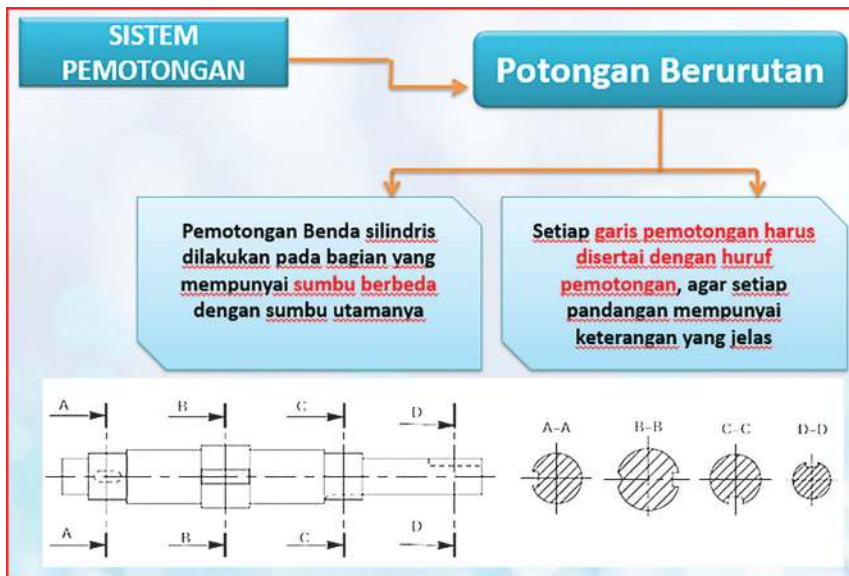
Gambar 6.61 Teknik pembuatan arsir
Sumber: Rachmat, dkk (2022)

c. Sistem Pemotongan

Beberapa ketentuan tentang sistem pemotongan pada gambar kerja sesuai standar ISO, bisa kalian lihat dan pelajari pada gambar-gambar berikut.



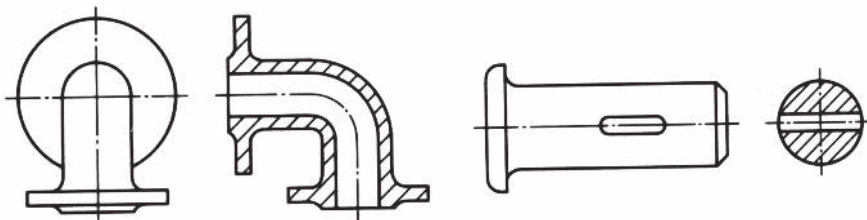
Gambar 6.61 Sistem Pemotongan garis dan huruf
Sumber: Rachmat (2022)



Gambar 6.62 Sistem potongan berurutan
Sumber: Rachmat (2022)

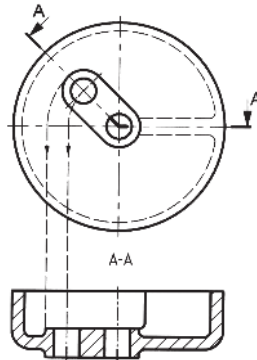
d. Ketentuan Lain

- 1) Garis dan huruf pemotongan boleh tidak dicantumkan pada pemotongan benda sederhana, terutama untuk pemotongan yang melalui garis tengah seperti pada gambar berikut.



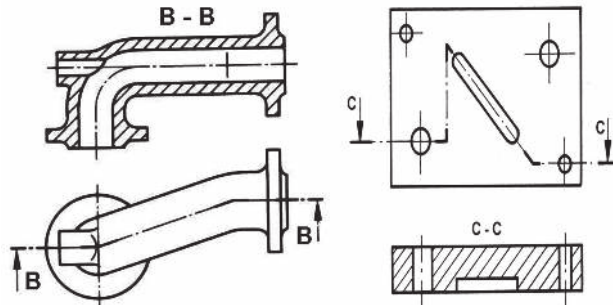
Gambar. 6.63 Pemotongan Sederhana
Sumber: Rachmat (2022)

- 2) Garis dan huruf pemotongan harus selalu dicantumkan pada pemotongan memutar, berbelok, lebih dari satu pemotongan, dan sebagainya. Perhatikan paparan berikut.
- Pemotongan memutar, potongan A-A.

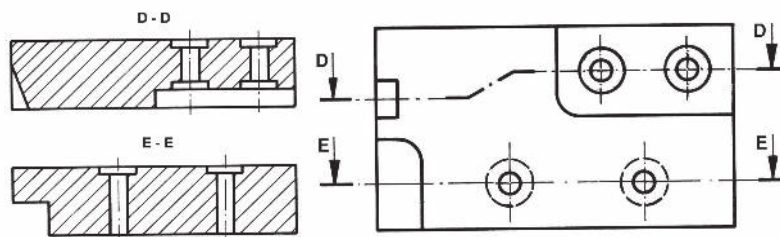


Gambar 6.64 Pemotongan Memutar
Sumber: Rachmat (2022)

- Pemotongan yang berbelok-belok, potongan B-B dan potongan C-C.

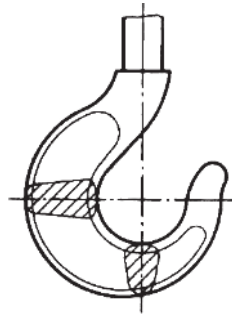


6.65 Pemotongan Berbelok-belok
Sumber: Rachmat (2022)



Gambar 6.67 Pemotongan Lebih 1 Bidang
Sumber: Rachmat (2022)

- Garis benda pada potongan yang diputar pada pandangan itu sendiri digambarkan dengan garis lurus tipis (tipe B). perhatikan gambar berikut.



Gambar 6.67 Pemotongan Khusus
Sumber: Rachmat (2022)

Setelah selesai mempelajari materi-materi di atas, kerjakanlah Lembar Aktivitas di bawah ini sebagai penguatan dan latihan keterampilan kalian dalam membuat gambar teknik.

Lembar Aktivitas 19

Aktivitas Individu

TUGAS – 4

1. Kalian akan diperlihatkan sebuah benda produksi atau gambar benda produksi yang telah terpotong penuh dan sebagian.
2. Silakan kalian baca kembali dan pahami materi yang telah dipelajari sebelumnya dengan memerhatikan benda dan atau gambar benda.
3. Hal-hal yang dianggap menarik atau perlu pemahaman lebih lanjut dapat ditanyakan kepada oleh teman kalian yang lain dan atau diberikan penjelasan dan penguatan oleh guru mata pelajaran.
4. Selanjutnya, lakukanlah tugas praktik berikut.
 - T-13 : Gambar kerja potongan penuh
 - T-14 : Gambar kerja potongan setengah
 - T-15 : Gambar kerja potongan sebagian

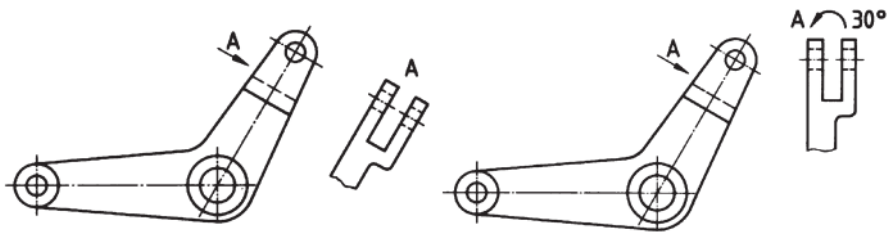
Rincian tugas praktikum dapat dilihat pada bagian uji Kompetensi Materi-3

3. Penunjukan Khusus

Setelah melaksanakan kegiatan belajar dan melakukan aktivitas pembelajaran pada materi ini, kalian akan mampu membuat gambar kerja dengan penunjukan khusus.

a. Pandangan khusus

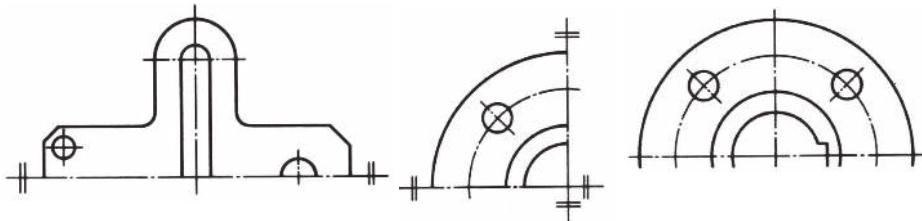
Pandangan khusus mempermudah menggambarkan benda berbentuk miring atau lengkung sehingga tampak lebih jelas. Hal ini digambarkan langsung sesuai dengan arah tanda panah. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 6.68 Pandangan khusus
Sumber: Rachmat (2022)

b. Pandangan Sebagian

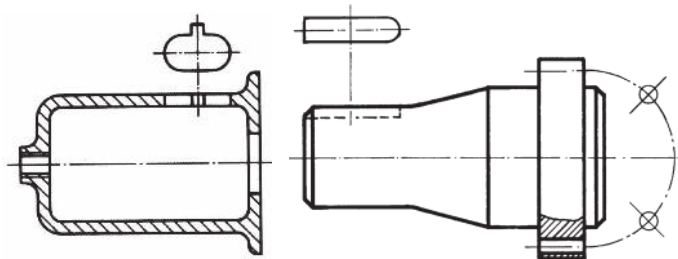
Untuk menghemat waktu dan ruang, seorang juru gambar/perancang dapat menggambar benda simetri hanya sebagian, setengah, atau bahkan bila perlu hanya seperempat bagian saja, seperti diperlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 6.69 Pandangan sebagian
Sumber: Rachmat (2022)

c. Proyeksi Langsung

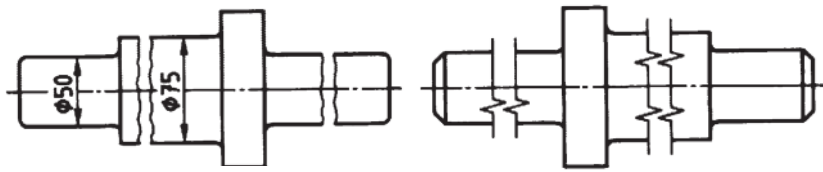
Bentuk bagian benda yang kurang jelas, menggunakan proyeksi langsung, yaitu dengan menarik garis tipis atau garis sumbu dari bentukan yang dimaksud, lalu bentukan tersebut digambarkan di dekatnya. Sebagai contoh, perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar 6.70 Proyeksi langsung
Sumber: Rachmat (2022)

d. Benda yang Diperpendek

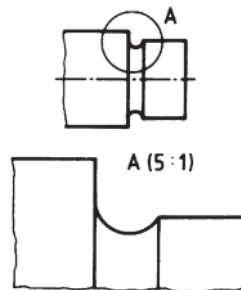
Gambar benda yang panjang dan sederhana dapat digambar hanya sebagian yang dianggap perlu saja. Bentuk bagian yang sama dapat diperpendek/dipotong dengan garis tipis bebas atau garis zig-zag, seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.71 Proyeksi langsung
Sumber: Rachmat (2022)

e. Gambar Detail

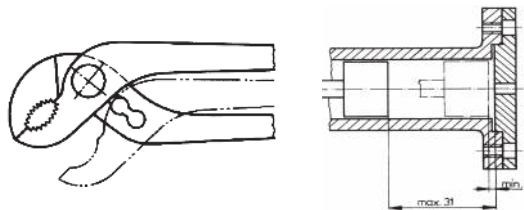
Jika skala gambar terlalu kecil sehingga detail bentukan tidak dapat diberi ukuran, maka bentukan benda ditandai dengan garis tipis (tipe B) dan huruf kapital. Bentukan tersebut digambar dengan skala yang lebih besar seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 6.72 Gambar detail
Sumber: Rachmat (2022)

f. Bagian Benda yang Bergerak

Cara memperjelas fungsi atau data suatu konstruksi, pergerakan benda yang bergerak digambarkan dengan garis strip titik ganda (tipe K). Perhatikan gambar berikut.



Gambar 6.73 Benda bergerak
Sumber: Rachmat (2022)

Lembar Aktivitas 20

Aktivitas Individu

TUGAS – 5

Silahkan kalian baca penguatan materi terkait gambar penunjukan khusus. Berpedoman pada materi ini, buatlah tugas gambar kerja penunjukan khusus (T-16).

(Lihat rincian tugas pada Bagian Uji Kompetensi Materi-3)

D. Toleransi dan Konfigurasi Permukaan

Setelah melaksanakan kegiatan belajar dan melakukan aktivitas pembelajaran pada materi ini, kalian diharapkan mampu membuat gambar kerja yang dilengkapi dengan toleransi dan penunjukan konfigurasi permukaan

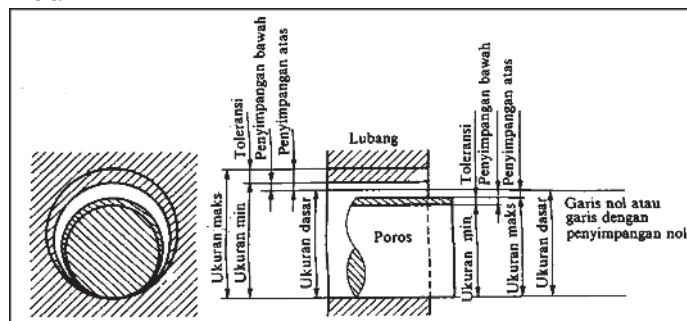
Sebagai penilaian awal, jawablah beberapa pertanyaan di bawah ini.

1. Setelah kalian dapat membuat gambar kerja beserta penunjukan ukuran (materi sebelumnya), perhatikan gambar kerja lainnya, adakah simbol dan penunjukan lain yang perlu ditambahkan?
2. Menurut kalian, adakah perbedaan kekasaran dari permukaan tiap-tiap benda produksi? Mengapa?
3. Pada benda produksi yang berpasangan, seperti lubang dan poros, bagaimana benda-benda tersebut dapat terpasang?

Lakukan aktivitas pembelajaran yang diperintahkan. Sebagai penguatan, baca dan pahami materi di bawah ini, catat hal-hal menarik dan atau materi yang membutuhkan penjelasan lebih lanjut.

1. Toleransi Ukuran

Toleransi adalah batas penyimpangan ukuran yang masih diizinkan sesuai tingkatannya yang masih dapat memenuhi kebutuhan, baik secara fungsi, konstruksi, maupun hal teknis lainnya. Untuk lebih jelasnya, perhatikanlah gambar berikut.



Gambar 6.74 Prinsip dasar toleransi
Sumber: G. Takeshi Satu, N. Sugiarto/2010

a. Toleransi Umum

Toleransi umum adalah toleransi untuk bagian yang tidak memerlukan ukuran ketelitian tinggi. Perhatikan dua tabel berikut.

Tabel 6.10 Toleransi umum ISO 2768-1973 (E)

(a) Toleransi Panjang

Dimensi nominal [mm]		0,5..3	>3..6	>6..30	>30..120	>120..315	>315..1000	>1000..2000
Toleransi	halus	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5
	sedang	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2
	kasar		± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3

(b) Toleransi Sudut

Panjang sisi terpendek [mm]		≤ 10	> 10..50	> 50..120	> 120..400
Toleransi	[° dan ']	± 1°	± 30'	± 20'	± 10'
	[mm/100 mm]	± 1,8	± 0,9	± 0,6	± 0,3

Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

Tabel a adalah toleransi umum untuk ukuran benda berdimensi panjang, sementara tabel b adalah toleransi umum untuk benda bersudut.

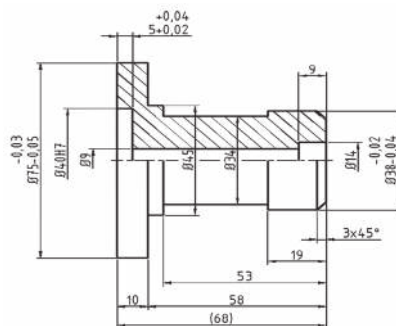
b. Toleransi Khusus

Toleransi khusus adalah toleransi yang ditentukan oleh perancang sesuai kebutuhan hubungan konstruksi. Penulisan dilakukan di sebelah ukuran nominal, seperti pada gambar 6.76 yang memiliki toleransi khusus yaitu sebagai berikut.

ø75; toleransi – 0.03 dan 0.05

ø38; toleransi – 0.02 dan – 0.05.

5; toleransi + 0.04 dan + 0.02



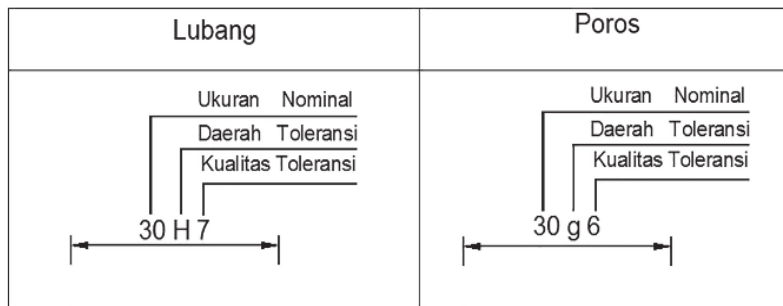
Gambar 6.75 Penunjukan Toleransi Khusus
Sumber: Rachmat R.P, dkk/2020

c. Suaian

Toleransi suaian diberikan pada bagian-bagian yang memerlukan ukuran dengan ketelitian yang tinggi, dengan maksud mendapatkan kondisi kesesuaian pada bagian yang berpasangan.

1) Simbol Penulisan Toleransi Suaian

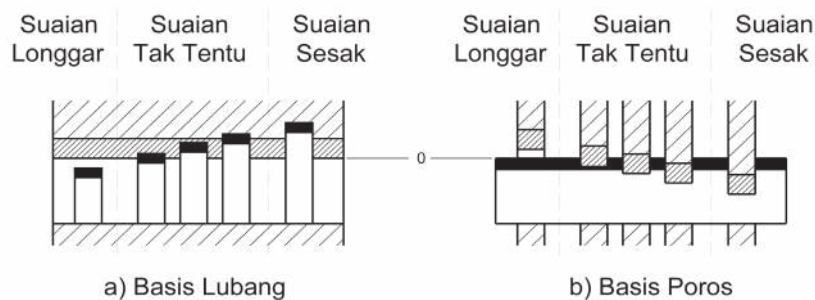
Penulisannya dilakukan di sebelah ukuran nominal yang memerlukan toleransi dengan simbol penulisan yang telah distandarkan, yaitu berupa huruf kapital untuk lubang dan huruf kecil untuk poros. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 6.76 Penulisan Toleransi Suaian
Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

2) Kondisi Toleransi Suaian

- Suaian Sesak (*Interference/Press Fit*)
- Suaian yang selalu akan menghasilkan kondisi sesak (*interference*). Daerah toleransi lubang selalu di bawah daerah toleransi poros.
- Suaian Taktentu (*Transition Fit*)
Suaian yang menghasilkan kondisi longgar/sesak. Daerah toleransi lubang dan poros saling berpotongan (sebagian saling menutupi).
- Suaian Longgar (*Clearance Fit*)
Suaian yang selalu akan menghasilkan kondisi longgar (*clearance*). Daerah toleransi lubang selalu terletak di atas daerah toleransi poros.



Gambar 6.77 Kondisi toleransi suaian
Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

3) Besaran Harga Toleransi Suaian

Besaran harga toleransi suaian sesuai ketentuan ISO, terdiri dari dua jenis, yaitu harga toleransi suaian basis poros dan lubang.

Sebagai bahan penguatan dan penerapan materi ini, silahkan kalian lihat Lembar Aktivitas Tugas-1 di bawah ini.

4) Pemilihan Toleransi Suaian

Pada pelaksanaan pembuatan benda berpasangan, kondisi pemasangan benda dapat dipilih sesuai tabel 6.11 di bawah ini.

Tabel 6.11 Pemilihan Toleransi Suaian

JENIS SUAIAAN (FIT)		SUAIAAN REKOMENDASI	CIRI-CIRI PERAKITAN	PENGUNAAN
PRESSFIT	pressfit kuat		hanya dapat dirakit dengan tekanan atau perbedaan temperatur, gaya ikatan kuat	hubungan roda gigi dan roda gila, flens pada poros
	pressfit menengah	H7 / s6 P7 / h6* H7 / r6 H7 / p6	hanya bisa dirakit dengan tekanan atau perbedaan temperatur, gaya ikatan kuat	hubungan kopling, bus bantalan pada rumah, roda atau batang engkol, lapisan perunggu pada hubungan besi tuang
TRANSITION FIT	interference fit	H7 / h6 N7 / h6*	dirakit dengan tekanan	rotor pada poros motor, ring gigi pada roda
	wringing fit	K7 / h6* H7 / k6	dirakit dengan palu tangan	puli, kopling, roda gigi, roda gila, pemasangan roda kemudi dengan tuas
	close sliding fit	H7 / j6 H7 / js6	dirakit dengan tangan	puli, roda gigi, roda kemudi, dan bus bantalan untuk dipasang dengan mudah
CLEARANCE FIT	sliding fit	H7 / h6 H8 / h9 H9 / h9* H11 / h9 H11 / h11	masih bisa digerakkan tangan selama ada pelumasan	sarung senter kepala lepas, roda gigi pengganti, kerah pengencang, pengarah bagian-bagian yang mudah dirakit, bus antara, poros h11 dibuat dengan proses tarik dingin
		close running, fit	G7 / h6* H7 / js6	dapat bergerak tanpa memperhatikan kelonggaran	bantalan, peluncur presisi
	running fit	F8 / h6* H8 / f7 F8 / h9*	perlu diperhatikan kelonggarannya	bantalan dengan kelonggaran yang perlu diperhatikan bantalan poros engkol dan batang engkol, bus bantalan pada poros
	light running, fit	H8 / c8 E9 / h9*	kelonggaran agak besar	pemakaian bantalan pada poros yg panjang, yg dipakai pada mesin pertanian
	large running fit	H8 / d9 D10 / h9* H11 / d9 D10 / h11*	kelonggaran besar	penggunaan poros dalam mesin peralatan dan mesin torak dengan pemakaian bantalan jarak, torak hidrolik yang bergerak dalam silinder, pemakaian bantalan luncur untuk temperatur tinggi
	fit with big clearance and tolerance	C11 / h9* C11 / h11* H11 / c11 A11 / h11* H11 / a11	kelonggaran sangat besar	pena pengunci, pegas dan penyangga rem, untuk bantalan yang mempunyai temperatur tinggi maupun berbahaya karena kotoran dan tidak perlu pelumasan
	* SISTEM BASIS POROS			

Sumber: Rachmat R.P, dkk/2022

Sebagai penguatan materi ini dan agar lebih memahami bagaimana penerapan dalam pekerjaan, kerjakanlah Tugas-2 pada lembar aktivitas berikut.

Tugas Individu**TUGAS – 1**

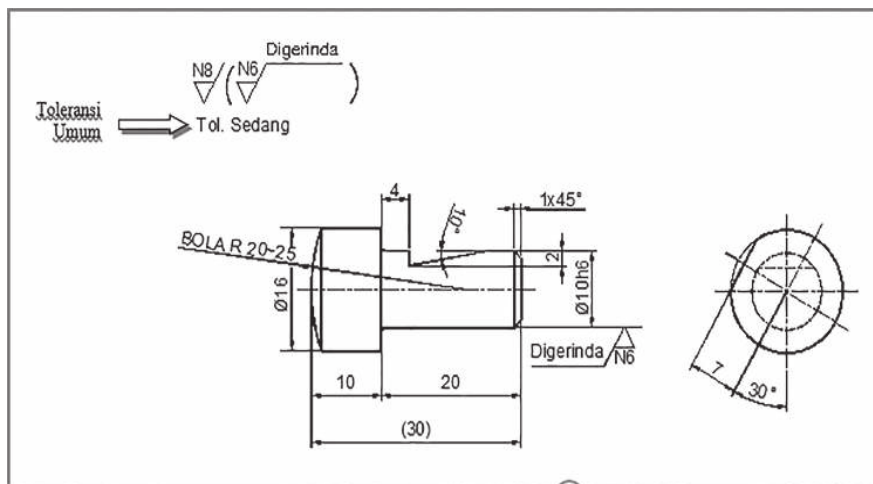
1. Carilah dari berbagai sumber belajar lain (internet, media sosial, buku referensi, dan lainnya) terkait besaran harga toleransi suaian sesuai ketentuan ISO, baik harga toleransi suaian basis poros maupun lubang.
2. Hasil pekerjaan disampaikan dalam bentuk arsip tangkapan layar tabel harga suaian ISO.

Tugas kelompok**TUGAS – 2**

1. Baca dan pahami Tabel 6.11 terkait penerapan jenis-jenis suaian.
2. Bagilah kelas menjadi 5 kelompok besar.
3. Tiap kelompok harus mencari dari berbagai sumber belajar tentang gambar penerapan jenis-jenis suaian pada benda teknik.
4. Hasil pekerjaan berupa gambar tangkapan layar.

d. Ketentuan Penulisan**1) Toleransi Umum**

Penulisan pada gambar kerja untuk toleransi umum diperlihatkan pada gambar di bawah ini.

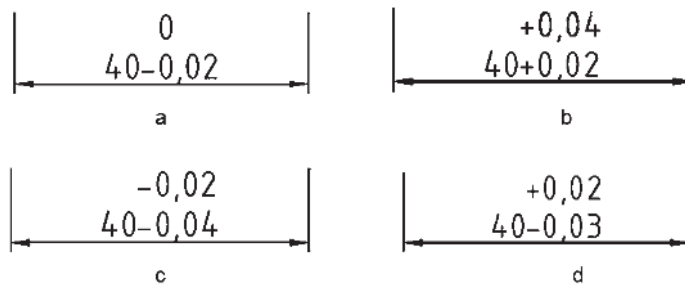


Gambar 6.79 Penulisan toleransi umum

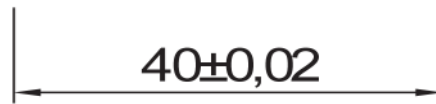
Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

2) Toleransi Khusus

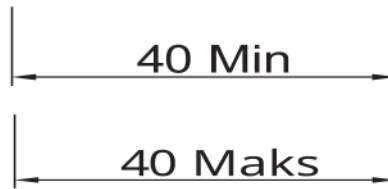
Cara penulisan toleransi khusus untuk ukuran penyimpangan deviasi (gambar 6.79), ukuran penyimpangan simetri (gambar 6.80), ukuran penyimpangan dengan batasan (gambar 6.81) dan benda berpasangan (gambar 6.82) seperti contoh di bawah ini.



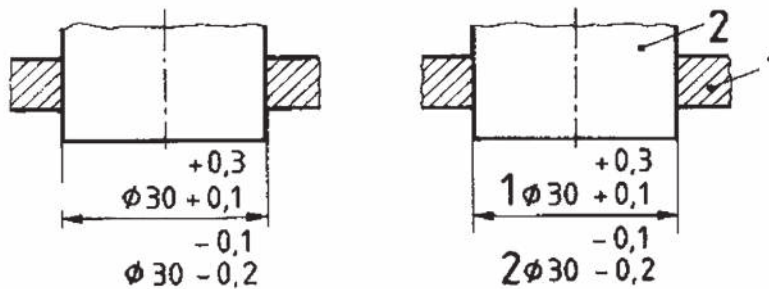
Gambar 6.79 Ukuran penyimpangan deviasi
 Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010



Gambar 6.79 Ukuran penyimpangan simetri
 Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010



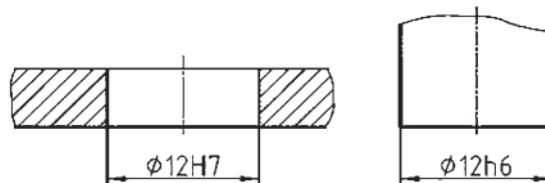
Gambar 6.81 Ukuran dengan satu batasan (maks/min)
 Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010



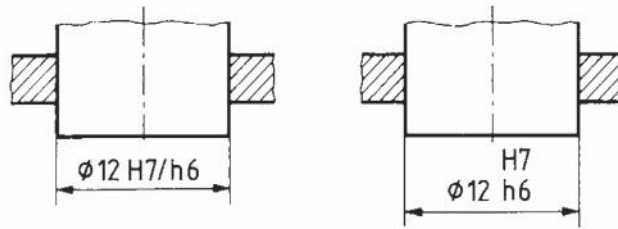
Gambar 6.82 Benda berpasangan, bagian atas ukuran lubang dan bagian bawah ukuran poros
 Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

3) Toleransi Suaian

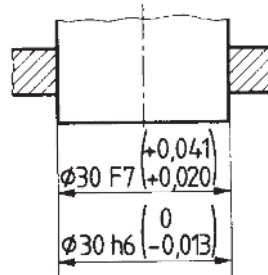
Penulisan toleransi suaian digunakan untuk pasangan benda dengan kondisi yang diinginkan, seperti pada tabel 6.11 di atas.



Gambar 6.83 Penulisan suaian model-1
 Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010



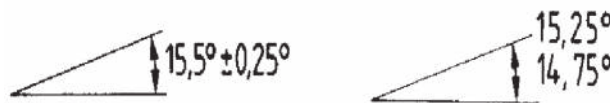
Gambar 6.84 Penulisan suaian model-2
Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010



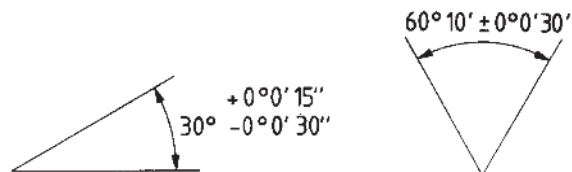
Gambar 6.85 Penulisan suaian model-3
Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

4) Toleransi Sudut

Toleransi sudut dituliskan dan dicantumkan pada gambar benda dengan kondisi ukuran sudut yang diinginkan pada benda tersebut. Penulissannya seperti pada gambar berikut.



Gambar 6.86 Penulisan toleransi sudut model-1
Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

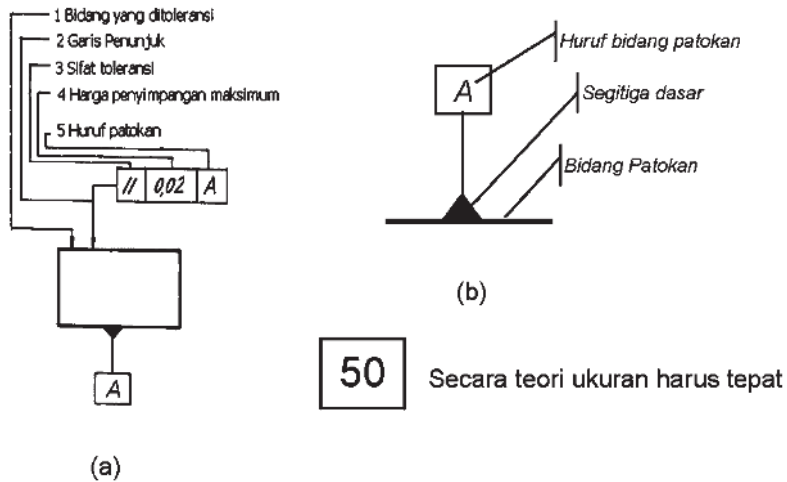


Gambar 6.87 Penulisan toleransi sudut model-2
Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

2. Toleransi Bentuk dan Posisi

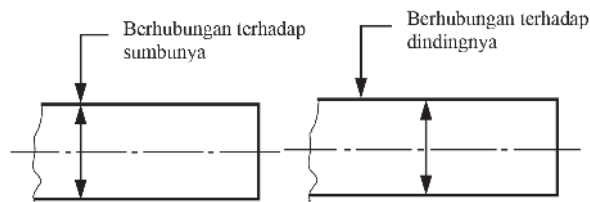
Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan sesuai dengan fungsinya dan untuk keperluan produksi massal, tiap-tiap benda bisa ditukar-tukar pada pasangannya. Di samping toleransi ukuran pada gambar, dilengkapi pula dengan toleransi bentuk dan posisi. Toleransi bentuk dan posisi telah dibuat standar oleh ISO dengan nomor standar ISO R. 1101.

Toleransi bentuk dan posisi pada umumnya digunakan untuk panjang keseluruhan suatu bidang yang berpasangan. Gambar berikut memperlihatkan penulisan simbol toleransi dasar.



Gambar 6.88 Simbol dasar
 Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

Arti garis ukur dengan tanda panahnya akan berbeda sesuai posisi penggambaran. Hal ini diperlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 6.89 Arti penunjukan
 Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

a. Sifat Toleransi dan Simbol

Penulisan simbol toleransi untuk masing-masing sifat dan kondisi toleransi pada gambar teknik akan berbeda. Pada tabel berikut, kalian bisa lihat sifat toleransi dan simbol yang dibuat pada gambar.

Tabel 6.12 Sifat Toleransi dan Simbol

Elemen dan toleransi		Sifat yang diberi toleransi	Lambang
Elemen tunggal	Toleransi bentuk	Kelurusan	—
		Kedataran	
		Kebulatan	
		Kesilindrisan	
Elemen tunggal atau yang berhubungan	Toleransi bentuk	Profil garis	
		Profil permukaan	
Elemen-elemen yang berhubungan	Toleransi orientasi	Kesejajaran	//
		Ketegak lurus	
		Ketirusan	
	Toleransi lokasi	Posisi	
		Konsentrisitas dan koaksialitas.	
		Kesimetrisan	
	Toleransi putar	Putar tunggal	
		Putar total	

Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

b. Toleransi Bentuk

Toleransi bentuk adalah batasan penyimpangan yang diizinkan dari suatu bentuk benda kerja, terhadap bentuk benda kerja ideal.

c. Toleransi Posisi

Toleransi posisi adalah batasan penyimpangan posisi yang diizinkan dari suatu benda kerja terhadap posisi suatu pasangan dari dua atau beberapa benda kerja yang dipasangkan secara sempurna.

Sebagai penjelasan lebih lanjut terkait materi di atas, silakan kalian kerjakan Tugas-3 pada lembar aktivitas di bawah ini.

Lembar Aktivitas 22

Aktivitas Individu

TUGAS –3

1. Siswa diminta mencari dari berbagai sumber belajar lain (internet, media sosial, buku referensi dan lainnya) terkait angka dan aturan penggunaan toleransi bentuk dan toleransi posisi pada gambar.

2. Hasil pekerjaan berupa tabel seperti contoh tabel 6.12 dikumpulkan berupa hasil cetak.

3. Konfigurasi Permukaan

Penunjukan konfigurasi permukaan mencakup kekasaran permukaan, arah bekas pengerjaan, dan sebagainya. Hal ini diperlukan untuk menjamin mutu bagian-bagian mesin. Maksud dari para perancang terhadap konfigurasi permukaan harus dinyatakan dengan cara yang ditentukan secara internasional.

