



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

DASAR-DASAR TEKNIK PERAWATAN GEDUNG

**Arum Fajar Vebrianingtyas
Cok Iwin Wijaya Winardi**

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 digunakan secara terbatas pada Sekolah Penggerak. 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, diperbaharui, 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 Perawatan Gedung
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis

Arum Fajar Vebrianingtyas
Cok Iwin Wijaya Winardi

Penelaah

Lava Himawan
Halwan Alfisa Saifullah

Penyelia/Penyelaras

Supriyatno
Wijanarko Adi Nugroho
Arifin Fajar Satria Utama

Kontributor

Dian Meliana Kurniawati Lamisri
Iskandar

Ilustrator

Kevin Richard Budiman

Editor

Indri Murniawaty

Desainer

M. Panji Musthafa

Penerbit

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

Dikeluarkan oleh

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

Cetakan pertama, 2023

ISBN 978-623-194-523-5 (PDF)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 11/14 pt, Steve Matteson.
xvi, 280 hlm.: 17,6 x 25 cm.

KATA PENGANTAR

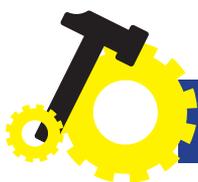
Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi memiliki tugas dan fungsi mengembangkan buku pendidikan pada satuan Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, termasuk Pendidikan Khusus. Buku yang dikembangkan 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 Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Perubahan Atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

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

Jakarta, Maret 2023
Kepala Pusat,

Supriyatno
NIP 196804051988121001



PRAKATA

Puji Syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan buku ini. Buku ini merupakan buku bacaan dan panduan bagi siswa guna mendorong peserta didik dapat menguasai materi mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Perawatan Gedung. Tujuan penyusunan buku ini adalah sebagai bahan ajar yang dijadikan dasar untuk mendukung mata pelajaran jenjang dikelas berikutnya.

Buku teks siswa ini telah dilengkapi menggunakan Capaian Pembelajaran, Alur Tujuan Pembelajaran, Peta Konsep, Apersepsi, Pendalaman Materi, Referensi, Asesmen dan Pengayaan. Pembahasan dalam materi buku teks ini disajikan dalam konteks pengetahuan dan diberikan aktivitas yang dilakukan guna melibatkan siswa secara maksimal dan menyeluruh. Buku Siswa Dasar-dasar Perawatan Gedung ini disiapkan 6 (enam) bab:

Bab 1: Bisnis dan Kewirausahaan Bidang Perawatan Gedung

Bab 2: Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH) dan Budaya Kerja Industri

Bab 3: Teknik Dasar Pekerjaan Perawatan Gedung

Bab 4: Dasar Konstruksi Bangunan

Bab 5: Gambar Teknik

Bab 6: Statika Bangunan

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan bahan ajar teks siswa ini. Penulis senantiasa menerima dan mengharap dengan senang hati untuk saran dan kritikan yang membangun demi meningkatkan kualitas buku bahan ajar ini.

Jakarta, Maret 2023
Penulis



PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU

Buku bahan ajar ini merupakan buku pelajaran teks untuk siswa Program Keahlian Teknik Perawatan Gedung yang diharapkan dapat menjadi panduan serta memperkaya dan meningkatkan kompetensi siswa dari aspek pengetahuan dan aspek keterampilan bagi peserta didik. Karena pentingnya buku ini, disarankan kepada pembaca untuk memperhatikan beberapa petunjuk penggunaan buku sebagai berikut:

1. Bacalah tujuan pembelajaran terlebih dahulu untuk mengetahui yang akan dicapai dari setiap bab dalam buku ini serta lihatlah Peta Konsep Capaian Kompetensi untuk mengetahui pemetaan materi.
2. Bacalah buku ini dengan teliti, cermat dan seksama, apabila ada yang kurang jelas dapat ditanyakan kepada guru.
3. Pada bagian akhir bab terdapat asesmen dan pengayaan untuk mengetahui sejauh mana kalian telah menguasai materi yang dipelajari.

Untuk membantu kalian dalam menguasai kemampuan diatas, materi dalam buku ini dapat anda cermati tahap demi tahap. Pada buku ini masing-masing bagian saling berkaitan, sehingga diharapkan kalian tidak terlalu memaksakan untuk secepatnya menyelesaikan materi sebelum benar-benar menguasai bagian demi bagian dalam buku ini. Pada setiap akhir bab dilengkapi dengan pengayaan materi yang telah didapat, maka kalian diharuskan mempelajari kembali materi yang belum dikuasai. Jika masih menemui kendala dalam memahami materi-materi yang disampaikan dalam buku bahan ajar ini, kalian bisa melakukan diskusi dengan teman atau guru.



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
PRAKATA	iv
PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x

BAB I

Bisnis dan Kewirausahaan Bidang Perawatan Gedung	1
Tujuan Pembelajaran.....	1
Peta Konsep.....	2
Kata Kunci	2
Apersepsi.....	3
A. Proses Bisnis Pada Pekerjaan Perawatan Gedung.....	3
B. Perkembangan Dunia Kerja di Bidang Perawatan Gedung.....	13
C. Profesi dan Kewirausahaan Bidang Perawatan Gedung	21
Ayo Refleksi	36
Ayo Cek Pemahaman	36
Pengayaan	37

BAB II

Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup serta Budaya Kerja Industri	39
Tujuan Pembelajaran.....	39
Peta Konsep.....	40
Kata Kunci	40
A. Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH) ...	41
B. Budaya Kerja Industri 5R.....	63
Ayo Refleksi	66
Ayo Cek Pemahaman	67
Pengayaan	68

BAB III

Teknik Dasar Pekerjaan Perawatan Gedung.....	69
Tujuan Pembelajaran.....	69



Peta Konsep	70
Kata Kunci	70
A. Praktik Dasar Pekerjaan Perawatan Gedung.....	71
B. Praktik Dasar Pekerjaan Utilitas dan Perawatan Utilitas Bangunan.....	88
Ayo Refleksi	102
Ayo Cek Pemahaman	102
Pengayaan	106
BAB IV	
Dasar Kontruksi Bangunan	107
Tujuan Pembelajaran.....	107
Peta Konsep	108
Kata Kunci	108
APERSEPSI	109
A. Bahan Bangunan Berbasis <i>Green Materials</i>	110
B. Jenis Pekerjaan Dasar Pekerjaan Perawatan Gedung Berbasis <i>Green Building dan Sustainable Building</i>	126
Ayo Refleksi	138
Ayo Cek Pemahaman	139
Pengayaan	140
BAB V	
Gambar Teknik	141
Tujuan Pembelajaran.....	141
Peta Konsep	142
Kata Kunci	142
APERSEPSI	143
A. Jenis Peralatan dan Standar Gambar Teknik.....	144
B. Menggambar Garis, Bidang dan Proyeksi.....	159
C. Dasar Gambar dengan Aplikasi Perangkat Lunak	178
Ayo Refleksi	194
Ayo Cek Pemahaman	194
Pengayaan	196



BAB VI

Statika Bangunan	197
Tujuan Pembelajaran.....	197
Peta Konsep.....	198
Kata Kunci	198
A. Elemen Struktur Pada Bangunan	200
B. Keseimbangan Gaya dalam Struktur Bangunan.....	212
C. Rangka Batang Pada Konstruksi Rangka Sederhana	243
Ayo Refleksi	255
Ayo Cek Pemahaman	255
Pengayaan	256
GLOSARIUM.....	257
DAFTAR PUSTAKA.....	264
INDEKS.....	266
PELAKU PERBUKUAN	270



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Identifikasi Data Kecelakaan Kerja Di Sektor Industri dan Sektor Lainnya	44
Tabel 2.2. Pedoman warna dan tulisan pada rambu K3LH.....	45
Tabel 2.3. Pedoman bentuk geometri rambu keselamatan	46
Tabel 2.4. Pedoman bentuk geometri rambu keselamatan	46
Tabel 2.5. Identifikasi potensi bahaya dan saran rekomendasi.....	49
Tabel 3.1. Nama dan Jenis Kerusakan Komponen Bangunan.....	75
Tabel 5.1. Tingkat Kekerasan Pensil Gambar Teknik	146
Tabel 5.2. Standardisasi ukuran kertas gambar	149
Table 5.3 Skala gambar	156
Tabel 5.5. Tampilan <i>Toolbar Draw</i>	185
Tabel 5.6. Tampilan <i>Toolbar Modify</i>	189
Tabel 6.1 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum, L_o dan Beban Hidup Terpusat Minimum	208
Tabel 6.2. Kombinasi Beban Metode Ultimit dan Metode Tegangan Izin.....	210
Tabel 6.3 Hasil Pengamatan Dimensi Struktur Bangunan	212



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Pekerjaan perawatan Gedung (<i>Building maintenance</i>)...	3
Gambar 1.2. Pekerjaan Perencanaan	4
Gambar 1.3. Pekerjaan Pelaksanaan	5
Gambar 1.4. Pekerjaan Perawatan dan Pemeliharaan.....	5
Gambar 1.5. Identifikasi kerusakan bangunan	6
Gambar 1.7. Menghitung RAB	7
Gambar 1.8. Pekerjaan Penjadwalan.....	8
Gambar 1.9. Objek/sasaran Pekerjaan perawatan.....	9
Gambar 1.10. Perawatan Pekerjaan Arsitektur (Nat lantai)	10
Gambar 1.11. Perawatan Pekerjaan Struktur (Kolom)	10
Gambar 1.12. Perawatan Pekerjaan Utilitas (Perawatan AC)	10
Gambar 1.13. Pekerjaan Pengawasan	11
Gambar 1.14. Selasar Gedung Balai Kota Semarang	14
Gambar 1.15 Perubahan Iklim	15
Gambar 1.16. Pemanfaatan Panel Surya (<i>Solar Cell</i>)	16
Gambar 1.17. Rumah dengan pohon rindang.....	17
Gambar 1.18. Rumah dengan material hijau (<i>green materials</i>)	18
Gambar 1.19. Material Kayu berbasis <i>Green Materials</i>	19
Gambar 1.20. Material Beton berbasis <i>Green Materials</i>	19
Gambar 1.21. Material Batu alam berbasis <i>Green Materials</i>	20
Gambar 1.22. Material Baja berbasis <i>Green Materials</i>	20
Gambar 1.23. Juru Gambar	22
Gambar 1.24. Juru hitung (<i>Estimator</i>)	23
Gambar 1.25. Pelaksana Pekerjaan Konstruksi (Kontraktor)	24
Gambar 1.26. Pengawas Pekerjaan Konstruksi	24
Gambar 1.27. Petugas K3LH.....	25
Gambar 1.28. Mekanik Plumbing	26



Gambar 1.29. Mekanik HV/AC	27
Gambar 1.30. Mekanik Listrik	28
Gambar 1.31. Teknisi CCTV	29
Gambar 1.32. Peluang usaha renovasi rumah tinggal	30
Gambar 1.33. Teknisi pemasangan Waterheater	31
Gambar 1.34. Peluang usaha pemasangan dan perawatan AC	33
Gambar 1.35. Peluang usaha pemasangan CCTV	34
Gambar 1.36. Peluang usaha pemasangan CCTV	35
Gambar 2.1. Kasus kecelakaan kerja konstruksi di Mojekerto, pekerja meninggal jatuh dari ketinggian lantai 3.	41
Gambar 2.2. Contoh Kecelakaan Kerja di bidang konstruksi	43
Gambar 2.3. Potensi bahaya di bidang konstruksi	48
Gambar 2.4. Kondisi dan tindakan berbahaya	52
Gambar 2.5. Hirarki Pengendalian Bahaya Di Tempat Kerja.....	53
Gambar 2.6. Alat Pelindung Diri (APD) pada tubuh manusia	56
Gambar 2.7. Standart Alat Pelindung Diri (APD) pada tubuh manusia.....	59
Gambar 2.7. Siklus Penerapan SMK3	61
Gambar 2.8. Kegiatan Induksi K3LH Bagi Karyawan	63
Gambar 2.9. Budaya Kerja Industri 5R.....	64
Gambar 3.1. Kondisi Rumah Sebelum dan Sesudah Renovasi.	71
Gambar 3.2. Komponen-komponen Kerusakan Bangunan.....	74
Gambar 3.3. Jenis <i>Roll Meter</i>	75
Gambar 3.4. Pengukuran Kedataran dengan Selang Air	76
Gambar 3.7. Jenis waterpass	79
Gambar 3.6. Aplikasi jidar pada plesteran dinding	79
Gambar 3.5. Cetok dan roskam	79
Gambar 3.8. Skop dan cangkul	80
Gambar 3.9. Mesin molen.....	80



Gambar 3.12. Jenis gergaji tangan	81
Gambar 3.11. Mesin gerinda tangan dan jenis mata	81
Gambar 3.10. Mesin Mesin bor tangan dan jenis <i>hole saw</i>	81
Gambar 3.13. Jenis palu	82
Gambar 3.14. Pemotong keramik/granit	82
Gambar 3.15. Jenis pahat beton	83
Gambar 3.16. Pahat kayu	83
Gambar 3.18. Peralatan bantu pekerjaan perawatan gedung.....	85
Gambar 3.17. Peralatan mengecat dan aplikasi pada dinding	85
Gambar 3.19. Kondisi Kamar Mandi Sebelum dan Sesudah Renovasi.....	88
Gambar 3.20 Jenis Pemotong pipa	89
Gambar 3.21 Alat penyambung pipa.....	91
Gambar 3.22 Test Pump Instalasi Pipa PeX.....	92
Gambar 3.23 Kunci pipa dan inggris	92
Gambar 3.24. Bagian <i>Indoor</i> dan <i>Outdoor</i> pada Unit AC <i>Split Wall</i>	94
Gambar 3.25. Peralatan utama instalasi AC <i>Split</i>	95
Gambar 3.26. Peralatan perawatan AC dan Pencucian AC <i>Split</i>	96
Gambar 3.27 Komponen CCTV	97
Gambar 3.28 Peralatan Instalasi CCTV.....	98
Gambar 3.29 Komponen instalasi listrik	100
Gambar 3.30 Peralatan instalasi listrik	101
Gambar 4.1. Material bangunan.....	109
Gambar. 4.2. Material Kayu Berbasis <i>Green Materials</i>	114
Gambar. 4.3. Material Kayu Berbasis <i>Green Materials</i>	116
Gambar 4.4. Rangka Atap Baja Ringan	117
Gambar 4.5. Rangka Kusen Baja Ringan.....	118
Gambar 4.6 Material Lantai Berbasis <i>Green Materials</i>	120



Gambar 4.7 Material Dinding <i>Green Materials</i>	121
Gambar 4.8. Plafon Berbasis <i>Green Materials</i>	122
Gambar 4.9 Jenis Atap <i>Green Materials</i>	124
Gambar 4.10. Jenis Finishing <i>Green Materials</i>	125
Gambar 4.11. Perawatan Pondasi Semprot Anti Rayap	127
Gambar 4.12. Perawatan Retak Beton.....	128
Gambar 4.13. Pekerjaan Pengecatan Dinding.....	130
Gambar 4.14. Pekerjaan Lantai Kayu.....	131
Gambar 4.15. Pekerjaan Lantai Kayu.....	132
Gambar 4.16. Perawatan pipa	134
Gambar 4.17. Perancangan dan instalasi HVAC berkelanjutan	135
Gambar 4.18. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	136
Gambar 4.19 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTU)	136
Gambar 5.1. Gambar denah dan tampak.....	143
Gambar 5.2. Gambar Pensil Mekanik.....	145
Gambar 5.3. Gambar Pensil Batang	145
Gambar 5. 4. Pena Teknik (Rapido).....	146
Gambar 5.5. Penggaris T	147
Gambar 5.6. Sepasang penggaris segitiga	147
Gambar 5.7. Sablon (<i>Mal</i>)	148
Gambar 5.8. Kertas gambar (Manila)	148
Gambar 5.9. Kertas Kalkir	149
Gambar 5.10. angka.....	150
Gambar 5.11. Penghapus pensil.....	150
Gambar 5.12. Meja Gambar	151
Gambar 5.13. Huruf Dan Angka Tegak	152
Gambar 5.14. Batas Area Penggambaran.....	155
Gambar 5.15. Garis Gambar.....	159



Gambar 5.16. Garis Bayangan	159
Gambar 5.17. Garis Hati	160
Gambar 5.18. Garis Potong	160
Gambar 5.19. Menggambar garis tegak lurus	163
Gambar 5.20. Membagi Garis Menjadi Dua Bagian Sama Panjang.....	164
Gambar 5.21. Membagi Garis Menjadi Dua Bagian Sama Panjang.....	164
Gambar 5.22. Menggambar Garis Lengkung.....	165
Gambar 5.23. Membagi Sudut Sama Besar	165
Gambar 5.24. Membagi Sudut Siku-siku menjadi Tiga.....	166
Gambar 5.25. Menggambar Sisi – sisi – sisi.....	166
Gambar 5.26. Membuat Lingkaran	167
Gambar 5.27. Menggambar Bujur Sangkar	167
Gambar 5.28 Cara Pandang Proyeksi	170
Gambar 5. 29 Proyeksi Ortogonal Gaya Eropa.....	171
Gambar 5.30 Proyeksi Ortogonal Gaya Amerika.....	171
Gambar 5.31 Proyeksi Isometri.....	172
Gambar 5.32 Proyeksi Dimetri	173
Gambar 5.33 Proyeksi Trimetri.....	173
Gambar 5.34 Proyeksi Miring.....	174
Gambar 5.35 Perspektif Satu Titik Lenyap.....	176
Gambar 5.36 Perspektif Dua Titik Lenyap	177
Gambar 5.37. Perspektif Tiga Titik Lenyap.....	177
Gambar 5.38 Seperangkat Komputer	179
Gambar 5.39 Tampilan <i>AutoCAD</i>	179
Gambar 5.40 Tampilan <i>ArchiCAD</i>	180
Gambar 5.41 Tampilan <i>Autodesk Revit</i>	180
Gambar 5.42 Tampilan <i>SketchUp</i>	181
Gambar 5.43. Gambar Tampilan.....	183



Gambar 6.1. Gedung Almart roboh, struktur bangunan Tidak mampu menahan beban bangunan 3 lantai.....	199
Gambar 6.2. Komponen Struktur Bangunan Rumah Sederhana.....	200
Gambar 6.3. Struktur Balok-Kolom Kayu.....	201
Gambar 6.4. Struktur Rangka Beton Bertulang.....	202
Gambar 6.5. Struktur Rangka Batang.....	203
Gambar 6.6. Arch-Sidney Struktur Pelengkung Karya Koichi Takada.....	203
Gambar 6.7. Dinding Geser dan Plat Lantai Apartemen Tuning, Surabaya.....	204
Gambar 6.8. Struktur Cangkang dan Terowongan.....	205
Gambar 6.9. Struktur Kubah pada Gedung MPR/DPR RI.....	205
Gambar 6.10. Struktur Kabel pada <i>National Athletics Stadium</i> (Bruce Stadium), Australia.....	206
Gambar 6.11. Struktur Membran/Tenda pada Khan Shatyr-Astana Kazakhstan.....	207
Gambar 6.12. Ilustrasi Gaya Tarik yang Dapat Menyebabkan Putus.....	213
Gambar 6.13. Ilustrasi Gaya Tekan pada Elemen Struktur Panjang dan Pendek.....	214
Gambar 6.14. Ilustrasi Gaya Lentur pada Elemen Struktur.....	214
Gambar 6.15. Ilustrasi Gaya Geser pada Elemen Struktur.....	214
Gambar 6.16. Ilustrasi Gaya Geser pada Elemen Struktur.....	215
Gambar 6.17. Ilustrasi Tegangan Tumpu pada Elemen Struktur.....	215
Gambar 6.18. Contoh Permodelan Struktur.....	217
Gambar 6.19. Jenis Tumpuan dan Permodelan Tumpuan.....	218
Gambar 6.20. Arah Gaya Pada Suatu Bidang.....	220
Gambar 6.21. Gaya Normal dan Gaya Lintang.....	221
Gambar 6.22. Momen dan Arah Momen.....	222
Gambar 6.23. Momen Puntir dan Kopel.....	223
Gambar 6.24. Menguraikan Gaya.....	223



Gambar 6.25. Menggabungkan Gaya.....	224
Gambar 6.26. Cara Menggabungkan Gaya dengan Lukisan Kutub.....	225
Gambar 6.27. Komponen Reaksi.	227
Gambar 6.28. Bentuk Komponen Struktur Utama	229
Gambar 6.29. Bentuk Dudukan	229
Gambar 6.30. Contoh Konsol dengan Beban Terpusat di Ujung Balok	230
Gambar 6.31. Reaksi yang Terjadi pada Konsol AB dan Menentukan Momen Lentur pada Konsol AB dengan Beban Terpusat.	231
Gambar 6.32. Diagram Gaya pada Konsul AB dengan Beban Terpusat	232
Gambar 6.33. Reaksi yang Terjadi pada Balok Di Atas Dua Tumpuan	233
Gambar 6.34. Reaksi yang Terjadi pada Balok Di Atas Dua Tumpuan dengan Beban Miring	235
Gambar 6.35. Contoh Konsol dengan Beban Merata.....	238
Gambar 6.36. Reaksi yang Terjadi pada Konsol dengan Muatan Terbagi Segitiga	239
Gambar 6.37. Reaksi yang terjadi pada balok di atas dua tumpuan dengan beban terbagi merata	240
Gambar 6.38. Bentuk Struktur Rangka Batang Bidang.....	244
Gambar 6.39. Bentuk Rangka Batang Sederhana/Balok.....	244
Gambar 6.40. Contoh Soal Bentuk Rangka Batang Sederhana	247
Gambar 6.41. Contoh Soal Bentuk Rangka Batang Sederhana/Balok	251
Gambar 6.42. Urutan Proses Penggambaran Poligon Gaya dengan Metode Cremona.....	253



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Perawatan Gedung
untuk SMK/MK Kelas X
Penulis: Arum Fajar Vebrianingtyas, Cok Iwin Wijaya Winardi
ISBN: 978-623-194-523-5 (PDF)

Bab I

Bisnis dan Kewirausahaan Bidang Perawatan Gedung

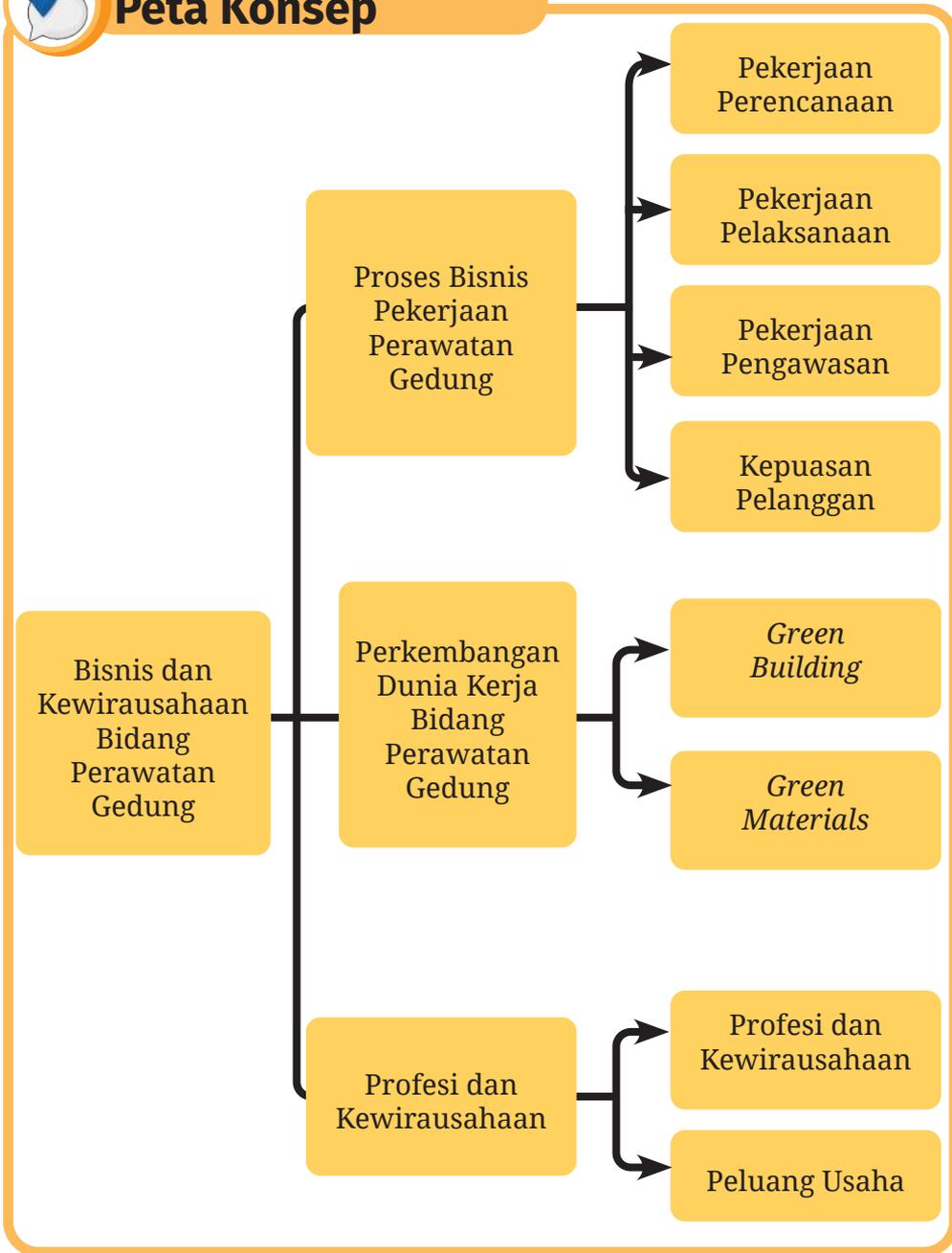


Tujuan Pembelajaran

1. Memahami proses bisnis pada pekerjaan perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan pekerjaan perawatan gedung dan perancangan prosedur kepuasan pelanggan
2. Memahami berbagai jenis pekerjaan perawatan gedung terkait isu global *green building* dan *sustainable building*
3. Memahami profesi dan kewirausahaan (*job-profile* dan *entrepreneurship*) dalam bidang perawatan gedung
4. Memahami peluang usaha dalam bidang perawatan gedung



Peta Konsep



Kata Kunci

Proses bisnis, dunia kerja, *job-profile entrepreneurship*





Apersepsi



Gambar 1.1 Pekerjaan perawatan Gedung (*Building maintenance*).

Sumber: <http://www.lightgroupindonesia.com/> (2020)

Pekerjaan perawatan gedung terdiri dari berbagai jenis pekerjaan (gambar 1.1) yang bertujuan agar semua sarana prasarana yang ada di dalam gedung tetap berfungsi dengan baik sehingga dapat mengantisipasi terjadinya kebakaran, gangguan keamanan dari dalam maupun luar gedung, gangguan kejahatan, gangguan yang menyebabkan keadaan darurat. Kegiatan perawatan bangunan gedung meliputi semua persyaratan, diantaranya tentang keselamatan, keamanan, kesehatan dan kenyamanan bangunan gedung.

Ayo Berpikir Kreatif

Tanyakan kepada guru pertanyaan yang muncul di benak kalian cara memastikan suatu bangunan gedung dalam keadaan layak berdasarkan usia bangunan dan mendeteksi saat yang tepat untuk dilakukan perawatan gedung.

A. Proses Bisnis Pada Pekerjaan Perawatan Gedung

Pemeliharaan bangunan gedung adalah kegiatan menjaga keandalan bangunan gedung beserta prasarana dan sarannya agar bangunan gedung selalu laik fungsi (*preventive maintenance*). Sedangkan perawatan bangunan gedung adalah kegiatan memperbaiki dan/atau



mengganti bagian bangunan gedung, komponen, bahan bangunan, dan/atau prasarana dan sarana agar bangunan gedung tetap laik fungsi (*currative maintenance*).

Lingkup pekerjaan pemeliharaan meliputi jenis pembersihan, perapihan, pemeriksaan, pengujian, perbaikan dan/atau penggantian bahan atau perlengkapan bangunan gedung, dan kegiatan sejenis lainnya berdasarkan pedoman pengoperasian dan pemeliharaan bangunan gedung. Pekerjaan perawatan meliputi perbaikan dan/atau penggantian bagian bangunan, komponen, bahan bangunan, dan/atau prasarana dan sarana berdasarkan dokumen rencana teknis perawatan bangunan gedung, dengan mempertimbangkan dokumen pelaksanaan konstruksi (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 24 tahun 2008).

Proses bisnis pada pekerjaan perawatan gedung terdiri dari beberapa tahapan pekerjaan yang melingkupi pekerjaan perawatan, yaitu pekerjaan perencanaan perawatan gedung, pekerjaan pelaksanaan perawatan gedung, pekerjaan pengawasan perawatan gedung dan perancangan prosedur kepuasan pelanggan, pekerjaan perawatan gedung diatur dalam Undang-Undang Cipta Karya dan turunannya (PP Nomor 16 Tahun 2021).



Aktivitas 1.1.

Ayo Amati

Cobalah amati gambar 1.2., 1.3., 1.4.



Gambar 1.2. Pekerjaan Perencanaan

Sumber: Malachi Witt dari Pixabay (2017)





Gambar 1.3. Pekerjaan Pelaksanaan

Sumber: Michael Gaida dari Pixabay (2018)



Gambar 1.4. Pekerjaan Perawatan dan Pemeliharaan

Sumber: John Leong dari Pixabay (2021)

Apa yang bisa kalian deskripsikan dari gambar 1.2., 1.3., 1.4? Apapun bidang pekerjaannya, setiap aktivitas yang dilakukan oleh para pekerja tersebut merupakan bidang yang ada pada bidang konstruksi bangunan, sehingga sangat penting untuk mengetahui berbagai macam pekerjaan konstruksi bangunan. Secara mandiri silakan mencari informasi dari berbagai sumber terkait pekerjaan konstruksi yang berhubungan dengan pekerjaan perawatan gedung.

Proses bisnis pada pekerjaan konstruksi merupakan serangkaian langkah pekerjaan konstruksi yang memberikan produk atau layanan kepada pelanggan atau pemilik pekerjaan (*owner*). Terdapat tiga spesifikasi pekerjaan perawatan gedung yaitu pekerjaan perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan pada pekerjaan perawatan gedung.



1. Pekerjaan Perencanaan pada Perawatan Gedung

Pekerjaan perencanaan pada perawatan gedung merupakan pekerjaan yang dilakukan sebelum dilaksanakannya pekerjaan perawatan. Langkah-langkah pekerjaan perencanaan sebagai berikut:

a. Identifikasi Kerusakan Gedung

Kerusakan bangunan gedung menjadi penyebab dari kegiatan pekerjaan perawatan gedung. Kerusakan gedung terjadi ketika gedung sudah tidak dapat menjalankan fungsinya dengan baik yang disebabkan karena pengguna maupun kerusakan bencana alam. Dengan demikian perencanaan paling awal adalah mengidentifikasi tingkat kerusakan gedung secara menyeluruh. Identifikasi tingkat kerusakan tidak hanya berwujud observasi secara visual, tetapi juga serangkaian pengujian atau pengecekan menggunakan peralatan yang diperlukan, sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 1.5.



Gambar 1.5. Identifikasi kerusakan bangunan

Sumber: ita-malau/idntimes.com (2022)

b. Perencanaan Gambar

Pekerjaan perencanaan diawali dengan melakukan perencanaan terpadu. Perencanaan ini menghasilkan detail perencanaan bangunan yang akan dilakukan perawatan, misalnya gambar rencana, *landscape*, perencanaan perhitungan struktur, arsitektur, mekanikal dan elektrik serta rencana anggaran biaya (RAB) yang dilengkapi dokumen-dokumen pelengkap lainnya terkait dengan pekerjaan perawatan.



Hasil desain perencanaan dituangkan dalam sebuah gambar perencanaan, tidak lupa mencantumkan hal-hal penting yang berkenaan dengan mutu prasarana. Gambar mempengaruhi pelaksanaan pekerjaan perawatan di lapangan. Gambar 1.6. menunjukkan proses pekerjaan perencanaan yang dilakukan oleh seorang perencana



Gambar 1.6. Pekerjaan Perencana Gambar

Sumber: Pressfoto/freepik (2021)

c. Rencana Anggaran Biaya

Menghitung berapa biaya yang diperlukan meliputi bahan, peralatan dan tenaga yang harus disiapkan. Sebelum membuat jadwal pekerjaan terlebih dahulu menyusun RAB (Rencana Anggaran Biaya) perawatan gedung sesuai dengan bagian dan jenis pemeliharaan. Dalam penyusunan RAB diperlukan perhitungan volume pekerjaan dan analisa harga satuan (gambar 1.7).



Gambar 1.7. Menghitung RAB

Sumber: Author/freepik (2022)



d. Penjadwalan Pekerjaan

Perencanaan jadwal yang tepat (gambar 1.8.) dapat menentukan sukses dan tidaknya sebuah pekerjaan perawatan gedung. Penjadwalan terkait dengan beberapa hal yaitu perhitungan pembiayaan, tersedianya bahan material, dampak yang timbul dari lingkungan sekitarnya, kebutuhan logistik, keamanan akan lingkungan, kenyamanan publik terkait dengan pekerjaan konstruksi yang ada, mempersiapkan dokumen lelang dan tender, dan lain sebagainya.



Gambar 1.8. Pekerjaan Penjadwalan

Sumber: Azerbaijan/freepik (2021)

Penjadwalan proyek merupakan suatu kegiatan untuk menetapkan jangka waktu pada kegiatan proyek yang diselesaikan, tenaga pekerja dan waktu yang dibutuhkan oleh setiap aktifitas serta bahan baku dasar. Penjadwalan pekerjaan memuat tentang uraian pekerjaan, durasi pekerjaan, waktu pengerjaan, penanggung jawab kegiatan, alat dan bahan yang digunakan serta biaya dalam kegiatan tersebut.

e. Sarasan atau Objek yang Dikerjakan

Sasaran atau objek gedung yang akan dilakukan pekerjaan perawatan harus diidentifikasi terlebih dahulu kerusakannya, disesuaikan dengan keadaan sebelumnya sehingga tidak mempengaruhi bangunan lain yang masih utuh dan kuat. Dengan kata lain sasaran objek perawatan disesuaikan dengan kebutuhan (gambar 1.9.)





Gambar 1.9. Objek/sasaran Pekerjaan perawatan

Sumber: Kemendikbudristek (2023)

Ayo Beraksi

Untuk lebih mengenal dan mengerti tentang materi ini, maka buatlah analisis kerusakan gedung yang ada di sekitar seperti gedung sekolah, gedung perkantoran, atau rumah tinggal sendiri!

2. Kegiatan Pelaksanaan Pekerjaan Perawatan Gedung

Pekerjaan perawatan gedung dilaksanakan oleh tim kontraktor konstruksi yang merupakan seorang manajer proyek atau kepala proyek. Kegiatan berawal dari penjadwalan dengan mempertimbangkan hal-hal yang dapat menghambat pelaksanaan pekerjaan. Pelaksana kegiatan perawatan bertugas melaksanakan pekerja perawatan secara rutin dan melakukan kendali terhadap peralatan yang digunakan dengan mempertimbangkan aspek kesehatan dan keselamatan kerja.





Aktivitas 1.2.

Ayo Amati

Cobalah kalian amati gambar 1.10., 1.11., 1.12.



Gambar 1.10. Perawatan Pekerjaan Arsitektur (Nat lantai)

Sumber: rawpixel.com di Freepik (2020)



Gambar 1.11. Perawatan Pekerjaan Struktur (Kolom)

Sumber: <https://www.ikons.id> (2017)



Gambar 1.12. Perawatan Pekerjaan Utilitas (Perawatan AC)

Sumber: iqbal nuril anwar dari Pixabay (2021)

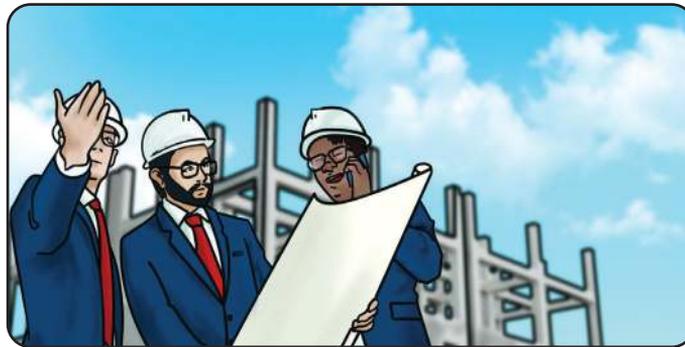


Ayo Berpikir Kreatif

Tanyakanlah hal yang terkait dengan ruang lingkup serta macam-macam pekerjaan perawatan gedung menurut fungsi dan tata letaknya!

3. Kegiatan Pengawasan pada Pekerjaan Perawatan Gedung

Tahapan terakhir pekerjaan perawatan gedung adalah pengawasan yang mencakup peninjauan serta pengawasan berkala di lapangan seperti laporan mingguan proyek. Termasuk menghadiri pertemuan rutin dengan pengguna jasa, paling tidak satu kali dalam sebulan. Pertemuan akan membantu pihak pengguna jasa dalam mengambil keputusan terkait proses pekerjaan perawatan yang berlangsung (gambar 1.13.).



