

Dasar-Dasar Teknik Konstruksi dan Perumahan

Semester 2

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
2022**

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 Konstruksi dan Perumahan
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis

Winarko
Suwarsono

Penelaah

Erwin Lim
Abdul Malik
Haryadi Purnomo Raharjo

Penyelia/Penyelaras

Supriyatno
Wardani Sugiyanto
Mochamad Widiyanto
Wijanarko Adi Nugroho
Erlina Indarti

Kontributor

Eko Supriyanto
Muhammad Rizki
Hana Dwi Windayati

Ilustrator

Rio Ario Seno (kover)
M. Yusuf (isi)
Daniel Tirta (ikon)

Editor

Nidaul Jannah
Erlina Indarti

Desainer

Marchya Fiorentina

Penerbit

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

Dikeluarkan oleh

Pusat Perbukuan & Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi
Jalan Jenderal Sudirman Komplek Kemendikbudristek Senayan, Jakarta 10270
<https://buku.kemdikbud.go.id>

Cetakan Pertama, 2022

ISBN 978-623-194-051-3 (no. jil. lengkap)
978-623-194-053-7 (jil. 2)
978-623-388-035-0 (PDF)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif & Noto Sans 11/14 pt, Steve Matteson; Fira Sans 15/36 pt, Carrois Apostrophe
xvi, 168 hlm: 17,6 cm x 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 Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran yang ditetapkan melalui Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi No. 262/M/2022 Tentang Perubahan atas Keputusan Mendikbudristek No. 56/M/2022 Tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran, serta 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, Desember 2022
Kepala Pusat,

Supriyatno
NIP 196804051988121001



Kata Pengantar

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Sehubungan dengan telah terbitnya Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 262M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum Dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran Direktorat SMK, Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi telah menyusun contoh perangkat ajar.

Perangkat ajar merupakan berbagai bahan ajar yang digunakan oleh pendidik dalam upaya mencapai Profil Pelajar Pancasila dan capaian pembelajaran. Perangkat ajar meliputi buku teks pelajaran, modul ajar, video pembelajaran, modul Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila dan Budaya Kerja, serta bentuk lainnya. Pendidik dapat menggunakan beragam perangkat ajar yang relevan dari berbagai sumber. Pemerintah menyediakan beragam perangkat ajar untuk membantu pendidik yang membutuhkan referensi atau inspirasi dalam pengajaran. Pendidik memiliki keleluasaan untuk membuat sendiri, memilih, dan memodifikasi perangkat ajar yang tersedia sesuai dengan konteks, karakteristik, serta kebutuhan peserta didik.

Buku ini merupakan salah satu perangkat ajar yang bisa digunakan sebagai referensi bagi guru SMK dalam mengimplementasikan Pembelajaran dengan Kurikulum Merdeka. Buku teks pelajaran ini digunakan masih terbatas pada SMK pelaksana Implementasi Kurikulum Merdeka.

Selanjutnya, Direktorat SMK mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan buku ini mulai dari penulis, penelaah, *reviewer*, editor, ilustrator, desainer, dan pihak terkait lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Semoga buku ini bermanfaat untuk meningkatkan mutu pembelajaran pada SMK pelaksana Implementasi Kurikulum Merdeka.

Jakarta, Desember 2022

Direktur SMK

Prakata

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Buku Siswa “Dasar-Dasar Teknik Konstruksi dan Perumahan” untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2. Buku ini ditulis sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta didik dan secara umum bagi pembaca dalam rangka ikut serta mencerdaskan kehidupan bangsa Indonesia di era perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini.

Dalam buku ini, setiap bab dilengkapi dengan tujuan pembelajaran, pertanyaan pemantik, materi, refleksi, aktivitas siswa, penilaian berupa tes tertulis dan tugas, serta pengayaan. Buku ini disajikan dengan bahasa yang mudah dipahami oleh pembaca dan dilengkapi dengan petunjuk penggunaan buku. Dengan adanya buku ini diharapkan peserta didik dapat lebih mudah mempelajari dasar-dasar teknik konstruksi dan perumahan.

Akhir kata penulis ucapkan terima kasih kepada tim penyusun buku bidang Konstruksi dan Perumahan, serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku ini. Semoga buku ini bermanfaat khususnya bagi peserta didik dan pembaca secara umum. Salam Merdeka Belajar.

Penulis



Daftar Isi

Kata Pengantar Pusat Perbukuan	iii
Kata Pengantar Direktorat SMK.....	iv
Prakata.....	v
Daftar Isi.....	vi
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel.....	xiii
Petunjuk Penggunaan Buku.....	xiv



Bab I Menggambar dengan AutoCAD

1

A. Lingkungan Kerja dan <i>Interface</i> AutoCAD	3
B. Konsep Dasar Aplikasi AutoCAD.....	6
C. Teknik Dasar Menggambar 2D.....	7
D. Menggambar 3D.....	21
Refleksi	23
Asesmen	24
Pengayaan	26



BAB II Material Bangunan

27

A. Macam-Macam Material Bangunan	29
B. Beton (<i>Concrete</i>)	48
Refleksi	53
Asesmen.....	54
Pengayaan	54





Bab III Jenis-Jenis Pekerjaan dalam Konstruksi Perumahan

55

- A. Pekerjaan *Leveling* dan Pengukuran Lapangan (*Uitzet*) 58
- B. Pekerjaan Galian dan Fondasi..... 58
- C. Pekerjaan Beton Bertulang (Sloof, Kolom, dan Balok)..... 59
- D. Pekerjaan Dinding 60
- E. Pekerjaan Plesteran dan Acian Dinding 61
- F. Pekerjaan Lantai 62
- G. Pekerjaan Kusen, Daun Pintu, dan Jendela 63
- H. Pekerjaan Atap 63
- I. Pekerjaan Plafon 64
- J. Pekerjaan Cat 66
- K. Pekerjaan Instalasi Pipa..... 66
- L. Pekerjaan Listrik..... 67
- Refleksi 69
- Asesmen 69
- Pengayaan 70



BAB IV Teknik Dasar Pengukuran Tanah

71

- A. Pengertian Ilmu Ukur Tanah 73
- B. Jenis-Jenis Alat Ukur 74
- C. Prosedur Pengoperasian Alat Ukur Tanah..... 90
- D. Teknik Perawatan Alat Ukur Tanah..... 96
- E. Pekerjaan Pengukuran Tanah dan Pengecekan Data Hasil Pengukuran 99
- Refleksi 106
- Asesmen 106
- Pengayaan 107





A. Pembebanan pada Struktur Bangunan	111
B. Gaya pada Struktur Bangunan.....	114
C. Tumpuan.....	118
D. Analisis Gaya.....	120
E. Keseimbangan Gaya.....	131
F. Menghitung Gaya Batang Rangka Sederhana.....	136
Refleksi.....	143
Asesmen.....	144
Pengayaan	148
Glosarium.....	149
Daftar Pustaka	153
Indeks.....	156
Profil Pelaku Perbukuan: Penulis.....	158
Profil Pelaku Perbukuan: Penelaah	160
Profil Pelaku Perbukuan: Ilustrator.....	164
Profil Pelaku Perbukuan: Editor	166
Profil Pelaku Perbukuan: Desainer.....	168



Daftar Gambar

Bab 1

Gambar 1.1	Tampilan ikon program AutoCAD pada <i>desktop</i>	4
Gambar 1.2	<i>Interface</i> Program AutoCAD	5
Gambar 1.3	Koordinat Kartesius.....	6
Gambar 1.4	Arah Sudut	7
Gambar 1.5	Koordinat Polar	7
Gambar 1.6	Garis yang dibuat menggunakan perintah <i>Line</i>	7
Gambar 1.7	Garis yang dibuat menggunakan perintah <i>Polyline</i>	8
Gambar 1.8	Membuat lingkaran (<i>circle</i>) dengan metode <i>Center-Radius</i>	8
Gambar 1.9	Membuat garis lengkung (<i>arc</i>) dengan metode <i>3 Point</i>	9
Gambar 1.10	Membuat segi empat menggunakan <i>Rectangle</i>	9
Gambar 1.11	Membuat segi banyak beraturan menggunakan <i>Polygon</i>	9
Gambar 1.12	Membuat bentuk oval menggunakan <i>Ellipse</i>	10
Gambar 1.13	Membuat arsiran menggunakan <i>Hatch</i>	10
Gambar 1.14	Kotak Dialog <i>Hatch Creation</i>	10
Gambar 1.15	Membuat blok warna dengan <i>Gradient</i>	11
Gambar 1.16	Kotak Dialog <i>Gradient</i>	11
Gambar 1.17	Membuat duplikasi objek dengan <i>Boundary</i>	12
Gambar 1.18	Kotak Dialog <i>Boundary Creation</i>	12
Gambar 1.19	Menggunakan Perintah <i>Move</i>	13
Gambar 1.20	Menggunakan Perintah <i>Rotate</i>	14
Gambar 1.21	Menggunakan Perintah <i>Trim</i>	14
Gambar 1.22	Menggunakan Perintah <i>Extend</i>	15
Gambar 1.23	Menggunakan Perintah <i>Erase</i>	15
Gambar 1.24	Menggunakan Perintah <i>Copy</i>	16
Gambar 1.25	Menggunakan Perintah <i>Mirror</i>	16
Gambar 1.26	Menggunakan Perintah <i>Chamfer</i>	17
Gambar 1.27	Menggunakan Perintah <i>Fillet</i>	17
Gambar 1.28	Menggunakan Perintah <i>Explode</i>	18
Gambar 1.29	Menggunakan Perintah <i>Stretch</i>	18
Gambar 1.30	Menggunakan Perintah <i>Scale</i>	19
Gambar 1.31	Menggunakan Perintah <i>Rectangular Array</i>	20



Gambar 1.32 Menggunakan Perintah <i>Offset</i>	20
Gambar 1.33 Titik koordinat kartesius X, Y, dan Z	21

Bab 2

Gambar 2.1 Contoh Semen	30
Gambar 2.2 Contoh Pasir dan Kerikil	31
Gambar 2.3 Batu Bata	33
Gambar 2.4 Bentuk Cacat Fisik secara Visual	34
Gambar 2.5 Uji Tiga Titik	34
Gambar 2.6 Batako.....	34
Gambar 2.7 Bata Ringan.....	35
Gambar 2.8 Keramik	36
Gambar 2.9 Genting.....	37
Gambar 2.10 Contoh Kayu	39
Gambar 2.11 Ilustrasi Profil Baja	41
Gambar 2.12 Balok Tanpa Tulangan.....	42
Gambar 2.13 Balok Bertulang.....	42
Gambar 2.14 Contoh Baja Tulangan Polos dan Ulir	42
Gambar 2.15 Contoh Kawat Baja.....	43
Gambar 2.16 Contoh Baja Ringan	43
Gambar 2.17 Contoh <i>Hollow Aluminium</i>	44
Gambar 2.18 Contoh Bahan Bangunan PVC.....	47
Gambar 2.19 Proporsi bahan yang digunakan dalam beton.....	49
Gambar 2.20 Campuran beton yang sudah mengeras.....	49
Gambar 2.21 Komposisi Beton.....	49
Gambar 2.22 Contoh komposisi campuran beton untuk rumah tinggal sederhana 1 lantai.	50
Gambar 2.23 Pengujian Manual Beton.....	50

Bab 3

Gambar 3.1 Pekerjaan <i>Uitzet</i>	58
Gambar 3.2 Pekerjaan Fondasi Batu Kali	59
Gambar 3.3 Pekerjaan Fondasi <i>Footplat</i>	59
Gambar 3.4 Pekerjaan <i>Sloof</i>	60
Gambar 3.5 Pekerjaan Kolom	60
Gambar 3.6 Pekerjaan Balok.....	60
Gambar 3.7 Pekerjaan Dinding	60
Gambar 3.8 Pekerjaan Plesteran dan Acian.....	61



Gambar 3.9 Pekerjaan Lantai	62
Gambar 3.10 Pekerjaan Kusen.....	63
Gambar 3.11 Pekerjaan Atap.....	64
Gambar 3.12 Pekerjaan Plafon Bahan Baja <i>Hollow</i>	65
Gambar 3.13 Pekerjaan Plafon Bahan Kayu	65
Gambar 3.14 Contoh bahan sambungan instalasi pipa.	67
Gambar 3.15 Contoh alat listrik dan pemasangannya.....	68

Bab 4

Gambar 4.1 Surveyor sedang melakukan pengukuran tanah.....	73
Gambar 4.2 Pita Ukur.....	74
Gambar 4.3 Kompas	74
Gambar 4.4 Alat Ukur Sipat Datar (<i>Waterpass</i>)	75
Gambar 4.5 <i>Theodolite</i>	77
Gambar 4.6 Bagian-Bagian <i>Total Station</i>	81
Gambar 4.7 Prisma Reflektor.....	82
Gambar 4.8 Tampilan Layar <i>Total Station</i>	82
Gambar 4.9 Mode Tampilan Pengukuran Sudut	84
Gambar 4.10 Mode Tampilan Pengukuran Jarak.....	85
Gambar 4.11 Mode Tampilan Pengukuran Koordinat	86
Gambar 4.12 Statif/Tripod.....	87
Gambar 4.13 Benang-benang yang terlihat saat meneropong.....	88
Gambar 4.14 Unting-Unting.....	89
Gambar 4.15 Yalon/Jalon	90
Gambar 4.16 Siswa praktik menggunakan <i>waterpass</i>	92
Gambar 4.17 Siswa praktik menggunakan <i>theodolite</i>	95
Gambar 4.18 Pesawat didirikan pada salah satu titik.....	100
Gambar 4.19 Pesawat didirikan di antara dua titik.....	101
Gambar 4.20 Pesawat didirikan di luar titik A dan titik B.....	101
Gambar 4.21 Pengukuran sipat datar memanjang terbuka.	102
Gambar 4.22 Pengukuran sipat datar memanjang tertutup.....	104

Bab 5

Gambar 5.1 Beban pada konstruksi bangunan.....	111
Gambar 5.2 Beban angin dalam struktur bangunan.	112
Gambar 5.3 Beban gempa dalam struktur bangunan.....	112
Gambar 5.4 Diagram alur penyaluran beban dalam bangunan.....	113
Gambar 5.5 Ilustrasi Gaya.....	115



Gambar 5.6 Arah Gaya.....	115
Gambar 5.7 Gaya Tarik.....	116
Gambar 5.8 Gaya Tekan	116
Gambar 5.9 Gaya Lentur	117
Gambar 5.10 Gaya Geser	117
Gambar 5.11 Gaya Torsi.....	118
Gambar 5.12 Simbol Tumpuan Sendi.....	119
Gambar 5.13 Reaksi pada Tumpuan Sendi.....	119
Gambar 5.14 Simbol Tumpuan Rol.....	119
Gambar 5.15 Reaksi pada Tumpuan Rol	119
Gambar 5.16 Simbol Tumpuan Jepit	120
Gambar 5.17 Reaksi pada Tumpuan Jepit	120
Gambar 5.18 Gaya-Gaya Sejajar	121
Gambar 5.19 Gaya-Gaya Nonkonkuren.....	121
Gambar 5.20 Gaya-Gaya Konkuren	121
Gambar 5.21 Gaya-Gaya Kolinear	122
Gambar 5.22 Keseimbangan Dua Gaya dan Tiga Gaya	122
Gambar 5.23 Gaya Kolinear Satu Arah.....	123
Gambar 5.24 Gaya Kolinear Arah Berlawanan.....	123
Gambar 5.25 Dua Gaya yang Konkuren	123
Gambar 5.26 Menyusun Tiga Gaya yang Konkuren	125
Gambar 5.27 Mencari R Cara Grafis.....	125
Gambar 5.28 Tiga gaya konkuren diuraikan dalam arah sumbu X dan sumbu Y.	126
Gambar 5.29 Batang dan Beban pada Tumpuan.....	131
Gambar 5.30 Batang dengan Beban Merata.....	134



Daftar Tabel

Tabel 2.1 Kelas Keawetan dan Kekuatan Kayu.....	39
Tabel 4.1 Bagian-Bagian <i>Waterpass</i> dan Fungsinya.....	76
Tabel 4.2 Bagian-Bagian <i>Theodolite</i> dan Fungsinya.....	77
Tabel 4.3 Tombol Layar <i>Total Station</i> beserta Fungsinya.....	82
Tabel 4.4 Tampilan Huruf Atau Simbol.....	83
Tabel 4.5 Tombol-Tombol Mode Tampilan Pengukuran Sudut.....	84
Tabel 4.6 Tombol-Tombol Mode Tampilan Pengukuran Jarak.....	85
Tabel 4.7 Tombol-Tombol Mode Tampilan Pengukuran Koordinat.....	86
Tabel 4.8 Bentuk tabel pengolahan data hasil pengukuran sipat datar memanjang terbuka.	103
Tabel 4.9 Bentuk tabel pengolahan data hasil pengukuran sipat datar memanjang tertutup.....	105



Petunjuk Penggunaan Buku

Buku Siswa Dasar-dasar Teknik Konstruksi dan Perumahan ini terdiri dari 5 bab. Agar kalian mudah memahaminya, cermatilah petunjuk berikut ini!

1. Dalam setiap bab disajikan tujuan pembelajaran, peta konsep, kata kunci, uraian materi, aktivitas siswa, refleksi, asesmen, dan pengayaan.
2. Semua aktivitas atau latihan, baik individu maupun kelompok harus dikerjakan di buku tugas atau buku latihan kalian.
3. Jangan lupa untuk berdoa sebelum belajar.



Tujuan Pembelajaran

Melalui berbagai macam teks, informasi dari berbagai sumber, dan aktivitas pembelajaran pada bab ini, diharapkan kalian mampu:

1. Memahami prinsip dasar AutoCAD.
2. Menggunakan fitur-fitur AutoCAD.
3. Menggambar 2D dan 3D menggunakan AutoCAD.

Tujuan pembelajaran

Menjelaskan capaian pembelajaran yang harus dicapai setelah melaksanakan pembelajaran.



Peta Konsep



Peta Konsep

Diagram atau deskripsi grafik untuk memperkenalkan suatu materi secara umum.



Kata Kunci

- AutoCAD
- Gambar 2D
- Gambar 3D
- *Interface*
- Koordinat kartesius
- Koordinat polar
- *Toolbar modify*
- *Toolbar draw*

Kata Kunci

Konsep dasar yang mewakili pokok materi yang akan dibahas.

Uraian Materi

Gambaran isi atau pokok materi yang harus dipahami dalam setiap subbab sesuai capaian pembelajaran.

Aktivitas 1.1

Aktivitas Mandiri

Silakan kalian menyalakan komputer, lalu bukalah program AutoCAD yang ada pada komputer kalian.

Dapatkan kalian masuk ke dalam aplikasi AutoCAD tersebut?

Aktivitas Siswa

Melakukan aktivitas secara mandiri atau kelompok untuk mengetahui sudah sejauh mana pemahaman kalian terhadap materi.





Refleksi

Bagaimana pencapaian kalian setelah mempelajari materi pada bab “Material Bangunan”? Coba kalian uraikan mengenai hal berikut.

1. Apakah kalian sudah memahami jenis-jenis bahan bangunan?
2. Bisakah kalian menyebutkan beberapa nama bahan bangunan beserta fungsinya?
3. Apakah kalian menemui kesulitan dalam mempelajari materi ini?
4. Dampak apakah yang kalian rasakan setelah mempelajari materi ini?

Refleksi

Berisikan pertanyaan tentang sejauh mana kalian sudah memahami materi sehingga siap untuk melanjutkan materi pada bab berikutnya.

Asesmen

Kerjakan latihan ini di buku tugas kalian!



Aspek Pengetahuan

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan tepat!

1. Sebutkan 5 bahan bangunan beserta fungsinya!
2. Mengapa kayu sebelum digunakan pada pembangunan rumah harus dikeringkan terlebih dahulu?
3. Jelaskan cara pengeringan kayu!
4. Sebutkan kelebihan plastik PVC (*Poly Vinyl Chlorida*)!
5. Sebutkan bahan-bahan penyusun beton!



Aspek Keterampilan

Diskusikan secara berkelompok tentang bahan-bahan bangunan yang digunakan sebagai atap bangunan, serta keuntungan dan kerugiannya jika menggunakan bahan tersebut. Setelah selesai, presentasikan hasil diskusi kelompok kalian di depan kelas!

Asesmen

Kegiatan akhir untuk melatih dan mengukur pemahaman kalian terhadap materi.



Pengayaan

Silakan kalian mempelajari materi Material Bangunan dari sumber lainnya.

Pengayaan

Pengayaan bersifat mengembangkan pengetahuan dan keterampilan kalian yang sudah mencapai kriteria ketuntasan minimal.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Dasar-Dasar Teknik Konstruksi dan Perumahan
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis: Winarko dan Suwarsono

ISBN: 978-623-194-051-3 (no.jil.lengkap)

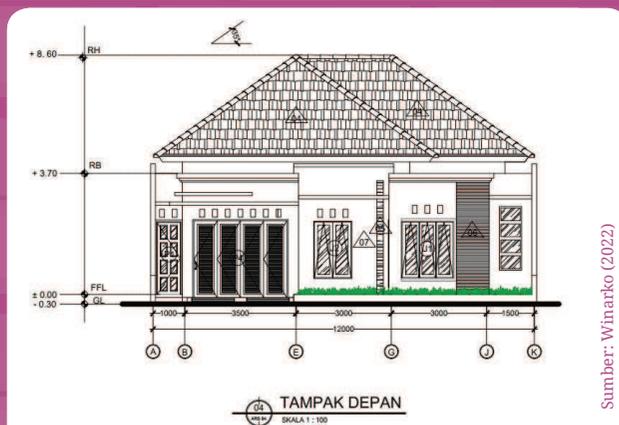
978-623-194-053-7 (jil.2)

978-623-388-035-0 (PDF)

BAB

1

Menggambar dengan AutoCAD



Tahukah kalian, gambar apakah di atas? Bagaimana cara membuat gambar tersebut? Nah, untuk membuat gambar seperti di atas, terlebih dahulu kalian harus mempunyai pengetahuan tentang menggambar dengan AutoCAD.



Tujuan Pembelajaran

Melalui berbagai macam teks, informasi dari berbagai sumber, dan aktivitas pembelajaran pada bab ini, diharapkan kalian mampu:

1. Memahami prinsip dasar AutoCAD.
2. Menggunakan fitur-fitur AutoCAD.
3. Menggambar 2D dan 3D menggunakan AutoCAD.



Peta Konsep



Kata Kunci

AutoCAD, Gambar 2D, Gambar 3D, *Interface*, Koordinat Kartesius, Koordinat Polar, *Toolbar Modify*, *Toolbar Draw*



A. Lingkungan Kerja dan *Interface* AutoCAD

1. Sekilas tentang AutoCAD

AutoCAD merupakan singkatan dari *Automatic Computer Aided Design*. AutoCAD pertama kali diperkenalkan oleh **Autodesk** pada tahun 1982 dengan nama MicroCAD. AutoCAD terus dikembangkan sampai saat ini dengan versi terbaru, yaitu AutoCAD 2021. AutoCAD digunakan untuk mempermudah pembuatan gambar teknik dalam sebuah proses rancang bangun.

Membuat gambar dengan menggunakan program AutoCAD memiliki kelebihan tersendiri dibandingkan menggunakan cara manual, antara lain:

- a. Program file AutoCAD dapat diimpor ke *software* lainnya, seperti SketchUp, ArchiCAD, Corel, 3D Vis, 3DS Max, dan *software* penggambaran lainnya, sehingga lebih fleksibel.
- b. Pengerjaannya lebih bersih karena objek yang digambar tidak langsung tersentuh oleh tangan, dan tidak menggunakan penghapus yang dapat meninggalkan bekas.
- c. Pengerjaan gambar lebih cepat karena gambar dapat langsung diperbaiki.
- d. Tidak perlu menggunakan alat bantu gambar dalam penggambarannya, seperti penggaris, jangka, dan meja gambar.
- e. Tingkat keakuratan/presisi gambar lebih tinggi dikarenakan AutoCAD membaca sesuai dengan titik.



Aktivitas 1.1

Aktivitas Mandiri

Silakan kalian menyalakan komputer, lalu bukalah program AutoCAD yang ada pada komputer kalian.

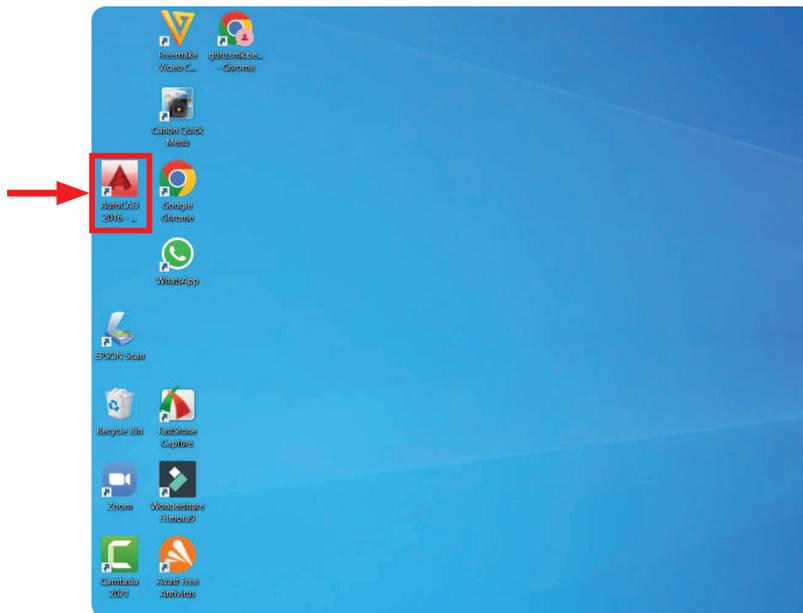
Dapatkah kalian masuk ke dalam aplikasi AutoCAD tersebut?



2. Menjalankan Program AutoCAD

Untuk menjalankan program AutoCAD, pastikan di dalam sistem operasi komputer kalian (misalnya *Microsoft Windows*) sudah terdapat program AutoCAD. Langkah-langkah untuk mengoperasikan program AutoCAD sebagai berikut.

- a. Nyalakan komputer.
- b. Masuk ke dalam sistem operasi, misalnya *Microsoft Windows*.
- c. Klik tombol *Start* yang ada pada *taskbar*.
- d. Klik *All Program* → *Autodesk* → *AutoCAD* (contoh: *AutoCAD 2021*), atau
- e. Klik ganda (2 kali) melalui *shortcut* AutoCAD pada *desktop*, hingga keluar *splash screen* AutoCAD.



Gambar 1.1 Tampilan ikon program AutoCAD pada *desktop*.

Sumber: Tangkapan Layar Microsoft Windows (2022)

- f. Tunggu hingga muncul kotak dialog *Get Started*. Selanjutnya, klik *Start Drawing* untuk memulai menggambar dari awal, atau *Open Files* jika kita telah mempunyai file gambar sebelumnya.
- g. Setelah tampilan (*interface*) AutoCAD terlihat, maka AutoCAD siap digunakan untuk menggambar.

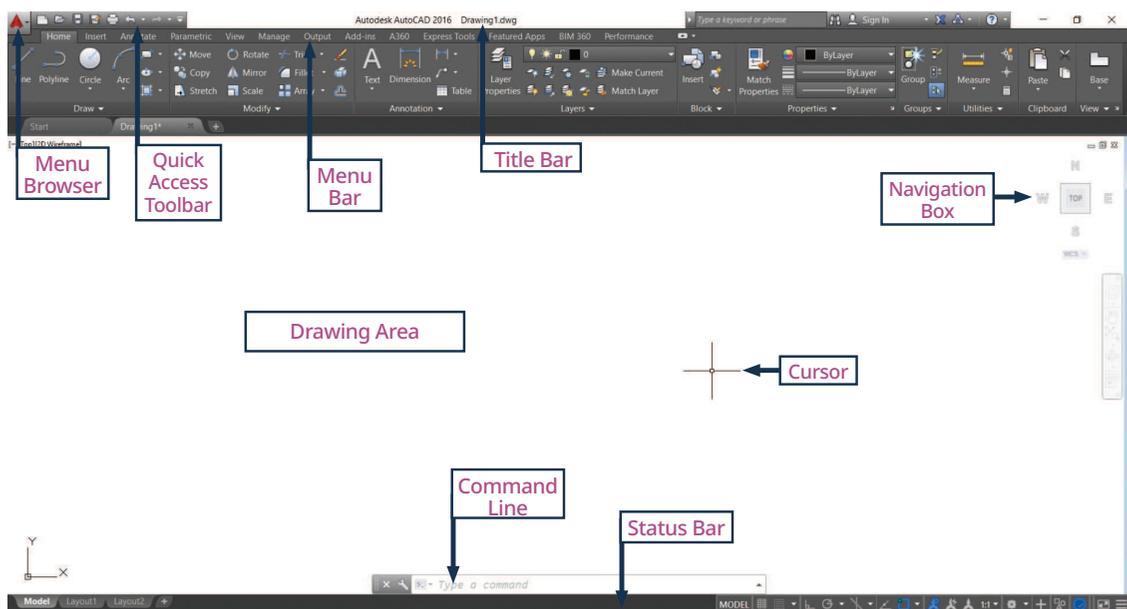


Setelah selesai membuat gambar dengan AutoCAD, maka dapat diakhiri dengan tahapan-tahapan seperti berikut.

- a. Simpan dokumen yang telah dibuat.
- b. Selanjutnya, untuk menyelesaikan pemakaian AutoCAD, kalian dapat menggunakan salah satu cara berikut.
 - 1) Pilih dan klik menu *File* → klik *Close*, atau
 - 2) Klik tombol Close yang ada di pojok kanan atas dari layar monitor, atau
 - 3) Tekan tombol ALT + F4.

3. Mengenal *Interface* (Antarmuka) AutoCAD

Interface (antarmuka) dalam program AutoCAD secara jelas dapat kita lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1.2 *Interface* Program AutoCAD

Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

Layar terdiri dari beberapa bagian, seperti yang terlihat pada Gambar 1.2. Pada bagian atas, terdapat menu *pull down* dan menu *toolbar*, serta di bagian bawah menu *toolbar* terdapat daerah *prompt*. Daerah gambar (*drawing area*) memenuhi sebagian besar layar. Daerah ini adalah ruang kerja kita. Semua yang digambar dapat dilihat di daerah ini.



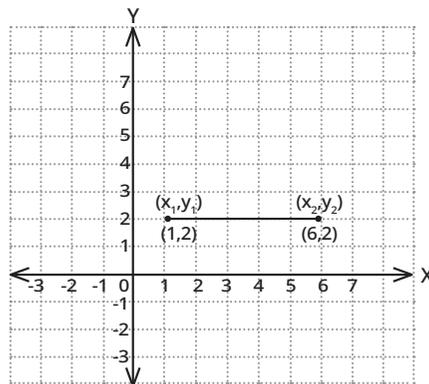
B. Konsep Dasar Aplikasi AutoCAD

Dalam menggambar sebuah objek tertentu, diperlukan sistem koordinat guna mendapatkan ukuran yang akurat. Koordinat pada bidang 2D dan 3D dituliskan dengan 3 variabel, yaitu X, Y, dan Z. Jika melakukan penggambaran menggunakan bidang 2D, maka nilai Z adalah 0. Penulisannya hanya dua variabel saja, yaitu X dan Y dengan sistem penulisan (x, y) . Arah vertikal diwakili oleh sumbu Y, dan horizontal diwakili oleh sumbu X.

Cara menentukan koordinat suatu objek pada AutoCAD, yaitu sebagai berikut.

a. Koordinat Kartesius (Format: x, y)

Koordinat kartesius (*cartesian coordinate*) merupakan koordinat yang diwakili nilai (x, y) dan memperlihatkan letak sebuah titik koordinat pada titik koordinat absolut $(0, 0)$ terhadap *User Coordinate System* (UCS) aktif pada *drawing area*.



Gambar 1.3 Koordinat Kartesius

b. Koordinat Polar (Format: $@d<a$)

Koordinat polar merupakan koordinat yang digunakan untuk menetapkan titik selanjutnya berdasarkan jarak terhadap titik sebelumnya, serta arah penempatan nilai sudut.

Penulisan koordinat polar pada AutoCAD adalah $(@d<a)$



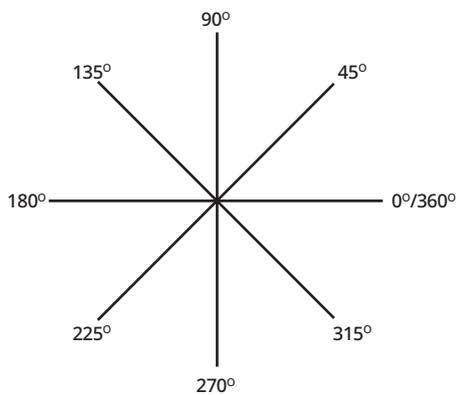
Keterangan:

@ : memperlihatkan angka setelahnya, yaitu jarak titik koordinat dari titik koordinat sebelumnya pada sumbu X dan sumbu Y.

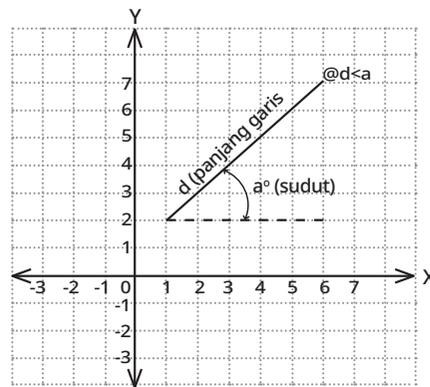
d : jarak (*distance*), yaitu panjang titik yang akan dibuat diperhitungkan dari titik akhir.

< : tanda pemisah yang memiliki fungsi untuk memisahkan nilai sudut dan jarak.

a : sudut (*angle*) diperoleh dari sumbu X positif dalam derajat.



Gambar 1.4 Arah Sudut



Gambar 1.5 Koordinat Polar

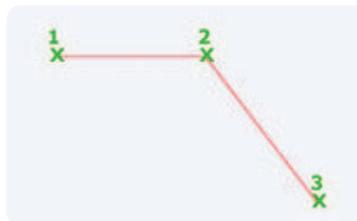
C. Teknik Dasar Menggambar 2D

1. Mengenal *Toolbar Draw* dan Fungsinya

a. *Line*, berfungsi untuk menggambar garis lurus.

Caranya:

- 1) Ketik L kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Klik pada titik pertama, lalu klik pada titik kedua, dan seterusnya.



Gambar 1.6 Garis yang dibuat menggunakan perintah *Line*.

Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)



- b. **Polyline**, berfungsi untuk membuat garis menerus atau garis kombinasi lurus dan lengkung yang saling terhubung.

Caranya:

- 1) Ketik **PL** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Klik pada titik pertama, lalu klik pada titik kedua, dan seterusnya.



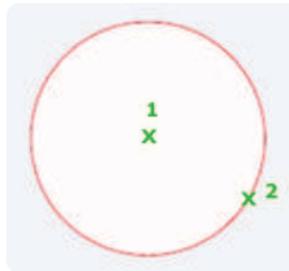
Gambar 1.7 Garis yang dibuat menggunakan perintah *Polyline*.

Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

- c. **Circle**, berfungsi untuk membuat lingkaran. Terdapat 6 metode untuk membuat lingkaran pada AutoCAD. Salah satu metodenya, yaitu *Center-Radius*.

Caranya:

- 1) Ketik **C** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Klik titik pusat lingkaran (*center*), lalu tetapkan panjang jari-jari lingkaran (*radius*).



Gambar 1.8 Membuat lingkaran (*circle*) dengan metode *Center-Radius*.

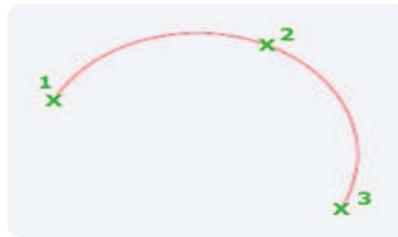
Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

- d. **Arc**, berfungsi untuk membuat garis lengkung (garis busur). Terdapat 11 metode untuk membuat garis lengkung pada AutoCAD. Salah satu metodenya, yaitu *3 Point*.

Caranya:

- 1) Ketik **A** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Tetapkan titik awal dengan klik titik 1, lalu klik titik 2, dan tetapkan titik akhir dengan klik pada titik 3.



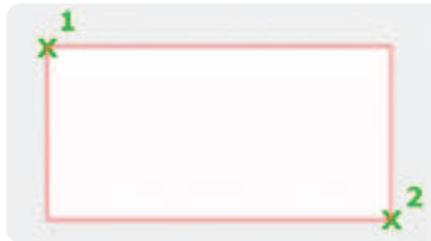


Gambar 1.9 Membuat garis lengkung (*arc*) dengan metode 3 Point.
 Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

- e. **Rectangle**, berfungsi untuk membuat segi empat atau bujur sangkar.

Caranya:

- 1) Ketik **REC** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Tetapkan titik awal dengan klik titik 1, lalu klik titik 2, atau tentukan ukuran panjang sisinya.

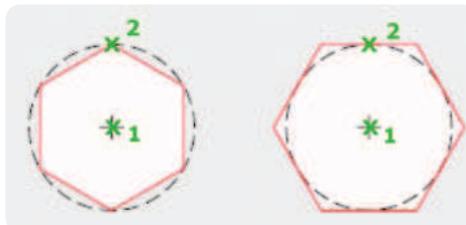


Gambar 1.10 Membuat segi empat menggunakan *Rectangle*.
 Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

- f. **Polygon**, berfungsi untuk membuat segi banyak beraturan. Segi banyak beraturan dibentuk berdasarkan radius lingkaran semu dan jumlah sisi poligon.

Caranya:

- 1) Ketik **POL** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Tetapkan jumlah seluruh sisi segi banyak beraturan.
- 3) Selanjutnya, tetapkan titik pusat lingkaran dengan klik titik 1, lalu tentukan radius poligon dengan klik titik 2.



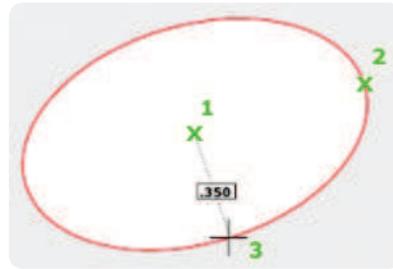
Gambar 1.11 Membuat segi banyak beraturan menggunakan *Polygon*.
 Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)



g. **Ellipse**, berfungsi untuk membuat bentuk oval/elips/bulat telur. Objek elips terbentuk setelah kita menetapkan letak titik pusat *minor axis* dan *major axis*.

Caranya:

- 1) Ketik **EL** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Tetapkan titik pusat elips dengan klik titik 1, lalu tentukan sisi panjang (*major axis*) dengan klik titik 2, dan tentukan sisi pendek (*minor axis*) dengan klik titik 3.