Perincian konfigurasi permukaan tidak diperlukan jika proses pembuatan biasa menjamin pengerjaan akhir dapat diterima. Ketentuan dan cara penunjukan dijelaskan menurut ISO/R 468 (kekasaran permukaan) dan ISO 1302 (Cara menyatakan konfigurasi permukaan dalam gambar).

a. Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan pada bagian-bagian mesin dan bekas pengerjaannya merupakan faktor yang sangat penting untuk menjamin mutu bagian-bagian dari mesin tersebut. Ketentuan-ketentuan dari tiga macam kekasaran permukaan dan nilai-nilai numeriknya digariskan dalam ISO/R 468-1966. Perhatikan tabel 6.13 di bawah ini.

Tabel 6.13 Angka dan Kelas Kekasaran

HARGA KEKASARAN R_a (μm)	ANGKA KELAS KEKASARAN
50	N12
25	N11
12,5	N10
6,3	N9
3,2	N8
1,6	N7
0,8	N6
0,4	N5
0,2	N4
0,1	N3
0,05	N2
0,025	N1

Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

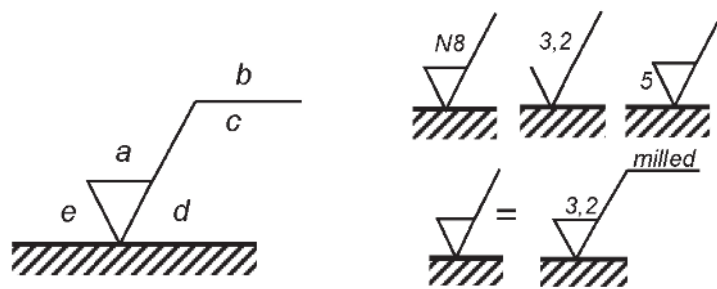
b. Tanda Pengerjaan

Tanda pengerjaan dituliskan pada gambar permukaan benda untuk menunjukkan konfigurasi permukaan yang mencakup; kekasaran permukaan, arah bekas pengerjaan, dan sebagainya. Maksud dari para perancang terhadap konfigurasi permukaan harus dinyatakan dalam gambar dengan cara-cara yang telah ditentukan secara internasional.

Ketentuan-ketentuan dan cara-cara penunjukan dari konfigurasi permukaan dijelaskan menurut ISO 1302 (cara menyatakan konfigurasi permukaan dalam gambar).

1) Simbol Tanda Pengerjaan

Simbol tanda pengerjaan dituliskan seperti pada gambar di bawah ini.



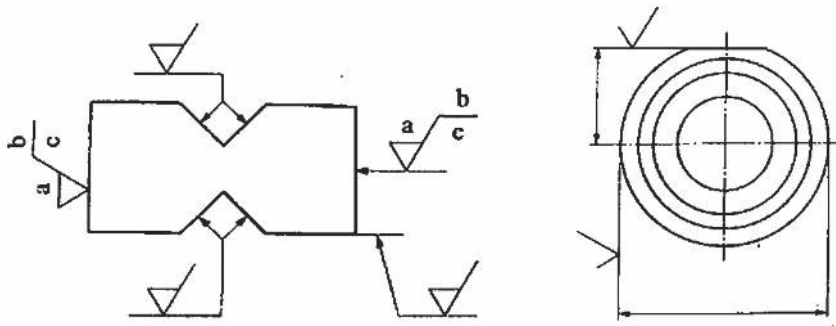
Gambar 6.90 Penulisan simbol
Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

Gambar di atas memperlihatkan simbol dasar terdiri dari dua garis dengan panjang tidak sama (perbandingan 1:2), membentuk sudut 60°. Simbol digunakan untuk memperjelas cara pengerjaan benda kerja tersebut, yaitu H1 = 5 mm ; H2 = 10 mm. Ketebalan garis = 0,35 ; tinggi huruf = 3,5 mm.

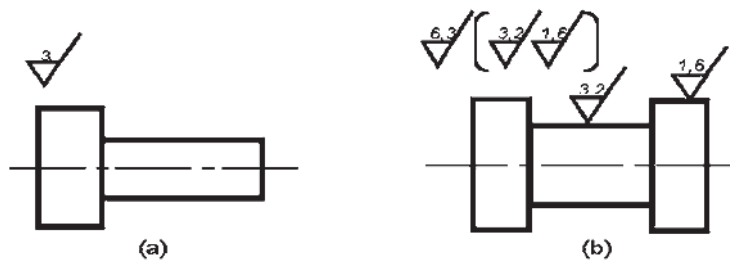
Keterangan simbol :

1. Nilai kekasaran Ra dalam μm atau kelas kekasaran N1-N12.
2. Metoda produksi, perlakuan permukaan dan pelapisan (penunjukan pengerjaan).
3. Penunjukan jarak/panjang dalam mm.
4. Bentuk alur permukaan.
5. Kelebihan ukuran untuk dilakukan pengerjaan lanjut.

Simbol dan huruf harus dapat terbaca dari bawah atau dari kanan. Dua permukaan dapat digabungkan dengan tanda panah penunjuk ke arah bidang permukaan. Simbol dan tanda panah ditempatkan pada bidang permukaan benda atau pada garis perpanjangannya. Hal ini seperti terlihat pada gambar berikut.



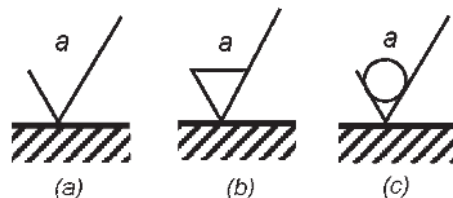
Gambar 6.91 Posisi penulisan
 Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010



Gambar 6.92 Penulisan simbol pada gambar
 Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

Jika semua permukaannya kekasarnya sama, simbol tanda pengerjaan dicantumkan di luar benda kerja. Tanda pengerjaan yang sifatnya khusus “seluruhnya” dapat ditambahkan (gambar 6.93 - a), Tanda pengerjaan paling luar menyatakan bahwa permukaan benda secara umum adalah $R_a=6,3 \mu\text{m}$, atau yang pada gambar tidak ada tanda pengerjaannya berarti kekasarnya adalah $R_a=6,3 \mu\text{m}$ (Gambar 6.96 - b). Tanda pengerjaan di dalam kurung harus dicantumkan pada permukaan benda yang sesuai. Penulisan simbol secara khusus yang ditulis terpisah, dapat dilaksanakan apabila penulisannya mengganggu gambar atau tidak ada ruang.

Perhatikan gambar berikut.



Gambar 6.94 Simbol konfigurasi permukaan
 Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

Konfigurasi permukaan gambar di atas adalah sebagai berikut.

Gambar (a) : dihasilkan dari suatu cara produksi

Gambar (b) : dihasilkan dengan membuang bahan oleh mesin

Gambar (c) : dihasilkan tanpa pembuangan bahan

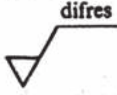
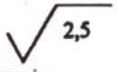
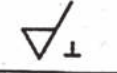

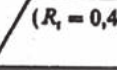
Arah bekas pengerjaan adalah arah pola pemakanan yang dominan dan ditentukan oleh cara pengerjaan yang dipergunakan. Arah bekas pengerjaan ditentukan oleh sebuah lambang yang ditambahkan pada lambang konfigurasi permukaan, seperti terlihat pada Tabel 6.14 dan Tabel 6.15 di bawah ini.

Tabel 6.14 Simbol Arah bekas Pengerjaan

Lambang	Pengertian	
=	Sejajar dengan bidang proyeksi, dari pandangan di mana lambangnya dipergunakan	
⊥	Tegak lurus pada bidang proyeksi dari pandangan di mana lambangnya dipergunakan	
X	Saling berpotongan dalam dua arah miring relatif terhadap bidang proyeksi dari pandangan di mana lambangnya dipergunakan	
M	Dalam segala arah	
C	Kurang lebih bulat relatif terhadap titik pusat permukaan, terhadap mana lambangnya dipergunakan	
R	Kurang lebih radial relatif terhadap titik pusat permukaan, terhadap mana lambangnya dipergunakan	

Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)

Tabel 6.15 Simbol Penunjukan Tambahan

	Lambang	Pengertian
3.1		Cara produksi: difres.
3.2		Panjang contoh: 2,5 mm.
3.3		Arah bekas pengerjaan: tegak lurus pada bidang proyeksi dari pandangan.
3.4		Kelonggaran pemesinan: 2 mm.
3.5		Penunjukan (dalam kurung) dari persyaratan kekasaran yang lain dari pada yang dipakai untuk R_a , umpamanya $R_a = 0,4 \mu\text{m}$

Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

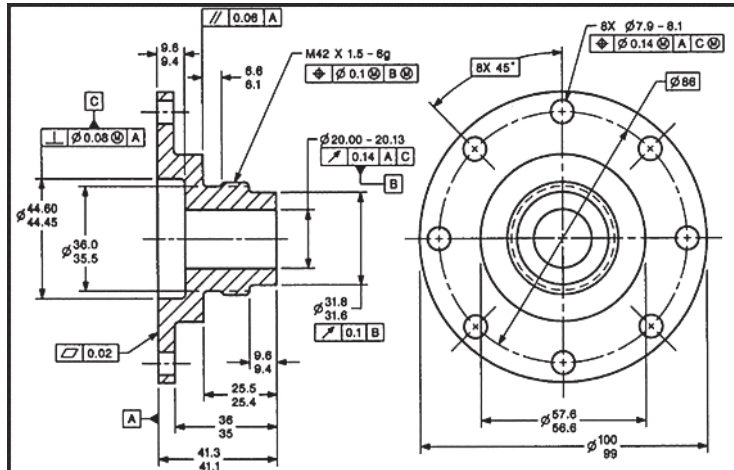
Sebagai penguatan materi dan pemahaman kalian terkait penerapan materi yang telah kalian pelajari, kerjakanlah lembar aktivitas di bawah ini dengan bimbingan guru.

Lembar Aktivitas 23

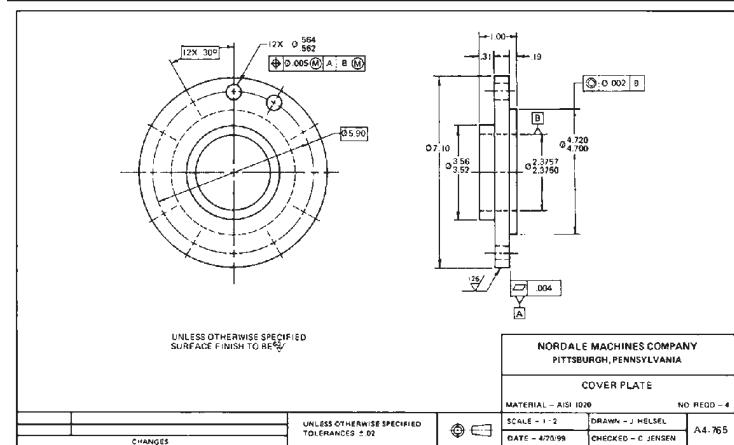
Aktivitas Kelompok

TUGAS – 4

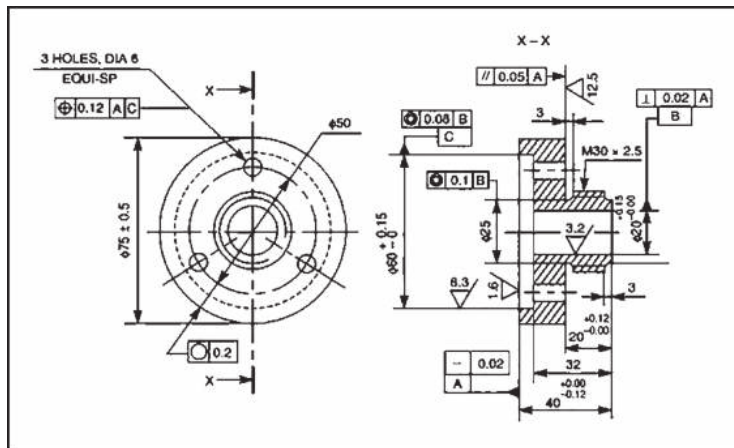
1. Lihat dan pelajarilah gambar 6.95, gambar 6.96 dan gambar 6.97.
2. Kalian akan dibagi menjadi 4 kelompok.
3. Setiap kelompok diminta menemukan simbol-simbol berikut pada gambar.
Kelompok - 1 : Toleransi Ukuran & Suaian
Kelompok - 2 : Toleransi Bentuk
Kelompok - 3 : Kekasaran Permukaan
Kelompok - 4 : Tanda Pengerjaan
4. Tiap kelompok diminta menyusun macam-macam toleransi ke dalam jenis-jenis toleransi sesuai literatur yang didapat, lalu menuliskan pengertian toleransi yang dipakai.
5. Tiap kelompok mempresentasikan hasil pekerjaannya dan berdiskusi apabila ada pertanyaan, saran dan atau sanggahan dari kelompok lain.
6. Diberikan penguatan/informasi tambahan oleh guru mata pelajaran.



Gambar 6.94 Gambar Kerja (Tugas – 4)
Sumber: Giesecke, Mitchell, dkk/2000



Gambar 6.95 Gambar Kerja (Tugas – 4)
Sumber: Warren J. Luzadder/2000



Gambar 6.96 Gambar Kerja (Tugas-1)
Sumber: Giesecke, Mitchell, dkk/2000

Selanjutnya, kerjakanlah tugas pada Lembar Aktivitas berikut di bawah bimbingan guru.

Lembar Aktivitas 24

Tugas Individu

TUGAS – 5

Praktek Gambar

T-16 : Gambar kerja penunjukan simbol toleransi.

T-17 : Gambar kerja penunjukan simbol kekasaran permukaan.

T-18 : Gambar kerja penunjukan simbol tanda pengerjaan.

(Rincian tugas dapat dilihat pada bagian Uji Kompetensi Materi-4)

E. Gambar Ulir – Baut

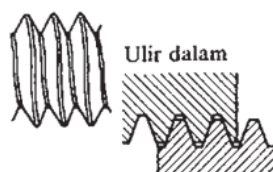
Sebagai penilaian awal dan pemahaman awal kalian terhadap materi yang akan dipelajari, jawablah pertanyaan di bawah ini.

1. Menurut kalian, adakah jenis sambungan yang dapat dibuka pasang?
2. Apa yang kalian ketahui tentang ulir? Coba jelaskan.
3. Tunjukkan benda teknik yang disebut mur, baut, dan sekrup.

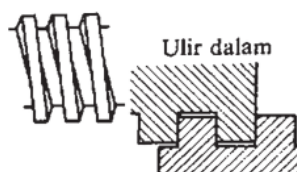
Pada umumnya, penyajian gambar harus menyatakan bentuk benda secara tepat, tetapi untuk menghemat waktu penggambaran, telah ditetapkan cara-cara penyederhanaan gambar untuk beberapa elemen mesin. Cara ini juga digunakan untuk bagian benda atau elemen yang mengulang dan gambar bagan (skema).

1. Jenis dan Macam Bentuk Ulir

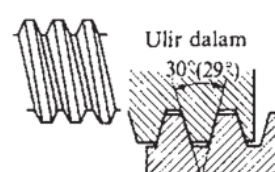
Sambungan ulir sangat luas penggunaannya pada mesin, juga terdiri dari bermacam-macam jenis. Jika kalian perhatikan, penampang ulir terlihat berbentuk segi tiga, segi empat, trapesium, bulat, dan sebagainya. Perhatikan gambar berikut.



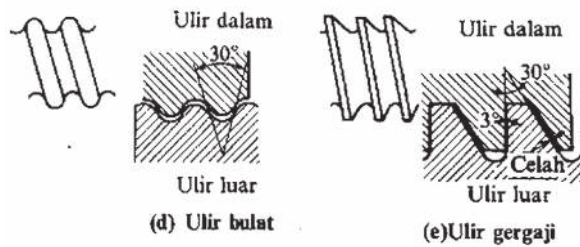
(a) Ulir segi tiga



(b) Ulir segi empat



(c) Ulir trapesium



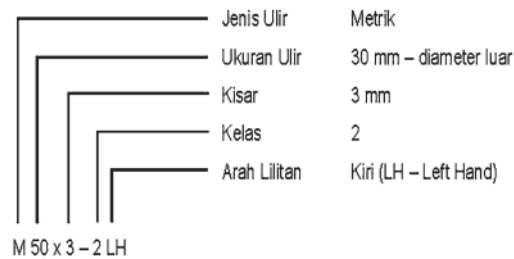
Gambar 6.97 Jenis dan macam bentuk ulir
 Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2000

2. Penunjukan Ulir ISO

Penunjukan ulir ataupun komponen yang menggunakan ulir pada dunia teknik dan industri, diperlihatkan dengan tulisan kode tertentu yang menunjukkan dua jenis satuan ulir sesuai standar ISO.

a. Ulir Metrik

Ulir metrik adalah ulir dengan satuan ukuran menggunakan satuan metrik atau satuan internasional (mm).



b. Ulir Inchi

Ulir inchi adalah ulir dengan satuan ukuran menggunakan satuan *Inchi*.

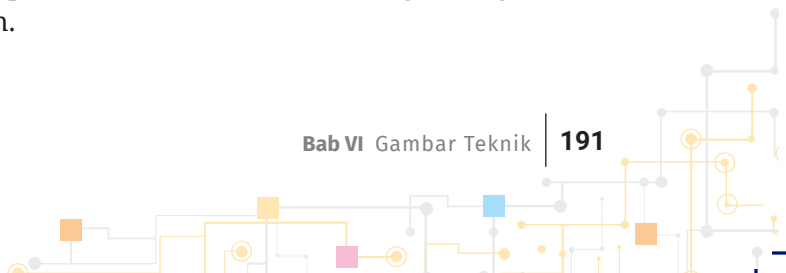


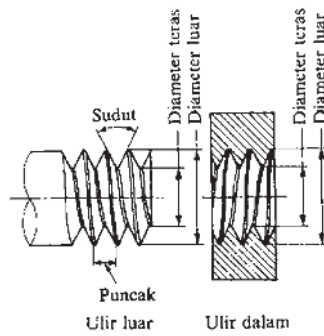
c. Pembuatan Gambar Ulir

Teknis penggambaran ulir pada gambar kerja, terdiri dari gambar ulir luar dan ulir dalam.

1) Konstruksi Ulir

Gambar di bawah ini memperlihatkan konstruksi atau bagian-bagian ulir luar dan ulir bagian dalam.



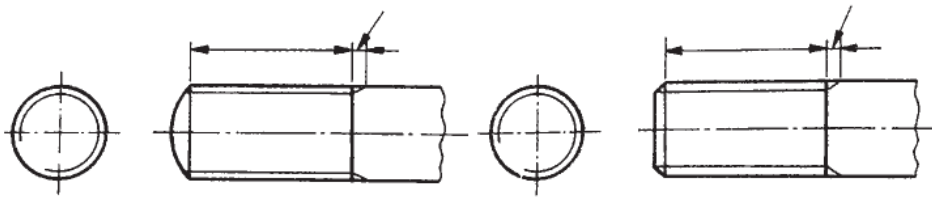


Gambar 6.98 Konstruksi ulir
 Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

d. Gambar Ulir Luar dan Dalam

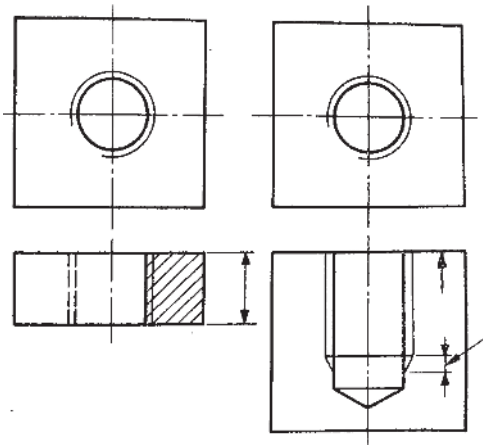
Pembuatan gambar ulir dibuat dengan beberapa penyederhanaan agar penunjukan ulir dapat lebih mudah dibuat dan mudah dipahami. Penyederhanaan tersebut sesuai dengan standar ISO.

1) Gambar Ulir Luar



Gambar 6.99 Gambar ulir luar
 Sumber: Giesecke, Mitchell, dkk/2000

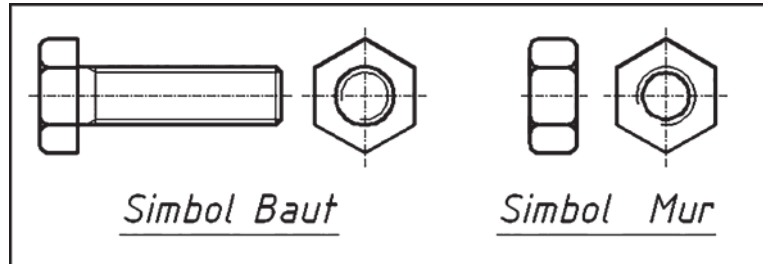
2) Gambar Ulir Dalam



Gambar 6.100 Gambar ulir dalam
 Sumber: Giesecke, Mitchell, dkk/2000

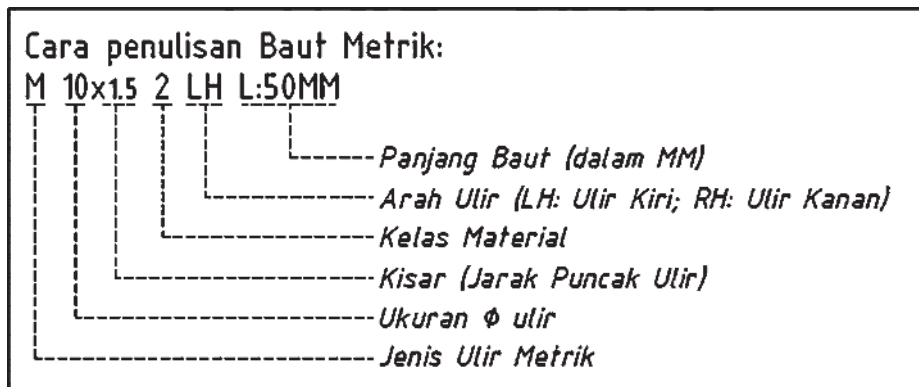
e. Mur-Baut

Mur-baut adalah komponen mesin yang berpasangan. Masing-masing terikat menggunakan ulir. Gambar berikut memperlihatkan mur dan baut beserta simbol pada gambar kerja.



Gambar 6.101 Gambar mur dan baut
Sumber: Warren J. Luzadder/2000

Penulisan baut metrik pada gambar teknik menggunakan simbol tertentu yang menunjukkan bahwa baut tersebut menggunakan satuan metrik.



Gambar 6.102 Gambar mur dan baut
Sumber: Warren J. Luzadder/2000

Untuk menambah pemahaman kalian terhadap materi yang telah dipelajari, kerjakanlah tugas pada Lembar Aktivitas berikut.

Lembar Aktivitas 25

Aktivitas Kelompok

TUGAS – 1

1. Amati dan catatlah perbedaan dari masing-masing gambar jenis ulir pada gambar.
2. Tuliskan arti kode ulir berdasarkan informasi materi yang tersedia atau sumber informasi lain.
3. Kerjakanlah tugas praktik gambar berikut.

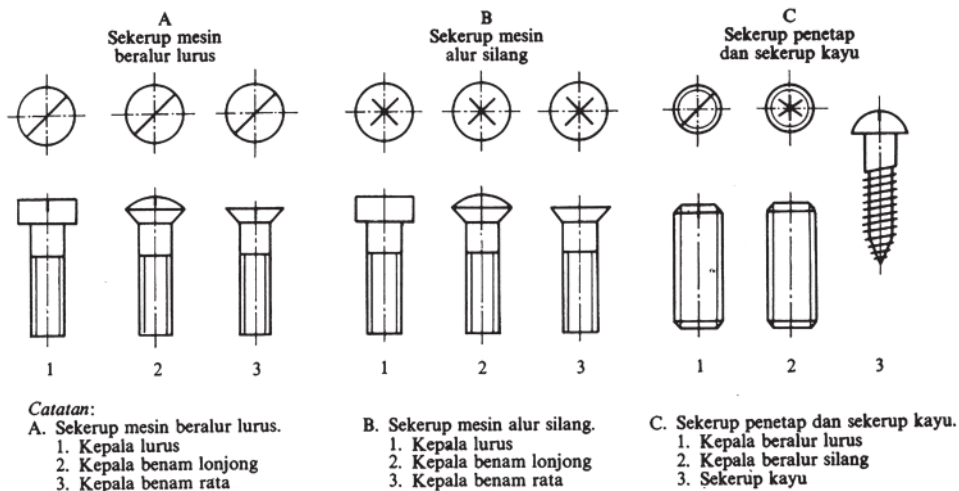
T-20 : Buatlah gambar kerja dengan penunjukan gambar ulir luar dan ulir dalam beserta cara penunjukannya.

(Rincian tugas dapat dilihat pada bagian Uji Kompetensi Materi-5)

f. Sekerup Mesin

Pekerjaan dasar Teknik Energi Terbarukan akan sangat banyak berhubungan dengan instalasi dan pembuatan peralatan pendukung. Pekerjaan manufaktur yang mendukung Teknik Energi Terbarukan akan banyak berhubungan dengan sekrup mesin sebagai pengikat dan penyatu berbagai komponen mesin yang akan dipakai.

Perhatikan gambar di bawah ini. Gambar tersebut memperlihatkan macam dan jenis sekrup mesin berdasarkan kriteria pembagian tertentu.



Gambar 6.103 Macam-macam sekrup

Sumber: Warren J. Luzadder/2000

Untuk menambah pemahaman kalian terhadap materi yang telah dipelajari, kerjakanlah tugas pada lembar aktivitas berikut.

Lembar Aktivitas 26

Aktivitas Kelompok

TUGAS – 2

1. Cari dan kumpulkan macam-macam sekrup mesin (berdasarkan jenis, bentuk dan konstruksi kepala sekrup), minimal 4 jenis berbeda.
2. Bentuklah 5 kelompok, masing-masing kelompok menyatukan hasil tugas individunya.
3. Tiap kelompok mempresentasikan hasil tugasnya setelah memilah jenis-jenis sekrup berdasarkan bentuk dan ukurannya.

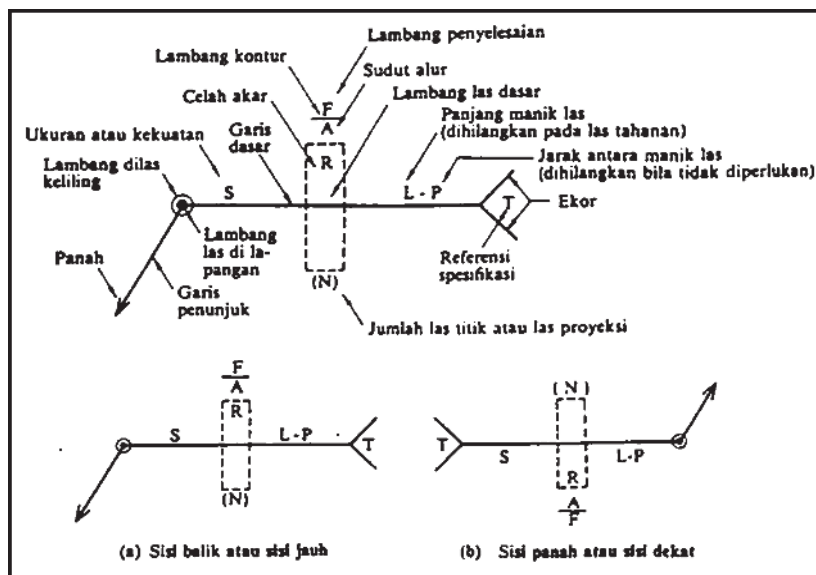
4. Tiap kelompok yang mempunyai jenis sekrup yang tidak dimiliki oleh kelompok lainnya akan mendapat nilai lebih.
5. Memberikan penguatan dengan informasi baru, materi atau gambar.



Gambar Kerja Pengelasan

Pengelasan adalah proses penyatuan dua buah logam dalam keadaan leleh dengan menggunakan proses panas. Hasilnya lebih kokoh dibandingkan dengan penyatuan menggunakan paku atau mur-baut. Seiring dengan perkembangan teknologi, teknologinya pun turut berkembang pesat seiring dengan kebutuhan pembangunan atau manufaktur, termasuk dalam teknik energi terbarukan sehingga terbuka potensi usaha atau prosesi.

Berikut adalah gambar kerja yang berkaitan dengan pengelasan.



Gambar 6.104 Letak standar lambang las

Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto/2010

Untuk informasi lebih lanjut mengenai pengelasan, kalian dapat mengunjungi *Website American Welding Society*. Selain itu, kalian juga bisa membaca buku karangan G. Takeshi Sato dan N. Sugiarto H. yang berjudul *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*, penerbit Erlangga, Jakarta.



A. Materi-1

1. Kinerja berbentuk Fortofolio

1. Kumpulkan lembar kerja dari hasil pengerjaan Tugas-1 sampai Tugas-9.
2. Lengkapi berkas lembar kerja hasil tugas yang belum lengkap.

2. Tes Tertulis

Sifat : *Open Book*

Jenis Tes : *Matchmaking*

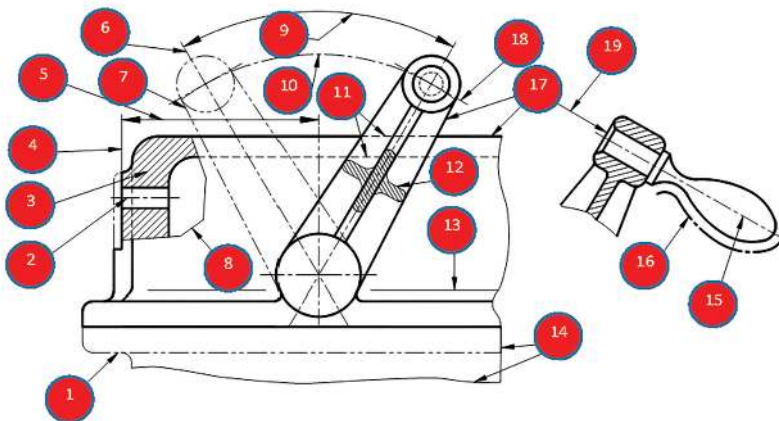
Perintah : Carilah pasangan kode garis yang tepat dari jenis garis yang digunakan pada gambar tabel Standar Garis ISO R-128

Gambar

Amati dan pahami gambar di bawah ini, lalu carilah kode jenis garis pada tabel garis ISO R-128 yang dipakai pada garis yang telah diberi nomor.

Contoh :

1. Garis B7 : Garis senter pendek
2. Demikian seterusnya untuk kode no. 2, 3, 4 ... dst



Gambar 6.105 Latihan penunjukan garis gambar
Sumber: G. Takeshi Sato, N. Sugiarto (2010)

3. Praktik (*Project Work*)

a. T-01 & T-02

Judul : **ETIKET - 1**

Jenis Huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas :

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Siapkan kertas gambar dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit.
- Buat etiket jenis-1 pada kertas A4.
- Buat etiket jenis-1 pada kertas A3.
- Pada etiket satuan ditulis mm dan skala ditulis 1:1

b. T-03 & T-04

Judul : *ETIKET - 2*

Jenis huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas :

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Siapkan kertas gambar dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit.
- Buat etiket jenis-1 pada kertas A3.
- Buat etiket jenis-1 pada kertas A3.
- Pada etiket satuan ditulis mm dan skala ditulis 1:1

c. T-05

Judul : STANDARDISASI HURUF-ANGKA-SIMBOL

Jenis Huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas :

- Gunakan pensil 2B.
- Siapkan kertas gambar dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit.
- Gunakan kertas A3, etiket jenis-1, satuan ditulis mm dan skala ditulis 1:1.
- Buat pasangan huruf besar-kecil (A-Z) tinggi huruf besar 14.
- Buat pasangan huruf besar-kecil (A-Z) tinggi huruf besar 10
- Buat angka 0-9 dengan tinggi 14 dan 7.
- Buat angka romawi dan simbol dengan tinggi 14 dan 7.

Contoh:

Aa Bb Cc Dd Ee ... dst.
1 2 3 4 5 6 7 8 9 ... dst.
I III IV XI XV # () + = %
.....
dst.

d. T-06

Judul : HURUF-ANGKA-SIMBOL

Jenis Huruf : Tipe A (Miring)



Rincian Tugas :

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B
- Siapkan kertas gambar dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit
- Kertas A3, etiket jenis-2, satuan ditulis mm dan skala ditulis 1:1
- Buatlah kalimat yang ditugaskan dengan ketentuan tinggi huruf besar 14 (tinggi huruf kecil menyesuaikan dengan ketentuan)
- Buatlah kalimat yang ditugaskan dengan ketentuan tinggi huruf besar 10 (tinggi huruf kecil menyesuaikan dengan ketentuan)

Contoh :

SMK NEGERI 99 BREHNA
Program Keahlian Teknik Energi Terbarukan
Jl. Jenderal Sudirman Kav. #3 No.7 Kelurahan Satu
Telp. (071) 234567 Indonesia

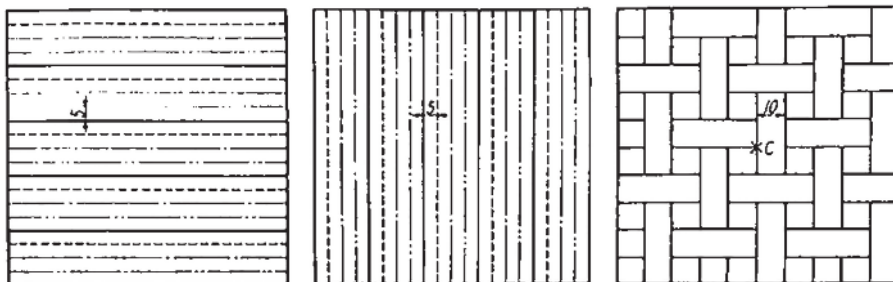
e. T-07

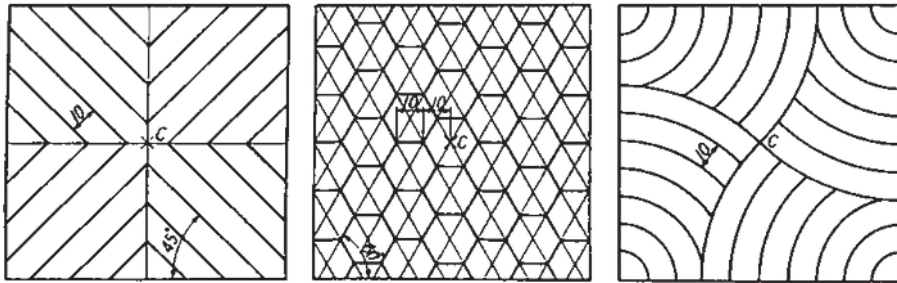
Judul : GARIS ISO R-128

Jenis huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas :

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B
- Siapkan kertas gambar yang dibutuhkan dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit
- Kertas A3, etiket jenis-1, satuan ditulis mm dan skala ditulis 1:1
- Buatlah macam-macam garis dengan konstruksi seperti pada lembar penugasan.
- Angka ukuran tidak perlu ditulis dan garis bantu harus dihapus.
- Ukuran tiap kotak 100 x 100 mm dan jarak antar kotak silahkan diatur sebaik mungkin
- Gambar penugasan





B. Materi-2

1. Kinerja Berbentuk Fortofolio

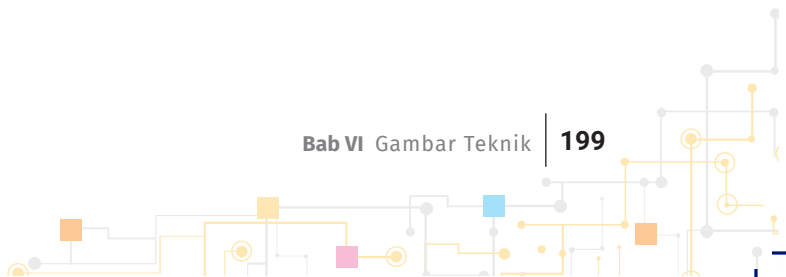
1. Kumpulkan berkas lembar kerja dari hasil pengerjaan Tugas-1
2. Lengkapi berkas lembar kerja hasil tugas yang belum lengkap.