Gambar 1.13. Pekerjaan Pengawasan

Sumber: Asdfpik/freepik (2020)

Istilah yang biasa digunakan untuk pengawasan, yaitu pengendalian, pengawasan dan pemeriksaan, khususnya pada pekerjaan perawatan sebagai berikut:

1. Pengendalian, merupakan tindakan pengaturan dan pengarahan dalam pelaksanaan supaya tujuan tertentu dapat tercapai dengan efektif dan efisien.
2. Pengawasan, yaitu suatu bentuk pengamatan yang dilakukan secara menyeluruh dengan cara mengadakan perbandingan dari kenyataan dengan yang seharusnya dapat dilakukan maupun yang sudah seharusnya terjadi.



3. Pemeriksaan, ialah suatu tindakan pengamatan yang pada umumnya dilakukan dari jarak yang dekat dengan membandingkan yang telah dilakukan dengan yang seharusnya menurut norma dan ukuran tertentu.



Aktivitas 1.3.

Ayo Lakukan

1. Cobalah cari artikel dari media cetak/digital tentang perusahaan di daerahmu yang bergerak di bidang konstruksi bangunan atau bertanya kepada kakak kelas yang sudah melaksanakan PKL (Praktik Kerja Lapangan)!

No	Nama Perusahaan	Bidang Konstruksi
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

2. Lakukan kunjungan ke perusahaan atau proyek yang berada disekitar rumah atau sekolah, apakah proses bisnis yang telah berjalan sesuai dengan materi yang sudah dibahas sebelumnya?

4. Pekerjaan Perancangan Prosedur Kepuasan Pelanggan

Tahukah kalian bahwa evaluasi sebuah pekerjaan kepuasan bagi pelanggan adalah suatu keadaan terpenuhinya kemauan, keperluan, kebutuhan dan harapan pelanggan. Tahapan survei kepuasan pelanggan, meliputi penyiapan kuesioner, menyebarkan, mengumpulkan kuesioner, mengolah data serta menarik kesimpulan. Mengukur kepuasan pelanggan termasuk hal yang sangat penting dalam menyediakan pelayanan agar lebih baik.



Apabila seorang pelanggan merasakan ketidakpuasan dan kurang dalam suatu pelayanan yang telah diberikan, maka pelayanan tersebut dipastikan kurang efektif dan efisien.

Mengukur kepuasan pelanggan termasuk hal yang sangat penting dalam menyediakan pelayanan agar lebih baik. Apabila seorang pelanggan merasakan ketidakpuasan dan merasa kurang dalam suatu pelayanan yang telah diberikan, maka dalam pelayanan tersebut dipastikan kurang efektif dan efisien.

Tingkat kepuasan bagi pelanggan terhadap suatu pelayanan yang didapat merupakan faktor terpenting dalam mengembangkan sistem penyediaan pelayanan yang sigap, cepat dan tanggap terhadap kebutuhan dari pelanggan dengan menggunakan metode yang meminimalkan pembiayaan serta waktu kemudian dengan memaksimalkan pemberian pelayanan terhadap objek yang akan menjadi sasaran, juga sangat membantu pelaksanaan pekerjaan perawatan gedung dan perbaikan gedung itu sendiri..

Ayo Lakukan

Cobalah buat daftar pertanyaan/kuesioner tentang kepuasan pelanggan pada pekerjaan perawatan gedung!

B. Perkembangan Dunia Kerja di Bidang Perawatan Gedung

Perkembangan dunia kerja di bidang perawatan gedung, meliputi berbagai macam pekerjaan perawatan gedung yang terkait dengan isu global seperti *green building* dan *sustainable building*, serta spesifikasi dan juga karakteristik dari bahan material bangunan yang sesuai dengan perkembangan teknologi saat ini berbasis *green materials*.





Aktivitas 1.4.

Ayo Amati

Cobalah amati gambar 1.14.



Gambar 1.14. Selasar Gedung Balai Kota Semarang

Sumber: Kemendikbudristek/Arum (2022)

Setelah kalian mengamati gambar 1.14., cobalah jelaskan konsep dari *green building* yang diusung oleh Gedung Balai Kota Pemerintah Kota Semarang? Dan menurut kalian, apa sajakah keuntungan atas dibuatnya konsep *green building* tersebut untuk para pengguna jalan yang ada di lokasi tersebut?

1. Isu Global *Green building* dan *Sustainable building*

a. *Green Building*

Green building atau biasa disebut bangunan hijau adalah suatu bentuk konsep dalam pembangunan yang lebih mengarah kepada penerapan struktur serta proses pekerjaan yang lebih memperhatikan lingkungan. Emisi karbon pada bangunan konvensional di Indonesia masih tergolong tinggi, karena belum menggunakan prinsip efisiensi energi dan penggunaan energi terbarukan seperti *green building*. Emisi gas rumah kaca yang menyebabkan perubahan iklim, seperti ilustrasi pada gambar 1.15 lebih banyak disebabkan karena masih banyaknya bangunan konvensional.





Gambar 1.15 Perubahan Iklim

Sumber: Macrovector/freepik (2021)

Implementasi bangunan hijau dirancang untuk mengurangi dampak terhadap kesehatan dan lingkungan. Pada penerapan *green building* lebih mengedepankan penghematan dalam penggunaan sumber daya dari pemilihan lokasi atau tempat, konsep desain konstruksi, pengoperasian, tentang perawatan, renovasi maupun peruntukan. Penerapan konsep pekerjaan *green building* meliputi perubahan perbaikan perilaku dan teknologi pembangunan yang dapat mengatasi pemanasan global.



Aktivitas 1.5.

Ayo Menyimak

Untuk lebih memahami mengenai *green building*, cobalah simak tayangan video berikut:

Silakan membuat kelompok yang terdiri dari enam kelompok untuk mendiskusikan dan membuat presentasi tentang kategori *green building*!



<https://youtu.be/DitBPAkFQUE>

Sumber: GBC Indonesia/
Youtube

Bangunan hijau merupakan konsep yang diperuntukkan suatu bangunan agar dapat berkelanjutan serta memiliki beberapa syarat-syarat tertentu, antara lain:



1) Konsep bangunan ramah lingkungan dan *high performance building*

Tujuan *high performance building* adalah meminimalisir penggunaan energi dengan memanfaatkan energi yang berasal dari alam dan dipadupadankan dengan teknologi tinggi (*high tech*). Contohnya seperti pemanfaatan penggunaan panel surya (*solar cell*) untuk pemanfaatan energi dari panas matahari sebagai dasar sumber pembangkit tenaga listrik rumahan (gambar 1.16.).



Gambar 1.16. Pemanfaatan Panel Surya (*Solar Cell*)

Sumber: Vivint Solar/Unsplash (2019)

2) Konsep *future healthy*

Pada konsep *future healthy* bisa terlihat dari banyaknya tanaman hijau rindang yang hampir mengelilingi bangunan, sehingga membuat iklim udara yang sangat sejuk serta sehat bagi kehidupan disekitar. Pada konsep ini lingkungan tampak tenang, dikarenakan lokasinya yang jauh dari keramaian (gambar 1.17.).





Gambar 1.17. Rumah dengan pohon rindang

Sumber: homrak/freepik (2020)

3) Konsep penghijauan

Konsep penghijauan sangat cocok digunakan untuk daerah iklim tropis atau di daerah khatulistiwa masih tropis atau daerah khatulistiwa. Saat musim penghujan dapat digunakan sebagai daerah resapan air sedangkan pada musim kemarau dijadikan sebagai penyejuk udara.

b. Sustainable Building

Konsep pembangunan berkelanjutan atau disebut dengan *sustainable building* merupakan sebuah upaya atau rencana tindak lanjut pembangunan yang meliputi beberapa aspek diantaranya aspek ekonomi, aspek sosial, aspek lingkungan dan aspek budaya guna memenuhi kebutuhan pada masa kini namun tidak mengorbankan dan mengurangi kebutuhan generasi penerus yang akan datang. Salah satu aspek terpenting pembangunan berkelanjutan adalah proses konstruksi dengan menggunakan suatu metode, material yang sangat tepat, efektif dan efisien serta ramah lingkungan (gambar 1.18.).





Gambar 1.18. Rumah dengan material hijau (*green materials*)

Sumber: frankreich/unsplash (2020)

Aspek penting yang diterapkan pada pembangunan berkelanjutan meliputi:

- 1) Penghematan dan diversifikasi sumber daya energi;
- 2) Penataan dan penggunaan lahan yang berkelanjutan;
- 3) Konservasi dari sumber daya air guna menjamin keberlanjutan dari penyediaan air bersih;
- 4) Pemilihan material yang memiliki daur hidup ramah lingkungan;
- 5) Peningkatan kesehatan dan kenyamanan dalam ruang yang sehat dan nyaman;
- 6) Pengelolaan sistem bangunan yang mendukung keberlanjutan lingkungan.

2. Spesifikasi dan karakteristik *green materials*

Material bahan yang digunakan tidak hanya memperhatikan sisi kualitasnya, tetapi juga harus paham perawatannya. Bahan yang berkualitas bagus apabila tidak dilakukan perawatan maka akan cepat rusak sehingga tidak dapat digunakan lagi dengan baik seperti saat masih baru. Perawatan juga diperlukan untuk menjaga kesehatan dan mencegah berkembangnya bakteri atau kuman.



Spesifikasi dan karakteristik *green materials* dalam pembangunan berkelanjutan adalah material yang ramah lingkungan. Material ramah lingkungan pada saat digunakan maupun sisa buangnya tidak berpotensi dapat merusak lingkungan serta tidak mengganggu kesehatan.



Aktivitas 1.6.

Ayo Amati

Cobalah kalian amati gambar 1.19., 1.20., 1.21., 1.22.



Gambar 1.19. Material Kayu berbasis *Green Materials*

Sumber: license/unsplash/ (2021)



Gambar 1.20. Material Beton berbasis *Green Materials*

Sumber: Oleksandr Ryzhkov/Freeepik (2021)





Gambar 1.21. Material Batu alam berbasis *Green Materials*

Sumber: Paul Brennan dari Pixabay (2018)



Gambar 1.22. Material Baja Ringan berbasis *Green Materials*

Sumber: <https://bajaringan.design.blog/author/bajadesigninterior/>

Setelah kalian mengamati gambar 1.19., 1.20., 1.21.,1.22. Silakan berdiskusi kemudian presentasikan tentang spesifikasi dan karakteristik masing-masing bahan material berbasis *green materials* tersebut!





Aktivitas 1.7.

Ayo Cari

1. Cobalah kalian cari spesifikasi dan karakteristik *green materials* atau material ramah lingkungan secara menyeluruh!
2. Potensi apa saja yang dimiliki oleh *green materials* atau material ramah lingkungan dalam pembangunan berkelanjutan?
3. Bagaimana implementasi penggunaan *green materials* atau materials ramah lingkungan di daerah sekitar kalian tinggal, apakah sudah banyak yang mengimplementasikan *green materials*?
4. Carilah macam-macam bahan materian berbasis *green materials* sesuai dengan spesifikasinya (Beton, baja, kayu, batu)!

C. Profesi dan Kewirausahaan Bidang Perawatan Gedung

Juru atau teknisi perawatan gedung diharapkan dapat bertanggung jawab sepenuhnya dalam menyelesaikan tugas dan fungsi perawatan sehingga dapat memperbaiki peralatan dan menjaga kualitas dari fasilitas yang ada. Tugas teknisi tersebut termasuk melakukan pemeriksaan rutin, mendelegasikan tugas yang ada di antara tim perawatan, serta menginventarisasi alat persediaan dan alat untuk pembersih.

Perawatan untuk bangunan gedung meliputi beberapa persyaratan pekerjaan sebagai berikut:

- a. Penerapan K3LH pada bangunan gedung
- b. Menerapkan komunikasi kerja
- c. Mengidentifikasi permasalahan di tempat kerja
- d. Memeriksa perkiraan biaya pekerjaan
- e. Melaksanakan pekerjaan perawatan



- f. Mengendalikan jadwal pekerjaan
- g. Melaksanakan uji kelayakan pada hasil pekerjaan
- h. Membuat pelaporan

Rangkaian pekerjaan tersebut dapat dikelompokkan menjadi beberapa tugas dan pokok pekerjaan konstruksi disesuaikan dengan kebutuhan pekerjaan.



Aktivitas 1.8.

Ayo Berpikir Kreatif

Tuliskanlah pada buku Latihan kalian uraian tentang persyaratan pekerjaan perawatan dan pemeliharaan pada bangunan gedung!

1. Profesi dan Kewirausahaan Pekerjaan Perawatan Gedung

Cobalah kalian pelajari beberapa *job profil* pekerjaan dalam pekerjaan perawatan gedung berikut ini dan uraikan tugas serta fungsi masing-masing pekerjaan tersebut di lapangan.

- a. Perencana Gambar



Gambar 1.23. Perencana Gambar

Sumber: Rawpixel.com/freepik (2020)



Profesi *drafter* atau tukang gambar berperan membantu profesi arsitek dalam merencanakan gedung (gambar 1.23.) yang diwujudkan dalam gambar perencanaan secara detail meliputi ukuran dan bentuk. *Drafter* memerlukan bimbingan arsitek dalam melakukan tugasnya. Gambar yang dihasilkan oleh *drafter* sudah melalui konsultasi dan persetujuan arsitek, sehingga konsep yang direncanakan dapat digambar dengan benar.

b. Perencana biaya (*Estimator*)

Perencanaan biaya dalam pekerjaan konstruksi merupakan suatu hal yang fundamental. Perencanaan tersebut akan menentukan kelayakan dan biaya pendanaan suatu proyek. Kurangnya informasi, identitas pekerjaan serta gambar desain yang tidak lengkap akan membuat estimasi ini sulit untuk dilaksanakan. Disinilah peran seorang *estimator* untuk mengidentifikasi seluruh kebutuhan pekerjaan proyek (gambar 1.24.).



Gambar 1.24. Juru hitung (*Estimator*)

Sumber: Freepik.com (2020)

c. Pelaksana pekerjaan konstruksi

Pelaksana pekerjaan konstruksi (gambar 1.25.) bertugas memberikan suatu layanan jasa pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Mulai dari mempersiapkan lapangan atau lahan sampai penyerahan laporan akhir hasil pekerjaan konstruksi. Pekerjaan meliputi pekerjaan pembangunan infrastruktur sipil, pekerjaan gedung dan instalasi mekanikal dan elektrik.





Gambar 1.25. Pelaksana Pekerjaan Konstruksi (Kontraktor)

Sumber: bridgesward/Pixabay (2020)

d. Pengawas pekerjaan konstruksi

Pengawas pekerjaan konstruksi (gambar 1.26.) merupakan bagian penyedia jasa perseorangan maupun badan suatu usaha kelompok yang mempunyai keahlian profesional di bidang pengawasan jasa konstruksi. Mulai dari awal pelaksanaan pekerjaan sampai tahap penyelesaian yang harus disesuaikan dengan gambar desain perencanaan.



Gambar 1.26. Pengawas Pekerjaan Konstruksi

Sumber: Partystock/freepik (2020)

e. Petugas K3LH

Petugas K3LH (Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup) pada konstruksi (gambar 1.27) merupakan seorang petugas yang berada dalam suatu organisasi yang bergerak



dalam bidang pengguna jasa pekerjaan. Petugas K3LH ini telah mengikuti pelatihan atau bimbingan teknis tentang SMK3 (Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja) bidang Konstruksi Pekerjaan Umum.



Gambar 1.27. Petugas K3LH
Sumber: Mufid Majnun/Pixabay (2021)

f. Mekanik Instalasi Pipa (*Plumber*)

Seorang tukang ledeng atau *plumber* memiliki keahlian khusus dalam merakit, membenahi, serta menjaga sistem pipa, saluran air, dan peralatan sanitasi di dalam serta di sekitar gedung (gambar 1.28.). Tugas utama tukang ledeng meliputi pemasangan pipa air bersih, pembuangan air kotor, pipa gas, alat pemanas air, serta berbagai peralatan sanitasi seperti toilet, wastafel, shower, dan bak mandi. Selain itu, mereka juga mampu melakukan perbaikan dan perawatan sistem pipa yang sudah ada, serta melakukan inspeksi untuk menemukan masalah dan menawarkan solusi yang sesuai.





Gambar 1.28. Mekanik Intsalasi Pipa (*Plumber*)

Sumber: Pressfoto/Freeepik (2020)

g. Mekanik/Teknisi AC

Secara umum, pekerjaan seorang teknisi AC (gambar 1.29.) meliputi pemasangan sistem pendingin udara dan unit AC yang terkait, menjalankan perawatan rutin pada sistem AC seperti membersihkan filter udara dan memeriksa level refrigeran, serta memperbaiki atau mengganti komponen yang rusak atau tidak berfungsi dengan baik, seperti kompressor, motor, dan sistem kelistrikan. Mereka juga harus dapat mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah terkait dengan sistem pendingin udara, seperti perbedaan suhu, kebisingan atau ketidakbisaan sistem. Selain itu, teknisi AC juga memberikan saran dan rekomendasi kepada klien terkait cara merawat dan menggunakan unit AC secara benar. Teknisi AC juga bertanggung jawab untuk membuat laporan dan dokumentasi terkait dengan perbaikan, penggantian bagian, dan perawatan yang dilakukan pada unit AC.





Gambar 1.29. Mekanik/Teknisi AC

Sumber: Iqbal nuril anwar/Pixabay (2020)

h. Mekanik/Teknisi Listrik

Teknisi atau mekanik listrik (gambar 1.30.) merupakan seseorang yang bertanggung jawab urusan kelistrikan. Teknisi listrik diharuskan dapat mempunyai kemampuan dan keahlian dalam memperbaiki masalah kelistrikan.

Pekerjaan seorang teknisi listrik meliputi beberapa tugas utama, di antaranya adalah memasang sistem listrik dan peralatan seperti kabel listrik, panel listrik, dan peralatan elektronik. Selain itu, mereka juga bertanggung jawab untuk memperbaiki dan menjaga sistem listrik, termasuk memperbaiki dan mengganti kabel, saklar, dan komponen listrik lainnya. Teknisi listrik juga melakukan pemeriksaan dan pengujian terhadap sistem listrik untuk memastikan kinerjanya optimal dan aman dalam operasionalnya.

Selanjutnya, mereka menangani masalah dan pemadaman listrik, serta dapat melakukan perbaikan darurat saat diperlukan. Selain itu, teknisi listrik juga melakukan pemeliharaan preventif, termasuk pembersihan dan inspeksi berkala pada sistem listrik dan peralatan untuk menjaga kinerja dan mencegah kerusakan lebih lanjut.





Gambar 1.30. Mekanik/Teknisi Listrik

i. Mekanik/Teknisi CCTV

Seorang teknisi CCTV, (gambar 1.31.) memiliki keahlian dalam memasang, mengoperasikan, merawat, dan memperbaiki sistem keamanan elektronik seperti kamera pengawas (CCTV) dan peralatan terkait lainnya.

Tugas utama teknisi CCTV adalah merancang dan memasang sistem keamanan CCTV, termasuk kamera, kabel, dan perangkat terkait lainnya. Selain itu, mereka juga bertanggung jawab untuk memeriksa dan menguji sistem keamanan CCTV guna memastikan kinerjanya optimal dan keamanan operasional terpenuhi. Teknisi CCTV juga menangani masalah dan melakukan perbaikan pada sistem keamanan CCTV, serta siap melakukan perbaikan darurat saat diperlukan. Selain itu, mereka juga melakukan pemeliharaan preventif, seperti pembersihan dan inspeksi berkala pada sistem keamanan CCTV dan peralatan untuk menjaga kinerja dan mencegah kerusakan lebih lanjut.





Gambar 1.31. Teknisi CCTV

Sumber: Jakarta Pioner CCTV (2020)

Ayo Berpikir Kritis

Cobalah uraikan masing-masing pekerjaan yang sesuai dengan profesi kewirausahaan pada pekerjaan perawatan gedung.

2. Peluang Usaha Pekerjaan Perawatan Gedung

Terdapat berbagai jenis peluang usaha di bidang perawatan dan pengelolaan gedung berdasarkan pada lingkup pekerjaannya. Mengingat banyaknya bangunan gedung yang memerlukan perawatan dan pengelolaan, bidang pekerjaan ini menawarkan banyak peluang usaha yang menjanjikan. Berikut beberapa peluang usaha yang dapat dipertimbangkan dalam bidang perawatan dan pengelolaan gedung:

a. Peluang usaha pekerjaan perawatan gedung

Peluang usaha di bidang perawatan gedung mencakup rehabilitasi, renovasi, dan restorasi. Permintaan untuk layanan ini semakin meningkat karena beberapa faktor, antara lain:

- 1) Tren perbaikan rumah, kebanyakan orang ingin meningkatkan tampilan rumah mereka dan memperbaiki kondisinya. Permintaan layanan renovasi dan rehabilitasi rumah pun semakin tinggi.



- 2) Tingginya tingkat kepemilikan rumah, semakin banyak orang yang memiliki rumah, terutama di perkotaan, sehingga meningkatkan permintaan untuk layanan renovasi dan rehabilitasi rumah.
- 3) Perlunya memperbaiki dan memperbarui rumah yang sudah tua. Banyak rumah yang sudah lama dan memerlukan perbaikan agar nilai propertinya tetap terjaga. Permintaan layanan renovasi dan restorasi pun semakin tinggi.
- 4) Teknologi dan bahan bangunan baru semakin banyak ditemukan, membuat layanan renovasi dan restorasi rumah lebih efektif dan efisien, sehingga lebih menarik bagi pelanggan.
- 5) Kesadaran lingkungan yang meningkat membuat banyak orang ingin membuat rumah mereka lebih ramah lingkungan, menciptakan permintaan tinggi untuk layanan renovasi dan rehabilitasi rumah yang berfokus pada keberlanjutan dan bahan-bahan ramah lingkungan.
- 6) Perbaikan setelah bencana seperti banjir, gempa bumi atau badai mengakibatkan banyak rumah yang membutuhkan rehabilitasi dan renovasi, sehingga menyebabkan permintaan menjadi tinggi untuk layanan tersebut.

Gambar 1.32. memperlihatkan peluang usaha dibidang renovasi rumah tinggal.



Gambar 1.32. Peluang usaha renovasi rumah tinggal
Sumber: artikel.rumah123.com (2022)



b. Peluang usaha pekerjaan utilitas bangunan gedung

1) Peluang usaha bidang instalasi *plumbing* (air bersih, air kotor dan air buangan)

Instalasi *plumbing* dalam konstruksi gedung sangat penting dan menjanjikan dalam bidang usaha. Kemampuan teknis dan pengalaman yang diperlukan dalam pekerjaan ini akan memberikan peluang bisnis yang baik. Beberapa peluang usaha dalam bidang instalasi plumbing gedung adalah:

- a) Layanan instalasi dan perawatan pipa air, saluran pembuangan, dan perangkat di berbagai jenis gedung seperti perkantoran, hotel, apartemen, dan gedung lainnya.
- b) Layanan pemasangan *waterheater* yang dapat meningkatkan kenyamanan dan keamanan penghuni gedung.
- c) Layanan perawatan sistem *plumbing* secara umum, termasuk instalasi pipa, saluran pembuangan, dan sistem pemanas dan pendingin.

Bisnis ini memiliki potensi keuntungan yang besar karena kebanyakan gedung memerlukan perawatan dan perbaikan berkala pada sistem *plumbing* mereka (gambar 1.33.).



Gambar 1.33. Teknisi pemasangan Waterheater

Sumber: Kemendikbudristek/Arum (2023)



4) Peluang usaha dibidang instalasi dan perawatan AC

Peluang bisnis di bidang instalasi dan perawatan AC, khususnya AC Split, masih menjanjikan terutama di daerah tropis seperti Indonesia (gambar 1.34.). Beberapa faktor yang memperkuat pandangan ini adalah:

- a) meningkatnya kebutuhan masyarakat akan kenyamanan di dalam ruangan. Saat ini, AC Split dianggap sebagai kebutuhan pokok di rumah dan kantor, terutama di daerah dengan suhu udara yang tinggi dan panas.
- b) Semakin banyak bangunan yang dibangun, termasuk rumah, gedung perkantoran, dan pusat perbelanjaan, semakin tinggi permintaan untuk jasa instalasi AC Split.
- c) Kesadaran lingkungan yang semakin meningkat membuat banyak orang ingin menggunakan AC Split yang lebih ramah lingkungan dan hemat energi.
- d) AC Split yang sudah cukup tua membutuhkan perawatan dan pemeliharaan yang teratur untuk tetap beroperasi dengan baik. Dengan demikian, kebutuhan akan layanan perawatan AC Split semakin meningkat.
- e) Meskipun pasar layanan instalasi dan perawatan AC Split sudah cukup padat, namun persaingannya masih relatif rendah jika dibandingkan dengan jenis layanan lain seperti perbaikan komputer atau pengiriman makanan.





Gambar 1.34. Peluang usaha pemasangan dan perawatan AC

Sumber: www.olx.co.id (2021)

3) Peluang usaha dibidang instalasi CCTV

Instalasi sistem CCTV merupakan peluang bisnis yang menjanjikan karena permintaan sistem keamanan semakin meningkat. Tujuan bisnis instalasi CCTV adalah memasang kamera pengawas dan sistem keamanan di berbagai lokasi, seperti rumah, gedung perkantoran, pusat perbelanjaan, tempat parkir, dan lain-lain (gambar 1.35.).

Beberapa ide usaha di bidang instalasi CCTV yang bisa dipertimbangkan antara lain:

- a) Menawarkan jasa instalasi CCTV.
- b) Menjual perangkat CCTV dengan memperoleh pasokan dari pemasok perangkat CCTV.
- c) Menyediakan layanan pemeliharaan dan perbaikan CCTV.





Gambar 1.35. Peluang usaha pemasangan CCTV

Sumber: Jakarta Pioner CCTV (2020)

4) Peluang usaha dibidang instalasi listrik

Bisnis instalasi listrik perumahan adalah bisnis yang menawarkan jasa pemasangan sistem kelistrikan di rumah atau perumahan. Peluang usaha ini menjanjikan karena kebutuhan listrik sangat penting dan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan pembangunan perumahan (gambar 1.36.).

Peluang usaha di bidang instalasi listrik perumahan yang dapat dipertimbangkan sebagai berikut:

- a) Menawarkan jasa instalasi listrik.
- b) Menjual produk listrik dengan memperoleh pasokan dari pemasok produk listrik.
- c) Menyediakan layanan perbaikan dan pemeliharaan listrik.
- d) Menyediakan jasa konsultasi listrik.





Gambar 1.36. Peluang usaha instalasi listrik

Sumber: www.olx.co.id (2021)



Aktivitas 1.9.

Ayo Beraksi

Cobalah berkunjung ke ruang-ruang kantor guru yang ada disekolah kalian, cermatilah setiap komponen bagian mekanikal dan elektrikalnya, kemudian tentukan bagian mana yang memerlukan perawatan!

No	Nama Ruang	Jenis Perawatan
1.		
2.		
3.		





Ayo Refleksi

Setelah menyelesaikan proses pembelajaran pada bab ini, tentunya pemahaman kalian tentang proses bisnis dan kewirausahaan dalam bidang perawatan gedung menjadi lebih baik. Adakah materi yang belum dipahami? Silakan lakukan diskusi lebih lanjut bersama teman dan guru pengampu, karena materi di bab ini terkait dengan materi pada bab selanjutnya serta menjadi acuan dasar untuk mempelajari materi yang ada pada buku teks ini.



Ayo Cek Pemahaman

A. Tes Tertulis

1. Proses pekerjaan perawatan gedung terdiri dari beberapa tahapan pekerjaan. Cobalah sebutkan dan jelaskan masing-masing tahapan pekerjaannya!
2. Peluang usaha pekerjaan perawatan gedung yang terkait dengan sistem utilitas harus dikerjakan oleh ahli yang disesuaikan dengan tahapan pekerjaannya. Cobalah sebutkan dan jelaskan masing-masing tahapan pekerjaannya!
3. Pemanasan global yang terjadi pada masa sekarang ini memiliki dampak yang sangat besar bagi kehidupan manusia di bumi ini. Jelaskan dampak pemanasan global yang banyak diakibatkan karena pembangunan gedung konvensional! Bagaimana mengatasi permasalahan terkait isu global tersebut?
4. Bahan material berbasis material hijau memiliki beberapa kriteria dan tipe. Sebutkan kriteria dari bahan material hijau.
5. Bangunan dapat dikatakan sebagai bangunan hijau atau *green building* apabila memenuhi beberapa persyaratan, cobalah sebutkan dan jelaskan persyaratan tersebut!



B. Tes Unjuk Kerja

Buatlah kelompok yang terdiri dari 4-5 siswa, kemudian lakukan kunjungan ke ruang-ruang kantor yang ada di sekolah untuk mencermati bagian sistem instalasi pipa, struktur, arsitektur bangunan serta bagian mekanikal elektrik. Selanjutnya silakan kalian berdiskusi terkait perawatan dan jenis perawatan yang diperlukan dari temuan tersebut. Presentasikan hasil temuan kalian dengan *power point* yang menarik dengan menyertakan foto yang telah diperoleh selama observasi.



Pengayaan

Saat ini kalian adalah calon wirausahawan bidang perawatan gedung, cobalah buat konsep dari pekerjaan perencanaan dalam pelaksanaan perawatan gedung berbasis *green building* dengan menggunakan bahan bangunan berbasis *green materials* serta memperhitungkan proses bisnisnya, sehingga sebagai perencana kalian akan mendapatkan pekerjaan yang luar biasa.





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
BADAN STANDAR, KURIKULUM, DAN ASESMEN PENDIDIKAN
PUSAT PERBUKUAN

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Perawatan Gedung
untuk SMK/MK Kelas X
Penulis: Arum Fajar Vebrianingtyas, Cok Iwin Wijaya Winardi
ISBN: 978-623-194-523-5 (PDF)

Bab II

Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup serta Budaya Kerja Industri



Tujuan Pembelajaran

Menerapkan Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH). Menerapkan budaya kerja industri





Peta Konsep



Kata Kunci

APD, Bahaya, Budaya 5R, Induksi K3LH, Kondisi Bahaya, Potensi Bahaya, Tindakan Berbahaya





Gambar 2.1. Kasus kecelakaan kerja konstruksi di Mojokerto, pekerja meninggal jatuh dari ketinggian lantai 3.

Sumber: detik.com (2020)

Mojokerto - Seorang pekerja konstruksi asal Sidoarjo tewas terjatuh dari lantai 3 proyek rumah di Desa Pungging, Mojokerto (Gambar 2.1.). Menurut Kapolsek Pungging AKP Margo Sukwandi, korban terpeleset saat memasang kerangka baja ringan untuk atap rumah tersebut, karena tidak memakai peralatan safety, lanjut Margo, Safari langsung terjatuh ke lantai dasar dari ketinggian sekitar 11,7 meter. Korban tewas mengenaskan di lokasi dengan luka parah di bagian kepala.

Jenazahnya telah dievakuasi ke RS Bhayangkara Pusdik Brimob Watukosek, Pasuruan. Korban tewas mengenaskan di lokasi dengan luka parah di bagian kepala. Jenazahnya telah dievakuasi ke RS Bhayangkara Pusdik Brimob Watukosek, Pasuruan.

Ayo Berpikir Kreatif

Setelah membaca tentang pekerja konstruksi pada artikel tersebut, cobalah analisis potensi bahaya yang mungkin terjadi berdasarkan gambar 2.1. kemudian uraikan analisis kalian secara lisan ataupun tertulis.

A. Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH)

1. Sejarah Perkembangan Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH)

Sejarah berkembangnya K3LH tidak lepas dari perkembangan peradaban dan teknologi yang diciptakan manusia dari zaman prasejarah, revolusi industri hingga zaman modern seperti sekarang ini. Sejak manusia menciptakan alat bantu untuk memudahkan pekerjaan mereka, maka pada saat itu pula K3LH ada. Pada saat



bekerja mereka mengalami kecelakaan dalam bentuk cedera atau luka, kemudian dengan menggunakan akal pikirannya berusaha mencegah terulangnya kecelakaan serupa.

Namun, dengan perkembangan teknologi dan industri yang semakin pesat perlunya penerapan K3LH menjadi semakin penting. Perkembangan teknologi dan industri juga menuntut adanya penerapan standar yang lebih tinggi dalam K3LH, sehingga lahirlah SMK3 (Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja). K3LH merupakan salah satu standar yang diterapkan dalam industri untuk menjamin kesehatan dan keselamatan kerja serta perlindungan lingkungan. SMK3 merupakan standar yang dikembangkan oleh Badan Nasional Standardisasi (BSN) dan diakui secara internasional sebagai standar manajemen K3LH yang baik



Aktivitas 2.1.

Ayo Pahami

Telusurilah materi tentang sejarah perkembangan K3LH setiap zaman melalui internet atau sumber lain. Kemudian secara berkelompok, tulis dan simpulkanlah kejadian-kejadian penting yang mewarnai perkembangan K3LH meliputi :

1. K3LH zaman prasejarah
2. K3LH zaman peradaban lama
3. K3LH pada awal abad pertengahan
4. K3LH pada era revolusi industri
5. Era manajemen K3LH

Selanjutnya presentasikan di depan kelas hasil kerja kelompok kalian untuk ditanggapi oleh kelompok lain.



2. Pentingnya Penerapan K3LH dalam Tahap Pekerjaan Konstruksi

Konstruksi Penyumbang Terbesar Kecelakaan Kerja di Indonesia



Gambar 2.2. Contoh Kecelakaan Kerja di bidang konstruksi

Sumber: konstruksimedia.com (2022)

Sektor konstruksi masih menjadi penyumbang terbesar kasus kecelakaan kerja di Indonesia (Gambar 2.4). Setiap tahunnya, sektor konstruksi menyumbang 32% dari total kasus kecelakaan kerja di Indonesia. Di posisi dua, sektor industri manufaktur menyumbang 31,6% disusul transportasi (5,3%), Kehutanan (3,8%), dan pertambangan (2,6%).

Demikian diungkap Ketua Komite Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH) Persatuan Insinyur Indonesia (PII) Dr (cand) Ir Desiderius Viby Indrayana, ST, MM, MT, IPU, ASEAN Eng pada webinar bertajuk Indonesian Safety & Quality Engineer Outlook 2022 yang

diselenggarakan Komite K3L PII secara daring, Sabtu (5/2/2022) yang mengutip data dari Kementerian Ketenagakerjaan (Kemnaker) dan BPJS Ketenagakerjaan.

Pada webinar yang dihadiri 444 peserta dan dimoderatori Ketua Umum Perkumpulan Ahli Keselamatan Konstruksi Indonesia (PAKKI) Lazuardi Nurdin ini, pria yang akrab disapa Viby ini mengungkapkan bahwa fakta ini tidak hanya terjadi di Indonesia. Mengutip data dari Biro Statistik Tenaga Kerja Amerika (US Bureau of Labor Statistic) tahun 2020 Viby mengatakan bahwa konstruksi menempati peringkat teratas sebagai sektor industri yang mengakibatkan kecelakaan kerja fatal bagi para pekerja. Begitu pula di Jepang dimana konstruksi menyumbang 32% angka kecelakaan kerja fatal yang terjadi di 2020. Sementara China, tercatat sebagai negara tertinggi di dunia dengan kasus kecelakaan kerja yang terjadi di sektor konstruksi dengan menorehkan angka 34% - Demikian liputan Hasanudin dalam - konstruksi media.com.



Aktivitas 2.2.

Ayo Identifikasi

Berdasarkan fakta dan data dari konstruksi media.com (gambar 2.2) bahwa sektor konstruksi memiliki angka kecelakaan kerja tertinggi di Indonesia maupun dunia. Hal ini mengisyaratkan sektor konstruksi memiliki potensi risiko kecelakaan lebih besar dibandingkan sektor lainnya. Secara berkelompok silakan identifikasi data dan fakta kecelakaan kerja di bidang konstruksi dan sektor lainnya selama lima tahun terakhir mulai tahun 2017 sampai dengan tahun 2021. Kemudian tuliskan hasil penelusuran kalian pada Tabel 2.1. di buku latihan.



Tabel 2.1 Identifikasi Data Kecelakaan Kerja di Sektor Industri dan Sektor Lainnya

Tahun	Persentase/Jumlah Kecelakaan Kerja pada Sektor				
	Konstruksi	Industri manufaktur	Transfortasi	Kehutanan	Pertambangan
2017					
2018					
2019					
2020					
2021					

Tulishlah kesimpulan dari data dan fakta yang telah kalian lengkapi pada Tabel 2.1. Presentasikan hasil kerja kelompok kalian di depan kelas untuk ditanggapi oleh kelompok lain.

a. Pengertian K3LH

Pengertian K3LH menurut Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 bahwa Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja.

Tujuan penerapan K3LH adalah.

- 1) Meningkatkan efektifitas perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja yang terencana, terukur, terstruktur, dan terintegrasi;
- 2) Mencegah dan mengurangi kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja dengan melibatkan unsur manajemen, pekerja/buruh, dan/atau serikat pekerjaserikat buruh;
- 3) Menciptakan tempat kerja yang aman, nyaman, dan efisien untuk mendorong produktivitas.



b. Rambu K3LH (*Safety Sign*)

Rambu K3LH merupakan suatu sistem peringatan yang digunakan untuk menyampaikan informasi tentang potensi bahaya di tempat kerja serta petunjuk tindakan yang harus diambil jika terjadi kecelakaan kerja.