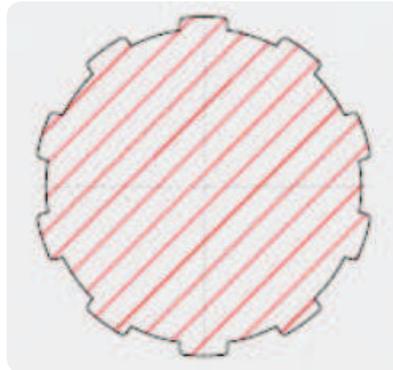
Gambar 1.12 Membuat bentuk oval menggunakan *Ellipse*.

Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

h. **Hatch**, berfungsi untuk membuat arsiran bidang tertutup 2D. Bidang 2D yang dapat diarsir dengan *hatch* merupakan bidang yang tertutup, baik objek yang beraturan maupun tidak beraturan.

Caranya:

- 1) Ketik **H** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) *Pick point* di dalam objek atau *select* pada objek gambar yang akan diarsir.



Gambar 1.13 Membuat arsiran menggunakan *Hatch*.

Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)



Gambar 1.14 Kotak Dialog *Hatch Creation*

Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

Atur arsiran sesuai keinginan kalian dengan pengaturan sebagai berikut.

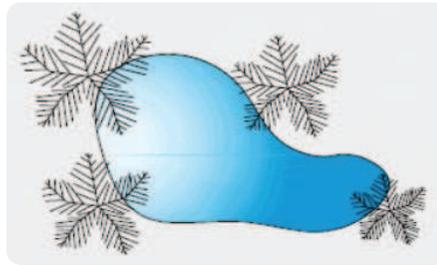
- *Pattern* : untuk memilih jenis/tipe arsiran.
- *Hatch color* : untuk memilih warna arsiran.
- *Background color* : untuk memilih warna latar arsiran.



- *Hatch transparency* : untuk mengatur transparansi arsiran.
 - *Hatch angle* : untuk mengatur sudut arsiran.
 - *Hatch pattern scale* : untuk mengatur skala arsiran.
- 3) Tekan tombol *Enter* untuk mengakhiri pengaturan arsiran sebuah objek.

i. **Gradient**

Fungsi *Gradient* sama seperti *Hatch*, yaitu untuk membuat arsir/blok berupa bentuk objek tertentu (templat) atau warna pada bidang tertutup 2D. Kita dapat menggunakan satu atau dua warna dengan variasi susunan.



Gambar 1.15 Membuat blok warna dengan *Gradient*.

Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

Caranya:

- 1) Ketik **GRA** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) *Pick point* di dalam objek atau *select* pada satu garis pada objek gambar yang akan di blok warna.



Gambar 1.16 Kotak Dialog *Gradient*

Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

Pengaturan *gradient* sebagai berikut.

- *Hatch type gradient* : untuk memilih jenis/tipe blok gradien.
- *Hatch color* : untuk memilih warna arsiran.
- *Gradient color 1* : untuk memilih warna pertama.
- *Gradient color 2* : untuk memilih warna kedua.
- *Angle* : untuk mengatur skala arsiran.
- *Tint* : untuk mengatur pencampuran warna dan bayangan.



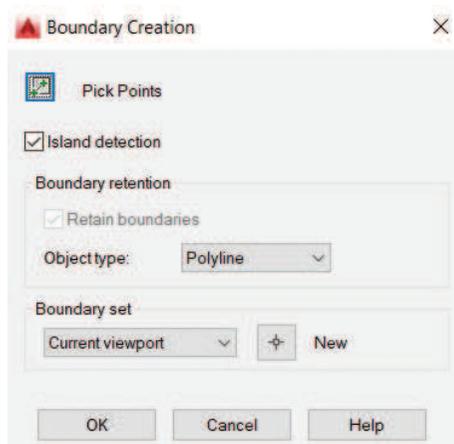
- 3) Tekan tombol *Enter* untuk mengakhiri pengaturan arsiran sebuah objek.
- j. **Boundary**, berfungsi untuk membuat bentuk duplikasi objek dalam bentuk *Polyline* atau region tertutup berdasarkan pola tertentu. Perintah ini sangat bermanfaat untuk mencari atau menghitung luasan suatu area pada objek yang telah digambar.



Gambar 1.17 Membuat duplikasi objek dengan *Boundary*.
Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

Caranya:

- 1) Ketik **BO** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon  maka akan muncul kotak dialog *Boundary Creation*.
- 2) Pada kotak dialog *Boundary Creation* → klik *Pick Points* → klik kiri pada objek yang akan diduplikasi → tekan tombol *Enter*.
- 3) Untuk mengetahui hasil duplikasi tersebut, lakukan pemin-dahan objek dengan perintah edit *Move*.



Gambar 1.18 Kotak Dialog *Boundary Creation*
Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)





Aktivitas 1.2

Aktivitas Mandiri

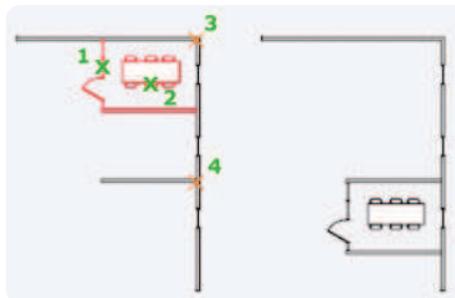
Setelah kalian mempelajari macam-macam ikon *Toolbar Draw*, silakan secara mandiri dan kreatif buatlah beberapa gambar, antara lain garis, kotak, lingkaran, dan elips dengan *Toolbar Draw* tersebut.

2. Mengenal *Toolbar Modify* dan Fungsinya

- a. **Move**, berfungsi untuk memindahkan objek gambar dengan jarak dan arah tertentu.

Caranya:

- 1) Ketik **M** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Klik objek gambar yang akan dipindahkan (titik 1 dan 2) → tekan tombol *Enter* → klik titik acuan (titik 3) → geser sesuai arah dan ketik jarak yang diinginkan atau klik pada tempat yang diinginkan (titik 4).



Gambar 1.19 Menggunakan Perintah *Move*
Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

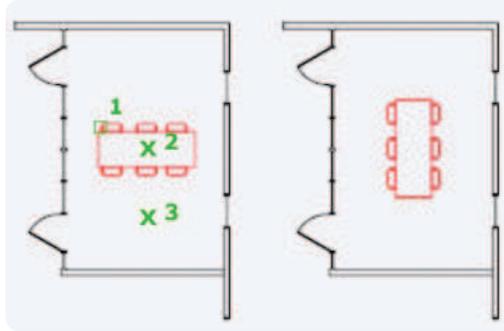
- b. **Rotate**, berfungsi untuk memutar objek gambar.

Caranya:

- 1) Ketik **RO** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Klik objek gambar yang akan dipindahkan (titik 1) → tekan tombol *Enter* → klik titik acuan (titik 2) → putar sesuai arah yang diinginkan dengan memasukkan angka sudut putar atau klik pada tempat yang diinginkan (titik 3) → tekan tombol *Enter*.



Pada AutoCAD, sistem perputaran sudut yang digunakan adalah sistem perputaran berlawanan arah jarum jam (*Counter Clock Wise/CCW*).

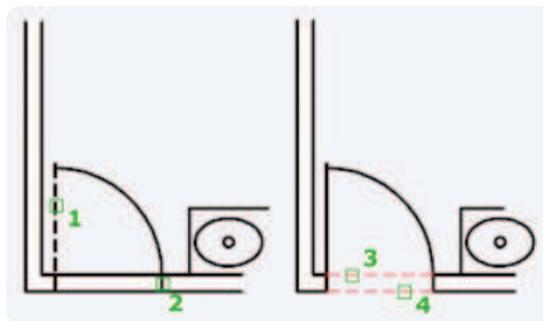


Gambar 1.20 Menggunakan Perintah *Rotate*
Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

- c. **Trim**, berfungsi untuk memotong objek dengan menggunakan pembatas atau bidang potong.

Caranya:

- 1) Ketik **TR** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Klik objek gambar yang akan dipotong (titik 3 dan 4) → tekan tombol *Enter* → klik titik pembatas (titik 1 dan 2) → klik objek yang akan dihilangkan (titik 3 dan 4) → tekan tombol *Enter* untuk mengakhiri.



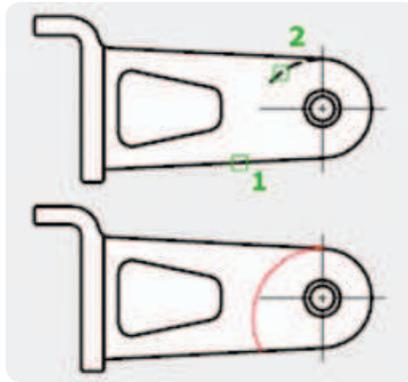
Gambar 1.21 Menggunakan Perintah *Trim*
Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)



- d. **Extend**, berfungsi untuk memperpanjang garis/objek dengan menggunakan pembatas berupa garis atau bidang.

Caranya:

- 1) Ketik **EX** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Klik objek gambar yang hendak diperpanjang (titik 2) → klik titik pembatas (titik 1) → tekan tombol *Enter* → klik objek yang akan diperpanjang (titik 2) → tekan tombol *Enter* untuk mengakhiri.



Gambar 1.22 Menggunakan Perintah *Extend*

Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

- e. **Erase**, berfungsi untuk menghapus suatu objek atau sekumpulan objek.

Caranya:

- 1) Ketik **E** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Klik objek gambar yang akan dihapus (titik 1 dan 2) → tekan tombol *Enter* untuk mengakhiri.



Gambar 1.23 Menggunakan Perintah *Erase*

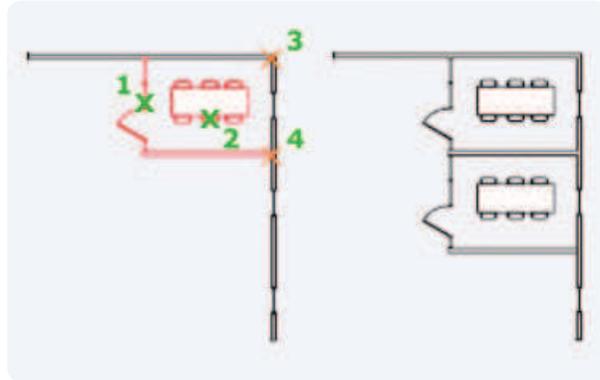
Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)



f. **Copy**, berfungsi untuk menyalin atau memperbanyak objek gambar.

Caranya:

- 1) Ketik **CO** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Klik objek gambar yang akan disalin (titik 1 dan 2) → tekan tombol *Enter* → klik titik acuan (titik 3) → tekan tombol *Enter* → klik titik tujuan atau masukkan jarak → tekan tombol *Enter* untuk mengakhiri.



Gambar 1.24 Menggunakan Perintah *Copy*

Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

g. **Mirror**, berfungsi untuk mencerminkan objek gambar.

Caranya:

- 1) Ketik **MI** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Klik objek gambar yang akan dicerminkan (titik 1) → tekan tombol *Enter* → klik titik acuan pencerminan (titik 2 kemudian titik 3) → tekan tombol *Enter* untuk mengakhiri.



Gambar 1.25 Menggunakan Perintah *Mirror*

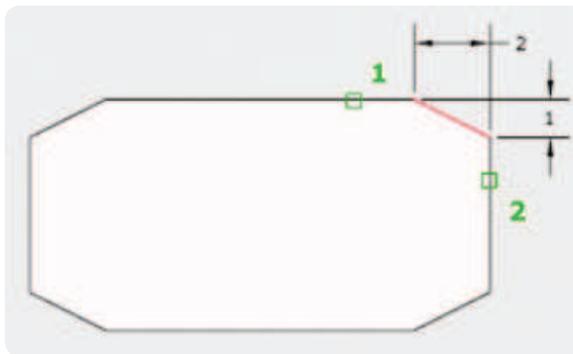
Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)



- h. **Chamfer**, berfungsi untuk memangkas sudut atau menghubungkan dua garis dengan garis lurus baru yang memiliki kemiringan tertentu.

Caranya:

- 1) Ketik **CHA** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Ketik **d** → ketik panjang **x** → ketik panjang **y** → tekan tombol *Enter* → klik garis 1 → klik garis 2 → tekan tombol *Enter* untuk mengakhiri.



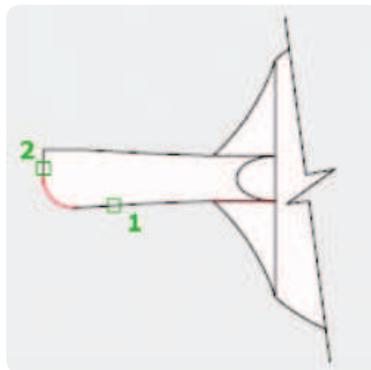
Gambar 1.26 Menggunakan Perintah *Chamfer*

Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

- i. **Fillet**, berfungsi untuk menghubungkan dua ujung garis atau objek dengan sebuah busur pada radius tertentu.

Caranya:

- 1) Ketik **F** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Ketik **r** → tekan tombol *Enter* → masukkan nilai radius → tekan tombol *Enter* → klik garis 1 → klik garis 2 sekaligus untuk mengakhiri.



Gambar 1.27 Menggunakan Perintah *Fillet*

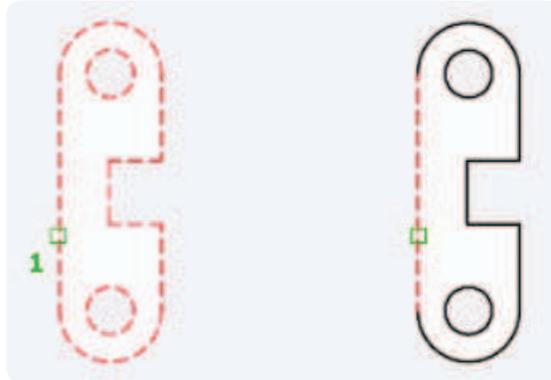
Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)



- j. **Explode**, berfungsi untuk memisahkan atau memecah objek tunggal menjadi objek yang terpisah dan berdiri sendiri.

Caranya:

- 1) Ketik **EXPL** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Klik objek yang akan dipisahkan (titik 1) → tekan tombol *Enter* untuk mengakhiri.



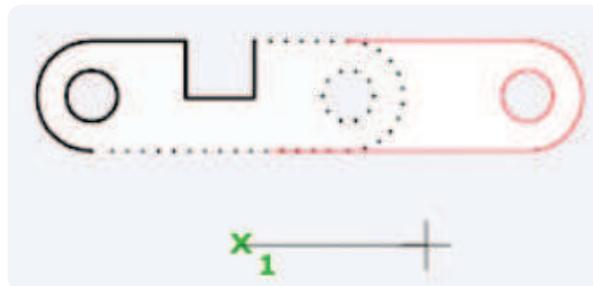
Gambar 1.28 Menggunakan Perintah *Explode*

Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

- k. **Stretch**, berfungsi untuk memperpanjang atau memperpendek sebagian objek gambar dengan arah dan jarak tertentu.

Caranya:

- 1) Ketik **STR** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Klik sebagian objek yang akan diperpanjang atau diperpendek → tekan tombol *Enter* → tentukan titik acuan (titik 1) → geser ke titik yang diinginkan atau masukkan jarak → tekan tombol *Enter* untuk mengakhiri.



Gambar 1.29 Menggunakan Perintah *Stretch*

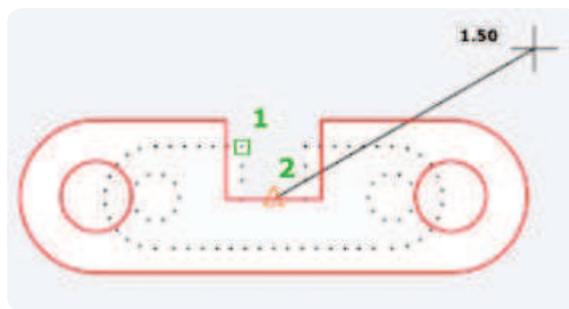
Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)



1. **Scale**, berfungsi untuk mengubah ukuran suatu objek (memperbesar atau memperkecil) menggunakan titik acuan.

Caranya:

- 1) Ketik **SC** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Klik objek yang akan diperbesar atau diperkecil (titik 1) → tekan tombol *Enter* → tentukan titik acuan (titik 2) → ketik faktor skala (faktor skala lebih dari 1,0 = objek diperbesar; faktor skala kurang dari 1,0 = objek diperkecil) → tekan tombol *Enter* untuk mengakhiri.



Gambar 1.30 Menggunakan Perintah *Scale*

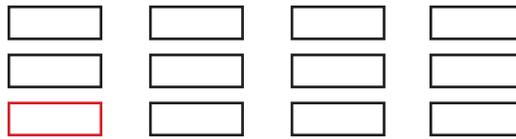
Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)

- m. **Array**, berfungsi untuk menggandakan atau memperbanyak objek dengan pola tertentu.

Terdapat 3 macam perintah *Array*, yaitu:

- 1) *Rectangular Array*, yaitu menggandakan objek dengan pola persegi (*rectangular*).
Caranya: Ketik *ArrayRect* kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) *Path Array*, yaitu menggandakan objek dengan mengikuti pola objek yang kita gunakan sebagai jalur (*path*).
Caranya: Ketik *ArrayPath* kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 3) *Polar Array*, yaitu menggandakan objek dengan pola melingkar (*polar*).
Caranya: Ketik *ArrayPolar* kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .



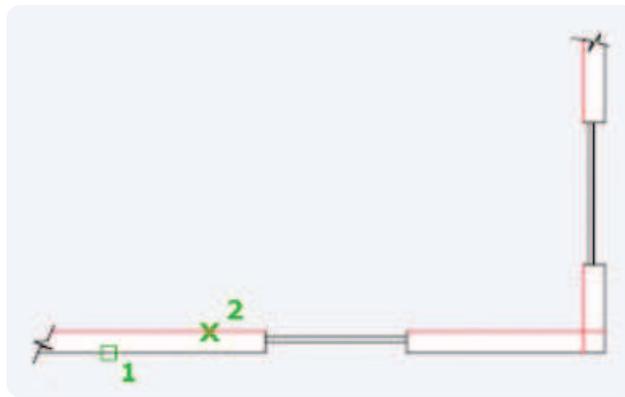


Gambar 1.31 Menggunakan Perintah *Rectangular Array*

n. **Offset**, berfungsi untuk menduplikat objek secara paralel.

Caranya:

- 1) Ketik **O** kemudian tekan tombol *Enter*, atau klik ikon .
- 2) Masukkan jarak *Offset* → tekan tombol *Enter* → klik objek yang akan diperbanyak/objek asli (titik 1) → klik pada area lain untuk menentukan hasil *Offset*.



Gambar 1.32 Menggunakan Perintah *Offset*

Sumber: Tangkapan Layar AutoCAD (2022)



Aktivitas 1.3

Aktivitas Mandiri

Setelah kalian mempelajari macam-macam ikon *Toolbar Modify*, silakan secara mandiri dan kreatif terapkan ikon-ikon tersebut pada gambar yang telah kalian buat pada **Aktivitas 1.2**, seperti menyalin gambar, memindahkan gambar, memutar objek gambar, menggandakan objek gambar, memperbesar dan memperkecil gambar.



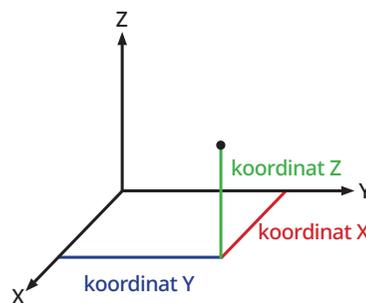
D. Menggambar 3D

Perkembangan teknologi bidang jasa konstruksi terus mengalami kemajuan yang pesat. Kemajuan teknologi diciptakan untuk mempermudah pekerjaan manusia sehingga dapat meningkatkan produktivitas. Perubahan komunikasi antarkomponen pada bisnis jasa konstruksi turut memengaruhi model dan platform yang digunakan.

Building Information Modelling (BIM) sebagai salah satu digital platform pada bisnis jasa konstruksi berupaya meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan kolaborasi lintas sektor yang semakin maju. *Building Information Modelling* (BIM) merupakan salah satu teknologi yang mampu mensimulasikan seluruh informasi di dalam proyek pembangunan ke dalam model 3 Dimensi (disingkat 3D).

1. Pengertian Gambar 3D

Gambar 3 dimensi atau 3D merupakan suatu ruang/objek yang mempunyai panjang, lebar, dan tinggi, serta memiliki bentuk tertentu. Konsep 3D menunjukkan suatu ruang/objek yang mempunyai 3 dimensi geometris yang meliputi tinggi, lebar, serta kedalaman. Mengacu pada 3 dimensi spasial, di mana 3D menampilkan sebuah titik koordinat kartesius X, Y, dan Z.



Gambar 1.33 Titik koordinat kartesius X, Y, dan Z.

Beberapa perangkat yang digunakan dalam pemodelan 3D untuk pekerjaan konstruksi, antara lain:

- *AutoDesk* (AutoCAD, Revit, Inventor, Maya, 3DS Max, Advance Steel, InfraWorks, dan lain-lain).
- *Graphisoft* (ArchiCAD).



- *Trimble (SketchUp)*.
- *Wings 3D*, serta beberapa aplikasi lain yang dapat digunakan.

Dengan adanya perkembangan teknologi pada sektor bisnis jasa konstruksi, maka dilakukan adaptasi oleh pemangku kebijakan dan regulator konstruksi di Indonesia. Hal ini ditandai dengan terbitnya Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 22 Tahun 2018 yang menyatakan bahwa, *“BIM (Building Information Modelling) digunakan dari tahapan perencanaan sampai dengan konstruksi, bahkan dapat digunakan pada tahapan operation and maintenance (operasi dan perawatan)”*.

Selain itu, berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 16 Tahun 2021 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung menjelaskan bahwa, *“Pada pekerjaan padat teknologi (bangunan bertingkat menengah dan tinggi) penggunaan BIM hingga dimensi keenam, sedangkan sektor industri padat modal (bangunan pencakar langit dan super tinggi) penggunaan BIM hingga dimensi kedelapan”*.

2. Teknik Modelling 3D dengan Menggunakan AutoCAD 3D

AutoCAD memiliki fitur mengedit dan menggambar 3 dimensi (3D) yang cukup lengkap. Kita dapat menciptakan gambar 3D mulai dari yang paling sederhana (misalnya silinder dan kubus) hingga yang rumit (misalnya bangunan bertingkat). AutoCAD juga memiliki fitur *rendering* untuk memberi warna pada gambar agar diperoleh tampilan gambar yang lebih realistis sesuai sumber cahaya dan material yang ditetapkan.

Tiap titik dalam ruang kerja AutoCAD memiliki 3 jenis koordinat, yakni X, Y, dan Z. Masing-masing memiliki arah ortogonal satu dengan yang lainnya. Selama ini kita mungkin merasa cukup hanya menggunakan koordinat X dan Y saja, padahal bisa jadi objek yang kita buat memiliki nilai Z. Kita dapat menetapkan 3 jenis koordinat, yakni X, Y, dan Z.



3. Aplikasi Menggambar 3D

Selain AutoCAD, berikut ini beberapa contoh *software* atau alat yang dapat digunakan untuk melakukan proses *rendering* hasil pemodelan 3D menjadi objek yang realistis.

- a. Mental Ray
- b. Iray
- c. V-Ray
- d. RenderMan
- e. Octane Render
- f. KeyShot
- g. Corona Renderer
- h. Maxwell Render
- i. Lumion
- j. Indigo Renderer
- k. LuxRender
- l. Toolbag
- m. Thea Render
- n. POV-Ray
- o. FluidRay RT
- p. FurryBall
- q. Bunkspeed
- r. FELIX Render
- s. NOX
- t. Guerilla Render
- u. Artlantis
- v. Arion
- w. Arnold
- x. 3Delight
- y. Redshift



Refleksi

Bagaimana pencapaian kalian setelah mempelajari materi tentang “Menggambar dengan AutoCAD”? Beri tanda ceklis (✓) pada kolom yang sesuai.

No.	Refleksi	Ya	Tidak
1.	Apakah kalian sudah mampu menjalankan aplikasi AutoCAD?		
2.	Apakah kalian sudah memahami fungsi <i>Toolbar Draw</i> ?		
3.	Apakah kalian sudah memahami fungsi <i>Toolbar Modify</i> ?		
4.	Apakah kalian sudah mampu menggunakan <i>Toolbar Draw</i> dengan baik?		
5.	Apakah kalian sudah mampu menggunakan <i>Toolbar Modify</i> dengan baik?		



Asesmen

Kerjakan latihan ini di buku tugas kalian!



Aspek Pengetahuan

A. Berilah tanda silang pada huruf A, B, C, D atau E di depan jawaban yang benar!

1. Ikon  pada AutoCAD merupakan perintah untuk
 - A. menghapus garis
 - B. membuat garis
 - C. menyalin garis
 - D. memperkecil objek
 - E. memperbesar objek
2. Fungsi perintah *HATCH* dalam AutoCAD adalah
 - A. membuat blok
 - B. membuat objek titik ganda
 - C. mengarsir area terbuka
 - D. mengarsir area tertutup
 - E. membuat garis berpola
3. Fungsi perintah *FILLET* dalam AutoCAD adalah
 - A. membuat garis lengkung pada sudut objek
 - B. membuat garis singgung dari dua kurva terbuka
 - C. memotong objek yang dipilih pada satu titik
 - D. membuat garis miring pada sudut objek
 - E. menggabungkan titik akhir menjadi garis
4. *Toolbar*  dalam AutoCAD berfungsi untuk
 - A. membuat segi lima
 - B. membuat segi banyak
 - C. membuat persegi
 - D. membuat segi delapan
 - E. membuat bentuk



5. Perintah dalam AutoCAD yang digunakan untuk membuat lingkaran adalah
- A. *revision cloud*
 - B. *arc*
 - C. *polygon*
 - D. *circle*
 - E. *rectangle*
6. Perintah dalam AutoCAD yang digunakan untuk memutar objek gambar adalah
- A. *copy*
 - B. *rotate*
 - C. *mirror*
 - D. *move*
 - E. *paste*
7. Perintah dalam AutoCAD yang digunakan untuk memindahkan objek gambar adalah
- A. *move*
 - B. *copy*
 - C. *rotate*
 - D. *mirror*
 - E. *paste*
8. Simbol dalam AutoCAD yang berfungsi untuk menghapus objek adalah
- A. 
 - B. 
 - C. 
 - D. 
 - E. 



9. Membuat objek berbentuk persegi dalam AutoCAD menggunakan perintah
- A. *polygon*
 - B. *rectangle*
 - C. *circle*
 - D. *polyline*
 - E. *arc*
10. Simbol dalam AutoCAD yang berfungsi untuk memutar objek adalah
- A. 
 - B. 
 - C. 
 - D. 
 - E. 

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan tepat!

1. Jelaskan kelebihan menggambar menggunakan program AutoCAD dibandingkan dengan cara manual!
2. Sebutkan 5 ikon pada *Toolbar Draw* beserta fungsinya!
3. Sebutkan 5 ikon pada *Toolbar Modify* beserta fungsinya!
4. Jelaskan secara singkat langkah kerja memotong dan memanjangkan sebuah garis lurus pada AutoCAD!
5. Jelaskan perbedaan penggambaran 2D dan 3D pada AutoCAD!



Pengayaan

Silakan kalian mempelajari materi AutoCAD dari sumber lainnya.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Dasar-Dasar Teknik Konstruksi dan Perumahan
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis: Winarko dan Suwarsono

ISBN: 978-623-194-051-3 (no.jil.lengkap)

978-623-194-053-7 (jil.2)

978-623-388-035-0 (PDF)

BAB

2

Material Bangunan



Coba kalian pikirkan rumah yang kalian tempati bersama keluarga kalian. Bahan bangunan apa saja yang diperlukan untuk membangun sebuah rumah?

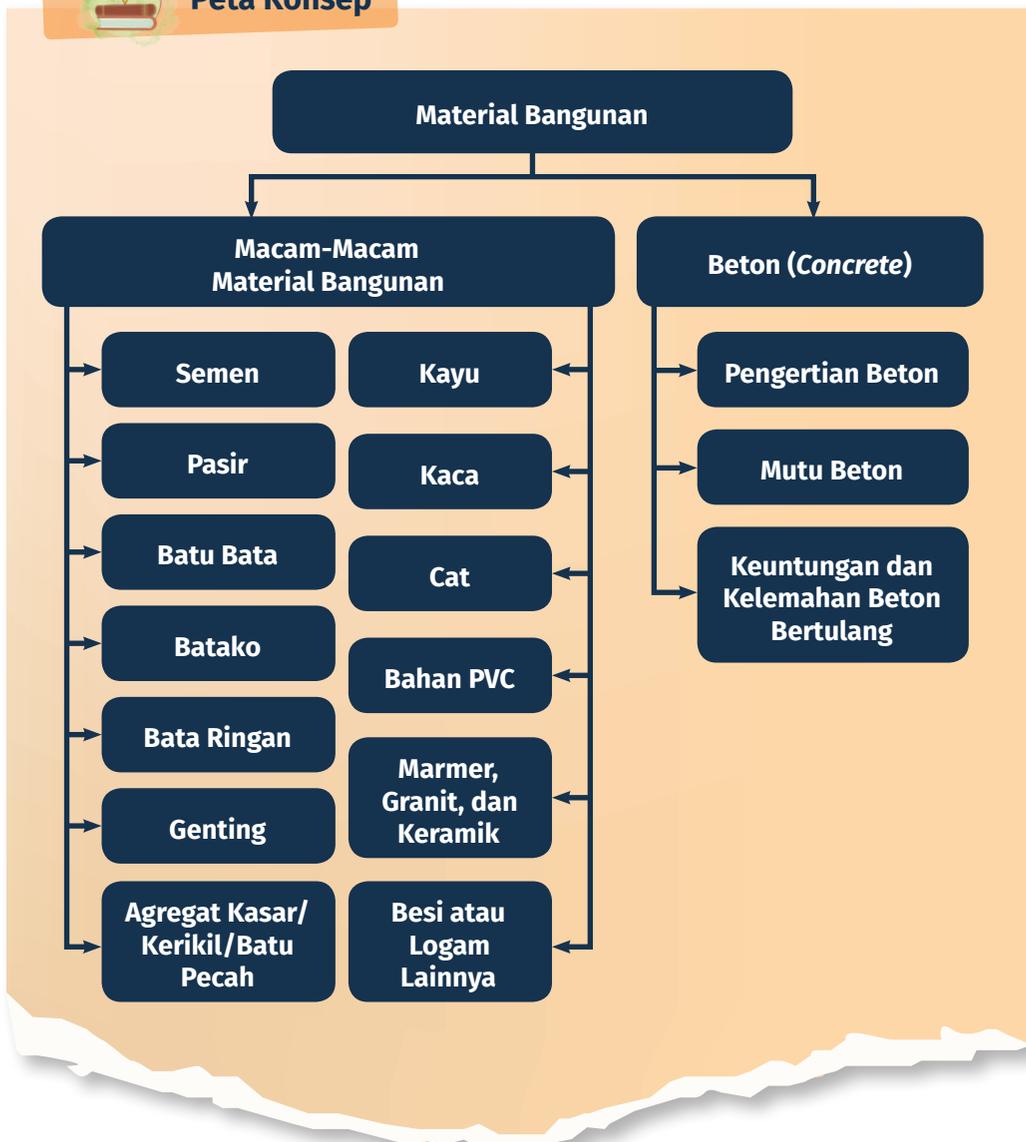


Tujuan Pembelajaran

Melalui berbagai macam teks, informasi dari berbagai sumber, dan aktivitas pembelajaran pada bab ini, diharapkan kalian mampu memahami jenis-jenis dan karakteristik bahan bangunan yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi perumahan.



Peta Konsep



Kata Kunci

Agregat Kasar, Baja, Beton, Pengecoran, Semen Portland



A. Macam-Macam Material Bangunan

Sebelum merancang konstruksi sebuah bangunan, tentu kita harus mengetahui material bangunan apa saja yang diperlukan. Hal ini bertujuan agar proses pembangunan berjalan lancar dan sesuai dengan apa yang diharapkan. Tahukan kalian, apa saja jenis-jenis material bangunan yang biasa digunakan dalam pembangunan konstruksi perumahan?



Aktivitas 2.1

Aktivitas Mandiri

Carilah nama dan kegunaan bahan atau material bangunan yang digunakan dalam pembangunan konstruksi perumahan. Setelah itu, ceritakan di hadapan teman-teman kalian!

Kerjakan latihan aktivitas ini di buku tugas kalian!

Macam-macam material bangunan pada konstruksi perumahan, yaitu sebagai berikut.

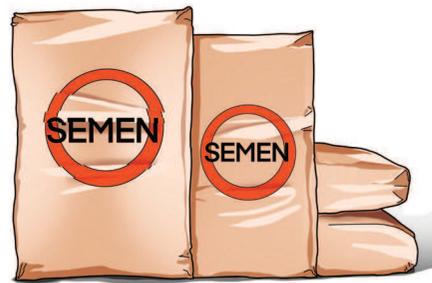
1. Semen

Semen merupakan bahan perekat hidrolis berbentuk serbuk halus yang dapat mengeras jika dicampur air. Jenis semen yang sering dijumpai di pasaran, yaitu semen portland yang ditemukan oleh **Joseph Aspdin** pada tahun 1824 di Inggris.

Secara kimiawi, semen mengandung unsur besi oksida (Fe_2O_3), aluminium oksida (Al_2O_3), lempung (tanah liat) yang memiliki kandungan silika oksida (SiO_2), gamping/lapur yang memiliki kandungan kalsium oksida (CaO), serta gips yang berguna dalam mengontrol pengerasan. Unsur silika dan alumina inilah yang ketika bercampur dengan air akan berhidrasi membentuk suatu massa yang keras dan padat (biasa disebut juga *hydrate*).



Semen biasanya digunakan bersama dengan bahan bangunan lain untuk merekatkan. Sebagai contoh, untuk membuat bahan acian dinding maka semen dan pasir dicampur dengan takaran tertentu (umumnya 1 : 4, di mana satu volume semen dicampur dengan 4 volume pasir). Setelah tercampur rata, ditambahkan air secukupnya dan diaduk sampai kekentalan yang diinginkan. Untuk campuran beton, semen harus dicampur rata bersama kerikil dan pasir terlebih dahulu, kemudian dicampur air.



Gambar 2.1 Contoh Semen

2. Pasir

Pasir merupakan salah satu bahan material butiran. Secara umum, butiran pasir memiliki ukuran antara 0,0625 sampai 2 mm. Materi pembentuk pasir adalah silikon dioksida. Namun pada umumnya, di daerah pantai tropis dan subtropis terbentuk dari batu kapur.

Pasir terdiri dari beragam jenis, antara lain:

- a. Pasir putih bangsa
Jenis pasir ini digunakan sebagai plester dan campuran beton berkekuatan tinggi. Tingkat kekasarannya membuat penggunaan semen lebih ekonomis dan mudah diaplikasikan.
- b. Pasir pasang
Jenis pasir ini digunakan untuk memasang plester dan bata, serta fondasi. Pasir pasang teksturnya halus dan jika dikepal akan menggumpal. Pasir pasang juga dapat digunakan untuk memplester yang dalam pemakaiannya dicampur semen.
- c. Pasir uruk
Jenis pasir ini digunakan sebagai urukan fondasi, landasan kerja, menyebar beban permukaan tanah atau menambah level lantai. Pasir uruk lebih bervariasi dan teksturnya lebih kasar.



d. Pasir beton

Pasir beton biasanya digunakan untuk beton. Ciri-ciri pasir beton antara lain berwarna hitam, mudah pecah, dan bertebaran jika dikepal.

e. Pasir batu/sirtu

Pasir batu merupakan pasir yang kasar, campuran pasir dengan batu-batuan kecil.

3. Agregat Kasar/Kerikil/Batu Pecah

Agregat kasar terbagi menjadi dua, yaitu *split* (dari batuan alam yang dipecah) dan kerikil (dari batuan alam). Berdasarkan sumbernya, jenis kerikil meliputi kerikil pantai, kerikil sungai, dan kerikil galian. Kerikil pantai dan kerikil sungai umumnya berbentuk lebih bulat dengan permukaan yang licin. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh air. Sementara itu, kerikil galian umumnya memiliki kandungan zat-zat, seperti pasir, debu, tanah liat, serta zat organik. Kerikil alam yang kasar dapat memicu pengikatan adukan yang lebih baik.



Gambar 2.2 Contoh Pasir dan Kerikil

Sumber: Winarko (2022)

Split (batu pecah) merupakan agregat kasar yang diperoleh dari batuan alam yang dipecahkan dengan ukuran 5-70 mm. Biasanya pemecahan/penggilingan menggunakan mesin pemecah batu (*crusher/jaw breaker*).



Berdasarkan ukurannya, *split* atau kerikil terbagi menjadi 5, antara lain:

- a. Ukuran > 70 mm : digunakan untuk konstruksi beton siklop (*cyclopen concrete*).
- b. Ukuran 40-70 mm : digunakan sebagai bahan dasar urukan.
- c. Ukuran 20-30 mm : digunakan untuk pengecoran lantai.
- d. Ukuran 10-20 mm : digunakan sebagai campuran beton dan bantalan rel kereta api.
- e. Ukuran 5-10 mm : digunakan dalam proses pengerasan jalan.

Untuk keperluan pencampuran beton, ukuran agregat kasar yang biasa digunakan, yaitu > 5 mm. Meskipun demikian, ukurannya tidak boleh terlalu besar karena dapat menyulitkan proses pengecoran beton. Selain itu, ada beberapa pemeriksaan yang harus dilakukan sebelum agregat kasar digunakan, antara lain:

- Agregat kasar tidak boleh memiliki kandungan zat yang dapat menghancurkan beton, misalnya zat yang relatif alkali.
- Agregat kasar tidak boleh memiliki kandungan lumpur > 1% (ditetapkan terhadap serat kering). Jika kadar lumpur > 1%, agregat kasar harus dibersihkan.
- Agregat kasar harus berbentuk butir-butir tidak berpori dan keras. Agregat kasar yang memiliki kandungan butir pipih hanya dapat digunakan jika jumlah butir pipihnya < 20% dari berat agregat keseluruhan. Butir agregat kasar juga harus cukup keras dan tidak hancur ataupun pecah karena pengaruh cuaca.



Aktivitas 2.2

Aktivitas Kelompok

Setelah kalian mempelajari beberapa material bangunan yang digunakan dalam konstruksi perumahan, sekarang lakukan kegiatan berikut secara berkelompok dengan teman kalian.

Langkah-langkah kegiatan:

1. Campurlah beberapa material bangunan, seperti pasir, kerikil atau *split*, dan semen dengan air.
2. Amati apa yang terjadi setelah beberapa jam kalian mencampur bahan-bahan tersebut, lalu tuliskan kesimpulannya di buku tugas kalian.