2. Tes Tertulis

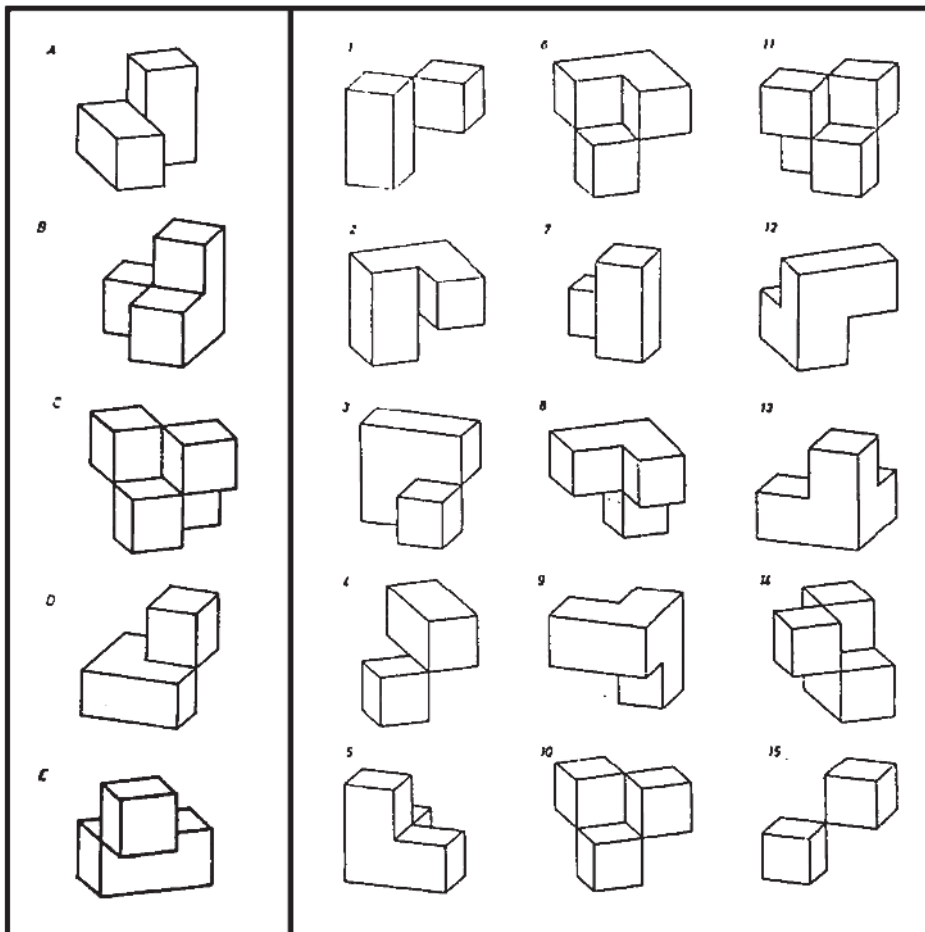
Sifat : *Open Book*

Jenis Test : *Matchmaking*

Perintah : Carilah pasangan gambar benda pada Lembar Kerja - 1, Lembar Kerja - 2, Lembar Kerja - 3 dan Lembar Kerja - 4.



Lembar Kerja-1
GAMBAR TIGA DIMENSI



Tiga model gambar mana pada bagian kanan yang dapat disamakan dengan model gambar sebelah kiri

SOAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	SALAH
A																
B																
C																
D																
E																

Lembar Kerja-2
GAMBAR PERSPEKTIF TANPA GARIS BAYANG

A

B

C

D

E

V = tampak depan

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Tiga pandangan mana di sebelah kanan yang cocok dengan gambar perspektif di sebelah kiri

SOAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	SRLAH
A																
B																
C																
D																
E																

Lembar Kerja-3
GAMBAR PERSPEKTIF DENGAN GARIS BAYANG

GAMBAR PERSPEKTIF DENGAN GARIS BAYANG

A

B

C

D

E

V = Tampak depan

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

Tiga pandangan mana di sebelah kanan yang cocok dengan gambar perspektif di sebelah kiri

SOAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	SALAH
A																
B																
C																
D																
E																

202 | Dasar-Dasar Teknik Energi Terbarukan untuk SMK/MAK Kelas X

Lembar Kerja-4
GAMBAR PERSPEKTIF BENDA SILINDRIS

GAMBAR PERSPEKTIF BENDA SILINDRIS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'
1''	2''	3''	4''	5''	6''	7''	8''	9''	10''	11''	12''	13''	14''	15''

Tiga pandangan mana di sebelah kanan yang cocok dengan gambar perspektif di sebelah kiri

SOAL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	SALAH
A																
B																
C																NILAI
D																
E																

3. Praktik/Project Work

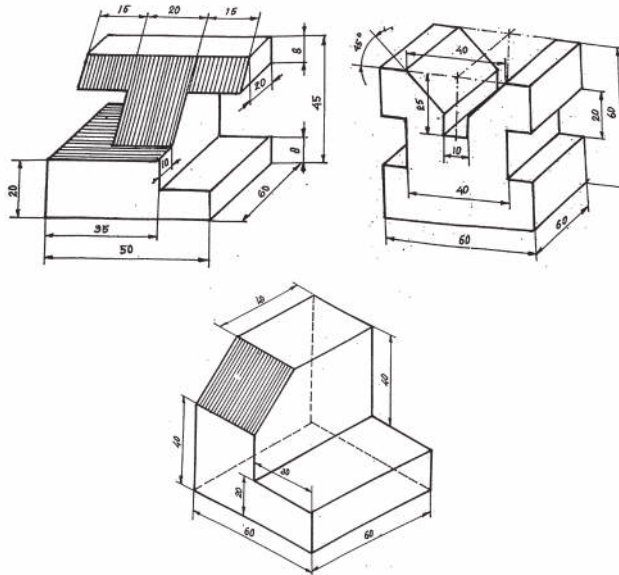
a. T-08

Judul : PROYEKSI PIKTORIAL

Jenis Huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas:

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Siapkan kertas gambar yang dibutuhkan dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit.
- Kertas A3 dan Etiket jenis-2.
- Satuan mm dan skala gambar 1:1.
- Tentukan berdasarkan materi yang telah dipelajari, mana gambar proyeksi Piktorial Dimetri, Isometri dan Miring lalu gambar ulang pada kertas gambar masing-masing.



b. T-09

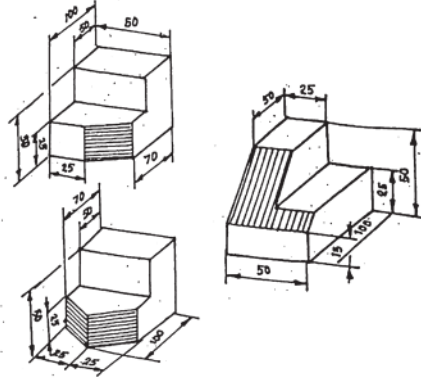
Judul : PROYEKSI EROPA

Jenis Huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas :

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Kertas A3, Etiket jenis-1, satuan mm dan skala 1:2.
- Pilih 2 gambar benda pada lembar tugas yang telah dibagikan.
- Buat dengan proyeksi eropa (depan, atas dan samping kanan).
- Gambar benda dibuat kembali dengan cara dimetri.

Pilihan gambar Proyeksi Eropa (T-09).



c. T-10

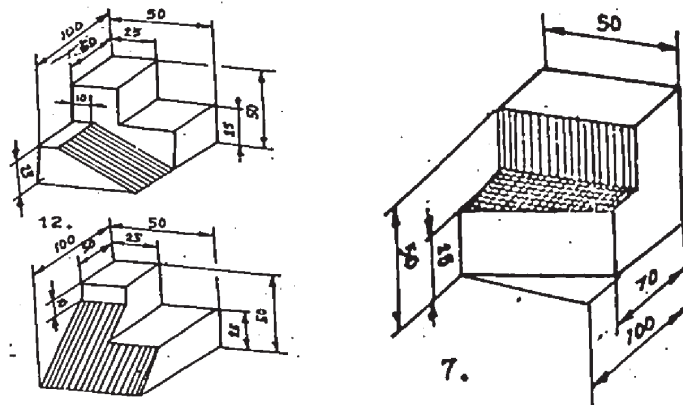
Judul : PROYEKSI AMERIKA

Jenis Huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas :

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Kertas A3, etiket jenis-1, satuan ditulis mm dan skala 1:2.
- Pilih 2 gambar benda pada lembar tugas yang telah dibagikan.
- Buat dengan Proyeksi Amerika (Depan, Atas dan Samping Kanan).
- Gambar benda dibuat kembali dengan cara Isometri.

Pilihan gambar Proyeksi Amerika (T-10).



C. Materi-3

1. Kinerja Berbentuk Fortofolio

1. Kumpulkan lembar kerja dari hasil pengerjaan Tugas-1, 3, dan 4.
2. Lengkapi berkas lembar kerja hasil tugas yang belum lengkap.

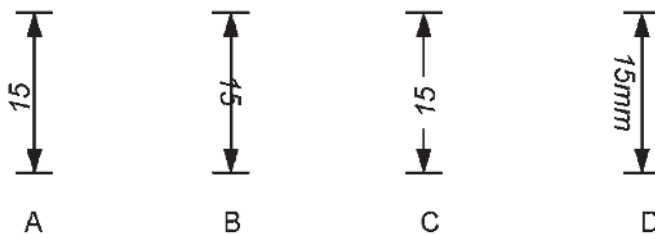
2. Tes Tertulis

a. Bagian I

Sifat : *Close Book*

Jenis Tes : Pilihan Ganda

1. Pilih 2 pengukuran yang sesuai standar?

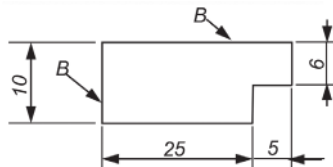


2. Tanda panah garis ukuran mana yang sesuai standar?



3. Garis ukuran mana yang tidak dimulai dari basis (B)?

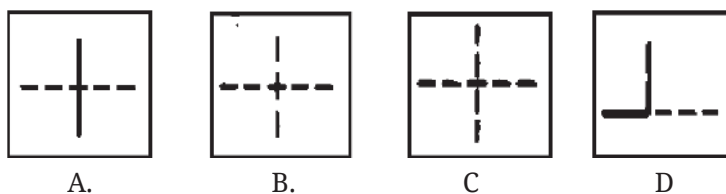
- A. 10
- B. 6
- C. 5
- D. 25



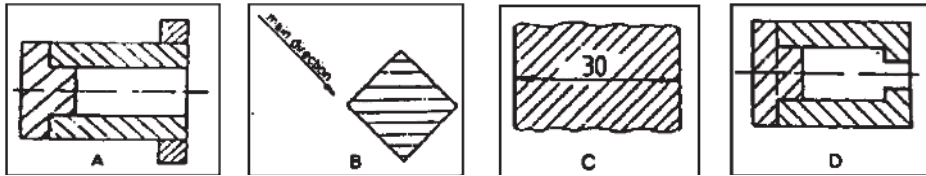
4. Penulisan mana yang benar?

- A. 30 \emptyset
- B. \emptyset 30
- C. 30 $^{\emptyset}$
- D. 30 $_{\emptyset}$

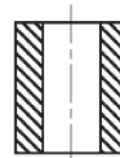
5. Gambar garis mana yang salah?



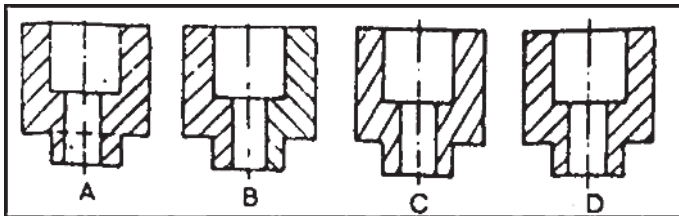
6. Garis arsir digambar menyudut^o terhadap garis sumbu.
 A. 30° B. 15° C. 45° D. 60°
7. Gambar penampang mana yang tidak benar?



8. Apa nama gambar penampang potongan ini?
 A. Penampang Sebagian
 B. Penampang standar
 C. Penampang Biasa
 D. Penampang Penuh



9. Garis pemotong pada potongan sebagian dibuat dengan
 A. lurus tipis kontiniu C. gores tebal
 B. bebas tipis D. tidak pakai garis
10. Penggambaran mana yang sesuai standar



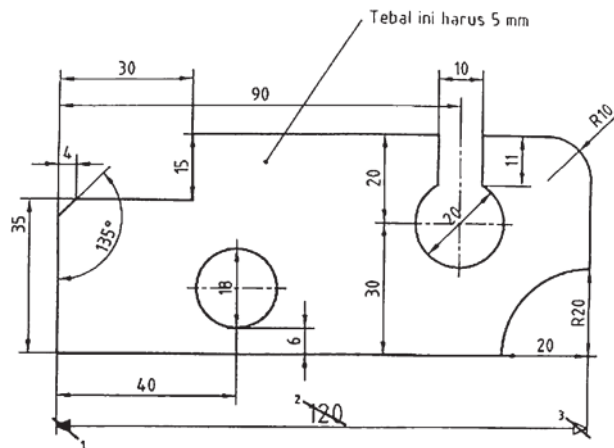
b. Bagian II

Sifat : *Open Book*

Jenis Tes : Isian Singkat

Perintah :

1. Berdasarkan materi yang telah dipelajari, identifikasi, dan tuliskan kesalahan penunjukan pengukuran yang ada pada gambar di bawah ini.



2. Tuliskan cara penunjukan ukuran yang benar menurut standar gambar teknik.

c. Praktik/Project Work

1) T-11

Judul : UKURAN

Jenis Huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas :

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Siapkan kertas gambar yang dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit.
- Kertas A3, Etiket jenis-2, satuan mm dan skala 1:1.
- Buat kembali gambar kerja pada Gambar Test Tertulis dengan mengkoreksi kesalahan yang ada dan buat sesuai dengan standar penulisan ukuran yang benar.

2) T-12

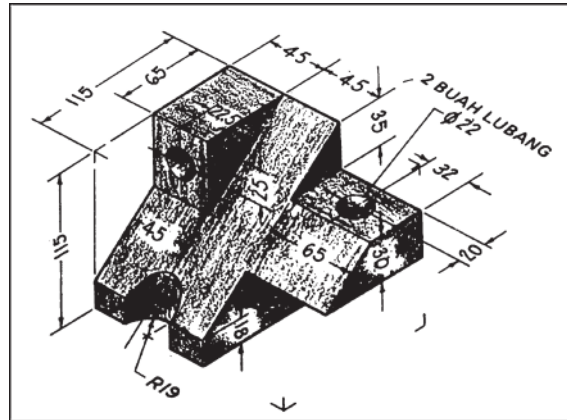
Judul : PENAHAN SILANG

Jenis Huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas :

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Siapkan kertas gambar dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit.
- Kertas A3, Etiket jenis-1, satuan mm dan skala 1:1.
- Buat gambar kerja dari benda di bawah ini.

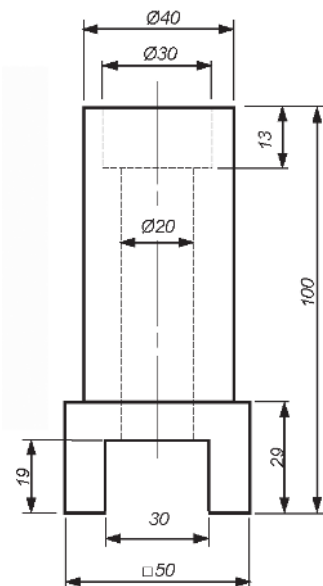
- Buat dengan proyeksi Amerika 3 pandangan, pandangan depan silahkan tentukan oleh siswa sendiri.
- Lengkapi dengan penunjukan ukuran yang benar dan sesuai ketentuan gambar Teknik.



3) T-13

Judul : JAW
 Jenis Huruf : Tipe A (Miring)
 Rincian Tugas :

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Siapkan kertas gambar dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit.
- Kertas A3, Etiket jenis-1, satuan mm dan skala 1:1.
- Buat gambar kerja dari benda disamping ini dengan potongan penuh (*Full Section*).
- Buat dengan proyeksi Amerika 3 pandangan (Tampak Depan dan Samping Potongan seluruhnya, Atas).
- Lengkapi dengan penunjukan ukuran, gambar potongan dan arsiran benda yang benar dan sesuai ketentuan gambar Teknik.



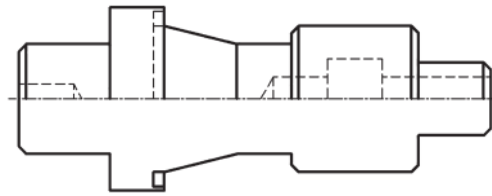
4) T-14

Judul : POTONGAN SETENGAH
 Jenis Huruf : Tipe A (Miring)
 Rincian Tugas :

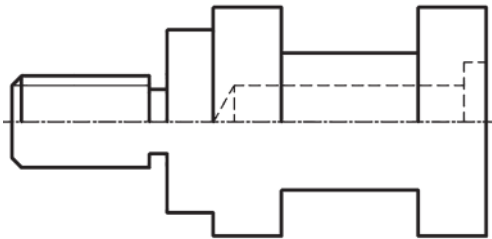
- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Siapkan kertas gambar dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit.
- Kertas A4, Etiket jenis-1, satuan mm dan skala 1:1.

- Buat gambar benda dibawah ini dengan potongan Setengah (*Half Section*).
- Dibuat tanpa penunjukan ukuran.

(a) Benda - 1



(b) Benda - 2



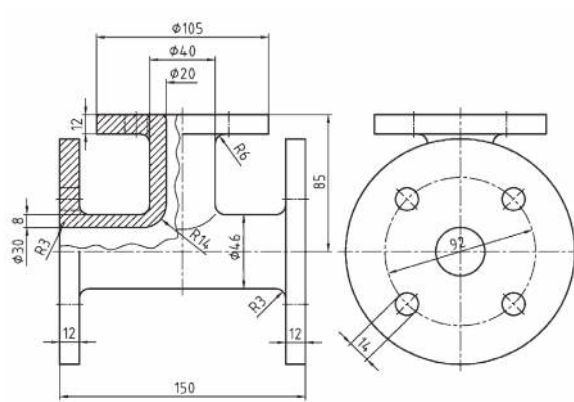
5) T-15

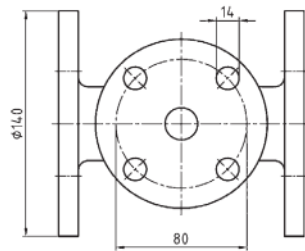
Judul : POTONGAN SEBAGIAN

Jenis Huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas :

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Siapkan kertas gambar yang dibutuhkan dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit.
- Kertas A4/A3, Etiket jenis-1, satuan mm dan skala 1:1.
- Buat gambar kerja dari benda di bawah ini dengan potongan sebagian (*Local Section*).
- Ubah sistem proyeksi nya dan buat dengan proyeksi Amerika.
- Lengkapi dengan penunjukan ukuran, gambar potongan benda yang benar dan sesuai ketentuan gambar Teknik.





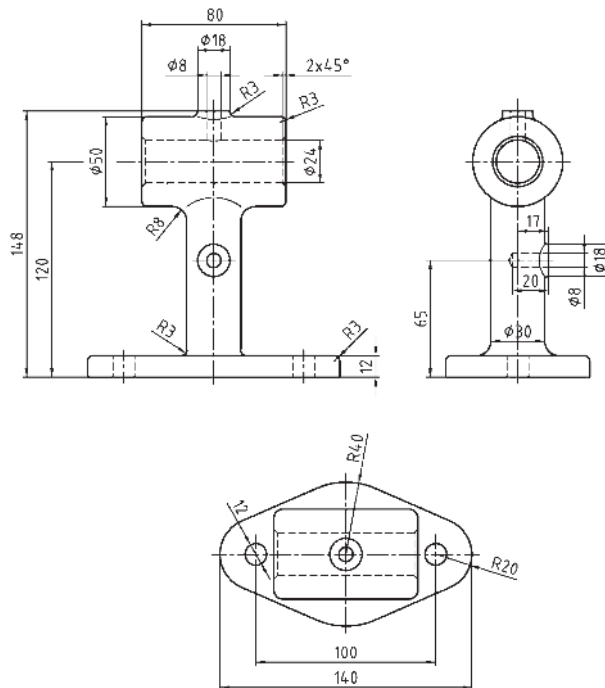
6) T-16

Judul : GAMBAR PENUNJUKAN KHUSUS

Jenis Huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas :

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Siapkan kertas gambar dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit.
- Kertas A4/A3, Etiket jenis-1, satuan mm dan skala 1:1.
- Salin gambar di bawah ini dengan pandangan dan potongan secukupnya menggunakan prinsip penunjukkan khusus.
- Lengkapi dengan penunjukan ukuran, gambar potongan benda yang benar dan sesuai ketentuan gambar teknik.



D. Materi-4

1. Kinerja Berbentuk Fortofolio

1. Kumpulkan lembar kerja dari hasil pengerjaan Tugas-1, 2, 3, dan 4.
2. Lengkapi berkas lembar kerja hasil tugas yang belum lengkap.

2. Tes Tertulis

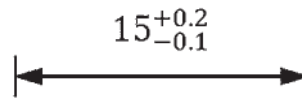
a. Bagian I

Sifat : *Close Book*

Jenis Test : Pilihan Ganda

1. Apa arti angka 15

- A. Ukuran nominal
- B. Ukuran maksimum
- C. Ukuran minimum
- D. Ukuran sebenarnya



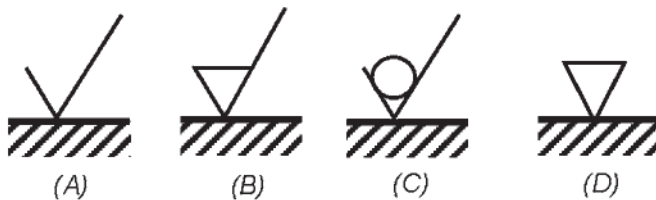
2. Penunjukan ukuran mana yang tidak benar?

- A. $25 \begin{smallmatrix} -0.01 \\ -0.02 \end{smallmatrix}$
- B. $15 \begin{smallmatrix} -0.2 \\ -0.1 \end{smallmatrix}$
- C. $25 \begin{smallmatrix} +0.1 \\ \end{smallmatrix}$
- D. $25 \begin{smallmatrix} \end{smallmatrix} \begin{smallmatrix} -0.1 \\ \end{smallmatrix}$

3. Ukuran mana yang memperlihatkan toleransi terbesar?

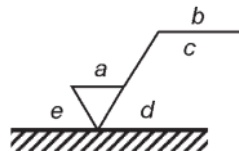
- A. $30 \begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0.02 \end{smallmatrix}$
- B. $30 \begin{smallmatrix} -0.01 \\ -0.05 \end{smallmatrix}$
- C. $30 \begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0.03 \end{smallmatrix}$
- D. $30 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0.2 \end{smallmatrix}$

4. Mana simbol yang menyatakan pengerjaan material dengan mesin?



5. Mana simbol yang menunjukkan cara pengerjaan?

- A. Huruf b
- B. Huruf a
- C. Huruf d
- D. Huruf c

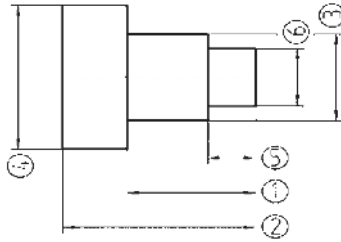


b. Bagian II

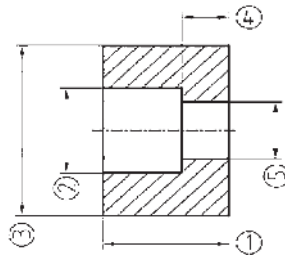
Sifat : *Open Book*

Jenis Tes : Isian Singkat

Letakkan ukuran-ukuran nominal berikut toleransinya pada gambar sesuai dengan nomor petunjuknya!



No.	Ukuran Nominal	Toleransi	
		Penyimp. membesar	Penyimp. mengecil
1	40	UMUM	
2	60	+0,3	-0,5
3	30	g6	
4	50	UMUM	
5	15	...	...
6	20	Khusus	



No.	Ukuran Nominal	Toleransi	
		Penyimp. membesar	Penyimp. mengecil
1	40	+0,2	-0,5
2	60	H7	
3	30	UMUM	
4	15	...	...
5	20	Khusus	

c. PRAKTEK/PROJECT WORK

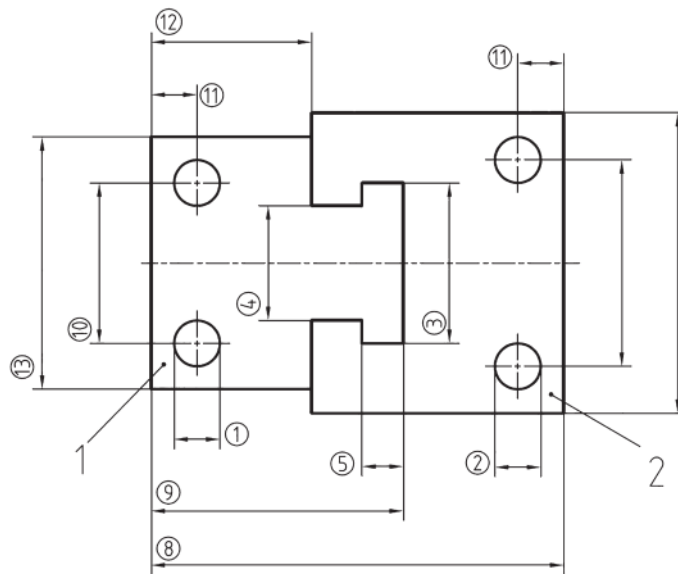
1) T-16

Judul : TOLERANSI UKURAN

Jenis Huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas:

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Siapkan kertas gambar yang dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit.
- Kertas A3, Etiket jenis-2, satuan mm dan skala 1:1.
- Buat kembali gambar di bawah ini dalam kondisi terpisah (bagian-1 dan bagian-2), lalu letakkanlah ukuran-ukuran nominal, berikut toleransi-toleransinya pada gambar sesuai dengan nomor-nomor petunjuk pada tabel.



No	Ukuran Nominal	Toleransi (Penyimpangan)		No	Ukuran Nominal	Toleransi (Penyimpangan)	
		Membesar	Mengecil			Membesar	Mengecil
1	10	+0,006	-0,012	6	45	-0,01	-0,04
2	10	JS7		7	Min.65,4	-	-
3	35	Luar h6		8	Max. 90	-	-
		Dalam H7		9	55	+0,1	-0,1
4	25	Luar	h6	10	35	-0,01	-0,04
		Dalam	H7	11	10	+0,08	-0,08
5	9	Pos.1 h6		12	35	+0,25	-0,1
		Pos.2 F7		13	55	+0,2	-0,2

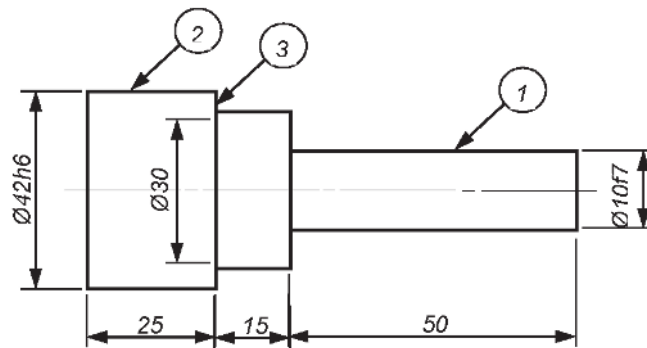
2) T-17

Judul : TOLERANSI BENTUK & POSISI

Jenis Huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas:

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Siapkan kertas gambar yang dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit.
- Kertas A4, Etiket jenis-2, satuan mm dan skala 1:1.
- Buat kembali gambar di bawah ini lalu lengkapi dengan toleransi posisi/ bentuk sesuai petunjuk pada tabel.



Yang harus ditoleransi	Besar Toleransi
Konsentrisitas antara bidang patokan 1 dengan bidang 2	0.06
Penyimpangan terhadap sumbu antara bidang patokan 1 dengan bidang 3	0.04

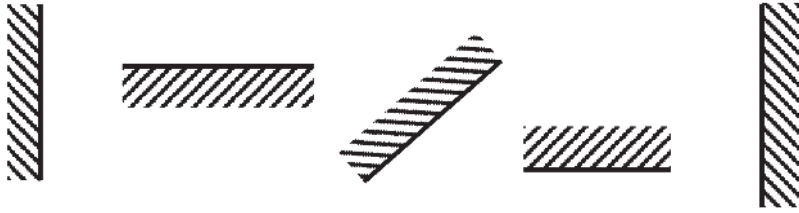
3) T-18A

Judul : SURFACE FINISH ISO 1302

Jenis Huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas:

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Siapkan kertas gambar yang dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit.
- Kertas A4, Etiket jenis-2, satuan mm dan skala 1:1.
- Cantumkan 3 metode pengerjaan beserta kondisi pekerjaan dibawah ini dengan penunjukan tanda pengerjaan dan simbol kekasaran tersebut pada 5 posisi permukaan benda.
 1. Metoda produksi : *milling*
Arah alur : vertikal terhadap pandangan
Kelebihan pengerjaan lanjut : 2mm
Permukaan dengan kemungkinan sebagian besar $R_a = 3,2 \mu\text{m}$
 2. Metoda *cutting*
Permukaan kekasaran : nilai kekasaran permukaan terbesar $6,3 \mu\text{m}$ dan terkecil $1,6 \mu\text{m}$
 3. Metode Produksi : bubut
Kekasaran permukaan $R_a = 2,5 \mu\text{m}$, kelebihan untuk pengerjaan lanjut 3 mm, proses pengerjaan dibubut.



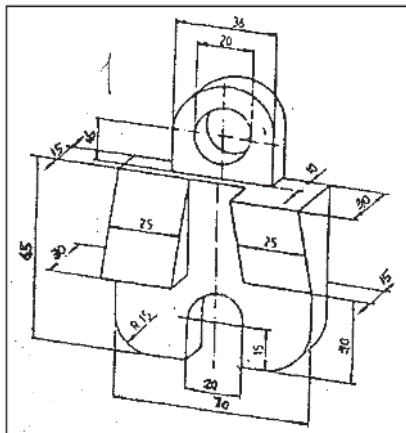
4) T-18B

Judul : BEARING PLATE

Jenis Huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas :

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Siapkan kertas gambar yang dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit.
- Kertas A3, Etiket jenis-1, satuan mm dan skala 1:1.
- Diketahui : visualisasi gambar benda dan teks.
- Diminta : tampak depan, atas, dan samping (proyeksi amerika).



Bidang belakang : Diskrap
 Bidang miring kekasaran $R_a = 1,6 \mu\text{m}$
 Permukaan lain $R_a = 12,5 \mu\text{m}$

E. Materi-5

1. Kinerja Berbentuk Fortofolio

1. Kumpulkan lembar kerja dari hasil pengerjaan Tugas – 1 dan 2.
2. Lengkapi berkas lembar kerja hasil tugas yang belum lengkap.

2. Tes Tertulis

Sifat : *Close Book*

Jenis Test : Pilihan Ganda

1. Pernyataan mana yang benar?

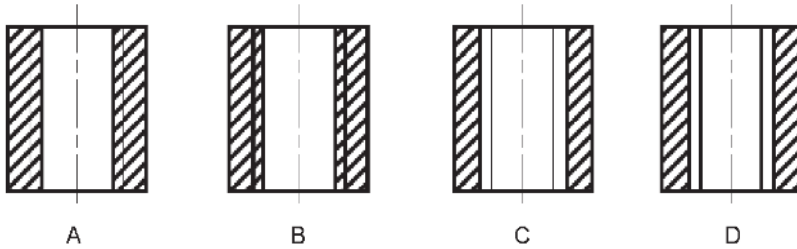
A. \varnothing dalam ulir = \varnothing luar \times 0,8

C. \varnothing dalam ulir = \varnothing luar \times 0,6

B. \varnothing dalam ulir = \varnothing luar \times 0,7

D. \varnothing dalam ulir = \varnothing luar \times 0,5

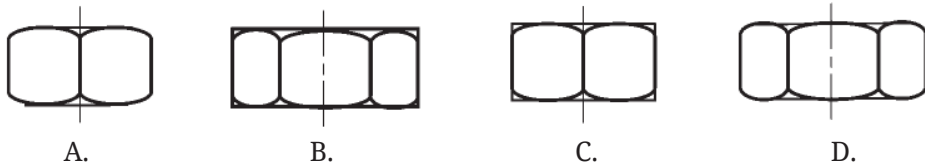
2. Gambar ulir dalam yang benar?