Secara umum rambu K3LH dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu:

- 1) Perintah, berupa larangan dan kewajiban
- 2) Waspada, berupa bahaya peringatan dan perhatian
- 3) Informasi

c. Pedoman Umum Rambu Keselamatan

- 1) Warna dan tulisan

Pedoman warna keselamatan dan warna tulisan seperti diperlihatkan pada tabel 2.2. berikut:

Tabel 2.2. Pedoman warna dan tulisan pada rambu K3LH

Warna Keselamatan	Warna Kontras (Simbol atau Tulisan)	Makna
MERAH	PUTIH	Larangan
		Pemadam Api
KUNING	HITAM	Perhatian/Waspada
		Potensi Beresiko Bahaya
HIJAU	PUTIH	Zona Aman
		Pertolongan Pertama
BIRU	PUTIH	Wajib Ditaati
PUTIH	HITAM	Informasi Umum

- 2) Bentuk geometri

Bentuk geometri rambu keselamatan serta maksud dari bentuk geometri tersebut diperlihatkan pada tabel 2.3. berikut :



Tabel 2.3. Pedoman bentuk geometri rambu keselamatan

Bentuk Geometri Rambu Keselamatan	Maksud (Kelompok Rambu)	Uraian
1 	TANDA PERINTAH	Sebuah lingkaran yang mengindikasikan PERINTAH yang harus ditaati
2 	TANDA WASPADA	Sebuah segitiga yang mengindikasikan PERHATIAN atau BAHAYA
3 	TANDA INFORMASI	Sebuah bujur sangkar yang menyampaikan sebuah INFORMASI

Contoh rambu K3LH berserta penjelasannya dapat dilihat pada tabel 2.4. di bawah ini:

Tabel 2.4. Pedoman bentuk geometri rambu keselamatan

Sub Kelompok	Contoh Aplikasi (Warna Simbol)		Uraian
1.1			HITAM Rambu DILARANG MEROKOK di area ini
1.2			PUTIH Rambu WAJIB MENGGUNAKAN PELINDUNG KESELAMATAN TANGAN di area kerja ini
2.0			HITAM Rambu WASPADA di area ini
3.1			PUTIH Rambu lokasi PERALATAN PERTOLONGAN PERTAMA PADA KECELAKAAN
3.2			PUTIH Rambu lokasi ALAT PEMADAMAN API RINGAN
3.3			HITAM Rambu lokasi TOILET UNTUK PRIA



3. Potensi Bahaya Dan Resiko di Tempat Kerja

Bahaya merupakan segala kondisi yang dapat merugikan seperti cedera atau kerugian lainnya. Dengan kata lain bahaya merupakan sumber, situasi, aktivitas atau tindakan yang berpotensi menimbulkan cedera bagi manusia berupa kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja atau kombinasi dari semuanya.

Identifikasi potensi bahaya di tempat kerja sangat penting untuk dilakukan, karena dapat membantu dalam mengidentifikasi potensi bahaya sebelum terjadi kecelakaan atau penyakit akibat kerja. Hal ini dapat dilakukan melalui pengelolaan risiko yang efektif dan penerapan sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja (SMK3) yang baik. Dengan adanya penerapan SMK3 yang baik diharapkan dapat terciptanya tempat kerja yang aman, sehat, bebas dari pencemaran lingkungan sehingga dapat mengurangi atau terbebas dari kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja.



Aktivitas 2.3.

Ayo Identifikasi

Kalian tentu sering mendengar orang tua memberi nasihat “Anakku hati-hati jalannya, lantai baru dipel”, “Anakku turun, nanti jatuh”, “Anakku kalau menyeberang lihat kanan kiri dulu” dan sebagainya. Tahukah kalian, makna apa yang tersirat dari ungkapan orang tua kalian tersebut? Adakah potensi bahaya dari kondisi yang diungkapkan orang tua kalian? Silakan renungkan!

Potensi bahaya selalu ada dalam kegiatan konstruksi, untuk mengetahui wawasan kalian tentang potensi bahaya dalam kegiatan konstruksi perhatikan gambar 2.3. berikut!



(1)



(2)





(3)



(4)



(5)



(6)



(7)



(8)



(9)



(10)

Gambar 2.3. Potensi bahaya di bidang konstruksi

Sumber: unflash.com (2020)



Setelah kalian mengamati gambar 2.3., selanjutnya secara berkelompok isilah hasil identifikasi potensi bahaya dan rekomendasi yang perlu dilakukan dalam proses pengendaliannya pada tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5. Identifikasi potensi bahaya dan saran rekomendasi

No. Gambar	Potensi Bahaya	Saran Rekomendasi
1.	Contoh : Jatuh dari ketinggian	Contoh : Menggunakan <i>safety belt</i> / Sabuk pengaman
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

Presentasikan hasil kerja kelompok di depan kelas untuk ditanggapi oleh kelompok lain.

a. Sumber Bahaya dalam Konstruksi

- 1) Bahan/material, pemilihan bahan atau material
- 2) Orang/tenaga, mempekerjakan orang yang tidak memiliki kompetensi
- 3) Metode/prosedur kerja, pemilihan metode dan prosedur kerja yang tidak tepat
- 4) Alat, penggunaan peralatan, ringan dan berat, peralatan kerja dan perkakas (*tools*), alat transportasi yang tidak sesuai spesifikasi, dan sebagainya.
- 5) Lingkungan/lokasi, lingkungan kerja yang tidak aman.



b. Jenis Bahaya dalam Konstruksi

- 1) Bahaya kesehatan, meliputi bahaya fisik, kimia, biologi, ergonomi (gerakan janggal) dan bahaya psikologis.
- 2) Bahaya keselamatan, merupakan semua bahaya yang mengakibatkan kondisi kerja tidak selamat karena terjadi kontak dengan energi tertentu, meliputi bahaya ketiggian, struktur ambruk, kesetrum, meledak, benda bergerak, tabrakan, longsor, kebakaran, tersandung, radiasi dan bahaya lain yang umumnya termasuk dalam kategori bahaya fisik.

c. Kondisi yang Berbahaya dalam Konstruksi

Kondisi yang berbahaya dijelaskan dalam Surat Keputusan Dirjen Binawas Ketenagakerjaan Nomor KEP. 84/BW/1998 tanggal 8 April 1998 sebagai lampiran dari Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 03/MEN/1998 tentang Tata cara Pelaporan Kecelakaan Kerja, meliputi:

- D1: Pengamanan yang tidak sempurna (sumber kecelakaan tanpa alat pengaman, atau dengan alat pengaman yang tidak mencukupi atau rusak atau tidak berfungsi, dan lain-lain).
- D2: Peralatan/bahan yang tidak seharusnya (mesin, pesawat, peralatan atau bahan yang tidak sesuai atau berbeda dari keharusan, faktor lainnya dan lain-lain).
- D3: Kecacatan, ketidaksempurnaan (kondisi atau keadaan yang tidak semestinya, misalnya: kasar, licin, tajam, timpang, aus, retak, rapuh, dan lain-lain).
- D4: Pengaturan prosedur yang tidak aman (pengaturan prosedur yang tidak aman pada atau sekitar sumber kecelakaan, misalnya: penyimpanan, peletakan yang tidak aman, di luar batas kemampuan, pembebanan lebih, faktor psikosial, dan lain-lain).
- D5: Penerangan tidak sempurna (kurang cahaya, silau, dan lain-lain).
- D6: Ventilasi tidak sempurna (pergantian udara segar yang kurang, sumber udara segar yang kurang, dan lain-lain).
- D7: Iklim kerja yang tidak aman (suhu udara yang terlalu tinggi atau terlalu rendah, kelembaban udara yang berbahaya, faktor biologi, dan lain-lain).



- D8: Tekanan udara yang tidak aman (tekanan udara yang tinggi dan yang rendah, dan lain-lain).
- D9: Getaran yang berbahaya (getaran frekuensi rendah, dan lain-lain).
- D10: Bising (suara yang intensitasnya melebihi nilai ambang batas).
- D11: Pakaian, kelengkapan yang tidak aman (sarung tangan, respirator, kedok sepatu keselamatan, pakaian kerja, dan lain-lain, tidak tersedia atau tidak sempurna/cacat/rusak, dan lain-lain).
- D12: Kejadian berbahaya lainnya (bergerak atau berputar terlalu lambat, peluncuran benda, ketel melendung, konstruksi retak, korosi, dan lain-lain).

d. Tindakan yang Berbahaya dalam Konstruksi

Kondisi yang berbahaya dijelaskan dalam Surat Keputusan Dirjen Binawas Ketenagakerjaan Nomor KEP. 84/BW/1998 tanggal 8 April 1998 sebagai lampiran dari Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 03/MEN/1998, tentang Tata cara Pelaporan Kecelakaan Kerja, meliputi:

- E1: Melakukan pekerjaan tanpa wewenang, lupa mengamankan, lupa memberi tanda/peringatan.
- E2: Bekerja dengan kecepatan berbahaya.
- E3: Membuat alat pengaman tidak berfungsi (melepaskan, mengubah, dan lain-lain).
- E4: Memakai peralatan yang tidak aman, tanpa peralatan.
- E5: Memuat, membongkar, menempatkan, mencampur, menggabungkan dan sebagainya dengan tidak aman (proses produksi).
- E6: Mengambil posisi atau sikap tubuh tidak aman (ergonomi).
- E7: Bekerja pada objek yang berputar atau berbahaya (misalnya membersihkan, mengatur, memberi pelumas, dan lain-lain).
- E8: Mengalihkan perhatian, mengganggu, sembrono/dakar, mengagetkan, dan lain-lain).
- E9: Melalaikan penggunaan alat pelindung diri yang ditentukan.



e. **Kondisi Berbahaya (*Unsafe Condition*) dan Tindakan Berbahaya (*Unsafe Action*) pada Konstruksi**

Secara umum kecelakaan kerja dapat terjadi karena dua hal yaitu kondisi yang tidak aman (*unsafe condition*) dan tindakan/prilaku yang tidak aman (*unsafe action*). Tindakan/prilaku yang tidak aman merupakan salah satu faktor utama terjadinya kecelakaan kerja, yang dapat dilakukan oleh pekerja yang terlibat secara langsung maupun kesalahan yang dilakukan oleh organisasi atau pihak manajemen. Menurut H.W. Henrich (1990), kecelakaan kerja dapat terjadi karena kondisi lingkungan kerja yang tidak aman dan tindakan/prilaku manusia yang melakukan aktivitas di tempat kerja dan menangani peralatan atau material.

Gambaran singkat tentang *unsafe condition* dan *unsafe action* dapat dilihat pada gambar 2.4. berikut:



Gambar 2.4. Kondisi dan tindakan berbahaya

Sumber: Anas Zaeni (2020)

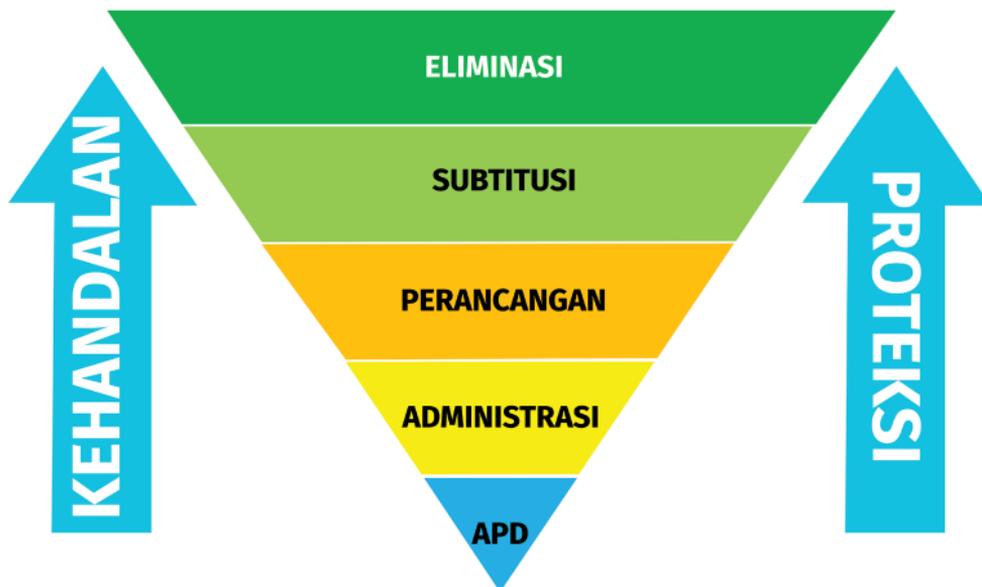


4. Pengendalian Bahaya/Resiko di Tempat Kerja

Tahukah kalian bagaimana cara mengendalikan bahaya di tempat kerja? Marilah simak materi berikut untuk membuka wawasan kalian tentang metode pengendalian bahaya di tempat kerja!

Terdapat lima teknik/metode pengendalian bahaya yang lebih populer dengan istilah hirarki pengendalian bahaya atau *hazard control hierarchy* atau *hierarchy of control*. Tata urutan pengendalian bahaya K3LH yang benar adalah dengan mengikuti *hierarchy of control* (gambar 2.5). Hirarki pengendalian risiko bertujuan menyediakan pendekatan terstruktur untuk meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja, serta lingkungan hidup dengan cara menghilangkan bahaya mengurangi atau mengontrol risiko kesehatan dan keselamatan kerja. Dalam hirarki pengendalian bahaya, pengendalian yang lebih tinggi dianggap lebih efektif dibandingkan dengan pengendalian yang lebih rendah.

Hirarki pengendalian bahaya merupakan prinsip dasar dalam mengelola risiko di tempat kerja. Berdasarkan ISO 45001, hirarki pengendalian bahaya dalam K3LH dikelompokkan menjadi lima tingkatan, yaitu:



Gambar 2.5. Hirarki Pengendalian Bahaya Di Tempat Kerja

Sumber: <https://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com/2013/09/pengendalian-resikobahaya.html> (2021)



a. Metode Eliminasi

Metode eliminasi adalah teknik/metode pengendalian bahaya dengan cara menghilangkan risiko atau kondisi bahaya di tempat kerja atau area kerja.

Contoh penggunaan metode eliminasi sebagai berikut:

- 1) Memasang CCTV untuk memantau level cairan di *tower top* sehingga operator tidak perlu naik ke *tower top* sehingga mengurangi risiko terjatuh.
- 2) Menghentikan penggunaan zat kimia beracun yang sangat berbahaya bagi kesehatan pekerja dan lingkungan.

b. Metode Substitusi

Metode substitusi merupakan upaya menggantikan proses atau tindakan yang memiliki risiko tinggi dengan yang lebih rendah atau bahkan tidak berbahaya. Contohnya sebagai berikut:

- 1) Mengganti cat yang berbahaya dengan cat berbasis air
- 2) Mengganti lantai licin dengan lantai yang tidak licin untuk mengurangi risiko terpeleset
- 3) Menurunkan *voltase* peralatan, dan lain-lain.

c. Metode Rekayasa Teknik dan Reorganisasi

Metode rekayasa teknik, reorganisasi atau bahkan gabungan keduanya merupakan tahap pengendalian bahaya yang dilakukan untuk memberikan perlindungan kolektif bagi pekerja. Contoh: Pemberian pelindung mesin, sistem ventilasi, pengurangan kebisingan di tempat kerja, perlindungan terhadap ketinggian, dan pengorganisasian pekerjaan yang dapat membantu melindungi setiap pekerja dari bahaya kerja sendiri dan beban kerja yang tidak sehat.

d. Metode Pengendalian Administratif

Metode pengendalian administratif adalah suatu metode pengendalian risiko dan bahaya dengan pengaturan terkait kesehatan dan keselamatan kerja yang telah ditetapkan sebelumnya.



Contoh:

- 1) Pelaksanaan inspeksi keselamatan peralatan secara periodik.
- 2) Pemberian pelatihan keterampilan yang sesuai bidang kerja, pengaturan kesehatan dan keselamatan kerja dalam aktivitas kerja.
- 3) Pelaksanaan *safety induction*.
- 4) Penggantian *shift* karyawan untuk mencegah kelelahan.
- 5) Memastikan operator forklift sudah memiliki lisensi yang diwajibkan.
- 6) Pelaporan risiko atau potensi kecelakaan.
- 7) Pemberian instruksi terkait akses kontrol kerja.

e. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 8 Tahun 2010, Alat Pelindung Diri (APD) adalah sarana yang digunakan untuk melindungi tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja. Penggunaan APD sangat penting bagi karyawan yang bekerja di lingkungan dengan resiko kerja yang tinggi.

Sebagai contoh, seorang pekerja proyek yang melakukan perbaikan atau renovasi bangunan di lantai dua, memerlukan alat pelindung diri khusus untuk menopang tubuh agar tidak terjatuh ketika melakukan pekerjaan.

Untuk lebih memperjelas wawasan kalian tentang metode pengendalian bahaya/resiko dapat dilihat pada video melalui *scan* kode QR berikut:



Terdapat jenis-jenis Alat Pelindung Diri (APD), yaitu:

- 1) Topi pelindung kepala (*helmet*),
- 2) Pelindung mata (*spectacles/goggles*)
- 3) Pelindung mulut dan hidung (*masker*),
- 4) Pelindung telinga (*ear plugs*),
- 5) Pelindung/sarung tangan (*safety gloves*),



- 6) Selempang penahan tubuh (*fullbody harness*),
- 7) Sepatu pelindung kaki (*safety shoes*),
- 8) Rompi keselamatan.

Posisi penggunaan APD pada tubuh manusia dapat dilihat pada gambar 2.6. sedangkan standar APD pada pekerjaan konstruksi termasuk pekerjaan perawatan gedung dapat dilihat pada gambar 2.7. berikut:



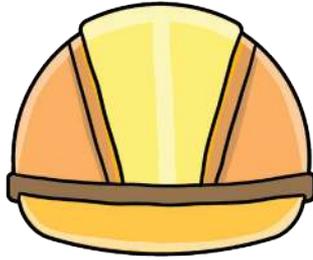
Gambar 2.6. Alat Pelindung Diri (APD) pada tubuh manusia

Sumber: Anas Zaeni (2020)



Standar ANSI/ISEA Z89.1-2014, SNI 2334:2010

Standar ANSI/ISEA Z87.1-2020, SNI 7414:2008



1. Lapisan luar yang keras terbuat dari bahan polycarbonate
 2. Lapisan dalam yang tebal terbuat dari bahan polystyrene
 3. Lapisan dalam yang lunak dengan bahan yang lunak dan kain
 4. Tali pengikat helm
- Digunakan untuk tingkat kebisingan > 85 dB

(1) Topi pelindung kepala
(*Helmet*)

(2) Pelindung telinga
(*earplug/ear muffs*)

Standar ANSI/ISEA Z89.1-2014, SNI 2334:2010

Standar ANSI/ASA S12.6-2016, EN 166:2020, SNI 7434:2008, SNI 7444:2008



(3) Pelindung hidung dan mulut
(*Masker*)

(4) Pelindung mata
(*spectacles/goggles*)



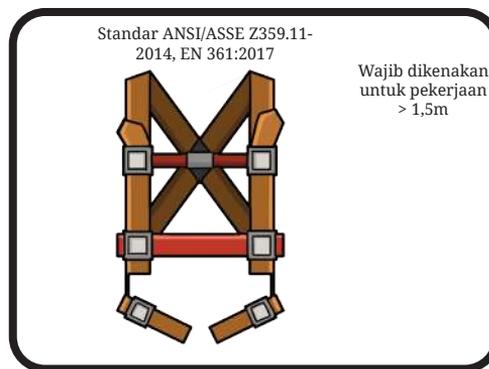
(5) Rompi keselamatan dan pakaian pelindung





(6) Pelindung/sarung tangan
(*safety gloves*)

(7) Sepatu pelindung kaki
(*safety shoes*)



8) Selempang penahan tubuh (*fullbody harness*)

Gambar 2.7. Standart Alat Pelindung Diri (APD) pada tubuh manusia

Sumber: Kemendikbudristek (2023)



Aktivitas 2.4.

Ayo Terapkan

Kalian seorang pekerja perawatan gedung yang ditugaskan melakukan perawatan gedung lantai dua berupa pengecatan ulang dinding, cobalah uraikan terkait hal-hal yang perlu diperhatikan serta metode pengendalian bahaya yang tepat sesuai hirarki pengendalian bahaya (*hazard control hierarchy*). Silakan diskusikan dengan kelompok kemudian presentasikan hasil diskusinya untuk ditanggapi oleh kelompok lain.



5. Sistem Manajemen Kesehatan dan keselamatan kerja (SMK3)

Bacalah materi berikut secara seksama, pada akhir materi terdapat Aktivitas 2.5. yang harus dikerjakan secara berkelompok.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor. 50 Tahun 2012 Tentang Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3) adalah bagian dari manajemen perusahaan yang digunakan untuk mengendalikan risiko yang terkait dengan kegiatan kerja, sehingga dapat menciptakan lingkungan kerja yang aman, efisien, dan produktif. Tujuan dari Penerapan SMK3 sebagai berikut:

- a) Meningkatkan efektivitas perlindungan kesehatan dan keselamatan kerja
- b) Mencegah dan mengurangi kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja dengan melibatkan manajemen, pekerja/buruh, dan serikat pekerja/serikat buruh,
- c) Menciptakan lingkungan kerja yang aman, nyaman, dan efisien untuk meningkatkan produktivitas.

Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3) dilaksanakan oleh perusahaan dengan berpedoman pada lima prinsip dasar (gambar 2.8) yaitu:

1. Komitmen dan kebijakan, setiap tingkat pimpinan harus menunjukkan komitmen terhadap kesehatan dan keselamatan kerja sehingga Sistem Manajemen K3LH dapat diterapkan dan dikembangkan.
2. Perencanaan, perusahaan harus membuat perencanaan yang efektif dengan sasaran yang jelas dan dapat diukur.
3. Penerapan, dalam mencapai tujuan kesehatan dan keselamatan kerja perusahaan dapat menunjuk personel yang mempunyai kualifikasi yang sesuai.
4. Pengukuran dan evaluasi, perusahaan harus memiliki sistem untuk mengukur, memantau dan mengevaluasi kinerja SMK3 dan hasilnya harus dianalisis untuk menentukan keberhasilan atau identifikasi tindakan perbaikan.
5. Tinjauan ulang dan peningkatan oleh pihak manajemen, pimpinan harus melaksanakan tinjauan ulang Sistem Manajemen K3LH secara berkala untuk menjamin kesesuaian dan keefektifan yang berkesinambungan dalam pencapaian kebijakan tujuan kesehatan dan keselamatan kerja.





Gambar 2.8. Siklus Penerapan SMK3

Sumber: Modul Lima ILO (2013)

Implementasi pelaksanaan Sistem Manajemen Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (SMK3) meliputi struktur organisasi, perencanaan, tanggung jawab, pelaksanaan, prosedur, proses, dan sumber daya yang dibutuhkan untuk pengembangan, penerapan, pencapaian, pengkajian, pemeliharaan kebijakan kesehatan dan keselamatan kerja dalam rangka pengendalian risiko yang berkaitan dengan kegiatan kerja untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, efisien, dan produktif. SMK3 merupakan upaya integratif yang harus dilakukan oleh pihak manajemen dan para pekerja yang terlibat langsung dengan pekerjaan.

Implementasi SMK3 di sekolah dapat dimulai dengan memperhatikan dan diikutkannya SMK3 sebagai bagian dari kebijakan manajemen sekolah. Hal ini penting karena dari data kecelakaan kerja yang terjadi juga mengakibatkan kerugian yang cukup tinggi. Manajemen risiko tidak hanya menuntut keterlibatan pihak manajemen tetapi juga komitmen manajemen dan seluruh pihak yang terkait. Pada konsep ini, bahaya sebagai sumber kecelakaan kerja harus teridentifikasi, kemudian dilakukan perhitungan dan prioritas terhadap risiko dari bahaya tersebut dan terakhir adalah pengontrolan risiko. Peran guru dalam tahap pengontrolan risiko, sangat penting karena pengontrolan risiko membutuhkan ketersediaan semua sumber daya yang dimiliki sekolah.

Memahami kriteria-kriteria penjamin mutu yang ada dan berbagai upaya telah dilakukan dalam rangka memasyarakatkan kesehatan dan keselamatan kerja, salah satunya melalui peningkatan pengetahuan



dan pemahaman masyarakat mengenai berbagai peraturan atau norma-norma kesehatan dan keselamatan kerja. Peraturan kesehatan dan keselamatan kerja dibuat untuk dipahami dan dipatuhi terutama oleh para pelaku proses produksi sehingga terhindar dari segala risiko kerja, seperti terjadinya kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, maupun peledakan dan kebakaran.

Manajemen Sekolah dalam mengimplementasikan SMK3 harus membuat kebijakan atau peraturan yang ditujukan untuk menjamin kesehatan dan keselamatan kerja bagi para siswa dan guru. Hal ini meliputi identifikasi bahaya, penilaian dan pengendalian risiko, serta pengontrolan risiko melalui sumber daya yang tersedia. Selain itu, perlu diberikan edukasi kepada siswa dan guru tentang kesehatan dan keselamatan kerja sehingga dapat memahami dan mematuhi peraturan-peraturan yang ada. Dengan demikian, diharapkan dapat tercipta lingkungan kerja yang aman, efisien, dan produktif di sekolah.

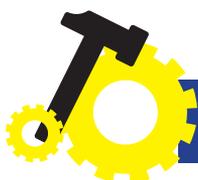
Untuk lebih jelas memahami SMK3 dapat dilihat pada video melalui *scan* kode QR berikut:



Aktivitas 2.5.

Ayo Jelaskan

Sekolah kalian tentu mempunyai Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3), sehingga kegiatan praktik yang dilakukan di bengkel ataupun laboratorium aman dari bahaya dan risiko yang terjadi. Carilah informasi kepada pihak-pihak yang terlibat dalam terhadap penerapan SMK3 di sekolah, kemudian secara berkelompok buatlah tulisan tentang penerapan SMK3 tersebut. Tulis di buku latihan dan presentasikan hasil kerja kelompok untuk ditanggapi oleh kelompok lain.



6. Memahami Induksi Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH)



Aktivitas 2.6.

Ayo Pahami

Apakah kalian pernah mendengar istilah induksi Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH)? Adakah diantara kalian yang pernah mengunjungi area konstruksi dan melihat para pekerja berkumpul untuk mendapatkan pengarahan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9? Menurut kalian, materi pengarahan apa yang diberikan kepada karyawan? Kerjakan secara kelompok di buku latihan, kemudian telusuri jawaban kalian pada buku teks atau dari sumber lain tentang materi pengarahan yang diberikan saat pelaksanaan induksi K3LH.



Gambar 2.9. Kegiatan Induksi K3LH Bagi Karyawan

Sumber: <https://kumparan.com/berita-terkini/memahami-arti-warna-rompi-proyek-dan-konstruksi-berdasarkan-K3LH-1yV0f1x-jrc1/full> (2022)

Selanjutnya mari simak materi berikut!

a. Pengertian Induksi K3LH

Induksi K3LH merupakan penjelasan dan pengarahan tentang keselamatan konstruksi, yang berkaitan dengan potensi bahaya kecelakaan akibat struktur konstruksi, keselamatan publik, keselamatan tenaga kerja, kesehatan kerja, dan keselamatan lingkungan, termasuk pengendalian bahaya, tanggap darurat, dan cara-cara yang tepat.



b. Jenis-jenis Induksi K3LH

1) Induksi umum

Induksi umum merupakan proses pemberian penjelasan dan pengarahan tentang Kesehatan Keselamatan Kerja serta Lingkungan Hidup (K3LH) yang bersifat umum kepada karyawan baru atau lama yang sudah tidak bekerja selama enam bulan atau lebih.

2) Induksi khusus/spesifik

Induksi K3LH juga meliputi induksi khusus atau spesifik yang ditujukan untuk karyawan baru yang telah mengikuti induksi umum, serta karyawan yang mengalami mutasi atau pindah dalam perusahaan yang sama.

3) Induksi tamu

Induksi tamu merupakan penjelasan dan pengarahan tentang K3LH secara singkat yang diberikan khusus untuk tamu atau pengunjung, dilakukan saat tamu akan masuk ke daerah kerja dan diberikan oleh pegawai atau petugas K3LH yang ditunjuk.

B. Budaya Kerja Industri 5R

Untuk membantu kalian memahami budaya kerja industri 5R, perhatikan dengan seksama gambar 2.10. berikut:



Gambar 2.10. Budaya Kerja Industri 5R

Sumber: <https://www.anakteknik.co.id/anakpenulis/articles/mengenal-budaya-kerja-5r-di-industri-dan-penerapannya> (2022)

Ayo Berpikir Kreatif

Cobalah uraikan pendapat kalian tentang gambar 2.9. Berikan contoh penerapan budaya kerja industri 5R! Sampaikan uraian kalian secara lisan maupun tulis.

Selanjutnya marilah simak materi berikut!

Budaya kerja industri 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin) adalah sebuah teknik yang diterapkan dalam industri untuk menjaga ketertiban, efisiensi, dan disiplin di lingkungan kerja sekaligus memaksimalkan produktivitas perusahaan secara menyeluruh. Budaya 5R merupakan proses perubahan perilaku di lingkungan kerja dengan melaksanakan penataan, kerapian, kebersihan, kedisiplinan dan perawatan tempat kerja.

Prinsip-prinsip budaya kerja industri 5R ini perlu juga diterapkan pada siswa SMK meliputi:

1. Ringkas merupakan tahap awal dari budaya 5R, yang meliputi proses mengidentifikasi kebutuhan di lokasi kerja. Pada tahap ini, siswa SMK belajar mengenali benda yang tidak dipakai, yang hendak disimpan, serta cara penyimpanannya agar tidak sulit diakses. Hal ini merupakan cara yang efektif untuk meningkatkan efisiensi di perusahaan.
2. Rapi merupakan tahapan memposisikan barang sesuai tempatnya sehingga tidak nampak berserakan di lokasi kerja yang mampu membahayakan keamanan pekerja. Pada tahap ini, siswa SMK belajar cara menata barang-barang di lokasi kerja agar tetap aman dan nyaman.
3. Resiko meliputi proses membersihkan lokasi kerja, alat ataupun pakaian kerja yang dipakai. Melalui prinsip ini bisa menumbuhkan lingkungan kerja yang bersih dan nyaman. Pada tahap ini, siswa SMK belajar cara membersihkan lokasi kerja dan alat-alat yang digunakan agar tetap bersih dan aman.
4. Rawat merupakan kelanjutan dari proses sebelumnya, proses perawatan ini tidak sebatas pada produk yang dihasilkan, namun juga alat-alat yang dipakai untuk melakukan proses produksi. Siswa SMK belajar melakukan perawatan pada alat-alat yang digunakan dalam proses produksi, seperti mesin-mesin



yang digunakan. Hal ini penting untuk menjaga agar alat-alat tersebut tetap dalam kondisi baik dan dapat digunakan. Siswa SMK juga belajar cara melakukan perawatan pada lingkungan kerja, seperti membersihkan lingkungan kerja agar tetap bersih dan nyaman.

5. Rajin merupakan proses terbentuknya kebiasaan individu pekerja untuk memelihara dan meningkatkan hal yang telah diraih. Kebiasaan ini berkaitan dengan ketepatan waktu kerja, memenuhi kebutuhan pelanggan, dan memenuhi target yang akan diraih. Siswa SMK harus diajarkan tentang pentingnya rajin dalam bekerja, menjalankan tugas maupun menjaga lingkungan kerja. Hal ini penting agar siswa SMK dapat menjadi pekerja yang disiplin dan dapat bekerja dengan baik setelah lulus dari SMK.

Untuk lebih jelas memahami budaya kerja 5R dapat dilihat pada video melalui *scan* kode QR berikut:



Aktivitas 2.7.

Ayo Pahami

Budaya kerja industri 5R sudah selesai kita diskusikan, secara berkelompok coba jelaskan manfaat menanamkan budaya kerja industri 5R di sekolah. Catatlah hasil diskusi pada buku latihan kemudian presentasikan di depan kelas untuk ditanggapi oleh kelompok lain.



Ayo Refleksi

Pemahaman kalian tentang K3LH dan budaya kerja terutama tentang mengidentifikasi potensi bahaya, mengendalikan bahaya bidang perawatan gedung tentunya menjadi lebih baik setelah menyelesaikan proses pembelajaran pada bab ini. Menurut kalian, materi manakah yang belum dipahami? Silakan kaji kembali materi tersebut melalui diskusi dengan teman atau guru, karena materi bab ini akan menjadi salah satu bagian yang terkait dengan materi-materi pada bab selanjutnya.





Ayo Cek Pemahaman

A. Tes Tertulis

Kalian sudah mempelajari materi K3LH dan budaya kerja industri. Sekarang, mari uji pemahaman kalian melalui pertanyaan-pertanyaan yang telah disiapkan.

1. Jelaskan mengapa peralatan kerja dan perkakas (*tools*) merupakan sumber bahaya?
2. Jelaskanlah faktor-faktor yang berkontribusi terhadap penyebab terjadinya kecelakaan?
3. Jelaskan secara singkat metode pengendalian bahaya di tempat kerja?
4. Jelaskan bagaimana cara membangun SMK3?
5. Menurut kalian apa manfaat dilakukannya induksi K3LH?

B. Tes Unjuk Kerja

Kampanye Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup

Unjuk kerja pada materi ini bertemakan “Kampanye K3LH” yang dikerjakan di rumah. Untuk menyelesaikan unjuk kerja ini buatlah kelompok yang terdiri dari 4-5 siswa, selanjutnya silakan Kalian berdiskusi tentang hal berikut:

1. Bagaimana kalian memastikan bahwa semua orang di tempat kerja kalian menyadari dan memahami kebijakan K3LH? Tulis lima ide untuk mempromosikan kebijakan K3LH.
2. Buatlah poster kampanye K3LH!
3. Kumpulkan hasil kerja kelompok pada guru.





Pengayaan

Saat ini kalian adalah calon pelaksana K3LH. Untuk itu sebagai pengayaan pemahaman tentang K3LH, secara berkelompok (4 – 5 orang) cobalah buat rambu-rambu K3LH dengan menggunakan *banner* yang dirancang sesuai kaidah yang telah kalian pelajari. Kemudian kumpulkan pada guru, setelah disetujui oleh guru pasanglah rambu-rambu K3LH tersebut di tempat yang semestinya dan dokumentasikanlah hasil pemasangan kalian dan berikan pada guru.





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
BADAN STANDAR, KURIKULUM, DAN ASESMEN PENDIDIKAN
PUSAT PERBUKUAN

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Perawatan Gedung
untuk SMK/MK Kelas X
Penulis: Arum Fajar Vebrianingtyas, Cok Iwin Wijaya Winardi
ISBN: 978-623-194-523-5 (PDF)

Bab III

Teknik Dasar Pekerjaan Perawatan Gedung



Tujuan Pembelajaran

1. Memahami praktik dasar secara keseluruhan dalam bidang perawatan gedung, penggunaan peralatan dan teknologi termasuk pekerjaan pengukuran, perencanaan dan pelaksanaan
2. Memahami praktik dasar secara keseluruhan bidang utilitas bangunan gedung, penggunaan peralatan dan teknologi yang dipergunakannya



Peta Konsep



Kata Kunci

Roll meter, Waterpass tangan, Kunci inggris, Freon, PPR, Cetok, Jidar, Kuas, Alat saniter, Pe-X, Roskam, Manifold, Roll Cat, PVC, Elbow.



Ayo Berpikir Kreatif

Silakan amati gambar 3.1. berikut!



SEBELUM

SESUDAH

Gambar 3.1. Kondisi Rumah Sebelum dan Sesudah Renovasi

Sumber: artikel.rumah123.com/14-gambar-sebelum-dan-sesudah-renovasi-rumah-ini-bikin-ngiler-50873 (2022)

Cobalah uraikan analisis mengenai rumah yang ada di gambar tersebut!

Selanjutnya marilah simak materi berikut!

A. Praktik Dasar Pekerjaan Perawatan Gedung

1. Lingkup Perawatan Gedung

Lingkup perawatan bangunan gedung meliputi rehabilitasi, renovasi, dan restorasi dengan tingkat kerusakan ringan, sedang dan berat. Prosedur penilaian kerusakan bangunan berdasarkan pada petunjuk teknis (juknis) PUPR tentang Tata Cara dan Verifikasi Kerusakan. Formulir penilaian kerusakan yang disediakan dalam petunjuk teknis ini terdiri dari formulir untuk bangunan 1 lantai, 2 lantai atau panggung, dan bangunan 3 lantai atau lebih.



Aktivitas 3.1.

Ayo Amati

Pernahkah kalian melihat kerusakan pada komponen-komponen bangunan? Kerusakan bangunan sendiri adalah tidak berfungsinya bangunan dan atau komponen bangunan akibat penyusutan/

berakhirnya umur bangunan yang diakibatkan oleh manusia atau perilaku alam seperti beban fungsi yang berlebih, kebakaran, gempa bumi, atau sebab lain yang sejenis. Komponen-komponen bangunan yang rusak harus segera dilakukan perawatan agar bangunan tetap laik fungsi. Penentuan tingkat kerusakan bangunan didasarkan pada ukuran tingkat besarnya kerusakan yang terjadi pada masing-masing komponen (aspek struktur, arsitektur dan utilitas).