4. Batu Bata

Di Indonesia, batu bata merupakan material yang paling sering digunakan, misalnya untuk bahan konstruksi tembok atau dinding. Hampir di setiap wilayah Indonesia terdapat pembuat atau produsen batu bata, bahkan hingga di pelosok desa. Harga batu bata relatif murah dikarenakan proses pembuatan yang sederhana dan material tanah liat mudah diperoleh.

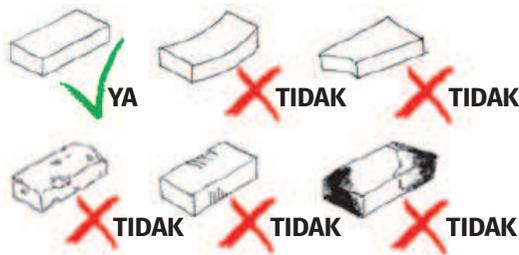


Gambar 2.3 Batu Bata
Sumber: Winarko (2022)

Batu bata digunakan sebagai dinding bangunan yang umumnya berukuran 25 x 12 x 5 cm, ukuran spesi 1-1,5 cm. Biasanya dinding batu bata pada bangunan modern digunakan sebagai konstruksi nonstruktural yang tidak menopang beban.

Pemeriksaan yang dapat dilakukan untuk menilai kualitas batu bata, yaitu pemeriksaan visual dan pemeriksaan sifat fisis. Secara visual, batu bata yang baik berbentuk teratur, berwarna seragam, dan tidak cacat atau pecah sebagian. Sementara itu, sifat fisis batu bata dikatakan baik apabila permukaannya tidak mudah meninggalkan goresan pisau, tidak pecah apabila dilakukan uji tiga titik, dan bersuara nyaring jika dipukulkan satu sama lain.





Gambar 2.4 Bentuk Cacat Fisik secara Visual
 Sumber: Earthquake Engineering Research
 Institute (2015)



Gambar 2.5 Uji Tiga Titik
 Sumber: Earthquake Engineering Research
 Institute (2015)

5. Batako

Guna meminimalkan biaya pembangunan rumah, alternatif lain yang dapat digunakan untuk menggantikan batu bata, yaitu batako. Batako memiliki beberapa keunggulan, antara lain harganya lebih murah, dimensi yang berlubang dan lebih besar dapat menghemat 50% beban dinding dan 75% plesteran sehingga pengerjaannya lebih cepat.



Gambar 2.6 Batako
 Sumber: Winarko (2022)

Batako dibuat dari perpaduan semen, pasir, kapur, serta tras. Batako memiliki kekuatan yang lebih rendah dibandingkan batu bata. Batako yang memiliki kualitas rendah akan mudah hancur dikarenakan kadar semennya sedikit. Umumnya ukuran batako di pasaran adalah 40 x 20 x 10 cm. Ciri-ciri batako yang baik, yaitu tidak berongga pada permukaan luar dan tampilan pori-porinya padat.



6. Bata Ringan

Bata ringan merupakan jenis beton ringan aerasi yang mulai diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1995 dan dibuat secara manufaktur. Salah satu kelebihan material ini, yaitu bobotnya lebih ringan dari batako maupun batu bata. Biasanya digunakan pada bangunan bertingkat untuk meminimalkan pembebanan sehingga biaya fondasinya lebih kecil. Keunggulan lainnya, yaitu mampu menahan suara dan panas.



Gambar 2.7 Bata Ringan

Sumber: Winarko (2022)

Material ini memiliki dimensi yang besar, yakni 60 x 20 x 7,7/10 cm sehingga pengerjaan dinding menjadi lebih cepat. Ukuran spesi 0,3-0,5 cm agar mendapatkan pasangan bata yang rapi dan presisi. Harga bata ringan memang lebih mahal dibandingkan dengan batu bata, tetapi pengerjaannya lebih cepat sehingga dapat meminimalkan upah tukang.



Aktivitas 2.3

Aktivitas Kelompok

1. Secara berkelompok, coba kalian mencari batu bata/batako/bata ringan yang paling mudah ditemukan di daerah kalian. Ambil salah satu dari bahan tersebut, kemudian amati, dokumentasikan, dan ukurlah bahan material tersebut. Selanjutnya, diskusikan pertanyaan-pertanyaan berikut ini.
 - Di antara ketiga bahan material (batu bata, batako, bata ringan), manakah yang paling mudah ditemukan di daerah kalian?



- Jika kalian memeriksa harga ketiga bahan material tersebut di toko bangunan, manakah yang paling murah?
2. Coba kalian membeli batu bata di beberapa tempat atau toko bangunan yang berbeda. Lalu, lakukan uji tiga titik pada batu bata tersebut. Apakah kualitas batu bata antara satu toko dengan toko lainnya sama? Tuliskan kesimpulannya!

Kerjakan latihan aktivitas ini di buku tugas kalian!

7. Marmer, Granit, dan Keramik

Marmer dan granit lantai merupakan material tambang yang diperoleh langsung dari alam. Ketersediaannya di alam sangat terbatas sehingga harganya mahal. Lantai marmer tidak mudah pecah dan sangat kuat untuk menopang beban berat. Ketebalan marmer dan granit berkisar 1-2 cm. Marmer memiliki sifat dingin sehingga mampu memberikan kesejukan di dalam ruangan. Tampilannya juga mewah dengan berbagai corak dan motif. Akan tetapi, perawatannya lebih sulit dibandingkan jenis lainnya. Pada prinsipnya, lantai granit hampir sama seperti marmer, hanya saja warnanya lebih gelap jika dilihat secara kasat mata.



Gambar 2.8 Keramik
Sumber: Winarko (2022)

Keramik merupakan bahan bangunan yang digunakan sebagai penutup lantai maupun dinding, terutama dinding kamar mandi. Pada umumnya, bahan dasar pembuatan keramik, yaitu tanah liat yang dibentuk dan dibakar. Keramik memiliki motif polos dan berwarna (corak) dengan ketebalan 0,3-0,5 cm.



8. Genteng

Genteng merupakan bahan bangunan yang digunakan sebagai penutup atap atau pelindung bangunan agar tidak terkena air hujan, panas sinar matahari, dan sebagainya. Genteng terdiri dari berbagai jenis, antara lain genteng beton, genteng keramik, dan genteng kaca.



Gambar 2.9 Genteng
Sumber: Winarko (2022)

a. Genteng beton

Genteng beton adalah unsur bangunan yang digunakan sebagai atap dan terbuat dari campuran bahan-bahan, seperti semen portland, agregat, dan air dengan atau tanpa menggunakan pigmen yang dibentuk sedemikian rupa dengan ukuran tertentu.

Syarat genteng beton dengan kualitas yang baik, antara lain:

- Bentuk genteng dibuat sesuai dengan persetujuan antara pembeli dan pabrik pembuat.
- Tebal minimal 8 mm, kecuali pada bagian penumpangan tebalnya minimal 6 mm.
- Panjang kaitan genteng minimal 30 cm, pegangan 38 mm, dan tinggi 9 mm.
- Lebar penumpangan tepi minimal 25 mm dan dilengkapi paling sedikit sebuah alur air dengan kedalaman minimal 3 mm.
- Genteng harus mempunyai permukaan atas yang baik, tidak terdapat retak atau cacat yang dapat memengaruhi sifat pemakaian.



b. Genteng keramik

Genteng keramik adalah unsur bangunan yang digunakan sebagai atap dan terbuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lain. Pembuatan genteng keramik, yaitu dengan cara dibakar pada suhu tinggi agar tidak hancur saat terkena air. Genteng keramik memiliki permukaan yang sudah dilapisi bahan pewarna dengan permukaan yang halus, serta permukaan yang belum dilapisi pewarna dengan permukaan sedikit kasar.

Syarat genteng keramik dengan kualitas yang baik, antara lain:

- Memiliki permukaan yang utuh (tanpa cacat).
- Kerapatan baik.
- Warna seragam.
- Suara nyaring ketika dipukul.
- Kedap air, tidak boleh ada tetesan air kurang dari 2 jam.

c. Genteng kaca

Genteng kaca adalah unsur bangunan yang digunakan sebagai atap dan terbuat dari kaca dengan atau tanpa campuran bahan lain. Genteng kaca memiliki ukuran dan bentuk yang sama seperti genteng beton dan genteng keramik dengan toleransi maksimum 1,5 mm. Genteng kaca memiliki ketebalan minimal 2 mm.

9. Kayu

Kayu merupakan bahan bangunan yang diperoleh dari batang pohon tertentu. Kayu terbagi menjadi 2 jenis, yaitu kayu struktural (menahan beban) dan kayu nonstruktural (tidak menahan beban). Kayu struktural berbentuk balok atau papan dan terbuat dari batang pohon yang sudah cukup usianya. Sementara itu, kayu nonstruktural terbuat dari lapisan kulit kayu, serat kayu, dan potongan-potongan kayu yang diproses sedemikian rupa sehingga menjadi bahan bangunan, antara lain papan serat (*fibre board*), kayu lapis (*plywood*), dan papan partikel (*particle board*).





Gambar 2.10 Contoh Kayu
Sumber: Winarko dan Suwarsono (2022)

Klasifikasi kayu berdasarkan kelas keawetan dan kekuatannya sebagai berikut.

Tabel 2.1 Kelas Keawetan dan Kekuatan Kayu

No.	Kelas	Pemakaian	Contoh Jenis Kayu
1.	Kelas 1 dan 2	untuk bangunan konstruksi berat (<i>heavy duty</i>) yang selalu berhubungan dengan tanah yang lembap, angin, atau panas matahari. Kelas 1 biasanya lebih awet dibandingkan kelas 2.	jati, merbau, bangkirai (meranti telur).
2.	Kelas 3	untuk bangunan dan perabot yang dilindungi atap dan tidak berhubungan dengan tanah yang lembap.	kamper, keruing.
3.	Kelas 4	untuk bangunan dan perabot ringan yang dilindungi atap.	meranti, suren (surian).
4.	Kelas 5	untuk pekerjaan sementara, seperti untuk papan bekisting, perancah, atau peti.	kayu dolken, sengon.

Cara pengeringan dan pengawetan kayu sebagai berikut.

a. Pengeringan kayu

Kayu yang akan digunakan dalam pembangunan rumah sebaiknya kayu yang kering atau tidak basah. Hal ini bertujuan



agar terhindar dari kerusakan-kerusakan, seperti kayu menjadi busuk, lapuk, mudah dimakan rayap, serta mencegah agar ukuran kayu tidak menyusut saat musim kemarau.

Ada 2 cara pengeringan kayu, antara lain:

- Pengeringan udara biasa, yaitu dengan cara kayu ditata berdiri agak miring, serta ujung kayu diletakkan dalam tumpuan tertentu. Tujuannya agar kayu tetap kering pada udara bebas dan kondisi yang teduh.
- Pengeringan buatan, yaitu dengan cara memasukkan kayu dalam mesin pengering kayu.

b. Pengawetan kayu

Tujuan dari pengawetan kayu, yaitu agar kayu tidak cepat lapuk dan tahan lama. Proses pengawetan kayu dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain dilapisi cat, dilapisi tir, direndam dalam air, dan diberi zat pengawet.

10. Kaca

Kaca merupakan benda yang keras, biasanya bening dan mudah pecah. Dalam konstruksi bangunan, kaca berfungsi untuk membantu cahaya matahari masuk ke dalam ruangan sehingga ruangan menjadi terang. Selain itu, kaca juga berfungsi untuk memperindah bangunan.

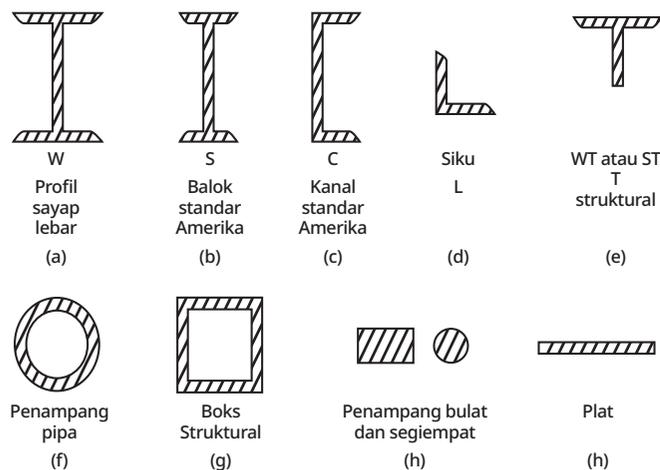
Seiring dengan perkembangan teknologi, pemakaian kaca sebagai bahan konstruksi rumah terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Mungkin sebelumnya kita hanya menggunakan kaca di rumah sebagai pintu atau jendela. Akan tetapi, saat ini kaca dijadikan sebagai bagian dari desain interior dan eksterior rumah. Dinding kaca dapat menjadikan rumah tampak lebih luas. Halaman rumah yang asri dan hijau dapat terlihat dari dalam rumah sehingga suasana menjadi lebih sejuk dan alami. Namun demikian, perlu dipertimbangkan apabila dinding kaca langsung terpapar sinar matahari maka akan membuat udara menjadi panas.



11. Besi atau Logam Lainnya (Besi, Aluminium, Baja)

a. Profil baja

Material baja merupakan bahan konstruksi yang terbuat dari campuran logam dengan besi sebagai unsur utama. Pada proses pembuatan baja, bijih besi yang ditambang dimurnikan sehingga menjadi besi (Fe) melalui proses pembakaran di dalam tungku dengan suhu mencapai 2.000°C. Setelah itu, ditambahkan beberapa unsur tambahan, seperti Aluminium (Al), Karbon (C), Kromium (Cr), Kolumbium (Cb), Tembaga (Cu), Silikon (Si), Sulfur (S), dan lain sebagainya. Selanjutnya, baja yang masih panas tersebut akan melewati proses pembentukan sesuai dengan profil yang dikehendaki. Beberapa bentuk profil baja yang sering ditemukan, antara lain profil I, C, H, L, dan kotak, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



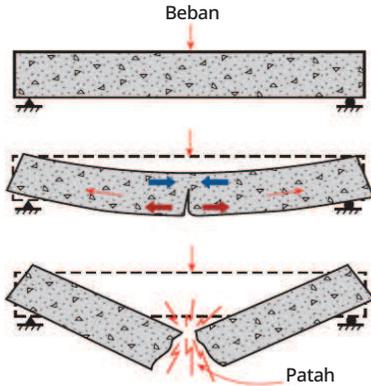
Gambar 2.11 Ilustrasi Profil Baja

b. Baja tulangan pada gedung

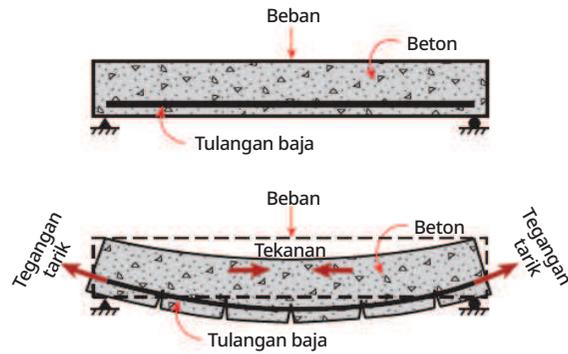
Di Indonesia, baja tulangan dan beton merupakan dua bahan yang tidak dapat dipisahkan sebagai bahan konstruksi, terutama untuk perumahan. Beton memiliki sifat kuat dalam menahan gaya tekan, namun lemah dalam menahan tarik. Hal ini dikarenakan beton merupakan campuran kerikil dan pasir yang diikat oleh semen sehingga mudah lepas jika ditarik. Untuk mengatasi



kelemahan tersebut, maka diperlukan tulangan baja yang kuat untuk menahan tarik. Oleh karena itu disebut dengan ‘konstruksi beton bertulang (baja)’.



Gambar 2.12 Balok Tanpa Tulangan
Sumber: Kosmatka, S. H & Wilson, M. L. (2011)



Gambar 2.13 Balok Bertulang
Sumber: Kosmatka, S. H & Wilson, M. L. (2011)

Dapat kita bayangkan suatu balok beton polos (tanpa tulangan) yang dikenakan beban di tengah bentang seperti yang terlihat pada Gambar 2.12. Akibat beban tersebut, balok akan melendut (berlekuk ke bawah) dan mengakibatkan sisi bawahnya tertarik. Oleh karena beton tidak kuat menahan tarik maka balok tersebut mudah patah di tengah. Tentu akan berbeda jika balok tersebut dikonstruksi dengan beton bertulang, di mana sisi bawah yang tertarik diberikan tulangan baja. Dengan demikian, gaya tarik pada sisi bawah balok dapat ditahan oleh baja tulangan dengan baik.

Perhatikan gambar di bawah ini!



Baja tulangan polos



Baja tulangan ulir

Gambar 2.14 Contoh Baja Tulangan Polos dan Ulir
Sumber: Winarko (2022)



Berdasarkan bentuknya, terdapat dua jenis baja tulangan, yaitu baja tulangan polos dan tulangan berulir. Pada umumnya, kualitas atau kekuatan tarik baja ulir lebih baik dibandingkan baja polos sehingga banyak digunakan untuk elemen-elemen struktural utama suatu bangunan, seperti kolom, balok, pelat, dan fondasi. Tulangan polos biasanya hanya digunakan untuk pembuatan kolom dan balok praktis. Saat pemasangan tulangan digunakan kawat baja untuk mengikatnya.



Gambar 2.15 Contoh Kawat Baja
Sumber: Winarko (2022)

c. Baja ringan

Baja ringan terbuat dari material baja dengan perpaduan zink (seng) dan aluminium. Baja ringan merupakan salah satu alternatif untuk meminimalkan pemakaian kayu sebagai rangka atap. Saat ini baja ringan menjadi bahan yang cukup diminati sebagai penutup atap.



Gambar 2.16 Contoh Baja Ringan
Sumber: Winarko (2022)

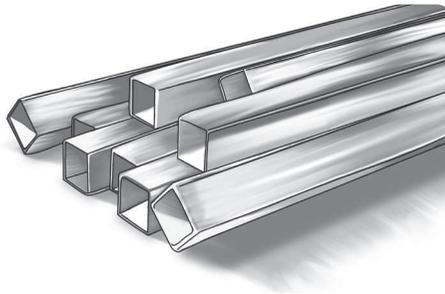
Baja ringan memiliki keunggulan, yaitu kuat hingga puluhan tahun, anti rayap, tidak mudah lapuk, tahan karat, tidak me-
muai, dan lebih ringan. Rangka atap juga lebih efisien dari sisi



waktu dan biaya. Akan tetapi, baja ringan tidak cocok untuk rangka yang terbuka. Rangka ini lebih tepat ditutup oleh plafon dan penutup atap.

d. **Hollow aluminium**

Hollow aluminium atau pipa kotak aluminium merupakan sebutan populer dari *square tube aluminium*. Seperti halnya *hollow stainless steel*, pipa kotak aluminium juga tahan karat meskipun harganya jauh lebih murah.



Gambar 2.17 Contoh *Hollow Aluminium*

Hollow aluminium dapat digunakan sebagai komponen furnitur, struktur keselamatan dan dek, konveyor, pemandu, penyangga, dan lain sebagainya. Tabung persegi aluminium juga dapat digunakan untuk keperluan ornamen, kusen dan daun pintu, jendela, serta boven. *Hollow aluminium* memiliki kekuatan yang cukup baik meskipun tidak sekuat *square tube stainless steel*. Selain kuat, tahan karat, awet, dan murah, pipa kotak aluminium juga berbobot sangat ringan. Hal inilah yang menjadi kelebihan *hollow aluminium* dibandingkan *square tube stainless steel*.

12. Cat

Cat merupakan sebuah cairan untuk melapisi permukaan suatu bahan dengan tujuan untuk melindungi (*protective*), memperkuat (*reinforcing*), atau memperindah (*decorative*) bahan tersebut. Pelapisan cat ke permukaan dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain dicelupkan (*dipping*), disemprotkan (*spray*), dikuas, dilumurkan, dan diusapkan (*wiping*).



Jenis-jenis cat antara lain sebagai berikut.

a. Cat dasar

- Cat dasar yang meliputi cat tembok berwarna putih
Cat jenis ini memiliki dasar emulsi *acrylic* 100%, memiliki daya lekat yang baik, daya tahan alkali yang tinggi, serta kadar bahan anti jamur yang cukup tinggi. Cat ini dikenal sebagai *undercoat* tembok atau *alkali resisting primer*.
- Cat dasar yang meliputi varnish dasar air
Cat jenis ini merupakan cat tanpa pigmen yang memiliki dasar emulsi *acrylic* 100%. Biasanya cat ini dikenal sebagai *wall sealer water base*. Cat dasar ini diproduksi oleh Mowilex yang terbagi menjadi 2 jenis, yakni *water proofing wall sealer* dan *wall sealer*. *Water proofing wall sealer* digunakan untuk permukaan tembok yang memiliki permasalahan kelembapan, sedangkan *wall sealer* cocok digunakan untuk tembok baru yang memiliki retak rambut guna memenuhi celah tersebut, serta untuk memperkuat lapisan cat lama yang mulai mengapur.
- Cat plamir
Cat plamir berfungsi untuk memperhalus plafon gipsium dan permukaan sambungan, menutup retak rambut pada dinding, serta mengisi pori-pori pada permukaan tembok.
- Cat besi/cat kayu (meni besi/meni kayu)
Cat meni berfungsi untuk memberi perlindungan terhadap noda dari getah kayu. Sebelum menutup permukaan dengan cat, benda yang hendak dicat diberi cat meni terlebih dahulu. Tanpa menggunakan cat meni ini, cat yang digunakan akan lebih boros.

b. Cat *alkyd syntetic*

Cat jenis ini memiliki daya kilap (*gloss*) yang tinggi serta digunakan sebagai interior dan eksterior. Keunggulannya, yaitu kuat terhadap jamur dan cuaca. Cat ini umumnya digunakan untuk permukaan besi dan kayu.



c. Cat emulsi *styrene acrylic*

Oleh karena terdapat campuran akrilik, jenis cat ini memiliki daya kilap (*gloss*) yang tinggi dan biasanya digunakan sebagai interior dan eksterior. Keunggulannya cat ini, yaitu kuat terhadap jamur dan cuaca. Cat *styrene acrylic* sangat cocok digunakan untuk permukaan tripleks, asbes, *hardboard*, batako, beton, dan plesteran.

d. *Wall sealer*

Wall sealer digunakan sebagai cat dasar untuk menutup pori-pori permukaan dinding plesteran yang baru dipasang agar permukaannya menjadi halus, serta cat dapat lebih menempel pada dinding plesteran.

e. *Zinc chromate primer*

Zinc chromate primer merupakan cat dasar untuk logam yang dibuat dari bahan *zinc chromate*. Cat ini berfungsi untuk mencegah karat pada logam. Umumnya digunakan untuk mengecat besi, seng, serta logam lainnya.

f. *Cat duco*

Cat ini mungkin yang paling terkenal dan sering disebut dengan ‘cat dempul’. Cat duco digunakan sebagai cat dasar penutup permukaan logam ataupun kayu agar memperoleh permukaan yang lebih rapat, serta pada proses pengerjaannya dapat memperoleh permukaan yang lebih halus.

g. *Cat melamic*

Cat *melamic* dibuat dari bahan *alkyd* dan *resin amino*. Umumnya digunakan pada pengecatan kayu untuk membuat lapisan cat tahan goresan, rata, halus, serta menciptakan kilap yang tinggi. Cat ini cocok digunakan untuk mengecat kayu interior.

h. *Cat stoving*

Cat ini biasanya digunakan pada pengecatan *finishing* logam. Untuk memperoleh hasil yang maksimal maka dapat dilakukan dengan sistem oven. Cat jenis ini umumnya digunakan untuk pengecatan tabung, barang elektronik, logam, dan sebagainya.



i. Cat *thermoplastic*

Cat ini biasanya digunakan dalam pengecatan marka jalan.

j. Cat *epoxy*

Cat *epoxy* digunakan sebagai cat dasar yang memiliki kemampuan ikat yang kuat sehingga sering digunakan sebagai penutup permukaan sebelum melakukan pengecatan. Terdapat beberapa jenis cat *epoxy* yang umum digunakan, antara lain *epoxy injection*, *dempul epoxy*, serta *lem epoxy*. Jenis cat ini cocok digunakan untuk beton dan logam.

k. Cat *polyurethane*

Cat ini transparan yang menciptakan daya kilap (*gloss*) tinggi dengan permukaan halus dan tahan gores.

l. Cat *remover*

Cat ini merupakan perpaduan emulsi dari bahan kimia yang membuat cat lama pada dinding dapat mengelupas.

13. Bahan PVC

Plastik merupakan material buatan yang digunakan manusia untuk beragam keperluan, misalnya bahan bangunan. Salah satu jenis plastik yang digunakan pada industri bahan bangunan, yaitu *Poly Vynil Chlorida* (PVC). PVC dibuat dengan cara polimerisasi monomer vinil klorida.



Gambar 2.18 Contoh Bahan Bangunan PVC

Sumber: Suwarsono (2022)

Plastik PVC mempunyai kelebihan, yaitu tidak mudah lapuk dan hancur, namun daya tahan terhadap panas sangat buruk. Plastik



PVC tidak boleh digunakan jika suhunya mencapai lebih dari 100°C, misalnya untuk jaringan air panas. Bahan PVC biasanya hanya digunakan jika suhunya kurang dari 60 - 80°C. Dengan menambahkan sejumlah *plasticizer* (pemlastis) yang berbeda, plastik PVC dapat dibuat menjadi plastik yang lunak dan keras. Bahan PVC banyak digunakan sebagai bahan instalasi pipa air, pintu, penutup plafon, dan penutup atap.



Aktivitas 2.4

Aktivitas Kelompok

Secara berkelompok, lakukan kegiatan berikut ini.

1. Cobalah berkunjung ke toko bangunan yang terdekat dengan sekolah atau tempat tinggal kalian.
2. Lakukan wawancara dengan pemilik atau petugas di toko bangunan tersebut tentang macam-macam bahan bangunan yang dijual di toko tersebut beserta harganya.
3. Berdasarkan hasil wawancara yang telah kalian lakukan, buatlah rangkuman dan presentasikan di depan kelas. Jika memungkinkan, lengkapi dengan dokumentasi.

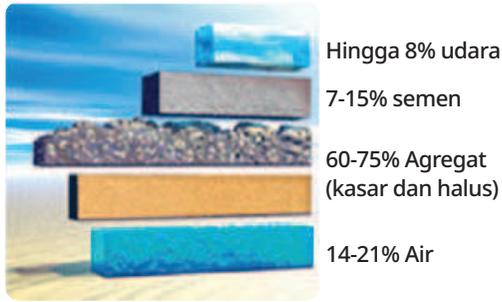
Kerjakan latihan aktivitas ini di buku tugas kalian!

B. Beton (*Concrete*)

1. Pengertian Beton

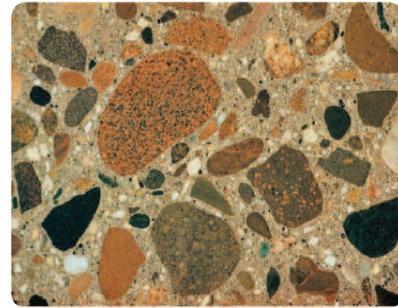
Beton merupakan bahan bangunan yang diperoleh dari campuran beberapa bahan, yaitu semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, serta air dengan volume atau berat tertentu. Pada umumnya, kandungan volume semen sekitar 7-15%, kandungan volume agregat kasar dan halus 60-75%, kandungan volume air 14-21%, dan sisanya adalah udara yang terperangkap. Campuran beton yang sudah mengeras dapat dilihat pada [Gambar 2.20](#).





Gambar 2.19 Proporsi bahan yang digunakan dalam beton.

Sumber: Kosmatka, S. H & Wilson, M. L. (2011)

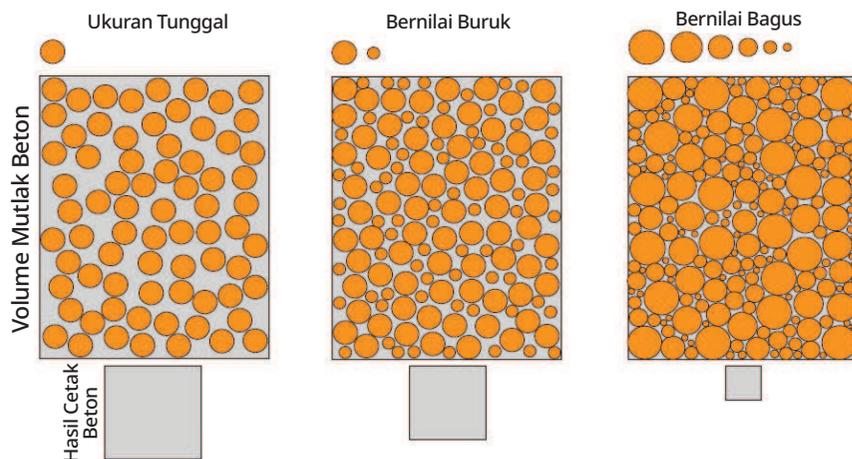


Gambar 2.20 Campuran beton yang sudah mengeras.

Sumber: Kosmatka, S. H & Wilson, M. L. (2011)

Secara umum, bahan pembuatan beton dikelompokkan menjadi 2 jenis, antara lain:

- Bahan perekat*, yaitu semen dan air. Setelah kedua bahan tersebut dicampur maka akan membentuk pasta dan mengeras akibat reaksi kimia (biasa disebut sebagai *reaksi hidrasi*).
- Bahan pengisi atau bahan yang direkatkan*, yaitu pasir dan kerikil atau *split*. Kedua bahan ini yang mulanya terpisah akan direkatkan oleh bahan perekat sehingga butiran pasir akan mengisi rongga antara butiran kerikil, kemudian rongga antara butiran pasir akan diisi oleh pasta hasil reaksi air dengan semen. Sangat penting untuk memperoleh agregat dengan berbagai ukuran (*well graded*) untuk meminimalkan rongga-rongga kosong, seperti yang terlihat pada Gambar 2.21.

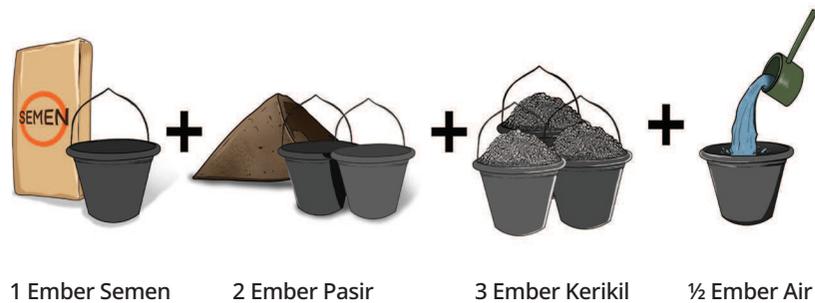


Gambar 2.21 Komposisi Beton

Sumber: Kosmatka, S. H & Wilson, M. L. (2011)

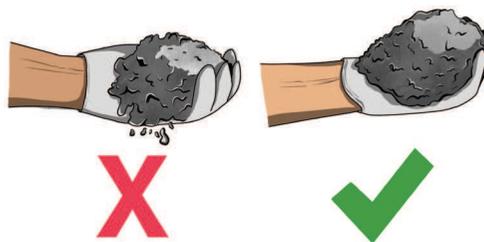


Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa pembuatan beton tergolong mudah. Akan tetapi jika tidak dikerjakan atau direncanakan dengan baik, teliti, dan sesuai aturan, justru akan menghasilkan bahan bangunan yang kurang baik. Salah satu aspek penting dalam pencampuran beton, yaitu menentukan perbandingan antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Perbandingan yang umumnya digunakan pada bangunan rumah sederhana yaitu 1 : 2 : 3 seperti yang terlihat pada **Gambar 2.22**.



Gambar 2.22 Contoh komposisi campuran beton untuk rumah tinggal sederhana 1 lantai.

Hal yang perlu diperhatikan saat pencampuran beton, yaitu penambahan air dilakukan sedikit demi sedikit agar beton dalam keadaan pulen (tidak terlalu encer dan tidak terlalu kental). Pengujian sederhana dapat dilakukan dengan cara meletakkan beton di tangan seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.23 Pengujian Manual Beton

Penentuan perbandingan antara air dan semen harus dilakukan dengan tepat. Perlu diingat bahwa peranan air selain agar dapat bereaksi dengan semen, juga agar pengecoran mudah



dilakukan. Apabila air yang dicampur terlalu banyak, proses pengecoran memang akan lebih mudah dilakukan karena beton lebih cair. Akan tetapi, setelah mengeras sisa air yang ada akan mudah menguap dan meninggalkan pori-pori kecil di dalam beton. Hal ini mengakibatkan kualitas beton semakin rendah. Dengan kata lain, semakin tinggi nilai perbandingan air dan semen maka kekuatan beton akan semakin rendah.

2. Mutu Beton

Mutu kelas beton dibagi menjadi beberapa jenis, antara lain:

a. Beton kelas I

Beton kelas I digunakan untuk pekerjaan nonstruktural. Pada pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan.

b. Beton kelas II

Beton kelas II digunakan untuk pekerjaan struktural secara umum. Saat pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli.

Beton Kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar, antara lain B1, K125, K175, dan K225. Pengawasan mutu B1 hanya dibatasi pada pengawasan sedang terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Sementara itu, pada mutu K125, K175, K225 dilakukan pengawasan yang ketat terhadap mutu bahan-bahan dengan keharusan memeriksa kekuatan tekan beton secara berkelanjutan.

c. Beton kelas III

Beton kelas III merupakan beton untuk pekerjaan struktural, di mana digunakan mutu beton dengan kekuatan tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm². Saat pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli.



Pada kelas beton ini diharuskan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap dan dilakukan oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara berkelanjutan. Mutu beton kelas III dinyatakan dengan huruf “K” dengan angka di belakangnya menyatakan kekuatan karakteristik beton tersebut.

Wawasan Tambahan

Pada zaman dahulu, mutu beton menggunakan simbol “K” yang menyatakan kuat tekan karakteristik yang diperoleh dari uji tekan kubus berukuran 15 x 15 x 15 cm. Kuat tekan “K” ini biasanya dinyatakan dalam satuan kg/cm². Namun, mengacu pada SNI beton modern, nilai “K” ini sudah tidak digunakan lagi.

Mutu beton biasanya dinyatakan dalam nilai kuat tekan silinder berukuran 15 x 30 cm atau f'_c . Kuat tekan f'_c ini dinyatakan dalam satuan MPa (N/mm²). Secara sederhana, hubungan antara K dan f'_c sebagai berikut.

$$f'_c = 0,83 \times K/10$$

Contoh: K-300 ekuivalen dengan $0,83 \times 300/10 = 25$ MPa.

3. Keuntungan dan Kelemahan Beton Bertulang

a. Keuntungan beton bertulang

Struktur beton bertulang mempunyai beberapa keunggulan jika digunakan sebagai struktur bangunan, antara lain:

- Beton bertulang dapat dibentuk menyesuaikan dengan desain atau kerangka.
- Material beton bertulang mempunyai kekuatan tekan tinggi.
- Beton bertulang memiliki daya tahan yang lebih tinggi terhadap api atau suhu tinggi, dan air.

b. Kelemahan beton bertulang

Struktur beton bertulang mempunyai beberapa kelemahan, antara lain:



- Beton bertulang memerlukan cetakan atau *bekisting* untuk menahan beton agar tidak bergerak atau berubah sampai beton mengeras.
- Beton bertulang memiliki kekuatan per satuan berat yang rendah sehingga mengakibatkan beton bertulang menjadi berat.
- Proses pembuatan beton bertulang terbilang rumit dalam hal pengerjaan campuran beton bertulang. Beton bertulang memerlukan acuan (cetakan) dan perancah (tiang acuan) selama pekerjaan berlangsung.
- Beton bertulang memiliki kekuatan per satuan volume yang rendah sehingga mengakibatkan beton berukuran relatif besar.
- Proses pembuatan adonan, penuangan, dan perawatan beton bertulang tidak dapat ditangani seteliti mungkin seperti yang dilakukan pada proses produksi material lainnya, misalnya baja dan kayu lapis.



Aktivitas 2.5

Aktivitas Kelompok

Secara berkelompok, coba kalian membuat adukan semen dengan beberapa variasi perbandingan air dan semen. Bagaimana hasil yang kalian peroleh? Tuliskan hasil percobaan kalian di buku tugas.



Refleksi

Bagaimana pencapaian kalian setelah mempelajari materi pada bab “Material Bangunan”? Coba kalian uraikan mengenai hal berikut.

1. Apakah kalian sudah memahami jenis-jenis bahan bangunan?
2. Bisakah kalian menyebutkan beberapa nama bahan bangunan beserta fungsinya?
3. Apakah kalian menemui kesulitan dalam mempelajari materi ini?
4. Dampak apakah yang kalian rasakan setelah mempelajari materi ini?



Asesmen

Kerjakan latihan ini di buku tugas kalian!



Aspek Pengetahuan

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan tepat!

1. Sebutkan 5 bahan bangunan beserta fungsinya!
2. Mengapa kayu sebelum digunakan pada pembangunan rumah harus dikeringkan terlebih dahulu?
3. Jelaskan cara pengeringan kayu!
4. Sebutkan kelebihan plastik *Poly Vynil Chlorida* (PVC)!
5. Sebutkan bahan-bahan penyusun beton!



Aspek Keterampilan

Diskusikan secara berkelompok tentang bahan-bahan bangunan yang digunakan sebagai atap bangunan, serta keuntungan dan kerugiannya jika menggunakan bahan tersebut. Setelah selesai, presentasikan hasil diskusi kelompok kalian di depan kelas!



Pengayaan

Silakan kalian mempelajari materi Material Bangunan dari sumber lainnya.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Dasar-Dasar Teknik Konstruksi dan Perumahan
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis: Winarko dan Suwarsono

ISBN: 978-623-194-051-3 (no.jil.lengkap)

978-623-194-053-7 (jil.2)

978-623-388-035-0 (PDF)

BAB

3

Jenis-Jenis Pekerjaan dalam Konstruksi Perumahan



Rumah merupakan bangunan yang dijadikan tempat tinggal. Bagian-bagian rumah, antara lain atap, lantai, dan sebagainya. Coba kalian sebutkan bagian-bagian lainnya dari rumah kalian!