3. Spesifikasi mana yang benar?

A. 10 M B. 18 M \times 1,5 C. 20 \times 40 Tr D. S12 \times 2

4. Gambar mana yang benar sesuai standar ISO?



5. Dengan cara bagaimana mur lebih baik untuk digambarkan?

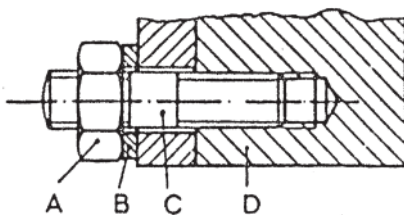
A. Ukuran sudut ke sudut pada tampak samping

B. Ukuran sudut ke sudut pada tampak depan

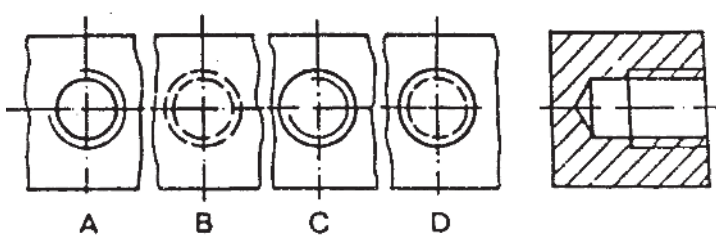
C. Kepala pembuka pada tampak depan

D. Tidak satupun yang benar

6. Nomor bagian mana yang Digambar tidak benar



7. Gambar pandangan samping mana yang benar?



3. Praktek/Project Work

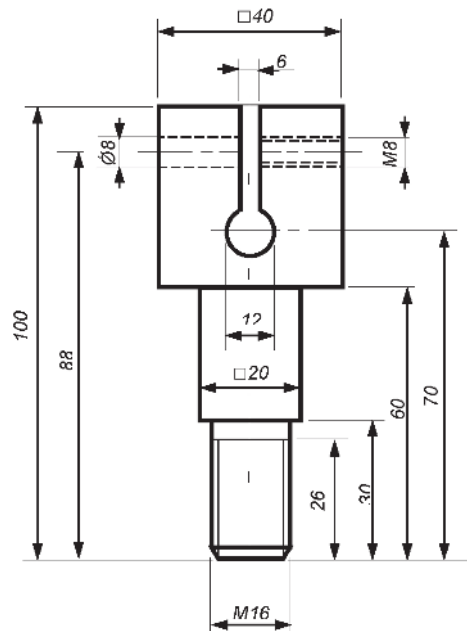
1) T-20

Judul : CLAMP DOG
Jenis Huruf : Tipe A (Miring)

Rincian Tugas :

- Tugas gambar ini menggunakan pensil 2B.
- Siapkan kertas gambar dan buatlah garis tepi dengan sisi jepit.
- Kertas A3, Etiket jenis-1, satuan mm dan skala 1:1.
- Diketahui : tampak depan.
- Diminta: tampak depan, samping potongan seluruhnya, Atas.

Gambar T-20



Gambar T-20
Sumber: Rachmat (2022)



- Apa kelebihan yang saya punya?
- Hal apa yang paling menarik menurut kalian dari materi pembelajaran ini?
- Bagian mana dari materi pelajaran ini yang dapat diperbaiki untuk pertemuan materi berikutnya?
- Keterampilan apa saja yang kalian dapat kembangkan setelah mengikuti pembelajaran materi ini?

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Teknik Energi Terbarukan
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis: Indra Samsudin, Rachmat Roswadi Purnomo, dan Darmayanti
ISBN: 978-623-194-486-3 (no.jil.lengkap PDF)
978-623-194-487-0 (jil.1 PDF)



BAB VII

Konsep Dasar dan Perhitungan Konversi Bidang Energi Terbarukan

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, peserta didik diharapkan mampu mendeskripsikan karakteristik produk energi terbarukan, menganalisis perhitungan konversi dasarnya, dan membuat perencanaan produk energi terbarukan tersebut.

Pertanyaan Pemantik

Dapatkah kalian menyebutkan contoh perubahan energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain?

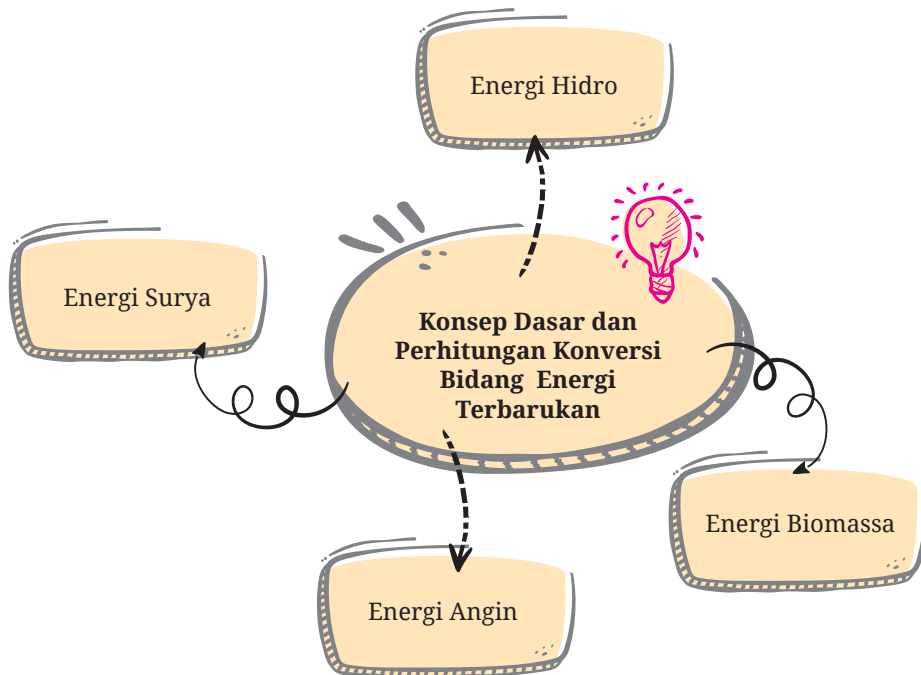


Kata Kunci

- ☑ mikrohidro
- ☑ *propelle*
- ☑ *solar cell*
- ☑ *biodegradable*



Peta Konsep



Apersepsi

Penggunaan barang-barang elektronik saat ini menjadi salah satu kebutuhan utama manusia. Selama ini, energi listrik berasal dari bahan bakar fosil yang sifatnya tidak dapat diperbaharui sehingga dapat habis pada waktu tertentu. Menyadari hal tersebut, para peneliti mulai berpikir untuk mencari energi alternatif yang bersifat terbarukan, bahkan ramah lingkungan. Sayangnya, akibat penggunaan energi fosil secara masif masih berdampak pada keseimbangan alam.

Oleh karena itu, penting untuk memikirkan sumber energi lain yang mudah didapat, dapat diperbaharui, dan juga ramah lingkungan. Akan tetapi, apakah dengan adanya energi alternatif menjadi solusi dari krisis energi? Bagaimana kaitannya dengan masalah lingkungan yang kerap kali bersumber dari dampak pemanfaatan energi?



Gambar 7.1 Ilustrasi polusi udara

A. Energi Hidro

Indonesia merupakan salah satu negara dengan topografi wilayahnya berupa perbukitan dan pegunungan. Di samping itu, jumlah penduduk Indonesia sangat besar. Mereka hidup terpencar-pencar mengikuti topografi wilayah yang mereka tempati. Masalahnya, hal ini kerap menyulitkan pemerintah dalam menyediakan sarana dan prasarana untuk menunjang kebutuhan hidup mereka, terutama ketersediaan listrik. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dibutuhkan biaya investasi yang tinggi dalam upaya menutup biaya pembangunan dan perawatannya.

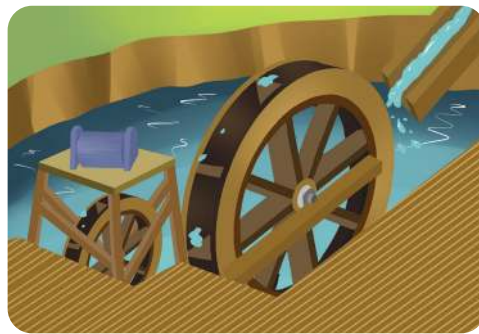
Di sisi lain, Indonesia juga memiliki potensi pada kearifan lokal masing-masing daerahnya, di antaranya adalah ketersediaan air yang melimpah. Sementara, air adalah salah satu sumber energi terbarukan yang saat ini tengah digalakkan sehingga dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin, yaitu dengan membangun pusat pembangkit listrik tenaga air.

Air merupakan salah satu bentuk energi lokal yang potensinya banyak dijumpai di berbagai wilayah di Indonesia, khususnya daerah yang memiliki sungai atau aliran air yang cukup besar. Daerah permukiman penduduk di wilayah pegunungan yang memiliki sungai-sungai dan mengalirkan air sepanjang tahun pada kondisi tertentu dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga mikrohidro, (Papadakis, 2011)



Teknologi mikrohidro pada prinsipnya memanfaatkan potensi sumber energi berupa air yang mengalir. Tujuannya, untuk menggerakkan turbin penghasil listrik. Mikrohidro memiliki tiga bagian dasar, yaitu; air (sebagai sumber energi), turbin, dan generator. Selain itu, diperlukan pula peralatan gabungan yang terdiri dari generator listrik dan pengontrol beban.

Sumber air tenaga penggerak turbin dapat berupa saluran irigasi, arus sungai, dan juga air terjun alami. Oleh karena itu, meskipun suatu daerah berada di lokasi terpencil dan jauh dari jangkauan PLN, teknologi ini bisa dimanfaatkan selama daerah tersebut memiliki sumber air mengalir dan juga deras.



Gambar 7.2 Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH)

Pembangkit listrik mikrohidro terdiri dari bangunan turbin air yang berfungsi mengubah energi potensial air menjadi energi putar poros. Daya poros yang dihasilkan kemudian digunakan untuk menggerakkan generator sehingga menghasilkan listrik. Selain bangunan gardu listrik juga terdapat bangunan *hydro-powered workshop* yang di dalamnya terdapat pengontrol beban (*load controller*), berfungsi sebagai stabilisator tegangan, arus, dan frekuensi listrik, serta beban buatan (*dummy load*).

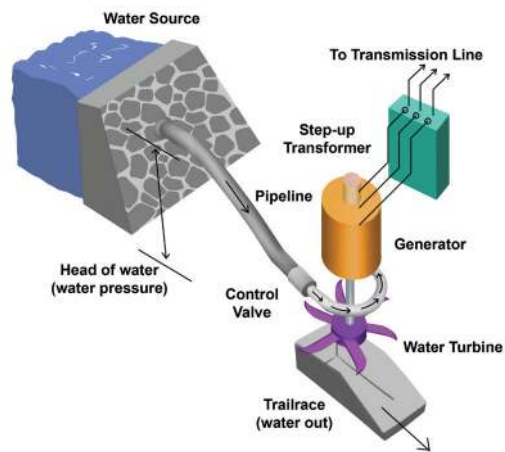
Prasyarat utama pengembangan turbin air adalah tersedianya tenaga air untuk menggerakkan turbin. Oleh karena itu, harus dipastikan pula bahwa energi air cukup untuk memutar poros. Putaran poros tersebut dikopel langsung melalui sebuah sistem transmisi roda gigi, lalu disalurkan ke generator listrik. Tenaga yang dihasilkan harus mampu melawan gaya friksi yang terdapat pada bantalan, juga yang disebabkan oleh kelembaman poros, kopling, dan generator. Pusat pembangkit listrik juga perlu dilengkapi dengan instrumen pengukur tegangan, kuat arus tegangan, dan frekuensi listrik.

Sebuah PLTMH mempunyai empat sistem utama, yaitu sebagai berikut:

1. sistem hidrolik, terdiri dari; bendung dan pipa masuk (*intake*), bak pengendap, dan saluran pembawa;
2. bak penenang, saluran pelimpah, pipa pesat, turbin;

3. sistem pembangkitan (generator dan gigi kenop (*switch gear*));
4. beban atau sistem konsumen (peralatan listrik);
5. sistem kontrol (yang menyesuaikan sistem pengeluaran dengan beban konsumen).

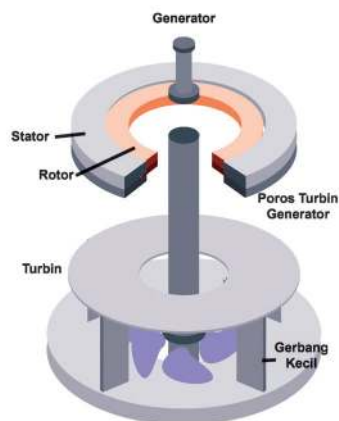
Berikut ini akan diuraikan secara singkat cara kerja dari beberapa komponen pembangkit listrik mikrohidro.



Gambar 7.3 Denah peralatan PLTMH

1. Turbin Air

Turbin air adalah jenis kaplan dengan poros vertikal. Putaran turbin ditentukan oleh konstruksi bilah-baling dari turbin tersebut. Aliran air dalam kecepatan tertentu mendorong bilah-bilah tersebut dan membentuk gaya putar tegak lurus. Baling-baling berbahan alumunium sehingga bobotnya lebih ringan, kuat, tahan korosi, dan mudah dalam pembentukannya. Hal ini dimaksudkan agar beban turbin dapat diminimalisir.



Gambar 7.4 Turbin Air



Adapun perhitungan potensi energi air adalah sebagai berikut.

$$P = Q \times H \times g \times \rho$$

Keterangan :

P = Daya (watt)

Q = Debit air (m³/s)

H = Ketinggian /head (m)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

ρ = massa jenis (kg/m³)

2. Transmisi Turbin

Turbin air yang dipilih adalah jenis dengan poros vertikal. Tujuannya, untuk mengurangi beban energi yang terbuang. Penerapan model ini cukup dengan menghubungkan turbin secara langsung terhadap roda gigi transmisi menggunakan kopling tetap. Pemasangannya lebih murah karena tidak membutuhkan poros tegak yang panjang.

3. Poros dan Bantalan

Selain baling-baling, sebaiknya poros juga harus terbuat dari bahan yang tahan lama, ringan, tahan korosi, sekaligus kuat. Poros turbin pada saat digunakan perlu menggunakan bantalan dengan koefisien geseknya kecil, sehingga mengurangi kehilangan tenaga.

4. Pipa Tekan (*Penstock*)

Pipa tekan atau *penstock* berguna untuk mengoptimalkan pemerolehan tenaga sehingga turbin dapat menyerap energi air secara optimal pula. Perhitungan debit air menggunakan persamaan sebagai berikut.

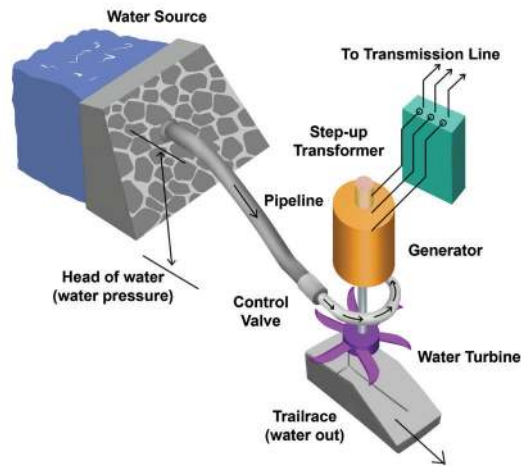
$$Q = A \times v$$

Keterangan :

Q = Debit air (m³/s)

A = Luas permukaan (m²)

v = Kecepatan (m/s)



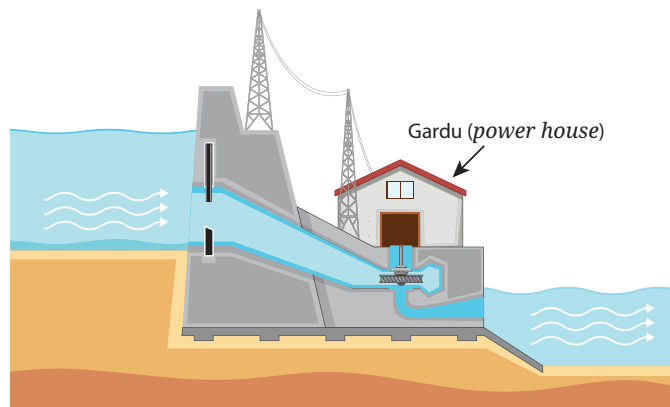
Gambar 7.5 Penstock

5. Bak Penampungan

Bak penampungan berfungsi untuk menjaga energi potensial air supaya lebih optimal dan menghindari efek turbulensi pada saat air memasuki *penstock*.

6. Gardu

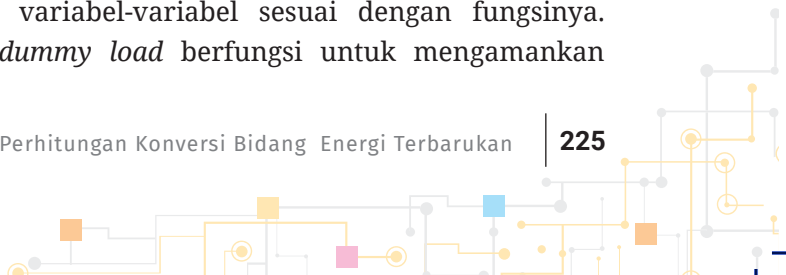
Gardu atau *power house* berfungsi untuk melindungi turbin, sistem transmisi, dan generator dari terik matahari dan hujan.



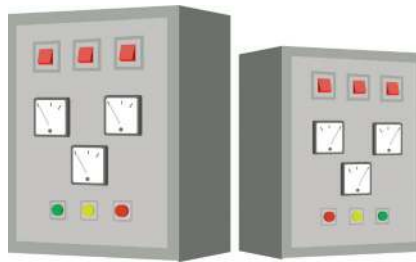
Gambar 7.6 Gardu (power house)

7. Hydro-Powered Workshop

Hydro-powered Workshop di dalamnya terdapat pengontrol beban sebagai penstabil tegangan, kuat arus, dan frekuensi listrik. Selain itu, terdapat pula alat-alat yang menunjukkan variabel-variabel sesuai dengan fungsinya. Adapun beban tiruan atau *dummy load* berfungsi untuk mengamankan



generator pada saat terjadi beban balik akibat berkurangnya penggunaan listrik oleh konsumen.



Gambar 7.7 Load Controller

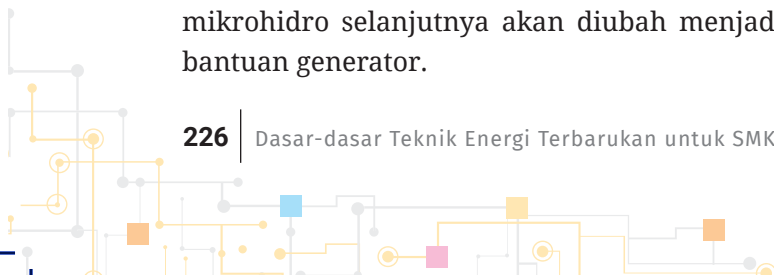
Terdapat beberapa alasan mengapa tenaga listrik berbasis air merupakan salah satu energi terbarukan yang dapat menjadi solusi efektif. Perhatikan infografis berikut.



Gambar 7.8 Infografis Efektifitas Tenaga Air
Sumber: Indra Samsudin (2022)

Pada prinsipnya, mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air. Semakin tinggi jatuhnya air, semakin besar pula energi potensial air yang selanjutnya diubah menjadi energi listrik. Selain faktor geografis, tinggi jatuhnya air dapat pula didapat dengan cara membendung aliran air pada suatu tempat sehingga permukaan airnya akan menjadi tinggi.

Air kemudian dialirkan melalui sebuah saluran pipa ke dalam rumah pembangkit yang dibangun di bagian tepi sungai untuk menggerakkan turbin mikrohidro. Energi mekanik yang timbul dari putaran poros turbin mikrohidro selanjutnya akan diubah menjadi bentuk energi listrik dengan bantuan generator.



Terdapat istilah umum yang digunakan dalam menjelaskan pemanfaatan tenaga air skala kecil, yakni penggunaan aliran air mengalir untuk menghasilkan energi listrik. Pemahaman ini dipakai dalam kaitan sebagai pembeda dengan pembangkit listrik tenaga air skala besar seperti PLTA. Pengertian skala kecil dalam pemanfaatan energi air juga berbeda-beda dengan kisaran 2,5–25 MW (Paish, 2002), jika dilihat nilai rata-rata pada kisaran kapasitas 10 MW.

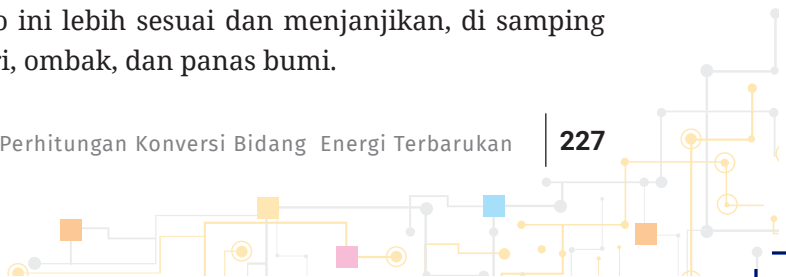
Skala kecil ini pun terbagi dalam beberapa kategori, misalnya minihidro berada pada ukuran 500 kW–2 MW, mikrohidro di bawah 500 kW, dan pikohidro untuk kapasitas di bawah 10 kW (Paish, 2002). Selain itu, terdapat pemahaman tentang berbagai macam energi hidro sebagai berikut.

Tabel 7.1. Berbagai Macam Energi Hidro

No.	Jenis	Deskripsi
1.	Pikohidro	Ukuran sangat kecil dengan kapasitas di bawah 5 kW dan dapat digunakan untuk kepentingan rumah tangga
2.	Mikrohidro	Ukuran kecil dengan kapasitas 5 – 100 kW dan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan skala desa
3.	Minihidro	Ukuran sedang dengan kapasitas 100 kW – 5 MW, dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan skala desa dan dapat dihubungkan dengan jaringan listrik berskala besar
4.	<i>Full scale hydropower plant</i>	Ukuran besar (<i>full sized</i>) dan terkoneksi langsung dengan jaringan listrik besar dengan kapasitas di atas 5 MW

(Sumber: Fullford dalam LIPI Press Hal. 7)

Secara teoritis, sistem penggunaan tenaga air berbasis mikrohidro ini sangat cocok diterapkan di perkampungan terpencil, jauh dari jangkauan pusat pembangkit tenaga listrik konvensional. Masyarakat di kawasan tersebut biasanya menggunakan generator diesel untuk memenuhi kebutuhan akan listrik. Akan tetapi, penggunaannya kerap terkendala, seperti mahalnya ongkos untuk membeli dan mengangkut bahan bakar diesel. Oleh karena itu, pembangkit listrik mikrohidro ini lebih sesuai dan menjanjikan, di samping sumber energi angin, matahari, ombak, dan panas bumi.



Kendati demikian, ada beberapa kendala yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan energi terbarukan ini, antara lain sebagai berikut.

1. Adanya ancaman banjir bandang disebabkan banyaknya hutan yang sudah gundul sehingga ancaman erosi sangat besar.
2. Pemahaman masyarakat sangat dibutuhkan sehingga dapat terlibat dalam upaya menjaga dan merawat instalasi pembangkit listrik, bukan malah merusaknya.
3. Pengendalian pintu air harus dilakukan dengan sebaik mungkin untuk menjaga pengendalian putaran poros turbin.
4. Memasang dan menjaga saringan untuk mencegah kotoran-kotoran masuk ke dalam turbin yang dapat mengganggu kinerjanya. Dengan demikian, aliran debit air tetap terjaga dan konstan. Oleh karena itu, saringan harus dipastikan dalam keadaan bersih dari kotoran.

Untuk dapat lebih memahami materi yang disajikan, silakan kalian lakukan kegiatan pada lembar aktivitas-1 di bawah.

Lembar Aktivitas 1

Aktivitas Kelompok

Nama Anggota Kelompok :

Kelas :

Memahami Konsep Dasar Energi Hidro

(Lakukan literasi digital secara berkelompok)

Aspek yang dipelajari	Definisi	Contoh
Konsep Energi Hidro		
Komponen Dasar Energi Hidro		
Mekanisme Konversi Energi		

Jelaskan menurut pendapat kalian mengenai kemungkinan pengembangan energi hidro!

.....

Diskusikan hasil kerja kelompok kalian dan presentasikan di depan kelas.

Kesimpulan:

.....
.....
.....

Setelah memahami konsep dasar energi hidro, selanjutnya lakukanlah kegiatan pembelajaran berbasis proyek secara berkelompok pada lembar aktivitas-2 berikut.

Lembar Aktivitas 2

Aktivitas Kelompok

Model Project Based Learning

Pemanfaatan teknologi terapan erat kaitannya dengan ketersediaan sarana pendukung yang ada di sekitar. Teknologi yang ada biasanya digunakan untuk mendukung jalannya kehidupan. Listrik merupakan salah satu produk teknologi yang berperan penting dalam kehidupan sehari-hari. Sayangnya, tidak semua wilayah memiliki kesempatan untuk mendapatkannya.

Mengajukan pertanyaan mendasar

(Buat satu pertanyaan yang dapat menjadi solusi dari keterbatasan masyarakat dalam mendapatkan energi listrik)

.....
.....

Mendesain perencanaan produk

(Buat perencanaan proyek pembuatan produk berbasis energi hidro sederhana)

.....
.....

Menyusun jadwal dan merealisasikan proyek

(Buat linimasa dan diagram alir kegiatan produk berbasis energi hidro sederhana)

.....
.....



Memonitor keaktifan peserta didik dan perkembangan proyek

.....
.....

Menguji hasil

.....
.....

Evaluasi pengalaman belajar

.....
.....

Abad 21 merupakan suatu periode yang menuntut peserta didik untuk memiliki keterampilan dalam belajar, memiliki semangat berinovasi, memiliki kompetensi dalam penggunaan teknologi, dan mampu memanfaatkan peluang yang dimiliki guna mendapatkan kehidupan yang lebih baik. Di antaranya adalah dengan membuka usaha mandiri.

Sebagai latihan dan bentuk motivasi untuk berwirausaha dalam rangka pemanfaatan teknologi terbarukan, kerjakanlah lembar aktivitas mandiri-1 berikut.

Lembar Aktivitas Mandiri

1

Lakukan kegiatan sebagai berikut.

Konsep Promosi

Buat sebuah konsep promosi dalam mempromosikan proyek produk berbasis energi yang telah kalian buat!

Aspek identifikasi	Keterangan
Nama Produk	
Jumlah Produksi	
Harga Jual	
Target Pembeli	
Lokasi Pemasaran	

Pemasaran

Lakukan perencanaan produk berbasis energi hidro sederhana yang telah kalian susun!

Analisis Keuntungan atau Kerugian

Analisislah hasil perencanaan produk yang telah kalian buat!

Pembahasan

.....

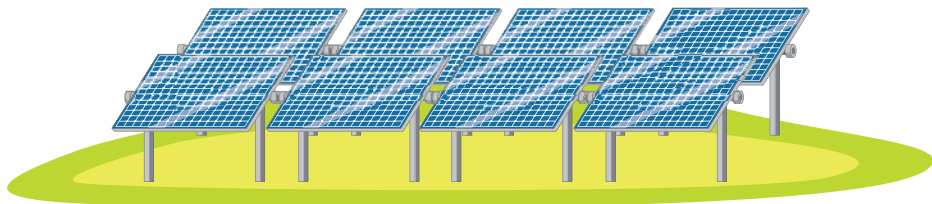
.....

.....

B. Energi Surya

Penggunaan energi diprediksikan akan meningkat sebesar 70% antara tahun 2000 sampai 2030. Sumber energi yang berasal dari fosil yang saat ini menyumbang 87,7%, dari total kebutuhan energi dunia, diperkirakan akan mengalami penurunan disebabkan tidak lagi ditemukannya sumber cadangan baru.

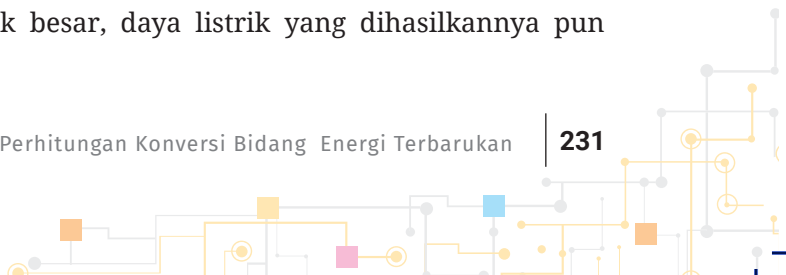
Beberapa data menyatakan bahwa jumlah cadangan sumber energi yang berasal dari fosil di seluruh dunia diperkirakan hanya sampai 40 tahun ke depan untuk minyak bumi, 60 tahun ke depan untuk gas alam, dan 200 tahun ke depan untuk batu bara. Melihat kenyataan tersebut, para ilmuwan dan pemegang kebijakan mulai mempertimbangkan energi alternatif dan terbarukan, di antaranya energi tenaga surya atau *solar cell*.



Gambar 7.9 Sel Surya

Sel surya atau fotovoltaik merupakan alat yang tersusun dari material semikonduktor, berfungsi mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Sel surya pada dasarnya terdiri atas sambungan p-n yang memiliki fungsi sama dengan sebuah dioda. Singkatnya, ketika cahaya matahari mengenai permukaan sel surya, energi yang dibawa oleh sinar matahari diserap oleh elektron pada sambungan $p-n$, lalu berpindah dari bagian dioda p ke n , hingga akhirnya dialirkan ke luar melalui kabel yang terpasang.

Pada dasarnya sistem fotovoltaik mengubah radiasi yang berasal dari cahaya matahari menjadi energi listrik. Jika intensitas radiasi matahari yang mengenai sel fotovoltaik besar, daya listrik yang dihasilkannya pun



akan semakin besar. Pada aplikasi PLTS *Off-Grid*, kelebihan daya listrik yang dihasilkan pada siang hari disimpan di dalam baterai sehingga dapat digunakan kapan saja untuk berbagai kebutuhan.

1. Jenis PLTS Fotovoltaik

Dari segi jenisnya, PLTS jenis fotovoltaik terbagi kepada tiga jenis, yaitu PLTS *Off-Grid*, PLTS *On-Grid*, dan PLTS *Hybrid*. Masing-masing jenis PLTS tersebut memiliki karakteristik penyimpanan daya yang berbeda satu sama lain. Selain itu, PLTS juga dapat dibedakan berdasarkan ada atau tidak adanya jaringan distribusi untuk menyalurkan daya listrik, yang terdiri atas PLTS terpusat dan PLTS tersebar (terdistribusi).

Tabel 7.2 Jenis-Jenis PLTS

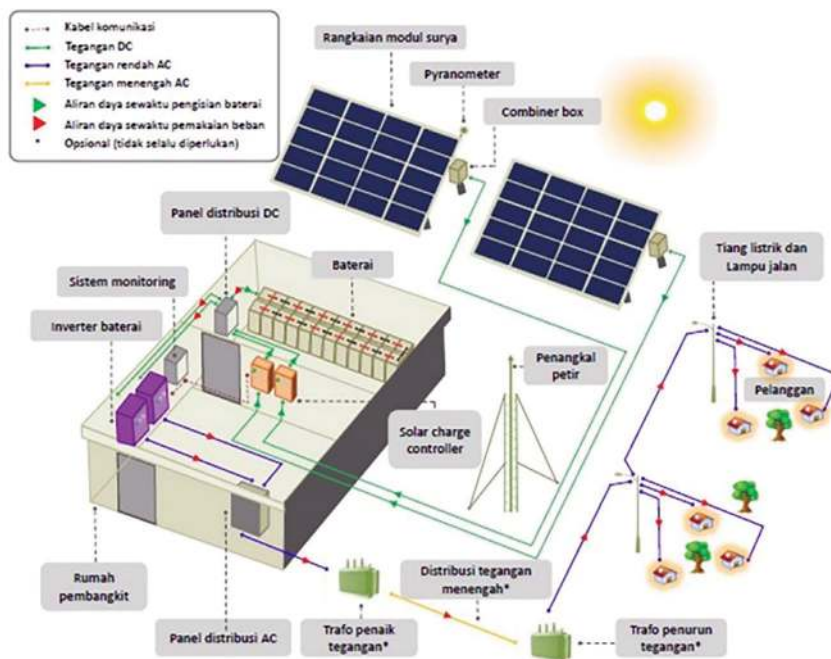
Aspek	PLTS <i>Off-Grid</i>	PLTS <i>On-Grid</i>	PLTS <i>Hybrid</i>
Deskripsi	Sistem PLTS yang pengeluaran daya listriknya secara mandiri mensuplai listrik ke jaringan distribusi pelanggan atau tidak terhubung dengan jaringan listrik PLN	Bisa beroperasi tanpa baterai karena pengeluaran listriknya disalurkan ke jaringan distribusi yang telah disuplai pembangkit lainnya (misal, jaringan PLN)	Gabungan dari sistem PLTS dengan pembangkit yang lain (misal, PLTD/ Pusat Listrik Tenaga Diesel), PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu)
Baterai	Dibutuhkan agar bisa memberikan suplai sesuai kebutuhan beban	Tidak dibutuhkan	Bisa <i>Off-Grid</i> (dengan baterai) atau <i>On-Grid</i> (tanpa baterai)
Manfaat	Menjangkau daerah yang belum terdapat jaringan PLN	Berbagi beban atau mengurangi beban pembangkit lain yang terhubung pada jaringan yang sama	Memaksimalkan penyediaan energi dan berbagai potensi sumber daya yang ada
PLTS Terpusat	PLTS yang memiliki sistem jaringan distribusi untuk menyalurkan daya listrik ke beberapa rumah pelanggan. Keuntungan dari PLTS terpusat adalah penyaluran daya listrik dapat disesuaikan dengan kebutuhan beban yang berbeda-beda di setiap hunian pelanggan.		