Selanjutnya untuk menguji wawasan kalian, secara berkelompok cobalah identifikasi kerusakan (gambar 3.2.) termasuk kerusakan struktur, arsitektural atau utilitas. Tuliskan jawabannya pada buku latihan dengan melengkapi tabel 3.1. kemudian presentasikan di depan kelas.



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)



(6)





(7)



(8)



(9)



(10)



(11)



(12)



(13)



(14)





(15)



(16)



(17)



(18)



(19)



(20)



(21)



(22)

Gambar 3.2. Kerusakan Komponen-Komponen Bangunan

Sumber: Juknis Tata Cara dan Verifikasi Kerusakan, PUPR (2020)



Tabel 3.1. Nama dan Jenis Kerusakan Komponen Bangunan

No. Gambar	Nama Komponen Bangunan	Jenis Komponen Bangunan		
		Struktur	Arsitektur	Utilitas
1	Pondasi	√		
2	... dan seterusnya			

2. Teknologi dan Peralatan Kerja Perawatan Bangunan Gedung

a. Peralatan pengukuran tanah

Jenis peralatan ukur tanah yang digunakan dalam pekerjaan perawatan gedung adalah jenis alat ukur sederhana, antara lain:

1) Roll Meter (*Measure Tape*)

Roll meter merupakan alat ukur panjang yang terdiri dari pita kain, logam, atau plastik yang dapat digulung kembali ke dalam kasingnya. *Roll meter* (gambar 3.3.) digunakan dalam pekerjaan konstruksi untuk mengukur jarak dan panjang benda atau area tertentu.



(a) Roll meter baja (*Steel Tape*)



(b) Roll meter pita (*Metalic Cloth*)



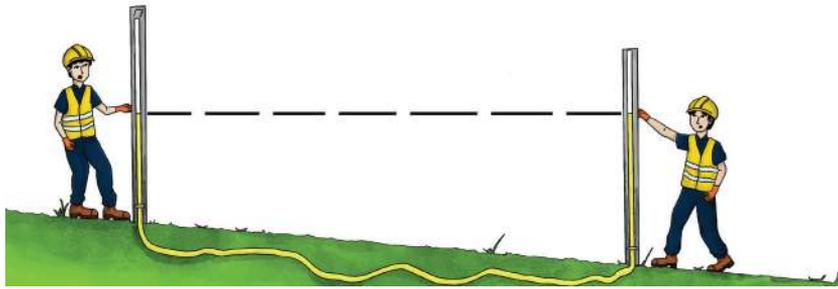
(c) Meteran digital

Gambar 3.3. Jenis Roll Meter

Sumber: df.poltek-furnitur.ac.id/pengertian-dan-fungsi-rol-meter/ (2019), Kemendikbudristek/Arum Fajar (2023)

2) Selang Plastik

Pengukuran dengan selang plastik diperlukan untuk beberapa pekerjaan bagian bangunan seperti pembuatan *bouwplank*, kedataran pondasi, menentukan kedataran pemasangan kusen pintu dan jendela, kedataran plafon dan sebagainya (gambar 3.4).



Gambar 3.4. Pengukuran Kedataran dengan Selang Air

Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2023)

Penggunaan selang air serta aplikasinya dapat dilihat pada video melalui *scan* kode QR berikut:



Aktivitas 3.2.

Ayo Praktikan

LEMBAR AKTIVITAS SISWA (*Job Sheet*) Pengukuran Kedataran dengan Selang Air

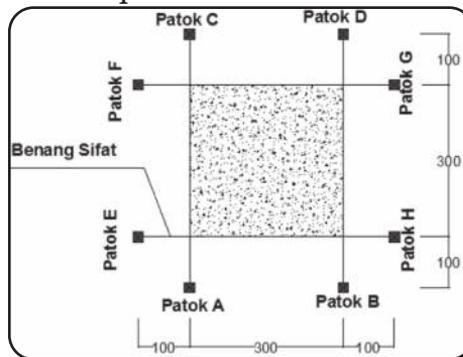
Setelah mempelajari materi pengukuran tanah tentang alat ukur tanah sederhana, buatlah kelompok dan praktikan dengan teliti, sungguh-sungguh dan penuh tanggung jawab pengukuran kedataran dengan selang air. Praktik ini bertujuan untuk mengukur pemasangan kedataran kusen pintu, jendela dan menentukan kedataran plafon, pemasangan ubin lantai pada pekerjaan perawatan gedung jika komponen-komponen tersebut nantinya mengalami pergantian. Semoga setelah melakukan kegiatan ini kalian dapat mengaplikasikannya di dunia kerja.

A. Tujuan

Untuk mengetahui kedataran dan beda tinggi titik-titik pengukuran dengan selang air.



- B. Alat dan bahan
1. Selang air
 2. *Roll* meter
 3. Palu
 4. Benang sipat
 5. Spidol
 6. Alat tulis
 7. Patok 4/6 yang telah diruncingkan tinggi 1 m sejumlah delapan buah
- C. Keselamatan kerja
1. Gunakanlah APD sesuai kebutuhan
 2. Hati-hati ketika bekerja
 3. Melaksanakan praktikum sesuai prosedur kerja
 4. Menanyakan pada instruktur/guru jika mengalami permasalahan praktikum
- D. Langkah kerja
1. Perhatikan gambar kerja berikut.
 2. Tempatkanlah patok A, B, C, D, E, F, G dan H dengan ukuran dan jarak seperti pada gambar. Kedalaman patok ± 20 cm agar kedudukan patok cukup kuat.



Gambar Kerja

3. Untuk membuat kesikuan (sudut 90°) gunakanlah penggaris siku besar atau menggunakan teorema *phitagoras* 3, 4 dan 5 m.
4. Berilah tanda dari permukaan tanah pada patok A setinggi 60 cm.
5. Bentangkan selang plastik yang telah terisi air (pastikan tidak ada gelembung udara) dari titik A yang telah ditandai ke titik B. Tandailah dengan spidol ketinggian air titik B jika permukaan air pada titik A telah segaris.
6. Lakukan untuk titik-titik yang lain pada patok yang telah tertanam.

7. Hubungkanlah titik-titik tersebut dengan benang sipat lalu ukur ketinggian masing-masing titik dari permukaan tanah (h).

E. Hasil pengukuran

No.	Nama Patok	Tinggi Titik dari Permukaan Tanah (h)	Keterangan
1.	Patok A	60 cm	
2.	Patok B	.....
3.	Patok C	.....
4.	Patok D	.....
5.	Patok E	.....
6.	Patok F	.....
7.	Patok G	.....
8.	Patok H	.....

F. Kesimpulan

Buatlah kesimpulan dari hasil praktik dan hasil pengukuran yang telah kalian lakukan.

Anggota Kelompok :

1.
2.
3.
4.

b. Peralatan Pekerjaan Perawatan Gedung

1) Peralatan Utama Perawatan Gedung

Peralatan utama perawatan gedung digunakan untuk memperbaiki komponen struktur maupun arsitektural, seperti perawatan kolom, dinding, *plafond*, kusen, kuda-kuda dan penutup atap ataupun pekerjaan penutup lantai. Berikut peralatan utama yang dibutuhkan bagi seorang juru/ahli perawatan gedung:



- a) Cetok dan roskam (gambar 3.5.) merupakan alat pertukangan yang berfungsi untuk pekerjaan pemasangan dinding (batu bata, batako, hebel), plesteran/acian, pekerjaan cor beton, pekerjaan penutup lantai dan dinding (keramik, marmer, granit dan batu alam) serta untuk mengaduk campuran/spesi.



Gambar 3.5. Cetok dan roskam

Sumber: <https://www.monotaro.id> (2022)

Jenis cetok dan aplikasinya dapat dilihat pada video melalui scan kode QR berikut:



SCAN ME



SCAN ME

- b) Jidar (gambar 3.6.) merupakan alat bantu pertukangan digunakan dalam proses pembuatan plesteran. Penggunaan jidar akan menghasilkan plesteran yang lebih tegak dan datar daripada menggunakan roskam.



Gambar 3.6. Aplikasi jidar pada plesteran dinding

Sumber: www.istockphoto.com (2020)

Aplikasi jidar pada plesteran dinding dapat dilihat pada video melalui scan kode QR berikut:



SCAN ME

- c) *Waterpass*

Waterpass (gambar 3.7.) merupakan alat yang digunakan untuk mengukur atau menentukan sebuah benda atau garis dalam posisi rata baik pengukuran secara vertikal maupun horizontal.



Gambar 3.7. Jenis waterpass

Sumber: <https://www.monotaro.id> (2022)

Pada pekerjaan konstruksi termasuk pekerjaan perawatan gedung *waterpass* umumnya digunakan untuk pemasangan dinding, lantai, kusen pintu dan jendela serta pekerjaan lainnya yang membutuhkan peralatan ini.



Jenis waterpass dan aplikasinya dapat dilihat pada video melalui scan kode QR berikut.



- d) Skop dan cangkul (gambar 3.8.) merupakan peralatan yang digunakan untuk mencampur dan mengaduk campuran semen dalam pembuatan adukan beton ataupun mortal secara manual. Selain untuk mencampur adukan, sekop dan cangkul juga berfungsi untuk menggali dan memindahkan tanah, pasir ataupun material lain.



Gambar 3.8. Skop dan cangkul
Sumber: <https://www.monotaro.id> (2022)

Aplikasi skop dan cangkul dapat dilihat pada video melalui scan kode QR berikut:



- e) Mesin molen /mesin pengaduk beton (gambar 3.9.) merupakan peralatan yang digunakan untuk membantu proses pengadukan campuran beton maupun mortal. Dengan menggunakan mesin ini hasil adukan akan lebih homogen, mutu campuran lebih baik serta efisiensi waktu dan tenaga.



Gambar 3.9. Mesin molen

Sumber: <https://www.monotaro.id/p106032813.html> (2022)

Aplikasi mesin molen dalam pengadukan beton dapat dilihat pada video melalui scan kode QR berikut:



- f) Mesin bor tangan (gambar 3.10.) merupakan peralatan yang digunakan untuk mengebor besi, kayu, dinding ataupun beton. Hal ini tergantung dengan mata bor yang digunakan. Di samping itu, mesin bor bisa digunakan untuk mengencangkan atau melepaskan sekrup/baut.





Gambar 3.10. Mesin bor tangan dan jenis *hole saw*
 Sumber: <https://www.monotaro.id> (2022)



Aplikasi mesin bor tangan dapat dilihat pada video melalui scan kode QR berikut:

- g) Mesin gerinda tangan (gambar 3.11.) merupakan peralatan yang digunakan untuk menggerinda atau memotong benda logam, kayu, bahan bangunan (listplank, keramik, kaca dan lain-lain) dan dapat juga untuk memoles serta membuat alur sayatan pada dinding tembok.



Gambar 3.11. Mesin gerinda tangan dan jenis mata
 Sumber: <https://www.monotaro.id> (2022)



Aplikasi mesin bor tangan dan jenis mata gerinda dapat dilihat pada video melalui scan kode QR berikut:

- h) Gergaji (gambar 3.12.) merupakan peralatan tukang yang digunakan untuk memotong ataupun membelah



Gambar 3.12. Jenis gergaji tangan
 Sumber: www.monotaro.id (2022)



Jenis gergaji dan aplikasinya dapat dilihat pada video melalui scan kode QR berikut:



- i) Palu (gambar 3.13.) merupakan peralatan tukang yang digunakan untuk memaku, menempa logam, memperbaiki suatu benda, ataupun untuk menghancurkan objek lain.



Gambar 3.13. Jenis palu
Sumber : <https://www.monotaro.id> (2022)

Jenis palu dan aplikasinya dapat dilihat pada video melalui scan kode QR berikut:



- j) Pemotong keramik/granit (gambar 3.14.) merupakan alat pertukangan yang berfungsi untuk memperkecil atau memotong keramik/ granit lantai atau dinding sesuai dengan ukuran yang diinginkan.



Gambar 3.14. Pemotong keramik/granit
Sumber: <https://www.monotaro.id/p107074649.html> (2022)

Aplikasi pemotong keramik dapat dilihat pada video melalui scan kode QR berikut:



- k) Betel/Pahat beton (gambar 3.15.) merupakan peralatan pertukangan yang digunakan untuk melubangi, mengikis, bahkan membongkar bagian-bagian yang berhubungan dengan pekerjaan beton atau dinding





Gambar 3.15. Jenis pahat beton
Sumber: <https://www.monotaro.id> (2022)

Aplikasi pahat beton dapat dilihat pada video melalui scan kode QR berikut:



- l) Pahat (gambar 3.16.) merupakan peralatan tukang kayu yang terbuat dari logam besi dengan ujung yang tajam dan digunakan dengan cara dipukul. Pada pekerjaan perawatan gedung pahat umumnya digunakan untuk memperbaiki komponen-komponen kusen pintu dan jendela yang rusak, seperti engsel, kunci pintu dan lain-lain.



Gambar 3.16. Pahat kayu
Sumber: <https://www.monotaro.id/p105310723.html> (2022)

Aplikasi pahat beton dapat dilihat pada video melalui scan kode QR berikut:



- m) Peralatan pengecatan/*Finishing* merupakan alat-alat yang digunakan untuk memberikan finishing atau akhiran pada permukaan dinding/kusen lama atau baru agar terlihat lebih halus dan rapi. Peralatan pengecatan merupakan peralatan yang sangat penting pada pekerjaan perawatan gedung. Peralatan yang tergabung dalam pekerjaan pengecatan seperti kuas, rol cat, kape besi dan plastik, mikser cat dan ampelas. Jenis peralatan mengecat dan aplikasi pada dinding tembok dapat dilihat pada gambar 3.17. berikut:







Gambar 3.17. Peralatan mengecat dan aplikasi pada dinding
 Sumber: <https://www.monotaro.i> (2022), Kemendikbud/Cok Iwin (2022)

Aplikasi pengecatan dengan peralatan finishing dapat dilihat pada video melalui scan kode QR berikut:



2) Peralatan Bantu Pekerjaan Perawatan Gedung

Peralatan bantu untuk pekerjaan perawatan gedung (gambar 3.18.) seperti: ayakan pasir, gerobak sorong, tangga lipat dan *scaffolding*.



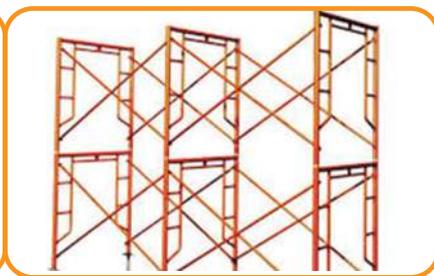
(a) Ayakan Pasir



(b) Gerobak Sorong



(c) Tangga Lipat



(d) *Scaffolding*

Gambar 3.18. Peralatan bantu pekerjaan perawatan gedung

Sumber: Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi (2021), www.monotaro.id (2022) scaffolding123.com/pipa-scaffolding.html (2014)





Aktivitas 3.3.

Ayo Identifikasi

LEMBAR AKTIVITAS SISWA (*Job Sheet*)

Peralatan Kerja Perbaikan Komponen Bangunan

Lembar aktivitas ini bertujuan untuk mengukur pemahaman kalian tentang peralatan kerja dan material yang dibutuhkan dalam perbaikan atau perawatan komponen bangunan yang rusak. Dalam prosedur perbaikan, penggunaan alat kerja harus terlihat pada setiap tahap pelaksanaan yang dipilih disesuaikan dengan jenis kerusakan komponen bangunan. Silakan membentuk kelompok menjadi empat kelompok, setiap kelompok harus memilih satu jenis kerusakan komponen bangunan yang berbeda sesuai dengan gambar yang diberikan. Kalian harus mencari referensi dari berbagai sumber dan menghubungkannya dengan pengetahuan peralatan utama dan bantu dalam perawatan gedung. Hasil diskusi dipresentasikan untuk ditanggapi oleh kelompok lain.

1. Plafon gipsium berlubang



Sumber : kupang.tribunnews.com/ (2017)



2. Keramik lantai pecah sebagian



Sumber: sajiansedap.grid.id/read/103433023/ (2022)

3. Plesteran dinding rapuh

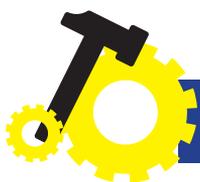


Sumber: bangunsumatera.com/artikel/cara-perbaiki-plesteran-dinding-rusak (2021)

4. Cat dinding pudar dan mengelupas



Sumber : arafuru.com/sipil/cara-mengecat-dinding-lama-untuk-pemula.html (2022)



Ayo Berpikir Kreatif

Perhatikan gambar 3.19. berikut!



SEBELUM

SESUDAH

Gambar 3.19. Kondisi Kamar Mandi Sebelum dan Sesudah Renovasi

Sumber: artikel.rumah123.com/14-gambar-sebelum-dan-sesudah-renovasi-rumah-ini-bikin-ngiler-50873 (2022)

Informasi apa yang kalian peroleh dari gambar 3.19. tersebut? Tulislah jawabannya pada buku catatan, kemudian tanyakan pada guru pertanyaan lain yang muncul di benak kalian setelah memperhatikan gambar tersebut.

B. Praktik Dasar Pekerjaan Utilitas dan Perawatan Utilitas Bangunan

1. Pengertian Utilitas Bangunan Gedung

Utilitas bangunan gedung merupakan suatu kelengkapan fasilitas bangunan yang digunakan untuk menunjang tercapainya unsur-unsur kenyamanan, kesehatan, keselamatan dan kemudahan (Yoyok Basuki, 2009).

2. Lingkup Pekerjaan Utilitas Bangunan Gedung

Secara umum lingkup pekerjaan utilitas bangunan gedung meliputi:

- Sistem instalasi *plumbing* (air bersih, air kotor dan air buangan)
- Sistem pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran
- Sistem instalasi listrik
- Sistem pengkondisian udara (HVAC)
- Sistem telekomunikasi (CCTV)
- Sistem penangkal petir



3. Teknologi dan Peralatan Kerja Utilitas dan Perawatan Utilitas Bangunan Gedung

a. Peralatan Instalasi *Plumbing*

Instalasi *plumbing* merupakan sistem yang terdiri dari pipa, *fitting*, dan peralatan saniter yang digunakan untuk mengalirkan air, membuang air limbah dan mengalirkan gas dalam sebuah gedung. Sistem ini biasanya terdiri dari pipa-pipa yang tersembunyi dalam dinding, lantai, atau plafon yang menghubungkan sumber air, *septic tank*, dan peralatan sanitasi seperti *water closed* (WC), *bad tube*, wastafel, zink dapur, *shower*, dan sebagainya dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan air dan sanitasi gedung.

Instalasi *plumbing* juga dapat mencakup pemasangan peralatan seperti *water heater*, *water filter* dan sebagainya yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas air yang digunakan dalam gedung. Dalam menyelesaikan pekerjaan instalasi *plumbing*, seorang plumber membutuhkan peralatan utama yaitu:

1) Alat Pemotong Pipa Manual

Alat potong pipa (gambar 3.20) memiliki berbagai macam bentuk dan alat yang digunakan untuk memotong pipa seperti pipa PVC, PPR, PeX, GI, BMS atupun pipa tembaga.



(a) *Pipe cutting* pipa PVC, PPR dan PeX

(b) *Pipe cutting* pipa GI dan BMS



(c) *Pipe cutting* pipa tembaga

(d) Gergaji pipa GI, BMS, PVC

Gambar 3.20 Jenis Pemotong pipa
Sumber: <https://www.monotaro.id> (2022)



2) Alat Penyambung Pipa

Beberapa jenis pipa seperti pipa PPR, PeX, *Galvanis Iron* (GI) dan *black meal steel* (BMS) dalam proses penyambungannya tidak menggunakan lem seperti pipa PVC. Untuk itu dibutuhkan alat khusus dalam proses penyambungannya. Jenis alat penyambung pipa dan aplikasinya dapat dilihat pada gambar 3.21. berikut:



(a) Expander pipa PeX



(b) Pemanas pipa PPR



(c) Alat *snei* manual dan mesin *snei*



(d) Penyambungan pipa PeX dengan Alat *Expander* pada instalasi *waterheater*





(e) Penyambungan pipa PPR dengan pemanas pipa PPR



(f) Penyambungan pipa GI (pembuatan ulir) dengan alat *snei*

Aplikasi penyambungan pipa dapat dilihat pada video melalui scan kode QR berikut:



Gambar 3.21 Alat penyambung pipa

Sumber: westpexpipe.co.id/model/alat-expander/ (2022)

www.monotaro.id (2022)

Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

- 3) Alat uji tekanan air (*Test Pump/Hydrostatic Pressure Test*) digunakan untuk mengetahui kebocoran pada jaringan instalasi air bersih dengan memberikan tekanan berkisar antara 5-8 Bar. Kebocoran umumnya terjadi pada daerah sambungan antara pipa dan *fitting* (gambar 3.22).



Gambar 3.22 Test Pump Instalasi Pipa PeX
Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

4) Kunci Pipa dan Kunci Pas Inggris

Kunci pipa (gambar 3.23a) digunakan untuk membuka dan mengencangkan pipa atau logam bulat lainnya. Kunci pipa juga dapat digunakan untuk membuka atau mengencangkan *fitting* pipa GI atau pipa PVC berulir namun tidak untuk mengencangkan atau melepas keran air. Kunci pas dibuat dalam berbagai ukuran dan bentuk sesuai dengan keperluannya.

Kunci Inggris (gambar 3.23b) merupakan kunci untuk melepas atau memasang mur/baut yang dapat disetel menyempit atau melebar menyesuaikan dengan ukuran mur atau bautnya. Kunci inggris dalam pekerjaan *plumbing* umumnya digunakan untuk mengencangkan atau membuka *fitting* seperti *shock* keran, keran air dan lainnya.



(a) Kunci pipa

(b) Kunci inggris

Gambar 3.23 Kunci pipa dan inggris
Sumber: www.monotaro.id (2022)

Selain peralatan utama, seorang *plumber* juga membutuhkan peralatan pendukung seperti tangga, palu, mesin gerinda tangan, betel, obeng dan mesin bor serta peralatan K3LH.





Aktivitas 3.4.

Mari Bereksplorasi

LEMBAR AKTIVITAS SISWA (*Job Sheet*) Peralatan Kerja pada Pemasangan Alat Saniter

Lembar aktivitas ini bertujuan untuk mengukur pemahaman kalian tentang peralatan kerja dan material yang dibutuhkan dalam pemasangan berbagai alat saniter. Dalam prosedur pemasangan alat saniter, penggunaan alat kerja harus tergambar sesuai tahapan pemasangan alat saniter yang dipilih. Silakan membentuk kelompok menjadi empat kelompok. Setiap kelompok memilih satu alat saniter yang berbeda sesuai gambar.

Kalian disarankan untuk mencari referensi dari berbagai sumber. Kemudian buatlah tulisan tentang peralatan instalasi *plumbing* untuk dipresentasikan di depan kelas dan ditanggapi oleh kelompok lain.

1. Peralatan kerja pemasangan *Water Closed* (WC) duduk



Sumber: <https://www.medcom.id/properti/news-properti/> (2022)

2. Peralatan kerja pemasangan wastafel



Sumber: <https://www.dekoruma.com/artikel/41728/desain-wastafel-paling-modern> (2017)

3. Peralataan kerja pemasangan instalasi air panas/dingin *shower* dengan *water heater*



Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=KW1zbZJ0JHU> (2021)

4. Peralataan kerja pemasangan urinal



Sumber: <https://rs-alirsyadsurabaya.co.id/5-tips-aman-menggunakan-toilet-umum/> (2019)

b. Peralatan Instalasi HVAC

Instalasi HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) adalah sistem yang digunakan untuk mengatur suhu, kelembaban, dan kualitas udara dalam suatu bangunan atau ruangan. Dalam materi ini hanya dibahas tentang *Air Conditioning/AC*.

Secara umum unit AC (*Air Conditioning*) dapat dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu bagian *indoor* dan bagian *outdoor* (gambar 3.24.).



Gambar 3.24. Bagian *Indoor* dan *Outdoor* pada Unit AC *Split Wall*

Sumber: www.monotaro.id/p107538624.html (2022)



1) Peralatan Utama Instalasi AC Split

Seorang teknisi AC dalam pemasangan AC membutuhkan beberapa peralatan utama (gambar 3.25.) yaitu:



Gambar 3.25. Peralatan utama instalasi AC Split

Sumber: www.monotaro.id (2022)

Peralatan pendukung lainnya seperti *waterpass*, kikir, kunci inggris/torsi, pensil/spidol, *cutter*, bor tangan, obeng, tangga, tespen, tang, serta peralatan K3LH.

Berikut disajikan video proses pemasangan AC *split* melalui *scan* kode QR di samping:



2) Peralatan Perawatan AC Split

Perawatan AC merupakan proses pemeliharaan yang dilakukan pada unit AC (*Air Conditioner*) agar tetap berfungsi dengan baik dan efisien. Perawatan AC dilakukan dengan cara membersihkan filter AC, mengecek dan mengganti refrigeran yang bocor, mengecek dan mengganti komponen

yang rusak serta melakukan pemeriksaan keseluruhan terhadap AC. Perawatan AC juga dapat dilakukan dengan cara mengikuti panduan perawatan yang diberikan oleh produsen AC.

Peralatan yang dibutuhkan seorang teknisi AC dalam pekerjaan perawatan AC selain peralatan pemasangan AC baru yang telah dibahas sebelumnya, dibutuhkan juga peralatan lainnya (gambar 3.26).



(a) Peralatan Cuci AC



(b) Refrigerant



(c) Las Asetilin/*torch* dan Timah las



Gambar 3.26. Peralatan perawatan AC dan Pencucian AC Split

Sumber: www.monotaro.id (2022)
www.mtpindo.co.id/apa-saja-jenis-dan-kegunaan-refrigerant-ac/ (2022),
Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

Berikut disajikan contoh video perawatan AC, yaitu pencucian AC *split* dan pengisian freon melalui *scan* kode QR berikut:





Aktivitas 3.5.

Mari Bereksplorasi

LEMBAR AKTIVITAS SISWA (*Job Sheet*)

Peralatan Perawatan Kerusakan pada AC Split

Lembar aktivitas siswa ini bertujuan untuk mengetahui pemahaman kalian tentang peralatan kerja dan material yang dibutuhkan dalam perbaikan kerusakan pada AC Split. Silakan berdiskusi secara berkelompok tentang jenis kerusakan pada AC Split. Tentukan peralatan yang harus digunakan untuk setiap tahapan perbaikan. Kalian disarankan mencari referensi dari berbagai sumber. Setelah itu, buatlah tulisan tentang peralatan perawatan AC Split kemudian presentasikan di depan kelas untuk ditanggapi oleh kelompok lain.

c. Peralatan Instalasi CCTV

CCTV adalah singkatan dari *Closed Circuit Television* merupakan sistem pemantauan video yang digunakan untuk memantau suatu area atau lokasi. CCTV terdiri dari kamera video yang dipasang pada suatu tempat dan terhubung ke sistem pemrosesan video (*video processor*) kemudian ditampilkan pada layar monitor. Sistem CCTV dapat diprogram untuk menyimpan rekaman video selama periode waktu tertentu, sehingga dapat digunakan untuk keperluan investigasi suatu kejadian.

Secara umum CCTV (gambar 3.27) terdiri dari Camera CCTV, *Digital Video Recorder*, Kabel CCTV, Kabel RJ 45, *Power Suply*, Konektor RF, *Storage* dan Monitor CCTV.



Gambar 3.27 Komponen CCTV

Sumber: jasapasangcctv.id/jasa-pemasangan-cctv-jakarta-pusat/ (2022)

Seorang teknisi CCTV membutuhkan beberapa peralatan untuk menginstalasi CCTV (gambar 3.28), diantaranya:



a) Tang potong dan Tang crimping

b) Obeng minus dan plus

Gambar 3.28 Peralatan Instalasi CCTV

Sumber: www.monotaro.id 2022

Peralatan pendukung lain yang digunakan diantaranya *cutter*, bor tangan, tangga lipat, isolasi kabel dan klem kabel agar proses pemasangan lebih rapi serta menggunakan peralatan K3LH saat bekerja. Selanjutnya proses instalasi CCTV dapat dicermati pada video *scan* kode QR berikut:



Aktivitas 3.6.

Ayo Pahami

LEMBAR AKTIVITAS SISWA (*Job Sheet*)

Peralatan Instalasi CCTV

Lembar aktivitas ini bertujuan untuk mengetahui pemahaman kalian tentang peralatan dan material yang dibutuhkan dalam proses instalasi CCTV. Silakan membentuk kelompok menjadi empat kelompok. Buatlah tulisan tentang peralatan instalasi CCTV termasuk penggunaan peralatan yang digunakan untuk setiap tahapannya. Kemudian presentasikan tulisan kalian di depan kelas untuk ditanggapi oleh kelompok lain.



d. Peralatan Instalasi Listrik

Instalasi listrik merupakan sistem yang digunakan untuk menyalurkan dan mengontrol arus listrik dari sumber daya listrik (misalnya PLN) ke peralatan elektronik yang digunakan dalam suatu bangunan atau area tertentu.

Secara umum komponen-komponen instalasi listrik dalam gedung (Gambar 3.29.) meliputi:



(a) Meteran listrik (*Bergainser*)



(b) Kotak MCB dan ELCB



MCB

(Miniature Circuit Breaker)



ELCB

(Earth Leakage Circuit Breaker)

(c) MCB dan ELC



(d) Saklar



(e) Stop Kontak



(f) Kabel listrik NYA



(g) Pipa listrik



(h) T-dus



(h) Embodus



i) Fitting

Gambar 3.29 Komponen instalasi listrik

Sumber: www.monotaro.id (2022)

www.anakteknik.co.id/akbarmaulana.amp/articles/mcb-dan-elcb-alat-proteksi-listrik-yang-wajib-ada-di-rumah-kamu (2021)

www.builder.id/harga-fitting-lampu-broco/



Seorang teknisi listrik dalam mengerjakan instalasi listrik membutuhkan beberapa peralatan (gambar 3.30) yang mendukung pelaksanaan instalasi listrik.



a) Multimeter



b) Tang kombinasi



c) Obeng

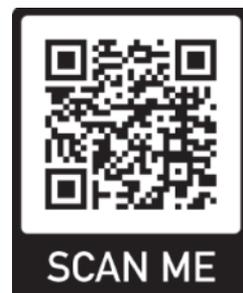


d) Set Bor cordless + Mata bor holesaw dinding

Gambar 3.30 Peralatan instalasi listrik

Sumber: www.monotaro.id (2022)
ceklist.id/25393/tang-kombinasi-terbaik/ (2022)

Peralatan pendukung yang digunakan seperti betel, tangga, *cutter*, dan perlengkapan K3LH terutama sepatu pekerja listrik, helm dan sarung tangan. Selanjutnya mari cermati video praktik proses instalasi listrik melalui scan kode QR berikut:





Aktivitas 3.7.

Ayo Pahami

Peralatan Instalasi Listrik

Kalian telah mempelajari tentang peralatan instalasi listrik melalui buku teks, tayangan video ataupun sumber lain. Untuk menguji pemahaman kalian, cobalah jawab pertanyaan berikut:

1. Kapan seorang teknisi listrik membutuhkan mesin gerinda tangan ?
2. Cobalah jelaskan alasan bor listrik holdsaw dibutuhkan saat pemasangan instalasi listrik!
3. Mengapa saat pemasangan instalasi listrik membutuhkan material pipa?



Ayo Refleksi

Setelah menyelesaikan proses pembelajaran pada bab ini, diharapkan pemahaman kalian tentang praktik dasar perawatan gedung, utilitas bangunan dan perawatannya menjadi lebih baik, terutama dalam hal penggunaan teknologi dan peralatan yang terkait. Silakan diskusikan dengan teman ataupun guru apabila terdapat materi yang belum dipahami, karena materi yang disampaikan dalam bab ini akan menjadi dasar untuk materi-materi pada fase berikutnya dan merupakan acuan dasar dalam mempelajari buku teks ini.



Ayo Cek Pemahaman

A. Tes Tertulis

1. Jelaskan lingkup pekerjaan perawatan gedung!
2. Bagaimana prosedur pengecatan dinding lama yang retak-retak kecil serta peralatan apa yang digunakan?
3. jelaskan jenis-jenis pipa yang umum digunakan dalam instalasi *plumbing* dalam gedung!
4. Jelaskan peralatan kerja yang digunakan untuk memotong pipa!
5. Jelaskan prosedur instalasi AC Split dan peralatan yang harus disiapkan!



B. Tes Unjuk Kerja

Memotong dan Menyambung Berbagai Jenis Pipa

Unjuk kerja ini bertujuan untuk mempraktikkan pekerjaan dasar perawatan gedung dalam lingkup utilitas dan perawatannya dengan topik “Memotong dan Menyambung Berbagai Jenis Pipa”. Untuk menyelesaikan unjuk kerja ini, kalian dibagi menjadi kelompok yang terdiri dari 4-5 orang. Setiap kelompok mempraktikkan seluruh rangkaian unjuk kerja yang telah ditentukan, yaitu:

1. Memotong dan menyambung pipa PVC

Bahan yang disiapkan :

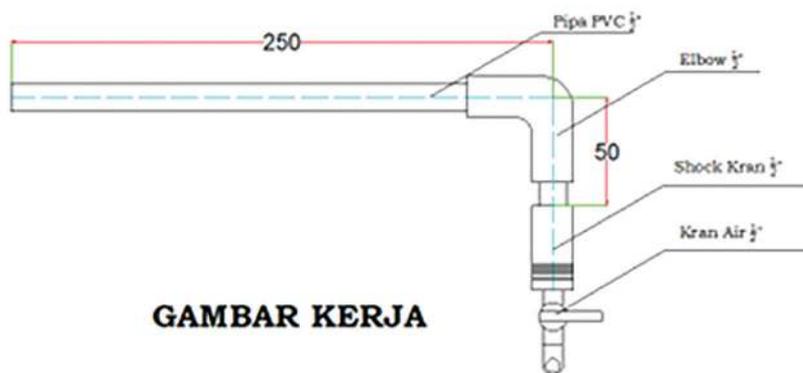
- a) Pipa PVC ½” panjang 300 mm
- b) *Elbow* ½” 1 buah
- c) Shock kran ½” 1 buah
- d) Seal tape
- e) Lem PVC

Alat yang digunakan :

- a) *Pipe Cutter*
- b) Kunci pas
- c) Rol meter/mistar baja
- d) Spidol kecil

Unjuk kerja :

Kerjakan seperti gambar kerja di bawah!



Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

2. Memotong dan menyambung pipa PPR

Bahan yang disiapkan:

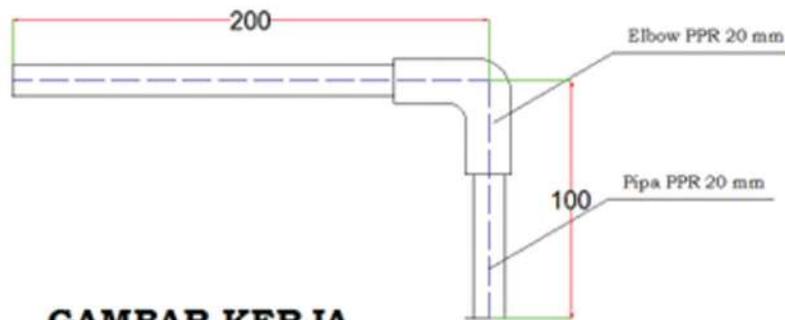
- a) Pipa PPR 20 mm panjang 300 mm
- b) *Elbow* PPR 20 mm

Alat yang digunakan :

- a) Pemanas pipa PPR
- c) Rol meter/ mistar baja
- b) *Pipe cutter*
- d) Spidol kecil

Unjuk kerja :

Kerjakan seperti gambar kerja di bawah!



GAMBAR KERJA

Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

3. Memotong dan menyambung pipa GI

Bahan yang disiapkan:

- a) Pipa GI ½” panjang 300 mm
- b) *Elbow* GI ½” 1 buah
- c) *Seal tape*

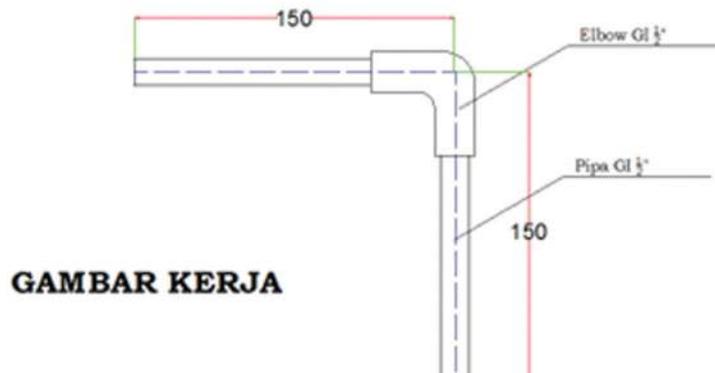
Alat yang digunakan:

- a) Snei manual
- e) Kunci pipa
- b) *Pipe cutter* pipa GI
- f) *Oil can*
- c) Rol meter/ mistar baja
- g) Kikir
- d) Ragum pipa
- h) Penggores



Unjuk kerja:

Kerjakan seperti gambar kerja di bawah!



Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

4. Memotong dan menyambung pipa PeX

Bahan dibutuhkan:

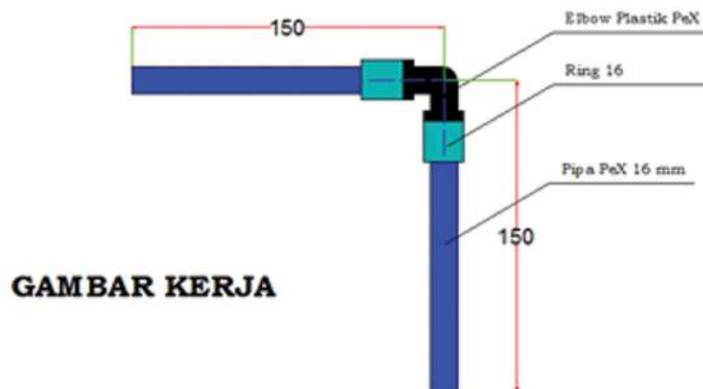
- Pipa PeX *Blue Cold* 16 mm panjang 300 mm
- Elbow plastik PeX 16 mm 1 buah
- Ring pipa PeX 2 buah

Alat yang digunakan:

- Expander pipa PeX
- Rol meter/ mistar baja
- Spidol kecil

Unjuk kerja :

Kerjakan seperti gambar kerja di bawah!



Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)



Pengayaan

Saat ini kalian adalah calon juru perawatan gedung, *plumber*, teknisi AC, teknisi CCTV ataupun teknisi listrik. Lakukan survei tentang satu kerusakan komponen pada bangunan ataupun utilitas bangunan. Dokumentasikan hasil temuan kerusakan tersebut kemudian berikan rekomendasi solusi untuk mengatasi kerusakan tersebut dalam bentuk laporan sebagai tugas akhir pada bab ini.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Perawatan Gedung
untuk SMK/MK Kelas X
Penulis: Arum Fajar Vebrianingtyas, Cok Iwin Wijaya Winardi
ISBN: 978-623-194-523-5 (PDF)

Bab IV

Dasar Konstruksi Bangunan

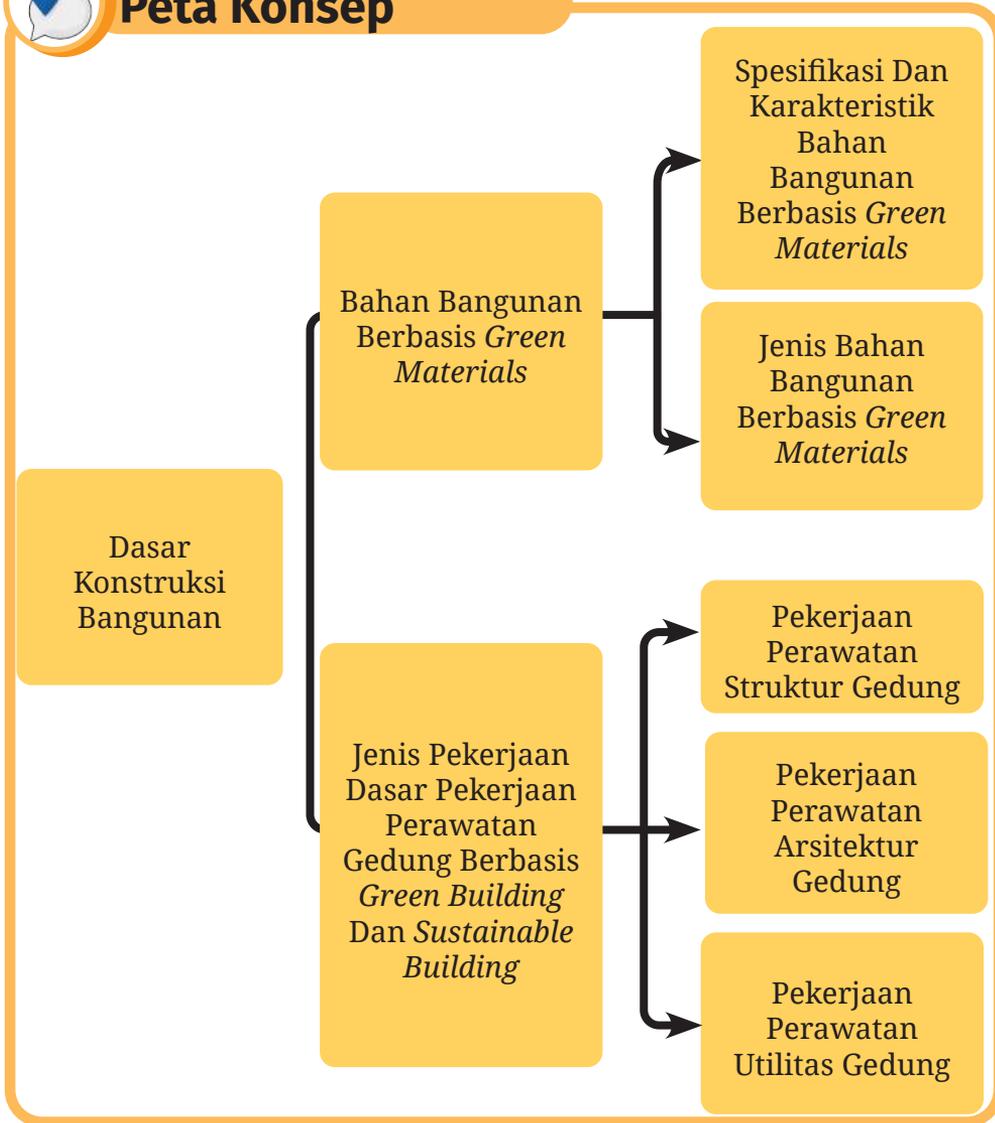


Tujuan Pembelajaran

1. Memahami spesifikasi dan karakteristik bahan bangunan dengan berbasis *green materials*
2. Memahami berbagai jenis pekerjaan yang mendasari pekerjaan perawatan gedung berbasis *green building* dan *sustainable building*.



Peta Konsep



Kata Kunci

Bahan material, *green materials*, pekerjaan konstruksi, *green building*, *sustainable building*





Apersepsi



Gambar 4.1. Material bangunan

Sumber: Macrovector/freepik (2020)

Bahan material (gambar 4.1.) biasa digunakan dalam beberapa jenis pekerjaan. Bahan material yang digunakan disesuaikan dengan karakteristik dari jenis pekerjaannya, karena setiap jenis pekerjaan membutuhkan material bahan yang berbeda. Pada Bab ini kalian akan belajar tentang spesifikasi serta karakteristik dari bahan material serta jenis dari pekerjaan konstruksi dengan mengangkat beberapa isu-isu global yaitu *Green materials* dan *green building* serta *sustainable building*.

Ayo Berpikir Kreatif

Tuliskanlah pada buku catatan pertanyaan lainnya yang muncul di benak kalian tentang perbedaan spesifikasi material bahan bangunan yang cocok digunakan untuk masing-masing jenis pekerjaan perawatan gedung.



A. Bahan Bangunan Berbasis *Green Materials*

Green materials atau material hijau mempunyai pemahaman yang lebih luas dari material yang ramah terhadap lingkungan. Material ramah lingkungan menyangkut sisi dari produk materialnya yang ketika digunakan dan akan dibuang sisanya, tidak mempunyai potensi yang merusak lingkungan serta mempengaruhi kesehatan. Bahan material hijau (*green materials*) ialah material yang terdiri dari sumber energi terbarukan, bukan sumber energi tidak terbarukan. Bahan material hijau bertanggung jawab terhadap area sehingga sebab akibatnya dipertimbangkan sepanjang usia produk. Keberlanjutan *green materials* bisa ditinjau dari sumber material, proses pembuatan, proses distribusi, serta proses pemasangan. Dan bisa menunjang penghematan tenaga (tenaga listrik serta air), meningkatkan kesehatan dan kenyamanan serta efisiensi manajemen perawatan bangunannya.



Aktivitas 4.1.

Ayo Berdiskusi dan Beraksi

Cobalah kalian amati video *Youtube* berikut!



<https://www.youtube.com/watch?v=NrQOZfMEXeQ>

Sumber: CGS Tech Indonesia

Bagaimana pendapat kalian setelah mencermati video tersebut? Apakah kalian sudah memahami tentang material berbasis material hijau?

Silakan berdiskusi bersama kelompok, apakah disekitar kalian terdapat material hijau seperti yang ada dalam video tersebut?



1. Spesifikasi dan Karakteristik Bahan Bangunan Berbasis *Green Materials*

Ciri-ciri umum dari bahan bangunan hijau atau *green materials* dapat bervariasi tergantung pada jenisnya. Namun, beberapa karakteristik yang umumnya dimiliki oleh bahan *green materials* antara lain:

a. Bahan alami atau bahan didaur ulang

Green materials umumnya terbuat dari bahan-bahan alami atau didaur ulang seperti kayu, bambu, tanah liat, batu, kaca daur ulang, dan sebagainya. Dengan menggunakan bahan-bahan tersebut, penggunaan sumber daya alam dapat ditekan, limbah dapat dikurangi, dan dampak lingkungan dapat diperkecil.

b. Bahan memiliki nilai isolasi yang baik

Green materials memiliki nilai isolasi yang baik, baik dari segi termal maupun akustik. Keunggulan ini dapat membantu mengurangi penggunaan energi untuk pendingin atau pemanas, serta meningkatkan kenyamanan akustik di dalam bangunan.

c. Bahan dengan umur pakai yang panjang

Umumnya *green materials* memiliki umur pakai yang lebih panjang dibandingkan dengan bahan bangunan konvensional. Hal ini dapat mengurangi kebutuhan akan peremajaan bangunan, sehingga dapat mengurangi penggunaan sumber daya dan limbah yang dihasilkan.

d. Bahan mudah di daur ulang

Green materials umumnya mudah didaur ulang atau dapat didaur ulang sepenuhnya. Hal ini dapat mengurangi volume sampah yang dihasilkan dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.

e. Bahan ramah lingkungan

Green materials diproduksi dengan memperhatikan aspek lingkungan, baik dari segi penggunaan bahan baku, proses produksi, hingga pembuangan. Hal ini dapat mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan oleh pembangunan bangunan.





Aktivitas 4.2.

Ayo Beraksi

Aktivitas Kelompok

Silakan kalian membentuk kelompok terdiri dari enam siswa, kemudian kerjakan tugas di bawah ini!

1. Lakukan observasi ke toko material yang dekat dengan rumah tinggal kalian mengenai material hijau yang tersedia di toko tersebut!
2. Identifikasi material yang sesuai dengan spesifikasi dan karakteristik pada material hijau atau *green materials*.
3. Kemudian presentasikan hasil observasi lapangan kelompok Kalian di depan kelas!

2. Jenis Bahan Bangunan Berbasis *Green Materials*

Bahan bangunan merupakan bahan yang digunakan untuk membangun suatu rumah maupun gedung. Bahan bangunan terdiri dari dua tipe yaitu bahan bangunan natural serta bahan bangunan buatan. Bahan bangunan natural merupakan bahan bangunan yang telah ada dari alam serta tercipta secara natural meliputi pasir, kayu, bata, kerikil, pasir, genting serta batu untuk membangun bangunan.

a. Material Pekerjaan Struktur Berbasis *Green Materials*

Material struktur berbasis *green materials* merujuk pada bahan bangunan yang digunakan sebagai struktur bangunan dan dibuat dari bahan-bahan yang ramah lingkungan serta dapat diperbaharui. Biasanya, bahan-bahan ini dipilih karena memiliki sifat yang kuat, ringan, dan tahan lama serta tidak membahayakan lingkungan.

1) Material kayu berbasis *green materials*

Kayu merupakan salah satu material bangunan yang berasal dari unsur alam. Material ramah area yang bisa ditumbuhkan secara natural dapat didaur ulang dan ramah



lingkungan. Bahan kayu dapat membuat atmosfer dalam rumah menjadi lebih sejuk. Keunggulan kayu dari material yang lain ialah kemudahan untuk didapat, lebih ramah lingkungan dan mempunyai permukaan serat yang indah natural. Jenis - jenis kayu berbasis *green materials* yang biasa digunakan pada bangunan di antaranya:

a) Batang bambu

Bambu ialah material yang tahan terhadap gempa bumi. Material ini sudah diketahui dan digunakan oleh masyarakat dunia sebagai bahan bangunan sejak ribuan tahun. Bambu dikenal tahan lama serta lentur.

b) Panel sekam padi

Salah satu produk pengembangan bahan material bangunan dari limbah sekam padi jadi papan sekam padi. Kegunaannya dapat mengurangi pencemaran lingkungan, langit-langit rumah serta bilik partisi nonstruktural.

c) Sawit block (*conblock*)

Pengembangan sebuah bahan bangunan berasal dari limbah kelapa sawit jadi *conblock*. Penggunaan *conblock* dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan bilik partisi nonstruktural.

d) Papan tempurung kelapa

Salah satu bagian tanaman kelapa yang saat ini belum terlalu banyak digunakan adalah tempurung kelapa atau batok kelapa.

e) Panel serat tebu

Panel serat alam salah satunya serat tebu dapat dimanfaatkan sebagai produk komposit pengganti kayu sebagai bahan dasar pembuatan konstruksi bangunan atau *furniture*.

f) Batang jerami

Batang jerami digunakan pada bangunan rumah tradisional.





(a) Kayu Bambu



(b) Panel Sekam padi



(c) Papan Tempurung Kelapa



(d) Papan Sawit Block



(e) Panel Serat tebu



(f) Batang Jerami

Gambar. 4.2. Material Kayu Berbasis *Green Materials*

Sumber: [ilovehz/freepik\(2020\)](https://www.freepik.com/free-vector/wood-panels), [teknikpertanianunsri07.blogspot.com/\(2019\)](https://www.teknikpertanianunsri07.blogspot.com/), [www.lemkayu.net/author/primanur\(2020\)](http://www.lemkayu.net/author/primanur(2020)), [rpn.co.id/beta/wp-content/uploads/2018/07/kayu-sawit1.jpg\(2018\)](https://rpn.co.id/beta/wp-content/uploads/2018/07/kayu-sawit1.jpg), [https://rodamemn.files.wordpress.com\(2013\)](https://rodamemn.files.wordpress.com(2013)), Anna Armbrust/Pixabay (2016)

2) Material beton berbasis *green materials*

Beton merupakan bahan bangunan yang mempunyai komponen penyusunnya kombinasi dari sebagian bahan material, terdiri dari agregat agresif, agregat halus, air serta semen.

Berikut ini dapat kalian pelajari material beton yang berbasis *green materials*:

a) Beton *hempcrete*

Beton nyatanya dapat terbuat dari bahan-bahan yang sangat ramah lingkungan. Diantaranya merupakan tumbuhan *hempcrete*. Cara pembuatannya adalah



dengan mencampurkan serat *hemcrete* dengan bahan kapur dan diolah dengan cara tertentu hingga menjadi beton dengan bobot yang ringan.

b) Beton campuran limbah

Fly Ash Concrete atau beton abu terbang merupakan satu diantara penggunaan limbah sebagai pengganti semen. Abu terbang atau *fly ash* adalah limbah berupa benda padat yang dihasilkan dari pembakaran batu bara pada pembangkit listrik.

c) *Ashcrete*

Ashcrete ialah bahan material bangunan sebagai pengganti semen yang ramah lingkungan. Bahan material ini berasal dari produk sampingan pembakaran dari batu bara. Energi rekatnya lebih kokoh dari sebagian bahan yang lain. *Ashcrete* ialah inovasi material yang ramah lingkungan

d) Genteng sejuk (semen-ijuk)

Genteng semen ijuk merupakan genteng bahan beton yang dibuat dengan kombinasi ijuk selaku pengisi, ditambahkan pasir serta semen.

e) Beton ringan aerasi

Salah satu hasil dari inovasi tersebut merupakan beton yang ringan aerasi ataupun *Aerated Lightweight Concrete* (ACL), kerap diucap *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC). Istilah yang lain, *Autoclaved Concrete*, *Cellular Concrete* dan *Porous Concrete*, di Inggris diucap *Aircate* serta *Thermalite*.

f) *Papercrate* (bata beton campuran dari kertas bekas)

Kertas sisa berbentuk kertas yang memiliki tekstur agresif semacam kertas Koran ataupun kardus, yang telah dihancurkan menjadi semacam bubur kertas serta diolah lagi jadi bata kertas supaya bisa digunakan untuk pemakaian lebih lanjut bahan material bangunan.





(a) *Hempcrete*



(b) Beton *Fly Ash*



(c) Material Beton *Ashcrete*



(d) Genteng Sejuk (semen-Ijuk)



(e) Papan Beton Aerasi



(f) Material *Papercrete*

Gambar. 4.3. Material Kayu Berbasis *Green Materials*

Sumber: en.wikipedia.org/wiki/Hempcrete(2019), i0.wp.com/solusikonstruksi.com(2018), asset.kompas.com(2020), ssatriopuji.blogspot.com(2018), www.hgtyn.com (2019), scajepowerful.weebly.com(2020)

3) Bahan material baja berbasis *green materials*

Baja tidaklah ramah lingkungan secara langsung karena produksinya memerlukan sumber daya alam yang besar dan menghasilkan emisi gas rumah kaca yang tinggi. Meskipun, baja memiliki kelebihan sebagai bahan struktural yang kuat dan tahan lama sehingga sering digunakan dalam konstruksi bangunan.

Agar penggunaan baja dalam pembangunan tidak merusak lingkungan, terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan. Salah satunya adalah dengan menggunakan baja daur ulang, yaitu baja bekas yang diolah kembali menjadi



bahan bangunan. Dengan menggunakan baja daur ulang, sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui dapat dikurangi dan dampak lingkungan dari pembangunan bangunan dapat diperkecil.

Cara lain untuk mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan baja adalah dengan menggunakan baja berkualitas tinggi, sehingga frekuensi penggantian dapat dikurangi yang dapat meminimalisir dampak pembangunan terhadap lingkungan.

a) Rangka atap baja ringan

Baja ringan diklaim ramah lingkungan sebab menjadi alternatif bisa mengurangi penebangan liar/*illegal logging*. Material dari baja ringan tidak menyisakan banyak sampah, karena bisa dipergunakan kembali setelah bangunan dibongkar.



Gambar 4.4. Rangka Atap Baja Ringan

Sumber: <https://www.dekoruma.com>

b) Rangka kusen baja ringan

Kusen adalah sebuah rangka yang dibuat dari kayu atau bahan lain seperti plastik, UPVC, atau aluminium yang digabungkan sesuai dengan standar konstruksi, fungsi, dan selera pemilik bangunan. Tujuan utama dari kusen adalah untuk meletakkan pintu, jendela, cermin, dan teralis.





Gambar 4.5. Rangka Kusen Baja Ringan

Sumber: www.seosatu.com

c) Baja daur ulang

Baja merupakan bahan bangunan yang kuat dan tahan lama, namun tidak ramah lingkungan karena membutuhkan sumber daya alam yang besar dan emisi gas rumah kaca yang tinggi dalam proses produksinya. Untuk mengurangi dampak lingkungan dari penggunaan baja dalam pembangunan, terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan. Menggunakan baja daur ulang yang diolah kembali dari baja bekas menjadi bahan bangunan, sehingga dapat mengurangi penggunaan sumber daya alam yang tidak terbarukan dan memperkecil dampak lingkungan dari pembangunan bangunan. Selain itu, menggunakan baja berkualitas tinggi juga dapat memperkecil dampak lingkungan dari pembangunan dengan mengurangi frekuensi penggantian baja yang digunakan.



Aktivitas 4.3.

Ayo Cari

Aktivitas Mandiri

1. Cobalah kalian identifikasi contoh material atau bahan yang sesuai dengan spesifikasi dan karakteristik *green materials* atau material ramah lingkungan!



2. Sebut dan jelaskan bahan material kayu berbasis *green materials* sesuai dengan kegunaan dan peruntukannya dalam konstruksi bangunan!
3. Jelaskan bahan beton berbasis *green materials* sesuai dengan kegunaan dan peruntukannya dalam konstruksi bangunan!
4. Menurut pendapat kalian, apa saja keuntungan dan juga kelemahan dari penggunaan rangka atap baja ringan dalam konstruksi bangunan?
5. Bagaimana implementasi penggunaan *green materials* atau material ramah lingkungan baja ringan di daerah sekitar kalian tinggal, apakah sudah banyak yang mengimplementasikan penggunaannya?

Kerjakan latihan aktivitas ini di buku tugas kalian!

b. Material Pekerjaan Arsitektur Berbasis *Green Materials*

1) Penutup lantai berbasis *green materials*

Penutup lantai berbasis bahan hijau adalah jenis lantai yang diproduksi dengan memperhatikan pengaruhnya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Material tersebut terdiri dari bahan-bahan yang ramah lingkungan, mudah didaur ulang, dan tidak berbahaya bagi kesehatan manusia. Contoh penutup lantai berbasis bahan hijau (lihat gambar 4.3.) adalah sebagai berikut:

- a) Lantai bambu merupakan bahan alami yang ramah lingkungan dan dapat cepat tumbuh kembali.
- b) Lantai keramik dibuat dari tanah liat yang dipanggang, memiliki sifat yang tahan lama, mudah dibersihkan, dan tahan terhadap kelembapan.
- c) Lantai kayu daur ulang adalah bahan lantai yang terbuat dari kayu bekas yang diolah kembali.
- d) Lantai linoleum terbuat dari bahan-bahan alami seperti minyak biji rami, serbuk kayu, dan kapur.





(a) Lantai bambu



(b) Lantai keramik



(c) Lantai kayu daur ulang



(d) Lantai linoleum

Gambar 4.6 Material Lantai Berbasis *Green Materials*

Sumber : purnosidi/nikifour.co.id (2015)

2) Penutup dinding berbasis *green materials*

Bahan penutup dinding yang berasal dari *green materials* dipilih karena ramah lingkungan dan berpotensi lebih tahan lama daripada bahan konvensional. Bahan tersebut diproduksi dengan menggunakan bahan-bahan dari sumber daya terbarukan, mudah didaur ulang, dan menghasilkan sedikit limbah selama produksi.

Contoh bahan penutup dinding berbasis *green materials* sebagai berikut:

- a) Batu alam, berasal dari bahan alami seperti marmer, granit, andesit, paras jogya, batu candi, batu templek, dan palimanan.
- b) Kaca daur ulang, diproses kembali menjadi bahan yang dapat digunakan kembali. Penggunaan kaca daur ulang mengurangi penggunaan bahan baku baru dan limbah kaca.
- c) Anyaman bambu, memiliki sifat termal dan akustik yang baik, sehingga membantu menjaga suhu dan kenyamanan di dalam ruangan.



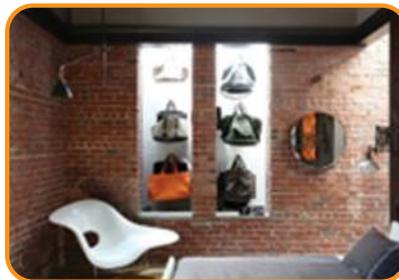
- d) Bata merah, yang terbuat dari tanah liat dan bahan-bahan alamiah lainnya yang ditemukan secara lokal. Bata merah juga tahan lama dan dapat didaur ulang jika tidak lagi digunakan.
- e) Gypsum ramah lingkungan, merupakan bahan penutup dinding yang umum digunakan. Terdapat gypsum yang dibuat dengan bahan-bahan daur ulang dan menggunakan energi yang lebih sedikit selama proses produksi, sehingga lebih ramah lingkungan.



(a) Dinding batu alam



(b) Dinding kaca daur ulang (botol) (c) Dinding anyaman bambu



(d) Dinding bata merah (Ekspos)

(e) Dinding gypsum

Gambar 4.7 Material Dinding *Green Materials*

Sumber : Marcel Estefan/www.homeplan.id(2021), M.Choirul Makruf/furnizing.com (2019) Cahyadi Nugraha/pinhome.id (2022), Edwin/ghomemart.com (2020) Kania/m.dekoruma.com (2022)



3) Penutup plafon berbasis *green materials*

Bahan-bahan penutup plafon berbasis *green materials* adalah bahan-bahan yang ramah lingkungan dan memiliki dampak lingkungan yang lebih kecil daripada bahan konvensional. Bahan-bahan ini digunakan untuk menutupi permukaan plafon dan terbuat dari bahan alami atau daur ulang.

Contoh material penutup plafon berbasis *green materials* (gambar 4.8.) antara lain:

- a) Kertas daur ulang dapat digunakan sebagai material penutup plafon dengan berbagai warna dan pola yang menarik.
- b) Kayu juga dapat digunakan sebagai material penutup plafon terutama dari hasil daur ulang dari bangunan lama. Kayu daur ulang memiliki tampilan yang unik dan ramah lingkungan.
- c) Bambu merupakan bahan yang cepat tumbuh dan mudah didaur ulang. Bambu yang digunakan untuk penutup plafon biasanya dipotong tipis dan dipoles agar tahan lama atau dibuat anyaman.



(a) Plafond kertas daur ulang : Armstrong, Ecophon dan USG



(a) Plafond kayu

(b) Plafon anyaman bambu

Gambar 4.8. Plafon Berbasis *Green Materials*

Sumber : www.armstrongceilings.com, www.ecophon.com, www.ecophon.com, Bagas Kurnia/ruangarsitek.id (2023), Dadang Supriyana/dapurbambu.com (2021)



4) Penutup atap berbasis *green materials*

Material penutup atap berbasis *green materials* adalah bahan-bahan yang digunakan untuk menutupi atap bangunan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Material ini terbuat dari bahan-bahan daur ulang, bahan organik, atau bahan yang mudah terurai sehingga memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan material atap konvensional.

Contoh material penutup atap berbasis *green materials* (gambar 4.9.) antara lain:

- a) Atap rumput merupakan material atap yang terdiri dari lapisan tanah, tumbuhan hijau, dan sistem drainase yang sangat efektif dalam menyerap air hujan, mengurangi panas, serta menghasilkan oksigen.
- b) Atap kayu terbuat dari kayu alami atau kayu olahan yang berasal dari sumber-sumber yang dikelola secara berkelanjutan.
- c) Atap bahan alami terbuat dari bahan-bahan organik seperti daun kelapa, jerami, dan alang-alang yang diikatkan atau dipasang dengan kayu atau bambu menggunakan tali atau benang.
- d) Atap logam daur ulang terbuat dari bahan-bahan logam bekas seperti kaleng bekas atau sisa produksi industri logam.
- e) Atap kaca daur ulang terbuat dari kaca bekas atau sisa produksi industri kaca dan memiliki sifat transparan sehingga dapat meningkatkan pencahayaan alami di dalam bangunan.
- f) Atap metal organik terbuat dari logam yang dilapisi dengan bahan organik seperti tanah liat atau tanaman dan memiliki sifat tahan lama dan estetika menarik.



(a) Atap rumput



(b) Atap kayu (Sirap)





(c) Atap bahan alami (Ilalang dan Kelapa)



(d) Atap logam daur ulang

(e) Atap kaca daur ulang



(f) Atap metal organik (*Polycarbonate Metal Roof*)

Gambar 4.9 Jenis Atap *Green Materials*

Sumber : Citra P.S./rumah123.com (2022), Kania/dekoruma.com (2018), Caroline G /newcastleroofing.com, Nainrapathi/dreamstime.com, Jumino Baskora/bajaprambanan.com (2021)

5) Material *finishing*/cat berbasis *green materials*

Bahan *finishing* yang ramah lingkungan dibuat dengan memperhatikan dampak lingkungan selama proses produksi dan penggunaannya. Bahan tersebut umumnya terbuat dari bahan-bahan yang lebih ramah lingkungan seperti bahan daur ulang, bahan organik, atau bahan yang mudah terurai. Contoh bahan *finishing* berbasis *green materials* (gambar 4.8) antara lain:



- a) *Finishing*/cat berbahan alami, seperti cat yang terbuat dari bahan-bahan alami seperti minyak nabati (rami), lilin lebah, dan bahan-bahan organik lainnya.
- b) *Finishing*/cat buatan ramah lingkungan, yaitu cat yang dibuat dengan teknologi dan bahan-bahan yang ramah lingkungan, dan tidak mengandung bahan kimia berbahaya seperti VOC atau formaldehida, serta memiliki tingkat emisi yang rendah.
- c) *Wallpaper*, terbuat dari bahan-bahan alami seperti serat tanaman, kertas daur ulang, atau bahkan bahan-bahan organik.



(a) Cat bahan alami (Minyak rami dan sarang lebah)



(b) Cat buatan ramah lingkungan



(c) Wallpaper

Gambar 4.10. Jenis *Finishing Green Materials*

Sumber: <https://www.linseedpaintcompany.co.uk/>, www.bioindustries.co.id/manfaat-liin-lebah-madu-beeswax-finishing-kayu-2805.html (2012), www.jotun.com/id-id/decorative/interior/products <https://mowilex.com/articles/melindungi-anggota-keluarga-dari-virus-dan-bakteri-di-rumah/>, <https://ceklist.id/1557/wallpaper-dinding-berkualitas-bagus>





Aktivitas 4.4.

Ayo Cari

Aktivitas Kelompok

Silakan kalian membentuk kelompok (6 siswa), kemudian kerjakan tugas di bawah ini!

1. Observasi data material bahan bangunan (material pada pekerjaan arsitektur) yang digunakan di sekolah kalian!
2. Identifikasi material yang termasuk material hijau atau *green materials*!
3. Presentasikan hasil observasi lapangan di depan kelas!

B. Jenis Pekerjaan Dasar Pekerjaan Perawatan Gedung Berbasis *Green Building* dan *Sustainable Building*

Perlu kalian ketahui bahwa bangunan hijau (*green building*) atau disebut juga bangunan berkelanjutan merupakan bangunan yang struktur konstruksi, pemilihan tempatnya hingga desain gambar, struktur serta gambar konstruksi, penggunaan, pemeliharaan, perawatan, rehabilitasi dan renovasinya memperhatikan lingkungan sekitar dan bertanggung jawab secara penuh terhadap lingkungannya serta menghemat sumber energi.

Saat ini penerapan konsep *green building* dan *sustainable building* di Indonesia semakin dipercepat, terutama pembangunan gedung-gedung pemerintahan di daerah perkotaan. Dengan menerapkan konsep ini, diharapkan bangunan yang dibangun menjadi ramah lingkungan dan berkontribusi dalam mengurangi dampak pemanasan global di Indonesia. *Green building* dan *sustainable building* dianggap sebagai salah satu solusi terbaik untuk mengatasi masalah tersebut.



1. Pekerjaan Perawatan Struktur Gedung Berbasis *Green Building* dan *Sustainable Building*

Pada pekerjaan perawatan komponen struktur bangunan gedung meliputi bagian yang berhubungan dengan kekuatan bangunan, antara lain:

a. Pekerjaan pondasi bangunan,

Komponen terbawah dari sebuah bangunan adalah pondasi yang berfungsi sebagai penahan beban bangunan di atasnya. Untuk menjaga pondasi agar tetap berfungsi dengan baik, beberapa langkah pemeliharaan dapat dilakukan:

- 1) Sekitar bangunan atau area yang dekat dengan badan pondasi harus dijaga kebersihannya dari akar-akar pohon yang dapat merusak pondasi.
- 2) Usahakan agar tidak ada genangan air di sekitar badan pondasi.
- 3) Dasar pondasi harus dijaga agar tidak terkikis oleh aliran air di sekitarnya sehingga tinggi dasar pondasi selalu sama dengan permukaan tanah.
- 4) Dasar pondasi juga harus dijaga dari penurunan yang melebihi persyaratan yang berlaku.
- 5) Jika bangunan terletak di daerah yang banyak terdapat rayap, dapat dilakukan penaburan atau penyiraman sekitar pondasi dengan bahan kimia untuk mencegah serangan rayap (*borrier chemical system*) sebelum melakukan pekerjaan pondasi.



Gambar 4.11. Perawatan Pondasi Semprot Anti Rayap
Sumber: suntikrayap.com/service/anti-rayap-pra-konstruksi/(2018)



b. Pekerjaan struktur beton

Kerusakan yang sering terjadi pada kondisi tulangan yang belum luluh adalah retak, beton yang hancur sebagian, dan selimut beton yang terlepas. Berikut adalah langkah-langkah perbaikan berdasarkan jenis kerusakannya:

1) Beton retak sebagian

Tindakan pertama yang harus dilakukan adalah memeriksa bagian yang mengalami keretakan. Jika keretakan hanya pada selimut beton, maka dapat dilakukan perbaikan dengan cara menambal (*patching*) keretakan tersebut menggunakan bahan perbaikan struktur berbahan dasar *polymer* atau campuran semen dan air.

2) Selimut beton terlepas

Namun, jika keretakan terdapat pada inti beton, maka perbaikan dapat dilakukan dengan menggunakan metode *grouting* atau *injection*.



Gambar 4.12. Perawatan Retak Beton

Sumber: saranamutu.co.id (2020)





Aktivitas 4.5.

Ayo Beraksi

Aktivitas Kelompok

Silakan kalian membentuk kelompok (6 siswa), kemudian kerjakan tugas di bawah ini!

1. Silakan observasi pekerjaan struktur yang ada di sekolah kalian!
2. Silakan cek struktur gedung di sekolah kalian yang mengalami kerusakan atau perlu dilakukan perawatan!
3. Cobalah identifikasi bagian yang perlu dilakukan perawatan!
4. Presentasikan hasil observasi lapangan kelompok kalian di depan kelas!

2. Pekerjaan Perawatan Arsitektur Gedung Berbasis *Green Building* dan *Sustainable Building*

Pekerjaan selanjutnya merupakan pekerjaan yang berkaitan dengan perawatan komponen arsitektur bangunan suatu gedung yang dapat ditinjau dari bermacam tipe bahan untuk dinding antara lain:

a. Pekerjaan dinding dan *finishing* dinding

Perawatan dinding merupakan hal penting dalam *green building* dan *sustainable building* untuk menjaga kualitas bangunan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Dalam melakukan pekerjaan perawatan dinding pada bangunan hijau, harus mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan dan keberlanjutan seperti penggunaan bahan ramah lingkungan, teknik perbaikan yang berkelanjutan, dan penerapan teknologi terbaru.

Ada beberapa jenis pekerjaan perawatan dinding yang berbasis *green building* dan *sustainable building*, yaitu:



- 1) Pengecatan dinding, perbaikan struktur dinding, penggantian bahan dinding, dan perbaikan jendela. Dalam pengecatan dinding, penggunaan cat yang ramah lingkungan sangat dianjurkan.
- 2) Perbaikan struktur dinding dapat dilakukan dengan cara yang ramah lingkungan seperti dengan menggunakan bahan daur ulang atau bahan yang mudah didaur ulang.
- 3) Penggantian bahan dinding yang tidak ramah lingkungan dengan bahan yang ramah lingkungan sangat dianjurkan dalam perawatan dinding.
- 4) Perawatan jendela, dapat dilakukan dengan mengganti kaca yang ramah lingkungan, penggunaan bahan insulasi yang ramah lingkungan pada kusen jendela, dan perbaikan atau penggantian sistem pengoperasian jendela untuk meningkatkan efisiensi energi dan memperpanjang masa pakai jendela.



Gambar 4.13. Pekerjaan Pengecatan Dinding

Sumber: Garetsvisual/freepik (2020)

b. Pekerjaan lantai

Pembangunan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan semakin penting di zaman modern ini. Lantai *green building* dan *sustainable building* adalah salah satu profesi yang terkait dengan pembangunan bangunan yang berkelanjutan. Pekerjaannya meliputi pemasangan, perawatan, dan pengembangan teknologi lantai yang ramah lingkungan, serta memberikan solusi desain dan material yang berkelanjutan untuk lingkungan.

- 1) Pemasangan lantai berkelanjutan

Pekerjaan ini mencakup pemasangan lantai yang ramah lingkungan dan berkelanjutan seperti lantai kayu dari



hutan yang dikelola dengan baik atau lantai dari bahan daur ulang.

2) Pekerjaan perawatan lantai berkelanjutan

Pekerjaan ini dilakukan dengan menggunakan produk pembersih yang ramah lingkungan, serta perawatan teratur untuk menjaga keawetan lantai dan mengurangi limbah.

3) Pemilihan material

Pekerjaan ramah lingkungan untuk lantai seperti lantai bambu, lantai keramik, atau lantai yang terbuat dari bahan daur ulang juga merupakan bagian dari tugas lantai berbasis *green building* dan *sustainable building*.

4) Evaluasi dampak lingkungan

Pekerjaan ini melibatkan evaluasi dampak lingkungan dari material dan teknologi yang digunakan dalam pemasangan dan perawatan lantai. Hal ini mencakup analisis siklus hidup produk, pengurangan emisi, dan penghematan energi untuk mengurangi dampak negatif pada lingkungan.