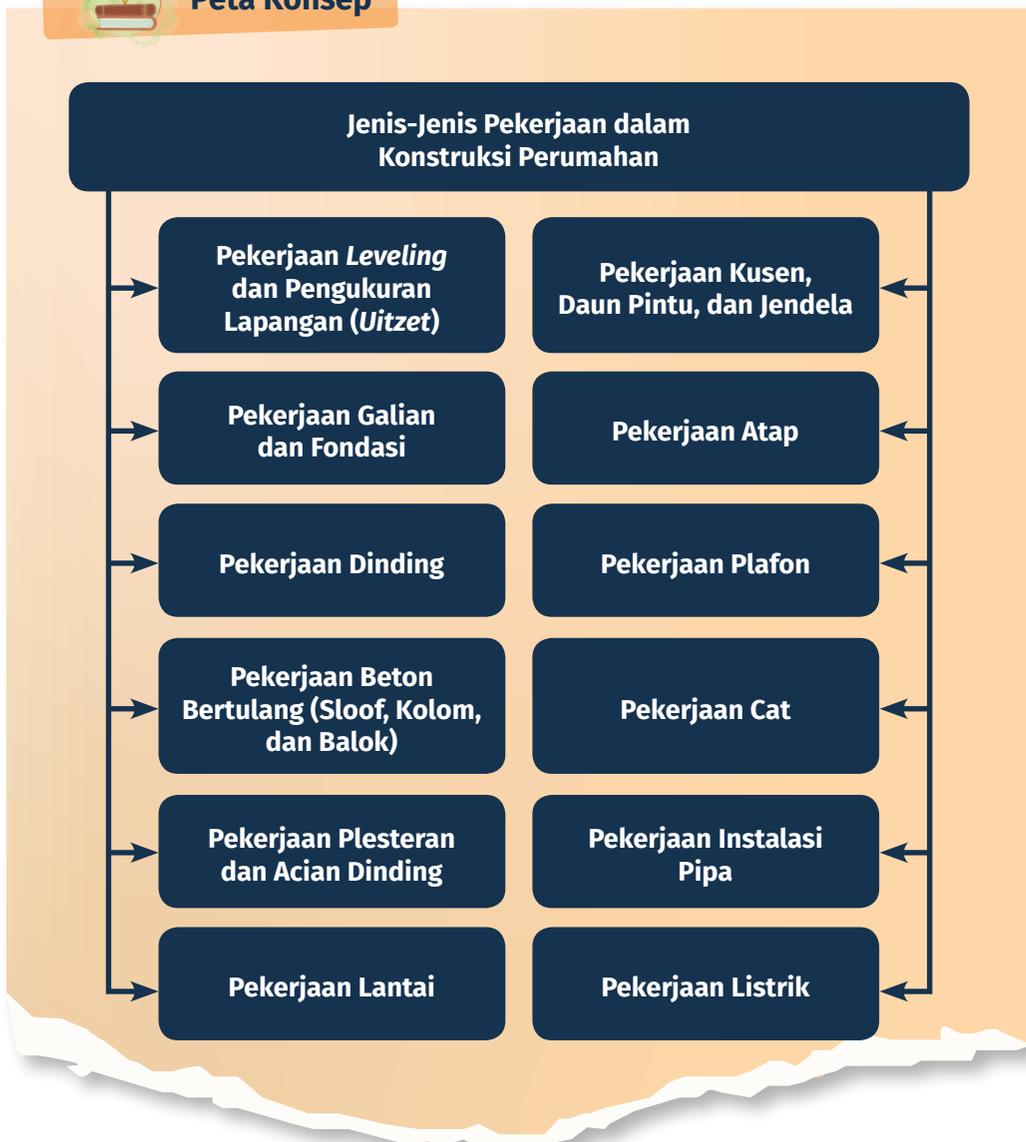


Tujuan Pembelajaran

Melalui berbagai macam teks, informasi dari berbagai sumber, dan aktivitas pembelajaran pada bab ini, diharapkan kalian mampu memahami jenis-jenis pekerjaan pada konstruksi perumahan.



Peta Konsep



Kata Kunci

Acian, Fondasi, Kolom, Kusen, *Leveling*, Pipa, Plafon, Plesteran, *Sloof*



Membangun sebuah rumah tentu membutuhkan proses yang panjang. Banyak sekali aspek dan bagian penting dalam konstruksi bangunan yang harus diperhitungkan secara matang. Dalam suatu proyek konstruksi perumahan, biasanya akan melibatkan beberapa pekerjaan konstruksi yang saling berhubungan satu sama lain guna mewujudkan sebuah bangunan sesuai yang diinginkan.



Aktivitas 3.1

Aktivitas Mandiri

Coba perhatikan gambar di bawah ini!



Sumber: Winarko (2022)

Apa saja kegiatan yang sedang dilakukan? Apakah berhubungan dengan pekerjaan konstruksi perumahan? Jika iya, coba kalian ceritakan!

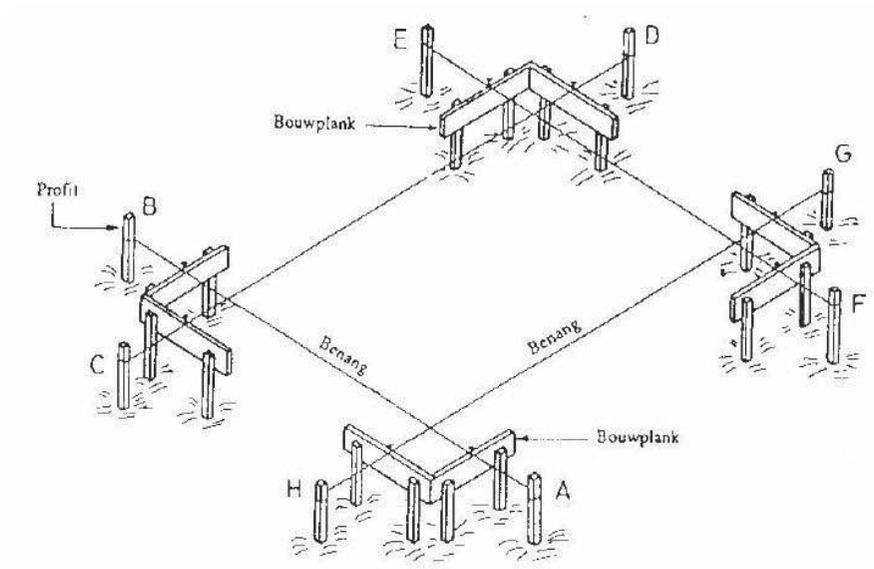
Kerjakan latihan aktivitas ini di buku tugas kalian!

Secara lebih rinci, jenis-jenis pekerjaan konstruksi perumahan sebagai berikut.



A. Pekerjaan Leveling dan Pengukuran Lapangan (*Uitzet*)

Pekerjaan *leveling* dan pengukuran lapangan (*uitzet*) merupakan jenis pekerjaan yang berperan dalam merealisasikan denah bangunan menjadi sebuah bangunan di tanah lokasi yang sudah tersedia. Pekerjaan ini meliputi pengukuran di lokasi bangunan berdasarkan gambar rencana bangunan. Hasil pengukuran berupa garis lurus yang memperlihatkan sumbu dinding tembok bangunan yang diperoleh dari menghubungkan titik capaian pengukuran yang disebut *bouwplank*.



Gambar 3.1 Pekerjaan *Uitzet*

Sumber: Ksatria Budi/www.ilmutekniksipil.com (2012)

Hal yang perlu diperhatikan dalam pekerjaan pengukuran, yaitu memastikan bangunan diletakkan pada posisi yang benar dan setiap sisinya membentuk siku (90°). Selain itu, pastikan juga bangunan dalam kondisi datar.

B. Pekerjaan Galian dan Fondasi

Fondasi merupakan elemen pokok bangunan yang sangat penting. Fondasi berfungsi sebagai penyangga konstruksi bangunan di atasnya. Kekokohan dan kekuatan sebuah konstruksi bangunan sangat bergantung pada konstruksi fondasinya.



Konstruksi fondasi sebuah bangunan harus memenuhi beberapa syarat, antara lain:

- 1) Fondasi harus berada di atas tanah dasar yang keras agar kedudukan fondasi tidak mudah berubah (bergerak), baik terguling, bergerak turun (ke bawah), ataupun ke samping.
- 2) Hindari penempatan bangunan pada lahan ekspansif atau lahan yang lunak.
- 3) Fondasi harus terbuat dari material yang tidak mudah rusak dan tahan lama. Hal ini bertujuan agar kerusakan fondasi tidak mendahului kerusakan bagian di atasnya.
- 4) Bentuk konstruksi harus memperlihatkan sebuah konstruksi yang kuat dan kokoh untuk menopang beban bangunan di atasnya.
- 5) Untuk bangunan satu lantai cukup menggunakan fondasi dangkal batu kali, sedangkan untuk bangunan bertingkat menggunakan fondasi *footplat*.



Gambar 3.2 Pekerjaan Fondasi Batu Kali
Sumber: Winarko (2022)



Gambar 3.3 Pekerjaan Fondasi Footplat
Sumber: Winarko (2022)

C. Pekerjaan Beton Bertulang (*Sloof*, Kolom, dan Balok)

Tahukah kalian, apa yang dimaksud dengan *sloof* dan kolom? *Sloof* merupakan beton bertulang yang diletakkan di atas fondasi secara horizontal, sedangkan kolom adalah salah satu komponen pembentuk struktur bangunan yang berupa batang vertikal sebagai penyangga beban.





Gambar 3.4 Pekerjaan Sloof
Sumber: Winarko (2022)



Gambar 3.5 Pekerjaan Kolom
Sumber: Winarko (2022)

Sementara itu, balok bangunan adalah struktur melintang yang memikul beban horizontal. Balok pada bangunan merupakan komponen yang sangat penting untuk mempertahankan stabilitas pada gaya ke samping.



Gambar 3.6 Pekerjaan Balok
Sumber: Winarko (2022)

D. Pekerjaan Dinding

Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 3.7 Pekerjaan Dinding
Sumber: Winarko (2022)



Dinding merupakan bangunan yang berperan penting dalam sebuah konstruksi bangunan. Dinding melindungi dan membentuk isi bangunan, baik dari segi penampilan artistik maupun konstruksi dari bangunan. Dinding berfungsi sebagai penyekat atau pembatas antar-ruang dalam sebuah rumah atau bangunan. Dinding dapat dibuat menggunakan bahan dari bata merah, bata ringan, batako, logam, serta kayu atau kaca. Pada umumnya, bata merah, bata ringan, dan batako menjadi pilihan utama masyarakat.

E. Pekerjaan Plesteran dan Acian Dinding

Dinding yang sudah selesai dipasang harus ditutup atau dilindungi dengan sebuah lapisan dari adukan spesi agar tembok lebih indah dan rapi. Bidang dinding bagian bawah yang berkaitan langsung dengan tanah secara khusus diplester kedap air dengan tinggi ± 20 cm.

Sebelum melakukan plesteran, dinding harus dibersihkan dahulu dari serpihan kotoran, debu, ataupun adukan yang melekat dengan cara menyiramnya menggunakan air. Campuran adukan yang digunakan untuk plesteran yaitu 1 *pack* : 4 pasir untuk bagian atas dan tengah yang tidak berkaitan dengan air, serta 1 *pack* : 2 pasir untuk dinding bagian bawah (kedap air).

Pada sudut tembok sering kali terdapat cacat yang disebabkan karena benturan benda keras. Oleh karena itu, adukan untuk plesteran bagian sudut perlu dibuat lebih baik dari bagian yang lain. Sementara pada bagian beton bertulang, sebaiknya permukaan beton diberi cairan semen kental sebelum memulai plesteran. Hal ini bertujuan agar di antara bagian permukaan beton dan plesteran dapat menyatu dengan kuat.



Gambar 3.8 Pekerjaan Plesteran dan Acian
Sumber: Winarko (2022)



Selanjutnya, dilakukan pengerjaan acian untuk menutup keretakan alami akibat adanya penguapan. Sebelum memulai pengerjaan acian, sebaiknya melakukan penyiraman dahulu agar acian mudah menempel pada plesteran. Jika pengerjaan acian sudah selesai, maka perlakuannya sama seperti pengerjaan plesteran. Acian didiamkan selama beberapa hari agar kadar airnya kering. Setelah mengering, muncul keretakan secara alami atau biasa dikenal dengan sebutan ‘retak-retak rambut’.

F. Pekerjaan Lantai

Pemasangan lantai biasanya mulai dilakukan jika seluruh pekerjaan bagian bawah (pemasangan pipa) dan pekerjaan bagian atas (pemasangan plesteran dinding, plafon, atap) sudah selesai dilakukan. Permukaan dasar tanah yang hendak dipasang lantai diberi urukan terlebih dahulu. Pengurukan bertujuan agar tidak ada penyusutan tanah yang dapat menyebabkan lantai menjadi pecah dan rapuh. Material yang digunakan sebagai urukan, yaitu pasir uruk atau tanah uruk dengan ketebalan 15-20 cm. Selanjutnya dilakukan pemasangan lantai menggunakan berbagai jenis penutup lantai, seperti kayu parkit, marmar, granit, keramik, dan tegel ubin.



Gambar 3.9 Pekerjaan Lantai

Sumber: Winarko (2022)



G. Pekerjaan Kusen, Daun Pintu, dan Jendela

Tahukah kalian, apa yang dimaksud dengan kusen? Kusen merupakan bagian konstruksi yang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan pintu dan jendela. Kusen disebut juga ‘gawangan’ karena bentuknya menyerupai seperti gawang.



Gambar 3.10 Pekerjaan Kusen
Sumber: Winarko (2022)

Pintu terdiri dari daun pintu dan gawang atau kusen. Kusen dipasang permanen di dalam tembok, sementara daun pintu digantungkan pada kusen menggunakan engsel agar dapat diputar ke kanan atau ke kiri. Akan tetapi, terdapat juga daun pintu yang bergeser di depan kusenya dan tidak berputar pada engsel. Pintu ini dikenal dengan sebutan ‘pintu geser’. Posisi daun pintu ketika ditutup menempel dengan *sponing* pada kusen pintu. Bahan yang digunakan sebagai kusen dan daun pintu jendela, antara lain kayu, aluminium, PVC, dan beton.

H. Pekerjaan Atap

Atap merupakan komponen paling atas yang berfungsi sebagai penutup dari sebuah bangunan rumah. Atap terdiri dari dua bagian, yaitu rangka atap dan penutup atap. Rangka atap berfungsi sebagai penyangga dari penutup atap, meliputi reng, usuk, gording, dan kuda-kuda. Sementara itu, penutup atap terdiri dari genting dan bubungan. Bahan rangka atap, antara lain kayu, baja profil, baja ringan, dan beton.





Gambar 3.11 Pekerjaan Atap
Sumber: Winarko (2022)

I. Pekerjaan Plafon

Plafon merupakan komponen dari konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai langit-langit bangunan. Plafon biasanya digunakan untuk menghindari cuaca dingin ataupun panas sehingga tidak masuk ke dalam rumah secara langsung, tetapi masuk melalui atap terlebih dahulu. Saat ini plafon tidak hanya digunakan sebagai penghambat dingin atau panas, tetapi juga sebagai hiasan guna memperindah interior sebuah bangunan.

Plafon biasanya dibuat pada ketinggian tertentu. Akan tetapi sebagai variasi, plafon dibuat tidak selalu rata. Variasi ini biasanya disebut *plafond drop ceiling*. Plafon dibangun lebih tinggi dibandingkan yang lainnya.

Plafon memiliki fungsi atau manfaat sebagai berikut.

- Meminimalkan panas dari sinar matahari melalui bidang atap.
- Mencegah percikan sehingga seisi ruangan selalu terlindungi.
- Mencegah kotoran yang jauh dari bidang atap melalui celah genting.
- Agar tidak tampak kayu dari rangka atapnya, serta ruangan di bawah atap selalu terlihat bersih.



Bagian-bagian plafon sebagai berikut.

a) Rangka plafon

Saat memasang plafon dibutuhkan konstruksi khusus untuk menggantungkannya, biasanya disebut dengan 'rangka plafon'. Bahan material yang umumnya digunakan sebagai rangka plafon adalah kayu. Namun demikian, saat ini juga dikenal rangka plafon dari bahan besi berbentuk kotak (besi *hollow*). Bahan ini tahan terhadap api dan rayap sehingga menjadikan plafon lebih tahan lama dibandingkan kayu.



Gambar 3.12 Pekerjaan Plafon
Bahan Baja *Hollow*
Sumber: Winarko (2022)



Gambar 3.13 Pekerjaan Plafon
Bahan Kayu
Sumber: Al Faruq/www.alfaruqtukangaceh.com (2021)

Ukuran batang kayu disesuaikan dengan kebutuhan. Ukuran tersebut dapat berbeda-beda sesuai hasil perhitungan kekuatan kayu tersebut. Rangka langit-langit sebagai kuda-kuda biasanya terbuat dari kayu berukuran 5/7 ataupun 4/6 cm, disertai dengan klos dari reng 2/3 cm yang dipasangkan selang-seling. Pada kuda-kuda papan sebagai rangka langit-langit dapat menggunakan kayu reng dengan ukuran 3/4 cm.

b) Penutup plafon

Bahan penutup plafon sangat bervariasi, mulai dari gipsum, aluminium, *particle board*, *acoustic tile*, *softboard*, *hardboard*, lembar semen asbes, multiplek, dan kayu. Pilihan yang terbaik dan murah, yaitu papan gipsum dikarenakan perawatannya sangat mudah.



J. Pekerjaan Cat

Pekerjaan cat merupakan tahap akhir dari rangkaian pembangunan sebuah rumah, yaitu setelah pengerjaan dinding, kusen, daun pintu, jendela, plafon, serta atap. Tujuan pengerjaan cat adalah untuk melindungi dan memperindah bagian-bagian bangunan.

K. Pekerjaan Instalasi Pipa

Pekerjaan instalasi pipa meliputi instalasi untuk pipa air hujan, air limbah, air kotor, dan air bersih. Bahan yang digunakan pada pekerjaan ini, antara lain pipa besi, galvanis, galvalum, dan plastik (PVC).

1. Penyambungan Pipa

Instalasi pipa tidak hanya berupa satu batang pipa saja, tetapi meliputi sejumlah pipa yang disambungkan untuk mengalirkan air sampai ke tempat akhir. Jenis sambungan disesuaikan dengan letak sambung dan material pipanya. Penyambungan menggunakan pipa PVC cukup sederhana, yaitu dengan melekatkan 2 batang pipa menggunakan penyambung yang tepat. Untuk memperkuat sambungan maka digunakan *seal tape* (solatip pipa) pada sambungannya. Ujung pipa ada yang menggunakan jenis drat dan jenis polos. Sambungan yang berdrat, bagian ujungnya terdapat ulir. Meskipun menggunakan ulir, *seal tape* tetap digunakan agar sambungannya lebih kokoh.

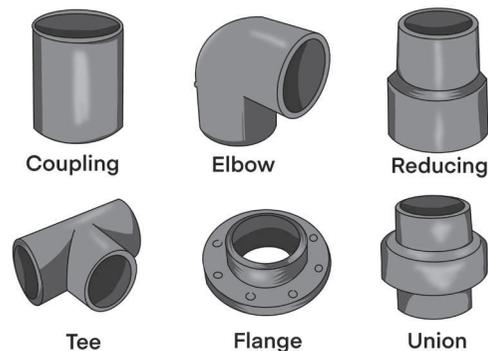
2. Alat Penyambung

Alat yang digunakan untuk menyambungkan pipa PVC terbagi menjadi beberapa bentuk dan model, antara lain:

- *Valve socket*, berfungsi menyambungkan pipa dengan keran atau pipa lainnya yang mempunyai drat dalam.
- *Tee*, berfungsi menyambungkan 3 batang pipa dengan diameter yang serupa.
- *Reducer socket*, berfungsi menyambungkan 2 pipa dengan diameter yang berbeda.
- *Flock shock*, berfungsi menyambungkan 2 pipa dengan diameter yang serupa.



- *Elbow*, berfungsi menyambungkan pipa dengan arah 45° dan 90°.



Gambar 3.14 Contoh bahan sambungan instalasi pipa.
Sumber: Atiah/www.steemit.com (2017)

L. Pekerjaan Listrik

Instalasi tenaga listrik merupakan pemasangan bagian alat listrik untuk mengatasi perubahan energi listrik menjadi tenaga kimia dan mekanis. Instalasi listrik yang baik, yaitu instalasi yang aman bagi manusia serta lingkungannya. Perencanaan sistem instalasi listrik pada sebuah bangunan harus sesuai dengan ketetapan dan peraturan yang berlaku. Hal ini sebagaimana yang tercantum pada Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 36 Tahun 2014 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia 0225:2011 Mengenai Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) dan Standar Nasional Indonesia 0225:2011/Amd1:2013 Mengenai Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011) Amandemen 1 Sebagai Standar Wajib.

Instalasi listrik merupakan bagian terpenting dalam sebuah bangunan yang berfungsi mendistribusikan tenaga listrik dari instalasi pengusaha ketenagalistrikan ke titik beban. Hal-hal yang perlu diperhatikan pada pengerjaan instalasi listrik yang aman bagi rumah, antara lain:

- Menggunakan petugas instalasi listrik rumah yang bersertifikat.
- Menggunakan peralatan listrik ber-SNI.
- Memasang *Mini Circuit Breaker* (MCB) untuk memproteksi perabot dan jaringan listrik pada saat terjadi arus berlebih. Jika terdapat kelebihan arus, MCB akan menghentikan aliran.



- Memasang *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB) untuk mencegah terjadinya kebocoran arus listrik.



Gambar 3.15 Contoh alat listrik dan pemasangannya.
Sumber: Winarko (2022)

Beberapa jenis pekerjaan instalasi listrik dalam rumah, meliputi:

- Instalasi jaringan kabel listrik.
- Instalasi boks panel listrik.
- Instalasi stop kontak, saklar, *fitting* lampu.
- Penyambungan daya PLN dan *grounding*.
- Instalasi penangkal petir (jika diperlukan).



Aktivitas 3.2

Aktivitas Kelompok

Secara berkelompok, lakukan kegiatan berikut ini.

1. Cobalah kalian datang ke toko bangunan yang terdekat dengan sekolah atau tempat tinggal kalian.
2. Lakukan wawancara dengan pemilik atau petugas di toko bangunan tersebut tentang macam-macam sambungan instalasi pipa dan alat listrik yang dijual di toko tersebut beserta harganya.
3. Berdasarkan hasil wawancara tersebut, buatlah rangkuman dan presentasikan di depan kelas. Jika memungkinkan lengkapi dengan dokumentasi.

Kerjakan latihan aktivitas ini di buku tugas kalian!





Refleksi

Bagaimana pencapaian kalian setelah mempelajari materi pada bab “Jenis-Jenis Pekerjaan pada Konstruksi Perumahan”? Coba kalian uraikan mengenai hal berikut.

1. Apakah kalian sudah memahami jenis-jenis pekerjaan dalam membangun sebuah rumah?
2. Dapatkah kalian menyebutkan jenis-jenis pekerjaan tersebut?
3. Apakah kalian menemui kesulitan dalam mempelajari materi ini?
4. Dampak apakah yang kalian rasakan setelah mempelajari materi ini?

Asesmen

Kerjakan latihan ini di buku tugas kalian!



Aspek Pengetahuan

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan tepat!

1. Jelaskan jenis-jenis pekerjaan pemasangan fondasi!
2. Identifikasikan bahan yang digunakan dalam pekerjaan pemasangan dinding dan rangka atap!
3. Jelaskan fungsi plafon pada sebuah bangunan perumahan!
4. Jelaskan mengapa perlu dilakukan pekerjaan pemasangan *bouwplank* atau pengukuran dan *leveling* lapangan (*uitzet*)!
5. Jelaskan fungsi *Mini Circuit Breaker* (MCB) dan *Earth Leakage Circuit Breaker* (ELCB)!





Aspek Keterampilan

Perhatikan gambar di bawah ini!



Sumber: Winarko (2022)

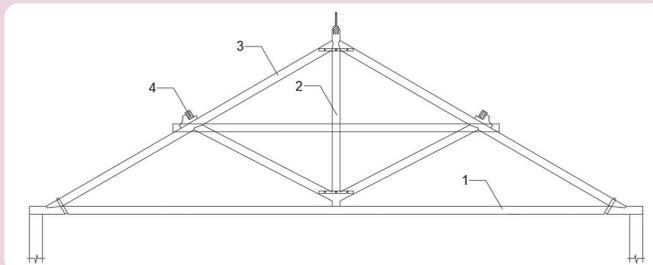
Isilah tabel di bawah ini dengan cara mengidentifikasi pekerjaan pada gambar di atas, baik yang sedang dikerjakan maupun yang sudah selesai dikerjakan! Kerjakan latihan ini di buku tugas kalian!

No.	Jenis Pekerjaan	Bahan yang Digunakan
1.
2.
3.
.....



Pengayaan

Coba amati gambar di bawah ini!



Sumber: Winarko (2022)

Sebutkan bagian-bagian rangka kuda-kuda kayu!



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Dasar-Dasar Teknik Konstruksi dan Perumahan
untuk SMK/MAK Kelas X Semester 2

Penulis: Winarko dan Suwarsono

ISBN: 978-623-194-051-3 (no.jil.lengkap)

978-623-194-053-7 (jil.2)

978-623-388-035-0 (PDF)

BAB

4

Teknik Dasar Pengukuran Tanah



Berdasarkan gambar di atas, pekerjaan apa yang sedang dilakukan?
Mengapa pekerjaan tersebut penting untuk dilakukan?
Apa yang dihasilkan dari pekerjaan tersebut?



Tujuan Pembelajaran

Melalui berbagai macam teks, informasi dari berbagai sumber, dan aktivitas pembelajaran pada bab ini, diharapkan kalian mampu:

1. Memahami jenis-jenis alat ukur tanah.
2. Menerapkan prosedur pengoperasian alat ukur tanah.
3. Menerapkan teknik perawatan alat ukur tanah.
4. Memahami dan mengaplikasikan prosedur pekerjaan pengukuran tanah dan pengecekan data hasil pengukuran.



Peta Konsep



Kata Kunci

Ekstraterrestrial, Terrestrial, Surveyor, Geodesi, Waterpass, Theodolite



A. Pengertian Ilmu Ukur Tanah

Ilmu ukur tanah merupakan bagian dari ilmu geodesi yang mengkaji tentang cara pengukuran di permukaan bumi untuk berbagai kebutuhan, misalnya pemetaan. Sementara itu, ilmu geodesi sendiri mencakup pengukuran dan kajian yang jauh lebih luas. Tak hanya sekedar penetapan serta pemetaan posisi di darat, namun juga di laut dan udara untuk berbagai kebutuhan.

Metode pemetaan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu cara ekstraterrestrial dan terestrial. Pemetaan **ekstraterrestrial** menggunakan alat yang tak berpangkal di tanah, melainkan dilakukan dengan menggunakan alat seperti pesawat terbang dan satelit. Sementara itu, pemetaan **terestrial** dilakukan dengan menggunakan alat yang berpangkal di tanah.



Gambar 4.1 Surveyor sedang melakukan pengukuran tanah.

Tujuan pengukuran tanah, yaitu untuk mengetahui luas tanah, perbedaan tinggi tanah, dan menetapkan batas-batas area tanah sebagai perencanaan pekerjaan konstruksi pada pembuatan saluran irigasi, pembangunan jembatan, pembuatan gedung, dan sebagainya.



Aktivitas 4.1

Secara mandiri, coba kalian jelaskan bagaimana cara mengetahui ukuran rumah kalian! Lalu, alat apa saja yang digunakan untuk mengukurnya? Kerjakan latihan aktivitas ini di buku tugas kalian!



B. Jenis-Jenis Alat Ukur

1. Alat Ukur Sederhana

a. Rol Meter/Pita Ukur

Rol meter/pita ukur digunakan untuk mengukur panjang atau jarak dengan ketelitian 0,5 mm. Panjang pita ukur yang biasa digunakan untuk pengukuran tanah, yaitu 50 m. Satuan ukuran yang digunakan pada alat ukur ini, antara lain milimeter, centimeter, meter, dan inci.



Gambar 4.2 Pita Ukur

Sumber: Winarko dan Suwarsono (2022)

b. Kompas

Kompas digunakan untuk mengukur sudut secara horizontal dan menentukan posisi atau letak suatu benda berdasarkan arah mata angin. Alat ini dilengkapi dengan jarum magnet yang selalu menunjuk ke arah Utara, serta skala pengukuran satu lingkaran penuh (360°).



Gambar 4.3 Kompas

Sumber: Jacek Halicki/commons.wikimedia.org (2016)



c. Hand level (teropong pendatar tangan)

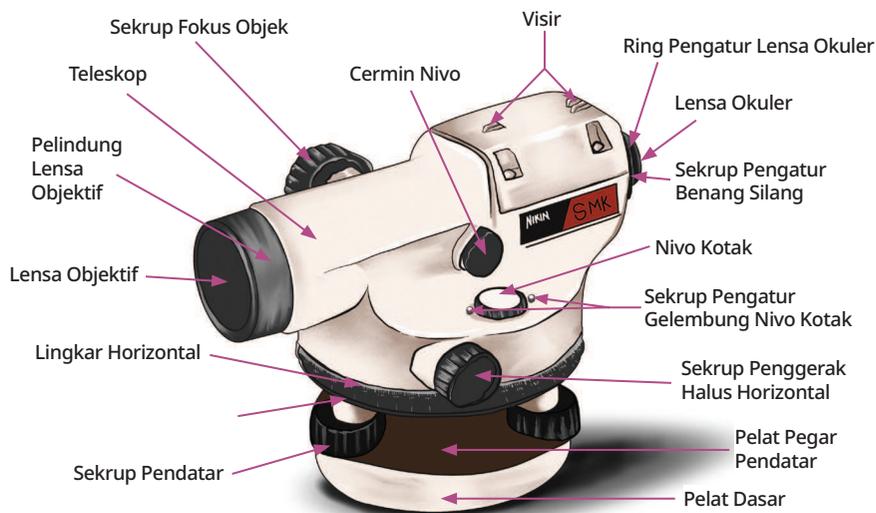
Hand level digunakan untuk mengukur sudut secara vertikal berdasarkan pada ketinggian pandangan pengamat. Bagian utama alat ini adalah teropong sebagai alat pembidik, serta dilengkapi dengan *nivo* yang menunjukkan sudut yang terbentuk antara ketinggian pandangan pengamat dengan benda yang dibidik. Skala ukuran pada *hand level*, yaitu setengah lingkaran (180°).

d. Klinometer

Klinometer digunakan untuk menghitung sudut elevasi antara garis datar dan garis yang menghubungkan suatu titik pada garis datar tersebut dengan titik puncak suatu objek.

2. Alat Ukur Sipat Datar (*Waterpass*)

Waterpass merupakan alat ukur optik yang digunakan untuk mengukur perbedaan ketinggian antara dua titik atau lebih yang saling berdekatan. Alat ini biasanya digunakan pada pekerjaan survei tanah untuk pembuatan peta, data primer ketinggian, dan kedataran tanah untuk pekerjaan konstruksi bangunan, jalan, jembatan, keperluan militer, dan sebagainya.



Gambar 4.4 Alat Ukur Sipat Datar (*Waterpass*)



Tabel 4.1 Bagian-Bagian *Waterpass* dan Fungsinya

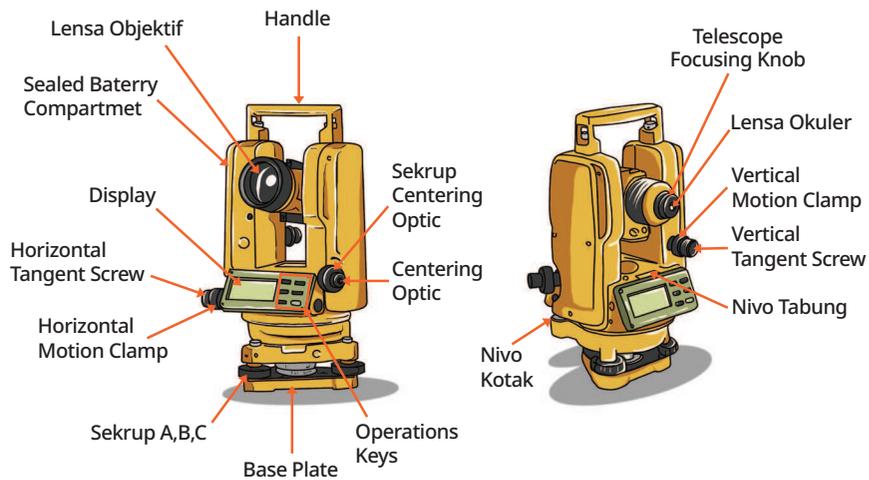
No.	Bagian <i>Waterpass</i>	Fungsi
1.	Pelat dasar	Sebagai dudukan <i>waterpass</i> dan penghubung antara <i>waterpass</i> dengan statif.
2.	Sekrup pendatar (<i>leveling</i>)	Mengatur kedataran alat dengan mengacu pada posisi gelembung nivo tepat berada di tengah.
3.	Lingkar horizontal	Mengatur sudut datar yang dibentuk antara titik amat dengan titik yang diamati.
4.	Sekrup penggerak halus horizontal	Memutar alat ke arah horizontal secara halus.
5.	Nivo kotak	Mengetahui kedataran alat sebelum digunakan untuk pengukuran.
6.	Cermin nivo	Memantulkan bayangan nivo atau mempermudah melihat posisi gelembung nivo.
7.	Sekrup fokus objek	Memperjelas objek yang dibidik.
8.	Sekrup pengatur benang silang	Memperjelas benang silang.
9.	Pelindung lensa objektif	Melindungi lensa objektif dari pancaran sinar matahari langsung.
10.	Lensa objektif	Menangkap objek.
11.	Lensa okuler	Melihat objek yang ada di depan mata pembidik.

3. Alat Ukur Sipat Ruang (*Theodolite*)

Theodolite adalah alat yang digunakan untuk mengukur sudut vertikal dan horizontal. Seperti halnya *waterpass*, *theodolite* juga dapat digunakan untuk mengukur jarak secara optis.

Alat ukur tanah *theodolite* sering kali digunakan pada pengamatan matahari, pemetaan situasi, ataupun pengukuran poligon. *Theodolite* juga dapat digunakan sebagai alat penyipat datar jika sudut vertikalnya dibuat menjadi 90°.





Gambar 4.5 Theodolite

Tabel 4.2 Bagian-Bagian *Theodolite* dan Fungsinya

No.	Bagian <i>Theodolite</i>	Fungsi
1.	<i>Handle</i>	Sebagai pegangan ketika mengangkat <i>theodolite</i> dari kotak alat.
2.	<i>Sealed battery compartmet</i>	Penutup tempat baterai yang berguna untuk menyalakan LCD pembacaan.
3.	<i>Operating keys</i>	Tombol-tombol yang digunakan untuk memberikan perintah di layar dan memperlihatkan data-data kemiringan, data sudut, mengatur sudut 0°, dan sebagainya.
4.	<i>Display</i>	Layar yang memperlihatkan data-data yang sudah diatur dengan <i>operating keys</i> .
5.	<i>Centering optic (optical plummet telescope)</i>	Mengetahui apakah alat sudah tepat berada di atas patok atau belum.
6.	Sekrup <i>centering optic</i>	Memperjelas patok/paku yang ditangkap oleh <i>optical plummet telescope</i> .
7.	<i>Horizontal motion clamp</i>	Komponen yang digunakan untuk mengunci gerakan <i>theodolite</i> secara horizontal.
8.	<i>Horizontal tangent screw</i>	Komponen dari <i>horizontal motion clamp</i> yang digunakan untuk menggerakkan <i>theodolite</i> secara halus ke arah horizontal.



No.	Bagian <i>Theodolite</i>	Fungsi
9.	<i>Vertical motion clamp</i>	Komponen yang digunakan untuk mengunci gerakan <i>theodolite</i> secara vertikal.
10.	<i>Vertical tangent screw</i>	Komponen dari <i>vertical motion clamp</i> yang digunakan untuk menggerakkan <i>theodolite</i> secara halus ke arah vertikal.
11.	Nivo kotak	Nivo berisi udara dan air yang berbentuk lingkaran dan digunakan untuk mengecek kedataran di sumbu I vertikal.
12.	Nivo tabung	Nivo bermuatan udara dan air yang berbentuk tabung dan digunakan untuk mengecek kedataran pada sumbu II horizontal, di mana sumbu I vertikal dan sumbu II horizontal harus tegak lurus.
13.	Sekrup A, B, C (pendatar)	Mengatur nivo tabung atau nivo kotak agar sumbu I vertikal.
14.	<i>Base plate</i>	Dudukan <i>theodolite</i> dan penghubung antara <i>theodolite</i> dengan statif.

4. Total Station (TS)

a. Pengertian *Total Station* (TS)

Total station (TS) merupakan alat yang digunakan dalam pekerjaan pemetaan dan konstruksi bangunan. Alat ini bentuknya hampir sama seperti *theodolite*. *Total station* adalah alat pengukur jarak dan sudut (sudut horizontal dan sudut vertikal) secara otomatis yang dilengkapi dengan chip memori sehingga data pengukuran dapat disimpan untuk kemudian diunduh dan dilengkapi prosesor untuk mengolah data secara komputasi.

Total station merupakan semacam *theodolite* yang terintegrasi dengan komponen pengukur jarak elektronik (*Electronic Distance Meter* (EDM)) untuk membaca jarak dan kemiringan dari instrumen ke titik tertentu. *Total station* sudah tidak menggunakan rambu ukur lagi dalam membaca benang, tetapi sudah menggunakan reflektor yang dijadikan target bidikan lensa *total station*.



Total station biasanya digunakan oleh beberapa *land surveyors* dan pakar teknik sipil untuk melakukan survei penskalaan tempat, topografi, konstruksi, rencana pertambangan, atau hal lainnya seperti jalan raya, rumah, bangunan, batasan tanah, dan lain sebagainya.

b. Fungsi *Total Station* (TS)

Total station digunakan dalam pekerjaan pengukuran dan penghimpunan data, antara lain:

1) Pengukuran sudut

Dengan menggunakan alat *total station*, kita dapat melakukan pengukuran sudut dengan teknik *elektro-optikal scanning* melalui piringan atau silinder kaca yang mempunyai petunjuk rasio yang sangat presisi. Sebuah *total station* dengan fitur terkini dapat melakukan pengukuran pojok dengan nilai ketelitian sampai 0,5 *arc-second*, sedangkan jenis *total station* biasa hanya mampu melakukan pengukuran pojok hingga nilai 5 atau 10 *arc-second*.

2) Pengukuran jarak

Total station digunakan untuk melakukan pengukuran jarak. Pengukuran jarak oleh *total station* ini memanfaatkan teknologi sinyal inframerah yang termodulasi. Sinyal ini dikeluarkan oleh elemen pemancar kecil yang ada dalam instrumen optik, lalu akan direfleksikan kembali oleh prisma reflektor atau objek yang ada di titik target atau patok yang akan diukur jaraknya.

Pola yang terdapat pada gelombang sinyal yang dipantulkan akan dibaca oleh komputer yang ada pada *total station*. Hasil pengukuran jarak dapat diprediksi setelah beberapa kali pemancaran dan penerimaan frekuensi inframerah, kemudian baru mulai dapat dihitung jumlah bulat dari panjang gelombang ke sasaran pada setiap frekuensinya.