PLTS Tersebar/ Terdistribusi	PLT yang tidak memiliki sistem jaringan distribusi sehingga setiap rumah pelanggan memiliki sistem PLTS tersendiri.		
	Contoh PLTS <i>Off-Grid</i> tersebar: <i>solar home system (SHS)</i>	Contoh PLTS <i>On-Grid</i> tersebar: <i>solar PV rooftop</i>	

Sumber: Tetra Tech ES dalam , Inc., *Panduan Studi Kelayakan PLTS Terpusat* (2018)

2. Komponen Utama Sistem PLTS

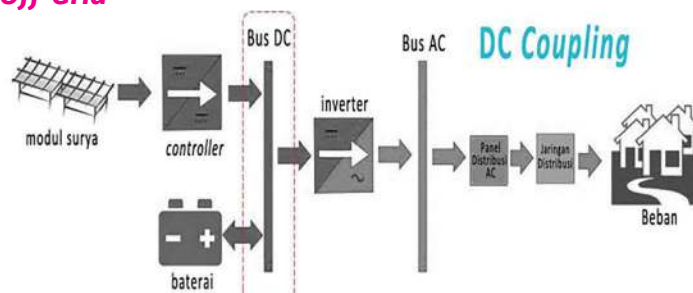
Perhatikan gambar berikut. Gambar di bawah ini merupakan gambaran umum diagram instalasi PLTS.



Gambar 7.10 Blok Diagram Sistem PLTS

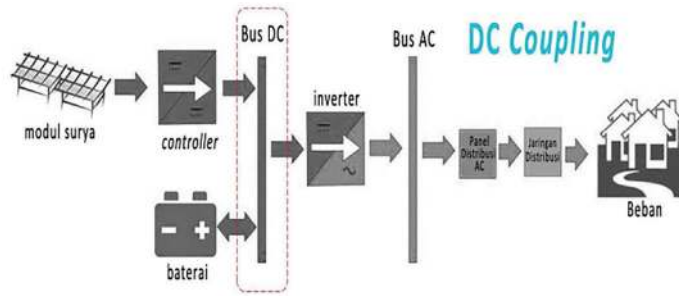
Sumber: Direktorat Jenderal Energi Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral

a. PLTS *Off-Grid*



Gambar 7.11 Diagram sistem PLTS *Off-Grid* tipe AC Coupling

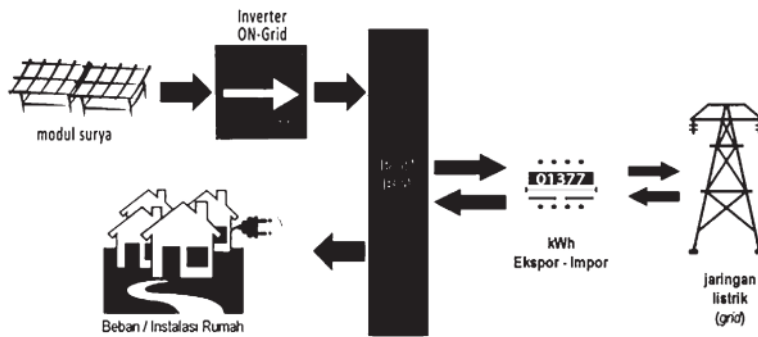
Sumber: Direktorat Jenderal Energi Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral (2020)



Gambar 7.12 Diagram sistem PLTS *Off-Grid* tipe *DC Coupling*

Sumber: Direktorat Jenderal Energi Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral (2020)

b. PLTS On-Grid



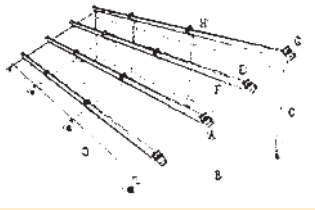


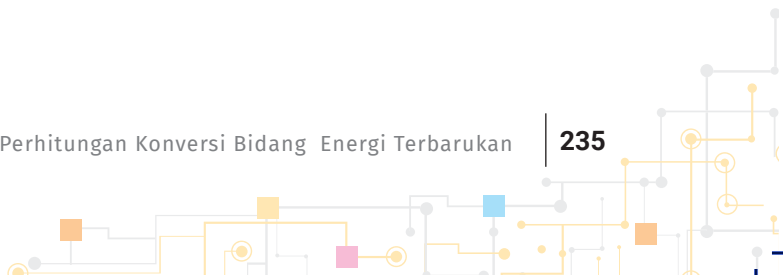
Gambar 7.13 Diagram sistem PLTS on-grid




Sumber: Direktorat Jenderal Energi Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral (2020)

Tabel 7.3 Komponen PLTS

No.	Nama Komponen	Fungsi dan Ketahanan	Gambar
1.	Modul fotovoltaik tipe kristalin (PV)	Berfungsi untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik DC. Bertahan hingga 20 – 25 tahun.	 <p>Sumber: Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral (2020)</p>

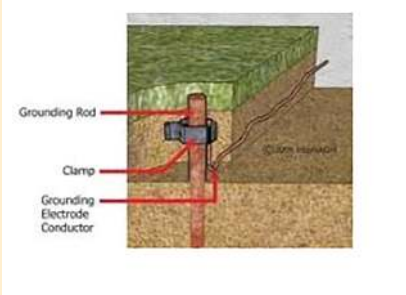


No.	Nama Komponen	Fungsi dan Ketahanan	Gambar
2.	<i>Solar Charger Controller</i>	Berfungsi untuk mengendalikan proses pengisian (<i>charging</i>) baterai dari fotovoltaik (<i>PV Array</i>). Bertahan hingga 5 – 10 tahun.	 <p>Sumber: Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral (2020)</p>
3.	<i>Inverter /charger</i>	Berfungsi untuk mengubah energi listrik DC dari baterai menjadi energi listrik AC atau sebaliknya. Bertahan hingga 10 tahun.	 <p>Sumber: Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral (2020)</p>
4.	Penyangga PV modul	Berfungsi sebagai penyangga untuk menyimpan dan menyangga modul surya sesuai dengan posisi dan kemiringan yang telah ditentukan. Terbuat dari besi galvanis untuk melindungi dari karat. Bertahan hingga 20 – 25 tahun.	 <p>Sumber: Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral (2020)</p>



No.	Nama Komponen	Fungsi dan Ketahanan	Gambar
5.	Baterai	Berfungsi untuk menyimpan energi listrik selama siang hari. Energi yang tersimpan akan dipakai pada saat malam atau bila energi dari PV tidak mencukupi. Bertahan hingga 5 tahun.	 <p>Sumber: Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral (2020)</p>
6.	<i>Combiner box</i>	Merupakan panel DC yang berfungsi menggabungkan keluaran dari beberapa rangkaian PV menjadi satu. Berfungsi juga sebagai panel isolasi dan proteksi terhadap arus/ tegangan lebih dan petir. Bertahan hingga 5 – 10 tahun.	 <p>Sumber: Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral (2020)</p>
7.	<i>Solar/Battery inverter</i>	Merupakan panel AC yang berfungsi menggabungkan keluaran dari beberapa <i>solar inverter</i> dan <i>battery inverter</i> menjadi satu. Berfungsi juga sebagai panel isolasi dan proteksi terhadap arus/ tegangan lebih dan petir. Bertahan hingga 10 tahun.	 <p>Sumber: Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral (2020)</p>

No.	Nama Komponen	Fungsi dan Ketahanan	Gambar
8.	Panel distribusi	Merupakan panel AC tegangan rendah 1 fasa atau 3 fasa, berfungsi menyalurkan daya dari pembangkit ke beban. Terdiri dari beberapa keluaran pengisi. Bertahan hingga 10 tahun.	 <p>Sumber: Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral (2020)</p>
9.	Kabel listrik	Meliputi kabel fotovoltaik, kabel baterai, dan kabel <i>power</i> lainnya, disesuaikan dengan kriteria yang ditetapkan di RKS. Bertahan hingga 10 – 15 tahun.	 <p>Sumber: Bet_Noire/Unsplash (2021)</p>
10.	Gardu listrik (<i>power house</i>)	Merupakan bangunan, yang berfungsi untuk penempatan peralatan dan tempat kegiatan operasional pembangkit. Bertahan hingga 20 tahun.	 <p>Sumber: Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral (2020)</p>



No.	Nama Komponen	Fungsi dan Ketahanan	Gambar
11.	Sistem pentanahan dan penangkal petir	Sistem pentanahan peralatan dibuat dengan menggunakan <i>rod</i> tembaga. Penangkal petir berfungsi untuk melindungi peralatan PV <i>Array</i> dan rumah baterai/ <i>inverter</i> dari sambaran petir. Bertahan hingga 5 – 10 tahun.	 <p>Sumber: Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral (2020)</p>
12.	Tiang distribusi dan lampu penerangan	Tiang distribusi terbuat dari pipa besi dan tiap tiang dipasang lampu penerangan jenis super hemat energi (lampu LED). Bertahan hingga 5 – 10 tahun.	 <p>Sumber: danikancil/Unsplash (2022)</p>
13.	<i>Energy limiter</i>	Merupakan alat yang digunakan untuk membatasi pemakaian listrik konsumen. Alat ini sangat penting digunakan untuk menjaga kehandalan sistem pembangkit agar beroperasi sesuai dengan desain yang direncanakan (tidak kelebihan beban). Bertahan hingga 5 – 10 tahun.	 <p>Sumber: Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral (2020)</p>

No.	Nama Komponen	Fungsi dan Ketahanan	Gambar
14.	<i>Pyranometer</i> (Sensor Radiasi Matahari)	Merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur besarnya intensitas radiasi matahari pada permukaan bidang dengan satuan W/m ² . Dalam penggunaannya, alat ini dipasang pada suatu permukaan bidang, kemudian dengan adanya hantaman cahaya tepat pada sensor cahaya yang akan digunakan. Bertahan hingga 10 – 15 tahun.	 <p>Sumber: Khoblaun/Unsplash (2018)</p>

Sumber: Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral (2020)

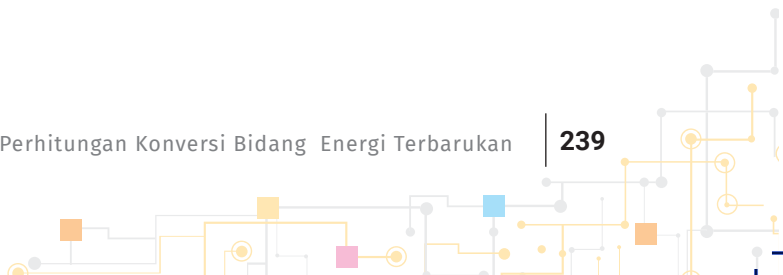
Kalor pancaran sinar matahari yang mengenai sel surya dapat dituliskan dalam bentuk persamaan berikut.

$$P = \frac{Q}{t} = A\sigma eT^4$$

Keterangan :

- P = daya yang dipancarkan (Watt)
- Q = kalor yang diterima (J)
- t = waktu (s)
- A = luas penampang (m²)
- e = emisivitas (0 < e < 1)
- T = suhu mutlak (K)
- σ = konstanta stefan boltzman (5,67.10⁻⁸ W/m² K²)
- v = Kecepatan (m/s)

Sementara, daya listrik juga dapat diperoleh melalui hasil kali antara tegangan dengan kuat arus yaitu sebagai berikut.



$$P = V \cdot I$$

Keterangan :

P = daya listrik (Watt)

V = tegangan (Volt)

I = kuat arus (Ampere)

Selanjutnya silakan kalian lakukan kegiatan pada lembar aktivitas-3 di bawah.

Lembar Aktivitas**3****Aktivitas Kelompok**

Nama Anggota Kelompok :

Kelas :

Memahami Konsep Dasar Energi Matahari

(Lakukan literasi digital secara berkelompok)

Aspek yang dipelajari	Definisi	Contoh
Konsep Energi Surya		
Komponen Dasar Energi Surya		
Mekanisme Konversi Energi		
Kemungkinan Pengembangan		

Diskusikan hasil kerja kelompok kalian dan presentasikan di depan kelas.

Kesimpulan :

.....
.....

Setelah memahami konsep dasar energi Surya, selanjutnya lakukan kegiatan pembelajaran berbasis proyek secara berkelompok pada lembar aktivitas-4 di bawah.

Aktivitas Individu

Saat ini, pengembangan PLTS di Indonesia telah mempunyai basis yang cukup kuat dari aspek kebijakan. Namun, pada tahap implementasi, potensi yang ada belum dimanfaatkan secara optimal. Secara teknologi, industri *photovoltaic* (PV) di Indonesia baru mampu dilakukan pada tahap hilir, yaitu memproduksi modul surya dan mengintegrasikannya menjadi PLTS. Sementara, sel suryanya masih diimpor. Padahal, sel surya adalah komponen utama dan yang paling mahal dalam sistem PLTS. Harga yang masih tinggi menjadi isu penting dalam perkembangan industri sel surya. Berbagai teknologi pembuatan sel surya terus diteliti dan dikembangkan dalam rangka upaya penurunan harga produksi sel surya agar mampu bersaing dengan sumber energi lain.

Sumber: <http://www.litbang.esdm.go.id>

Tugas :

Berikan alternatif solusi praktis yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan di atas!

Pembahasan:

.....
.....

C. Energi Angin

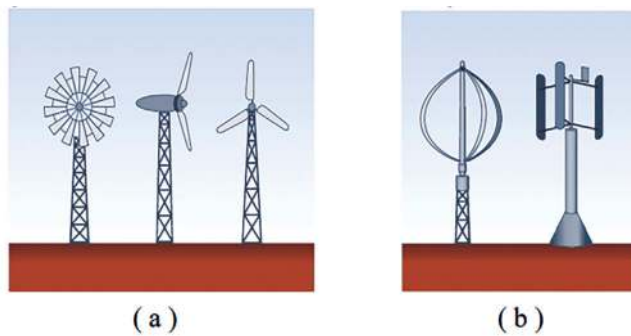


Gambar 7.14 Bentuk-bentuk energi

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu menjadi salah satu sumber energi alternatif yang kini mulai diperhitungkan. Dalam prosesnya, PLTB mengolah angin dengan memanfaatkan kincir yang dihubungkan ke generator atau turbin. Di dalam generator tersebut, tenaga angin kemudian diolah menjadi energi listrik.

Energi angin merupakan energi dengan bentuk berkelanjutan yang bebas dari polusi udara. Jumlahnya tak terbatas dan ketersediaannya sangat melimpah sehingga pemanfaatan angin ini sangat disarankan. Kelebihan lainnya adalah, tidak diperlukannya bahan bakar dalam pengoperasiannya sehingga bebas polusi. Pada intinya, energi angin ini adalah energi kinetik yang diolah menjadi sumber energi berupa listrik.

Terdapat dua jenis kincir angin yang biasa digunakan, yakni; turbin angin sumbu horisontal dan turbin angin sumbu vertikal.



Gambar 7.15 Turbin angin sumbu vertikal dan horizontal

Turbin angin yang paling banyak digunakan adalah turbin angin sumbu horizontal. Pada dasarnya, turbin jenis ini terdiri dari sebuah menara dengan sebuah baling-baling pada puncaknya yang berfungsi sebagai rotor. Posisinya membelakangi arah angin. Kebanyakan turbin angin jenis ini mempunyai dua atau tiga bilah baling-baling, walaupun ada juga turbin yang kurang atau lebih dari itu.

Sementara itu, turbin sumbu vertikal dibagi menjadi dua jenis, yaitu: turbin *savonius* dan turbin *darrieus*.



Gambar 7.16 Turbin *savonius* dan *darrieus*
 Sumber: Ambrosio dan Marco (2010)

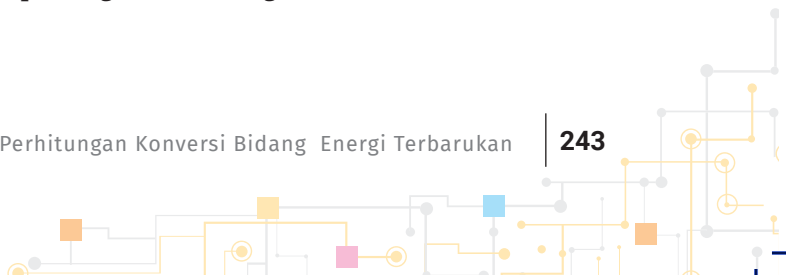
Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) secara umum merupakan sebuah bangunan kincir angin dengan fungsi utamanya, yakni mengubah energi kinetik angin menjadi energi putar poros. Daya poros yang dihasilkan digunakan untuk menggerakkan generator sehingga dapat menghasilkan listrik.

Selain keberadaan bangunan kincir angin, juga terdapat bangunan gardu listrik yang di dalamnya terdapat akumulator yang berfungsi untuk menyimpan energi listrik, juga inverter, dan stabilisator yang berfungsi untuk menstabilkan gejala naik-turunnya tegangan listrik.

Bagian-bagian utama dari unit kincir angin antara lain; propeler atau baling-baling, poros, transmisi, alat pengarah angin dan rangka menara (tiang penyangga). Selain itu, adapula peralatan gabungan yakni generator listrik dan gardu listrik.

Prasyarat utama pengembangan kincir angin adalah tersedianya tenaga angin sebagai tenaga penggerak baling-baling. Selain itu, energi angin harus cukup sehingga dapat memutar poros yang dikopel langsung ke generator listrik. Tenaga yang dihasilkan harus mampu melawan gaya friksi yang terdapat pada bantalan maupun gaya friksi yang disebabkan oleh kelembaman poros, kopling, dan generator. Pusat pembangkit listrik juga perlu dilengkapi dengan alat pengukur kecepatan angin.

Kecepatan angin biasanya diukur dengan alat yang disebut anemometer. Ada beberapa bentuk anemometer, namun yang paling umum adalah berbentuk mangkuk. Anemometer mangkuk mempunyai sumbu vertikal dan terdiri dari tiga buah mangkuk. Fungsinya untuk menangkap angin. Jumlah putaran per menit dari poros anemometer dihitung secara elektronik. Biasanya, anemometer dilengkapi dengan sudut angin untuk mendeteksi arah angin.



1. Bagian-Bagian Kincir Angin

Kincir angin merupakan teknologi penghasil energi listrik yang paling sederhana, yaitu mengolah energi kinetik angin menjadi energi listrik. Kendati demikian, dalam pembangunannya perlu berbagai komponen yang memiliki peranan penting dalam kinerja kincir angin.

a. Propeler

Propeler turbin angin adalah jenis turbin angin dengan poros horizontal. Turbin angin ini harus diarahkan sesuai dengan arah angin sehingga propeler memperoleh kecepatan angin yang paling tinggi.

Untuk mencapai torsi yang maksimal, maka propeler dipilih dengan menerapkan prinsip *airfoil*, seperti yang terdapat pada sayap pesawat udara.

Ada dua jenis gaya aerodinamik yang dihasilkan jika menggunakan prinsip *airfoil*, yaitu gaya hambat (*drag*) dan gaya angkat (*lift*).

1) Gaya Hambat

Gaya hambat atau *drag* ditimbulkan dengan menahan laju angin, menyebabkan timbulnya tenaga tarikan searah dengan kecepatan angin.

2) Gaya Angkat

Gaya angkat atau *lift* diperoleh dengan menempatkan bilah atau sayap datar yang membentuk sudut dengan arah angin. Dengan metode ini, tenaga kinetis diserap tanpa menimbulkan turbulen yang berarti, sehingga dinilai lebih efisien diterapkan pada kincir angin.

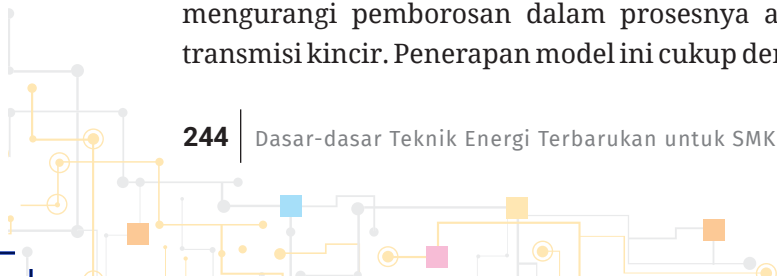
Putaran kincir ditentukan oleh konstruksi propeler. Dalam kecepatan tertentu, aliran angin mendorong propeler dan membentuk gaya putar tegak lurus poros. Hal tersebut diakibatkan bentuk propeler yang menyudut. Gaya tegak lurus poros ini memutar propeler pada poros.

Untuk mendapatkan pembagian gaya dan keseimbangan yang baik, dibutuhkan tiga buah propeler. Dengan pilihan tiga buah propeler diharapkan dapat memaksimalkan perolehan angin sehingga diperoleh gaya angkat yang paling optimal dan menghasilkan torsi yang optimal pula.

Propeler harus berbahan ringan, kuat, dan mudah dalam pembentukannya, seperti halnya fiber. Hal ini dimaksudkan agar beban kincir karena massa propeler tidak besar

b. Transmisi Kincir

Kincir angin yang direkomendasikan adalah jenis poros horisontal sehingga mudah dikopel langsung dengan generator listrik. Tujuannya, untuk mengurangi pemborosan dalam prosesnya akibat terlalu rumitnya sistem transmisi kincir. Penerapan model ini cukup dengan menghubungkan propeler



dengan sebuah poros, kemudian dihubungkan langsung ke generator dengan memakai sebuah kopling tetap.

Kelebihan lainnya dari poros horizontal adalah pemasangannya yang lebih murah. Hal tersebut karena model ini tidak membutuhkan poros tegak yang panjang. Selain itu, lebih mudah jika ingin menambah ketinggian kincir, yaitu cukup dengan menambahkan batang-batang besi konstruksi pada menara penyangga.

c. Poros dan Bantalan

Poros yang dipilih sebaiknya berbahan dural (juga disebut duraluminium, semacam bahan aluminium). Bahan ini cukup ringan, namun kuat. Selain itu, poros turbin juga perlu menggunakan bantalan yang berguna untuk mengurangi pengeluaran daya disebabkan faktor gesekan.

Bantalan yang dipilih berupa bantalan rol aksial satu arah. Tujuannya, untuk melawan gaya hambat yang ditimbulkan oleh angin pada propeler.

d. Pengarah Angin

Pengarah angin digunakan untuk mendapatkan energi angin yang optimal, yaitu dengan mengarahkan kincir pada arah datangnya angin.

e. Menara Penyangga

Menara penyangga terdiri dari batang-batang besi konstruksi yang dipasang sedemikian rupa untuk menopang kincir angin, juga beban akibat gaya aerodinamik yang ditimbulkan oleh hembusan angin.

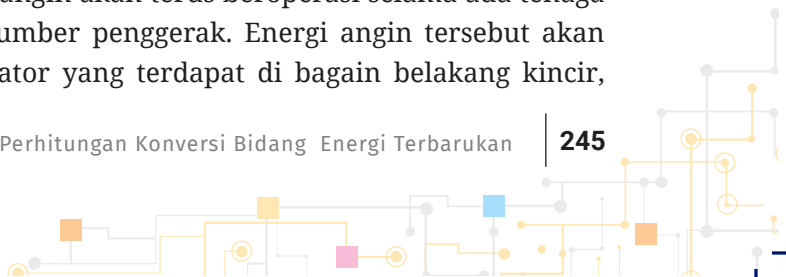
f. Gardu Listrik

Beban angin yang diterima oleh kincir tidak merata sepanjang hari. Oleh karena itu, perlu adanya mekanisme penyimpanan energi, sekaligus penstabil fluktuasi tegangan listrik yang dihasilkan. Aliran listrik dari generator yang masih fluktuatif ditampung dalam baterai atau aki melalui perantara sebuah inverter.

Listrik yang tersimpan di dalam aki kemudian diubah menjadi listrik AC kembali dengan perantara sebuah inverter. Setelah itu, dengan menggunakan stabilisator, aliran listrik distabilkan pada tegangan yang dikehendaki, misalnya 220 volt. Oleh karena itu, gardu listrik harus dibangun sedemikian rupa melindungi berbagai komponen listrik di dalamnya diakibatkan faktor alam, misalnya hujan.

1. Prinsip Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Angin

Pada dasarnya, sebuah kincir angin akan terus beroperasi selama ada tenaga angin yang cukup sebagai sumber penggerak. Energi angin tersebut akan memutar baling-baling generator yang terdapat di bagian belakang kincir,



sehingga terciptalah arus listrik yang kemudian disimpan dalam aki atau baterai.

Pada dasarnya, pengoperasian kincir angin sangat sederhana, yaitu dengan cara menekan rem untuk menghentikan putaran dan melepaskan rem bila ingin digerakkan. Selain itu, kincir angin juga harus diarahkan sesuai dengan arah datangnya angin, yaitu dengan menggunakan sayap pengarah yang bekerja secara otomatis.

Sedangkan, prosedur pengoperasian unit peralatan listrik hanya ditujukan untuk mengatur distribusi listrik yang dihasilkan. Misalnya, pengoperasian kincir penggerak generator listrik diperlukan untuk mengontrol keluaran tenaga listrik yang dihasilkan. Pengontrolan ini diterapkan untuk menyesuaikan tegangan listrik yang timbul akibat putaran yang berubah-ubah yang disebabkan adanya perubahan dari kecepatan angin.

2. Prinsip Konversi Energi Angin

Untuk menghitung besarnya energi angin, dapat dilihat dari kecepatan aliran angin yang dapat dituliskan dalam bentuk persamaan energi kinetik (EK) sebagai berikut.

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

Keterangan :

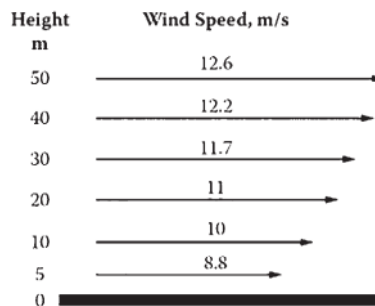
m = massa (kg)

v = kecepatan aliran angin (m/s)

Catatan :

Energi kinetik angin inilah yang selanjutnya akan dikonversi oleh sudu turbin untuk diubah menjadi energi mekanis.

Perhatikan gambar di bawah ini. Dilihat dari pemodelan *betz*, kecepatan angin v_0 , dan kerapatan ρ dengan luas sapuan rotor turbin A_1 , daya angin yang dapat diekstrak turbin angin adalah sebagai berikut.



Gambar 7.17 Perubahan kecepatan angin terhadap ketinggian
Sumber: vaughn Nelson dalam BMTI

$$P_T = \frac{1}{2} C_p \cdot \rho \cdot A_1 \cdot V_0^3$$

Dengan C_p merupakan faktor efisiensi atau koefisien daya. A merupakan luas penampang A dan V_0 kecepatan angin.

Torsi yang digunakan untuk memutar dinamo adalah sebagai berikut.

$$\tau = F \cdot r$$

Keterangan :

τ = torsi/momen gaya (Nm)

F = gaya (N)

r = jari-jari (m)

Selanjutnya untuk dapat lebih memahami materi yang dijelaskan, kalian lakukan kegiatan di lembar aktivitas-5 di bawah.

Lembar Aktivitas

5

Aktivitas Kelompok

Nama Anggota Kelompok :

Kelas :

Memahami Konsep Dasar Energi Angin

(Lakukan literasi digital secara berkelompok)

Aspek yang dipelajari	Definisi	Contoh
Konsep Energi Angin		
Komponen Dasar Energi Angin		
Mekanisme Konversi Energi		

Diskusikan hasil kerja kelompok kalian dan presentasikan di depan kelas.

Kesimpulan:

.....

.....

.....

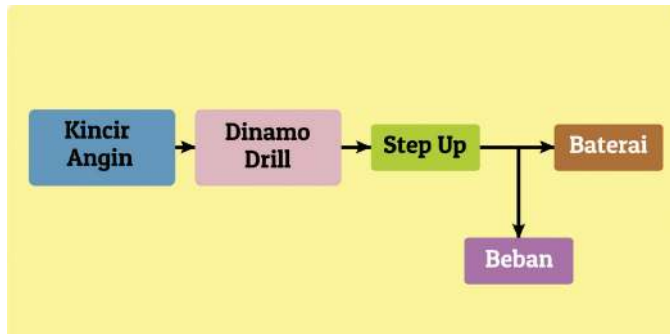
Selanjutnya kerjakan lembar aktivitas mandiri-2 di bawah guna mengaplikasikan pengetahuan yang sudah kalian dapat.



Petunjuk!

Rancang suatu sistem pembangkit listrik sederhana berbasis angin. Mulai dari kajian literatur, perencanaan desain, pengumpulan alat dan bahan, proses produksi hingga evaluasi produk. Kumpulkan hasil kegiatan dalam bentuk laporan.

Contoh skema rancangan:



Gambar 7.18 Skema Rancangan Pembuatan Alat

D. Energi Biomassa

Biomassa merupakan bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis pada tumbuhan, baik berupa produk utama maupun buangan. Adapun contoh biomassa di antaranya; tanaman, pepohonan, rumput, ubi, limbah pertanian, limbah hutan, kotoran manusia, dan kotoran ternak. Selain digunakan untuk bahan pangan, pakan ternak, minyak nabati, bahan bangunan dan sebagainya, biomassa juga digunakan sebagai sumber energi berupa bahan bakar.

Biomassa yang banyak dipakai sebagai bahan bakar adalah yang memiliki nilai ekonomi lebih rendah. Tepatnya, limbah setelah diambil produk primernya.



Gambar 7.20 Biomassa
Sumber: imantsu/Unsplash.com

Sumber energi biomassa memiliki kelebihan, di antaranya dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga dapat menyediakan sumber energi secara berkesinambungan (*sustainable*). Beberapa literatur menyatakan bahwa energi turunan biomassa memberikan solusi alternatif terhadap suplai energi keseluruhan. Hal ini ditunjang oleh harga bahan bakar fosil yang akan semakin meningkat pada beberapa tahun mendatang. Oleh karena itu, pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi adalah sangat tepat karena, selain merupakan sumber energi dengan jumlah bersih CO₂ yang nol, juga tidak berkontribusi pada peningkatan emisi gas rumah kaca.

Secara prinsip, proses yang terjadi pada biomassa adalah sebagai berikut.

1. Tanaman menyerap energi dari matahari melalui proses fotosintesis dengan menggunakan air, zat hara tanah, dan CO₂ dari atmosfer.
2. Dari hasil fotosintesis, tanaman kemudian menghasilkan bahan organik untuk memperkuat jaringan dan membentuk bagian seperti bunga, daun, dan buah.

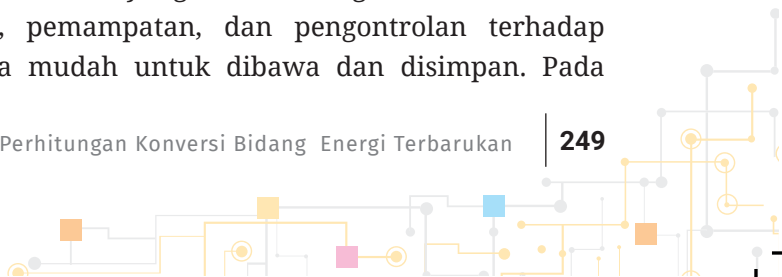
Pada proses perubahan biomassa menjadi energi, CO₂ akan dilepaskan ke atmosfer. Akibatnya, siklus CO₂ akan menjadi lebih pendek jika dibandingkan dengan proses yang dihasilkan dari pembakaran minyak bumi atau gas alam. Hal ini mengindikasikan bahwa jumlah CO₂ yang dihasilkan tidak memiliki efek terhadap keseimbangannya di atmosfer. Kelebihan ini yang membuat energi biomassa banyak dimanfaatkan untuk mendukung terciptanya energi berkelanjutan yang ramah lingkungan.

Indonesia memiliki potensi biomassa yang sangat melimpah. Kisarannya mencapai 146,7 juta ton per tahun. Limbah yang potensial untuk dikembangkan dan dimanfaatkan kebanyakan berasal dari hewan maupun tumbuhan. Selain itu, tanaman pangan dan hasil perkebunan juga menghasilkan limbah yang cukup besar dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan lain, seperti bahan bakar nabati.

Terdapat beragam berbagai teknologi konversi yang dapat digunakan untuk mengubah kualitas biomassa sesuai dengan tujuan dan pemanfaatannya. Di antara teknologi konversi tersebut ada teknik fisika, kimia, dan biologi.

Konversi fisika, di antaranya meliputi proses menggerus, menggerinda, dan mengukus yang bertujuan untuk mengurai struktur biomassa sehingga luas permukaannya bertambah. Dengan demikian, proses selanjutnya, yang meliputi proses kimiawi, termal, dan biologi dapat berlangsung lebih cepat.

Untuk mendapatkan kualitas bahan yang baik dan berguna dan dilakukan melalui proses pengeringan, pemampatan, dan pengontrolan terhadap kelembapan supaya biomassa mudah untuk dibawa dan disimpan. Pada



umumnya, teknologi konversi secara fisika digunakan pada awal proses guna mempercepat proses utama.

Konversi kimia di antaranya meliputi proses hidrolisis, oksidasi sebagian, pembakaran, karbonisasi, pirolisis, reaksi hidrotermal, sintesis, polimerisasi, dan hidrogenasi. Semua itu membantu pembangunan molekul baru atau pembentukan kembali biomassa. Elektron yang dihasilkan oleh proses oksidasi biomassa dapat dipakai pada sel bahan bakar untuk menghasilkan listrik.

Konversi biologi diantaranya meliputi proses fermentasi-fermentasi seperti etanol, metana, aseton-butanol, hidrogen, dan perlakuan enzimatik yang berperan penting pada penggunaan bioetanol generasi kedua. Guna memperbaiki sistem biomassa menjadi lebih baik maka aplikasi proses fotosintesis dan fotolisis akan menjadi lebih penting.

1. Konversi Biomassa Menjadi Panas

Konversi biomassa menjadi panas salah satunya dapat dilakukan melalui proses pembakaran, baik secara langsung ke sumber biomasanya maupun dengan produk turunannya (arang).

Pembakaran merupakan proses konversi, yaitu mengubah biomassa menjadi energi panas. Dalam hal ini, bentuk biomassa digunakan untuk bahan bakar pada bentuk aslinya. Energi panas yang dihasilkan, juga dapat diubah menjadi bentuk energi lain, seperti energi listrik, energi mekanis, maupun bentuk energi lainnya melalui serangkaian proses konvensi yang cukup panjang.