Gambar 4.14. Pekerjaan Lantai Kayu

Sumber: Image/freepik (2020)

c. Pekerjaan plafon

Pekerjaan ini meliputi pemasangan, perawatan, dan pengembangan teknologi plafon yang ramah lingkungan, serta memberikan solusi desain dan material yang berkelanjutan untuk lingkungan. Dalam melakukan pekerjaan, plafon *green building* dan *sustainable building* memperhatikan dampak negatif terhadap lingkungan dan mengurangi jejak karbon yang dihasilkan.



Terdapat jenis pekerjaan yang terkait dengan plafon berbasis *green building* dan *sustainable building*, di antaranya adalah:

- 1) Pemasangan plafon berkelanjutan, yang melibatkan pemasangan plafon yang ramah lingkungan dan berkelanjutan seperti plafon akustik yang terbuat dari bahan daur ulang, atau plafon yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pencahayaan dan penghematan energi.
- 2) Perawatan plafon berkelanjutan, melibatkan perawatan plafon dengan menggunakan produk pembersih yang ramah lingkungan, serta perawatan teratur untuk menjaga keawetan plafon dan mengurangi limbah.
- 3) Pilihan material, meliputi pemilihan material ramah lingkungan untuk plafon seperti plafon bambu, plafon kayu yang diperoleh dari hutan, atau plafon terbuat dari bahan daur ulang.
- 4) Evaluasi dampak lingkungan, dari material dan teknologi yang digunakan dalam pemasangan dan perawatan plafon. Meliputi analisis siklus hidup produk, pengurangan emisi, dan penghematan energi.



Gambar 4.15. Pekerjaan *Plafon Kayu*

Sumber: Image/Freepik (2020)





Aktivitas 46.

Ayo Lakukan

Aktivitas Kelompok

Silakan kalian membentuk kelompok (6 siswa), kemudian lakukan praktik dengan langkah kerja di bawah ini!

1. Bekerjasama dengan Kepala Urusan Sarana dan Prasarana sekolah untuk meninjau lokasi disekolah yang perlu dilakukan pekerjaan pengecatan dinding.
2. Setiap kelompok mendapatkan lokasi yang berbeda untuk pekerjaan pengecatan.
3. Lakukanlah proses praktik pengecatan dengan penduan job sheet berikut ini:
 - a. Alat dan Bahan
 - 1) Cat Dinding
 - 2) Plamir tembok
 - 3) Kape plastik dan besi
 - 4) Roll cat, kuas, bak, dan tuas
 - 5) Ampelas 150
 - 6) Kain lap dan sapu
 - 7) Tangga lipat/*scaffolding*
 - e. Keamanan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)
 - 1) Gunakanlah pakaian kerja yang tepat dan sesuai dengan situasi yang dihadapi.
 - 2) Pastikan perlengkapan yang akan digunakan sudah siap dan aman sebelum bekerja.
 - c. Langkah kerja
 - 1) Persiapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan.
 - 2) Bersihkan permukaan dinding yang akan dicat dengan menggunakan kain lap/sapu.
 - 3) Gunakan kape besi untuk membersihkan cat yang mengelupas atau lembab.
 - 4) Ratakan permukaan dinding yang akan dicat dengan menggunakan kertas ampelas.
 - 5) Setelah cukup rata, lapi dinding dengan plamir hingga merata, biarkan plamir mengering.
 - 6) Setelah kering, ampelas permukaan dinding hingga rata.
 - 7) Aplikasikan lapisan dasar cat pada lapisan pertama, dan tunggu hampir kering.
 - 8) Kemudian, lanjutkan dengan lapisan akhir untuk memperkuat warna cat.
 - 9) Biarkan cat mengering.



3. Pekerjaan Perawatan Utilitas Gedung Berbasis *Green Building* dan *Sustainable Building*

Pekerjaan dalam utilitas gedung berbasis *green building* dan *sustainable building* meliputi pemasangan, perawatan, dan pengelolaan sistem utilitas gedung yang ramah lingkungan dan efisien, termasuk sistem pipa, HVAC (*heating, ventilation, and air conditioning*), dan listrik. Beberapa jenis pekerjaan yang terkait dengan utilitas gedung berkelanjutan antara lain:

a. Perawatan sistem *plumbing* dan pompa

Memelihara serta melaksanakan pengecekan secara berkala sistem pendistribusian air meliputi persediaan instalasi air bersih dan air konsumsi, sistem instalasi pipa air kotor dan buangan, sistem pemadam kebakaran, *septic tank* atau saluran pembuangan untuk unit pengolahan limbah atau kotoran.



Gambar 4.16. Perawatan pipa

Sumber: Kemendikbudristek/Arum Fajar (2022)

b. Perawatan sistem tata udara (HV/AC)

Pekerjaan ini mencakup desain dan pemasangan sistem HVAC (*heating, ventilation, and air conditioning*) yang efisien dan berkelanjutan. Contohnya, menggunakan sistem pemanas air tenaga surya atau panel surya untuk memanfaatkan sumber energi terbarukan dan menggunakan sistem pendingin udara hemat energi, seperti AC inverter atau AC yang dilengkapi dengan teknologi *thermal storage* (gambar 4.17.).



Memelihara serta melaksanakan pengecekan berkala sistem tata udara, agar kualitas udara di dalam sebuah ruangan memenuhi persyaratan teknis dan kesehatan. Perawatan ini meliputi perawatan perlengkapan utama serta saluran dari udara.



(a) Waterheater tenaga surya

(b) AC Inverter

Gambar 4.17. Perancangan dan instalasi HVAC berkelanjutan

Sumber: distributorariston.com/tips-memilih-solar-water-heater/
www.daikin.co.id/daikin-indonesia-mengapa-harus-ac-inverter

c. Perawatan sistem kelistrikan

Merawat dan melaksanakan pekerjaan pemeliharaan secara berkala untuk sistem instalasi kelistrikan pasokan energi listrik ataupun penerangan ruangan.

Pekerjaan ini meliputi pemasangan sistem listrik yang menggunakan energi terbarukan seperti PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan PLTB (Pembangkit Listrik Tenaga Bayu). Hal ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi fosil yang tidak terbarukan. Selain itu, penggunaan sistem pembangkit listrik yang ramah lingkungan ini dapat membantu mengurangi emisi karbon dioksida dan dampak negatif pada lingkungan (gambar 4.18. dan gambar 4.19.).





Gambar 4.18. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Sumber: Denise Riantisa/ekonomi.bisnis.com (2021)



Gambar 4.19 Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTU)

Sumber: Amrie Muchta /autoexpose.org (2019)



Aktivitas 4.7.

Ayo Beraksi

Aktivitas Kelompok

Silakan kalian membentuk kelompok (6 siswa), kemudian lakukan praktik dengan langkah kerja di bawah ini!

1. Setiap kelompok menempatkan diri pada lokasi praktik.
2. Lakukanlah proses praktik penggantian perangkat pipa air kotor dengan panduan *job sheet* berikut ini:



a. Alat dan Bahan

- 1) Obeng (-)
- 2) Perangkap *Type* Botol
- 3) Kain lap
- 4) *Seal Tape*
- 5) Ember

b. Keamanan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

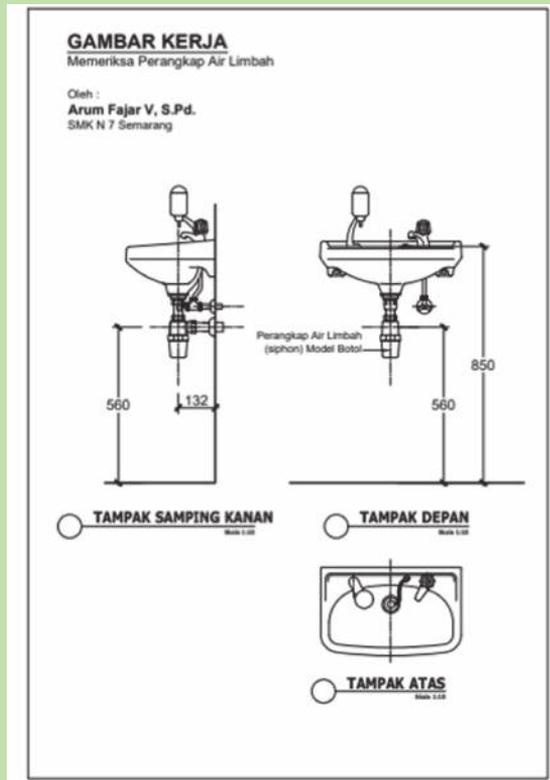
- 1) Hati-hati bekerja dengan wastafel terbuat dari bahan keramik. Hindarkan wastafel terkena benturan keras.
- 2) Perhatikan tumpahan air di lantai. Segera keringkan dengan kain pel agar orang tidak terpeleset

c. Langkah kerja

- 1) Memeriksa gambar kerja pada perangkap pipa air limbah di wastafel
- 2) Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk memeriksa perangkap air kotor
- 3) Mengecek afur bagian bawah wastafel, di cek juga karet seal nya, apakah sudah terpasang rapi dan *stay* pada tempatnya, sehingga kuat dan kedap serta tidak goyang
- 4) Membuka sok drat pada pipa mendatar yang menuju pipa *outlet* pembuangan, cek apakah sudah terpasang karet seal didalamnya
- 5) Membuka sok drat pada pipa vertikal/tegal yang menuju body perangkap botol bagian tengah, kemudian cek karet seal didalamnya
- 6) Kencangkan kembali semua sok drat perangkap, diamati sambil dirasakan apakah sudah tertutup dengan kuat dan kencang, sehingga pada saat di cek tidak ada kebocoran, tetesan maupun rembesan air.
- 7) Di bersihkan dengan kain lap, sehingga permukaan perangkap benar-benar kering, sebelum di uji kebocorannya.



Aktivitas Kelompok



Ayo Refleksi

Setelah kalian menyelesaikan pembelajaran tentang pekerjaan perawatan bangunan gedung, khususnya perawatan *green building* dan *sustainable building* tentunya pemahaman kalian menjadi lebih baik. Diharapkan kalian dapat menggunakan pemahaman tersebut dalam kehidupan sehari-hari, di sekolah ataupun di tempat kerja nanti. Diharapkan juga semua materi dipahami, bagian materi mana yang menurut kalian sulit dan belum dipahami? Silahkan diskusikan bersama teman atau guru untuk memahami materi tersebut, karena setiap bab terkait dengan bab lainnya.





Ayo Cek Pemahaman

A. Tes Tertulis

1. Cobalah kalian sebutkan kriteria bahan material sehingga dapat dikategorikan sebagai material hijau atau *green materials*!
2. Cobalah kalian jelaskan perbedaan material hijau dan material yang biasa digunakan untuk pekerjaan konstruksi bangunan!
3. Cobalah sebutkan jenis kayu rekayasa yang digunakan untuk bahan konstruksi dan diproduksi secara massal oleh industri, kemudian jelaskan komposisi bahan campurannya!
4. Cobalah sebutkan jenis-jenis beton dengan campuran bahan limbah yang telah banyak digunakan untuk membangun jembatan dan gedung tinggi!
5. Cobalah uraikan alasan material baja dapat dikategorikan dalam *green materials*!

B. Tes Unjuk Kerja

Tugas Kelompok

Silakan membuat kelompok yang terdiri dari 4-5 siswa.

1. Laksanakan observasi kemudian identifikasi mengenai:
 - a. Konstruksi bangunan berbasis *green building* yang ada di sekitar kalian.
 - b. Konsep *green building* yang ada pada bangunan tersebut.
 - c. Material yang digunakan pada bangunan tersebut.
2. Dokumentasikan hasil pengamatan kelompok kalian!
3. Catatlah hasil pengamatan kalian kemudian kumpulkan kepada guru!



Tugas Individu:

Silakan Jawab pertanyaan di bawah ini!

- a. Setelah melaksanakan pengamatan (pada tugas kelompok), material apa yang digunakan pada bangunan yang kalian amati, jelaskan dan gambarkan fungsinya!
- b. Bagaimana cara perawatan yang digunakan oleh pemilik gedung tersebut?
- c. Cobalah buat sketsa bangunan tersebut sesuai pemikiran kalian!



Pengayaan

Buatlah kelompok yang terdiri dari 4 – 5 siswa kemudian silakan berkunjung ke lokasi proyek pekerjaan konstruksi gedung yang ada di sekitar sekolah! Buatlah daftar observasi dan pertanyaan wawancara kepada tim perencana untuk menggali informasi berikut:

1. Bahan material konstruksi yang dapat digunakan dalam pelaksanaan bangunan gedung di lokasi tersebut.
2. Material bahan yang berbasis material hijau atau *green building*.
3. Perencanaan bangunan yang digunakan oleh proyek tersebut.
4. Tulislah hasil observasi dan wawancara pada lembar kerja!



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Perawatan Gedung
untuk SMK/MK Kelas X
Penulis: Arum Fajar Vebrianingtyas, Cok Iwin Wijaya Winardi
ISBN: 978-623-194-523-5 (PDF)

Bab V

Gambar Teknik



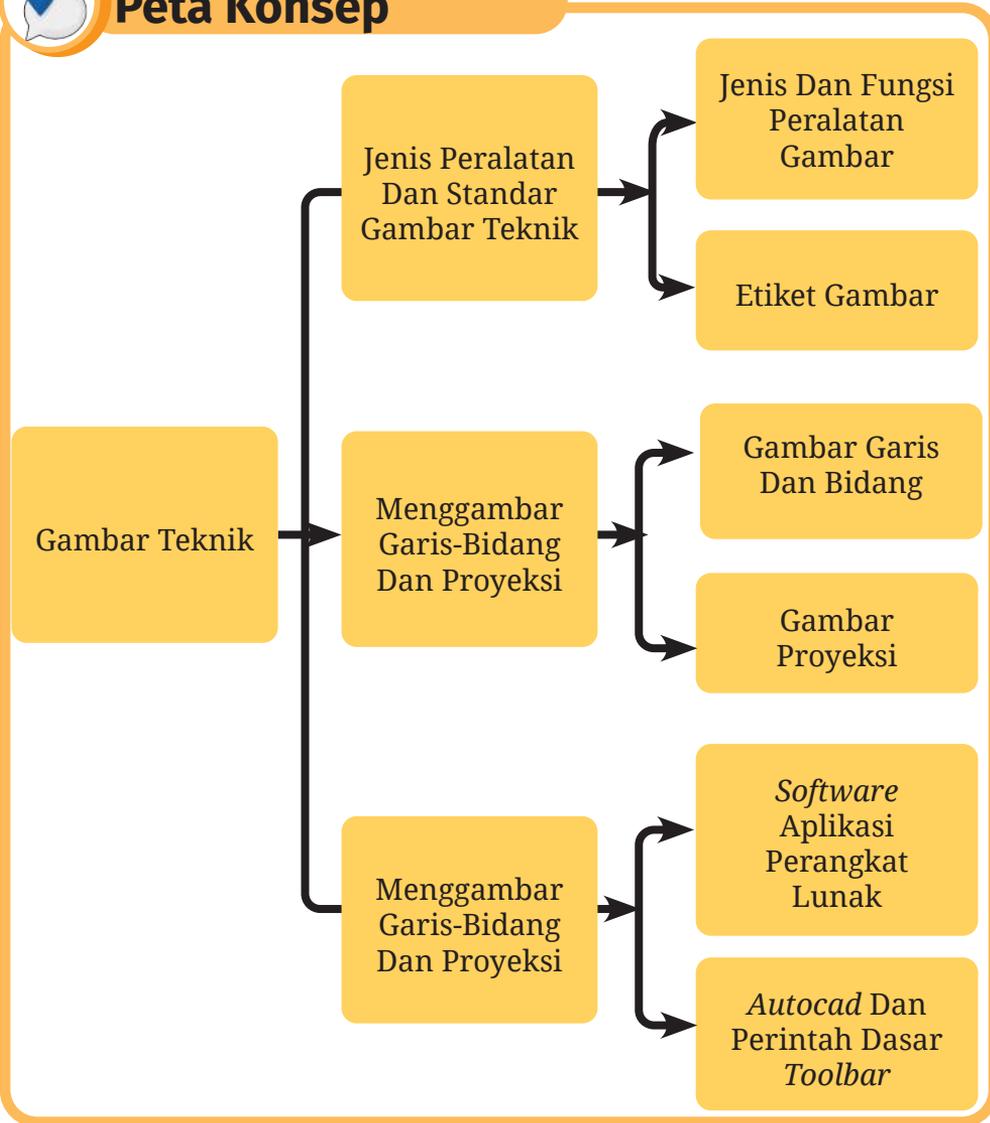
Tujuan Pembelajaran

1. Memahami alat gambar dalam menggambar teknik dasar
2. Memahami standar gambar teknik
3. Menggambar garis bidang dan proyeksi orthogonal (2D) dan proyeksi piktorial (3D)
4. Menggambar dasar menggunakan aplikasi perangkat lunak





Peta Konsep



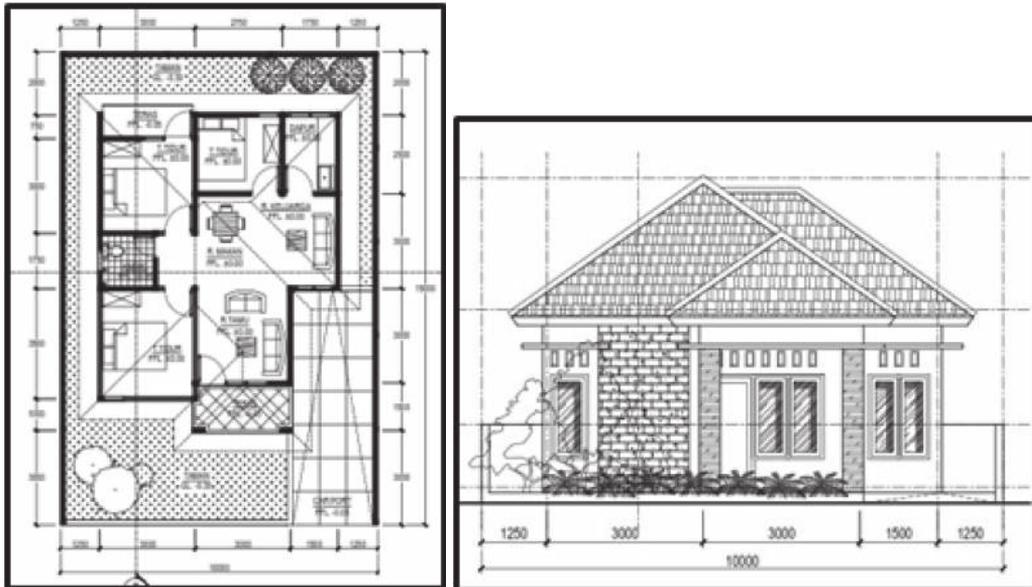
Kata Kunci

Alat gambar, huruf, angka, etiket, garis, bidang, proyeksi, *Software*, Aplikasi, *AutoCAD*





Apersepsi



Gambar 5.1. Gambar denah dan tampak

Sumber: Kemendikbudristek/Arum Fajar (2022)

Cobalah kalian perhatikan gambar 5.1., gambar tersebut merupakan contoh gambar kerja. Apakah kalian tertarik menggambar seperti gambar tersebut? Perlu kalian ketahui dalam membuat gambar kerja terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan. Selain langkah-langkah menggambar juga harus disiapkan peralatan gambar. Untuk menghasilkan produk perencanaan dan gambar yang berkualitas, diperlukan pemahaman dan keterampilan yang baik dalam belajar menggambar teknik. Dalam bab ini, kalian akan belajar mengenai langkah-langkah untuk membuat gambar secara menyeluruh.

Ayo Berpikir Kreatif

Tuliskanlah pada buku catatan kalian dan tanyakanlah kepada guru pertanyaan lainnya yang muncul di benak kalian tentang pekerjaan yang dikerjakan oleh seorang juru gambar atau *drafter* dalam bidang bangunan.



A. Jenis Peralatan dan Standar Gambar Teknik

Menggambar teknik perlu menggunakan beberapa peralatan agar tidak terjadi kesalahan dalam perancangan dan perencanaan gambar. Selain itu, dengan menggunakan peralatan gambar teknik yang tepat, gambar yang dihasilkan akan sesuai dengan yang diinginkan oleh perencana pekerjaan. Peralatan gambar teknik terdiri dari berbagai jenis yang digunakan oleh desainer untuk membuat objek gambar yang baik.

1. Jenis dan Fungsi Peralatan Gambar

Dasar dalam menggambar teknik adalah dapat memahami peralatan menggambar yang digunakan, spesifikasi dari alat gambar, tipe garis dan bidang proyeksi, jenis dan macam goresan garis, serta simbol-simbol pada gambar agar gambar yang dibuat memiliki tujuan dan maksud yang jelas.

Ayo Amati

Cobalah kalian amati video *Youtube* berikut!



https://www.youtube.com/watch?v=via9Tifrij_0

Sumber: <https://www.youtube.com/@irmasusan3649>

Bagaimana pendapat kalian setelah mencermati tayangan video tersebut? Apakah kalian sudah memahami tentang jenis-jenis peralatan gambar manual yang biasa digunakan untuk menggambar?

Silakan diskusikan video tersebut bersama teman sebangku!

a. Pena dan pensil gambar

Menggambar manual pada gambar teknik bangunan biasanya menggunakan pensil yang sesuai dengan kriteria gambarnya. Pensil gambar dibuat secara khusus sesuai dengan kegunaannya.



1) Pensil mekanik

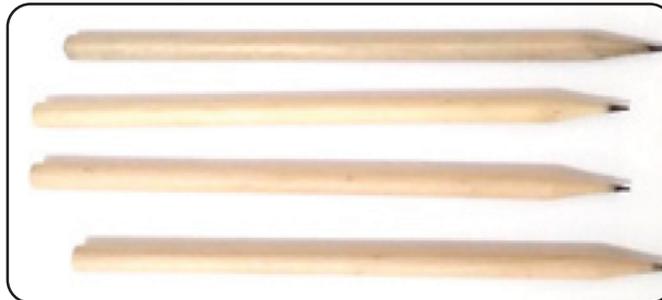
Pensil mekanik (gambar 5.2) merupakan jenis dari pensil yang menggunakan isi ulang (*cutter*) sebagai pengisi pensil. Pensil ini dapat digunakan sebagai pembuat garis yang pasti karena ukurannya sudah disesuaikan dengan kegunaannya dalam menggambar.



Gambar 5.2. Gambar Pensil Mekanik

Sumber: Kemendikbudristek/Arum (2022)

2) Pensil batang



Gambar 5.3. Gambar Pensil Batang

Sumber: Kemendikbudristek/Arum (2022)

Pada batang (gambar 5.3) merupakan pensil yang tidak menggunakan isi ulang, tetapi isi pensilnya sudah melekat didalamnya. Untuk meruncingkannya dapat memakai silet atau *cutter*. Pensil ini mempunyai beberapa tingkat kekerasan yang bermacam-macam, seperti disampaikan pada tabel 5.1. berikut ini.



Tabel 5.1. Tingkat Kekerasan Pensil Gambar Teknik

Lunak		Sedang		Keras	
Makin Keras	2B	Makin Keras	3H	Makin Keras	4H
	3B		2H		5H
	4B		H		6H
	5B		F		7H
	6B		HB		8H
	7B		B		9H

3) Rapido



Gambar 5. 4. Pena Teknik (Rapido)

Sumber: Nicolás Pinilla/Unsplash (2021)

Rapido (gambar 5.4) mempunyai berbagai variasi ukuran mulai dari ukuran 0.1 mm hingga ukuran 2.0 mm, keperluannya dapat disamakan dengan kebutuhan ketebalan jenis garis yang diinginkan oleh juru gambar.

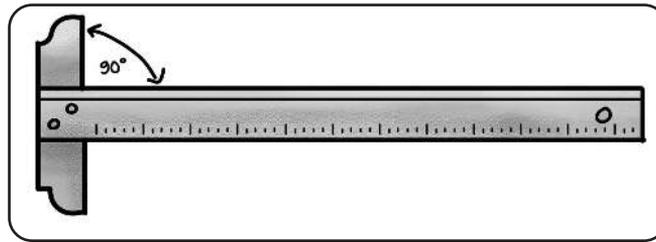
b. Penggaris dan Sablon (*Mal*)

Penggaris atau mistar gambar adalah alat yang digunakan untuk mengukur dan menggambar garis, baik itu garis lurus maupun garis lengkung. Terdapat berbagai jenis dan bentuk penggaris.

1) Penggaris T

Penggaris T (gambar 5.5.) memiliki sebuah kepala pada ujungnya dan sebuah daun papan panjang. Penggaris T biasa digunakan untuk menggambar garis horizontal atau garis mendatar yang membutuhkan jarak yang panjang. Contoh penggaris T sebagai berikut.



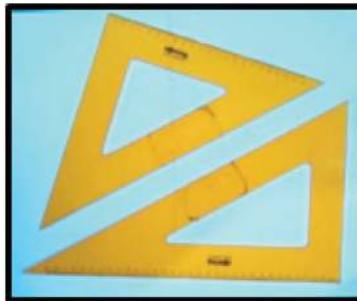


Gambar 5.5. Penggaris T

Sumber: Suparno (2008)

2) Sepasang penggaris segitiga

Penggaris segitiga (gambar 5.6.) ini umumnya digunakan dengan cara dipakai sepasang yakni penggaris segitiga memiliki besar masing-masing sudutnya 45° dan sepasang lagi segitiga, yang memiliki besar sudut 60° dan 30° . Sepasang penggaris ini digunakan secara bersamaan ketika bekerja, contoh sepasang penggaris segitiga sebagai berikut.



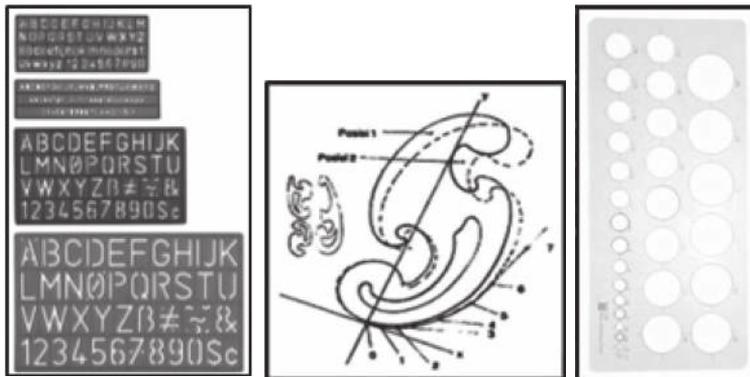
Gambar 5.6. Sepasang penggaris segitiga

Sumber: Kemendikbudristek/Arum (2022)

3) Sablon (*Mal*)

Alat lain yang sering digunakan dalam menggambar teknik adalah set peralatan sablon. Sablon (gambar 5.7.) dibuat sebagai alat bantu membuat gambar yang sesuai dengan kriteria yang diinginkan.





Gambar 5.7. Sablon (*Mal*)

Sumber: Suparno (2008)

c. Kertas gambar

Kertas gambar diperuntukkan sebagai dasar tempat atau wahana untuk menuangkan sebuah ide, pemikiran atau gagasan dalam bentuk gambar. Kertas gambar umumnya digunakan untuk meletakkan gambar dan hanya digunakan ketika membuat desain atau rancangan gambar.

1) Kertas Gambar Putih (Kertas Manila)

Membuat sebuah desain gambar yang baik diperlukan kertas gambar yang sesuai dengan kebutuhan. Kertas gambar putih atau yang biasa disebut kertas manila (gambar 5.8.) memiliki berbagai macam spesifikasi dan ukuran yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan.



Gambar 5.8. Kertas gambar (Manila)

Sumber: Kemendikbudristek/Arum (2022)



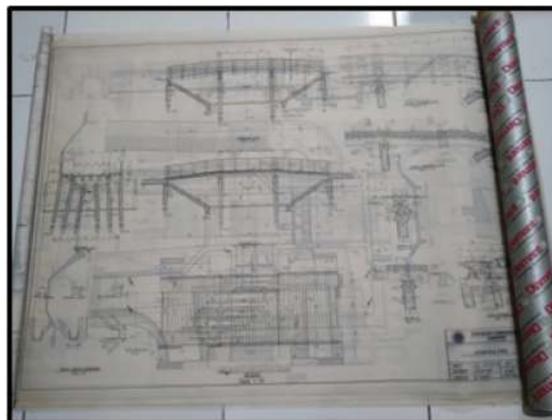
Ukuran standar dari kertas gambar manila adalah 2 : 1, yang menunjukkan perbandingan panjang dan lebar.

Tabel 5.2. Standardisasi ukuran kertas gambar

Kertas	Ukuran kertas = lebar (<i>width</i>) x tinggi (<i>height</i>)		
	satuan mm	satuan cm	satuan inchi
A0	841 x 1189 mm	84.1 x 118.9 cm	33.11 x 46.81 inch
A1	594 x 841 mm	59.4 x 84.1 cm	23.39 x 33.11 inch
A2	420 x 594 mm	42.0 x 59.4 cm	16.54 x 23.39 inch
A3	297 x 420 mm	29.7 x 42.0 cm	11.69 x 16.54 inch
A4	210 x 297 mm	21.0 x 29.7 cm	8.27 x 11.69 inch
A5	148 x 210 mm	14.8 x 21.0 cm	5.83 x 8.27 inch
A6	105 x 148 mm	10.5 x 14.8 cm	4.13 x 5.83 inch
A7	74 x 105 mm	7.4 x 10.5 cm	2.91 x 4.13 inch
A8	52 x 74 mm	5.2 x 7.4 cm	2.05 x 2.91 inch
A9	37 x 52 mm	3.7 x 5.2 cm	1.46 x 2.05 inch
A10	26 x 37 mm	2.6 x 3.7 cm	1.02 x 1.46 inch
F4	210 x 330 mm	21 x 33 cm	8.5 x 1.3 inch

2) Kertas Kalkir

Kertas kalkir (gambar 5.9.) memiliki ukuran standar yang sering digunakan dalam pembuatan gambar, yaitu seri A. Ukuran kertas ini memiliki standarisasi dengan penempatan angka nol setelah huruf A.



Gambar 5.9. Kertas Kalkir

Sumber: Kemendikbudristek/Arum (2023)



d. Jangka

Jangka (gambar 5.10.) merupakan peralatan gambar yang terbuat dari besi atau plastik dan terdiri dari dua kaki yang dapat diatur jaraknya. Kaki jangka dihubungkan oleh engsel yang dapat diatur memiliki dua fungsi, yaitu ujung yang diisi jarum dan ujung yang diisi pensil atau pena.



Gambar 5.10. Jangka

Sumber: Kemendikbudristek/Arum (2023)

e. Penghapus

Penghapus (gambar 5.11.) atau karet penghapus ini merupakan bagian dari kelengkapan pensil di dalam menggambar. Penghapus ini umumnya terbuat dari bahan berbaku karet. Pada saat penghapusan pada gambar yang salah harus berhati-hati dan diusahakan jangan terjadi rusak pada kertas.



Gambar 5.11. Penghapus pensil

Sumber: Kemendikbudristek/Arum (2022)



f. **Papan gambar atau meja gambar**

Meja gambar (gambar 5.12) atau papan gambar sangat membantu untuk mendapatkan hasil gambar yang maksimal.



Gambar 5.12. Meja Gambar

Sumber: Suparno (2008)



Aktivitas 5.1.

Ayo Beraksi

Aktivitas Mandiri

Cobalah kalian pelajari spesifikasi dan fungsi penggunaan peralatan gambar yang telah dijelaskan sebelumnya!

Tuliskan pada buku latihan penggunaan peralatan gambar tersebut!

No	Alat	Fungsi/Kegunaan
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
dst.		



2. Etiket Gambar

Ayo Amati

Cobalah kalian amati video *Youtube* berikut!



<https://www.youtube.com/watch?v=wlWRomN0i0A>

Sumber: <https://www.youtube.com/@belajarpembelajar9150>

Bagaimana pendapat kalian setelah mencermati tayangan video tersebut? Apakah kalian sudah memahami tentang ciri-ciri, fungsi serta cara menghitung ukuran huruf dan angka pada gambar teknik?

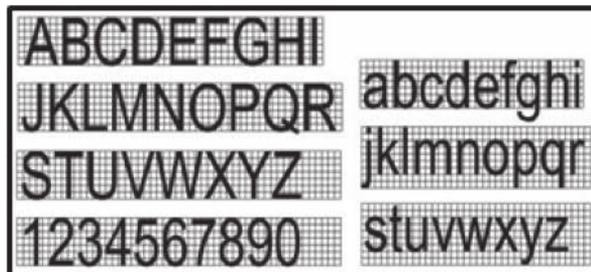
Silakan diskusi dengan teman sebangku tentang perbedaan ciri-ciri, fungsi, serta cara menghitung ukuran huruf dan angka pada gambar seperti yang ada di video tersebut?

a. Huruf dan Angka Gambar

1) Bentuk huruf Arial

Penggunaan huruf Arial dan cara penulisan huruf serta angka yang benar dari jenis huruf Arial dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- Huruf dan angka Arial dengan model huruf Arial yang tegak
- Huruf dan angka Arial dengan model huruf Arial yang miring 15°



Gambar 5.13. Huruf dan Angka Tegak

Sumber: Wisnu Suryaputra (2011)



2) Ukuran huruf standar

Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam proses standardisasi pembuatan huruf dan angka, di antaranya adalah:

a) Tinggi huruf kecil:

Tinggi huruf kecil sama dengan tinggi huruf kecil yang digunakan diantara huruf tanpa tangkai atau kaki. Tinggi huruf kecil untuk tipe A adalah $(10/14).h$ dan untuk tipe B adalah $(7/10).h$.

b) Jarak antar huruf:

Jarak antahuruf sama dengan jarak antara satu huruf dengan huruf lain dalam satu kata, untuk tipe A adalah $(2/14).h$ dan untuk tipe B adalah $(2/10).h$.

c) Jarak antar garis

Jarak antargaris adalah jarak antara batas bawah pada huruf besar di atas dan batas atas pada huruf besar di bawah.

d) Jarak antar kata

Jika dalam suatu kalimat terdapat dua kata yang dapat digabungkan, maka jarak antar kedua kata tersebut untuk penggunaan tipe huruf A adalah $6/14.h$ dan untuk tipe huruf B adalah $6/10.h$.

e) Tebal huruf

Tebal huruf sama dengan tebal dari pena yang digunakan untuk menulis huruf. Ukuran pena harus disesuaikan dengan tinggi huruf dan tipe huruf yang digunakan.

b. Etiket dan Skala Gambar Teknik

1) Etiket

Gambar kelengkapan kerja harus dilengkapi dengan etiket yang terletak pada sisi gambar dan disesuaikan dengan besar ukuran dan *layout* kertas yang dipergunakan. Etiket pada umumnya terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut:



a) Nama penggambar atau *file name*

Nama diisi dengan nama yang menggambar didalam etiket gambar. Nama dapat ditulis secara lengkap dengan gelar apabila diperlukan untuk memberi informasi lengkap pada etiket gambar teknik bangunan.

b) Judul gambar

Judul pada gambar bisa disesuaikan dengan jenis gambar atau bentuk gambar. Nama serta judul pada gambar tergabung jadi satu pada kolom *file name* tersebut.

c) Nama departemen, instansi ataupun sekolah

Nama departemen, instansi ataupun sekolah dituliskan dalam kolom nama tersebut sesuai dengan instansi yang mempunyai gambar.

d) Tanggal gambar atau terselesainya gambar

Tanggal gambar diisi oleh *drafter*, berisi tanggal saat dimulainya proses gambar dimulai dari membuat sketsa sampai dengan selesainya gambar menuju ke proses *finishing*.

e) Tanggal periksa gambar serta nama pemeriksa

Tanggal periksa tidak sama dengan tanggal dimulai gambar, tanggal diisi tanggal periksa serta nama pemeriksa dari gambar tersebut.

f) Nama persetujuan

Nama persetujuan, diisi oleh nama orang yang telah menyetujui gambar tersebut.

g) Ukuran kertas gambar

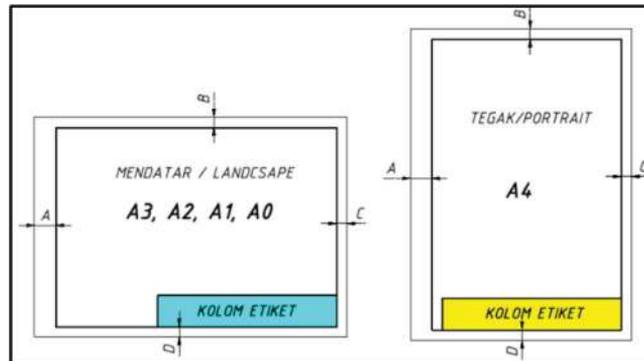
Ukuran kertas gambar, yang digunakan adalah ukuran kertas A0, A1, A2, A3, A4 dan lain sebagainya sesuai ukuran yang diinginkan dalam menggambar.

2) Batas area dan tata letak

Standar dalam pembuatan gambar teknik menjadi acuan yang digunakan. Batas area dan tata letak etiket dalam gambar



dapat berupa sketsa. Batas area yang digunakan dalam gambar ditandai dengan garis di tepi dan bagian khusus untuk etiket. Saat membuat batas garis tepi, bagian tepi kiri harus lebih lebar daripada sisi kanan. Hal ini dilakukan untuk keperluan penjepitan gambar.