3) Pengukuran koordinat

Sebuah titik koordinat tidak dikenal yang tersambung dengan koordinat jelas dapat diprediksi letak koordinatnya menggunakan instrumen *total station* sepanjang satu garis lempeng pandangan dapat menyambungkan kedua titik tersebut.

Sudut dan jarak dapat diukur dari titik *total station* ke titik bidik atau patok, sedangkan titik koordinat (titik X, Y, Z) dapat diketahui menggunakan rumus penghitungan trigonometri dan triangulasi di titik bidik atau patok. Untuk permasalahan ini, beberapa *station* sudah dilengkapi dengan peranti yang menerima *Global Navigation Satellite System* (GNSS) sehingga titik koordinat dapat dengan mudah ditemukan dengan bantuan GPS.

4) Pengumpulan dan pemrosesan data

Beberapa model *total station* sudah dilengkapi fitur penyimpanan data elektronik secara internal untuk menulis data-data hasil pengukuran, sedangkan untuk model lainnya masih harus menggunakan pencatat atau penyimpanan data eksternal.

Setelah data tersebut ditransfer ke komputer, *software* khusus pada komputer akan secara otomatis menerjemahkan hasil dan mendeskripsikan peta dari tempat yang sudah disurvei.

c. Keuntungan dan Kelemahan *Total Station*

Keuntungan *total station*, antara lain:

- Mengurangi kesalahan (dari manusia), seperti kesalahan pembacaan dan kesalahan pencatatan data
- Aksesibilitas ke sistem berbasis komputer.
- Mempercepat proses
- Memberikan kemudahan (ringkas)



Kelemahan menggunakan *total station*, antara lain:

- Biayanya lebih mahal daripada alat konvensional biasa.
- Adanya ketergantungan terhadap sumber tegangan.
- Ketergantungan akan kemampuan sumber daya manusia yang ada.

d. Bagian-Bagian *Total Station*



Gambar 4.6 Bagian-Bagian *Total Station*

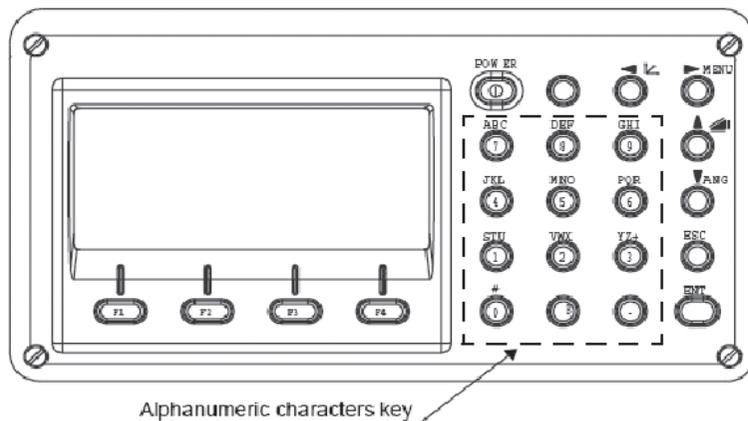
Sumber: Winarko (2022)





Gambar 4.7 Prisma Reflektor

Sumber: Winarko (2022)



Gambar 4.8 Tampilan Layar Total Station

Sumber: Ahmad Sidig/www.academia.edu

Tabel 4.3 Tombol Layar Total Station beserta Fungsinya

Tombol	Pengertian	Fungsi
★	Star Key	Pengaturan: 1. Derajat kehitaman layar (kontras) 2. Pencahayaan garis bidik (<i>recticle illumination</i>) 3. Lampu latar pada layar 4. Koreksi kemiringan (<i>tilt correction</i>) 5. Konstanta prisma, koreksi atmosfer, temperatur dan tekanan udara, serta mengukur intensitas inframerah pada EDM.



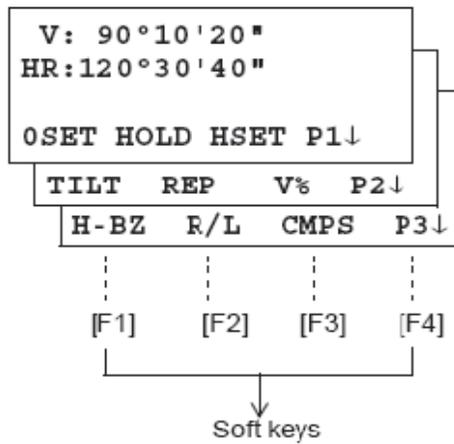
Tombol	Pengertian	Fungsi
	Tombol mode koordinat	Mode pengukuran koordinat
	Tombol mode jarak	Mode pengukuran jarak
ANG	Tombol mode sudut	Mode pengukuran sudut
POWER	Tombol Power	Penyalaaan instrumen (On/Off)
MENU	Tombol menu	Pemilihan mode pengukuran dan mode normal
ESC	Tombol keluar (<i>Escape</i>)	Kembali ke menu sebelumnya
ENT	Tombol konfirmasi (<i>Enter</i>)	Konfirmasi hasil pengetikan atribut atau perekaman data ukuran
F1-F4	Tombol fungsi (<i>Softkey</i>)	Akses fungsi tampilan pada layar

Tabel 4.4 Tampilan Huruf Atau Simbol

Tampilan	Pengertian
V	Sudut vertikal
HR	Sudut horizontal kanan
HL	Sudut horizontal kiri
HD	Jarak mendatar
VD	Beda tinggi terhadap instrumen
SD	Jarak miring
N	Unsur koordinat N
E	Unsur koordinat E
Z	Unsur koordinat Z
*	EDM aktif
m	Satuan meter
f	Satuan feet/inchi



e. Mode Tampilan Pengukuran Sudut



Gambar 4.9 Mode Tampilan Pengukuran Sudut

Sumber: Ahmad Sidig/www.academia.edu

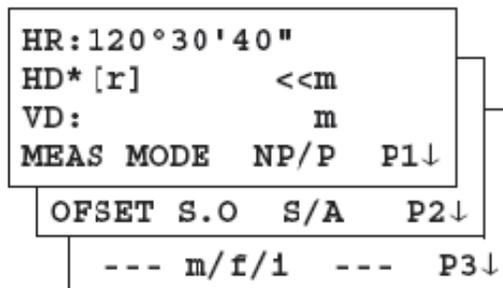
Tabel 4.5 Tombol-Tombol Mode Tampilan Pengukuran Sudut

Halaman	Tombol	Tampilan	Fungsi
1	F1	OSET	Pengaturan bacaan sudut horizontal 00°00'00"
	F2	HOLD	Kunci bacaan horizontal
	F3	HSET	Pengaturan nilai bacaan sudut horizontal
	F4	P1↓	Akses halaman kedua
2	F1	TILT	Pengaturan koreksi kemiringan sumbu instrumen
	F2	REP	Mode pengulangan bacaan sudut
	F3	V%	Mode pengukuran persen kemiringan (%)
	F4	P2↓	Akses halaman ketiga
3	F1	H-BZ	Pengingat berupa bunyi setiap bacaan sudut horizontal kelipatan 90°00'00"
	F2	R/L	Pengaturan bacaan sudut horizontal kanan atau kiri



Halaman	Tombol	Tampilan	Fungsi
3	F3	CMPS	Aktivasi bacaan sudut metode kompas 00°00'00" sampai 90°00'00" (atas) atau -90°00'00" (bawah)
	F4	P3↓	Kembali ke halaman pertama

f. Mode Pengukuran Jarak



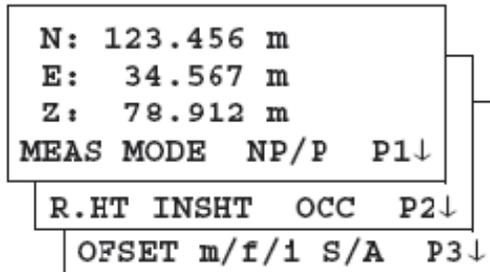
Gambar 4.10 Mode Tampilan Pengukuran Jarak
Sumber: Ahmad Sidig/www.academia.edu

Tabel 4.6 Tombol-Tombol Mode Tampilan Pengukuran Jarak

Halaman	Tombol	Tampilan	Fungsi
1	F1	MEAS	Memulai mengukur jarak
	F2	MODE	Pengaturan mode pengukuran jarak <i>Fine/Coarse/Tracking</i>
	F3	S/A	Pengukuran intensitas inframerah pada EDM
	F4	P1	Akses halaman kedua
2	F1	OFFSET	Pengukuran OFFSET
	F2	S.O	Pengukuran untuk keperluan pematokan (<i>Stake Out</i>) jarak
	F3	m/f/i	Pengubah satuan (meter, feet, dan inchi)
	F4	P2	Kembali ke halaman pertama



g. Mode Pengukuran Koordinat



Gambar 4.11 Mode Tampilan Pengukuran Koordinat
Sumber: Ahmad Sidig/www.academia.edu

Tabel 4.7 Tombol-Tombol Mode Tampilan Pengukuran Koordinat

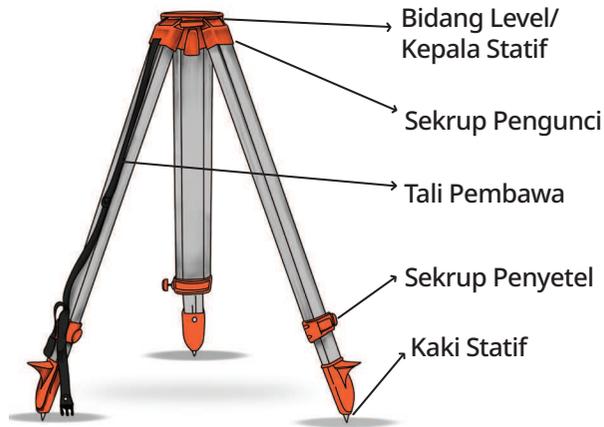
Halaman	Tombol	Tampilan	Fungsi
1	F1	MEAS	Memulai pengukuran koordinat
	F2	MODE	Pengaturan mode pengukuran jarak <i>Fine/Coarse/Tracking</i>
	F3	S/A	Pengukuran intensitas inframerah pada EDM
	F4	P1↓	Akses halaman kedua
2	F1	R.HT	Memasukkan nilai tinggi reflektor di atas patok
	F2	INSHT	Memasukkan nilai tinggi instrumen di atas patok
	F3	OCC	Memasukkan koordinat posisi instrumen
	F4	P2	Akses halaman ketiga
3	F1	OFFSET	Pengukuran OFFSET
	F2	m/f/i	Pengubah satuan (meter, feet, dan inchi)
	F3	P3	Kembali ke halaman pertama



5. Alat Penunjang

a. Tripod/statif/kaki tiga

Statif merupakan alat penunjang utama yang memiliki 3 kaki sama panjang dan dapat diatur ketinggian alatnya. Statif digunakan sebagai tempat dudukan alat serta untuk menstabilkan alat, misalnya *theodolite* dan *waterpass*.



Gambar 4.12 Statif/Tripod



Aktivitas 4.2

Secara berkelompok, coba kalian berlatih mendirikan tripod/statif dengan posisi datar dan tepat di atas patok atau tanda titik acuan!

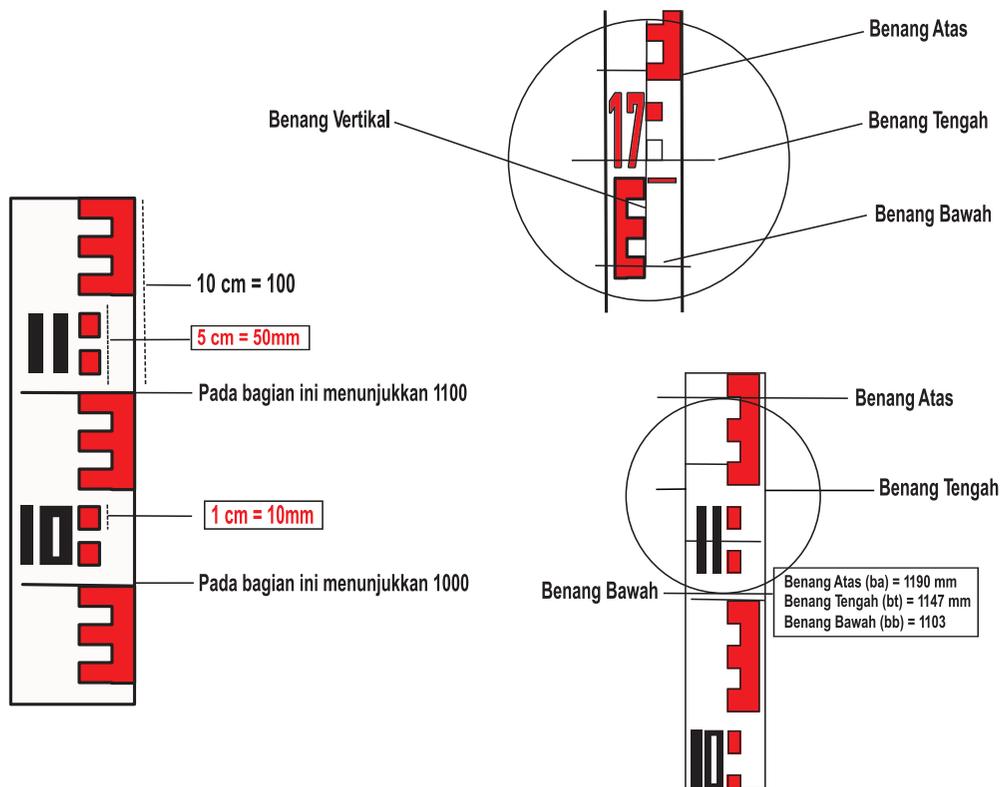
b. Rambu ukur/bak ukur

Rambu ukur/bak ukur merupakan alat semacam mistar yang panjangnya 3-5 meter dan dapat diatur panjang pendeknya dengan cara ditarik atau ditekan ke atas atau ke bawah. Alat ini terbuat dari kayu atau bahan aluminium yang digunakan sebagai objek oleh pesawat sipat datar untuk mendapatkan data-data bacaan benang.



Pembacaan rambu ukur/bak ukur:

Pada saat pembacaan, rambu yang ditangkap lensa objektif melalui lensa okuler adalah garis-garis horizontal dan vertikal yang biasa disebut dengan *benang*. Adapun benang-benang tersebut, antara lain benang bawah (*bb*), benang atas (*ba*), benang tengah (*bt*), serta benang vertikal.



Gambar 4.13 Benang-benang yang terlihat saat meneropong.

Satuan yang digunakan pada pembacaan rambu ukur, yaitu satuan mm dengan 4 digit angka. Pada pembacaan rambu ukur yang pertama kali dilihat adalah angka dengan ukuran paling besar, kemudian ditambahkan dengan digit selanjutnya.

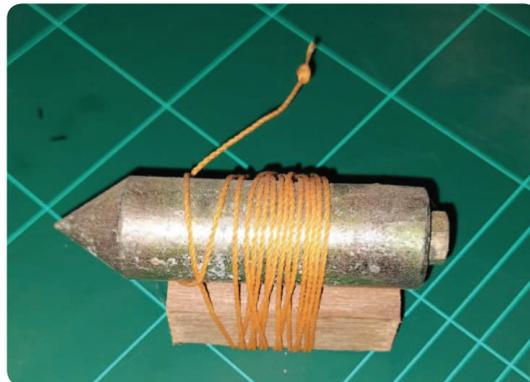


Koreksi bacaan: $bt = \frac{(ba + bb)}{2}$ atau $2bt = (ba + bb)$

$$\text{Jarak } (d) = (ba - bb) \times 100$$

c. Unting-unting

Alat ini berupa bandul yang terbuat dari kuningan atau besi dan berbentuk kerucut dengan ujung bawah lancip, serta digantungkan di tengah statif/tripod tegak lurus titik. Unting-unting digunakan sebagai *centering*, yakni menempatkan pesawat sipat datar yang dipasang tepat di atas patok/titik yang sudah ditentukan dan diukur, serta dapat digunakan sebagai sasaran bidikan pada pengukuran sudut.



Gambar 4.14 Unting-Unting

Sumber: Winarko (2022)

d. Yalon/Jalon

Yalon adalah tongkat dengan ujung runcing yang digunakan sebagai penanda titik yang akan ditembak sudutnya. Yalon merupakan alat bantu *theodolite* untuk pelurusan saat mengukur di lapangan.





Gambar 4.15 Yalon/Jalon



Aktivitas 4.3

Secara berkelompok, buatlah garis lurus menggunakan yalon/jalon!

C. Prosedur Pengoperasian Alat Ukur Tanah

1. Prosedur Pengoperasian Rol Meter/Pita ukur

Cara menggunakan alat ini cukup mudah, yaitu dengan merentangkan meteran dari ujung satu ke ujung lainnya dari objek yang diukur. Namun demikian, hal-hal yang perlu diperhatikan saat mengoperasikannya, antara lain:

- 1) Pengukuran dilakukan oleh 2 orang.
- 2) Orang pertama memegang ujung awal dan memposisikan angka nol meteran di titik tersebut.
- 3) Orang kedua memegang meteran sembari menariknya selurus mungkin menuju ke titik pengukuran selanjutnya. Setelah itu, bacalah angka meteran dengan tepat pada titik tersebut.

2. Prosedur Pengoperasian Kompas

Prosedur pengoperasian alat ini dibedakan menjadi dua sesuai dengan jenis kompasnya, yaitu:



a. Kompas tangan

Prosedur pengoperasian kompas tangan sebagai berikut.

- 1) Sesuai dengan jenisnya, kompas ini cukup dipegang menggunakan tangan di atas titik pengamatan.
- 2) Posisi alat ini harus mendatar agar jarum pada kompas mampu bergerak secara bebas. Jika kompas ini dilengkapi dengan nivo, maka posisi gelembung nivo harus berada di tengah (indikator kedataran alat).
- 3) Selanjutnya, bacalah angka skala lingkaran yang mengarah ke titik atau arah yang dimaksudkan.

b. Kompas statif

Prosedur pengoperasian kompas statif sebagai berikut.

- 1) Sesuai dengan jenisnya, kompas ini menggunakan alat pelengkap statif. Kompas diletakkan di atas statif tepat pada titik awal atau pengamatan.
- 2) Seperti halnya kompas tangan, posisi alat ini harus dalam kondisi mendatar agar jarum pada kompas dapat digerakkan secara bebas. Jika dilengkapi dengan nivo, maka atur gelembung nivo tepat di tengah.
- 3) Selanjutnya, arahkan bidikan/visir ke titik yang dituju, lalu bacalah angka skala lingkarannya.



Aktivitas 4.4

Ayo, bentuklah kelompok bersama teman sekelas kalian. Kalian akan berlatih menggunakan alat ukur tanah, yaitu “pita ukur/rol meter” dan “kompas”.

Ikuti langkah-langkah berikut ini.

- Siapkan pita ukur/rol meter dan kompas.
- Buatlah sketsa denah kelas kalian.
- Ukurlah berapa panjang dan lebar ruangan kelas.
- Menghadap ke arah manakah kelas kalian menurut arah mata angin? Jelaskan.



3. Prosedur Pengoperasian *Hand Level*

Prosedur pengoperasian *hand level* sebagai berikut.

- 1) Alat dipegang, kemudian letakkan lubang bidikan di depan mata dan berdiri di titik awal.
- 2) Ukur tinggi mata kita sebagai tinggi alat.
- 3) Bidikan ke sasaran yang dipasangkan di titik selanjutnya atau titik yang akan dibidik, dan atur gelembung nivo tepat berada di tengah.
- 4) Jika tujuannya untuk menentukan perbedaan tinggi, maka di titik sasaran atau titik yang dibidik dipasangkan rambu ukur agar ketinggian garis bidik di titik tersebut diketahui.

4. Prosedur pengoperasian Alat Ukur Tanah *Waterpass*

Ada 2 persyaratan penggunaan alat ini, antara lain:

- a. Syarat dinamis: sumbu I vertikal
- b. Syarat statis:
 - garis bidik teropong sejajar dengan garis arah nivo;
 - garis arah nivo tegak lurus dengan sumbu I;
 - garis mendatar diafragma tegak lurus dengan sumbu I.



Gambar 4.16 Siswa praktik menggunakan *waterpass*.

Sumber: Winarko (2021)



Proses pengoperasian alat ukur sipat datar (*waterpass*) yaitu sebagai berikut.

- 1) Tentukan titik awal pengukuran sebagai tempat berdirinya alat. Berilah tanda dengan menancapkan paku atau benda lainnya pada titik tersebut.
- 2) Tempatkan statif di atas titik awal pengukuran dengan permukaan yang relatif datar. Buka tali pengunci statif, lalu atur ketinggian statif setinggi dagu pengamat/pembidik menggunakan sekrup penyetel. Pastikan statif berdiri tegak.
- 3) Buka atau renggangkan ketiga kaki statif minimal 60° , lalu tancapkan ujung kaki statif ke dalam tanah supaya kuat dan kokoh.
- 4) Gantungkan benang unting-unting pada kawat yang ada di bawah sekrup pengunci pesawat ke statif. Atur hingga tepat berada di atas titik awal pengukuran atau paku sebagai indikator kedataran statif.
- 5) Letakkan *waterpass* pada statif, kemudian kunci dengan sekrup pengunci pesawat ke statif.
- 6) Atur kedataran *waterpass* dengan memutar sekrup pendatar/sekrup ABC ke dalam maupun ke luar, hingga posisi gelembung udara yang ada pada nivo tepat berada di tengah.
- 7) Selanjutnya, putar *waterpass* ke segala arah untuk memastikan gelembung udara tetap berada di tengah. Sekrup AB sejajar dengan teropong dan diputar secara bersamaan ke arah yang sama, sedangkan sekrup C diputar sendiri ke dalam atau ke luar.
- 8) Arahkan visir ke objek atau rambu ukur yang ingin kita baca. Atur fokus benang diafragma dan objek agar terlihat jelas, lalu posisikan benang diafragma pada objek/rambu ukur.
- 9) Periksa kembali posisi gelembung nivo. Jika masih tepat berada di tengah serta semua persyaratan dinamis dan statis sudah terpenuhi, maka siap untuk melakukan pembacaan. Perlu diingat bahwa setiap melakukan pembacaan, nivo harus selalu diperhatikan agar gelembung nivo tepat berada di tengah.
- 10) Pembacaan hasil bidikan.



Cara membaca hasil bidikan:

- Pembacaan rambu atau benang ukur bacaan yang sesuai dengan benang stadia bawah dikenal dengan sebutan **Bacaan Bawah (BB)**, bacaan yang sesuai dengan benang stadia atas dikenal dengan sebutan **Bacaan Atas (BA)**. Sementara itu, bacaan yang sesuai dengan benang diafragma dikenal dengan sebutan **Bacaan Tengah (BT)**. Oleh karena jarak di antara benang diafragma mendatar ke benang stadia bawah dan stadia atas sama, maka:

$$BA - BT = BT - BB \text{ atau}$$

$$BT = \frac{1}{2} (BA - BB)$$

Bacaan Benang Bawah (BB) dan Benang Atas (BA) digunakan pada penetapan jarak antara tempat rambu ukur yang dibidik dengan tempat berdirinya alat. Sementara itu, Bacaan Benang Tengah (BT) digunakan pada penetapan perbedaan tinggi antara tempat rambu ukur yang dibidik dengan tempat berdirinya alat.

- Pembacaan sudut
Waterpass sering disertai dengan lingkaran mendatar berskala agar dapat digunakan untuk mengukur sudut horizontal atau mendatar. Satuan untuk sudut adalah derajat dan grid.



Aktivitas 4.5

Secara berkelompok, pasanglah *waterpass (auto level)* pada tripod yang sudah benar posisinya pada **Aktivitas 4.2**. Selanjutnya, bidiklah rambu ukur dan bacalah benang yang ada (benang atas, benang tengah, dan benang bawah).



5. Prosedur Pengoperasian *Theodolite*



Gambar 4.17 Siswa praktik menggunakan *theodolite*.

Sumber: Winarko (2021)

Prosedur pengoperasian *theodolite* sebagai berikut.

- 1) Tempatkan statif di atas titik awal pengukuran dengan permukaan yang relatif datar. Pastikan statif berdiri tegak setinggi dagu pengamat/pembidik.
- 2) Letakkan *theodolite* pada statif, kemudian kunci dengan pengunci yang terpasang pada statif.
- 3) Pastikan *theodolite* sudah tepat berada di atas titik awal pengukuran dengan menggunakan unting-unting untuk *theodolite* manual. Jika menggunakan *theodolite* digital, lakukan *centering* dengan mengatur lingkaran *centering* tepat di titik ukur/paku.
- 4) Pastikan kedataran *theodolite* dengan mengatur sekrup pendatar/sekrup ABC hingga posisi gelembung udara yang ada di nivo kotak tepat berada di tengah. Pastikan juga gelembung udara pada nivo tabung tegak lurus dengan gelembung udara pada nivo kotak. Sekrup AB diputar secara bersamaan ke arah yang sama, sedangkan sekrup C diputar ke dalam atau ke luar.



- 5) Mengatur zenith 90° , dengan cara:
 - Gerakkan teropong ke bawah dan ke atas sampai memperlihatkan zenith 90° atau mendekati.
 - Kencangkan sekrup pengunci vertikal dan putar sekrup penggerak halus vertikal untuk memposisikan zenith 90° .
- 6) Mengatur azimuth utara 0° , dengan cara:
 - Atur sudut horizontal 0° dengan mengendurkan sekrup kunci arah horizontal.
 - Putar piringan pembacaan skala sudut horizontal hingga bacaan pada *loop* sudut horizontal mendekati 0° , kemudian kencangkan sekrup pengunci horizontal atas dan putar sekrup penggerak halus horizontal atas hingga sudut horizontal tepat pada 0° .
 - Tetapkan arah utara dengan cara mengendurkan sekrup pengunci horizontal bawah. Putar alat hingga jarum kompas tepat di tengah garis indeks kompas atau mendekati, lalu kencangkan. Selanjutnya, putar sekrup penggerak halus horizontal bawah hingga jarum kompas tepat di tengah garis indeks kompas.
- 7) *Theodolite* siap digunakan.
- 8) Pembacaan hasil pembidikan yaitu bacaan rambu ukur dan bacaan sudut. Sudut yang dibaca bukan hanya sudut horizontal saja, tetapi juga sudut vertikal.

D. Teknik Perawatan Alat Ukur Tanah

Perawatan alat merupakan aktivitas yang tak kalah penting dari proses pembuatan, perbaikan, dan penggunaan alat. Manfaat dari kegiatan ini, antara lain untuk memperpanjang usia dari alat tersebut, menghindari terjadinya kerusakan pada alat, serta agar alat tetap memberikan hasil yang terbaik.

Alat ukur tanah secara umum didefinisikan sebagai alat-alat optis yang rentan pada benturan, jamur, dan air. Agar alat ukur tanah tetap dalam kondisi layak pakai, maka diperlukan pengamanan dan pemeliharaan.



liharaan secara berkala, baik saat di perjalanan, selama pemakaian, setelah pemakaian, maupun selama penyimpanan.

1. Perawatan Rol Meter/Pita Ukur

Kerusakan yang mungkin terjadi pada rol meter/pita ukur:

- Skala angka sudah tidak tampak jelas atau terhapus.
- Ujung awal meteran terputus sehingga angka 0 tidak terlihat lagi.
- Pemutar rol macet atau tidak berfungsi.

Teknik perawatan:

- Menggulung rol meter serapi mungkin, tidak ada yang terlipat.
- Mengoleskan minyak ke alat pemutar rol agar tidak macet.
- Simpan di tempat yang terlindungi dari air.
- Tidak menarik rol meter terlalu kuat agar tidak putus.

2. Perawatan Kompas

Kerusakan yang mungkin terjadi pada kompas:

- Jarum magnet sudah tidak bergerak bebas pada porosnya.
- Skala angka terhapus atau tidak terlihat jelas.

Teknik perawatan:

- Rutin membersihkan dan memeriksa kompas.
- Simpan di tempat yang aman.

3. Perawatan *Hand Level*

Kerusakan yang mungkin terjadi pada *hand level*:

- Kaca yang terdapat benang silang rusak atau pecah.
- Nivo rusak sehingga gelembung tidak terlihat.

Teknik perawatan:

- Rutin membersihkan dan memeriksa alat.
- Letakkan pada kotak alat.



4. Perawatan Alat Ukur Tanah (*Waterpass*)

Kerusakan yang mungkin terjadi pada *waterpass*:

- Sekrup sudah tidak berfungsi atau rusak.
- Benang diafragma sudah tidak terlihat jelas.
- Garis bidik tidak sejajar dengan nivo.
- Nivo rusak sehingga gelembungnya tidak terlihat.
- Sumbu I tidak tegak.
- Teropong tidak dapat diputar.
- Lensa teropong rusak atau berjamur.
- Bacaan sudut tidak terlihat jelas.

Teknik perawatan:

- Rutin membersihkan dan memeriksa alat.
- Letakkan pada kotak alat.
- Simpan di tempat yang kering.
- Saat melakukan pengukuran, gunakan payung untuk melindungi alat dari hujan dan panas.
- Oleskan minyak pada sekrup-sekrupnya.

5. Perawatan *Theodolite* dan *Total Station*

Kerusakan yang mungkin terjadi pada *theodolite* dan *total station*:

- Sumbu I tidak tegak.
- Sumbu II tidak mendatar.
- Benang diafragma sudah tidak terlihat jelas.
- Lensa teropong rusak.
- Nivo rusak sehingga gelembungnya tidak terlihat.
- Teropong tidak dapat diputar.
- Bacaan sudut vertikal dan horizontal tidak tampak jelas.
- Pada *theodolite* digital terdapat *display* dan tombol-tombol yang bisa saja rusak.

Teknik perawatan:

- Rutin membersihkan dan memeriksa alat.
- Letakkan pada kotak alat.
- Simpan di tempat yang kering.



- Saat melakukan pengukuran, gunakan payung untuk melindungi alat dari hujan dan panas.
- Oleskan minyak pada sekrup-sekrupnya.



Aktivitas 4.6

Secara mandiri dan jujur, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!

1. Jelaskan cara melakukan perawatan pada pita ukur!
2. Jelaskan cara melakukan perawatan pada *waterpass (auto level)*!
3. Jelaskan bagaimana cara melindungi lensa pada alat ukur optik!

Kerjakan latihan aktivitas ini di buku tugas kalian!

E. Pekerjaan Pengukuran Tanah dan Pengecekan Data Hasil Pengukuran

Alat yang digunakan dalam pengukuran ini yaitu alat ukur tanah *waterpass*.

1. Penentuan Beda Tinggi

Beda tinggi merupakan perbedaan vertikal antara jarak dari bidang referensi atau dua titik yang sudah ditentukan ke sebuah titik tertentu sepanjang garis vertikal.

Ada beberapa teknik pengukuran beda tinggi, antara lain:

a. Alat ukur (pesawat) didirikan pada salah satu titik

Sebagai contoh, kita ingin mengukur perbedaan ketinggian antara dua titik “A” dan “B”. Langkah-langkahnya sebagai berikut.

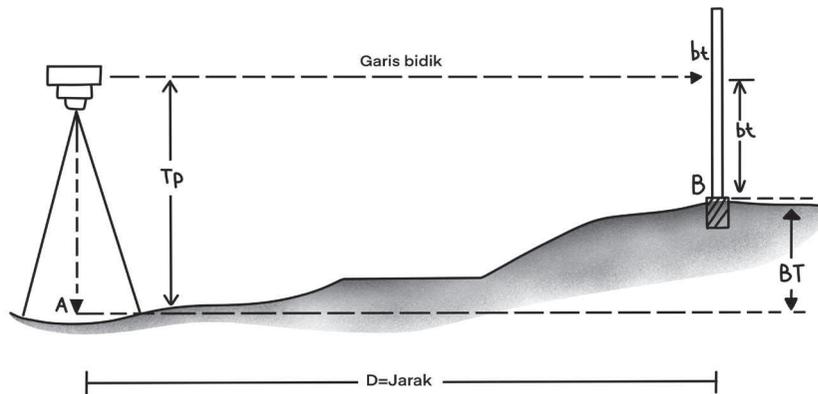
- Tempatkan alat ukur (pesawat) di atas titik A.
- Ukur tinggi pesawat dari permukaan tanah sampai lensa pesawat (Tp).
- Dirikan rambu ukur pada titik B, kemudian lakukan pembacaan benang tengahnya (bt).



Setelah ketiga langkah sudah dilakukan dengan baik, maka diperoleh:

Beda Tinggi (BT) antara titik A dan B = tinggi pesawat – benang tengah

$$BT = (T_p - bt)$$



Gambar 4.18 Pesawat didirikan pada salah satu titik.

b. Alat ukur (pesawat) didirikan di antara dua titik

Sebagai contoh, kita ingin mengukur perbedaan ketinggian antara dua titik "A" dan "B". Langkah-langkahnya sebagai berikut.

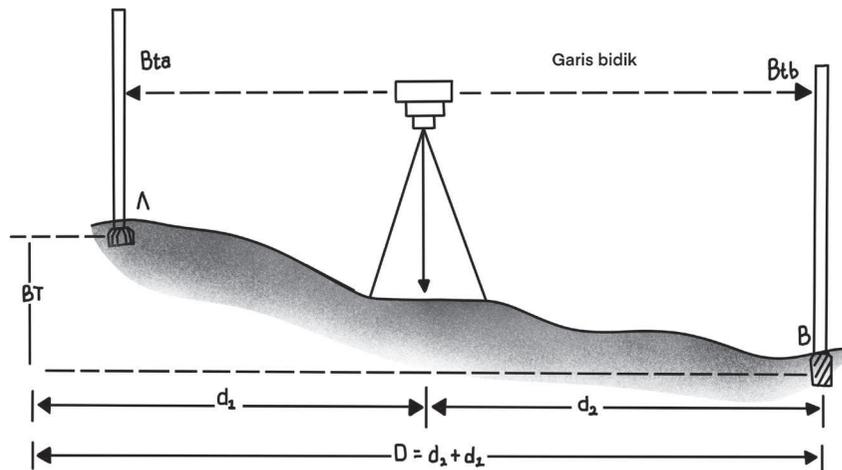
- Tempatkan alat ukur (pesawat) di antara dua titik (titik B dan A).
- Dirikan rambu di titik B dan A.
- Bacalah benang tengahnya, tiap benang tengah pada bacaan muka dan belakang.

Dengan demikian, diperoleh:

Beda tinggi (BT) di antara titik B dan A = bacaan benang tengah belakang – bacaan benang tengah muka.

$$BT = (b_{ta} - b_{tb})$$





Gambar 4.19 Pesawat didirikan di antara dua titik.

c. Alat ukur (pesawat) didirikan di luar titik A dan titik B

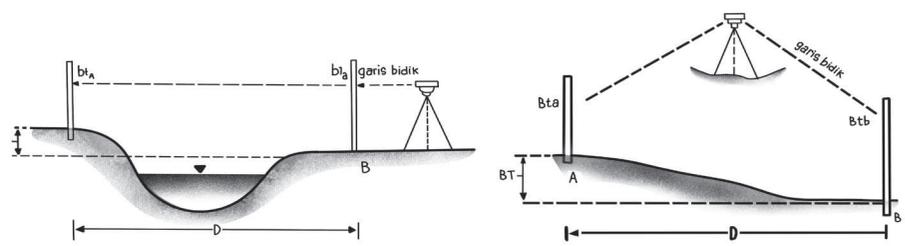
Sebagai contoh, kita ingin mengukur perbedaan ketinggian antara dua titik “A” dan “B”. Langkah-langkahnya sebagai berikut.

- Tempatkan alat ukur (pesawat) di luar titik B dan A.
- Dirikan rambu di atas titik B dan A.
- Baca benang tengahnya, tiap benang tengah di titik B dan A.

Dengan demikian, diperoleh:

BT di antara dua titik A dan B = bacaan benang tengah di titik A – bacaan benang tengah di titik B.

$$BT = (bt_A - bt_B)$$



Gambar 4.20 Pesawat didirikan di luar titik A dan titik B.



Kebenaran data hasil pembacaan rambu ukur di lapangan dapat diperiksa dengan menggunakan persamaan berikut.

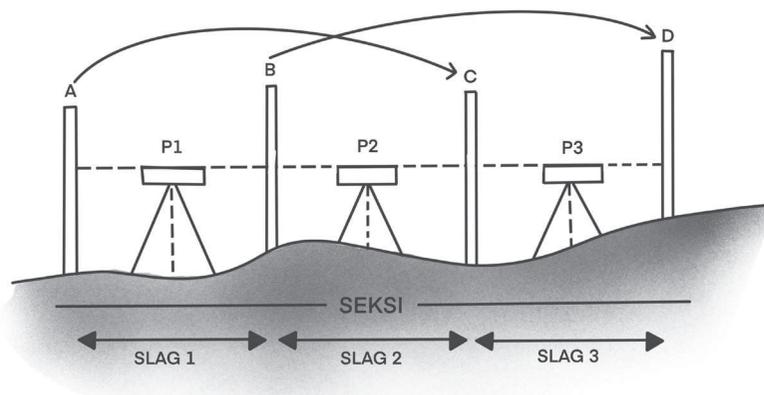
$$2 \times \text{benang tengah (bt)} = \text{benang atas (ba)} + \text{benang bawah (bb)}$$

2. Pengukuran Penyipat Datar Memanjang (*Differential Levelling*)

Pengukuran sipat datar memanjang dilakukan jika jarak antara titik B dan A cukup jauh, serta keadaan lapangan sedemikian rupa hingga garis bidik tidak memotong mistar rambu karena terlalu rendah ataupun tinggi.

Jarak bidik yang ideal $\pm 30 - 40$ meter. Sipat datar memanjang dibagi menjadi dua, yaitu sipat datar memanjang tertutup dan terbuka.

a. Sipat datar memanjang terbuka



Gambar 4.21 Pengukuran sipat datar memanjang terbuka.

Cara Pengukuran dan koreksi:

- Diawali dari slag 1, dirikan rambu ukur di titik A dan B.
- Tempatkan pesawat pertama (P1) di antara titik A dan B (usahakan jarak antara pesawat dengan titik B dan A sama).
 - Baca rambu ukur A (bb , bt , ba). Perhitungkan koreksi menggunakan persamaan: $2 \times bt = (ba + bb)$
 - Baca rambu ukur B (bb , bt , ba). Perhitungkan koreksi menggunakan persamaan: $2 \times bt = (ba + bb)$
 - Koreksi maksimal 2 mm.



- Hitung Beda Tinggi (BT) = bacaan benang tengah belakang – bacaan benang tengah muka.
- Hitung jarak pesawat dengan titik A:
 $dA = (ba A - bb A) \times 100$
- Hitung jarak pesawat dengan titik B:
 $dB = (ba B - bb B) \times 100$
- Hitung jarak AB:
 $AB = dA + dB$
- Hitung tinggi titik B:
 $B = \text{tinggi titik A} \pm \text{beda tinggi titik A-B}$
 $B = A \pm BT_{A-B}$
- Pada slag 2, rambu B menjadi bacaan belakang dan rambu C menjadi bacaan muka. Selanjutnya, lakukan langkah yang sama seperti pada slag pertama.
- Begitu selanjutnya sampai pada slag terakhir yang ingin ditentukan jaraknya, beda tinggi, dan tinggi titiknya.