Namun, ada hal yang perlu diperhatikan, yaitu semakin panjang proses konversinya, makin kecil pula efisiensi konversi biomassa tersebut menjadi energi. Penyebabnya adalah setiap tahap konversi memiliki nilai efisiensi yang <100%. Sebagai contoh, konversi biomassa menjadi energi panas dilakukan dengan cara pembakaran langsung pada tungku. Tingkat efisiensi cara ini lebih kurang 40%. Lain halnya jika menggunakan cara efisiensi yang diperoleh kurang lebih sekitar 17%. (Sri Endah A, IPB)

Untuk mendapatkan arang, salah satu caranya melalui proses pirolisis. Pirolisis merupakan proses pemanasan suatu zat yang menyebabkan terjadinya penguraian komponen kimia secara anaerob. Pembuatan arang dari kayu melalui proses pirolisis terjadi proses perubahan komponen kimia dari kayu menjadi arang. Proses ini terjadi pada suhu 200° C – 500° C (Djarmiko dkk., 1981). Perlu diketahui bahwa terdapat tiga komponen utama kayu, yakni: selulosa, hemiselulosa, dan lignin.



Proses pirolisis kayu menurut Nicholas (1973) dibagi menjadi 2 bagian, yaitu sebagai berikut.

a. Tahap Suhu Rendah ($0^{\circ}\text{C} - 200^{\circ}\text{C}$)

Reaksi yang terjadi pada bagian ini adalah reaksi endotermis, yaitu reaksi penyerapan panas. Artinya, panas yang dihasilkan dari reaksi tersebut lebih rendah dari panas yang diterima. Reaksi ini pada intinya adalah proses menguapkan air, walaupun titik didih air adalah 100°C , tetapi untuk menguapkan air yang berada di dinding sel diperlukan suhu sampai 200°C .

Pada tahap ini juga terjadi proses dekomposisi kayu, meski prosesnya lambat. Secara perlahan, kekuatan kayu mengalami kenaikan dengan menurunnya kadar air, namun perlahan-lahan akan turun jika sudah di atas 100°C . Proses pirolisis itu sendiri tetap berlanjut walau terjadi secara pelan dan tidak membuat kayu sampai terbakar. Hal tersebut disebabkan terjadinya kelembapan tinggi akibat proses penguapan air.

b. Tahap Suhu Tinggi (di atas 200°C)

Reaksi yang terjadi pada tahap ini merupakan reaksi eksotermis, yaitu besar panas yang dihasilkan dari reaksi ini lebih besar dari besar panas yang diterima. Pada tahap ini, proses dekomposisi meningkat pesat, dimulai dari terjadinya proses dekomposisi komponen kayu, misal hemiselulosa (pada suhu $200^{\circ}\text{C} - 250^{\circ}\text{C}$), selulosa (mulai 280°C dan berakhir pada $300^{\circ}\text{C} - 350^{\circ}\text{C}$), dan lignin (mulai pada suhu $300^{\circ}\text{C} - 350^{\circ}\text{C}$ dan berakhir pada suhu $400^{\circ}\text{C} - 450^{\circ}\text{C}$).

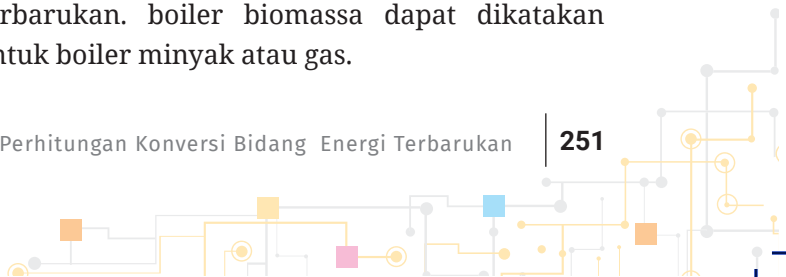
2 Konversi Biomassa Menjadi Listrik

Konversi biomassa menjadi listrik merupakan pengembangan dari konversi biomassa menjadi energi panas. Energi Panas yang dihasilkan dari pembakaran biomassa kemudian dikonversi menjadi energi listrik dengan bantuan peralatan. Adapun alat konversi biomassa menjadi energi listrik diantaranya adalah sebagai berikut.

a. Boiler Biomassa

Sistem boiler memakai sumber energi biomassa untuk menghasilkan panas dan listrik. Selanjutnya, kedua energi tersebut digunakan untuk mendidihkan berbagai macam material. Terdapat empat jenis sistem yang menggunakan biomassa sebagai penghasil panas bagi boiler, yakni sistem berbahan bakar pelet, sistem otomatis, sistem semi-otomatis, dan sistem gabungan panas dan listrik.

Dalam perkembangannya, penggunaan boiler biomassa terus meningkat sebagai penghasil energi terbarukan. boiler biomassa dapat dikatakan pengganti alternatif terbaik untuk boiler minyak atau gas.



b. Gasifikasi

Gasifikasi adalah proses perubahan bentuk biomassa menjadi wujud gas pada suhu dan tekanan tertentu. Proses ini juga merupakan bentuk lain dari pirolisis, namun lebih memfokuskan hasil lebih berupa gas daripada *biochar* ataupun *bio-oil*.

Dalam proses gasifikasi ini, panas yang timbul menyatu dengan uap gas turbin, kemudian menjalankan turbin pembangkit listrik. Selanjutnya, energi listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk beragam keperluan.

3. Konversi Biomassa Menjadi Bahan Bakar Nabati

Dampak kelangkaan dan kenaikan harga BBM fosil sangat dirasakan oleh masyarakat dan juga dunia industri. Harga BBM ini kemudian merembet kepada kenaikan harga produksi, tarif angkutan, dan jasa. Pada akhirnya, harga barang dari berbagai komoditas menjadi naik sehingga menyengsarakan rakyat.

Sebagai jawaban dari permasalahan tersebut adalah dengan mengembangkan bioenergi sebagai sumber energi alternatif. Untuk hal ini, pemerintah Indonesia telah mengambil langkah nyata, yaitu dengan menerbitkan Instruksi Presiden No.1 Tahun 2006 tertanggal 25 Januari 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (*biofuel*) sebagai bahan bakar Lain. Adapun produk bahan bakar nabati adalah sebagai berikut.

a. Biofuel

Biofuel adalah bahan bakar yang dihasilkan dari bahan organik. Bentuknya bisa padat, cair, dan juga gas. Sementara, untuk pembuatannya ada tiga cara; melalui proses pembakaran limbah organik kering, fermentasi limbah basah secara anaerob, dan energi dari hutan.

b. Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran *monoalkyester* dari rantai panjang asam lemak, yang dipakai sebagai bahan bakar alternatif bagi bahan bakar mesin diesel dan terbuat dari minyak sayur atau minyak hewan.

c. Biosolid

Biosolid merupakan bagian dari bahan bakar yang berasal dari biomassa dan berupa padatan. Bentuk padat didapat dari proses pemadatan dengan tujuan terjadi penambahan kuantitas energi per satuan volume.



d. Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari aktivitas anaerob bahan-bahan organik, seperti kotoran manusia, kotoran hewan, limbah domestik, dan limbah organik yang memiliki sifat dapat diolah menjadi biogas.

Selanjutnya, lakukan kegiatan di bawah untuk lebih meningkatkan pemahaman kalian.

Lembar Aktivitas

6

Aktivitas Kelompok

Nama Anggota Kelompok :

Kelas :

Memahami Konsep Dasar Energi Biomassa

(Lakukan literasi digital secara berkelompok)

Aspek yang dipelajari	Definisi	Contoh
Konsep Energi Biomassa		
Komponen Dasar Energi Biomassa		
Mekanisme Konversi Energi Biomassa		

Jelaskan menurut pendapat kalian mengenai kemungkinan pengembangan energi biomassa!

.....
.....

Diskusikan hasil kerja kelompok dan presentasikan di depan kelas.

Kesimpulan:

.....
.....
.....



Untuk menambah wawasan dan pengetahuanmu mengenai pemanfaatan energi biomassa dalam kehidupan sehari-hari, kerjakanlah lembar kegiatan berikut.

Lembar Aktivitas Mandiri

3

Pembuatan Briket

1. Buat perencanaan proyek pembuatan produk berbasis energi biomassa sederhana, misalnya briket.
2. Lakukan perencanaan dengan membuat diagram alir kegiatan.
3. Lengkapi literatur produk yang akan dibuat dengan kearifan lokal.



Refleksi

Peserta didik dapat mengukur pemahaman yang sudah didapat setelah mempelajari konsep dasar dan perhitungan konversi energi terbarukan; hidro, radiasi matahari, angin, dan biomassa.

Adapun tabel refleksinya adalah sebagai berikut.

Nama Peserta Didik :

Lembar Pengamatan :

No.	Jenis aspek	Tingkat Pemahaman			
		4	3	2	1
1.	Mampu mendeskripsikan karakteristik sumber energi hidro, energi surya, energi angin, dan energi biomassa.				
2.	Mampu menganalisis perhitungan konversi dasar energi hidro, energi surya, energi angin, dan energi biomassa.				
3.	Mampu membuat perencanaan produk energi hidro, energi surya, energi angin, dan energi biomassa.				
Jumlah Skor					
Skor Maksimum		12			



Asesmen

Asesmen Diri (*Self Assessment*)

Tandai asesmen diri terhadap kompetensi materi konsep dasar dan perhitungan konversi energi terbarukan; hidro, radiasi matahari, angin, dan biomassa.

Sampai di manakah pemahamanmu?

	Saya dapat memahami karakteristik sumber energi hidro, energi surya, energi angin dan energi biomassa.
✓	Saya dapat menganalisis perhitungan konversi dasar energi hidro,
	Saya dapat membuat perencanaan produk energi hidro, energi surya, energi angin dan energi biomassa.

Asesmen Antarteman (*Peer Assessment*)

Tugas Presentasi

Nama Penilai :

Nama teman yang dinilai :

Centang yang menurutmu sesuai

	Teman saya dapat mengenali karakteristik sumber energi hidro, energi surya, energi angin dan biomassa.
✓	Teman saya dapat menganalisis perhitungan konversi dasar energi hidro, energi surya, energi angin dan energi biomassa.
	Teman saya dapat membuat perencanaan produk energi hidro, energi surya, energi angin dan energi biomassa.



 **Pengayaan**

Pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral terus bekerja keras mengupayakan pencapaian *Sustainable Development Goal's* (SDG's), khususnya memastikan masyarakat memiliki akses energi yang terjangkau, handal, berkelanjutan, dan modern melalui kebijakan energi berkeadilan.



Scan QR Code berikut untuk mendapatkan penjelasan lebih lanjut.

 **Uji Kompetensi**

1. Bagaimana pendapat kalian mengenai kebijakan pemerintah terkait dengan konversi energi ramah lingkungan berorientasi masa depan?

Jawab :

.....
.....
.....

2. Jelaskan mengenai kemungkinan pengembangan konversi energi ramah lingkungan menurut versi kalian?

Jawab :

.....
.....
.....

3. Setujukah kalian dengan konsep energi ramah lingkungan? Jelaskan.

Jawab :

.....
.....
.....



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Teknik Energi Terbarukan
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis: Indra Samsudin, Rachmat Roswadi Purnomo, dan Darmayanti
ISBN: 978-623-194-486-3 (no.jil.lengkap PDF)
978-623-194-487-0 (jil.1 PDF)



BAB VIII

Alat Ukur dan Alat Uji Dasar-Dasar Teknik Energi Terbarukan



Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, kalian diharapkan mampu memahami fungsi alat ukur dan alat uji sesuai jenisnya, menggunakan alat ukur dan alat uji, memahami alat ukur elektronika dasar-dasar teknik energi terbarukan.



Pertanyaan Pemantik

Mengapa perlu adanya pengukuran? Apa yang akan terjadi jika tidak adanya standar baku alat uji dan alat ukur?

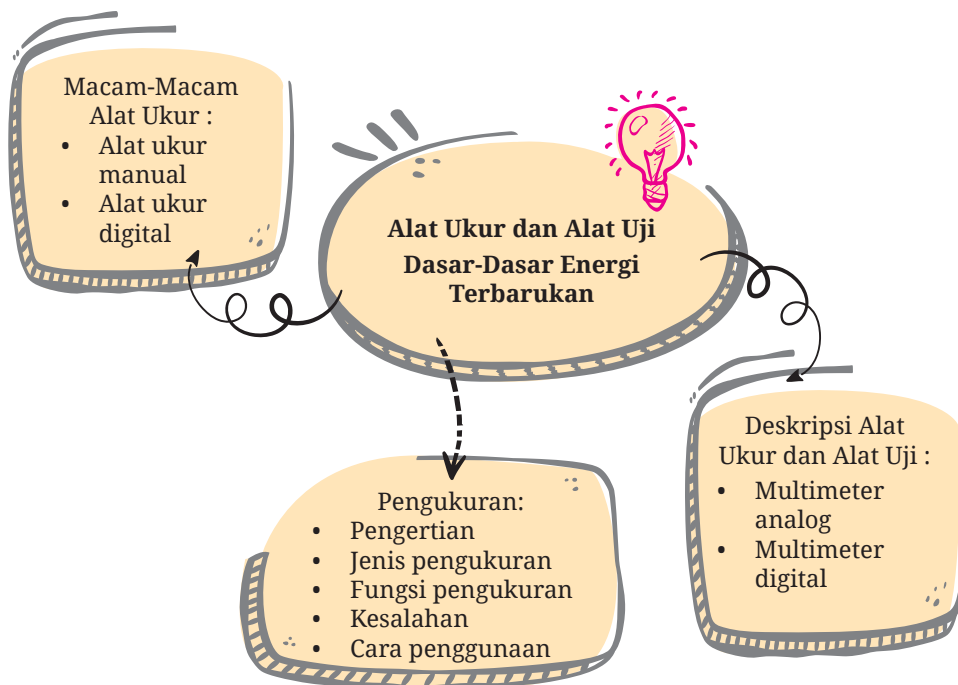


Kata Kunci

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> kalibrasi | <input checked="" type="checkbox"/> <i>range</i> |
| <input checked="" type="checkbox"/> tera produk/peneraan | <input checked="" type="checkbox"/> resolusi |
| <input checked="" type="checkbox"/> akurasi | <input checked="" type="checkbox"/> kesalahan |
| <input checked="" type="checkbox"/> presisi | |



Peta Konsep





Apersepsi

Perhatikan gambar-gambar berikut!



Gambar 8.1 Aktivitas pengukuran

Berdasarkan gambar-gambar tersebut, hal apa saja yang dapat kalian sampaikan? Seberapa pentingkah pengukuran dalam kehidupan manusia?

Konsep pengukuran berkaitan dengan kegiatan membandingkan sesuatu dengan standar tertentu, sedangkan konsep pengujian berkaitan dengan kegiatan memeriksa kualitas. Meski demikian, konsep pengukuran merupakan bagian dari konsep pengujian. Pada Unit ini pemaparan akan diawali dengan konsep dasar mengenai pengukuran, kemudian dilanjutkan dengan pengujian, dilengkapi dengan contohnya masing-masing.

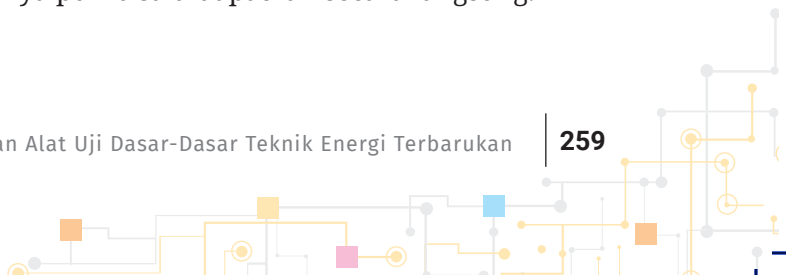
A. Pengertian Pengukuran

Pengukuran merupakan suatu langkah sistematis yang dilakukan untuk mendapatkan informasi berupa data kuantitatif, baik data yang dinyatakan dalam bentuk angka maupun uraian menggunakan alat ukur yang relevan. Dalam kaitan dengan percobaan yang dilakukan di laboratorium, seorang praktikan hendaknya harus mampu menganalisis data yang diperoleh sehingga validitas informasi harus benar-benar akurat. Oleh karena itu, untuk memperoleh data yang akurat dan presisi seorang praktikan disarankan melakukan percobaan berulang.

Pengukuran berdasarkan prosesnya dapat dibagi menjadi dua, yaitu pengukuran langsung dan pengukuran tidak langsung.

1. Pengukuran Langsung

Pengukuran langsung didefinisikan sebagai jenis pengukuran yang dilakukan secara langsung dan mengukur yang diukur tanpa adanya proses pengolahan informasi. Misalnya, ketika mengukur panjang pensil dapat dilakukan dengan menggunakan penggaris, hasilnya pun bisa didapatkan secara langsung.



Contoh lainnya dari pengukuran langsung adalah pengukuran terhadap ukuran baju dengan meteran, pengukuran massa dengan neraca, pengukuran waktu dengan jam sukat (*stopwatch*), pengukuran suhu dengan termometer, dan pengukuran lainnya.

2. Pengukuran Tidak Langsung

Pengukuran tidak langsung merupakan jenis pengukuran yang hasilnya tidak bisa didapatkan secara langsung, melainkan harus melalui proses pengolahan informasi data. Misalnya, pengukuran massa jenis harus dilakukan dengan cara mengukur massa dan menghitung volume terlebih dahulu. Bahkan dalam prosesnya, perhitungan volume harus dilakukan dengan mengetahui besar besaran lain yang memengaruhinya, seperti; panjang, lebar, tinggi atau yang lainnya.

Contoh lain dari proses pengukuran tidak langsung adalah pengukuran luas, pengukuran nilai rerata, dan pengukuran besaran-besaran dalam kelistrikan.

Proses pengukuran tidak langsung juga rentan terjadi kesalahan. Hal ini dapat memengaruhi hasil yang didapat. Di antara faktor penyebabnya adalah adanya ketidaktepatan dalam melakukan pengukuran, faktor lingkungan, hingga proses pengukuran. Selain itu, juga dimungkinkan oleh adanya kesalahan pengamat. Cara penggunaan alat, teknik pengambilan data, dan berbagai kondisi lainnya juga dapat memengaruhi hasil yang didapat.

B. Pengertian Pengujian

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (kbbi.kemdibbud.go.id), *pengujian* berarti proses, cara, atau perbuatan menguji. Berdasarkan indikatornya, pengujian dibedakan menjadi dua jenis, yakni uji fungsional dan uji unjuk kerja.

1. Uji Fungsional

Proses pengujian fungsional dilakukan dengan cara menguji setiap bagian berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja perangkat, memastikan bahwa perangkat tersebut benar-benar berfungsi dengan baik, sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

2. Uji Unjuk Kerja

Proses uji unjuk kerja bertujuan untuk mengetahui sistem yang dibuat, apakah telah berfungsi dengan baik atau tidak, sesuai dengan tujuan yang diharapkan.



Proses ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh kinerja dari alat yang telah dibuat.

Pada dasarnya, alat uji adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur dan menguji perangkat yang digunakan sebagai dasar untuk melakukan analisis, validasi serta verifikasi pengukuran sistem elektronik dan mekanik. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi kebutuhan masyarakat akan akurasi yang lebih tinggi pada alat-alat yang berkaitan dengan tes ukur.

Proses pengukuran dan pengujian pada alat uji coba biasanya dilakukan di kalangan industri berteknologi tinggi. Kendati demikian, bukan berarti pula pengujian dilakukan dalam kehidupan sehari-hari. Alat ukur yang digunakan pun merupakan alat uji yang sering dipakai.

C. Macam-Macam Alat Ukur

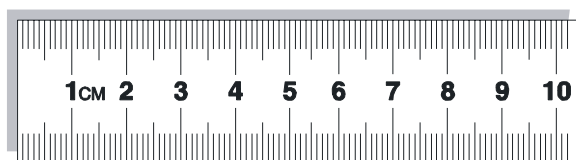
Alat ukur merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur nilai dari suatu besaran, baik itu yang berupa nilai maupun kondisi dari suatu variabel yang diukur. Pada umumnya, alat ukur banyak digunakan untuk menentukan nilai ketepatan suatu benda ataupun komponen yang diukur. Tujuannya, guna mendapatkan nilai kuantitas dari benda tersebut. Alat ukur juga dapat digunakan sebagai data pengukuran pada penelitian atau pekerjaan sesuai dengan bidang yang dikerjakan.

Fungsi dan kegunaan alat ukur sendiri bervariasi, tergantung dari jenis alat ukur tersebut. Hal ini berkaitan dengan kebutuhannya, yaitu untuk mendapatkan nilai hasil pengukuran dengan masing-masing satuan yang diperlukan, seperti mengukur suhu, panjang, massa, energi, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, dibuatlah berbagai macam alat ukur dengan fungsi dan kemampuan masing-masing.

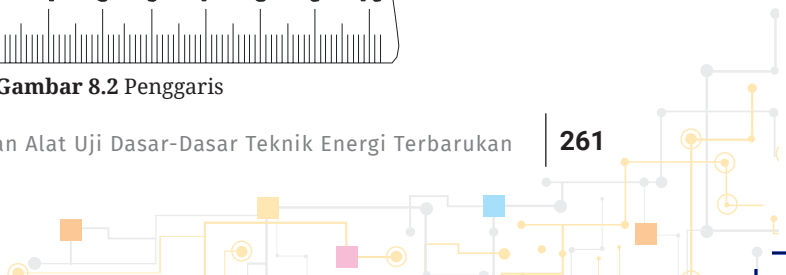
1. Alat Ukur Manual

Alat ukur manual bisa juga disebut alat ukur analog. Jenis alat ukur ini memiliki karakteristik hubungan yang berkesinambungan antara keluaran dan masukan. Pengelompokan instrumen pengukurannya ditentukan oleh kuantitas yang diukur dan prinsip operasinya. Berikut adalah beberapa contoh alat ukur manual.

d. Mistar atau Penggaris



Gambar 8.2 Penggaris



Mistar atau penggaris merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengukur panjang barang dengan beragam ukuran. Mistar memiliki ketelitian hingga 1 mm.

e. Meteran



Gambar 8.3 Meteran

Meteran merupakan alat ukur panjang yang biasa digunakan dalam proyek bangunan. Meteran atau juga disebut *rollmeter* memiliki ketelitian pengukuran hingga 0,5 mm. Alat ukur ini pada dasarnya sama dengan mistar, tetapi ukurannya lebih panjang dan dapat digulung.

Satuan yang digunakan alat ukur ini di antaranya mm, cm, *feet*, atau *inch*. Sementara, panjangnya beragam, tergantung dari kebutuhannya.

f. Jangka Sorong

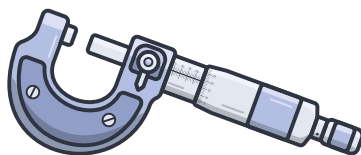


Gambar 8.4 Jangka sorong

Jangka sorong adalah alat yang digunakan untuk mengukur diameter luar maupun dalam dari dimensi suatu benda. Jangka sorong secara umum terdiri dari 2 bagian, yaitu rahang tetap yang berfungsi sebagai tempat skala tetap dan rahang sorong yang berfungsi sebagai tempat skala nonius. Kedudukannya dapat disesuaikan dengan keberadaan benda.

Jangka sorong memiliki skala ketelitian hingga 0,1 mm. Dalam dunia teknik, jenis jangka ini juga digunakan untuk mengukur kedalaman lubang.

g. Mikrometer Sekrup

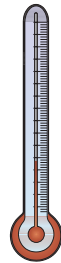


Gambar 8.5 Mikrometer sekrup

Mikrometer sekrup, sebagaimana namanya, merupakan alat yang digunakan untuk mengukur ketebalan, panjang benda, dan dimensi luar benda-benda yang berukuran relatif kecil. Alat ukur ini memiliki 3 bagian, yaitu selubung utama, selubung luar, dan selubung ulir. Selubung utama memiliki fungsi sebagai tempat skala utama yang menunjukkan hasil pengukuran yang tetap, tidak dapat dipindah-pindah.

Bagian selubung luar memiliki fungsi sebagai skala nonius, berfungsi untuk menggerakkan selubung ulir guna menyesuaikan dengan benda yang hendak dengan cara memutar-mutar selubung luar sehingga dapat menyesuaikan dengan bentuk benda yang diukur. Mikrometer sekrup memiliki ketelitian hingga 0,01 mm.

h. Termometer



Gambar 8.6 Termometer manual

Berbeda dengan beberapa alat ukur sebelumnya, termometer merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur derajat suhu suatu benda. Selain itu, dapat juga digunakan untuk mengukur suhu ruangan suatu cairan.

Termometer pada umumnya terbuat dari sebuah palung dengan material kaca. Di dalamnya berisi cairan raksa atau alkohol. Cairan tersebut digunakan karena memiliki koefisien muai yang konstan.

i. Neraca



Gambar 8.7 Neraca Ohaus
Sumber: pengelasan.net (2022)

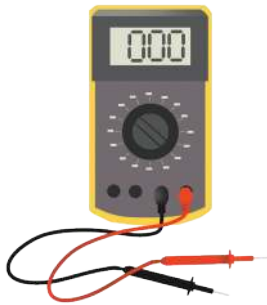


Neraca merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur berat atau massa suatu benda. Pada umumnya, neraca memiliki tingkat ketelitian yang tinggi. Penggunaannya biasanya untuk mengukur benda dengan berat atau massa yang cenderung ringan.

2. Alat Ukur Digital

Alat ukur digital merupakan alat ukur yang hasil pengukurannya ditunjukkan dalam bentuk angka. Hal tersebut diharapkan dapat meminimalisir kesalahan pembacaan besaran yang diukur. Selain itu, alat ukur ini memiliki titik desimal yang menunjukkan langsung untuk memudahkan pengukuran.

a. Multimeter

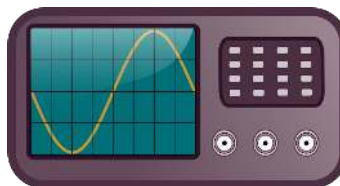


Gambar 8.8 Multimeter

Multimeter merupakan alat yang digunakan untuk berbagai keperluan, biasanya berhubungan dengan kelistrikan, seperti mengukur hambatan, tegangan, dan juga arus listrik.

Terdapat dua jenis multimeter yang biasa digunakan, yakni multimeter digital atau DMM (*Digital Multimeter*) dan multimeter analog. Multimeter digital memiliki ketelitian yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan multimeter analog. Baik multimeter digital maupun analog, keduanya sama-sama dapat digunakan untuk mengukur listrik AC ataupun DC.

b. Osiloskop



Gambar 8.9 Osiloskop

Osiloskop merupakan salah satu alat yang menampilkan gambaran atau bentuk dari sinyal listrik berupa grafik dari tegangan, arus listrik, dan frekuensi.

Komponen utama osiloskop terdiri dari dua bagian, yaitu tabung hampa udara dengan sebuah katode (elektrode negatif). Bagian ini berfungsi menghasilkan pancaran elektronik. Bagian lainnya adalah anode (elektrode positif), berfungsi mempercepat gerakannya, dengan begitu akan terdeteksi menuju layar tabung.

c. PH Meter



Gambar 8.11 PH Meter
Sumber: Romulo Gomes Queiroz/Unsplash

PH meter digunakan untuk mengukur tingkat kebasaaan atau keasamaan cairan jenis tertentu. Terdapat bagian yang sangat sensitif pada suatu PH meter, yakni bohlam di bagian bawah elektroda. Bohlam ini berisikan sensor khusus sehingga tidak boleh disentuh dengan tangan.

Penggunaan PH meter dapat dikatakan cukup mudah, hanya dengan mencelupkan elektroda pada cairan yang hendak diuji. Untuk hasil yang akurat, biasanya terlebih dahulu dilakukan kalibrasi alat sebelum digunakan.

Lembar Aktivitas

1

Aktivitas Kelompok

Secara berkelompok lakukan hal sebagai berikut.

1. Lakukan kajian literasi digital mengenai jenis, fungsi, dan karakteristik dari masing-masing alat ukur analog untuk masing-masing besaran yang dapat diukur.
2. Sebagai pembanding, lakukan juga kajian mengenai alat ukur digital untuk masing-masing besaran di atas.
3. Sampaikan hasil kegiatan dalam bentuk diskusi kelas.

D. Cara Penggunaan Alat Ukur

Dalam pengukuran suatu benda, tentunya alat ukur yang digunakan sesuai dengan besaran yang diukur. Dengan begitu, hasil yang didapat tepat dan akurat.



Pada umumnya, setiap alat ukur memiliki skala yang seragam dan standar serta bersifat internasional. Dengan demikian, pengukuran yang dilakukan di suatu negara akan sama hasilnya dengan pengukuran di negara lain.

1. Alat Ukur Listrik

Pengukuran listrik dapat menggunakan berbagai alat ukur, baik yang bersifat analog maupun digital. Alat ukur tersebut dapat berupa voltmeter, amperemeter, ohmmeter, dan juga multimeter.

2. Alat Ukur Massa

Pengukuran massa dapat menggunakan alat ukur berupa timbangan. Terdapat beragam jenis timbangan, di antaranya; timbangan analog, neraca pegas, neraca empat lengan, dan juga neraca digital. Merujuk pada standar internasional, untuk besaran massa adalah kilogram dengan simbol m .

3. Pengukuran Panjang

Pengukuran panjang dapat menggunakan berbagai alat ukur panjang. Misalnya; mistar, jangka sorong, *rollmeter*, dan mikrometer sekrup, sesuai dengan karakteristik panjang dan ketelitian besaran yang ingin diukur. Untuk mendapatkan hasil yang tepat, sebaiknya pengukuran lebih dari dua kali, yaitu minimal sebanyak tiga kali pengukuran.

4. Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu dapat menggunakan termometer, baik itu termometer analog maupun digital. Variabel yang diukur bermacam-macam, tergantung keperluan sehingga jenis termometer yang digunakan pun menyesuaikan.

5. Pengukuran Kalor atau Energi

Pengukuran energi dapat dilakukan menggunakan berbagai alat, tergantung pada bentuk energinya. Jika bentuk energinya berupa listrik maka dapat menggunakan Kwh meter, *energy meter*, *power meter* dan jenis pengukur energi lainnya. Jika energi yang diukur berupa kalor atau panas maka dapat menggunakan calorimeter, baik analog maupun digital.



Aktivitas Individu

Cermati deskripsi berikut!

Kasus 1

Suatu ketika, Arif memesan dua setel baju seragam sekolah, satu setel baju putih abu dan satu setel baju pramuka. Dengan bantuan temannya, ia mengukur ukuran badannya, mulai dari lingkaran pinggang, lingkaran badan, panjang lengan, dan lain-lain, namun ia melakukannya dengan menggunakan ukuran jengkal. Semua data hasil pengukuran kemudian dicatat dalam sebuah kertas yang kemudian diserahkan kepada penjahit.

Kasus 2

Adi memiliki seorang bibi yang bekerja sebagai TKW di luar negeri. Si bibi berjanji akan membawakan celana modis dari negeri tempatnya bekerja sebagai hadiah. Kepada bibinya, Adi pun mengatakan bahwa ukuran celana yang biasa dipakainya adalah L.

Kasus 3

Desi adalah seorang perawat yang baru saja ditugaskan di Saudi Arabia. Ia sangat senang dapat bekerja di luar negeri. Selama pendidikan di dalam negeri, Desi dibekali dengan kompetensi mengenai bidang kesehatan. Salah satunya, pengukuran suhu pasien. Ketika sedang mengukur suhu tubuh pasien, Desi mengalami kesulitan karena termometernya berbeda dengan yang biasa dia pakai.

Pertanyaan

Analisislah kemungkinan-kemungkinan yang mungkin terjadi dari ketiga kasus tersebut. Jelaskan pendapatmu dan berikan solusinya.

Jawab :

.....

.....

.....



E. Multimeter

Multimeter disebut juga *multitester* atau AVOMeter; A untuk amperemeter, V untuk voltmeter, dan O untuk ohmeter. Multimeter merupakan alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur kuat arus listrik, tegangan listrik, dan hambatan listrik. Sedangkan, kata *multimeter* berasal dari kata *multi* yang berarti banyak dan juga *meter* yang berarti mengukur. (Sari, 2012)

Multimeter merupakan alat ukur yang sangat diperlukan untuk mengukur besaran-besaran, seperti kuat arus listrik, tegangan listrik, hambatan listrik, maupun kapasitas. Selain itu, multimeter juga dapat digunakan untuk mendeteksi rusak atau tidaknya suatu komponen. (Sumarno & Ruwanto, 2001).

Multimeter secara umum tersedia dalam dua macam, yaitu multimeter analog dan multimeter digital. Hasil pengukuran multimeter analog menggunakan jarum penunjuk berupa kumparan putar untuk menunjukkan nilai-nilai ukurnya. Sementara, hasil pengukuran multimeter digital ditampilkan dalam bentuk angka.



Gambar 8.11 (a) Multimeter analog
Sumber: Jay Pierstorff/Unsplash



Gambar 8.11 (b) Multimeter digital
Sumber: Pagadesign/Unsplash

Pada multimeter analog terdapat dua jenis penggunaan kumparan, yaitu kumparan satu putar satu arah dan kumparan dua arah. Kumparan putar satu arah memiliki titik nol berada di ujung paling kiri. Sementara, pada kumparan dua arah, titik nol berada di tengah skala.

1. Bagian-Bagian Multimeter

Multimeter atau AVO meter terbagi ke dalam beberapa bagian, di antaranya; skala, jarum penunjuk, selektor batas ukur, pengatur posisi nol jarum, *probe*, dan terminal pengukuran.

a. Skala



Gambar 8.12 Skala Multimeter
Sumber: Unsplash/hanspw

Bagian skala memiliki bentuk seperti busur derajat dan adanya rentang angka. Terdapat beberapa skala yang ditunjukkan oleh angka dan warna yang berbeda. Sebagai contoh, skala dengan simbol omega (Ω) digunakan untuk mengukur nilai hambatan. Selain itu, terdapat juga skala yang digunakan untuk mengukur nilai kuat arus dan tegangan listrik.

b. Jarum Penunjuk

Bagian ini digunakan sebagai indikator untuk menunjukkan angka pada skala hasil pembacaan pengukuran yang dilakukan. Proses pengamatan hasil pembacaan dilakukan pada posisi mata jarum tegak lurus dengan multimeter.

c. Selektor Batas Ukur



Gambar 8.13 Selektor multimeter
Sumber: hanspw/Unsplash

Selektor batas ukur adalah bagian yang dapat diputar dan berfungsi untuk menentukan batas ukur besaran listrik yang akan diukur. Pada bagian selektor, terdapat simbol sebagaimana berikut:

- 1) AC V untuk mengukur tegangan listrik bolak-balik;
- 2) DC V untuk mengukur tegangan listrik searah;
- 3) DC mA untuk mengukur kuat arus listrik; dan
- 4) tanda Ω berfungsi untuk mengukur nilai hambatan suatu komponen.



d. Pengatur Posisi Nol Jarum



Gambar 8.14 Selektor multimeter
Sumber: EricFerguson/Unsplash

Bagian ini berfungsi untuk mengatur posisi nol pada jarum penunjuk skala. Letaknya terdapat di paling kiri.

e. Probe



Gambar 8.15 Probe
Sumber: Fotokot197/iStockphoto

Terdapat dua *probe* pada bagian ini yakni *probe* berwarna merah untuk kutub positif (+) dan *probe* berwarna hitam untuk kutub negatif (-).

f. Terminal Pengukuran



Gambar 8.16 Terminal Pengukuran
Sumber : Jose Enrique Chamorro Muriel/Unsplash

Terminal pengukuran memiliki fungsi sebagai penghubung antara *probe* dengan Multimeter. Terdapat dua terminal, yaitu; terminal positif (+) dan terminal negatif (-).