Ukuran Kertas	C (mm)	A (mm)
A0	20	25
A1	20	25
A2	10	25
A3	10	25
A4	10	25

Gambar 5.14. Batas Area Penggambaran

Sumber: Kemendikbudristek/Arum (2022)

Dalam proses menggambar, posisi kertas gambar sebaiknya dibagi menjadi dua model perletakan, yaitu *landscape* (mendatar) dan *potrait* (berdiri tegak).

3) Skala

Skala merupakan faktor penting dalam menggambar. Skala dapat dikategorikan menjadi beberapa bagian sesuai ukuran, seperti skala sebenarnya, skala yang diperbesar, dan skala yang diperkecil. Dalam penunjukkan skala, digunakan angka-angka perbandingan seperti 1, 2, 5, dan 10.



Penulisan skala biasanya dicantumkan pada etiket dengan mencantumkan kata "skala" diikuti dengan angka rasio skala. Namun, jika dalam satu gambar terdapat lebih dari satu skala, maka hanya skala utama yang dicantumkan pada etiket. Berikut ini adalah macam-macam skala dengan peruntukannya:

a) Skala pengecilan

Pengecilan skala adalah saat gambar dibuat lebih kecil dari gambar aslinya dengan penunjuk 1: x.

b) Skala penuh

Skala penuh digunakan saat gambar yang dibuat sama besar dengan benda asli. Penunjuk skala penuh adalah 1 : 1.

c) Skala pembesaran

Skala pembesaran digunakan saat gambar yang dibuat lebih besar dari benda asli.

Table 5.3 Skala gambar

Kelompok	Skala yang disarankan		
Skala Pengecilan	1. 1 : 2	1. 1 : 5	1. 1 : 10
	1. 1 : 20	1. 1 : 50	1. 1 : 100
	1. 1 : 200	1. 1 : 500	1. 1 : 1000
	1. 1 : 2000	1. 1 : 5000	1. 1 : 10000
Skala penuh		1. 1 : 1	
Skala pembesaran	1. 50 : 1	1. 20 : 1	1. 10 : 1
	1. 5 : 1	1. 2 : 1	





Aktivitas 5.2.

Ayo Beraksi

Aktivitas Mandiri

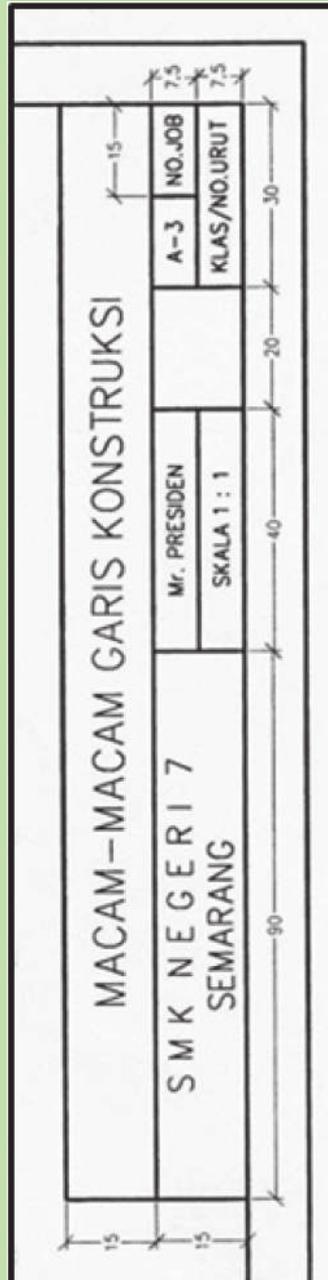
Secara mandiri persiapkan pekerjaan praktik menggambar etiket, kemudian lakukan langkah kerja di bawah ini!

1. Silakan menempatkan diri pada meja gambar masing-masing.
2. Lakukanlah proses praktik menggambar etiket dengan penduan *job sheet* berikut ini:
 - a. Alat dan Bahan
 - 1) Meja Gambar
 - 2) Kertas A3
 - 3) Isolatip
 - 4) Penghapus
 - 5) Pensil mekanik
 - 6) Sepasang penggaris segitiga
 - b. Langkah kerja
 - 1) Siapkan kertas gambar A3 dalam posisi horizontal
 - 2) Tempelkan isolatip pada pojok kanan dan kiri atas dan bawah kertas
 - 3) Buatlah garis tepi garis kiri 2cm, atas 1cm, kanan 1cm dan bawah 1cm.
 - 4) Lakukan pembuatan garis gambar dengan tenang, teliti dan hati-hati, sesuai dengan ukuran panjang garis etiket
 - 5) Ukuran huruf dan angka sesuai ukuran etiket
 - 6) Berikut contoh ukuran etiketnya



Aktivitas Mandiri

Contoh gambar Etiket:



B. Menggambar Garis, Bidang dan Proyeksi

Pada pembahasan ini kita akan mengkaji tentang garis-garis yang dipakai dalam membuat desain gambar. Garis-garis tersebut merupakan model garis yang umumnya sering dipakai dalam membuat berbagai gambar. Garis merupakan sebuah bentuk geometri yang dirancang dengan langkah melukiskan dari sebuah titik yang dapat bergerak.

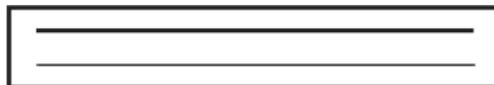
1. Gambar Garis dan Bidang

a. Gambar Garis

Garis adalah sebuah bentuk dimensi yang memiliki panjang, posisi dan arah. Garis digunakan sebagai batas atau sisi dari suatu bentuk benda yang memiliki serangkaian massa, warna, bidang dan ruang. Garis mewakili sesuatu atau ide yang dapat digambarkan. Penggunaan garis dalam gambar teknik disesuaikan dengan tujuan dari pembuatannya.

1) Garis Gambar

Garis gambar adalah garis yang digunakan dalam pembuatan batas membuat sketsa gambar teknik.



Gambar 5.15. Garis Gambar

Sumber: Kemendikbudristek/Arum (2022)

2) Garis Bayangan

Garis bayangan merupakan garis putus-putus digunakan dalam menggambar ketebalan $1/2$ garis biasa.



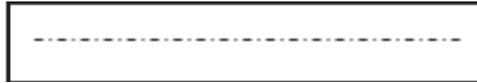
Gambar 5.16. Garis Bayangan

Sumber: Kemendikbudristek/Arum (2022)

3) Garis Hati (setrip titik setrip titik)

Garis hati adalah garis yang digunakan dalam menggambar dengan ketebalan $1/2$ dari garis biasa.



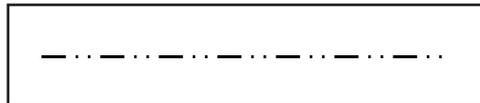


Gambar 5.17. Garis Hati

Sumber: Kemendikbudristek/Arum (2022)

4) Garis Potong (Garis titik titik setrip)

Garis potong digunakan dalam membuat gambar saat ada potongan dengan ketebalan $\frac{1}{2}$ dari garis biasa.



Gambar 5.18. Garis Potong

Sumber: Kemendikbudristek/Arum (2022)



Aktivitas 5.3

Cobalah kalian amati video *Youtube* berikut!



<https://www.youtube.com/watch?v=9WB1KvKUsZ8>

Sumber: <https://www.youtube.com/@arumfajarvebrianingtyas9557>

Bagaimana pendapat kalian setelah mencermati video tersebut? Apakah kalian sudah memahami tentang macam-macam garis dan standar gambar garis dalam gambar teknik?

Silakan diskusi bersama teman sebangku, apakah perbedaan dari macam garis serta standar gambar garis?



Ayo Beraksi

Aktivitas Mandiri

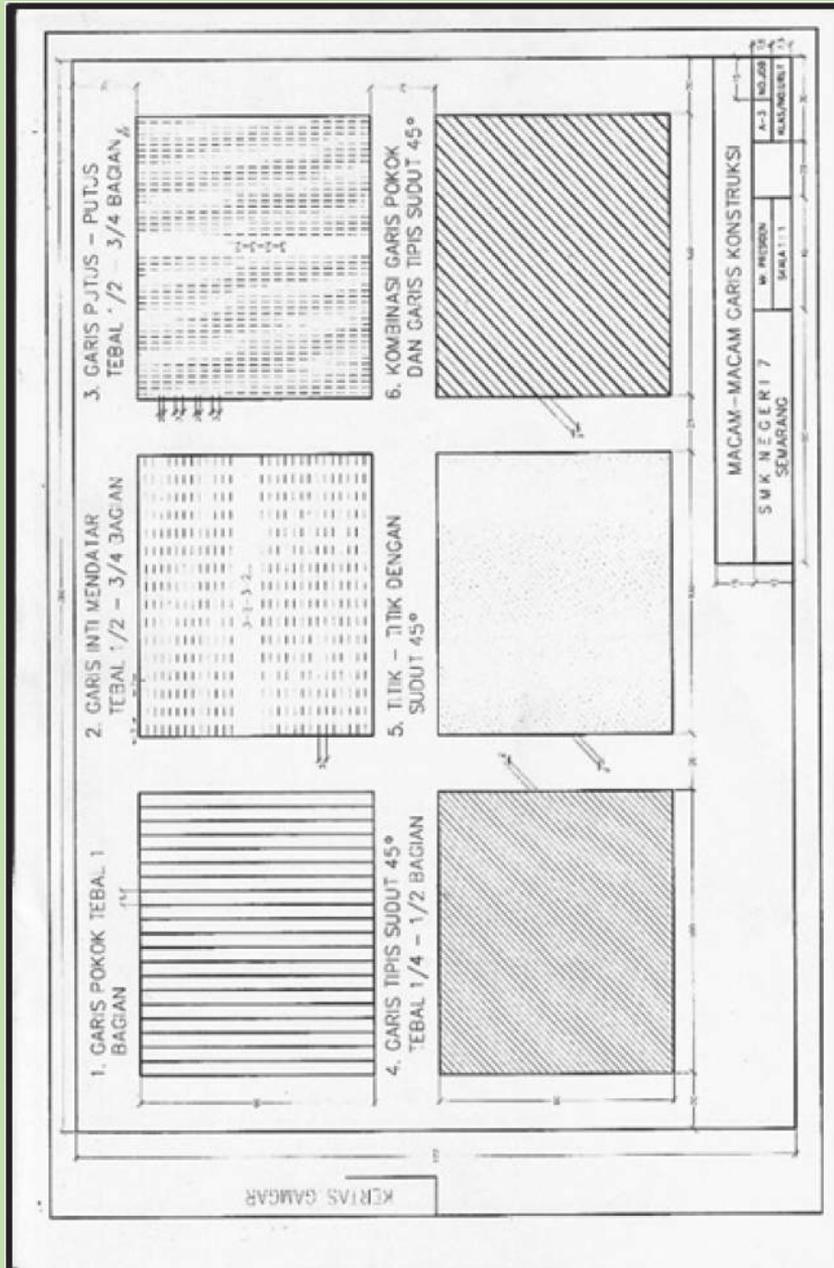
Secara mandiri persiapkan pekerjaan praktik menggambar garis, kemudian lakukan langkah kerja di bawah ini!

1. Menempatkan diri pada meja gambar masing-masing.
2. Lakukanlah proses praktik menggambar garis dengan panduan *job sheet* berikut ini:
 - a. Alat dan Bahan
 - 1) Meja Gambar
 - 2) Kertas A3
 - 3) Isolatip
 - 4) Penghapus
 - 5) Pensil mekanik
 - 6) Sepasang penggaris segitiga
 - b. Langkah kerja
 - 1) Siapkan kertas gambar A3 yang digunakan dalam tugas praktik etiket dipertemuan sebelumnya dalam posisi horizontal.
 - 2) Tempelkan isolatip pada pojok kanan dan kiri atas dan bawah kertas
 - 3) Lakukan pembuatan garis gambar dengan tenang, teliti dan hati-hati sesuai dengan ukuran panjang garis.
 - 4) Amatilah langkah menggambar garis sesuai video *youtube* aktivitas 5.3.
 - 5) Berikut contoh gambar garisnya:



Aktivitas Mandiri

Contoh gambar Garis:



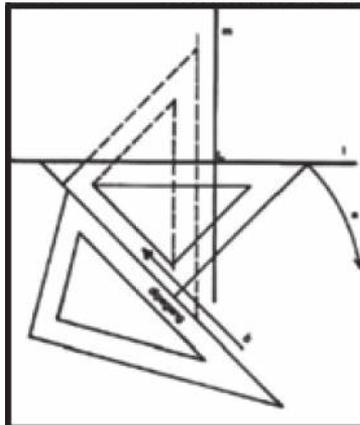
b. Gambar Bidang

1) Menggambar Garis

a) Menggambar garis tegak lurus

Langkah-langkah dalam menggambar garis tegak lurus adalah sebagai berikut:

1. Letakkan sisi miring dari segitiga $45^\circ-45^\circ$ sehingga posisinya berimpit dengan garis l pada bagian bawah segitiga $45^\circ-45^\circ$ ditahan segitiga $45^\circ-60^\circ$.
2. Putar segitiga $45^\circ-45^\circ$ sebesar 90° seperti yang ditunjukkan oleh anak panah b. Hasilnya, sisi miring akan menjadi tegak lurus dengan garis l.
3. Tarik garis tegak m.



Gambar 5.19. Menggambar garis tegak lurus

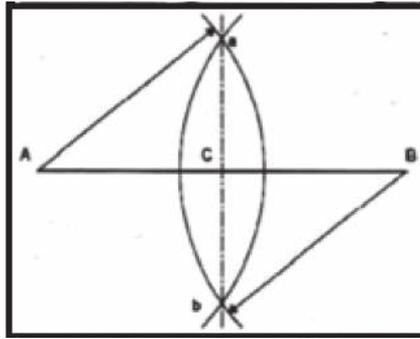
Sumber: Suparno (2008)

b) Membagi garis menjadi dua bagian sama panjang

Untuk membagi garis menjadi dua bagian sama panjang, cara yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Buatlah dua buah garis busur lingkaran dengan garis A dan B sebagai pusatnya, dengan jari-jari bebas. Kedua busur berpotongan pada titik ab.
2. Tariklah garis ab yang memotong garis AB di titik C maka panjang AC sama dengan panjang CB.



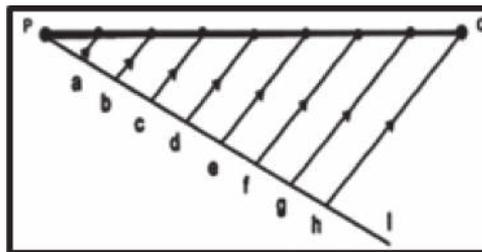


Gambar 5.20. Membagi Garis Menjadi Dua Bagian Sama Panjang

Sumber: Suparno (2008)

c) Membagi garis menjadi beberapa bagian sama panjang
Untuk membagi garis menjadi beberapa bagian sama panjang, cara yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Buatlah garis bebas yang diawali dari titik P.
2. Selanjutnya, ukur panjang garis a sampai h menjadi bagian yang sama panjangnya dengan menggunakan jangka $Pa = ab = bc = cd = de = ef = fg = gh$.
3. Setelah itu, titik h dihubungkan kembali dengan titik Q.
4. Kemudian pada titik g, f, e, d, c, b dan a, tariklah garis yang sejajar dengan garis h-Q. Pada garis tersebut maka akan memotong garis PQ pada titik-titik yang dibagi dalam 8 bagian yang sama panjang.



Gambar 5.21. Membagi Garis Menjadi Dua Bagian Sama Panjang

Sumber: Suparno (2008)

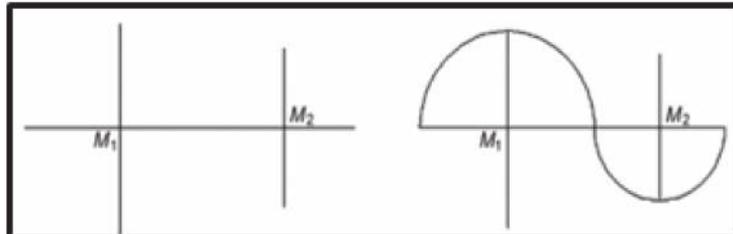
d) Menggambar garis lengkung

Langkah membuat gambar garis lengkung berikut:

1. Gambarlah garis sumbu yang digunakan sebagai lokasi pusat perputaran lengkungan M_1 juga M_2 disesuaikan besarnya jari-jari.



2. Membuat setengah garis dari lingkaran dengan menggunakan jangka dari titik pusat M_1 , kemudian membuat setengah lain dari lingkaran dengan jangka pada titik pusat M_2 , sehingga menciptakan garis yang saling bersambung dan melengkung.



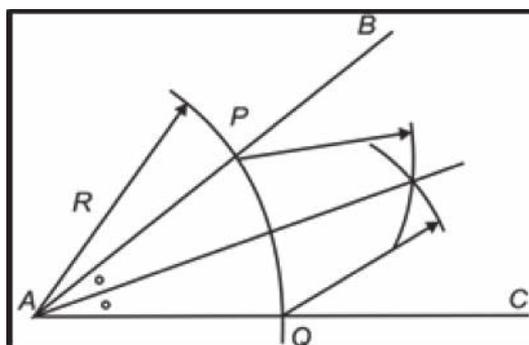
Gambar 5.22. Menggambar Garis Lengkung
Sumber: Suparno (2008)

2) Menggambar Sudut

a) Membagi sudut sama besar

Langkah untuk membagi sudut besar menjadi sama besar adalah sebagai berikut:

1. Membuat busur lingkaran dengan titik A sebagai pusat dan dengan jari-jari bebas (ditunjukkan dengan huruf R) memotong sudut BAC pada titik P dan Q.
2. Membuat busur antara P dan Q sebagai pusat busur lingkaran dengan jari-jari bebas. Kedua busur lingkaran tersebut berpotongan di T.
3. Menarik garis AT sehingga sudut BAT sama dengan sudut TAC.



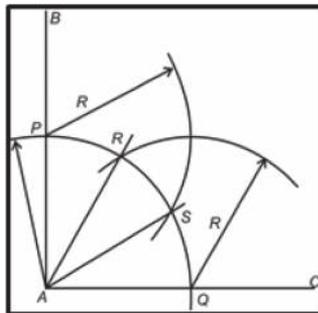
Gambar 5.23. Membagi Sudut Sama Besar
Sumber: Suparno (2008)



b) Membagi sudut siku-siku menjadi tiga

Langkah membagi sudut 90° menjadi tiga bagian sama besar.

1. Buatlah busur lingkaran dengan titik A sebagai pusat, lalu buatlah garis perpotongan pada titik P dan Q. Kedua busur lingkaran tersebut akan bersentuhan pada titik R dan S.
2. Tarik garis AR dan garis AS, sehingga sudut BAR = sudut RAS = sudut SAC.



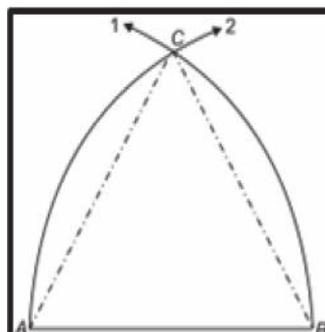
Gambar 5.24. Membagi Sudut Siku-siku menjadi Tiga

Sumber: Suparno (2008)

3) Menggambar Segitiga Sisi – sisi – sisi

Langkah membuat gambar segitiga sama sisi sebagai berikut:

1. Ukur salah satu sisi garis, misalnya garis AB.
2. Ukur pengukuran urutan 1 dari titik A sepanjang garis AB.
3. Ukur lagi urutan 2 dari titik B sepanjang garis AB.
4. Segitiga ABC sudah terbentuk dengan bentuk sama kaki.



Gambar 5.25. Menggambar Sisi – sisi – sisi

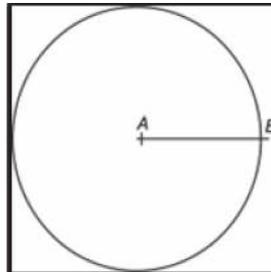
Sumber: Suparno (2008)



4) Menggambar Lingkaran

Cara menggambar lingkaran sebagai berikut:

1. Menentukan panjang jari-jari lingkaran.
2. Buat garis AB dengan panjang sesuai dengan jari-jari yang akan dibuat untuk lingkaran tersebut.
3. Buat lingkaran dengan menggunakan jangka dari titik pusat A sepanjang garis AB. Lingkaran dengan jari-jari AB sudah.

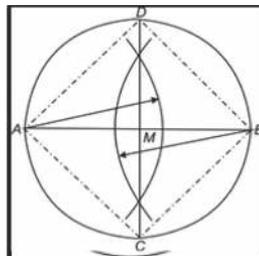


Gambar 5.26. Membuat Lingkaran
Sumber: Suparno (2008)

5) Menggambar bujur sangkar

Berikut adalah langkah-langkah untuk membuat gambar persegi empat beraturan atau bujur sangkar:

1. Tentukan titik M sebagai pusat lingkaran.
2. Tarik garis yang menghubungkan titik A dan titik B.
3. Lingkari jari-jari dengan jangka yang sama panjang dari titik A dan titik B, besaran bebas.
4. Hubungkan titik perpotongan lingkaran dari titik A dan titik B, sehingga memotong lingkaran yang ditentukan pada titik C dan titik D.
5. Hubungkan titik A, B, C, dan D sehingga membentuk persegi empat beraturan atau disebut bujur sangkar.



Gambar 5.27. Menggambar Bujur Sangkar
Sumber: Suparno (2008)





Aktivitas 5.4.

Ayo Beraksi

Aktivitas Mandiri

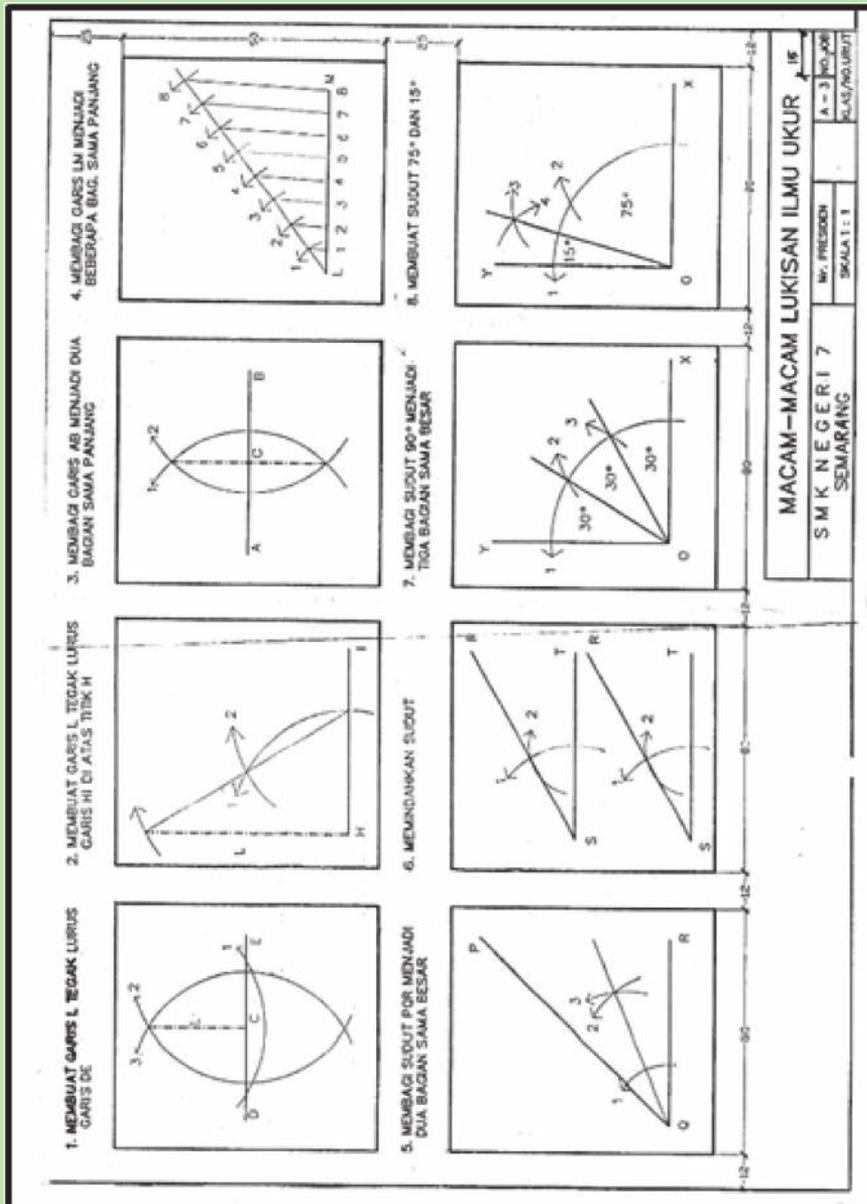
Secara mandiri persiapkan pekerjaan praktik menggambar garis, kemudian lakukan langkah kerja di bawah ini!

1. Silakan menempatkan diri pada meja gambar masing-masing.
2. Lakukanlah proses praktik menggambar bidang dengan penduan *job sheet* berikut ini:
 - a. Alat dan Bahan
 - 1) Meja Gambar
 - 2) Kertas A3
 - 3) Isolatip
 - 4) Penghapus
 - 5) Pensil mekanik
 - 6) Jangka
 - 7) Sepasang penggaris segitiga
 - b. Langkah kerja
 - 1) Siapkan kertas gambar A3 dalam posisi horizontal
 - 2) Tempelkan isolatip pada pojok kanan dan kiri atas dan bawah kertas
 - 3) Lakukan pembuatan garis gambar dengan tenang, teliti dan hati-hati, sesuai dengan ukuran panjang garis etiket
 - 4) Amatilah langkah kerja menggambar bidang pada materi sub bab 5.1.
 - 5) Berikut contoh gambar bidang:



Aktivitas Mandiri

Contoh gambar Garis:



2. Gambar Proyeksi

Proyeksi merupakan ilmu yang mempelajari cara menggambar tampilan tiga dimensi dari suatu benda pada kertas gambar dua dimensi, sehingga bentuk yang kita lihat sesuai dengan apa yang dilihat mata kita. Proyeksi adalah cara untuk menggambarkan suatu benda dari berbagai sudut pandang menjadi sebuah gambar yang dapat dilihat dari berbagai sisi. Jenis gambar proyeksi pada gambar teknik adalah proyeksi ortogonal (2D) dan proyeksi piktorial (3D). Gambar teknik dengan proyeksi dua dimensi dan tiga dimensi membantu juru gambar juga pelaksana proyek dalam pembangunan serta memahami secara detail tentang konstruksi bangunan yang akan dibuatnya.

a. Gambar Proyeksi Ortogonal (2D)

Kita lanjutkan membahas mengenai proyeksi ortogonal (2D), karena dengan memahaminya kalian akan semakin mempunyai wawasan luas tentang dunia teknik bangunan khususnya menggambar teknik.



Gambar 5.28 Cara Pandang Proyeksi

Sumber: <https://encryptedtbn0.gstatic.com/> (2016)

1) Pengertian dan Fungsi Bentuk Proyeksi Ortogonal

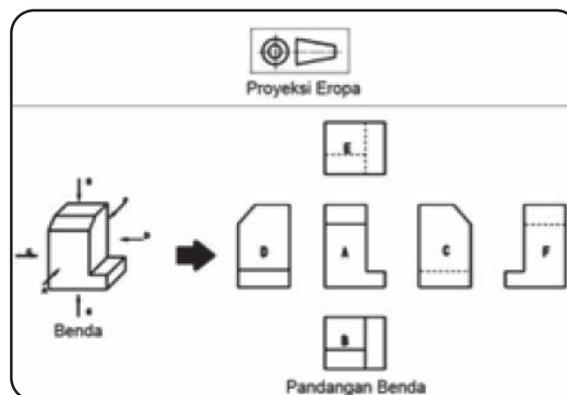
Gambar berupa proyeksi ortogonal biasanya digunakan melalui dua cara yakni cara Amerika dan cara Eropa. Cara Amerika menggunakan bidang proyeksi yakni benda dapat dipandang dari enam sisi. Cara Eropa menggunakan tiga bidang proyeksi yang saling berpotongan dengan tegak lurus satu sama lain, benda yang diproyeksikan berada di antara ketiga bidang tersebut. Garis-garis proyektor harus sejajar satu sama lain dan tegak lurus terhadap bidang proyeksi.



2) Macam-Macam Proyeksi Ortogonal

a) Proyeksi ortogonal cara Eropa

Proyeksi cara Eropa merupakan sudut pertama biasa disebut dengan proyeksi pada kuadran satu. Proyeksi ini memiliki letak proyeksi bidang yang terbalik dengan cara arah pandangnya.

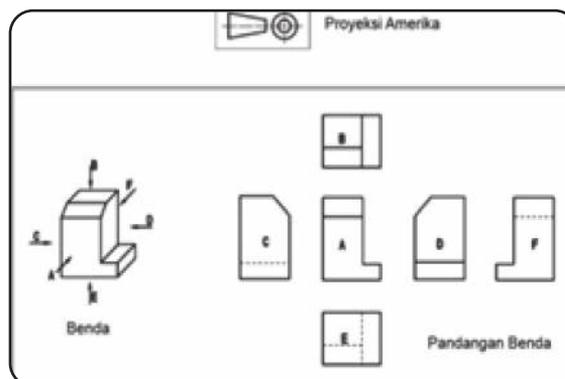


Gambar 5. 29 Proyeksi Ortogonal Gaya Eropa

Sumber: Suparno (2008)

b) Proyeksi Ortogonal cara Amerika

Pada proyeksi cara Amerika, melihatnya dimulai dari titik-titik pada benda yang ditarik ke mata secara tegak lurus sehingga dapat memotong pada bidang gambar yang transparan.



Gambar 5.30 Proyeksi Ortogonal Gaya Amerika

Sumber: Suparno (2008)

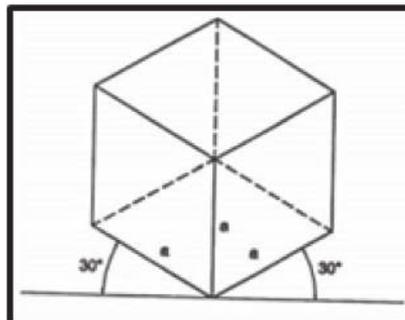


b. Gambar Proyeksi Piktorial (3D)

Pada dunia gambar teknik, umumnya gambar proyeksi sebuah benda berasal dari objek nyata dan diletakkan pada bidang dengan menggunakan metode-metode tertentu. Metode tersebut berhubungan dengan arah garis proyeksi sejajar juga memusat. Arah sejajar dikategorikan menjadi garis tegak lurus dan garis miring terhadap bidang pada gambar. Oleh karena itu, proyeksi piktorial sama dengan cara menampilkan gambar seakurat mungkin dari bentuk dan ukuran asli dalam bentuk tiga dimensi. Jenis-jenis gambar proyeksi aksonometri meliputi.

1) Proyeksi Isometri

Proyeksi isometri sama dengan proyeksi yang memiliki perbandingan panjang sumbu X:Y:Z 1:1:1, dengan sudut sebesar 120° dan jarak antar sumbu serta sudut 30° terhadap garis horizontal yang dibentuk antara sumbu X dan Y terhadap garis mendatar.



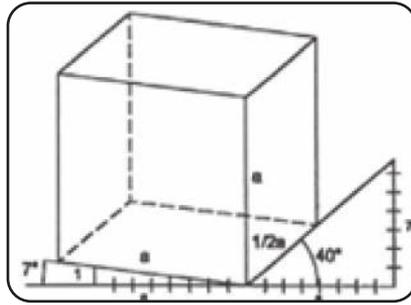
Gambar 5.31 Proyeksi Isometri

Sumber: Suparno (2008)

2) Proyeksi Dimetri

Proyeksi ini memiliki perbandingan panjang antara sumbu X:Y:Z sebesar $1/2 : 1$. Jika sudut yang dibentuk oleh sumbu X menggunakan garis mendatar sebesar 7° atau dengan perbandingan 1:8 dan panjang sisinya adalah a, maka sudut antara sumbu Y menggunakan garis mendatar sebesar 40° dengan perbandingan 7:8 dan panjang sisinya adalah $1/2$ a dan hanya tinggi sisi a.





Gambar 5.32 Proyeksi Dimetri

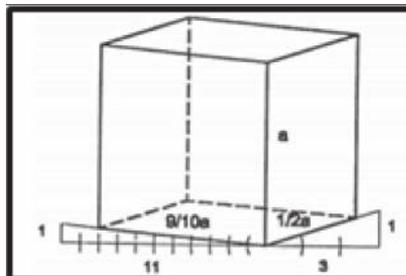
Sumber: Suparno (2008)

3) Proyeksi Trimetri

Proyeksi trimetri memiliki kemiringan pada dua sisi yang berbeda, sebagai berikut:

- a) Dalam proyeksi ini, perbandingan pada sisi pertama adalah 1:11 dengan panjang $1/10a$.
- b) Sedangkan perbandingan pada sisi lain adalah 1:3 dengan panjang a dan tinggi a .

Agar tidak terjadi distorsi sebagai dampak penggunaan proyeksi simetri, maka ukuran salah satu sumbunya yang paling panjang harus dipendekkan dengan menggunakan perbandingan besaran 10:9:5 maupun perbandingan 6:5:4.



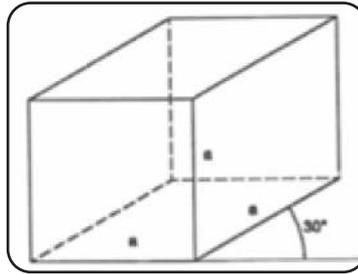
Gambar 5.33 Proyeksi Trimetri

Sumber: Suparno (2008)

4) Proyeksi Miring

Persamaan skala yang digunakan adalah 1:1 pada sumbu X, 1:2 pada sumbu Y, dan 1:1 pada sumbu Z. Proyeksi miring ini menampilkan sumbu X yang sejajar dengan garis mendatar dan sumbu Y yang membentuk sudut 45° terhadap garis mendatar.





Gambar 5.34 Proyeksi Miring

Sumber: Suparno (2008)



Aktivitas 5.5

Ayo Beraksi

Aktivitas Mandiri

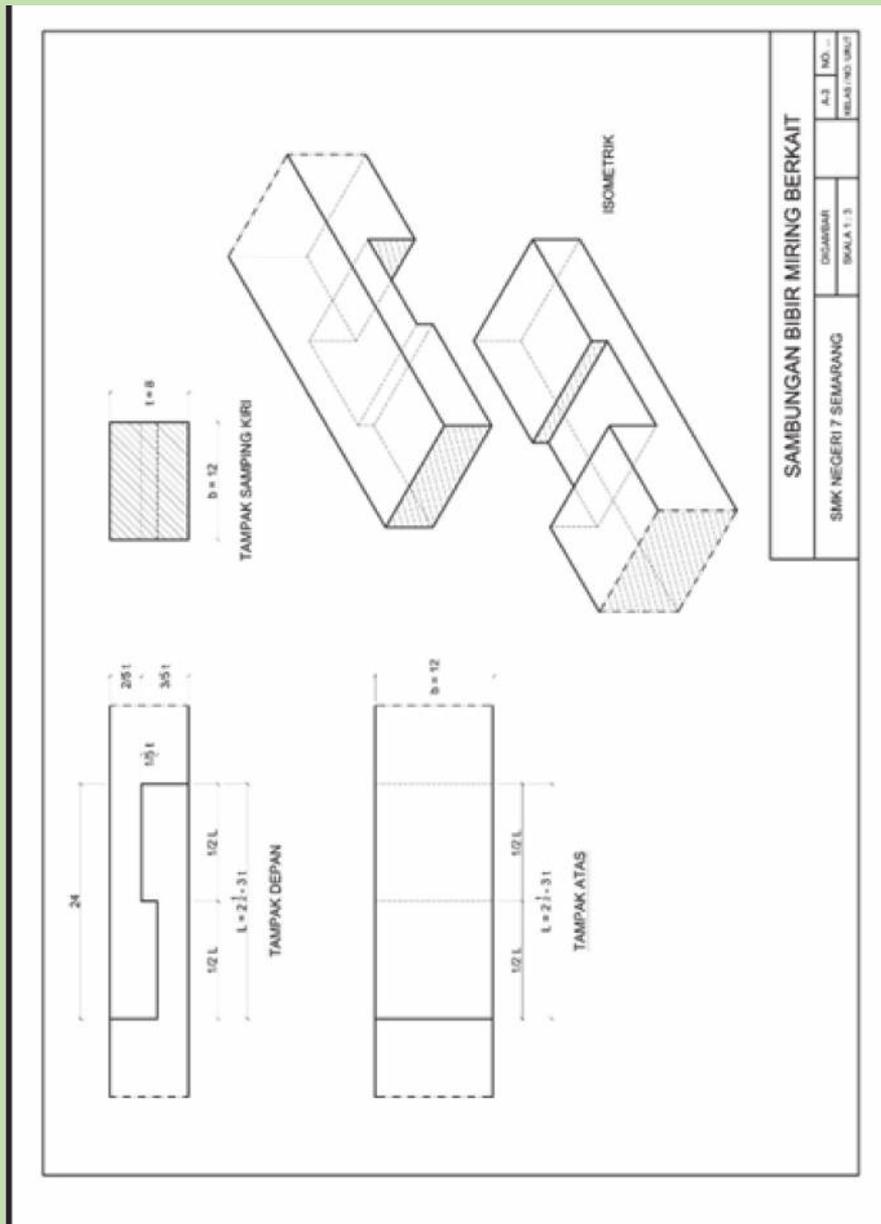
Secara mandiri persiapkan pekerjaan praktik menggambar garis, kemudian lakukan langkah kerja di bawah ini!