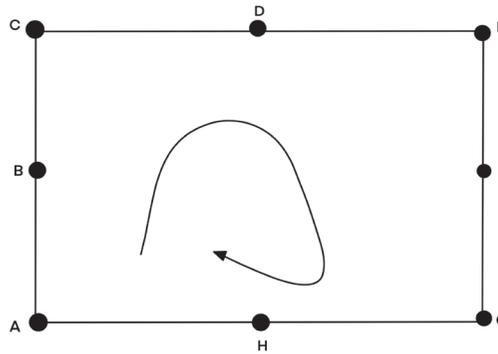
Tabel 4.8 Bentuk tabel pengolahan data hasil pengukuran sipat datar memanjang terbuka.

Slag	Titik	Pembacaan Rambu Ukur		Jarak Titik (d)	Beda Tinggi (BT)		Tinggi Titik
		Belakang	Muka		Naik (+)	Turun (-)	
1	A	ba:					
2		bt:					
		bb:					
	B						
3	C						
	D						
akhir	x						



b. Sipat datar memanjang tertutup

Sipat datar memanjang tertutup adalah sebuah pengukuran sipat datar yang titik akhir dan awalnya merupakan satu titik yang diketahui ketinggiannya. Tinggi titik akhir dan titik awal sama.



Gambar 4.22 Pengukuran sipat datar memanjang tertutup.

Cara pengukuran dan koreksi:

- Hitung Beda Tinggi (BT) tiap slag, baik pengukuran pulang maupun pergi.
- Hitung jarak tiap slag (d) pada pengukuran pergi.
- Hitung beda tinggi rata-rata dan jumlahkan total beda tinggi rata-rata (ΣBT).
- Hitung besaran kesalahan penutup tinggi (fT) = ΣBT .
- Koreksikan fT pada tiap beda tinggi slag sama dengan jarak tiap slag: $kTi = di/\Sigma d.(-fT)$
- Hitung tinggi titik 1, 2 dan 3 dengan perhitungan secara berantai:

$$T1 = TA + BT_{A-1} + kT_{A-1}$$

$$T2 = T1 + BT_{1-2} + kT_{1-2}$$

$$T3 = T2 + BT_{2-3} + kT_{2-3}$$

$$\text{Periksa: } TA = T3 + BT_{3-A} + kT_{3-A}$$

Jika hasil hitungan (pengecekan) TA sama seperti TA data awal, penghitungan dianggap benar.



Tabel 4.9 Bentuk tabel pengolahan data hasil pengukuran sipat datar memanjang tertutup.

Titik	Pengukuran Pergi		Jarak Slag (d)	Pengukuran Pulang		Beda Tinggi (BT)		Beda Tinggi Rata-Rata	Koreksi Beda Tinggi	Tinggi Titik (m)
	Belakang	Muka		Belakang	Muka	Pergi	Pulang			
A										145,540
	ba:									
	bt:									
	bb:									
1										
	ba:									
	bt:									
	bb:									
2										
	ba:									
	bt:									
	bb:									
3										
	ba:								0	
	bt:									
	bb:									
A										145,540



Aktivitas 4.7

Secara berkelompok, berlatihlah melakukan pengukuran menggunakan alat ukur *waterpass (auto level)*!





Refleksi

Bagaimana pencapaian kalian setelah mempelajari materi pada bab “Teknik Dasar Pengukuran Tanah”? Coba kalian uraikan mengenai hal berikut.

1. Apakah kalian sudah memahami maksud dan tujuan dari materi pembelajaran teknik dasar pengukuran tanah?
2. Apakah kalian dapat menggunakan alat ukur sederhana, seperti meteran, rol meter, kompas?
3. Apakah kalian sudah dapat membuat garis lurus menggunakan yalon?
4. Apakah kalian sudah dapat mengukur jarak datar menggunakan *auto level*?
5. Apakah kalian sudah dapat menentukan beda tinggi antartitik menggunakan *auto level*?

Asesmen

Kerjakan latihan ini di buku tugas kalian!



Aspek Pengetahuan

1. Sebutkan nama alat ukur tanah dan cara penggunaannya!
2. Mengapa alat ukur tanah perlu dilakukan perawatan secara berkala? Jelaskan secara singkat beberapa teknik perawatan dari 4 alat ukur tanah!



Aspek Keterampilan

Lakukan pekerjaan pengukuran sipat datar memanjang terbuka menggunakan alat ukur tanah *waterpass* sesuai prosedur. Pengukuran dapat dilakukan di lingkungan sekitar sekolah!



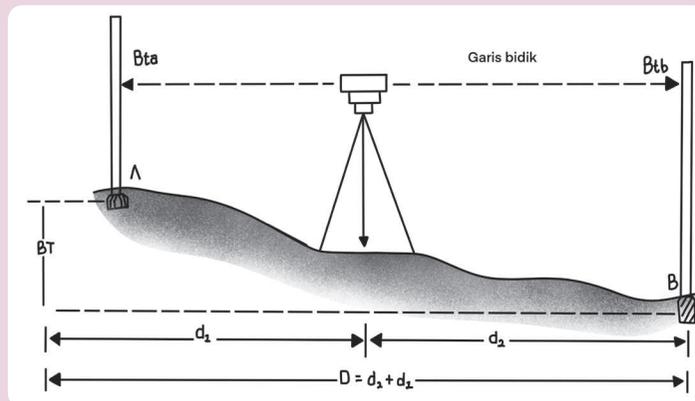


Pengayaan

Data pengukuran dengan *auto level* metode pesawat di antara dua titik sebagai berikut.

Bacaan Benang (Belakang)/P1	Bacaan Benang (Muka)/P2
1,375	1,475
0,875	1,075
0,375	0,675

1. Tentukan:
 - a. Jarak (d) = ... m
 - b. Beda tinggi P1 dengan P2 = ... m
2. Gambarlah grafik jarak dan beda tinggi (gunakan skala jarak dan tinggi, serta digambar pada kertas millimeter)!
3. Buatlah gambar sketsa teknik pengukurannya!



Tabel pengukuran:

- a. Jarak datar

No.	Jarak Datar	Meter
1.	Titik A – Pesawat (d_1)	
2.	Pesawat – Titik B (d_2)	
3.	Jarak Titik A – Titik B (D)	

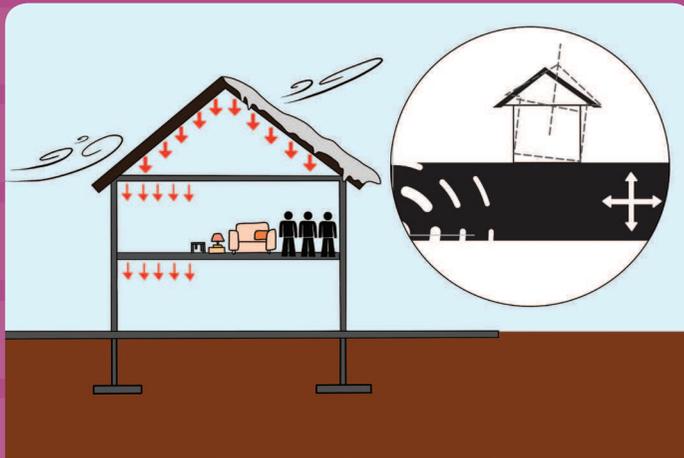


b. Beda tinggi

No.	Beda Tinggi	Meter
1.	Titik A dengan Titik B	



Statika Bangunan



Berdasarkan gambar di atas, sebutkan bagian-bagian struktur pada konstruksi bangunan! Lalu, apa yang akan terjadi jika struktur pada konstruksi bangunan tidak kukuh?



Tujuan Pembelajaran

Melalui berbagai macam teks, informasi dari berbagai sumber, dan aktivitas pembelajaran pada bab ini, diharapkan kalian mampu:

1. Memahami elemen, pembebanan, jenis tumpuan, dan gaya pada struktur bangunan.
2. Melakukan perhitungan gaya batang rangka sederhana.



Peta Konsep



Kata Kunci

Batang Tarik, Batang Tekan, Cremona, Gaya, Kolinear, Konkuren, Nonkonkuren, Pembebanan, Resultan Gaya, Titik Buhul

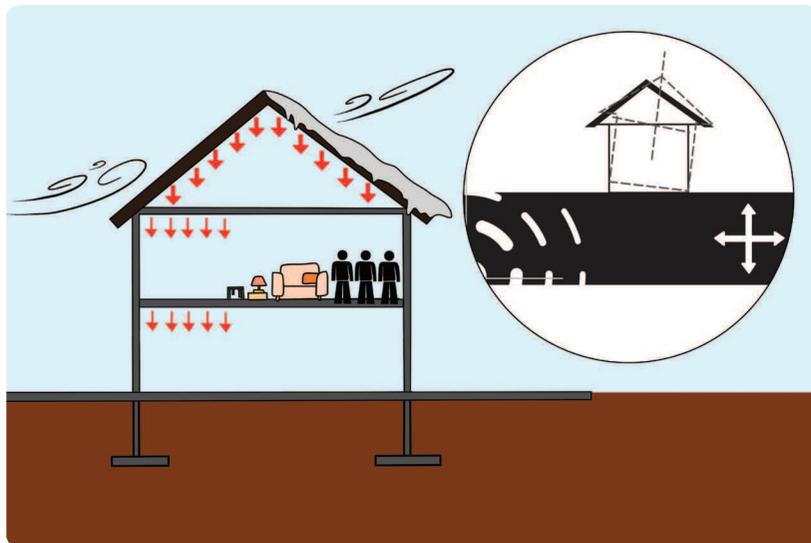


A. Pembebanan pada Struktur Bangunan

Bangunan diibaratkan seperti manusia yang harus siap menerima beban dalam menjalani kehidupan. Jika manusia tidak kuat menerima beban maka akan cepat hancur. Demikian pula sebuah bangunan, jika tidak siap menerima beban yang ada dalam bangunan tersebut maka akan mudah hancur.

Pada saat membangun sebuah gedung atau rumah, kita akan mengenal tentang pembebanan. Tahukah kalian, apa yang dimaksud pembebanan? Pembebanan dalam struktur bangunan adalah hal-hal yang membebani luasan bangunan tersebut. Beban merupakan salah satu faktor penting dalam proses analisis struktur. Beban juga bisa disebut gaya-gaya yang bekerja pada suatu struktur bangunan yang dapat menyebabkan tegangan, deformasi (perubahan bentuk), ataupun perpindahan sehingga menimbulkan masalah pada struktur bangunan. Saat merencanakan dan membuat suatu bangunan, diperlukan struktur yang kuat terhadap semua jenis beban yang bekerja selama bangunan tersebut masih berdiri.

Untuk membantu kalian dalam memahami tentang pembebanan, coba amati gambar di bawah ini!



Gambar 5.1 Beban pada konstruksi bangunan.

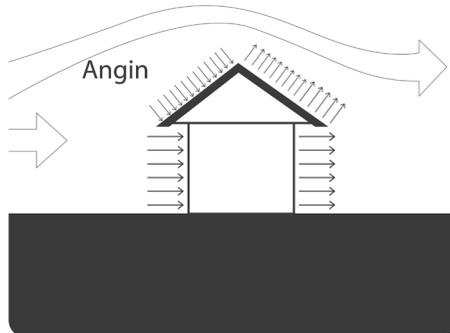


Manusia tinggal di dalam rumah beserta peralatan dan perabotannya, seperti tempat tidur, meja, kursi, lemari, dan lain sebagainya untuk mendukung aktivitas hidupnya, ini merupakan contoh **beban hidup**. Sementara itu, komponen-komponen bangunan, seperti penutup atap (genting) dan dinding juga menjadi beban bagi komponen struktural. Beban-beban tersebut akan diteruskan melalui pelat lantai (jika bangunan bertingkat) kemudian diteruskan ke balok. Selanjutnya, dari balok akan diteruskan ke kolom lalu disalurkan ke fondasi. Fondasi bertugas meneruskan beban dari struktur ke tanah sebagai pemikulnya.

Berdasarkan penjelasan di atas, jenis beban dibagi menjadi 2, yaitu:

- 1) **Beban mati**, merupakan bagian struktur bangunan yang bersifat tetap, termasuk berat bangunan itu sendiri. Contoh lain beban mati adalah atap, kolom, balok, dan pelat lantai.
- 2) **Beban hidup**, merupakan beban berjalan. Contohnya, manusia yang menempati bangunan tersebut beserta perabotan yang digunakan.

Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 5.2 Beban angin dalam struktur bangunan.



Gambar 5.3 Beban gempa dalam struktur bangunan.

Selain beban-beban yang telah disebutkan di atas, terdapat juga beban angin dan beban gempa yang bekerja pada konstruksi bangunan. **Beban angin** disebabkan oleh selisih perbedaan tekanan udara, sedangkan **beban gempa** disebabkan oleh pergerakan tanah. Gempa bumi merupakan fenomena getaran yang dihubungkan dengan



kejutan pada kerak bumi. Kejutan yang berhubungan dengan benturan ini akan menjalar dalam bentuk gelombang. Gelombang inilah yang mengakibatkan permukaan bumi dan bangunan di atasnya bergetar.

Perencanaan bangunan terhadap aspek gempa bangunan di Indonesia sudah diatur dalam SNI 03-1726-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung dan Rumah. Di Indonesia juga sudah mengatur perencanaan pembebanan yang tertuang dalam SNI 1727-2013 terkait beban minimal untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lainnya.

Terdapat satu beban lagi yang bekerja pada konstruksi bangunan, yaitu **beban khusus**. Beban ini terjadi akibat selisih suhu, penurunan fondasi, serta gaya-gaya tambahan dari beban hidup, misalnya gaya sentrifugal dan gaya dinamis dari mesin.

Diagram di bawah ini akan memudahkan kalian untuk memahami bagaimana suatu beban yang ada dalam bangunan diteruskan sampai ke fondasi.



Gambar 5.4 Diagram alur penyaluran beban dalam bangunan.





Aktivitas 5.1

Aktivitas Kelompok

Bersama kelompok kalian, carilah berita-berita yang berkaitan dengan kegagalan struktur bangunan (misalnya, bangunan atau gedung yang roboh) yang pernah terjadi di Indonesia maupun di luar negeri. Selanjutnya, amatilah mengapa struktur tersebut bisa roboh. Apakah ada kaitannya dengan pola aliran gaya yang tidak tersalurkan secara baik ke fondasi atau tanah?

Setelah kalian memperoleh informasi, sampaikan kepada teman-teman kelompok lain untuk mendapatkan tanggapan!

Kerjakan latihan aktivitas ini di buku tugas kalian!

B. Gaya pada Struktur Bangunan

Gaya dapat didefinisikan sebagai besaran usaha yang dikerjakan pada sebuah bidang dan titik dengan arah tertentu. Satuan gaya dalam sistem Satuan Internasional (SI) adalah 'Newton'. Besaran gaya ini merupakan perkalian antara besaran percepatan dan massa yang dialami oleh materi atau benda tersebut. Jika suatu massa 1 kilogram berada di bumi, tentunya akan terjadi percepatan gravitasi yang besarnya mendekati 10 m/s^2 . Dengan demikian, massa tersebut dapat memberi gaya berat yang diakibatkan oleh gravitasi 9,81 Newton.

Secara praktis, satuan gaya ini digunakan oleh pelaku bidang keteknikan, terutama yang berkaitan dengan berat sebuah struktur. Istilah yang digunakan yaitu satuan "kgf" yang berarti 1 kg force (1 kgf) dapat dikonversi dengan besaran 9,81 Newton.

Selain itu, gaya dapat diartikan sebagai suatu hal yang mengakibatkan titik materi (benda) yang bergerak lambat ataupun diam menjadi lebih cepat atau lebih lambat. Berdasarkan mekanika teknik, gaya didefinisikan sebagai muatan yang bekerja pada sebuah konstruksi, yang mana tidak bisa dilepaskan dari konstruksi itu sendiri. Pada teknik bangunan, gaya bersumber dari bangunan itu sendiri, misalnya



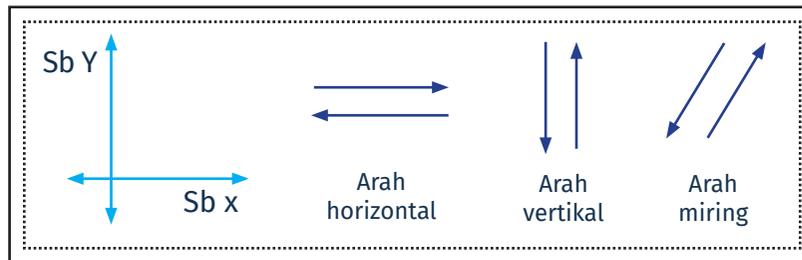
pengaruh pengerjaan, perubahan suhu, gempa, tekanan angin, berat benda yang ada di atasnya atau yang menempelnya.



Gambar 5.5 Ilustrasi Gaya

Skala panjang AB merupakan besaran, garis AB merupakan garis kerja gaya, P merupakan besar gaya, dan A merupakan tangkap gaya. Gaya dapat digambarkan dalam bentuk diagram panah. Arah panah memperlihatkan arah gaya, sedangkan panjang diagram mewakili besar gaya.

1. Arah Gaya



Gambar 5.6 Arah Gaya

Berdasarkan arah pada sebuah titik tangkap tertentu dan bidang datar, gaya dapat dikelompokkan menjadi 3, yaitu gaya yang berarah miring, vertikal, serta horizontal.

2. Jenis Gaya

a. Gaya tarik

Gaya tarik merupakan gaya yang cenderung menarik elemen hingga putus. Kekuatan elemen ini bergantung pada luas material atau penampang elemen yang digunakan. Elemen yang mengalami tarik memiliki kekuatan tinggi, contohnya kabel yang digunakan sebagai struktur bentang panjang. Kekuatan



elemen tarik umumnya tergantung dari panjangnya. Tegangan tarik didistribusikan secara merata pada penampang elemen.



Gambar 5.7 Gaya Tarik

b. Gaya tekan

Gaya tekan cenderung mengakibatkan tekuk ataupun hancur pada elemen. Elemen pendek cenderung hancur dan memiliki kekuatan yang relatif sama seperti kekuatan elemen tersebut jika terjadi tarik. Sementara itu, kapasitas pikul beban elemen tekan panjang akan semakin kecil untuk elemen yang semakin panjang.

Elemen tekan panjang dapat tiba-tiba menekuk dan tidak stabil pada tingkat beban kritis. Ketidakstabilan mengakibatkan elemen tidak mampu menopang beban tambahan sedikitpun yang bisa terjadi tanpa adanya kelebihan pada material. Fenomena ini dikenal dengan sebutan *buckling* (tekuk). Fenomena tekuk ini menjelaskan bahwa elemen tekan panjang tidak mampu menahan beban yang besar.

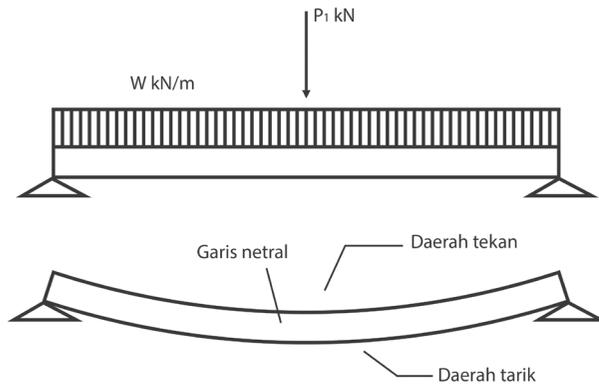


Gambar 5.8 Gaya Tekan

c. Gaya lentur

Lentur merupakan gaya kompleks yang berhubungan dengan lenturnya elemen (seperti balok) dikarenakan adanya beban transversal. Lentur disebabkan oleh momen. Oleh karena itu, gaya ini sering disebut sebagai 'momen lentur'.



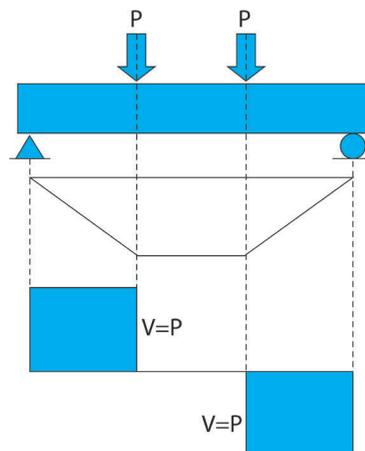


Gambar 5.9 Gaya Lentur

d. Gaya geser

Gaya geser atau *shear* merupakan kondisi gaya yang berkaitan dengan aksi gaya berlawanan arah yang mengakibatkan sebuah bagian struktur tergelincir pada bagian di dekatnya. Tegangan dapat muncul (tegangan geser) pada arah tangensial permukaan yang tergelincir. Umumnya tegangan geser terjadi pada balok.

Material yang paling tepat menopang gaya geser, yaitu jumlah aljabar dari keseluruhan komponen vertikal gaya luar yang bekerja pada segmen yang terisolasi, namun dengan arah yang berlawanan, dinotasikan dengan 'V'.

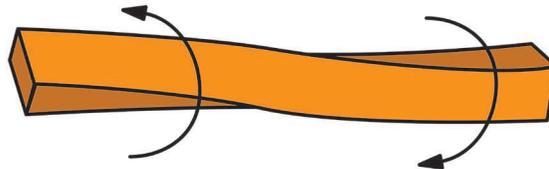


Gambar 5.10 Gaya Geser



e. Gaya torsi

Torsi ialah puntir. Tekan ataupun tegangan tarik dapat terjadi pada elemen yang mengalami torsi. Torsi merupakan efek momen, termasuk puntiran/putaran yang terdapat pada penampang tegak lurus pada sumbu utama elemen.



Gambar 5.11 Gaya Torsi

f. Tegangan tumpu

Tegangan tumpu berlangsung di antara bidang muka kedua unsur apabila gaya didistribusikan dari elemen satu ke elemen lainnya. Tegangan yang terjadi mempunyai arah tegak lurus terhadap permukaan elemen.

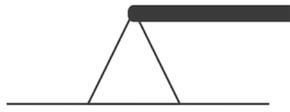
C. Tumpuan

Tumpuan merupakan tempat bersandarnya suatu konstruksi dan tempat bekerjanya reaksi. Masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda. Pada bab ini, kalian akan mempelajari tentang tumpuan sendi, rol, dan jepit. Ketiga tumpuan inilah yang sering digunakan dalam konstruksi bangunan.

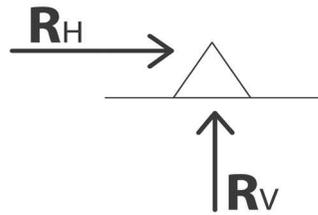
1. Tumpuan Sendi/Engsel

Tumpuan sendi, yaitu tumpuan yang dapat menopang gaya-gaya tegak lurus dan searah dengan bidang tumpuan atau peletakan, tetapi tidak dapat menopang momen. Tumpuan sendi juga disebut dengan ‘tumpuan engsel’ dikarenakan cara kerjanya hampir sama seperti engsel. Sendi adalah tumpuan yang dapat menerima gaya reaksi horizontal dan vertikal. Tumpuan yang berpasak dapat melawan gaya yang bekerja pada tiap arah dari bidang.





Gambar 5.12 Simbol Tumpuan Sendi

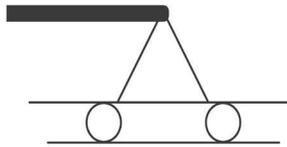


Gambar 5.13 Reaksi pada Tumpuan Sendi

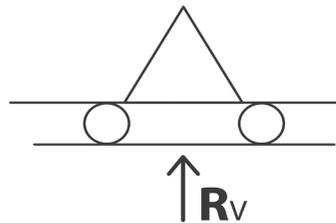
2. Tumpuan Rol

Tumpuan rol merupakan tumpuan yang hanya mampu menopang gaya tegak lurus pada bidang tumpuannya, sehingga tidak mampu menopang gaya momen dan sejajar. Rol adalah tumpuan yang hanya menghasilkan gaya reaksi vertikal. Alat ini dapat melawan gaya di sebuah garis aksi yang spesifik.

Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 5.14 Simbol Tumpuan Rol



Gambar 5.15 Reaksi pada Tumpuan Rol

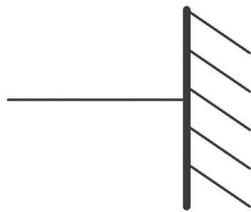
Berdasarkan gambar di atas, tampak bahwa tumpuan rol hanya dapat menahan beban vertikal. Rol hanya dapat melawan suatu tegak lurus pada bidang.

3. Tumpuan Jepit

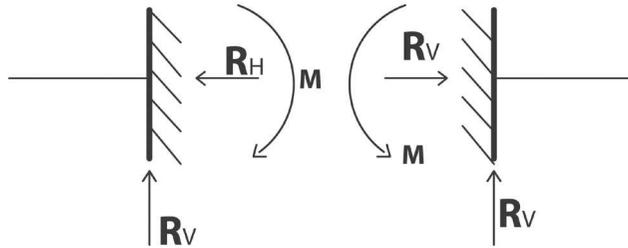
Tumpuan jepit adalah tumpuan yang mampu menopang gaya momen dan gaya yang searah serta tegak lurus pada bidang tumpuan. Jepit merupakan tumpuan yang dapat menghasilkan gaya



momen, gaya reaksi horizontal, dan gaya vertikal yang diakibatkan oleh jepitan dua penampang.



Gambar 5.16 Simbol Tumpuan Jepit



Gambar 5.17 Reaksi pada Tumpuan Jepit



Aktivitas 5.2

Aktivitas Kelompok

Setelah mempelajari tentang tumpuan, carilah contoh aplikasinya (tumpuan sendi, tumpuan rol, atau tumpuan jepit) pada konstruksi bangunan. Diskusikan bersama teman kelompok kalian, kemudian presentasikan hasilnya di depan kelas!

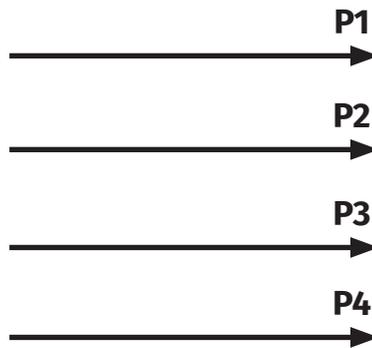
D. Analisis Gaya

1. Komposisi Gaya

Suatu struktur bangunan sangat mungkin bekerja lebih dari satu gaya, dan susunannya pun bermacam-macam. Berikut macam-macam komposisi gaya.

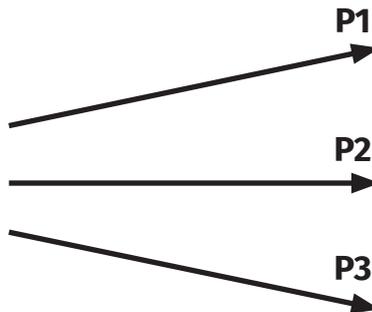
- a. **Gaya-gaya sejajar**, yaitu gaya yang garis kerjanya sejajar satu sama lain.





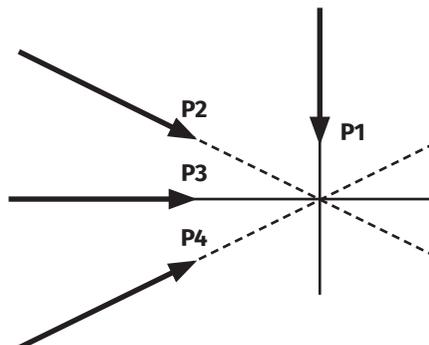
Gambar 5.18 Gaya-Gaya Sejajar

- b. **Gaya-gaya nonkonkuren**, yaitu gaya yang garis kerjanya berpotongan dengan yang lain tidak pada satu titik.



Gambar 5.19 Gaya-Gaya Nonkonkuren

- c. **Gaya-gaya konkuren**, yaitu gaya-gaya yang garis kerjanya berpotongan melalui sebuah titik.



Gambar 5.20 Gaya-Gaya Konkuren



d. **Gaya-gaya kolinear**, yaitu gaya-gaya yang garis kerjanya berada pada satu garis lurus.

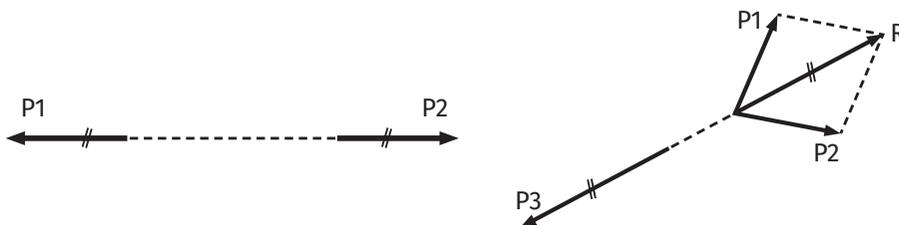


Gambar 5.21 Gaya-Gaya Kolinear

Keseimbangan gaya pada satu garis kerja terjadi apabila gaya reaksi dan gaya aksi arahnya berlawanan tetapi besarnya sama. Untuk menyelesaikan secara aljabar, maka ditentukan tanda yang umumnya digunakan pada sumbu salib, yaitu:

- *Gaya negatif*, yaitu sebuah proyeksi gaya pada sebuah sumbu dikatakan negatif jika arah gaya tersebut ke bawah atau ke kiri.
- *Gaya positif*, yaitu sebuah proyeksi gaya pada sebuah sumbu dikatakan positif jika arah gaya tersebut ke atas atau ke kanan.

Dua gaya dikatakan seimbang apabila terletak pada satu garis kerja, arahnya berlawanan, dan besarnya sama. Sementara itu, tiga buah gaya dikatakan seimbang jika gaya yang satu dengan resultan dua gaya lainnya terletak pada satu garis kerja, arahnya berlawanan, dan besarnya sama, sebagaimana disajikan pada gambar berikut.



Gambar 5.22 Keseimbangan Dua Gaya dan Tiga Gaya

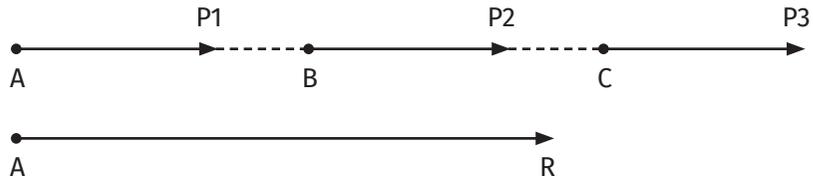
2. Menyusun Gaya

Gaya memiliki istilah lain, yakni ‘resultan gaya’ atau ‘memandu gaya’. Pada prinsipnya, gaya-gaya yang dipadu harus ekuivalen (setara) dengan gaya resultannya. Teknik menyusun gaya ada 2 cara, yaitu cara analitis (perhitungan) dan cara grafis (penggambaran).



a. Menyusun Gaya Kolinear

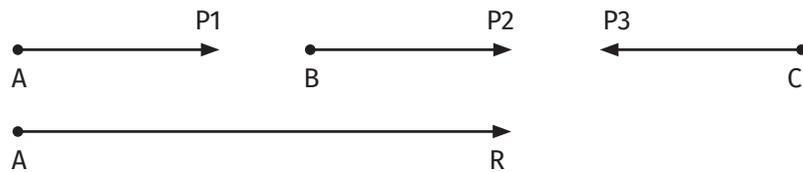
- Menyusun gaya kolinear satu arah



Gambar 5.23 Gaya Kolinear Satu Arah

Secara analitis:
 $R = P1 + P2 + P3$

- Menyusun gaya kolinear dengan arah berlawanan



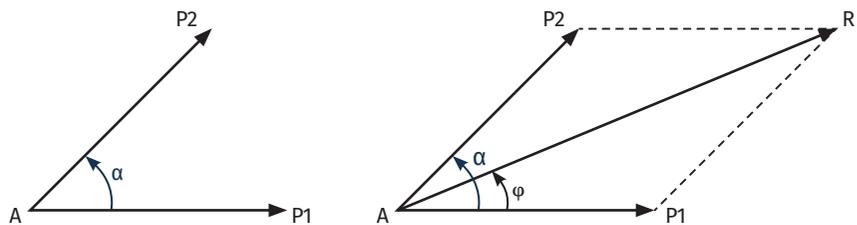
Gambar 5.24 Gaya Kolinear Arah Berlawanan

Secara analitis:
 $R = P1 + P2 - P3$

b. Menyusun Dua Gaya yang Konkuren

1) Cara grafis

Gaya resultan secara grafis dapat ditentukan dengan menggunakan segitiga gaya ataupun jajaran genjang gaya.



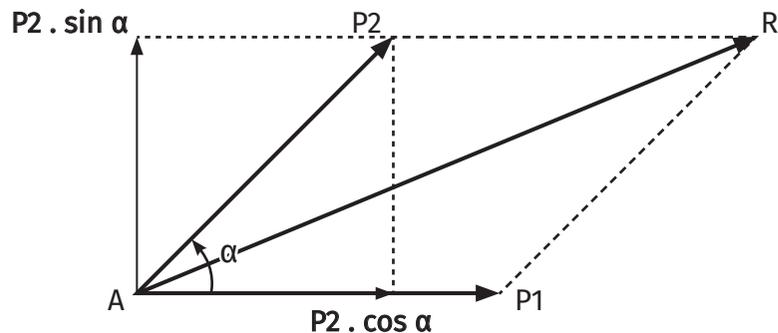
Gambar 5.25 Dua Gaya yang Konkuren



Sebagai contoh, berdasarkan gambar di atas, gaya-gaya P1 dan P2 bekerja di titik A dengan arah berlawanan, serta memiliki sudut sebesar α . Resultan R diperoleh dengan membuat sebuah jajaran genjang dengan sisi sejajar P1 dan P2, sebagaimana terlihat pada Gambar 5.25 (garis putus-putus).

2) Cara analitis

Gaya P2 diuraikan menjadi $P2 \cdot \sin \alpha$ (arah vertikal) dan $P2 \cdot \cos \alpha$ (arah horizontal).



$$R^2 = (P1 + P2 \cdot \cos \alpha)^2 + (P2 \cdot \sin \alpha)^2$$

$$R = \sqrt{(P1 + P2 \cdot \cos \alpha)^2 + (P2 \cdot \sin \alpha)^2}$$

$$R = \sqrt{P1^2 + 2 \cdot P1 \cdot P2 \cdot \cos \alpha + P2^2 \cdot \cos^2 \alpha + P2^2 \cdot \sin^2 \alpha}$$

$$R = \sqrt{P1^2 + 2 \cdot P1 \cdot P2 \cdot \cos \alpha + P2^2 \cdot (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha)}$$

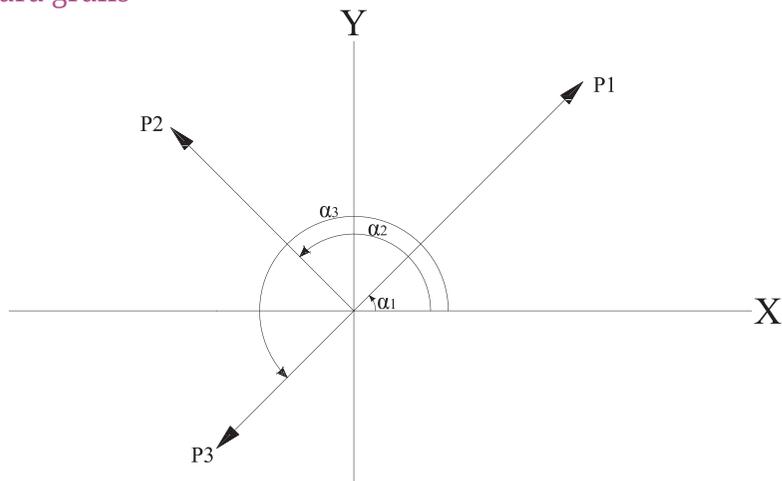
dengan identitas trigonometri $\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$, maka besaran gaya Resultan secara analitis dapat disederhanakan menjadi:

$$R = \sqrt{P1^2 + P2^2 + 2 \cdot P1 \cdot P2 \cdot \cos \alpha}$$

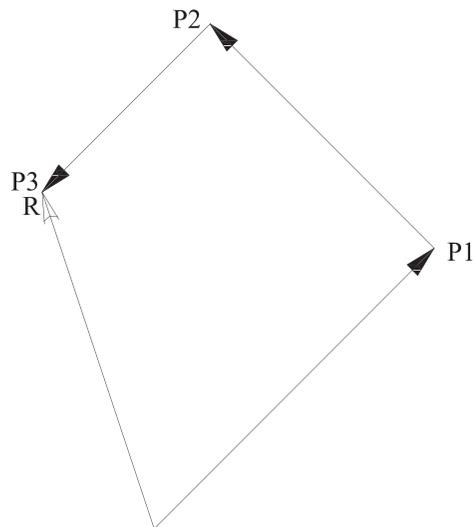


c. Menyusun Beberapa Gaya Konkuren

1) Cara grafis



Gambar 5.26 Menyusun Tiga Gaya yang Konkuren
Sumber: Suwarsono (2022)



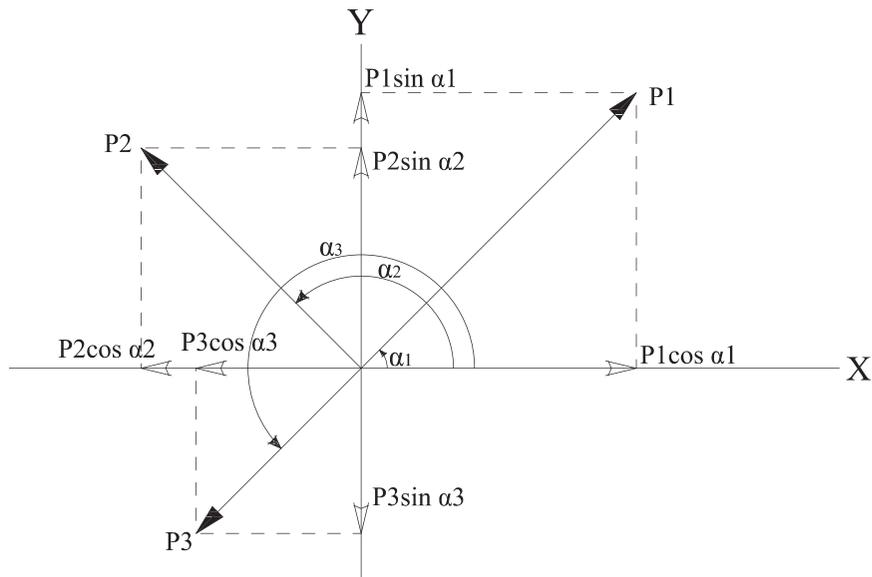
Gambar 5.27 Mencari R Cara Grafis
Sumber: Suwarsono (2022)

- Tentukan skala gaya.
- Gambarkan posisi gaya dengan berskala dan sesuai sudutnya.
- Tarik diagonal (dari pangkal P1 sampai ujung P3, itu sebagai R).
- Ukur panjang R dan dikalikan dengan skala gaya.