2. Jenis-jenis Multimeter

Menurut Elektro (2014) terdapat dua jenis multimeter, yaitu analog dan digital. Masing-masing tentu saja memiliki karakter tersendiri.

a. Multimeter Analog



Gambar 8.17 Multimeter Analog
Sumber: Adisak Ongsakul/Unsplash

Multimeter jenis ini memiliki ciri khas dengan adanya tampilan ukur, yaitu berupa jarum penunjuk dan posisi selektor. Dalam proses pembacaan hasil pengukuran, yang harus diperhatikan adalah melihat posisi jarum penunjuk dan posisi selektor. Pastikan keduanya berada pada posisi batas ukur. Setelah itu, barulah dilakukan perhitungan secara manual untuk mendapatkan hasil pengukurannya.

Adapun bagian-bagian multimeter analog ini di antaranya adalah sebagai berikut:

- 1) skala;
- 2) jarum penunjuk;
- 3) selektor batas ukur;
- 4) pengatur posisi nol jarum;
- 5) pengatur posisi nol ohm;
- 6) *probe*; dan
- 7) terminal pengukuran.



Gambar 8.18 Bagian multimeter analog
Sumber : sekolahotomasi.com

b. Multimeter Digital



Gambar 8.19 Multimeter digital
Sumber: unsplash/krasyuk

Sebagaimana dengan alat ukur lainnya, multimeter digital menggunakan layar digital sebagai pembacaan hasil pengukurannya. Hasil ukur yang ditampilkan pada tampilan layarnya pun merupakan hasil sebenarnya, sehingga tidak lagi diperlukan penghitungan seperti halnya dalam penggunaan multimeter analog.

Bagian-bagian multimeter digital di antaranya adalah sebagai berikut:

- 1) layar monitor;
- 2) tombol;
- 3) tombol penyetel (dials); dan
- 4) konektor (*input jacks*).



Gambar 8.20 Bagian multimeter digital
Sumber: spbukita.com

3. Cara Penggunaan Multimeter

Penggunaan multimeter dilakukan untuk berbagai tujuan atau kebutuhan berikut.

a. Mengukur Tegangan Searah (DC)

Posisikan selektor ke batas ukur DC V, lalu pilih skala yang akan diukur. Apabila kalian memiliki kesulitan dalam perkiraan, sebaiknya pilih skala terbesar guna menghindari kerusakan alat.

Selanjutnya, hubungkan *probe* merah dan *probe* hitam ke dalam terminal tegangan pada multimeter. Pastikan *probe* merah dihubungkan ke terminal tegangan positif (+) dan *probe* hitam dihubungkan ke bagian negatif (-). Hasil atau penunjukan hasil ukur akan terlihat pada layar.

b. Mengukur Tegangan Bolak-Balik (AC)

Aturlah posisi selektor batas ukur ke AC V. Kemudian, pilih skala yang paling sesuai. Sebagai antisipasi dan demi mencegah kemungkinan kerusakan, kalian bisa memilih skala paling besar.

Selanjutnya, hubungkan *probe* merah dan *probe* hitam ke dalam terminal tegangan pada multimeter. Tegangan AC secara prinsip tidak memiliki polaritas, baik positif maupun negatif. Hasil pengukurannya dapat dilihat di layar hasil.

c. Mengukur Kuat Arus Listrik

Aturlah posisi selektor batas ukur pada pengukuran arus. Setelah itu, pilih skala yang paling sesuai dengan arus yang akan diukur. Apabila tidak mampu memperkirakan nilai arus ukur, pilihlah skala paling besar untuk menghindari kerusakan.

Teknik pengukuran dilakukan dengan cara memutus rangkaian yang terhubung ke beban. Setelah itu, hubungkan kedua *probe* pada kedua terminal yang terputus tersebut secara serial. Hasilnya dapat dilihat pada layar hasil.

4. Cara Pembacaan Multimeter

a. Mengukur Hambatan Listrik Menggunakan Multimeter Analog

Sebelum melakukan pengukuran, sebaiknya lakukan tahapan persiapan terlebih dahulu. Tahap ini dilakukan dengan cara memosisikan terlebih dahulu multimeter ke posisi nol, yaitu dengan menghubungkan *probe* merah dan *probe* hitam.

Ujung kabel *probe* hitam harus terpasang pada terminal yang ditandai dengan tanda negatif (-), sementara ujung kabel *probe* merah pada terminal yang ditandai dengan tanda positif (+).

Kemudian, pada tombol kecil berlabel 0 *Adjust* putar perlahan hingga jarum mengarah ke angka nol. Pembacaan skala atau hasil pengukuran, yaitu mengamati skala secara tegak lurus melalui mata. (Sari, 2012)



Untuk memperoleh nilai hambatan listrik yaitu dengan cara di bawah ini.

$$\text{Hasil Ukur} = \text{Skala yang ditunjuk jarum} \times \text{batas ukur}$$

Sementara, pembacaan skala untuk multimeter digital cukup melihat layar monitor yang ada pada multimeter digital.

b. Mengukur Tegangan Listrik

Mengukur tegangan listrik dengan multimeter analog prosesnya hampir sama dengan saat mengukur hambatan listrik. Hanya saja, sebelum melakukan pengukuran, selektor batas ukur dipindahkan terlebih dahulu ke tegangan. Pembacaan skalanya dapat dilakukan dengan mengamati mata jarum penunjuk. (Sari, 2012)

Adapun perhitungan yang dilakukan untuk memperoleh nilai tegangan listrik hitung yaitu sebagai berikut.

$$\text{Hasil Ukur} = \frac{\text{Skala yang ditunjuk jarum}}{\text{Skala maksimal}} \times \text{batas ukur}$$

c. Mengukur Arus Listrik

Untuk membaca hasil pengukuran arus listrik dengan menggunakan multimeter analog, kalian dapat mengikuti langkah-langkah berikut.

- 1) Memutar selektor batas ukur sebagai alat ukur kuat arus listrik.
- 2) Memilih batas ukur yang hendak diukur.
- 3) Menghubungkan *probe* dengan rangkaian yang akan diukur.
- 4) Memasangkan AVOMeter secara seri terhadap rangkaian.
- 5) Pembacaan skala hasil pengukuran, yaitu dengan cara mengamati skala dengan tegak lurus.

Sementara itu, untuk memperoleh nilai kuat arus listrik dapat menggunakan rumus berikut.

$$\text{Hasil Ukur} = \frac{\text{Skala yang ditunjuk jarum}}{\text{Skala maksimal}} \times \text{batas ukur}$$

Selanjutnya, untuk menambah wawasan dan pengetahuan kalian mengenai multimeter, lakukan kegiatan pada lembar aktivitas-3 di bawah ini bersama dengan teman sekelompok.



Lembar Aktivitas 3

Aktivitas Kelompok

Nama Anggota Kelompok :

Kelas :

Mengeksplorasi Fungsi Multimeter (Lakukan praktikum secara berkelompok)

Aspek yang Dipelajari	Penjelasan
Penggunaan multimeter untuk pengukuran arus AC dan DC	
Penggunaan multimeter untuk pengukuran tegangan AC dan DC	
Penggunaan multimeter untuk pengukuran hambatan	

Catatan : Lakukan praktikum dengan tetap memerhatikan K3 di bawah bimbingan dan LKPD yang diberikan oleh guru.

Diskusikan hasil kerja kelompok kalian dan presentasikan di depan kelas!

Kesimpulan:

.....
.....
.....

Selanjutnya, guna menambah wawasan dan pengetahuan kalian mengenai multimeter, lakukan kegiatan observasi lapangan yang bersifat mandiri pada lembar aktivitas mandiri di bawah secara berkelompok.

Lembar Aktivitas 4

Aktivitas Kelompok

1. Buatlah kelompok yang masing-masing beranggotakan maksimum 4 orang.
2. Lakukan kunjungan ke beberapa bengkel atau toko elektronik terdekat di daerah masing-masing.



3. Catat data mengenai jenis, tipe, dan karakteristik multimeter yang ada di bengkel atau toko elektronik tersebut.
4. Validasi penilaian ditandai dengan stempel bengkel atau toko dan tanda tangan pemilik.
5. Lakukan kajian literasi digital untuk melengkapi data yang diperoleh.
6. Diskusikan dengan teman sekelompok untuk mengkaji data yang didapat.
7. Tuliskan hasil pengamatan dalam bentuk laporan

 **Uji Kompetensi**

1. Sebutkan alat ukur yang ada di laboratorium sekolah. Gambarkan dan jelaskan masing-masing fungsi alat ukur tersebut, lengkap dengan data teknik alat ukur tersebut!

Jawab :

.....

.....

.....

2. Perhatikan gambar berikut.



www.testpath.com (2023)

Berdasarkan gambar di atas, jelaskan langkah-langkah secara rinci penggunaan multimeter sebagai Ohmmeter.

Jawab :

.....

.....

.....



3. Jelaskan kelebihan dan kelemahan masing-masing dari multimeter analog dengan multimeter digital.

Jawab :

.....

.....

.....

Pengayaan

Salah satu hasil pengembangan teknologi beberapa tahun terakhir ini menemukan sebuah inovasi yang disebut *Moshimeter*. *Moshimeter* mampu mengukur tegangan dan arus secara simultan yang mampu dikoneksikan dengan *bluetooth*, yang nantinya bisa dibaca melalui *smartphone*. Mengapa inovasi ini lahir? Pelajari lebih lanjut dengan mengunjungi tautan sumber referensi.



Gambar 8.18. Moshimeter
Sumber: moosh.im/mooshimeter
(diunduh pada 20 Oktober 2022)

Refleksi

Setelah mempelajari materi mengenai alat uji dan alat ukur, berilah tanda centang (✓) pada tabel di bawah sesuai tingkat pemahamamu.

Nama Peserta Didik :

Lembar Pengamatan :

No.	Jenis aspek	Tingkat Pemahaman			
		4	3	2	1
1.	Mampu memahami alat ukur dan alat uji sesuai fungsinya				



No.	Jenis aspek	Tingkat Pemahaman			
		4	3	2	1
2.	Mampu menggunakan alat ukur dan alat uji dasar-dasar energi terbarukan				
3.	Mampu memahami alat ukur elektronika				
Jumlah Skor					
Skor Maksimum		12			



Asesmen

Asesmen Diri (*Self Assessment*)

Tandai asesmen diri terhadap kompetensi materi konsep alat uji dan alat ukur dasar-dasar energi terbarukan.

Sampai di manakah pemahamanmu?

	Saya dapat memahami alat ukur dan alat uji dasar-dasar energi terbarukan sesuai dengan fungsinya.
✓	Saya dapat menggunakan alat ukur dan alat uji dasar-dasar energi terbarukan.
	Saya dapat memahami alat ukur elektronika elektronika.

Partisipasi dalam Diskusi Kelompok

Nama Kelompok :

Anggota :

Kegiatan Kelompok :

Isilah pernyataan berikut dengan jujur.

Untuk point no 1 – 6, tulislah huruf A, B, C atau D di depan setiap pernyataan.

Keterangan:

A = Selalu, B = Sering, C = Kadang-kadang, D = Tidak Pernah

Pernyataan

1. (...) Selama diskusi saya mengusulkan ide kepada kelompok untuk didiskusikan.
2. (...) Ketika kami berdiskusi, tiap orang diberi kesempatan untuk mengusulkan sesuatu.
3. (...) Setiap anggota kelompok melaksanakan tugasnya masing-masing selama kegiatan berlangsung.
4. (...) Setiap anggota kelompok sibuk dengan yang dilakukannya dalam kelompok saya.
5. Selama kerja kelompok, saya
(...) mendengarkan orang lain
(...) mengajukan pertanyaan
(...) mengorganisasi ide-ide saya
(...) mengorganisasi kelompok
(...) mengacaukan kegiatan
(...) melamun
6. Apa yang kamu lakukan selama kegiatan?

.....
.....
.....

Asesmen Antarteman (*Peer Assesment*)

No.	Pernyataan	Skala			
		1	2	3	4
1.	Teman saya berkata benar, apa adanya kepada orang lain.				
2.	Teman saya mengerjakan sendiri tugas-tugasnya.				
3.	Teman saya menaati peraturan yang ditetapkan sekolah.				
4.	Teman saya terbiasa mengerjakan pekerjaan sesuai dengan petunjuk guru.				



No.	Pernyataan	Skala			
		1	2	3	4
5.	Teman saya menyelesaikan tugas yang diberikan guru tepat waktu.				



Glosarium

- Ah:** ampere hour mirip dengan mAh, hanya saja di sini digunakan satuan A (ampere), bukan mA (miliampere)
- Akurasi:** kecermatan, ketelitian
- Akurasi:** kecermatan, ketelitian
- Alat pelindung diri:** perlengkapan dan alat keselamatan kerja yang dipakai saat melaksanakan kegiatan di industri dan perusahaan
- Anaerob:** tanpa oksigen
- Analisis kuantitatif:** metode komputasi dan statistik yang berfokus pada analisis statistik, matematik atau numerik dari kumpulan data
- Analog:** bersangkutan dengan analogi
- Analog:** bersangkutan dengan analogi
- Anearobik:** bakteri yang tumbuh dalam suasana kurang atau tidak ada oksigen (O₂)
- APD:** singkatan dari alat pelindung diri, alat untuk melindungi seseorang dari potensi bahaya di tempat kerja
- ASEAN:** singkatan dari *Association of Southeast Asian Nations* atau Perhimpunan Bangsa-Bangsa Asia Tenggara, sebuah organisasi dengan tujuan mensejahterakan dan memajukan negara-negara di Asia Tenggara
- B100** : biodiesel murni dengan persentase 100% tanpa ada pencampuran solar
- B100:** istilah untuk biodiesel yang merupakan bahan bakar nabati untuk aplikasi mesin atau motor diesel berupa ester metil asam lemak (*fatty acid methyl ester*/FAME)
- B30:** solar B30 (biodisel 30) merupakan campuran 30% *fatty acid methyl ester* (FAME) dan 70% solar
- B40:** istilah dalam pencampuran biodiesel dengan solar dengan campuran 40% biodiesel dan 60% solar
- Bahan bakar nabati:** sejenis bahan bakar yang bahan bakunya bisa berasal dari berbagai sumber daya nabati yaitu kelompok minyak dan lemak seperti minyak sawit, minyak kelapa, minyak kanola, minyak kedelai, kacang tanah, jarak pagar
- Battery:** sebuah alat yang dapat mengubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik
- Batubara:** jenis batuan sedimen dengan kandungan karbon sebagai mineral utama dan kandungan senyawa lainnya (belerang dan oksigen) membuatnya mudah terbakar
- BBM:** singkatan dari Bahan Bakar Minyak adalah bahan bakar yang berasal dan atau diolah dari minyak bumi
- Bio digester:** suatu sistem yang mempercepat pembusukan bahan organik
- Biosolar:** campuran solar dengan minyak nabati yang didapatkan dari minyak kelapa sawit atau *crude palm oil* (CPO)

Boiler: dikenal juga dengan bejana untuk menghasilkan uap bertekanan

Breaker: alat pelindung atau pengaman untuk sirkuit dalam sistem tenaga

Budaya kerja industri: cerminan nilai-nilai, norma, aturan dan kebiasaan yang dilakukan di lingkungan kerja industri atau perusahaan

Bunsen: alat laboratorium yang terbuat dari tabung logam vertikal terhubung ke sumber bahan bakar gas (*burner tube*), dengan lubang pemasukan udara (*collar*)

Cacat porosity: disebabkan terperangkapnya gelembung gas dalam logam las cair dan tidak sempat keluar selama proses pembekuan sehingga membentuk rongga-rongga

Champers: suatu bentuk ujung luar benda kerja yang memiliki bentuk dengan sudut tertentu

Combiner box: pelindung berbagai komponen PLTS dari berbagai gangguan yang dapat merusak sistem PLTS

Countersink: suatu bentuk ujung dalam benda kerja yang memiliki bentuk dengan sudut tertentu.

Dekomposisi: proses perubahan menjadi bentuk yang lebih sederhana

Development: pembangunan

E20: campuran bahan bakar etanol memiliki nilai E yang menjelaskan persentase bahan bakar etanol di dalam campuran tersebut

Efek rumah kaca: proses naiknya suhu bumi yang disebabkan perubahan komposisi atmosfer

Ekonomis: bersifat hati-hati dalam pengeluaran uang; tidak boros; hemat

Eksplorasi: penjelajahan atau pencarian

Elektoda: penghantar listrik yang terhubung dengan larutan elektrolit dari sebuah rangkaian listrik

Emisi GRK: emisi gas rumah kaca merupakan sebuah proses dari suatu pemanasan suhu bumi yang terus mengalami peningkatan sehingga menimbulkan ketidakseimbangan pada alam dan ekosistem yang ada di sekitarnya

Energi fosil: bahan bakar yang terbentuk dari fosil-fosil tumbuhan dan hewan di masa lampau

Energi kinetik: energi yang dimiliki oleh suatu benda, disebabkan oleh tenaga gerak

Energi non-fosil: energi yang dapat diperbaharui dan apabila dikelola dengan baik maka sumberdayanya tidak akan habis

Energy meter: nama lain dari Kwh meter

Energy meter: nama lain dari Kwh meter

Enzimatis: melibatkan enzim dalam reaksi yang berlangsung secara biologi

ESDM: Energi dan Sumber Daya Mineral

Etiket gambar: suatu bagian dari sebuah gambar kerja teknik yang berisi informasi dan keterangan terkait gambar yang dibuat.

Feedback: umpan balik

Fermentasi: peragian, proses produksi energi dalam sel dengan keadaan anaerobik (tanpa oksigen) yang menghasilkan perubahan biokimia organik melalui aksi enzim.

Fermentasi: proses penguraian senyawa organik yang terjadi dengan bantuan mikroorganisme untuk mengubah suatu senyawa organik menjadi energi

Formatif: jenis penilaian yang dilakukan untuk mengetahui kemajuan belajar peserta didik

Fosil: sisa tulang belulang binatang atau sisa tumbuhan zaman purba yang telah membatu dan tertanam di bawah lapisan tanah

Friksi: pergeseran

Fuse: sekring, komponen yang berfungsi sebagai pengaman dalam rangkaian elektronika atau perangkat listrik

Gambar proyeksi: suatu cara atau teknik pembuatan gambar benda 3 dimensi pada media kertas gambar atau media 2 dimensi lainnya.

Gambar teknik: salah satu bidang ilmu yang mempelajari cara pembuatan gambar kerja pada pekerjaan teknik dengan aturan dan ketentuan yang telah ditetapkan secara internasional.

Garis arsir: bentuk garis tipis yang dibuat pada permukaan benda yang digambar dengan arah miring 45° terhadap garis sumbu benda dengan tujuan tertentu.

Gas alam: bahan bakar fosil yang berasal dari sisa-sisa tanaman, hewan dan mikroorganisme, tersimpan di bawah tanah selama jutaan tahun, dan memiliki intensitas karbon yang rendah dari semua sumber energi fosil

Gas argon (Ar): argon banyak digunakan sebagai gas pelindung inert dalam pengelasan dan proses industri bersuhu tinggi lainnya

Gas asetilen: gas yang tidak berwarna, mudah terbakar, merupakan anggota keluarga alkana

Gas metana(CH₄): hidrokarbon paling sederhana yang berbentuk gas dengan rumus kimia CH₄

Gearbox feeding: alat yang digunakan untuk menyalurkan tenaga dari mesin ke bagian lain dari sistem kerja motor untuk memunculkan pergerakan

Generator: pembangkit tenaga (listrik, uap, dan sebagainya)

Genset: singkatan dari *generator set*, sebuah perangkat yang mampu menghasilkan daya listrik

GPS (Global Positioning System): sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat

Grade: kelas; tingkat; pangkat; nilai; dan mutu

GW : gigawatt, ukuran tegangan watt dengan tenaga 1milyar watt.

Helium (HE): unsur kimia berbentuk gas yang tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak berasa

Hidrolik: suatu mekanika yang memanfaatkan fluida atau oli sebagai sumber tenaga penggerak utama mesin

Hypothetical hypothesis: berdasarkan pengamatan subjektifnya mengenai suatu permasalahan yang kontekstual dengan isu yang diangkat dalam penelitian

Ice breaking: kegiatan untuk memecah kebekuan

Industri: suatu unit usaha yang melakukan kegiatan ekonomi, bertujuan untuk menghasilkan barang atau jasa di satu tempat dengan pengaturan yang tertata dan memiliki personil yang bertanggung jawab terhadap kegiatan tersebut.

Infografis: media informasi yang dapat berbentuk teks dengan perpaduan gambar, grafik, ilustrasi, dan tipografi

Inlet: katup masuk

Inquiry: penelaahan sesuatu yang bersifat mencari informasi secara kritis, analisis, dan argumentatif (ilmiah) dengan menggunakan langkah tertentu menuju kesimpulan

Inverter: konverter daya listrik yang mengubah arus searah (DC) menjadi *alternating current* (AC)

Ion listrik: atom atau sekumpulan atom yang memiliki muatan listrik.

ISO: singkatan dari *International Standardization Organization for Standardization*, lembaga internasional yang menetapkan standar-standar terhadap berbagai aspek pekerjaan

Jangka: alat bantu dalam membuat gambar bentuk lingkaran dengan berbagai ukuran yang dibutuhkan.

Jaringan distribusi: saluran tahap akhir yang menyalurkan listrik dari jaringan transmisi menuju beban

Karbondioksida (CO₂): zat asam arang, senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon

Kebakaran: suatu keadaan nyala api pada tempat yang tidak diinginkan yang dapat merugikan dan umumnya sulit untuk dikendalikan.

Kecelakaan: peristiwa yang tidak diinginkan, tidak direncanakan dan menyebabkan cedera, penyakit akibat kerja ataupun kematian

Kerosin: dikenal dengan minyak tanah atau, bagian dari minyak mentah yang memiliki titik didih antara 150 °C dan 300 °C dan tidak berwarna

Klem: salah satu peralatan laboratorium yang berfungsi untuk menjepit peralatan laboratorium

Konfigurasi permukaan: suatu cara untuk menunjukkan cara penggambaran yang memperlihatkan suatu bentuk permukaan benda kerja atas hasil pekerjaan yang dilakukan.

Konfigurasi: bentuk atau wujud

Kontraktor: tenaga profesional yang bekerja dalam dunia pembangunan atau konstruksi bangunan

Konversi: perubahan dari satu sistem pengetahuan ke sistem yang lain

Konversi: perubahan dari satu sistem pengetahuan ke sistem yang lain

Korosi: proses, perubahan, atau kerusakan yang disebabkan oleh reaksi kimia

Kunci inggris: kunci untuk melepas atau memasang mur dan baut, dapat disetel menyempit atau melebar menyesuaikan dengan ukuran mur atau bautnya

Kunci pas: alat bantu untuk mengencangkan dan melepas baut dan mur

Kunci pipa: kunci khusus digunakan untuk membuka dan mengencangkan pipa atau logam bulat lainnya

Kunci ring: Kunci yang berbentuk seperti gelang mempunyai lubang persegi banyak, berfungsi untuk mengencangkan dan mengendurkan baut atau yang berada di dalam kendaraan

Kunci shock: disebut juga *socket wrench*, salah satu alat bengkel yang digunakan untuk mengendorkan dan mengencangkan baut atau mur

Kwh meter: alat untuk mengukur pemakaian energi listrik per hari

Kwh meter: alat untuk mengukur pemakaian energi listrik per hari

Lapisan ozon: lapisan di atmosfer pada ketinggian 20–35 km di atas permukaan Bumi yang mengandung molekul-molekul ozon

Limbah organik: sisa dari makhluk hidup, seperti limbah makanan dan kotoran makhluk hidup

Magnetic stirrer: instrumen laboratorium yang digunakan untuk mengaduk atau mencampur larutan dengan bantuan *stir bars* yang akan berputar di dalamnya

Maintenance: pemeliharaan

Mal: alat bantu gambar yang dibuat untuk mempermudah membuat bentuk gambar tertentu sehingga dapat dihasilkan gambar yang lebih baik dan mudah.

Masif: utuh dan padat, di dalamnya tidak berongga

MCB: singkatan dari *miniature circuit breaker* atau pemutus sirkuit miniatur adalah perangkat yang digunakan untuk membatasi arus listrik dan pengamanan ketika ada beban lebih

Megawatt: satuan daya dengan 1 megawatt = 10^6 watt

Mikroba/mikroorganisme: organisme hidup yang berukuran sangat kecil dan hanya bisa diamati dengan bantuan mikroskop

Motor listrik: alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, misalnya kipas angin, mesin cuci, pompa air, penyedot debu. dan sebagainya

Msd (Material Safety Data Sheet): kumpulan informasi sangat penting mengenai bahan kimia, menunjang keselamatan kerja dalam menggunakan bahan kimia untuk berbagai keperluan

Mur-baut: komponen mesin yang berpasangan dengan masing-masing terikat menggunakan ulir

Nivo: tabung kaca yang diisi dengan zat cair dan kedua ujungnya tertutup

Oksidasi: reaksi kimia dimana suatu zat mengikat oksigen

Oksigen: salah satu gas yang terdapat di udara bebas yang memiliki peran penting untuk kelangsungan hidup.

OTEC: singkatan dari *Ocean Thermal Energy Conversion* merupakan metode untuk menghasilkan energi listrik menggunakan perbedaan temperatur yang berada di antara laut dalam dan perairan dekat permukaan untuk menjalankan mesin kalor

Outlet: lubang dimana air keluar bila tube telah penuh

Panel distribusi: komponen dalam sistem pasokan listrik utama

Pati: karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air, berupa bubuk berwarna putih, tidak berasa dan tidak berbau

Peil: pengaturan ketinggian minimal lantai bangunan yang ditentukan berdasarkan lokasi bangunan tersebut, bertujuan untuk mencegah air banjir masuk ke dalam bangunan

Pemanasan global: proses peningkatan suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan Bumi

Pembangkit listrik energi mikrohidro: pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai tenaga penggerak

Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa): pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar sampah

Pencacah: disebut juga *counter*, adalah rangkaian elektronika digital untuk menghitung sinyal digital dari isolator

Perjanjian Paris: kesepakatan global untuk menghadapi perubahan iklim

Pipet gondok: pipet volume, alat laboratorium yang berfungsi untuk mengukur volume suatu cairan dalam skala yang kecil

Pipet volumetric: alat untuk mengambil larutan dalam jumlah tertentu dengan tepat

Pirolisis: proses dekomposisi suatu bahan pada suhu tinggi yang berlangsung tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas, disebut dengan istilah devolatilisasi

Pisau mantel: disebut juga *plain milling cutter* pisau khusus untuk mengefrais bidang yang lebar dan rata

PJUS: penerangan jalan dengan menggunakan lampu tenaga surya

PLN: singkatan dari Perusahaan Listrik Negara (Persero), sebuah badan usaha milik negara Indonesia yang bergerak di bidang pembangkitan, transmisi, dan distribusi tenaga listrik

PLTBg: pembangkitan energi listrik menggunakan sumber energi dari panas pembakaran biogas

PLTPB: pembangkit listrik yang menggunakan panas bumi sebagai sumber energinya

PLTU: Pembangkit Listrik Tenaga Uap, merupakan jenis pembangkit yang menggunakan uap panas sebagai penggerak turbin

PLTU: jenis pembangkit listrik yang menggunakan uap panas untuk memutar turbin penggerak generator sehingga menghasilkan energi listrik

POME: singkatan dari *Palm Oil Mill Effluent* atau limbah cair kelapa sawit dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik

Possible: kemungkinan

Praktikan: seseorang yang mengikuti praktikum

Praktikan: seseorang yang mengikuti praktikum

Pro aanalysis (P.A): bahan kimia yang memiliki kemurnian sangat tinggi (99,95%) dan biasanya digunakan untuk keperluan laboratorium

Probable: kemungkinan

Probe: penghubung terminal positif dan terminal negatif dalam pengukuran besaran listrik

Probe: penghubung terminal positif dan terminal negatif dalam pengukuran besaran listrik

Profil pelajar pancasila: profil lulusan yang bertujuan menunjukkan karakter dan kompetensi yang diharapkan diraih dan menguatkan nilai-nilai luhur Pancasila peserta didik dan para pemangku kepentingan

Project based learning: pendekatan pengajaran yang dibangun di atas kegiatan pembelajaran dan tugas nyata yang memberikan tantangan bagi peserta didik, terkait dengan kehidupan sehari-hari untuk dipecahkan secara berkelompok

Project based learning: suatu pendekatan pembelajaran yang dirancang dengan kegiatan pembelajaran dan tugas nyata, yang memberikan tantangan bagi peserta didik terkait kondisi nyata di lapangan dan biasanya diselesaikan secara berkelompok

Project work: istilah bagi penugasan berbentuk praktik atau penerapan suatu konsep yang menghasilkan produk atau jasa yang dapat dinilai

Project Work: istilah bagi penugasan berbentuk praktik atau penerapan suatu konsep yang menghasilkan produk atau jasa yang dapat dinilai

Proses co-firing: pembakaran dua jenis bahan bakar berbeda secara bersamaan

Proses refluks: teknik distilasi yang melibatkan kondensasi uap dan berbaliknya kondensat ini ke dalam sistem asalnya

Prospek: kemungkinan, harapan

Protokol Kyoto: kesepakatan internasional antarnegara untuk mengurangi emisi karbon dioksida (CO₂) serta keberadaan gas rumah kaca di atmosfer

Proven: bukti

Proyeksi orthogonal: suatu cara pembuatan gambar proyeksi dengan membuat gambar tiap sisi benda/pandangan benda secara terpisah dengan menggunakan suatu aturan yang ditetapkan

Proyeksi piktorial: suatu cara pembuatan gambar proyeksi dengan membuat gambar benda secara utuh pada media gambar/kertas gambar

Proyeksi: gambar suatu benda yang dibuat rata (mendatar) atau berupa garis pada bidang datar

Pupuk organik cair: pupuk yang tersedia dalam bentuk cair, POC dapat diartikan sebagai pupuk yang dibuat secara alami melalui proses fermentasi sehingga menghasilkan larutan hasil pembusukan dari

- bahan organik, baik itu sisa tanaman, maupun kotoran hewan atau manusia
- RAB:** singkatan dari Rencana Anggaran Biaya, merupakan perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk setiap pekerjaan pembangunan atau proyek konstruksi
- Ragum:** populer disebut tanggem, alat genggam yang memiliki dua rahang penjepit untuk menahan suatu objek agar tetap berada di tempat tertentu
- Rambu K3:** alat atau media yang menginformasikan kepada pekerja tentang bahaya keselamatan dan kesehatan kerja dari suatu kegiatan, lingkungan atau peralatan serta bahan tertentu
- Rapido:** pena khusus untuk membuat gambar/garis/lainnya dengan menggunakan tinta sebagai isinya
- Rencana Umum Energi Nasional (RUEN):** kebijakan pemerintah pusat mengenai rencana pengelolaan energi tingkat nasional
- Rerata:** nilai atau angka rata-rata
- Rerata:** nilai atau angka rata-rata
- Research:** riset; penelitian
- Sampah anorganik:** sampah yang berasal dari non-hayati dan sulit untuk diuraikan
- Sampah organik:** sampah yang berasal dari makhluk hidup dan dapat diolah
- SDM:** singkatan sumber daya manusia
- Selektor:** pemilih
- Selektor:** pemilih
- Semikonduktor:** materi yang mempunyai daya hantar listrik antara konduktor dan isolator
- Sensor:** elemen yang mengubah sinyal fisik menjadi sinyal elektronik yang dibutuhkan
- Shielding gas:** suatu gas yang berfungsi melindungi cairan logam las (bahan logam pengisi maupun logam induk) untuk mencegah terjadinya proses oksidasi antara logam las dengan udara luar
- Simbol K3:** Gambar atau logo untuk menandakan kegiatan K3 di suatu tempat, industri, perusahaan atau tempat aktivitas pekerjaan
- Skala:** perbandingan ukuran dari suatu benda, baik itu diperbesar, diperkecil maupun sama dengan ukuran benda aslinya
- Skala:** perbandingan jarak pada gambar dengan jarak sebenarnya
- Solar photovoltaic:** solar PV merupakan teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik
- SOP:** prosedur operasi standar (*standard operating procedure*), sistem yang disusun untuk memudahkan, merapikan, dan menertibkan pekerjaan
- SPBU:** Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum.
- SPD:** singkatan dari *surge protector device* atau pelindung lonjakan arus, piranti yang dipasang untuk melindungi peralatan elektronik

Stainless steel: baja nirkarat terdiri dari paduan besi dan karbon, mengandung kromium untuk mencegah proses korosi (pengarat logam)

Standarisasi: langkah/proses untuk menetapkan aturan baku terhadap sesuatu, baik barang maupun pekerjaan yang dipakai oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Suaian: toleransi yang diberikan pada bagian-bagian yang memerlukan ukuran dengan ketelitian tinggi, dengan maksud mendapatkan kondisi kesesuaian pada bagian yang berpasangan.