2) Cara analitis

Diuraikan dalam arah sumbu X dan sumbu Y, seperti pada gambar berikut.



Gambar 5.28 Tiga gaya konkuren diuraikan dalam arah sumbu X dan sumbu Y.

Sumber: Suwarsono (2022)

Untuk mencari resultan gaya, maka gaya harus diuraikan dalam arah sumbu X dan sumbu Y. Titik tangkap gaya-gaya harus dilalui oleh kedua sumbu tersebut.

- P1 diuraikan menjadi $X_1 = P_1 \cdot \cos \alpha_1$ dan $Y_1 = P_1 \cdot \sin \alpha_1$
- P2 diuraikan menjadi $X_2 = P_2 \cdot \cos \alpha_2$ dan $Y_2 = P_2 \cdot \sin \alpha_2$
- dan seterusnya hingga Pn diuraikan menjadi:

$$X_n = P_n \cdot \cos \alpha_n \text{ dan } Y_n = P_n \cdot \sin \alpha_n$$

Perhatikan bahwa α_n adalah sudut dari masing-masing gaya (P1, P2, dan P3) diukur dari sumbu X positif dalam arah berlawanan arah jarum jam.

Sehingga akan diperoleh:

- Sisi horizontal (sumbu X)

$$X_n = P_1 \cdot \cos \alpha_1 + P_2 \cdot \cos \alpha_2 + \dots + P_n \cdot \cos \alpha_n$$

atau secara umum dapat ditulis:

$$X_n = \sum P_n \cdot \cos \alpha_n$$



- Sisi vertikal (sumbu Y)

$$Y_n = P_1 \cdot \sin \alpha_1 + P_2 \cdot \sin \alpha_2 + \dots + P_n \cdot \sin \alpha_n$$

atau secara umum dapat ditulis:

$$Y_n = \sum P_n \cdot \sin \alpha_n$$

Dengan demikian, besar dan arah resultan sebagai berikut.

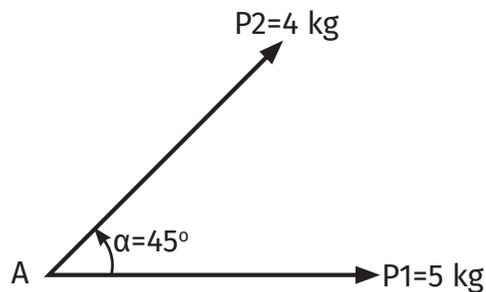
$$\text{Besar Resultan : } R = \sqrt{X_n^2 + Y_n^2}$$

$$\text{Arah Resultan : } \text{tg } \varphi = \frac{Y_n}{X_n} \text{ atau } \varphi = \text{arc tg } \frac{Y_n}{X_n}$$

Contoh soal:

1. Diketahui $P_1 = 5 \text{ kg}$, $P_2 = 4 \text{ kg}$, dan sudut apit antara P_1 dan $P_2 = 45^\circ$. Titik tangkap kedua gaya tersebut adalah A. Hitung besar resultan dan arahnya!

Penyelesaian:



Secara analitis:

$$R = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + (2 \times P_1 \times P_2 \cos \alpha)}$$

$$R = \sqrt{5^2 + 4^2 + (2 \times 5 \times 4 \cos 45^\circ)}$$

$$R = \sqrt{25 + 16 + (2 \times 5 \times 4 \cos 45^\circ)}$$

$$R = \sqrt{25 + 16 + 28,2843}$$

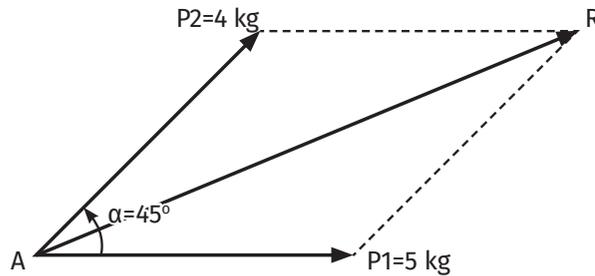
$$R = 8,3237 \text{ kg}$$



Secara grafis:

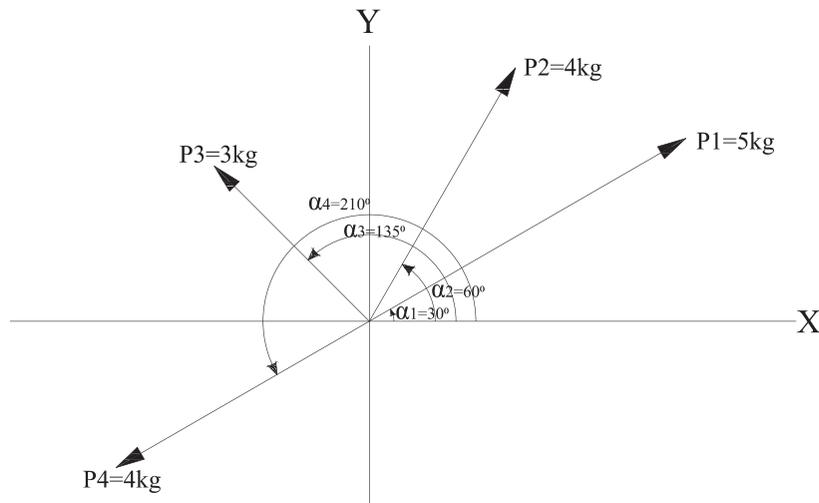
Langkah-langkahnya sebagai berikut.

- Tentukan skala gaya, misalnya $1\text{cm} = 1\text{ kg}$.
- Gambarkan posisi gaya dengan skala.
- Buat jajaran genjang dengan P_1 dan P_2 sebagai sisi.
- Tarik diagonal (dari sudut yang dibentuk P_1 dan P_2 sebagai R)



- Ukur panjang R kemudian kalikan dengan skala gaya, sehingga akan diperoleh besarnya R .

2. Diketahui gaya-gaya konkuren seperti pada gambar di bawah ini.



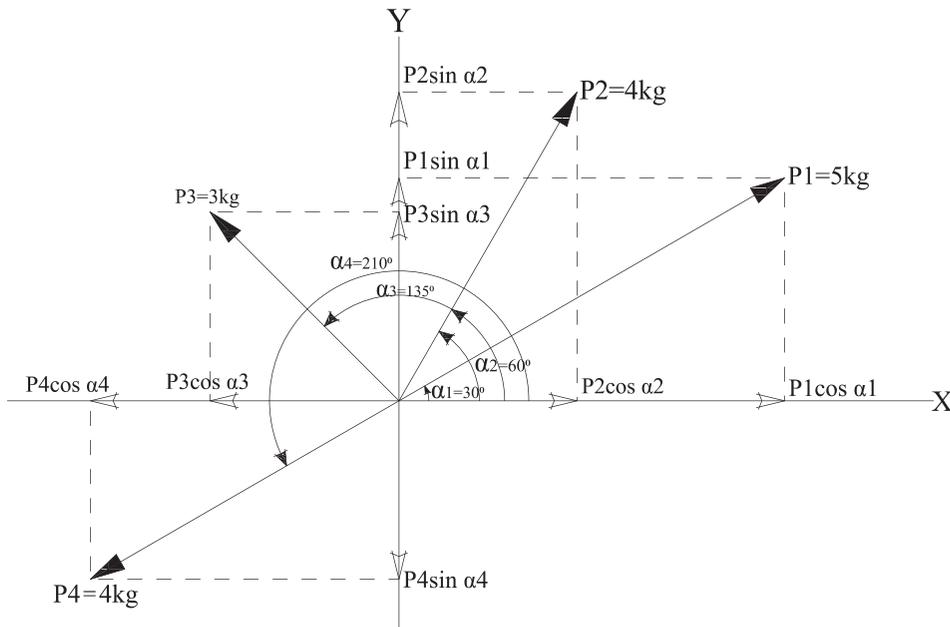
Besar $P_1 = 5\text{ kg}$, $P_2 = 4\text{ kg}$, $P_3 = 3\text{ kg}$, dan $P_4 = 4\text{ kg}$. Masing-masing gaya membentuk sudut $\alpha_1 = 30^\circ$, $\alpha_2 = 60^\circ$, $\alpha_3 = 135^\circ$, dan $\alpha_4 = 210^\circ$. Hitunglah besar resultan dan arahnya!



Penyelesaian:

Untuk mencari resultan gaya, maka gaya-gaya harus diuraikan terlebih dahulu dalam arah sumbu X dan sumbu Y. Titik tangkap gaya-gaya harus dilalui oleh kedua sumbu tersebut.

- P1 diuraikan menjadi $X_1 = P_1 \cdot \cos \alpha_1$ dan $Y_1 = P_1 \cdot \sin \alpha_1$
- P2 diuraikan menjadi $X_2 = P_2 \cdot \cos \alpha_2$ dan $Y_2 = P_2 \cdot \sin \alpha_2$
- P3 diuraikan menjadi $X_3 = P_3 \cdot \cos \alpha_3$ dan $Y_3 = P_3 \cdot \sin \alpha_3$
- P4 diuraikan menjadi $X_4 = P_4 \cdot \cos \alpha_4$ dan $Y_4 = P_4 \cdot \sin \alpha_4$



Untuk memudahkan menghitungnya, sajikan dalam bentuk tabel seperti berikut.

Gaya	α	$X_n = P \cdot \cos \alpha$	$Y_n = P \cdot \sin \alpha$
P1 = 5 kg	30°	4,330	2,500
P2 = 4 kg	60°	2,000	3,464
P3 = 3 kg	135°	-2,121	2,121
P4 = 4 kg	210°	-3,464	-2,000
Jumlah		0,745	6,085



Besarnya resultan:

$$R = \sqrt{(Xr)^2 + (Yr)^2}$$

$$R = \sqrt{(0,745)^2 + (6,085)^2}$$

$$R = \sqrt{0,5550 + 37,0272}$$

$$R = \sqrt{37,5822}$$

$$R = 6,1304 \text{ kg}$$

Arah Resultan:

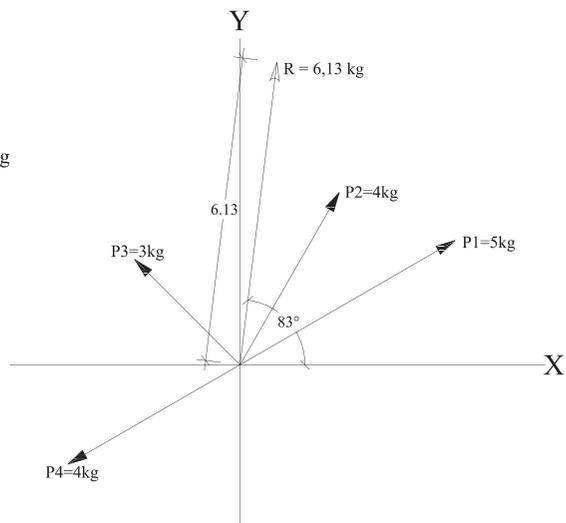
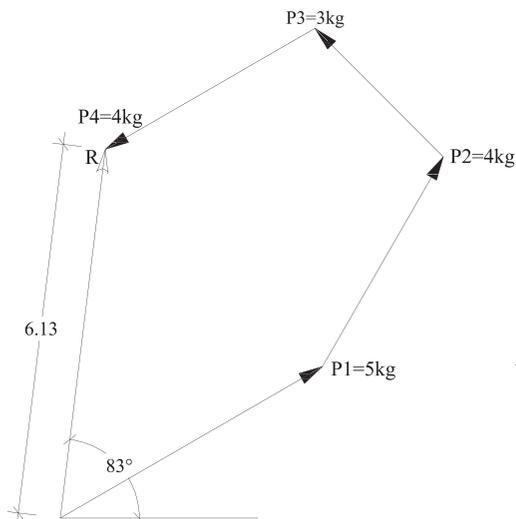
$$\text{tg } \varphi = \frac{Y_n}{X_n}$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{6,085}{0,745}$$

$$\text{tg } \varphi = 8,1677$$

$$\varphi = \text{arc tg } 8,1677$$

$$\varphi = 83,019^\circ$$



E. Keseimbangan Gaya

Keseimbangan adalah suatu kondisi benda di mana resultan gaya dan resultan momen gaya sama dengan nol. Keseimbangan merupakan bagian penting dalam statika sehingga perlu menggunakan konsep yang dikembangkan, seperti gaya, momen, kopel, dan resultan pada saat kita menerapkan prinsip-prinsip keseimbangan.

Statika membahas tentang kondisi gaya yang diperlukan dan cukup untuk mempertahankan keseimbangan struktur teknik. Statika digunakan dalam konstruksi bangunan untuk mempertahankan agar struktur bangunan tetap seimbang.

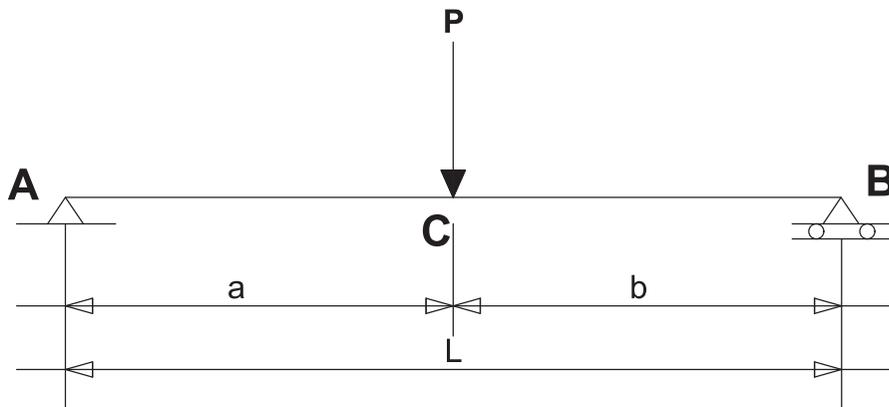
Pada pembahasan materi ini, kalian akan mempelajari tentang aplikasi keseimbangan gaya untuk perhitungan gaya tumpuan pada balok di atas dua tumpuan sederhana akibat beban terpusat dan beban merata.

1. Beban Terpusat

Konsep:

Jika gaya bekerja searah jarum jam maka bernilai positif.

Jika gaya bekerja berlawanan arah dengan jarum jam maka bernilai negatif.



Gambar 5.29 Batang dan Beban pada Tumpuan

Sumber: Winarko dan Suwarsono (2022)



Dengan ketentuan:

a : jarak A ke titik C

b : jarak dari titik C ke titik B, L adalah jarak titik A ke titik B.

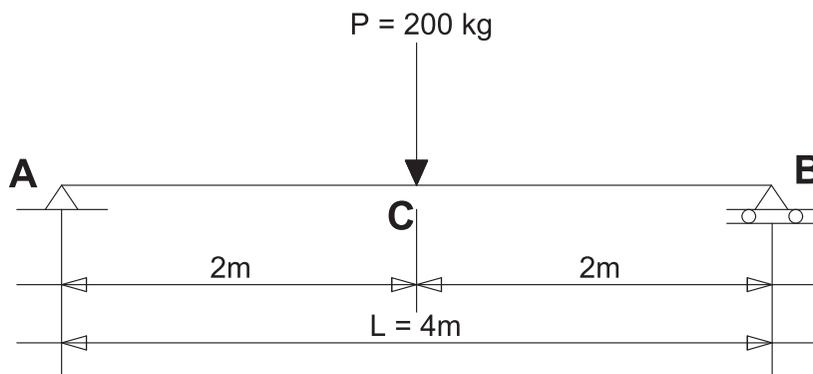
P : gaya yang bekerja.

Tumpuan A merupakan tumpuan sendi dan tumpuan B merupakan tumpuan rol.

$$\begin{aligned}\sum M_B = 0, \quad \sum M_A = 0 \\ \sum M_B = 0 \\ R_{AV} \cdot L - P \cdot b = 0, \text{ maka } R_{AV} = \frac{P \cdot b}{L} \\ \sum M_A = 0 \\ -R_{BV} \cdot L + P \cdot a = 0, \text{ maka } R_{BV} = \frac{P \cdot a}{L} \\ \text{Kontrol:} \\ P = R_{AV} + R_{BV}\end{aligned}$$

Contoh:

Diketahui balok sederhana dengan bentuk seperti pada gambar di bawah ini. Jika beban $P = 200 \text{ kg}$, hitunglah reaksi tumpuan di titik A dan titik B!



Reaksi Tumpuan

$$\sum M_B = 0, \quad \sum M_A = 0$$

$$\sum M_B = 0$$

$$R_{AV} \cdot L - P \cdot 2 \text{ m} = 0, \text{ maka } R_{AV} = \frac{P \cdot b}{L}$$

$$R_{AV} \cdot 4 \text{ m} - 200 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m} = 0$$

$$R_{AV} \cdot 4 \text{ m} - 400 \text{ kg} \cdot \text{m} = 0$$

$$R_{AV} \cdot 4 \text{ m} = 400 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$R_{AV} = \frac{400 \text{ kg} \cdot \text{m}}{4 \text{ m}}$$

$$R_{AV} = 100 \text{ kg}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-R_{BV} \cdot L + P \cdot 2 \text{ m} = 0,$$

$$-R_{BV} \cdot 4 \text{ m} + 200 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m} = 0$$

$$-R_{BV} \cdot 4 \text{ m} + 400 \text{ kg} \cdot \text{m} = 0$$

$$-R_{BV} \cdot 4 \text{ m} = -400 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$R_{BV} = \frac{400 \text{ kg} \cdot \text{m}}{4 \text{ m}}$$

$$R_{BV} = 100 \text{ kg}$$

Kontrol:

$$P = R_{AV} + R_{BV}$$

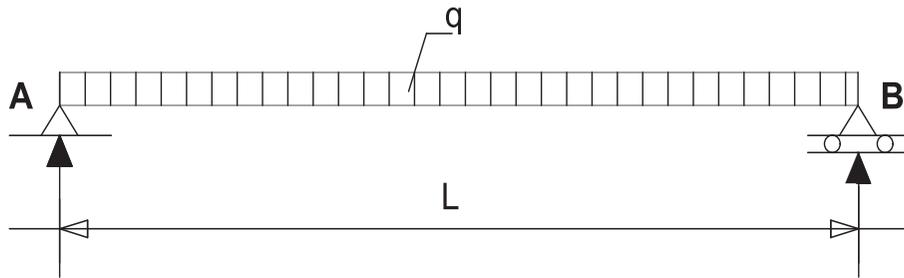
$$200 \text{ kg} = 100 \text{ kg} + 100 \text{ kg}$$

$$200 \text{ kg} = 200 \text{ kg} \rightarrow \text{harus sama}$$

2. Beban Merata

Beban merata biasanya diberi simbol “ q ”. Jika dalam suatu balok terdapat beban merata, maka reaksi yang terjadi dalam balok tersebut dapat digambarkan seperti pada gambar di bawah ini.





Gambar 5.30 Batang dengan Beban Merata

Sumber: Winarko dan Suwarsono (2022)

Beban yang terjadi pada beban merata adalah $q \cdot L$

$\sum M_B = 0, \quad \sum M_A = 0$

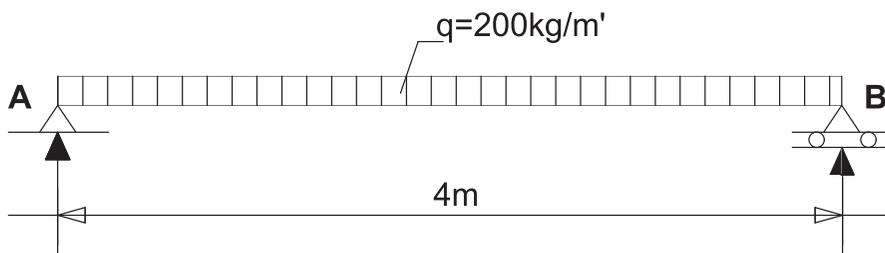
$\sum M_B = 0$
 $R_{AV} \cdot L - (q \cdot L) \cdot \frac{1}{2} L = 0$, maka $R_{AV} = \frac{(q \cdot L) \cdot \frac{1}{2} L}{L}$

$\sum M_A = 0$
 $-R_{BV} \cdot L + (q \cdot L) \cdot \frac{1}{2} L = 0$, maka $R_{BV} = \frac{(q \cdot L) \cdot \frac{1}{2} L}{L}$

Kontrol:
 $q \cdot L = R_{AV} + R_{BV}$

Contoh:

Diketahui balok sederhana dengan bentuk seperti pada gambar di bawah ini. Jika beban merata $q = 300 \text{ kg/m}$, hitunglah reaksi tumpuan di titik A dan titik B!



$$\sum M_B = 0, \quad \sum M_A = 0$$

$$\sum M_B = 0$$

$$R_{AV} \cdot L - (q \cdot L) \cdot \frac{1}{2} L = 0, \text{ maka } R_{AV} = \frac{(q \cdot L) \cdot \frac{1}{2} L}{L}$$

$$R_{AV} \cdot 4 \text{ m} - (200 \text{ kg/m} \cdot 4 \text{ m}) \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 \text{ m} = 0$$

$$R_{AV} \cdot 4 \text{ m} - (800 \text{ kg}) \cdot 2 \text{ m} = 0$$

$$R_{AV} \cdot 4 \text{ m} - 1600 \text{ kg} \cdot \text{m} = 0$$

$$R_{AV} = \frac{1600 \text{ kg} \cdot \text{m}}{4 \text{ m}}$$

$$R_{AV} = 400 \text{ kg}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-R_{BV} \cdot L + (q \cdot L) \cdot \frac{1}{2} L = 0, \text{ maka } R_{BV} = \frac{(q \cdot L) \cdot \frac{1}{2} L}{L}$$

$$-R_{BV} \cdot 4 \text{ m} + (200 \text{ kg/m} \cdot 4 \text{ m}) \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 \text{ m} = 0$$

$$-R_{BV} \cdot 4 \text{ m} + (800 \text{ kg}) \cdot 2 \text{ m} = 0$$

$$-R_{BV} \cdot 4 \text{ m} + 1600 \text{ kg} \cdot \text{m} = 0$$

$$-R_{BV} = \frac{1600 \text{ kg} \cdot \text{m}}{4 \text{ m}}$$

$$R_{BV} = 400 \text{ kg}$$

Kontrol:

$$q \cdot L = R_{AV} + R_{BV}$$

$$200 \text{ kg/m} \cdot 4 \text{ m} = 400 \text{ kg} + 400 \text{ kg}$$

$$800 \text{ kg} = 800 \text{ kg} \rightarrow \text{harus sama}$$



F. Menghitung Gaya Batang Rangka Sederhana

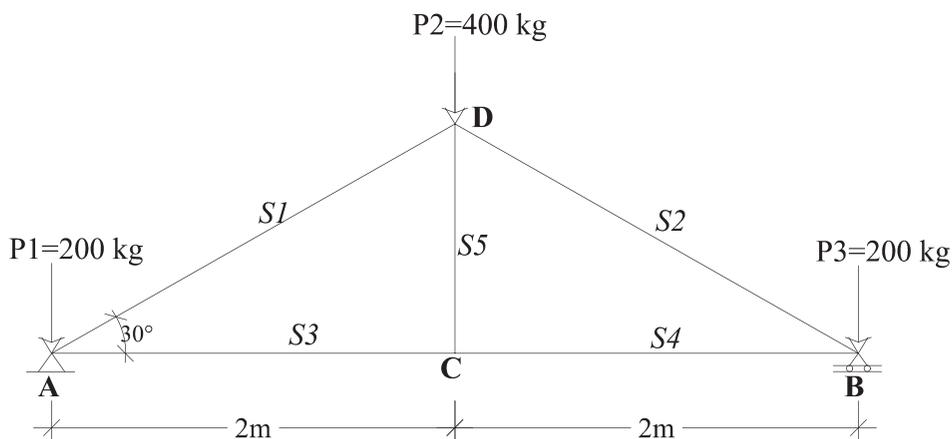
Cara sederhana untuk menghitung gaya batang pada konstruksi rangka batang statis dibagi menjadi dua, yaitu cara keseimbangan titik buhul dan cara cremona.

1. Cara atau Metode Keseimbangan Titik Buhul

Konstruksi rangka batang secara utuh (keseluruhan) harus dalam keadaan seimbang. Untuk mencapai keseimbangan tersebut maka pada setiap titik buhul gaya-gaya yang bekerja harus seimbang. Prinsip itulah yang menjadi dasar metode keseimbangan titik buhul. Pada metode titik buhul ini kita akan mencari besarnya gaya batang menggunakan keseimbangan pada arah vertikal dan horizontal.

Contoh soal:

Perhatikan gambar di bawah ini!



Hitunglah besar gaya batang yang timbul pada S1, S2, S3, S4 dan S5!



Penyelesaian:

Langkah pertama yaitu mencari reaksi yang terjadi akibat beban.

- Mencari reaksi tumpuan di titik B:

$$\sum MB = 0$$

$$(RA_v \cdot 4 \text{ m}) - (P_1 \cdot 4 \text{ m}) - (P_2 \cdot 2 \text{ m}) - (P_3 \cdot 0 \text{ m}) = 0$$

$$(RA_v \cdot 4 \text{ m}) - (200 \text{ kg} \times 4 \text{ m}) - (400 \text{ kg} \times 2 \text{ m}) - (200 \text{ kg} \times 0 \text{ m}) = 0$$

$$(RA_v \cdot 4 \text{ m}) - (800 \text{ kg.m}) - (800 \text{ kg.m}) - 0 = 0$$

$$(RA_v \cdot 4 \text{ m}) - (1600 \text{ kg.m}) = 0$$

$$RA_v \cdot 4 \text{ m} = 1600 \text{ kg.m}$$

$$RA_v = \frac{1600 \text{ kg.m}}{4 \text{ m}}$$

$$RA_v = 400 \text{ kg}$$

Jadi, reaksi tumpuan di $RA_v = 400 \text{ kg}$

- Mencari reaksi tumpuan di RB_v :

$$RA_v + RB_v = P_1 + P_2 + P_3$$

$$400 \text{ kg} + RB_v = 200 \text{ kg} + 400 \text{ kg} + 200 \text{ kg}$$

$$400 \text{ kg} + RB_v = 800 \text{ kg}$$

$$RB_v = 800 \text{ kg} - 400 \text{ kg}$$

$$RB_v = 400 \text{ kg}$$

Jadi, reaksi tumpuan di $RB_v = 400 \text{ kg}$

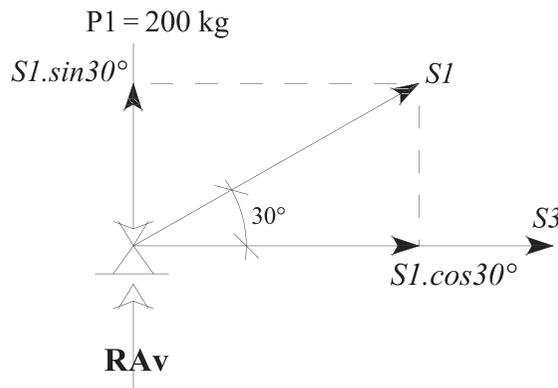
Setelah reaksi tumpuan kita peroleh melalui perhitungan di atas, maka selanjutnya adalah mencari gaya-gaya batang dengan metode titik buhul.

Titik Buhul A:

Pada titik buhul A, diketahui terdapat gaya P_1 dan reaksi tumpuan RA_v . Sementara itu, untuk batang diagonal (batang miring) adalah S_1 . Perlu dicari gaya arah vertikal dan horizontal terlebih dahulu.



Pada gambar di bawah ini, batang S1 dibagi menjadi gaya arah vertikal ($S_1 \cdot \sin 30^\circ$), dan gaya arah horizontal ($S_1 \cdot \cos 30^\circ$).



Tinjauan keseimbangan gaya-gaya arah vertikal (artinya: gaya-gaya vertikal pada titik A jika dijumlahkan harus sama dengan nol).

$$\sum V = 0$$

$$S_1 \cdot \sin 30^\circ + R_{Av} - P_1 = 0$$

$$S_1 \cdot \frac{1}{2} + 400 \text{ kg} - 200 \text{ kg} = 0$$

$$S_1 \cdot \frac{1}{2} + 200 \text{ kg} = 0$$

$$S_1 = \frac{-200 \text{ kg}}{\frac{1}{2}}$$

$S_1 = -400 \text{ kg}$ (tanda *negatif* pada S1 menunjukkan bahwa S1 sebagai *batang tekan*)

Tinjauan keseimbangan gaya-gaya arah horizontal (artinya: gaya-gaya horizontal pada titik A jika dijumlahkan harus sama dengan nol)

$$\sum H = 0$$

$$S_3 + S_1 \cdot \cos 30^\circ = 0$$

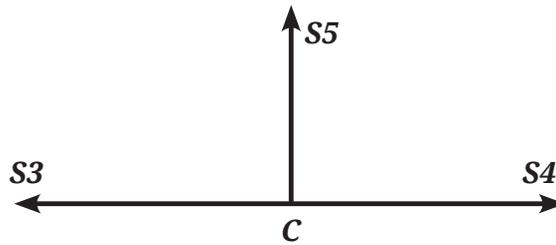
$$S_3 + (-400) \text{ kg} \cdot 0,866 = 0$$

$$S_3 - 346,41 \text{ kg} = 0$$

$S_3 = +346,41 \text{ kg}$ (tanda *positif* pada S3 menunjukkan bahwa S3 sebagai *batang tarik*)



Titik Buhul C:



Tinjauan keseimbangan gaya-gaya arah vertikal (artinya: gaya-gaya vertikal pada titik C jika dijumlahkan harus sama dengan nol).

$$\sum V = 0$$

$$S_5 = 0 \text{ kg (gaya aksial searah sumbu batang)}$$

Tinjauan keseimbangan gaya-gaya arah horizontal (artinya: gaya-gaya horizontal pada titik C jika dijumlahkan harus sama dengan nol).

$$\sum H = 0$$

$$S_4 - S_3 = 0$$

$$S_4 - 346,41 \text{ kg} = 0$$

$$S_4 = +346,41 \text{ kg (tanda positif pada } S_4 \text{ ini menunjukkan bahwa } S_4 \text{ sebagai batang tarik)}$$

Oleh karena konstruksi simetris, maka $S_2 = S_1 = -400 \text{ kg}$. Diperoleh gaya batang seperti pada tabel berikut ini.

Nomor Batang	Gaya Batang (kg)	
	Tarik (+)	Tekan (-)
S1		400 kg
S2		400 kg
S3	346,41 kg	
S4	346,41 kg	
S5	0	



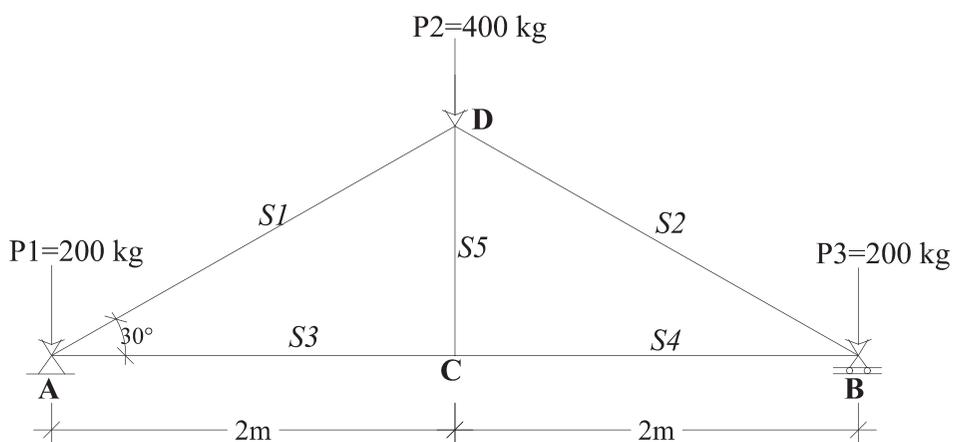
2. Cara atau Metode Cremona

Perhitungan gaya batang rangka sederhana ini dapat menggunakan metode Cremona. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menghitung gaya batang dengan metode Cremona, antara lain:

- Skala dalam gambar harus tepat.
- Setiap titik buhul maksimum dua gaya yang belum diketahui, gayanya dapat dibuat lukisan tertutup.
- Batang tarik jika gaya meninggalkan titik buhul, sedangkan batang tekan jika gaya menuju titik buhul.
- Pada lukisan cukup diberi tanda dan nomor batang, tidak perlu diberi anak panah.
- Setiap lukisan pada titik buhul harus lukisan yang menutup.
- Dalam keadaan tertentu sebuah gaya batang dapat dilukis dua kali agar lukisannya menutup, yang terpenting besar dan arah gaya batang tidak diubah.
- Arah putaran lukisan dapat ke kanan dan atau ke kiri yang terpenting arah lukisannya sama.

Contoh:

Perhatikan gambar di bawah ini!



Hitunglah besar gaya batang yang timbul pada S1, S2, S3, S4 dan S5!



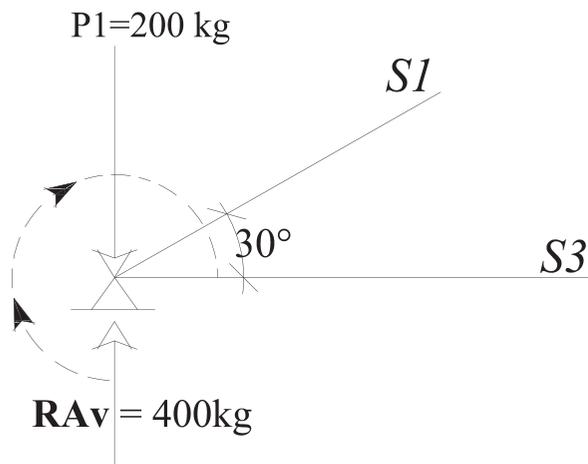
Penyelesaian:

Berdasarkan gambar di atas, diketahui reaksi tumpuan di $RA_v = 400 \text{ kg}$ dan reaksi tumpuan di $RB_v = 400 \text{ kg}$.

Untuk mencari gaya batang, kita mulai dari titik simpul dengan maksimal 2 (dua) gaya batang yang belum diketahui. Berdasarkan gambar, kita pilih titik simpul A.

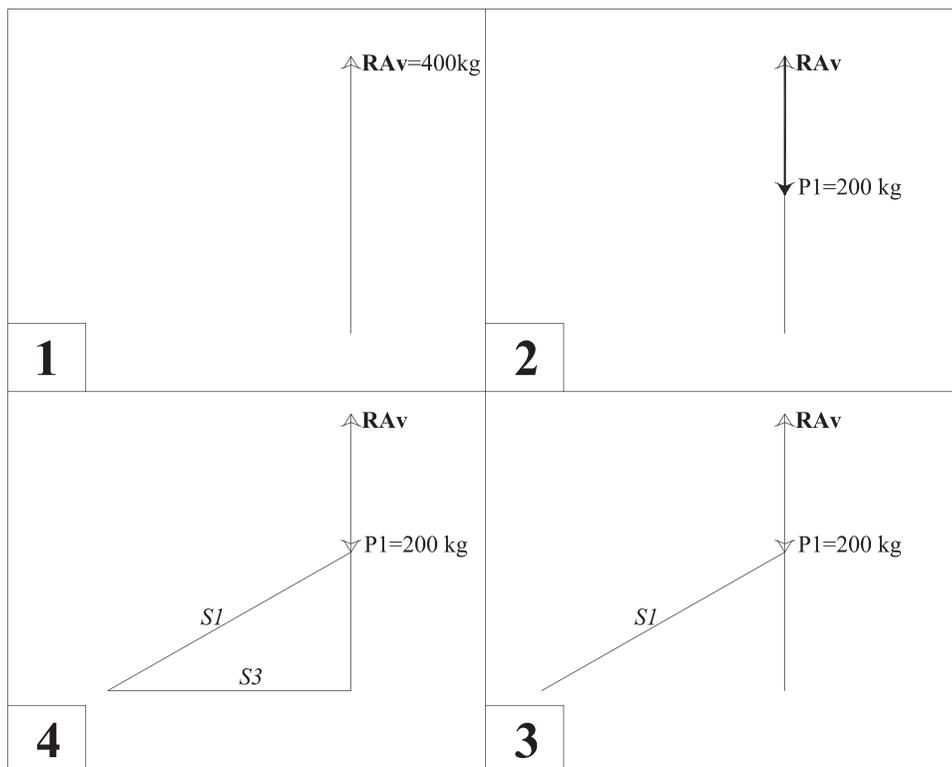
Gambar gaya batang di titik A:

Langkah pertama kita gambarkan berurutan searah jarum jam dari batang yang sudah diketahui menuju ke batang yang belum diketahui.



Pada titik simpul A urutan menggambaranya adalah $RA_v - P_1 - S_1 - S_3$. Digambar dengan skala yang tepat, misal $1 \text{ cm} = 1 \text{ kg}$.

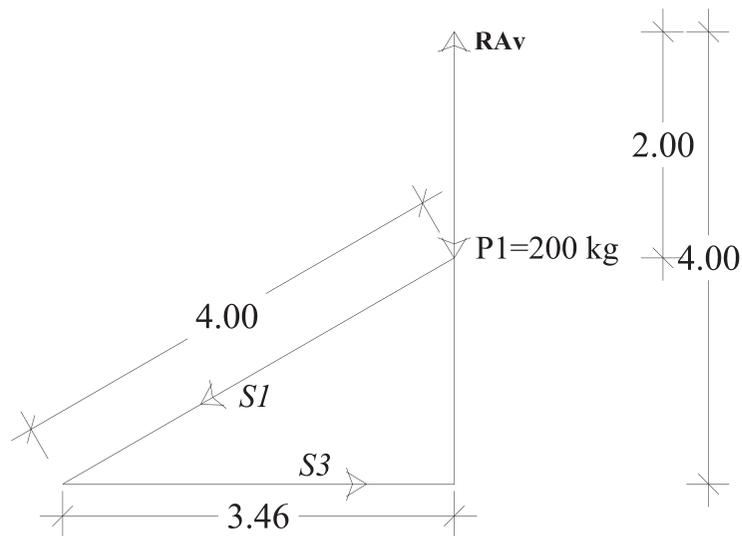




Langkah menggambar titik simpul A, yaitu:

1. Gambarlah R_{Av} dengan arah dari bawah ke atas (skala 1 cm : 100 kg), sehingga digambar 4 cm.
2. Gambarlah P_1 , besarnya $P_1 = 200$ kg. Dari ujung garis R_{Av} ke bawah, sehingga digambar 2 cm.
3. Tarik garis sejajar dengan S_1 (batang 1), tarik dari ujung P_1 .
4. Tarik garis sejajar dengan S_3 (batang S3), ditarik dari pangkal R_{Av} sampai bersilangan dengan S_1 .
5. Dari urutan gambar tersebut, S_1 menuju titik buhul sehingga disebut **batang tekan**.
6. Dari urutan gambar tersebut, S_3 meninggalkan titik buhul sehingga disebut **batang tarik**.
7. Ukur panjang S_1 dan S_3 , kemudian kalikan dengan skala. Itulah besarnya S_1 dan S_3 .





Berdasarkan gambar di atas, diketahui $S1 = 405 \text{ kg}$ dan $S3 = 352 \text{ kg}$. Oleh karena konstruksi simetris, maka $S1 = S2$, dan $S3 = S4$. Diperoleh gaya batang seperti pada tabel berikut ini.

Nomor Batang	Gaya Batang (kg)	
	Tarik (+)	Tekan (-)
S1		400 kg
S2		400 kg
S3	346 kg	
S4	346 kg	
S5	0	

Refleksi

Bagaimana pencapaian kalian setelah mempelajari materi pada bab “Statika Bangunan”? Coba kalian uraikan mengenai hal berikut.

1. Menurut kalian, apakah materi statika bangunan ini menarik untuk dipelajari?
2. Sejauh mana kalian dapat memahami konsep dari statika bangunan?
3. Apakah penyampaian materi statika bangunan sudah sistematis atau runtut?



Asesmen

Kerjakan latihan ini di buku tugas kalian!

Aspek Pengetahuan

A. Berilah tanda silang pada huruf A, B, C, D atau E di depan jawaban yang benar!

1. Gaya-gaya yang garis kerjanya berpotongan melalui suatu titik, disebut dengan gaya
 - A. kolinear
 - B. konkuren
 - C. nonkonkuren
 - D. sejajar
 - E. seimbang
2. Di bawah ini pengertian dari gaya nonkonkuren yang tepat adalah
 - A. gaya-gaya yang garis kerjanya berpotongan dengan yang lain tidak pada satu titik
 - B. gaya-gaya yang garis kerjanya berpotongan melalui sebuah titik
 - C. gaya-gaya yang garis kerjanya berpotongan melalui beberapa titik
 - D. gaya-gaya yang garis kerjanya sejajar satu sama lain
 - E. gaya-gaya yang garis kerjanya berimpit satu sama lain
3. Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar di atas merupakan contoh dari gaya

- A. kolinear
- B. konkuren
- C. nonkonkuren
- D. sejajar
- E. seimbang



4. Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar di atas merupakan contoh dari gaya

- A. kolinear
 - B. konkuren
 - C. nonkonkuren
 - D. sejajar
 - E. seimbang
5. Perhatikan gambar di bawah ini!



Beberapa gaya kolinear di atas jika disusun secara analitis maka dapat dituliskan dengan

- A. $R = P1 + P2 + P3$
 - B. $R = P1 + P2 - P3$
 - C. $R = P1 - P2 - P3$
 - D. $R = P1 - P2 + P3 + P1$
 - E. $R = P1 + P2 + P3 + P1$
6. Diketahui $P1 = 6$ kg, $P2 = 5$ kg, dan sudut apit antara $P1$ dan $P2$ adalah 30° . Titik tangkap kedua gaya tersebut misalnya di titik A. Besar resultannya adalah
- A. 10,23 kg
 - B. 10,33 kg
 - C. 10,43 kg
 - D. 10,53 kg
 - E. 10,63 kg



7. Perhatikan gambar di bawah ini!



Sumber: Winarko (2022)

Pada gambar di atas, bagian yang ditunjuk oleh anak panah disebut

- A. sloof
 - B. kolom
 - C. balok
 - D. fondasi
 - E. kuda-kuda
8. Berikut ini yang *bukan* merupakan elemen struktur yaitu
- A. balok
 - B. kolom
 - C. kuda-kuda
 - D. genting
 - E. fondasi
9. Fungsi dari elemen struktur yang tepat adalah
- A. sebagai pelengkap eksterior sebuah bangunan
 - B. meneruskan beban bangunan dari bagian bangunan atas menuju bagian bangunan bawah, lalu menyebarkannya ke tanah
 - C. meneruskan beban bangunan dari bagian bangunan bawah menuju bagian bangunan atas, lalu menyebarkannya ke tanah
 - D. untuk keindahan suatu struktur bangunan
 - E. meneruskan beban angin, beban sendiri ke bagian elemen tambahan bangunan



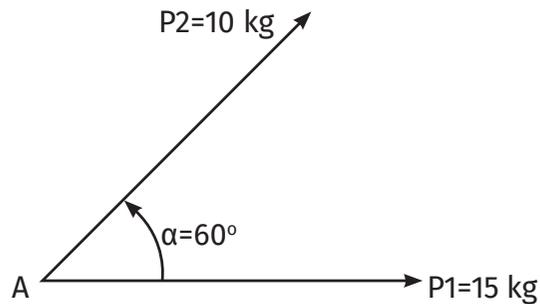
10. Struktur yang memiliki fungsi menyalurkan beban dari bangunan atas ke fondasi hingga beban yang disalurkan tiap titik pada fondasi tersebar merata yaitu

- A. kuda-kuda
- B. balok
- C. kolom
- D. sloof
- E. fondasi

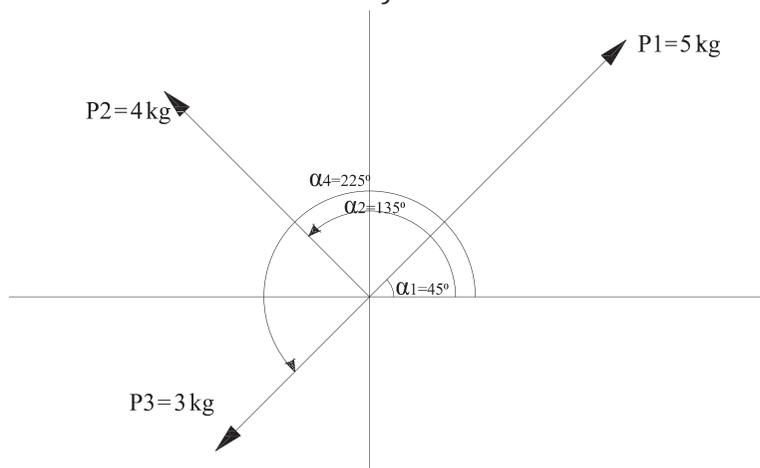
Aspek Keterampilan

Kerjakan latihan di bawah ini dengan cermat!

1. Diketahui $P_1 = 15 \text{ kg}$, $P_2 = 10 \text{ kg}$, dan $\alpha = 60^\circ$. Tentukan besar resultannya!



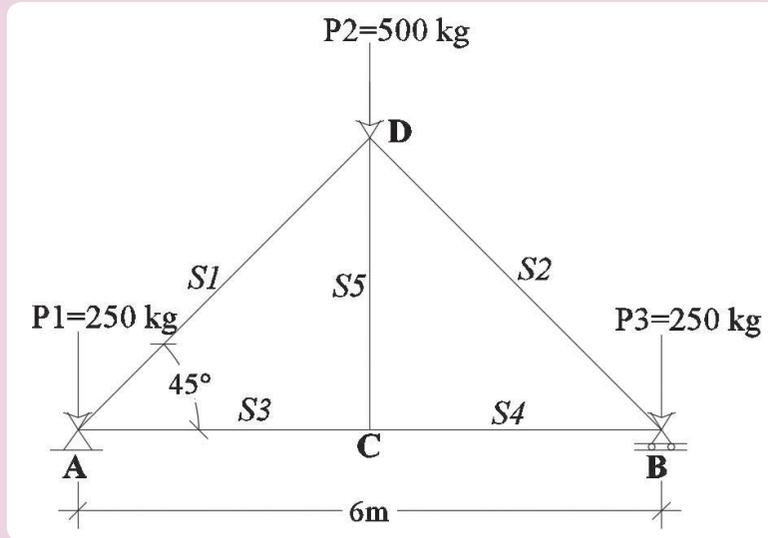
2. Diketahui $P_1 = 5 \text{ kg}$, $P_2 = 4 \text{ kg}$, $P_3 = 3 \text{ kg}$ dan $\alpha_1 = 45^\circ$, $\alpha_2 = 135^\circ$, $\alpha_3 = 225^\circ$. Tentukan besar resultannya!





Pengayaan

Diketahui konstruksi rangka batang seperti pada gambar di bawah ini!



Besar $P_1 = P_3 = 250$ kg, $P_2 = 500$ kg, dan kemiringan 45° . Hitunglah besar gaya-gaya batang 1 sampai 5!

No.	Nama Batang	Besar Gaya Batang (kg)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		



Glosarium

- absis** posisi titik yang diproyeksikan terhadap sumbu X yang arahnya horizontal pada bidang datar.
- acian** proses *finishing* (penyempurnaan akhir) setelah dilakukan pemlesteran. Acian berfungsi untuk menutup pori-pori yang terdapat pada plesteran dan menghaluskan permukaan plesteran agar terlihat lebih rapi.
- aerasi** proses penambaham udara atau oksigen.
- agregat** material granular, seperti pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi yang digunakan secara bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk beton semen hidrolik atau adukan.
- AutoCAD** singkatan dari *Automatic Computer Aided Design*, yaitu sebuah *software* (perangkat lunak) yang digunakan untuk mendesain gambar teknik.
- auto level** sipat datar optis yang mirip dengan tipe kekar, tetapi dilengkapi dengan alat kompensator untuk membuat garis bidik mendatar dengan sendirinya.
- azimuth** sudut yang dibentuk dari garis arah utara terhadap garis arah suatu titik yang besarnya diukur searah jarum jam.
- balok** elemen struktur linier horizontal yang akan melendut (menekuk ke bawah) akibat beban transversal.
- besi tulangan** batang baja yang menyerupai jala baja dan digunakan sebagai alat penekan pada beton bertulang dan struktur batu bertulang untuk memperkuat dan membantu beton di bawah tekanan. Besi tulangan dapat meningkatkan kekuatan tarik struktur.
- beton** suatu material komposit yang terdiri dari campuran beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat, yaitu dibentuk dari agregat campuran (halus dan kasar) dan ditambah dengan pasta semen (semen dan air) sebagai bahan pengikat.



boven	kusen atau daun jendela berukuran kecil yang berada di atas.
drat	alur-alur sekrup.
draw	salah satu <i>menu bar</i> yang berfungsi untuk mengelompokkan <i>toolbar</i> yang digunakan untuk menggambar.
fondasi	bagian dari konstruksi bangunan bagian bawah (<i>sub-structure</i>) yang menyalurkan beban struktur dengan aman ke dalam tanah.
geodesi	ilmu mengukur tanah.
jalon	batang besi seperti lembing berwarna merah dan putih dengan panjang sekitar 1,5 meter sebagai target bidikan arah horizontal.
kerikil	bebatuan kecil, biasanya batu granit yang dipecahkan. Ukuran kerikil yang biasa digunakan yaitu antara 2 mm dan 75 mm.
kolom	elemen struktur linier vertikal yang berfungsi untuk menahan beban tekan aksial.
kompas	alat yang digunakan untuk menunjukkan arah suatu garis terhadap utara magnet yang dipengaruhi magnet bumi.
komposit	tipe konstruksi yang menggunakan elemen-elemen yang berbeda, misalnya beton dan baja, atau menggunakan kombinasi beton <i>cast-in situ</i> dan <i>pre-cast</i> , di mana komponen yang dikombinasikan tersebut bekerja bersama sebagai satu elemen struktural.
konstruksi	suatu kegiatan membangun sarana maupun prasarana.
koordinat	posisi titik yang dihitung dari posisi nol sumbu X dan posisi nol sumbu Y.
koreksi	nilai yang dijumlahkan terhadap nilai pengamatan sehingga diperoleh nilai yang dianggap benar.
menu bar	kelompok besar <i>toolbar</i> .
modify	salah satu <i>menu bar</i> yang berfungsi untuk mengelompokkan <i>toolbar</i> yang digunakan untuk mengedit objek gambar.



momen gaya	ukuran kuantitatif dari kecenderungan gaya untuk memutar atau mengubah gerak rotasi benda.
nivo	gelembung udara dan cairan yang berada pada tempat berbentuk bola atau silinder sebagai penunjuk bahwa teropong sipat datar atau <i>theodolite</i> telah sejajar dengan bidang yang memiliki energi potensial yang sama.
ordinat	posisi titik yang diproyeksikan terhadap sumbu Y yang arahnya vertikal pada bidang datar.
plafon	langit-langit atau plafon merupakan permukaan interior atas yang berhubungan dengan bagian atas sebuah ruangan. Pada umumnya, langit-langit bukan unsur struktural, melainkan permukaan yang menutupi lantai struktur atap.
plesteran	tahapan dalam pekerjaan konstruksi batu dan beton dengan menempatkan atau merekatkan bahan adukan berupa campuran semen, pasir, dan air terhadap suatu bidang kasar yang bertujuan membuat permukaan suatu bidang menjadi rata.
poligon	serangkaian garis-garis yang membentuk kurva terbuka atau tertutup untuk menentukan koordinat titik-titik di atas permukaan bumi.
PVC	polimer yang tersusun atas monomer vinil klorida. PVC bersifat lebih tahan api dan lebih kuat dibandingkan polietilena. PVC digunakan sebagai bahan pembungkus kabel, piringan hitam, pipa, tongkat, dan pelapis lantai.
resultan	keseluruhan gaya yang bekerja pada sebuah benda dalam sebuah sistem.
sirtu	kepanjangan dari pasir dan batu. Batu pasir terbentuk dari butiran yang tersemen dan kemudian disebut fragmen dari batuan asal atau fragmen dari kristal-kristal mineral. Semen yang mengikat butir-butir bersama biasanya merupakan kalsit, lempung, dan silika.
skala	nilai perbandingan besaran jarak atau luas pada gambar terhadap jarak dan luas di lapangan.



spesi	campuran dari semen, pasir, dan air dengan perbandingan tertentu yang digunakan sebagai perekat pasangan batu atau bata.
statif	kaki tiga untuk menyangga alat <i>waterpass</i> atau <i>theodolite</i> optis.
toolbar	tombol navigasi yang merupakan bagian dari desain antarmuka (GUI) suatu aplikasi. <i>Toolbar</i> juga bisa berarti sekumpulan tombol sistem operasi komputer yang bertujuan untuk mengganti beberapa tampilan atau navigasi di komputer dengan cepat.
topografi	peta yang menyajikan informasi di atas permukaan bumi, baik unsur alam maupun unsur buatan manusia dengan skala sedang dan kecil.
total station	alat ukur <i>theodolite</i> yang dilengkapi dengan perangkat elektronik untuk menentukan koordinat dan ketinggian titik detail secara otomatis digital menggunakan gelombang elektromagnetis.
tras	batuan lunak yang berasal dari abu gunung api.
uitzet	kegiatan pengukuran ulang lapangan yang dilakukan pada tahap awal suatu pekerjaan pada area tertentu.
unting-unting	suatu alat yang berbentuk silinder-kerucut terbuat dari kuningan dan digantung di bawah alat <i>waterpass</i> atau <i>theodolite</i> sebagai penunjuk arah titik.
urukan tanah	suatu jenis pekerjaan yang bertujuan untuk memindahkan tanah (padas, merah atau semi padas) dari satu tempat lokasi (sumber pengambilan tanah) ke tempat lokasi lain sebanyak yang dibutuhkan agar tercapai bentuk dan ketinggian tanah yang diinginkan.
waterpass	alat atau metode yang digunakan untuk mengukur tinggi garis bidik di atas permukaan bumi yang berkategori bermedan datar ($\text{slope} < 8\%$).
zenith	titik atau garis yang menjauhi pusat bumi dari permukaan bumi.



Daftar Pustaka

- Abdi, M. Zainal. *AutoCAD untuk Desain Rumah*. Bandung: Modula, 2019.
- Adi, Yonan. *Modul Mekanika Teknik*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta Fakultas Teknik, 2020.
- Ariestadi, Dian. *Teknik Struktur Bangunan Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- Ariestadi, Dian. *Teknik Struktur Bangunan Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- Badan Standarisasi Nasional. *SNI 03-1726-2002 tentang Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2002.
- Badan Standarisasi Nasional. *SNI 1727-2013 tentang Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2013.
- Boen, Teddy. *Constructing Seismic Resistant Masonry Housing in Indonesia*. Hyogo: United Nations Centre for Regional Development, 2006.
- Darmali, Arief & Ichwan. *Ilmu Gaya Teknik Sipil 1*. Jakarta: Depdikbud, 1979.
- Departemen Pekerjaan Umum. *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta: Yayasan Penerbit Pekerjaan Umum, 1987.
- Kosmatka, Steven H & Michelle L. Wilson, "Design and Control of Concrete Mixtures", *Portland Cement Association*, EB001, 15th edition, 2011.
- Muda, Iskandar. *Teknik Survei dan Pemetaan*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
- Nawawi, Gunawan. *Mengoperasikan dan Merawat Alat Ukur Tanah*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional, 2001.



- Nugroho, Muhammad. *Ukur Tanah Semester 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan Nasional, 2014.
- Republik Indonesia. *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 36 Tahun 2014 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia 0225:2011 Mengenai Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)*. Jakarta: Republik Indonesia, 2014.
- Sastra, Suparno. *Kreatif dan Inovatif dengan AutoCAD 2009*. Yogyakarta: Andi Offset, 2019.
- Schacher, Tom & Tim Hart. *Construction Guide for Low-Rise Confined Masonry Buildings*. California: Earthquake Engineering Research Institute, 2015.
- Sulangi, Charles. *Modul Laboratorium Ukur Tanah 2*. Manado: Politeknik Negeri Manado, 2018.
- Suparman. *Mekanika Teknik I*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan, 1985.
- Wahana Komputer. *Desain Bangunan Rumah dengan AutoCAD 2009*. Yogyakarta: Andi Offset, 2008.

Sumber Internet:

- Adhyaksa. "Mengenal Ilmu Ukur Tanah". Diakses pada 25 Juni 2022. <https://www.adhyaksapersada.co.id/ilmu-ukur-tanah/>
- Admin Kesuma. "Perbedaan Theodolite dan Total Station". Diakses pada 9 Desember 2022. <https://www.ptkesuma.co.id/detailpost/perbedaan-theodolite-dan-total-station>
- Eb. "Waterpass". 2017. Diakses pada 15 Juli 2022. <https://www.scribd.com/document/353847509/Water-Pass>
- EngrCivil17. "Alat Ukur Tanah". 2017. Diakses pada 30 Agustus 2022. <http://kumpulan1000arsipku.blogspot.com/2017/03/alat-ukur-tanah.html>
- Kusumo, Lanny. "Tukang Plambing Memasang Pipa Air Kotor". 2018 Diakses pada 18 Juli 2022. <https://docplayer.info/70701960-Materi-pelatihan-berbasis-kompetensi-bidang-konstruksi-sub-bidang-plambing-tukang-plambing-memasang-pipa-air-bersih-ina.html>



- Ramadhan, Fajar Anugrah. “Pengertian Cat, Komponen Penyusun Cat, Jenis-Jenis Cat, Kualitas Cat”. 2011. Diakses pada 20 Oktober 2022. <http://hunter-science.blogspot.com/2011/06/pengertian-cat.html>
- Lestari, Riani Dwi. “Yuk, Kenali Jenis dan Fungsi Cat”. 2012. Diakses pada 27 Agustus 2022. <https://economy.okezone.com/read/2012/01/27/472/564751/yuk-kenali-jenis-dan-fungsi-cat>
- Panduan Menulis. “Pengertian Total Station Alat Ukur Konstruksi Bangunan”. 2019. Diakses pada 9 Desember 2022. <https://www.indonesiana.id/read/143616/pengertian-total-station-alat-ukur-konstruksi-bangunan>
- Pengadaan (Eprocurement). “Apa itu Beton Bertulang, Kelebihan, dan Jenis Desain Struktur Beton Bertulang”. 2020. Diakses pada 4 September 2022. <https://www.pengadaan.web.id/2020/02/beton-bertulang.html>
- Philip, Fredy Jhon. “Surveying”. 2015. Diakses pada 4 Oktober 2022. <http://ocw.upj.ac.id/files/Slide-CIV-104-PERTEMUAN-4-5-PENGUKURAN-SIPAT-DATAR.pdf>
- Septian, Fatrah. “Keseimbangan Gaya”. Diakses pada 9 Desember 2022. https://www.academia.edu/9521908/Keseimbangan_gaya
- Sidig, Ahmad. “Buku Petunjuk Elektronik Total Station”. Diakses pada 9 Desember 2022. https://www.academia.edu/10370466/manual_topcon

Daftar Kredit Gambar:

- Gambar 3.1: diunduh dari <https://www.ilmutekniksipil.com/bekisting/cara-memasang-bouwplan> pada 26 Oktober 2022
- Gambar 4.3: diunduh dari https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2016_Busola.JPG pada 10 November 2022
- Gambar 4.8 sampai Gambar 4.11: diunduh dari https://www.academia.edu/10370466/manual_topcon pada 9 Desember 2022



Indeks

A

acian vii, x, 30, 56, 61, 62, 149, 156
agregat kasar 28, 31, 32, 48, 50, 156
AutoCAD vi, ix, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,
9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,
18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26,
149, 156

B

baja ringan x, 43, 44, 63, 156
baja tulangan x, 41, 43, 43, 156
balok vii, x, 38, 41, 42, 43, 56, 59,
60, 112, 113, 116, 117, 133, 134,
135, 146, 147, 149, 156
batako x, 28, 34, 35, 46, 61, 156
bata ringan x, 28, 35, 61, 156
batu bata x, 28, 33, 34, 35, 36, 155
beton vi, vii, x, 28, 30, 31, 32, 35,
37, 38, 41, 42, 46, 47, 48, 49, 50,
51, 52, 53, 54, 56, 59, 61, 63,
148, 149, 150, 156
beton bertulang vii, 28, 42, 52, 53,
56, 59, 61, 149, 156
BIM 21, 22, 156
bouwplank 58, 69, 156

C

cat vii, 28, 40, 44, 45, 46, 47, 56, 66, 156
cremona 110, 136, 140, 156

E

ekstraterestrial 72, 73, 156

F

fondasi vi, x, 30, 43, 56, 58, 59, 69,
112, 113, 114, 146, 147, 150, 156

G

gambar 3D 2, 21, 22, 156
gaya geser xii, 117, 156
gaya kolinear xii, 122, 123, 143, 154
gaya konkuren xii, 121, 125, 126,
128, 156
gaya lentur xii, 116, 117, 156
gaya tarik xii, 42, 115, 116, 156
gaya tekan xii, 41, 116, 156
gaya torsi xii, 118, 156
genting x, 28, 37, 38, 63, 112, 145, 156
geodesi 72, 73, 150, 156
granit 28, 36, 62, 150, 156

H

hand level 75, 75, 92, 98, 156
hollow aluminium 44, 156

I

interface vi, ix, 2, 3, 4, 5, 156

K

kaca 28, 37, 38, 40, 61, 79, 98, 156
kayu x, xi, xiii, 28, 38, 39, 40, 43, 45,
46, 53, 54, 61, 62, 63, 64, 65, 70,
87, 156
keramik x, 28, 36, 37, 38, 62, 156
klinometer 75, 156
kolom vii, x, 23, 43, 56, 59, 60, 112,



113, 146, 147, 150, 157
kricak 157
kusen vii, xi, 44, 56, 63, 66, 157

L
leveling vi, 56, 58, 69, 76, 81, 157

M
marmer 28, 36, 62, 157

P
pasir x, 28, 30, 31, 34, 41, 49, 50, 61,
62, 149, 151, 157
plafon vii, xi, 44, 45, 48, 56, 62, 64,
65, 66, 69, 151, 157
plastik PVC 47, 48, 54, 157
plesteran vii, x, 34, 46, 56, 61, 62,
148, 150, 157

R
resultan gaya 110, 122, 126, 128,
131, 157

S
semen portland 28, 29, 37, 48, 157
sloof vii, x, 56, 59, 60, 146, 147, 157

T
terrestrial 72, 73
theodolite xi, xiii, 72, 76, 77, 78, 87,
89, 95, 96, 98, 99, 151, 152, 157
titik buhul 110, 136, 138, 139, 140,
141, 157
toolbar 2, 5, 7, 13, 20, 23, 24, 26,
150, 152, 157
total station xi, xiii, 78, 79, 80, 81,

82, 98, 152, 157
tripod xi, 87, 89, 95, 157

U
uitzer 155
unting-unting xi, 89, 93, 95, 152, 157

W
waterpass xi, xiii, 72, 75, 76, 87,
92, 93, 94, 95, 98, 99, 100, 106,
107, 151, 152, 157

Y
yalon xi, 89, 90, 106, 157



Profil Pelaku Perbukuan

Penulis

Nama Lengkap : Winarko, M.Pd
E-mail : winarkosedayu@gmail.com
Alamat : SMK Negeri 1 Sedayu
Bidang Keahlian : Desain Pemodelan dan Informasi
Bangunan



■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

1. 2003 - 2005: Guru di SMK Muhammadiyah Piyungan, Bantul
2. 2005 - sekarang: Guru di SMK Negeri 1 Sedayu Bantul, Yogyakarta.

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. 2015: S2 Pendidikan Teknologi Kejuruan Universitas Negeri Yogyakarta
2. 2001: S1 Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Yogyakarta

■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

Tidak ada

■ Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

Tidak ada



Profil Pelaku Perbukuan

Penulis

Nama Lengkap : Suwarsono, S.Pd.T., M.Pd.
E-mail : suwarsono@smkn3jogja.sch.id
Alamat : SMKN 3 Yogyakarta
Bidang Keahlian : Teknologi Konstruksi dan Bangunan



■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

1. 2004 - sekarang : Guru di SMKN 3 Yogyakarta

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. 2011 - 2013: S2 Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Negeri Yogyakarta
2. 2000 - 2004: S1 Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Yogyakarta

■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Gambar Teknik. Penerbit Grasindo, 2018. ISBN: 9786020502946
2. Mekanika Teknik. Penerbit Saka Mitra Kompeten, 2019. ISBN: 9786237049890
3. Konstruksi Jalan Jembatan. Penerbit Pakar Raya, 2021. ISBN: 9786024994761

■ Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Studi Komparatif: Perkembangan Home Schooling Mandiri di Wilayah DI Yogyakarta, 2012. Kerjasama LPPM UKDW.
2. Relevansi Kompetensi Juru Gambar di Industri dengan Kurikulum Teknik Gambar Bangunan SMKN 3 Yogyakarta, 2013. Kerjasama LPPM UKDW.

■ Informasi Lain

Chanel Youtube: rouf son

Profil Pelaku Perbukuan

Penelaah

Nama Lengkap : Erwin Lim, PhD
E-mail : erwinlim@itb.ac.id
Instansi : Dept. Teknik Sipil Institut Teknologi
Bandung
Alamat Kantor : Jln Ganesha 10 Bandung
Bidang Keahlian : Rekayasa Struktur



■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

1. 2018 - sekarang: Dosen Teknik Sipil ITB
2. Juni 2022 - sekarang: Tim Penilai Ahli (TPA) Struktur Kota Bandung
3. 2016 - sekarang: Tenaga Ahli Struktur untuk beberapa pekerjaan evaluasi teknis bangunan tinggi dan jembatan
4. 2018 - 2020: Tim Penyusun SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung dan SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 (2005): Dept. Teknik, Sipil Institut Teknologi Bandung
2. S2 (2009): Dept. of Civil Engineering, National Taiwan University
3. S3 (2015): Dept. of Civil Engineering, National Taiwan University
4. Ir. (2020): Program Profesi Insinyur, Institut Teknologi Bandung

■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

Tidak ada

■ Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

Journal:

1. Moestopo, M., Imran, I., Siringoringo, D. M., Michael, J., **Lim, E.**, Yamazaki, S. "Seismic Design and Performance of Typical Lightweight and Heavyweight RC Girder Bridges with Friction Pendulum Bearing in Indonesia," Structures, No. 46, pp. 1154-1170, 2022.
2. Kusumastuti, D., **Lim, E.**, Asneindra, M., Mulyadi, S.S. "Effect of using Lead Rubber Bearing on a Steel Arch Bridge," Journal of Civil Engineering (Construction of Untan) University of Tanjungpura, Vol. 22, No. 1, June 2022, pp. 25-32.



3. **Lim, E.**, Kusumastuti, D., Rildova, Asneindra, M., Mulyadi, S. S., “Performance Based Evaluation of An Existing Continuous Reinforced Concrete Bridge – A Case Study,” E3S Web Conference, Vol. 331, International Conference on Disaster Mitigation and Management, 2021, DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202133105008>
4. Ramli, R., and **Lim, E.**, “Role of Diagonal bars in Reinforced Concrete Deep Beams tested Under Static Load,” Proceedings of the 5th International Conference in Rehabilitation and Maintenance in Civil Engineering, ISSN: 2366-2557, Springer Nature Singapore Pte Ltd, 2022.
5. Li, S., **Lim, E.**, Shen, L., Hong, Y., Pu, Q., “Strut-and-Tie Model-Based Prestress Design for the Cable-Pylon Anchorage Zone of Cable Stayed Bridges,” ASCE Journal of Bridge Engineering, Vol. 26, No. 9, 2021.
6. Abdullah, A. N., Budiono, B., Setio, H. D., **Lim, E.**, “The Seismic Behavior of Concrete-Filled Steel Tube (CFST) Columns and Reinforced Concrete (RC) Beams Connections under Reversed Cyclic Loading,” Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 53, No. 3, 2021.
7. Budiono, B., Dewi, T. H., **Lim, E.**, “Finite Element Analysis of Reinforced Concrete Coupling Beams, Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 51, No. 6, 2019, pp. 762-771.
8. Moestopo, M., Kusumastuti, D., **Lim, E.**, Akbar, U., Ramadhita, M.S., “Experimental Study on the Seismic Behavior of Replacable Shear Links Connected to Coupling Beams,” International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology, Vol. 8, No.2, 2018.
9. **Lim, E.**, Hwang, S. J., Cheng, C. H., Lin, P. Y., “Cyclic Tests of RC Coupling Beam with Intermediate Span-to-Depth Ratio,” ACI Structural Journal, V. 113, No. 3, pp. 515-524, 2016.
10. **Lim, E.**, Hwang, S. J., Wang, T. W, Chang, Y. H., ” An Investigation on the Seismic Behavior of Deep Reinforced Concrete Coupling Beams,” *ACI Structural Journal*, V. 113, No. 2, pp. 217-226, 2016.
11. **Lim, E.**, and Hwang, S. J.,” Modeling of Strut-and-Tie Parameters of Deep Beams for Shear Strength Prediction,” *Engineering Structures*, V. 108, pp. 104-112, 2016.

■ **Informasi Lain dari Penulis/Penelaah/Illustrator/Editor:**

<https://scholar.google.com/citations?user=UjffJOnoAAAAJ>



Profil Pelaku Perbukuan

Penelaah

Nama Lengkap : Abdul Malik
E-mail : *amalik127@gmail.com*
Instansi : Badan Akreditasi Nasional Sekolah –
Madrasah
Alamat Kantor : Komplek Dikbudristek,
Jl. RS Fatmawati
Bidang Keahlian : Kebijakan Pendidikan



■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

1. Konsultan di bidang kebijakan pendidikan di berbagai lembaga nasional dan internasional

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. PhD Economics - The University of Michigan, Ann Arbor - Lulus 1994
2. Teknik Sipil, ITB - Lulus 1984

■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

Tidak ada

■ Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

Tidak ada



Profil Pelaku Perbukuan

Penelaah

Nama Lengkap : Haryadi Purnomo Raharjo, S.T., M.Si.

E-mail : *harypeer71@gmail.com*

Instansi : BBPPMPV Seni Budaya Yogyakarta

Alamat Kantor : -

Bidang Keahlian : -

■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

1. 2017: Widyaiswara BBPPMPV (PPPPTK) Seni dan Budaya Yogyakarta
2. 2003 - 2015: Guru SMK Konstruksi Bangunan dan Gambar Bangunan di SMK Bina Patria 1 dan SMK N 2 Sukoharjo
3. 1994 - 2002: Bekerja industri konstruksi/kontraktor

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. 2012: S2 Program Magister Sains Manajemen konsentrasi Manajemen Lembaga Pendidikan UNIBA Surakarta
2. 2002: Pendidikan Akta Mengajar IV di UNIVET BANTARA Sukoharjo
3. 1996: S1 Jurusan Teknik Arsitektur UNDIP Semarang

■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Melakukan Komunikasi di Tempat Kerja DU/DI Furnitur, ISBN 978-623-227-337-5
2. Menyiapkan Pekerjaan Finishing Furnitur, Penerbit Deepublish Yogyakarta, ISBN 978-623-02-0919-2

■ Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Menulis beberapa artikel yang diterbitkan di jurnal ilmiah, Jurnal Widyasari Press, Salatiga, Jawa Tengah, ISSN 2580 2534
2. Editorial Board Jurnal Sendikraf BBPPMPV Seni dan Budaya Yogyakarta, ISSN 2746 3605



Profil Pelaku Perbukuan

Ilustrator Kover

Nama Lengkap : Rio Ari Seno
E-mail : *purple_smile340@yahoo.co.id*
Alamat : Jakarta
Bidang Keahlian : Illustration, Infographic, Graphic Design,
Digital Sculpting



■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

1. 2013 - sekarang: Senior Graphic Designer di PT Tempo Inti Media Tbk

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. 2005 - 2011: S1 Fakultas Seni Rupa IKJ – DKV

■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

Tidak ada

■ Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

Tidak ada

■ Informasi Lain:

1. <https://www.behance.net/rioarisenno>
2. <http://artstation.com/rioarisenno>

Ilustrator Isi

Nama Lengkap : Muhammad Yusuf
E-mail : *yusuf.file101@gmail.com*
Alamat : Jl. Narogong Sakti VII Blok F17 No 07, RT001/RW014, Kec.
Rawalumbu, Kel. Bojong Rawalumbu, Kota Bekasi
Bidang Keahlian : *Graphic Design & Illustrating*

■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

3. Photographer - Skemaproject
4. Graphic Designer - Jenggala Centre
5. Graphic Designer - PT Sang Pisang Indonesia
6. Creative Marketing - PT Harapan Bangsa Kita

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. Advertising (D3) - Universitas Bina Sarana Informatika

■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

Tidak ada

■ Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

Tidak ada



Profil Pelaku Perbukuan

Ilustrator Ikon

Nama Lengkap : Daniel Tirta Ramana S.Sn
E-mail : Danieltirta89@gmail.com
Alamat : Bekasi Utara 17124
Bidang Keahlian : Multimedia & Desain



■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

1. 2010 - 2011 : Sevenotes -EO
2. 2011 - 2013 : Apple box - motion graphic
3. 2012 - 2015 : Bloomberg Tv - Motion graphic
4. 2015 - 2017 : iNews Tv indonesia - Motion graphic
5. 2017 - sekarang : Founder & Owner di @sepatu.capung (shoes store)
Local Pride Garage (Media - Instagram, Tiktok)

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1: DKV IKJ - Multimedia (2007-2012).

■ Karya/Pameran/Eksibisi dan Tahun Pelaksanaan (10 Tahun Terakhir):

1. Pameran Tugas Akhir Institut Kesenian Jakarta (2012)

■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Desain dan Ilustrasi Buku Kurikulum 2013

■ Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

Tidak ada

■ Informasi Lain dari Penulis (tidak wajib):

Portofolio dapat dilihat di:

<https://www.behance.net/danielDTR>



Profil Pelaku Perbukuan

Editor

Nama Lengkap : Nidaul Jannah, S.E.Sy
E-mail : *nidaul.jannah01@gmail.com*
Alamat : Cimanggu Bharata Rt 06 Rw 4 No. 132, Kedung Badak,
Tanah Sareal, Kota Bogor
Bidang Keahlian : Penyuntingan

■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

1. 2022 - sekarang: SIT Ummul Quro Bogor
2. 2014 - sekarang: Editor freelance
3. 2014 - 2016: Administrasi dan Keuangan di SAI Talasia Bogor

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. 2013: S1 Ekonomi Syariah, Universitas Ibn Khaldun (UIKA) Bogor

■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Pendidikan Agama Hindu dan Budi Pekerti Kelas IX (2021), Pusat Perbukuan Badan Pengembangan Bahasa dan Perbukuan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
2. Pendidikan Agama Hindu dan Budi Pekerti Kelas IV (2021), Pusat Perbukuan Badan Pengembangan Bahasa dan Perbukuan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
3. Pembelajaran Muatan Lokal (Kabupaten Kotawaringin Timur, Kalimantan Tengah) untuk jenjang SMP Kelas VIII Semester Ganjil dan Semester Genap (2020), Penerbit CV. Eka Prima Mandiri
4. Meraih Prestasi Kumpulan Soal-soal Ujian Sekolah untuk SD/MI (2020), Penerbit CV. Bukit Mas Mulia
5. Buku Siswa dan Buku Guru Tema 1 Indahnya Kebersamaan untuk SD/MI Kelas IV (2018), Penerbit Eka Prima Mandiri
6. Buku Siswa dan Buku Guru Tema 3 Peduli terhadap MakhluK Hidup untuk SD/MI Kelas IV (2018), Penerbit Eka Prima Mandiri
7. Trik Jitu Kupas Tuntas Soal-Soal Matematika SMP/MTs (2018), Penerbit Lima Utama

■ Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

Tidak ada



Profil Pelaku Perbukuan

Editor

Nama Lengkap : Erlina Indarti
E-mail : *erlina.indarti@gmail.com*
Instansi : Pusat Perbukuan, BSKAP, Kemendikbudristek
Alamat : Jl. RS Fatmawati Gedung D Kompleks
Kemendikbudristek, Cipete, Jakarta
Bidang Keahlian : Pengembang Perbukuan, *Editing*

■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

1. Pusat Perbukuan, BSKAP, Kemendikbudristek

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 Universitas Budi Luhur, Teknik Elektro – Telekomunikasi, 2003
2. S2 Institut Teknologi Bandung, Informatika, 2013

■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

Tidak ada

■ Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

Tidak ada



Profil Pelaku Perbukuan

Desainer

Nama Lengkap : Marchya Fiorentina, S.S
E-mail : *fiorentina.mar93@gmail.com*
Alamat : Depok 16421, Jawa Barat
Bidang Keahlian : Book Layouter/Setter

■ Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir

1. 2017 - sekarang: Freelance Design/Setter
2. 2015 - 2017: Book Layouter/Setter, PT Elex Media Komputindo, Jakarta Selatan
3. 2011 - 2015: Computer Graphic Operator, PT Xerography Indonesia, Jakarta Pusat

■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. 2019: S1 Sastra Inggris, Fakultas Bahasa dan Sastra, Universitas Nasional, Jakarta Selatan
2. 2011: SMK Grafika Desa Putera, Jurusan Persiapan Grafika, Jakarta Selatan

■ Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

Tidak ada

■ Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

Tidak ada