Tegangan bolak-balik: tegangan yang mengalir dalam dua arah dan bersumber dari PLN

Tegangan bolak-balik: tegangan yang mengalir dalam dua arah dan bersumber dari PLN

Tegangan searah: tegangan yang mengalir dalam satu arah saja

Tegangan searah: tegangan yang mengalir dalam satu arah saja: alat laboratorium berfungsi untuk memegang perkakas pahat pisau

Terdiferensiasi: dapat dibedakan

Tirus: bentuk benda yang mengecil pada satu sisi benda

Titrisasi: metoda analisa kimia yang digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu analit

Toleransi ukuran: toleransi adalah batas penyimpangan ukuran yang masih diizinkan sesuai tingkatannya, yang masih dapat memenuhi kebutuhan, baik secara fungsi, konstruksi maupun hal teknis lainnya

Topografi: keadaan muka bumi pada suatu kawasan atau daerah

Transisi: peralihan dari satu keadaan ke keadaan lain

Transmisi: pengiriman

Uranium: suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang U dan nomor atom 92, merupakan logam radioaktif berwarna putih keperakan

V: singkatan untuk Volt, satuan yang menyatakan tegangan pada baterai

VA: Volt ampere, satuan untuk mengukur daya nyata dalam rangkaian listrik

Visit plant tour: penyebutan lain dari kegiatan kunjungan Industri, yaitu kegiatan mengunjungi perusahaan atau tempat aktivitas kerja

Volume: penghitungan seberapa banyak ruang yang bisa ditempati dalam suatu objek

Water pass: alat ukur yang dipakai untuk menentukan posisi sejajar dari suatu benda dengan bagian yang lainnya, baik dalam keadaan vertikal maupun horizontal

Watt: satuan untuk daya yang sebenarnya pada peralatan listrik yang dikonsumsi pengguna

WHO: singkatan dari *World Health Organization* adalah organisasi internasional yang didirikan pada tanggal 7 April 1948 yang bermarkas di Jenewa, Swiss, bertanggung jawab terhadap penanganan kesehatan masyarakat dunia

Wp: singkatan dari Watt-peak, istilah yang biasa digunakan dalam sektor energi surya

Daftar Pustaka

- Agung W Biantoro, Muhammad Kholil, Hadi Pranoto. *Sistem Dan Manajemen K3*. Jakarta : Mitra Wacana Media, 2019.
- Agung Setiyobudi. *Teknologi Mekanik*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2013.
- Akhmad Arif Purwoko. *Pekerjaaaan Dasar Teknik Mesin*. Surakarta : Mediatama, 2018.
- Alma, Buchari. *Manajemen Pemasaran Jasa*. Bandung : Alfabeta, 2005.
- Ardyanto Fitriady dkk. *Model Bisnis Untuk Memperkuat Peran Pemerintah Daerah dalam Pemanfaatan Potensi Energi Terbarukan*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada Pusat Studi Energi, 2021.
- B.H.Amstead, Philip F. Ostwald, Myron L. Begeman, Bambang Priambodo. *Teknologi Mekanik*. Erlangga : Jakarta, 1995.
- Budhi M. Suyitno. *Rekayasa Sistem Energi Nasional*. Bandung : Widiana Bhakti Persada, 2020
- Cahyono, Ardi dan Rachmat R Purnomo. *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro*. Sukabumi : LPPM UMMI, 2005
- Chusni, Muhammad Minan. Handout *Perkuliahan Pengenalan Alat Ukur*. Bandung : Program Studi Pendidikan Fisika UIN Sunan Gunung Djati, 2017.
- Direktorat Aneka *Energi Baru dan Energi Terbarukan*, Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Sumber Daya Mineral. *Panduan Pengelolaan Lingkungan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*, 2020.
- Elih Mulyana. *Memasang Sistem PLTS*. Jakarta : Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2018
- Elih Mulyana, Maman somantri. *Memelihara sistem PLTS*. Jakarta : Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2018
- Elih Mulyana. *Merancang Sistem PLTS*. Jakarta : Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2018.
- Elih Mulyana, Maman Somantri. *Pengoperasian sistem PLTS Jenis SHS (Solar Home Sistem)*. Jakarta : Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2018
- Guntur Tri Setiadanu. *Panduan Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS On-Grid 10 KWP di Rumah Bioflok Kampoeng Reklamasi Air Jangkang PT. Timah*. Jakarta : Badan layanan Umum P3TEK KEBT, 2020.
- Hamzah Yusuf dan Hasmar Halim. *Survey dan Pemetaan*. Yogyakarta : Edisi 1 Cetakan 1 Yogyakarta Deepublish, Desember 2014.
- Hendra Jaya, MT, Saharudddin, ST MPd, Sutarsi Suhaeb ST MPd, Edy Sabara, M.Si, Supriadi, MT,Irmayanti Yunus, A.Md. *Perawatan dan perbaikan Peralatan Elektronika*. Makasar : Universitas Negeri Makasar, 2018
- Hall, CS, Lindzey. *Teori-teori Holistik (Psikologi Kepribadian 2)*. Yogyakarta : Kanisius, 1993.

- ICED (Indonesia Clean Energy Development) II. *Panduan Perencanaan dan pemanfaatan PLTS atap Di Indonesia*, 2020.
- Instruksi Presiden No.1 Tahun 2006 tertanggal 25 Januari 2006 tentang *Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain*
- John Gain. *Engineering Workshop Practices*. South Melbourne – Australia : Internasional Thomson Publishing. 1996.
- Kementerian keuangan Badan kebijakan Fiskal. *Optimalisasi BPDHLH pengembangan Energi Terbarukan di sektor Ketenagalistrikan*. Jakarta, : 2020.
- Kencana, Bayu Aji dkk. *Panduan Studi kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat*. Jakarta : Tetra Tech Es Inc, 2018.
- Kurniawan, Gogi. *Buku Referensi Kewirausahaan di Era 4.0*. Banyumas : Sasanti Institute, 2019.
- Kourilsky, M. L. dan W. B. Walstad, 1998. *Entrepreneurship and female youth: knowledge, attitude, gender differences, and educational practices*. *Journal of Business Venturing* 13 (1): 77-88
- M.Ridwan, Padda manaf. *Survei Terestris Geospasial*. Direktorat Pembinaan SMK Kementerian Pendidikan dan kebudayaan Republik Indonesia, makasar, 2019.
- Moh Sanni Mufti, ST m.Pd, Suwarno, S.Pd, Pandi, M.Pd, Novherryon,. *Pengelasan Pipa Menggunakan Las Busur Manual (SMAW)*, Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Kementrerian Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta, 2016
- Paryanto. *Modul 1 Teknik Permesinan*. Jakarta : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan 2019.
- Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 Tentang Kebijakan Energi Nasional
Peraturan Presiden No. 4 Tahun 2016 *Tentang Percepatan Infrastruktur Ketenagalistrikan*
- Purwanto, dkk. *Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Sebuah Pilihan : Belajar dari Koperasi Mekar Sari*, Subang. Jakarta : LIPI Press, 2017
- Rimbawati. *Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan Mikro hidro di rumah sumbul*. Medan : UMSU Press, 2021.
- Santyasa. *Pembelajaran Inovatif : Model Kolaboratif, Basis dan Orientasi NOS*. Singajara : Jurusan Pendidikan Fisika, 2006.
- Sekretariat Jendral Dewan Energi Nasional. *Laporan Hasil Neraca energi Nasional*. Jakarta, 2021.
- Slamet Widodo, Aris. *Buku Ajar Kewirausahaan : Enterpreneur Agribusiness Start Your own Business*. Yogyakarta : Jaring Inspiratif, 2013.
- Sukmawati, Happy dkk. *Modul Pelatihan Pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Tipe Penerangan Jalan Umum (PJU)*. Lombok : Peka Sinergi, 2018.
- Suryana. *Kewirausahaan, Pedoman Praktis : Kiat dan Proses Menuju Sukses*. Jakarta : Salemba Empat, 2009.

- Tim Contained Energy Indonesia. *Buku Panduan Energi Yang Terbarukan*. Pnpm Mandiri Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat
- Tim PPPPTK Bidang *Mesin dan Teknik Industri*. Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Konversi Energi Biomassa Paket Keahlian : Teknik Energi Biomassa Program Keahlian Teknik Energi Terbarukan. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Tahun 2015.
- Tim PPPPTK Bidang *Mesin dan Teknik Industri*. *Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Konversi Energi Air Paket Keahlian : Teknik Energi Hidro Program Keahlian Teknik Energi Terbarukan*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Tahun 2015.
- Tim PPPPTK Bidang *Mesin dan Teknik Industri*. *Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Konversi Energi Air Paket Keahlian : Teknik Energi Surya dan Angin Program Keahlian Teknik Energi Terbarukan*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Tahun 2015.
- Tim P4TK BMTI bandung, “*Modul PKB Teknologi Biodise*“ Kementrian Pendidikan dan kebudayaan DirektoratJendral Guru danTenaga kependidikan, Jakarta,2015
- Tim P4TK BMTI bandung, “*Modul PKB Teknologi Bioetanol*“ Kementrian Pendidikan dan kebudayaan DirektoratJendral Guru danTenaga kependidikan. Jakarta, 2015
- Tim P4TK BMTI bandung, “*Modul PKB Teknologi Gasifikasi Biomassa*“ Kementrian Pendidikan dan kebudayaan DirektoratJendral Guru danTenaga kependidikan, Jakarta, 2015
- Tim P4TKBMTIbandung, “*ModulPKB TeknologiBiogas*“ Kementrian Pendidikan dan kebudayaan DirektoratJendral Guru danTenaga kependidikan, Jakarta, 2015
- Tim P4TK BMTI bandung, “*Modul PKB Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa*“ Kementrian Pendidikan dan kebudayaan DirektoratJendral Guru danTenaga kependidikan, Jakarta, 2015.
- Tim PPPPTK BMTI Bandung, “*Modul PKB Survei dan Konstruksi Bangunan PLTMH*” Kementrian Pendidikan dan kebudayaan Direktorat Jendran Guru dan Tenaga Kependidikan, Jakarta, 2015.
- Tim BSE (Eko Subiyanto, Haritz Cahya Nugraha, Cahya Kusuma Ratih, Reinaldo R.N “*Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia 2*”, 2013
- Undang-undang no. 30 Tahun 2009 *Tentang Ketenagalistrikan*
- Wirawan Sumbodo dkk. *Teknik Produksi Mesin Produksi*. Direktorat Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta, 1996.
- Wardiyah. *Praktikum Kimia dasar*. Jakarta : Kementrian Kesehatan Republik Indonesia 2016.
- Wirawan Sumbodo, dkk. *Teknik Produksi Mesin Industri*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- YLKI, “*mengenal CSR/PKBL Untuk Energi Terbarukan*”, Jakarta, 2020

Link alamat web :

- link resmi dari kementerian ESDM : <https://ebtke.esdm.go.id/>
<https://iesr.or.id/pustaka/buletin-energikita-juli-2019> (diunduh 10 Oktober 2022, jam 15.00)
- Majalah Energi Hijau Edisi 2021 <https://ebtke.esdm.go.id/flippdf/elibrary.html#pdfflip-PDF-15> . (Diunduh 23 Oktober 2022, Jam 14.50)
- <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/01/11/kapasitas-panas-bumi-indonesia-terbesar-kedua-dunia> (diunduh 29 Januari 2023 jam 08.25)
- <https://geopasi.com/tujuan-survey-pemetaan/> (diunduh 23 oktober jam 08.55 Wib)
- <https://www.pengelasan.net/theodolite/> (Diunduh tanggal 23 oktober 2022 jam 15.38)
- <https://www.kilausurya.co.id/ippkh/cara-mengukur-tinggi-pohon-dengan-klinometer/> (diunduh Tanggal 24 oktober 2022 jam 21:58)
- Akhmad Syarifudin, "Pengantar Survey dan pengukuran", <https://repositori.kemdikbud.go.id/11605/1/PENGANTAR%20SURVEY%20DAN%20PEMETAAN-1.pdf>, Diakses 10 November 2022, jam 17.00.
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 26 tahun 2021 Mengenai Pembangkit Listrik Tenaga surya Atap Yang terhubung pada jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik Untuk kepentingan Umum. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/02/07/3071/telah.terbit.peraturan.menteri.esdm.nomor.26.tahun.2021.tentang.plts.atap.yang.terhubung.pada.jaringan.tenaga.listrik.pemegang.iuptl.untuk.kepentingan.umum> (diakses 14 November 2022 jam 20.00 wib 0
- Peraturan Presiden RI Nomor 22 Tahun 2017 Tentang RUEN <https://jdih.esdm.go.id/peraturan/Perpres%2022%20Tahun%202017.pdf> (Diakses 20 oktober 2022 jam 09.12 Wib
- Peraturan Pemerintah RI Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan energi Nasional <https://jdih.esdm.go.id/peraturan/PP%20No.%2079%20Thn%202014.pdf> (diakses 21 Oktober 2022 jam 13.00)
- Undang- undang RI Nomor 30 Tahun 2007 Mengenai energi <https://jdih.esdm.go.id/peraturan/uu-30-2007.pdf>, (Diakses 30 November 2022 jam 21.00)
- Jurnal Ilmiah Sutet: Tantangan dan Peluang Pembangunan Proyek Pembangkit Listrik Energi Terbarukan (EBT) di Indonesia, <https://media.neliti.com/media/publications/540550-none-fe337b8e.pdf> (Diakses 10 Desembet 2022), 2021.
- jurnal :Nurlaila, Arief Tris Yuliyanto, Perkembangan Energi Terbarukan Di Beberapa Negara , 2019.

Indeks

A

Ah 11, 281
akurasi 258, 261
anaerob 250, 252, 253
analisis kuantitatif 107
analog 258, 261, 264, 265, 266, 268, 271, 272, 274, 277
angka 146, 150, 157, 159, 160, 161, 183, 197, 212
anorganik 46, 286
APD 15, 16, 17, 18, 24, 120, 132, 133
ASEAN 42

B

B30 8, 30, 51
B40 30
B100 8, 30
bahan bakar nabati 4, 100, 249, 252
Battery 236
batubara 5
BBM 29, 252
belajar iv, 73, 74, 115, 117, 157, 172, 183, 230
benda 144, 150, 151, 152, 156, 157, 158, 160, 162, 166, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 178, 179, 180, 181, 183, 185, 186, 190, 199, 204, 205, 208, 209, 210, 211, 215, 216
bengkel 84, 87, 92, 133, 275, 276
Biomassa 7, 28, 33, 42, 72, 220, 248, 250, 251, 252, 253
biosolar 8
boiler 33, 42
breaker 45
Budaya v, 113, 114, 133
bunsen 105

C

chuck 82
Combiner box 19, 236

D

dasar iv, 10, 61, 66, 68, 71, 77, 78, 79, 80, 84, 85, 90, 93, 96, 100, 105, 111, 113, 131, 137, 142, 157, 166, 167, 175, 182, 185, 194, 222, 229, 240, 254, 255, 257, 259, 261, 278, 290
dekomposisi 251, 285
digital 228, 240, 247, 253, 258, 264, 265, 266, 268, 272, 276, 277

E

E20 8
ekonomis 12

eksplorasi 84

energi fosil 4, 29, 30, 31, 35, 36, 37, 38, 64, 220

energi kinetik 3, 242, 243, 244, 246

ESDM 26, 30, 31, 44, 282, 291

ETIKET 196, 197

F

Fermentasi 68

fosil 4, 8, 28, 29, 30, 31, 35, 36, 37, 38, 64, 68, 69, 70, 72, 220, 231, 249, 252, 282, 292

friksi 222, 243

Fuse 261

G

garis 30, 32, 80, 92, 96, 99, 150, 151, 153, 197, 198, 204, 206, 207

gas alam 5, 231, 249

Gas alam 261

gas argon 91

Gas argon 261

Gas asetilen 261

Gas metana 261

gas oksigen 90

Gas oksigen 261

Generator 261

GPS 261

Grade 261

GW 261

H

HEESI 261

hidrolik 222

huruf ii, 35, 96, 148, 149, 150, 170, 171, 174, 177, 185, 197, 198, 278

Hypothetical ii, 35, 96, 148, 149, 150, 170, 171, 174, 177, 185, 197, 198, 278

I

Ice breaking 26, 67, 71, 241, 291

industri iv, 29, 33, 37, 39, 42, 48, 49, 51, 56, 64, 68, 69, 72, 115, 133, 241, 252, 261

infografis 57, 226

inverter 22, 23, 45, 236, 238, 243, 245

ion listrik 90, 292

ISO 135, 136, 137, 143, 145, 146, 150, 151, 169, 176, 177, 179, 181, 184, 185, 191, 192, 195, 196, 198, 215, 217

J

jaringan distribusi 19, 232, 233, 292

K

karbondioksida (CO₂) 91

kebakaran 101, 131

kecelakaan 132

kelompok vii, 13, 38, 43, 57, 58, 62, 63, 72, 84, 92, 99, 102, 107, 110, 111, 118, 121, 122, 126, 127, 130, 133, 142, 155, 156, 179, 188, 194, 195, 228, 240, 247, 253, 275, 279, 281

kerosin 9, 292

konfigurasi 135, 175, 184, 185, 186, 187

konversi iv, 49, 64, 72, 219, 249, 250, 251, 254, 255, 256

Kwh 266, 282, 284

L

lapisan ozon 31

limbah organik 12, 47, 252, 253

lingkungan 3, 4, 5, 30, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 43, 47, 49, 51, 58, 59, 64, 66, 68, 69, 71, 91, 92, 102, 220, 221, 249, 256, 260

M

magnetic stirrer 106

maintenance 14

masif 220

materi iv, vii, viii, 3, 5, 9, 11, 13, 25, 31, 50, 57, 62, 66, 74, 75, 83, 111, 115, 117, 123, 126, 127, 130, 137, 139, 142, 143, 144, 150, 151, 152, 155, 156, 157, 166, 172, 175, 178, 183, 188, 190, 193, 194, 195, 204, 207, 218, 228, 247, 255, 277, 278, 286, 293

megawatt 284

mesin 8, 13, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 112, 116, 124, 140, 141, 159, 184, 187, 190, 193, 194, 212, 252, 281, 283, 284, 293

mikroorganisme 104, 282, 284

motor listrik 4

MSDS (Material Safety Data Sheet) 100

N

nivo 97, 99

O

oksidasi 91, 101, 250

outlet 47

P

panel distribusi 19, 22

pemanasan global 37, 51

pengujian 99, 259, 260, 261

pensil 142, 145, 146, 147, 197

Perjanjian Paris 28, 37

pipet volumetric 106

PLTA 2, 4, 6, 7, 33, 34, 39, 40, 77, 79, 95, 227

PLTB 2, 4, 7, 32, 34, 40, 77, 79, 95, 232, 242, 243

PLTBg 4

PLTPB 4, 34

PLTS 2, 3, 4, 5, 6, 11, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 26, 30, 31, 34, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 77, 79, 80, 83, 232, 233, 234, 241

PLTU 4, 37

Possible 41

Potongan 136, 156, 166, 168, 170, 209

proses fotosintesis 69, 248, 249, 250

proses refluks 103, 105

proyeksi 10, 135, 150, 152, 153, 155, 156, 173, 204, 209, 210

S

Safety 100

shielding gas 91

simbol 100, 117, 131, 133, 150, 190, 197, 266, 269

SIMBOL 197

skala 48, 65, 72, 83, 96, 97, 99, 104, 108, 109, 110, 111, 144, 145, 174, 197, 198, 204, 205, 208, 209, 210, 211, 213, 214, 215, 216, 218, 227, 262, 263, 266, 268, 269, 270, 271, 273, 274

solar photovoltaic 32

SPBU 51

Specualtive 41

standar 148, 151, 161, 166, 169, 181, 191, 192, 195, 206, 207, 208, 217

T

toleransi 135, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 188, 212, 213

U

ukuran 83, 104, 105, 109, 135, 142, 143, 144, 147, 150, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 166, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 185, 191, 198, 206, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 227, 262, 267

ulir 135, 190, 191, 192, 193, 194, 217

ULIR 190

V

volume 104, 109, 110, 111, 252, 260

W

waterpass 100

WHO 36

Biodata Pelaku Perbukuan

Profil Penulis 1

Nama Lengkap : Indra Samsudin, S.Pd., M.Pd.
Email : indrahatoy@gmail.com
Instansi : SMAN 1 Cikembar
Alamat Instansi : Jl. Pelabuhan II Km. 20 Cikembar
Sukabumi - Kabupaten Sukabumi
43157
Bidang Keahlian : Pendidikan Fisika, *Google Certified Educator, Microsoft Innovative Education Expert* dan Tim Pengembang Kurikulum Puskurbuk Mata Pelajaran Prakarya Aspek Rekayasa.



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Guru Fisika SMAN 1 Kalibunder Kabupaten Sukabumi 2011 – 2016
2. Guru Fisika SMAN 1 Cikembar Kabupaten Sukabumi 2016 – Sekarang

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. Jurusan Pendidikan Fisika UPI Bandung 2001 – 2006
2. Magister Pendidikan Matematika dan IPA UNINDRA Jakarta 2017 – 2020

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Modul Prakarya Untuk Ketunaan A, B, C dan D Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Tahun 2015
2. Buku Teks Siswa Mata Pelajaran Prakarya SMP Kelas VII Semester 1 (Edisi Revisi) Tahun 2016
3. Buku Teks Siswa Mata Pelajaran Prakarya SMP Kelas VII Semester 2 (Edisi Revisi) Tahun 2016
4. Buku Panduan Guru Mata Pelajaran Prakarya Kelas VII SMP (Edisi Revisi) Tahun 2016
5. Buku Panduan Guru Mata Pelajaran Prakarya SMP Kelas VII Semester 1 Tahun 2022
6. Buku Panduan Guru Mata Pelajaran Prakarya SMP Kelas VII Semester 2 Tahun 2022
7. Buku Panduan Guru Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan SMA Kelas X Semester 1 Tahun 2022
8. Buku Panduan Guru Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan SMA Kelas X Semester 2 Tahun 2022
9. Buku Panduan Guru Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan SMA Kelas XI Semester 1 Tahun 2022
10. Buku Panduan Guru Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan SMA Kelas XI Semester 2 Tahun 2022

11. Buku Panduan Guru Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan SMA Kelas XII Semester 1 Tahun 2022
12. Buku Panduan Guru Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan SMA Kelas XII Semester 2 Tahun 2022
13. Buku Panduan Menggunakan Quizizz untuk Guru Indonesia Tahun 2022

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Pengaruh Model Pembelajaran Laboratorium dan Minat Belajar Siswa Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Fisika (Eksperimen Pada SMA Negeri di Kabupaten Sukabumi) (Alfarisi : Jurnal Pendidikan MIPA Unindra Jakarta, 2020)
2. Easy Automatic Animal Food Box (EAFOX), Tahun 2018.
3. Alat Pengaduk Kopi Otomatis, 2018.
4. Filter Air Sederhana, 2018.

Profil Penulis 2

Nama Lengkap : Darmayanti ST
Email : yantidarma1982@gmail.com
Instansi : SMKN 1 Pangkalan Kerinci
Alamat Instansi : Jl. Hangtuah Desa Makmur SP 6
Pangkalan Kerinci
Bidang Keahlian : **Teknik Energi Biomassa**



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

Guru SMKN 1 Pangkalan Kerinci (Tahun 2010 s.d sekarang)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

S1: Teknik Industri (Lulus Tahun 2010)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

Modul Elektronik Bahan Bakar Nabati 2019

Informasi Lain dari Penulis:

Pernah menulis Modul Elektronik Bahan Bakar Nabati 2019 ,Tinggal di Kom Bhakti Praja RT 03 RW 04 Pangkalan Kerinci Riau , Lahir di Pekan Rabu , 21 Juli 1982 . Sekolah Dasar di lalui di SD Negeri 016509 Desa medang lulus Pada tahun 1994 , MTs di lalui di MTs Almunawaroh lulus pada tahun 1997 ,SMU di lalui di SMU Mitra Tanjung Gading Air Putih AsahanTahun 2000 Kuliah di Universitas Sumatera Utara Jurusan D3 Kimia Industri. Tahun 2007 Kuliah di Sekolah Tinggi Teknik Harapan Medan dan lulus 2010 Dan Tahun 2010 menjadi guru di SMKN 1 Pangkalan Kerinci sampai sekarang.

Profil Penulis 3

Nama Lengkap : Rachmat Roswadi Purnomo
Email : rch_cool@yahoo.co.id –
cool91.purnomo@gmail.com
Instansi : SMKN 1 CIBATU PURWAKARTA
Alamat Instansi : Jl. Raya Sadang-Subang Desa
Cipinang Kec. Cibatu Kab.
Purwakarta – Jawa Barat
Bidang Keahlian : **Konversi Energi dan Manufaktur**



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Dosen STT DR. KHEZ. Muttaqien (2015 – 2020)
2. Dosen Akademi Komunitas Toyota Indonesia Karawang (2017 – Sekarang)
3. Dosen Akademi Komunitas Insan Tazakka Karawang (2020 – Sekarang)
4. PNS Guru SMKN 1 Cibatu Purwakarta (2007 – Sekarang)
5. Pemimpin Redaksi Jurnal Pendidikan “Sinangling” (2015 – Sekarang)
6. Pemimpin Redaksi Jurnal KCD IV Disdik Provinsi Jawa Barat “Serat Kencana” (2022 – Sekarang)
7. Direktur Eksekutif Bina Desa Sentra Ekonomi Bisnis - BIDASEB (2019 – Sekarang)
8. Ketua Perhimpunan Pergerakan Indonesia Kab. Purwakarta (2022 – Sekarang)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1 Pendidikan Teknik Mesin IKIP Bandung (1991-1998)
2. S2 Teknik Mesin – Konversi Energi Universitas Pancasila Jakarta (2008-2011)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Elemen Mesin 3, STT Qien Press (2017) ISBN. 978-602-5414-39-8
2. Menggambar Teknik Mesin (2020) ISBN. (Dalam Proses)
3. Pemograman CNC/CAM Menggunakan MasterCAM (2020) ISBN. 978-623-6875-55-1
4. Memprogram CNC Milling dengan MasterCAM X5 (2021) ISBN. 978-623-6875-96-4

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Assessment of fuel cells as an alternative energy future (Scientific Article : 2010)
2. Stability analysis of a mixture of Premium Fuel - Bioethanol and its influence on the corrosion of materials ASTM A36 in the storage tank (Researcher : 2011)

Profil Penelaah

Nama Lengkap : Dr. Daryanto, M.T.
Email : daryanto@unj.ac.id
Instansi : Universitas Negeri Jakarta
Alamat Instansi : Jalan Rawamangun Muka RT 11/
RW 14, Rawamangun, Pulogadung,
Jakarta Timur 13220
Bidang Keahlian : **Pendidikan Teknik Elektro**



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Dosen Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta (1992 – Sekarang)
2. Koordinator Program Studi Pendidikan Profesi Guru (2021 – 2023)
Dst.

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1 Pendidikan Teknik Elektro IKIP Yogyakarta (1990)
2. S2 Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada Yogyakarta (1999)
3. S3 Administrasi Pendidikan UPI Bandung (2017)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Modul PPG Teknik Energi Terbarukan "Teknik Energi Surya" Tahun 2021
2. Modul PPG Teknik Energi Terbarukan "Teknik Energi Angin" Tahun 2021
3. Modul PPG Teknik Energi Terbarukan "Bahan Bakar Nabati" Tahun 2021

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Rancang Bangun Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Air Gelombang Laut (PLTA-GL) Tahun 2016
2. APLIKASI SIMULINK DALAM PEMBELAJARAN (Studi Pengaruh Penerimaan Program Aplikasi Simulink dalam Pembelajaran Penggunaan Komputer dalam Sistem Tenaga Listrik) Tahun 2019
3. Model Peredaman Osilasi Sistem Daya Listrik Tahun 2020
4. Studi Stabilitas Transien Berbasis Simulink Tahun 2021
5. Dst.

Profil Penelaah

Nama Lengkap : Tatyantoro Andrasto S.T., M.T.
Email : tatyantoro@gmail.com
Instansi : Teknik Elektro UNNES
Alamat Instansi : Gd. E11 lt.1 Kampus UNNES,
Sekaran, Gunungpati
Semarang – 50229
Bidang Keahlian : **Teknik Elektro**



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Koorprodi Teknik Elektro UNNES (2019 – sekarang)
2. Sekretaris Jurusan Teknik Elektro UNNES (2012 – 2015)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. Sarjana Teknik Elektro UNDIP – 1993.
2. Magister Teknik Eletro ITB – 2005.

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Praktik Elektronika (ISBN : 9786230221392)
2. Perancangan dan Fabrikasi NMOS Menggunakan Teknologi Implantasi Ion (ISBN : 9786236480311)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. *Metode Ewma (Exponentially Weighted Moving Average)*. Sebagai Filter untuk Menghaluskan Dan Menghilangkan Noise Pada Data Deret Waktu.
2. *Internet Of Thing (Iot) Integrasi Pembatasan Akses dan Sistem Monitoring Keamanan Laboratorium sebagai Bentuk Penguatan Pembelajaran Hybrid Learning* (Implementasi Teknologi Biometrik Dan Raspberry).
3. *Pengaruh Serangan Low Pass Filter Pada Audio Watermarking Dengan Metode Discrete Wavelet Transform-Histogram Terhadap Performansi Bit Error Rate*.
4. *Pengembangan Robotik Kamera Untuk Support System Pembelajaran Hybrid*.

Informasi Lain dari Penulis/Penelaah/Illustrator/Editor (tidak wajib):

Sinta ID : 6041495
Scopus ID : 57211337885
Google scholar ID : 39YCFYAAAAJ

Profil Editor

Nama Lengkap : Rohmat Kurnia
Email : rohmatk80@gmail.com
Alamat Instansi : Jl. Terusan Kopo Kp. Pangauban no. 60
RT 02/RW 11 Katapang, Kab. Bandung
Bidang Keahlian : **Menulis, Ilustrasi, Script Writing**



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Content Writer Syaamil Group 2020 -
2. Content Developer Sygma Media Inovasi 2016 – 2020
3. Freelancer di bidang perbukuan 2014 – sekarang
4. Editor Buku-buku Umum Yrama Widya tahun 2013 – 2014
5. Class Manager SD Plus Marhamah Hasanah tahun 2012
6. Manager Divisi Buku-buku nonpelajaran SPKN tahun 2007 – 2012
7. Editor Bahasa Inggris PT SPKN tahun 2005 – 2007
8. Staf Pengajar MI Miftahussalam tahun 2002 – 2003
9. Staf Pengajar Ma'had Ash-Shiddiq tahun 1999 – 2000

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

Strata 1 (S1): Sastra Inggris IAIN (UIN) Sunan Gunung Djati Bandung (2000-2004)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Komik Hadratus Syaikh Hasyim Asy'ari: Guru Para Ulama Nusantara (ilustrator/komikus) – Salsabila/Pustaka Al-Kautsar Group, tahun 2023
2. Komik Bertualang Bersama Ayah (skrip & ilustrasi/komik), TIPTIP, 2023
3. Ramadhanku Yang Hebat Bersama Riko – Sygma Media Inovasi, tahun 2022
4. Suplemen Ensiklopedia Provinsi Aceh: Alam, Manusia, Budaya – Bee Media Pustaka, tahun 2022
5. Bahasa Inggris 3 Kelas IX – As-Syifa Learning Centre tahun 2021
6. Cerdas Berlalu Lintas: Aman dan Nyaman dalam Berkendara – Bee Media Pustaka, tahun 2021
7. Cerdas Islam Tematik Untuk Pelajar: Fikih Muamalah – Bee Media Pustaka, tahun 2021
8. Mengenal Manfaat Sukun, Manggis, dan Sirsak – Bhuana Ilmu Populer (Kelompok Gramedia), tahun 2021
9. Ensiklopedia Dunia Hewan untuk Pelajar dan Umum: Burung - Bhuana Ilmu Populer (Kelompok Gramedia), tahun 2020
10. Ensiklopedia Dunia Hewan untuk Pelajar dan Umum: Serangga - Bhuana Ilmu Populer (Kelompok Gramedia), tahun 2019
11. Fakta Seputar Pepaya: Manfaat Buah Pepaya dan Bagaimana Membudidayakannya”- Bhuana Ilmu Populer (Kelompok Gramedia), tahun 2019
12. Serba-Serbi Sepeda : Sejarah, Perawatan, dan Usaha Bengkel – CV Teman Belajar, tahun 2018
13. Andi dan Pohon Buah - PT Lontar Digital Asia, tahun 2018
14. Ngomik, Yuk!: Trik Asyik Buat Komik” – PT Teknopreneur Indonesia, tahun 2017
15. Ensiklopedia Provinsi Aceh – Bee Media Pustaka, tahun 2017
16. Seri Pramuka Tematik: Simpul dan Ikat Pramuka – Pandu Pustaka, tahun 2015

Informasi Lainnya tentang Editor

Penulis Terbaik Buku Nonfiksi & Faksi Anak dari KPK dan IKAPI dalam Indonesia Membumi, tahun 2016

Profil Ilustrator

Nama Lengkap : Yul Chaidir
Email : zul.illustrator@gmail.com/
Bidang Keahlian : Ilustrasi Digital, Design Cover, Animator



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. PT. Kompas Gramedia, 2009-2011 (Girls- Disney) *Freelance*
2. PT. Zikrul Hakim-Bestari, 2011-2016 (Staff Ilustrator)
3. PT. Tiga Serangkai, 2016 – 2019, *Freelance*
4. PT. Pustaka Tanah Air, 2016-2019, (Design illustrator) *Freelance*

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

SMEA 6 PGRI, (1991)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Seri Pengetahuanku-Ruang Angkasa (2014) Zikrul-Bestari
2. Fabel-Komik (2015) Nectar-Zikrul-Bestari
3. Seri Kesatria Cilik (2015) Tiga Serangkai
4. Seri Nabi-nabi Ulul Azmi (2015) Ziyad Publishing
5. 30 Dongeng Seru Untuk Anak (2016) Tiga Serangkai
6. Dongeng 5 benua (2016) Zikrul-Bestari
7. Mukjizat Hebat (2016) Zikrul-Bestari
8. Seri Selebritas Langit (2017) Tiga Serangkai
9. Ensiklopedia Petualangan Mesjid di Dunia (2020) Ihsan Media
10. Ilustrasi PAI & PAB PUSKURBUK (2021) KEMENDIKBUD

Informasi Lain dari Ilustrator:

Yul Chaidir adalah seorang ilustrator, cover designer, dan animator. Ilustrasi untuk buku anak-anak adalah fokus keahliannya. Beberapa karyanya telah diterbitkan oleh penerbit Tiga Serangkai, Zikrul Bestari, Ziyad Publishing, IhsanMedia, dan Kemendikbud RI.

Profil Desainer

Nama : Suhardiman
Email : aksanst@gmail.com
Bidang Keahlian : **Layouter**

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

D3 Teknik Komputer, IAI-LPKIA Bandung (1992—1995).

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. Image Setter, PT. Mustika Rajawali Bandung (2004—2008).
2. Setter, Ragam Offset (2009—2010).
3. Freelancer (2010—sekarang).