1. Silakan menempatkan diri pada meja gambar masing-masing.
2. Lakukan proses praktik menggambar bidang dengan panduan *job sheet* berikut ini:
 - a. Alat dan Bahan
 - 1) Meja Gambar
 - 2) kertas A3
 - 3) Isolatip
 - 4) Sepasang penggaris segitiga
 - 5) Pensil mekanik
 - 6) Jangka
 - b. Langkah kerja
 - 1) Siapkan kertas gambar A3 dalam posisi horizontal
 - 2) Tempelkan isolatip pada pojok kanan dan kiri atas dan bawah kertas
 - 3) Lakukan pembuatan garis gambar dengan tenang, teliti dan hati-hati, sesuai dengan ukuran garis.
 - 4) Skala gambar 1:5
 - 5) Amatilah langkah kerja menggambar bidang pada materi sub bab 5.1.
 - 6) Berikut contoh gambar proyeksi Sambungan bibir miring berkait



Aktivitas Mandiri

Contoh gambar Proyeksi Sambungan Bibir Miring Berkait:

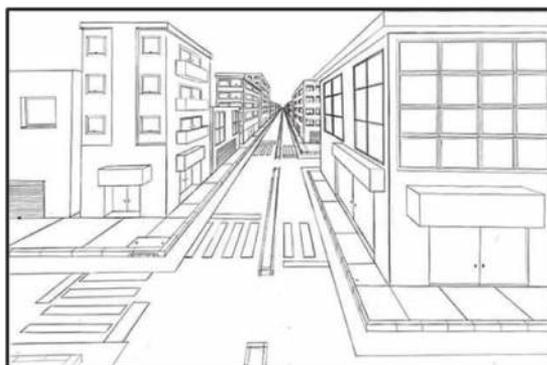


c. Gambar Perspektif

Gambar perspektif identik dengan metode dalam menggambar sebuah objek dengan cara tiga dimensi pada sebuah bidang benda disesuaikan dengan penglihatan mata pada objek benda nyata. Dalam gambar perspektif, garis yang sejajar akan berkumpul pada satu titik yang disebut sebagai titik lenyap atau titik hilang. Titik ini merupakan titik akhir dari pandangan yang dihasilkan dari gambar perspektif. Penglihatan secara perspektif banyak ditemui di kehidupan manusia, misalnya sebuah lemari yang terletak lebih dekat dengan pandangan mata akan kelihatan lebih besar dan begitu sebaliknya. Makin jauh lemari tersebut dari mata, maka akan kelihatan makin kecil hingga pada akhirnya hanya tampak sebagai titik saja. Pada gambar perspektif, garis tegak atau vertikal pada objek asli memiliki tinggi yang sama, namun pada gambar perspektif, garis yang terletak lebih jauh dari penglihatan akan terlihat lebih kecil.

1) Perspektif satu titik lenyap

Sistem gambar perspektif dengan satu titik lenyap identik dengan gambar objek yang terletak relatif berdekatan dengan mata, sehingga memiliki sudut pandang menyempit dan garis-garis pada batas suatu benda yang menuju satu titik hilang, kecuali sejajar tegak lurus dengan garis horizon. Penerapan perspektif digunakan pada gambar interior.



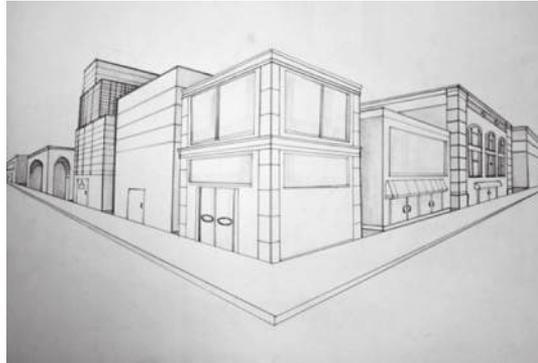
Gambar 5.35 Perspektif Satu Titik Lenyap

Sumber: Dina Carolina (2019)



2) Perspektif dua titik lenyap

Sistem perspektif dua titik hilang atau lenyap objek gambar terlihat jauh dari posisi pandang yang tidak sejajar dengan mata pelihat. Karena jarak yang jauh tersebut, sudut pandang melebar dan garis pada batas benda akan menuju ke titik hilang atau lenyap di sisi kiri dan kanan. Sistem ini sering digunakan dalam gambar eksterior.

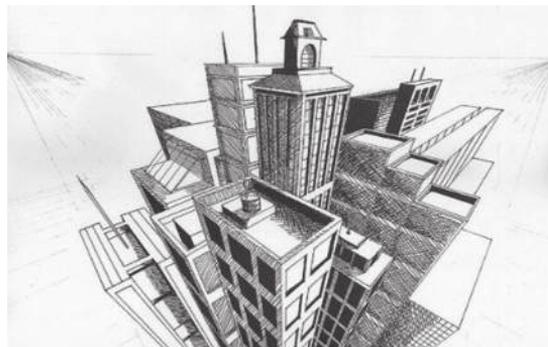


Gambar 5.36 Perspektif Dua Titik Lenyap

Sumber: kibrisdrorg@gmail.com (2019)

3) Perspektif tiga titik lenyap

Sistem perspektif dengan tiga titik lenyap dapat terjadi jika objek yang dilihat berada jauh di bawah ataupun berada di atas horizon, sehingga sudut pandang mata melebar menuju ke segala arah. Gambar perspektif jenis ini umumnya digunakan untuk menggambar arsitektur dari bangunan tinggi.



Gambar 5.37. Perspektif Tiga Titik Lenyap

Sumber: Cyntya Rahmania (2018)





Aktivitas 5.6.

Outing Class

Supaya kalian lebih memahami tentang gambar perspektif, silakan lakukan *outing class* (area sekolah) untuk menentukan bangunan yang dapat dijadikan objek gambar perspektif.

Berikut pembagian penugasannya:

1. Siswa bernomor presensi ganjil membuat gambar perspektif satu titik lenyap.
2. Siswa bernomor presensi genap membuat gambar perspektif dua titik lenyap.
3. Siapkan peralatan menggambar pensil mekanik dan penghapus.
4. Gambarlah diatas kertas gambar A4 dan gunakan data *board* sebagai alat tatakan kertas gambar.
5. Presentasikan hasil gambar perspektif kalian dihadapan teman sekelas!

C. Dasar Gambar dengan Aplikasi Perangkat Lunak

Ayo Beraksi

Cobalah kalian amati video *Youtube* berikut!

Bagaimana pendapat kalian setelah melihat tayangan video tersebut? Pahami macam-macam aplikasi perangkat lunak yang digunakan dalam proses menggambar.

Silakan diskusikan bersama teman sebangku tentang aplikasi perangkat lunak yang digunakan dalam gambar teknik seperti yang ada di video tersebut!



<https://www.youtube.com/watch?v=qqAevNpQXXg>

Sumber: <https://www.youtube.com/@aniptutorial>



1. *Software* Aplikasi Gambar Teknik Bangunan

Perangkat lunak atau *software* pada komputer adalah kumpulan data elektronik yang disimpan dan dikendalikan oleh perangkat komputer yang menjalankan perintah. Perangkat lunak juga dikenal sebagai alat untuk menerjemahkan perintah yang diberikan oleh pengguna selanjutnya diproses oleh perangkat keras atau *hardware*. *Software* yang digunakan pada gambar teknik adalah *software* yang berisi kumpulan perintah komputer guna membantu pelaksanaan proses penggambaran.



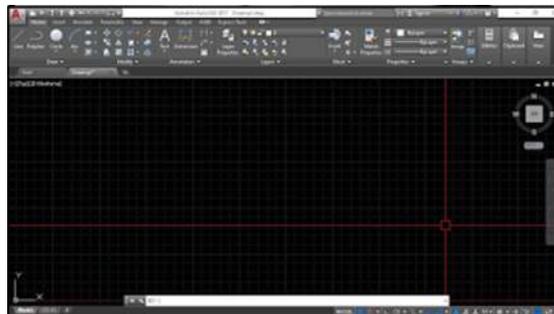
Gambar 5.38 Seperangkat Komputer

Sumber: Domenicoloia/unsplash

Software atau perangkat lunak yang biasa dipakai dalam pembuatan gambar teknik pada gambar bangunan yaitu:

a. *AutoCad*

AutoCAD adalah salah satu *software* yang sering digunakan dalam bidang arsitektur maupun bidang teknik lainnya. *Software* ini menawarkan berbagai kemudahan dalam bidang menggambar, gambar 2 dimensi maupun 3 dimensi. Kelemahan menggambar teknik secara manual dapat diatasi dengan menggunakan program *AutoCAD*.



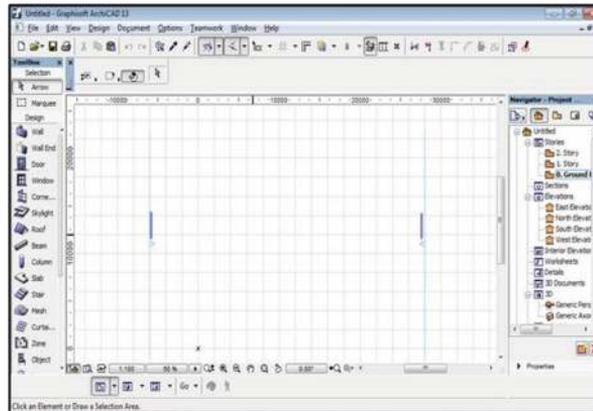
Gambar 5.39 Tampilan *AutoCAD*

Sumber: <http://sketch.my.id/> (2019)



b. *ArchiCAD*

Software ini diakui sebagai *software* desain *all-in-one* yang digunakan untuk mendesain bangunan dalam bentuk 2 dimensi dan 3 dimensi. *ArchiCAD* digunakan oleh juru gambar karena aplikasinya mudah digunakan sekalipun oleh orang awam.



Gambar 5.40 Tampilan *ArchiCAD*

Sumber: Kadek Gede Wangsa Rijasa (2017)

c. *Autodesk Revit*

Software ini menghasilkan kualitas gambar yang sangat realistis sempurna dengan *lightworks* memungkinkan pengguna untuk menghasilkan gambar secara cepat dan realistis. *Software Autodesk Revit* ini membantu *drafter* memperoleh desain dengan kualitas tinggi dan akurat.



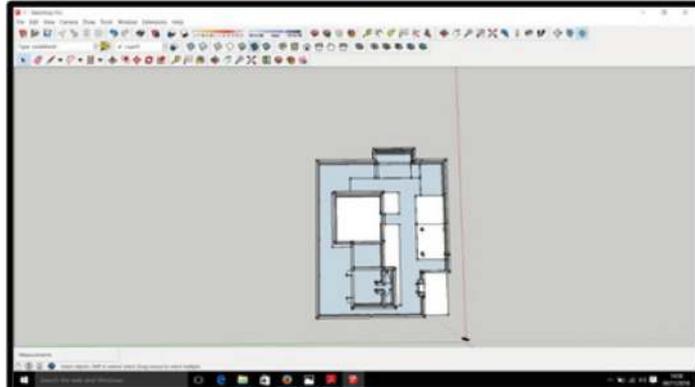
Gambar 5.41 Tampilan *Autodesk Revit*

Sumber: Widemann (2016)



d. *SketchUp*

SketchUp akan membantu *drafter* untuk menghasilkan desain 3 dimensi dengan cepat. Fitur yang telah ada pada *software SketchUp* ini juga tidak berbeda jauh dengan *software* sejenisnya. *Software* ini ideal bagi pelajar yang berkeinginan menghasilkan desain 3 dimensi dengan cepat dan mudah dalam desain arsitektur.



Gambar 5.42 Tampilan *SketchUp*

Sumber: Dewa Putu Gede Samarajaya (2016)



Aktivitas 5.7

Ayo Lakukan

Supaya kalian lebih memahami tentang macam-macam aplikasi perangkat lunak yang digunakan oleh seorang perencana dan seorang juru gambar.

Pada kesempatan ini kalian akan mulai mempelajari tentang *software* yang digunakan dalam menggambar yaitu *AutoCAD*.

Langkah yang kalian lakukan adalah:

1. Menginstal Aplikasi *AutoCAD* yang akan digunakan untuk menggambar dengan perangkat lunak.
2. Silakan menggunakan versi *AutoCAD* yang disesuaikan dengan perangkat.



2. AutoCAD dan Perintah Dasar *Toolbar*

a. Mengenal *Autocad*

Ayo Amati

Cobalah kalian amati video *Youtube* berikut!

Bagaimana pendapat kalian setelah melihat tayangan video tersebut? Apakah kalian sudah memahami tentang definisi *software* aplikasi perangkat lunak (*AutoCAD*) dalam aplikasi gambar teknik?

Silakan diskusikan bersama teman sebangku tentang aplikasi yang digunakan dalam gambar teknik seperti yang ada di video tersebut!



https://www.youtube.com/watch?v=SqhsuV_9kXc

Sumber: <https://www.youtube.com/@tukanggambar3d>

AutoCAD merupakan aplikasi perangkat lunak komputer yang dikembangkan oleh Autodesk biasanya digunakan untuk membuat gambar 2 dimensi dan 3 dimensi. Produk ini merupakan *software* gambar yang paling populer dan banyak digunakan di dunia gambar. *AutoCAD* lebih sering digunakan oleh *drafter land developer*, insinyur mesin, arsitek, desainer interior, eksterior dan lain sebagainya.

Komunikasi yang digunakan dalam *AutoCAD* menggunakan perintah atau *command*. *Command* ialah instruksi yang diberikan kepada *AutoCAD* agar melakukan sesuatu sesuai perintah.

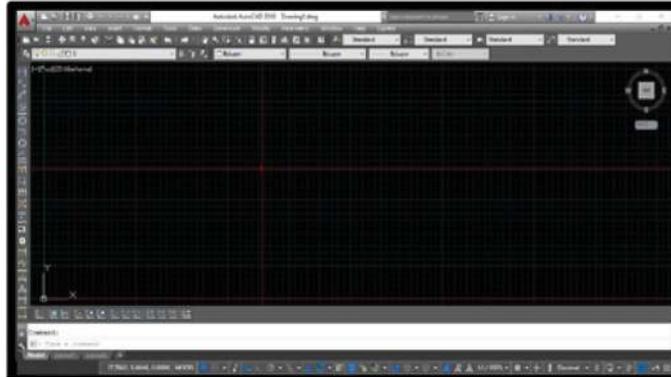
Command (perintah) yang ada di *AutoCAD* pada umumnya dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu:

1. *Command* menggunakan *menubar*
2. *Command* menggunakan *toolbar*
3. *Command* menggunakan *keyboard*

Dari ketiga perintah tersebut, dalam bahasan ini lebih mengutamakan pada penggunaan perintah dengan menggunakan *keyboard*, dikarenakan cara menggunakan *keyboard* lebih efektif dari yang lainnya.



1) Tampilan *Autocad*



Gambar 5.43. Gambar Tampilan

Sumber: Kemendikbudristek/Arum (2022)

Gambar 5.43. merupakan tampilan dari versi *AutoCAD* 2016, yang dikenal sebagai mode *Initial Setup Workspace*. Dalam bahasan ini, yang digunakan adalah mode *AutoCAD Classic*. Berikut ini adalah penjelasan notasi dari gambar tersebut:

- a) *Menubar* terdiri dari urutan menu seperti *File*, *Edit*, *View*, *Format*, *Tools*, *Draw*, *Dimension* dan lain-lain
- b) *Toolbar* terdiri dari urutan ikon atau lambang dari perintah yang ada pada *AutoCAD*.
- c) *Command Line* adalah tempat untuk menginput perintah dan ukuran.
- d) *Display* adalah tempat untuk melihat hasil atau output dari perintah yang dimasukkan.
- e) *Crosshair* berfungsi sebagai alat untuk navigasi di *AutoCAD*.

2) Tombol-tombol Fungsi

Selain itu, dalam program *AutoCAD* terdapat beberapa tombol pada *keyboard* yang berfungsi untuk mengaktifkan fungsi dasar kerja *AutoCAD*. Penjelasan sebagai berikut:

- a) Tombol *Esc* digunakan untuk membatalkan perintah yang sudah dibuat.



- b) Tombol F1 digunakan untuk menampilkan keterangan atau bantuan dari perintah *AutoCAD*.
- c) Tombol F2 digunakan untuk menampilkan jendela *AutoCAD Text Window*, yang berfungsi untuk melihat perintah yang sudah digunakan.
- d) Tombol F3 digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan fungsi dari *Osnap* pada *AutoCAD*.
- e) Tombol F4 digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan fungsi dari *Tablet* pada *AutoCAD*.
- f) Tombol F5 digunakan untuk berpindah bidang gambar saat proses penggambaran isometrik.
- g) Tombol F6 digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan fungsi dari *Coordinat* pada *AutoCAD*.
- h) Tombol F7 digunakan untuk menampilkan atau menghilangkan *Grid* pada *AutoCAD*.
- i) Tombol F8 digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan fungsi modus *Orthogonal* dari *AutoCAD*.
- j) Tombol F9 digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan fungsi dari *Snap* pada *AutoCAD*.
- k) Tombol F10 dalam *AutoCAD* memungkinkan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan fungsi dari *Polar*.
- l) Tombol F11 memungkinkan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan fungsi dari *Object Snap Tracking*.
- m) Tombol F12 memungkinkan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan fungsi dari *Dynamic Input*.
- n) Tombol *Enter* digunakan untuk mengakhiri sebuah perintah.
- o) Tombol *Space Bar* memiliki fungsi yang sama dengan tombol *Enter* yaitu untuk mengakhiri perintah.
- p) Tombol *Ctrl* ketika digabungkan dengan tombol lain digunakan untuk mengaktifkan perintah pada *AutoCAD*.



2) Penggambaran pada *AutoCAD*

AutoCAD tidak memiliki standar ukuran satuan untuk penggambarannya, pengguna dapat memilih sendiri satuan yang akan digunakan. Dalam proses penggambaran di *AutoCAD*, satuan yang sering digunakan adalah milimeter (mm), sentimeter (cm) dan meter (m).

b. Perintah Dasar *Toolbar Draw*

Toolbar draw merupakan sebuah *toolbar* dalam *software* yang berisikan perintah untuk pembuatan objek dasar di dalam *AutoCAD*. Untuk menampilkan *toolbar draw*, dengan menggunakan *mouse* klik kanan di sembarang *icon toolbar* pada *display AutoCAD*, lalu pilihlah *Draw*. Selanjutnya tempatkanlah pada posisi yang akan digambar. Tampilan dari *Toolbar Draw* seperti tabel 5.5 dibawah ini:

Tabel 5.5. Tampilan *Toolbar Draw*

Simbol	Nama Simbol	Keyboard	Fungsi
	<i>Line</i>	L - enter	Membuat sebuah garis lurus
	<i>Construction Line</i>	XL - enter	Membuat garis lurus yang panjangnya tak hingga
	<i>Polyline</i>	PL - enter	Membuat sebuah garis tanpa putus
	<i>Poligon</i>	POL-enter	Membuat segi banyak yang beraturan
	<i>Rectangle</i>	REC-enter	Membuat bidang segi empat
	<i>Arc</i>	A - enter	Membuat busur pada lingkaran
	<i>Circle</i>	C - enter	Membuat bidang lingkaran
	<i>Revision Cloud</i>	REV CLOUD - enter	Membuat objek berbentuk awan
	<i>SPLine</i>	SPL-enter	Membuat garis lengkung yang tidak beraturan
	<i>Ellipse</i>	EL - enter	Membuat bidang elips

Simbol	Nama Simbol	Keyboard	Fungsi
	<i>Ellipse Arc</i>	EL - enter	Membuat busur bidang elips
	<i>Insert Block</i>	I - enter	Memasukkan kelompok objek berasal file lain
	<i>Make Block</i>	B - enter	Mengelompokkan beberapa objek menjadi satu kesatuan
	<i>Point</i>	PO - enter	Membuat bidang titik
	<i>Hatch</i>	H atau BH - enter	Mengisi sebuah bidang tertutup sebuah arsiran
	<i>Gradient</i>	GRADIENT - enter	Mengisi bidang tertutup arsiran yang berbentuk gradasi warna
	<i>Table</i>	TABLE-enter	Membuat sebuah tabel
	<i>Multiline Text</i>	MT - enter	Membuat tulisan atau teks

Dalam *toolbar draw*, terdapat banyak perintah yang tidak akan dibahas semuanya dalam bab ini. Bab ini akan membahas penggunaan praktis dari beberapa perintah seperti *Line*, *Construction Line*, *Polyline*, *Polygon*, *Rectangle*, *Arc*, *Circle*, *Revision Cloud*, *SPLine*, *Ellipse*, *Hatch* dan *Multiline Text*.

Pada objek *AutoCAD* setelah perintah dimasukkan, maka akan meminta menentukan titik awal dalam pembuatan objeknya. Dengan cara klik pada *display AutoCAD*, kemudian ikuti yang diminta oleh *AutoCAD*, dengan cara membaca tulisan yang ada pada *Command Line* dibawah layar.

Pada dasarnya untuk dapat menguasai *AutoCAD*, kalian dituntut tidak hanya hafal perintahnya saja, tapi harus memahami maksud perintah tersebut. Apabila kalian paham setiap perintah, maka tidak akan lupa cara kerja dari masing-masing perintah tersebut.



1) Perintah *Line*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Line*

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “**L**” + *enter*

2) Perintah *Construction Line*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih
Construction Line

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “**XL**” + *enter*

3) Perintah *Polyline*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih ***Polyline***

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “**PL**” + *enter*

4) Perintah *Polygon*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih ***Polygon***

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “**POL**” + *enter*

5) Perintah *Rectangle*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih
Rectangle

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “**REC**” + *enter*

6) Perintah *Arc*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Arc* dan
pilih 3 points

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “**ARC**” + *enter*



- 7) Perintah *Circle*
 Cara kerja:
Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih **Circle**
Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*
Command keyboard : Ketik “**C**” + *enter*
- 8) Perintah *Revision Cloud*
 Cara kerja:
Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih **Revision Cloud**
Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*
Command keyboard : Ketik “**REV CLOUD**” + *enter*
- 9) Perintah *SPLine*
 Cara kerja:
Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih **SPLine**
Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*
Command keyboard : Ketik “**SPL**” + *enter*
- 10) Perintah *Ellipse*
 Cara kerja:
Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih **Ellipse**
Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*
Command keyboard : Ketik “**EL**” + *enter*
- 11) Perintah *Hatch*
 Cara kerja:
Command menubar :Klik *menubar Draw*, pilih **Hatch**
Command toolbar :Klik icon  pada *toolbar draw*
Command keyboard :Ketik “**H** atau **BH**” + *enter*
- 12) Perintah **Multiline Text**
 Cara kerja:
Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih **Multiline Text**
Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*
Command keyboard : Ketik “**MT**” + *enter*



c. Perintah Dasar *Toolbar Modify*

Toolbar modify merupakan sebuah dasar *toolbar* yang berisikan perintah untuk mengedit objek yang sederhana di *AutoCAD*. Untuk menampilkan *toolbar Modify*, maka klik kanan di sembarang *icon toolbar* pada *display AutoCAD*, kemudian pilihlah *Modify*. Setelah itu tempatkan pada posisi yang dikehendaki. Berikut ini adalah tampilan dari *toolbar Modify*:

Tabel 5.6. Tampilan *Toolbar Modify*

Simbol	Nama Simbol	Keyboard	Fungsi
	<i>Erase</i>	E - enter	Menghapus objek yang telah diseleksi
	<i>Copy</i>	CO atau CP - enter	Menggandakan suatu objek yang sudah diseleksi
	<i>Mirror</i>	MI - enter	Mencerminkan objek yang sudah diseleksi
	<i>Offset</i>	O - enter	Membuat objek yang sebangun dengan ukuran lebih besar atau lebih kecil dari objek yang diseleksi
	<i>Array</i>	AR - enter	Menggandakan objek yang sudah diseleksi dengan jarak dan jumlah yang dapat ditentukan
	<i>Move</i>	M - enter	Memindahkan objek yang telah diseleksi
	<i>Rotate</i>	RO - enter	Merotasi atau memutar objek yang sudah diseleksi
	<i>Scale</i>	SC - enter	Memperbesar atau memperkecil objek yang sudah diseleksi
	<i>Stretch</i>	S - enter	Memindahkan, memanjangkan, memendekkan, atau mengubah bentuk dari objek yang sudah diseleksi



Simbol	Nama Simbol	Keyboard	Fungsi
	<i>Trim</i>	TR - enter	Memotong garis yang
	<i>Extend</i>	EX - enter	berpotongan dengan garis
	<i>Break</i>	BR - enter	Memperpanjang garis sampai batas yang sudah ditentukan
	<i>Join</i>	J - enter	Menggabungkan beberapa objek yang sudah diseleksi menjadi satu objek
	<i>Chamfer</i>	CHA - enter	Membuat/menggabungkan dua buah garis dengan garis miring
	<i>Fillet</i>	F - enter	Membuat/menggabungkan dua buah garis dengan bidang lengkung
	<i>Explode</i>	X - enter	Memecah objek yang diseleksi menjadi beberapa bagian sesuai segmennya

Di bawah ini akan dijelaskan cara praktis untuk menggunakan perintah-perintah di atas. Sebelumnya, pastikan untuk menyimpan file gambarnya di komputer terlebih dahulu. Caranya adalah dengan mengklik menu File, lalu pilih opsi Simpan Sebagai (atau tekan tombol CTRL + S), dan akhirnya simpan file dengan nama yang diinginkan.

1) Perintah *Erase*

Cara kerja:

Command menubar : Klik menubar **Draw**, pilih *Erase*

Command toolbar : Klik icon  pada toolbar **draw**

Command keyboard : Ketik “E” + enter

2) Perintah *Copy*

Cara kerja:

Command menubar : Klik menubar **Draw**, pilih *Copy*

Command toolbar : Klik icon  pada toolbar **draw**

Command keyboard : Ketik “CO” + enter



3) Perintah *Mirror*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Mirror*

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “MI” + enter

4) Perintah *Offset*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Offset*

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “O” + enter

5) Perintah *Array*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Array*

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “AR” + enter

6) Perintah *Move*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Move*

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “M” + enter Perintah

7) Perintah *Rotate*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Rotate*

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “RO” + enter

8) Perintah *Scale*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Scale*

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “SC” + enter



9) Perintah *Stretch*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Stretch*

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “**S**” + *enter*

10) Perintah *Trim*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Trim*

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “**TR**” + *enter*

11) Perintah *Extend*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Extend*

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “**EX**” + *enter*

12) Perintah *Break*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Break*

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “**BR**” + *enter*

13) Perintah *Join*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Join*

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “**J**” + *enter*

14) Perintah *Chamfer*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Chamfer*

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “**CHA**” + *enter*



15) Perintah *Fillet*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Fillet*

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “F” + *enter*

16) Perintah *Explode*

Cara kerja:

Command menubar : Klik *menubar Draw*, pilih *Explode*

Command toolbar : Klik icon  pada *toolbar draw*

Command keyboard : Ketik “X” + *enter*



Aktivitas 5.8.

Ayo Beraksi

Supaya kalian lebih mengenal dan memahami tentang aplikasi *AutoCAD*, cobalah mempelajari menu dan perintah yang ada pada aplikasi *AutoCAD*. Lakukan bersama teman sekelas dengan mencoba praktik sesuai perintah pada *toolbar AutoCAD*!



Ayo Refleksi

Kalian telah menyelesaikan pembelajaran bab gambar teknik dan diharapkan pemahaman tentang peralatan gambar teknik manual, standar gambar, gambar garis dan bidang, proyeksi *orthogonal* dan proyeksi piktorial yang diterapkan pada *software* aplikasi *AutoCad* menjadi lebih baik. Kalian dapat menerapkan pengetahuan ini dalam kehidupan sehari-hari, baik di sekolah maupun ketika bekerja. Setelah belajar semua materi dalam bab ini, bagian mana yang paling sulit dan mengapa? Diskusikan bersama teman sekelas atau guru untuk mendapatkan jawaban yang lebih tepat.





Ayo Cek Pemahaman

A. Tes Tertulis

1. Silakan kalian tuliskan daftar peralatan gambar teknik dan jelaskan fungsi masing-masing sesuai dengan pengetahuan dan pemahaman!
2. Apakah fungsi etiket dalam gambar teknik?
3. Cobalah jelaskan tentang *software* aplikasi *AutoCAD*?
4. Jelaskan perintah dasar *toolbar* yang ada pada *AutoCAD*!
5. Cobalah gambar simbol material bahan bangunan dan nama simbolnya!

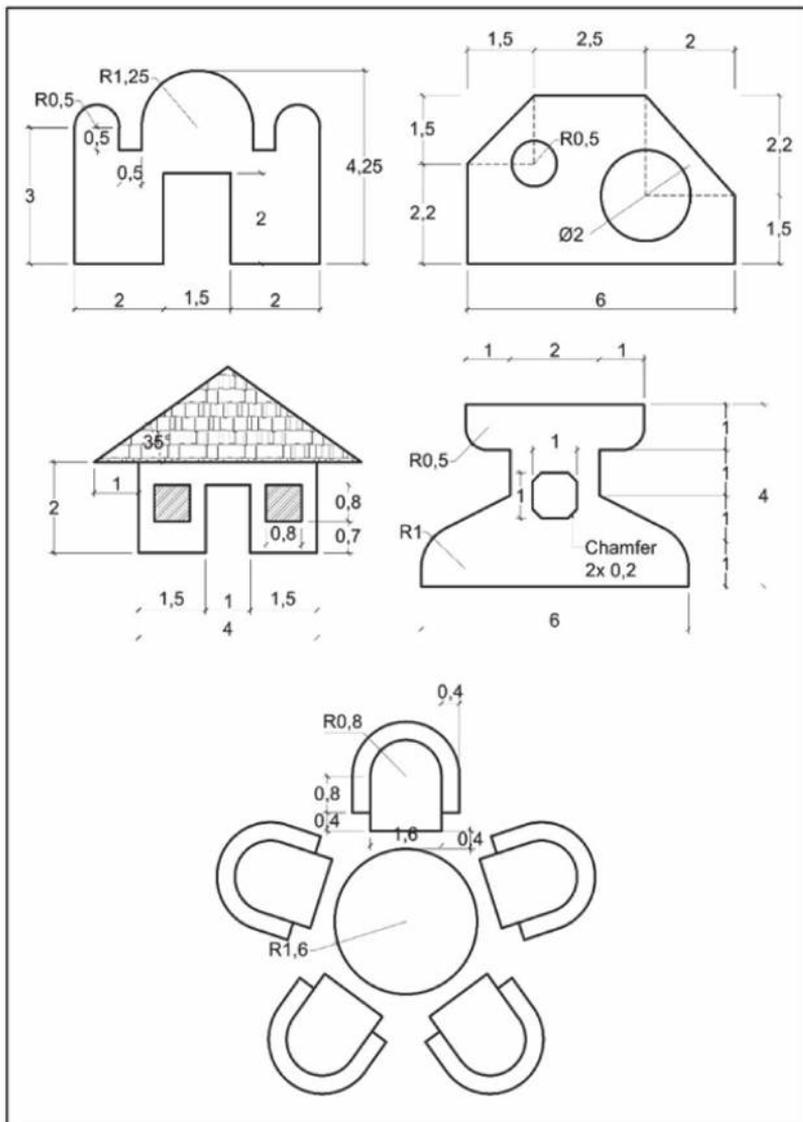
B. Tes Unjuk Kerja

Tugas Individu

Petunjuk :

1. Peserta didik menyiapkan perangkat komputer/laptop untuk menggambar.
2. Silakan menyelesaikan tugas secara mandiri.
3. Gambar kerja disediakan oleh guru sebagai bahan tugas individu.
4. Lakukan pengamatan pada konsep gambar kerja yang ada pada gambar tersebut.
5. Gambarlah macam-macam garis dengan menggunakan *software* aplikasi *AutoCAD*!
6. Kumpulkan tugas gambar *AutoCAD* yang sudah kalian kerjakan!
7. Berikut gambar kerjanya:





LATIHAN DASAR AUTOCAD

SMK NEGERI 7 SEMARANG

DIGAMBAR

SKALA 1 : 1

A-4

NO. ...

KELAS / NO. URUT





Pengayaan

Sebagai seorang calon juru gambar atau *drafter*, peserta didik membuat gambar denah rumah masing-masing menggunakan *software AutoCAD*. Gambar dimulai dari gambar denah sederhana dengan menggunakan prinsip gambar konstruksi yang telah dipelajari pada bab gambar teknik ini, gambar ditunjukkan sebagai berikut ini!

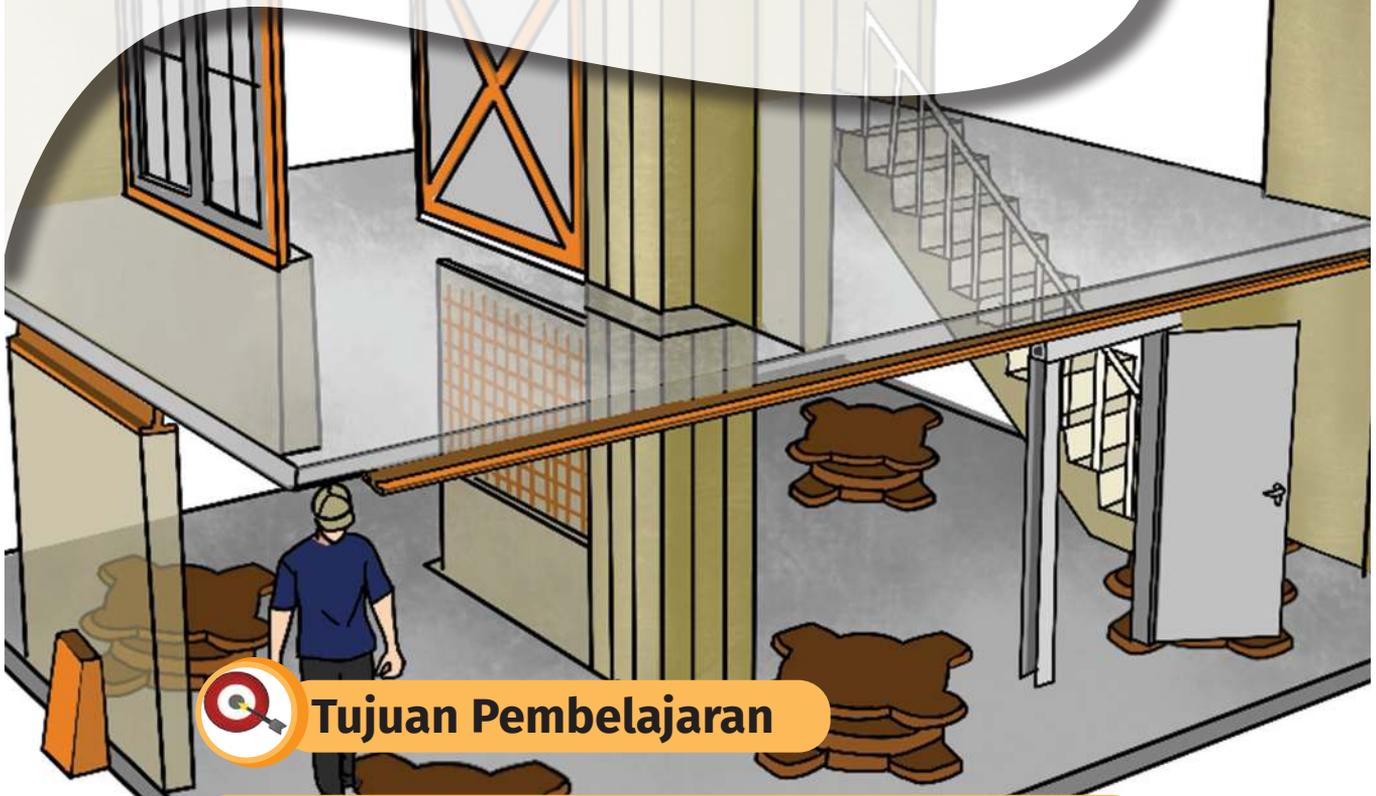
1. Buatlahlah gambar dengan menggunakan skala 1 : 100
2. Gunakan kertas gambar ukuran A3.
3. Gambarlah dengan baik serta jangan lupa buatlah etiket!
4. Setelah gambar manual selesai, lanjutkan dengan menggunakan aplikasi *AutoCAD*!



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Dasar-Dasar Perawatan Gedung
untuk SMK/MK Kelas X
Penulis: Arum Fajar Vebrianingtyas, Cok Iwin Wijaya Winardi
ISBN: 978-623-194-523-5 (PDF)

Bab VI

Statika Bangunan

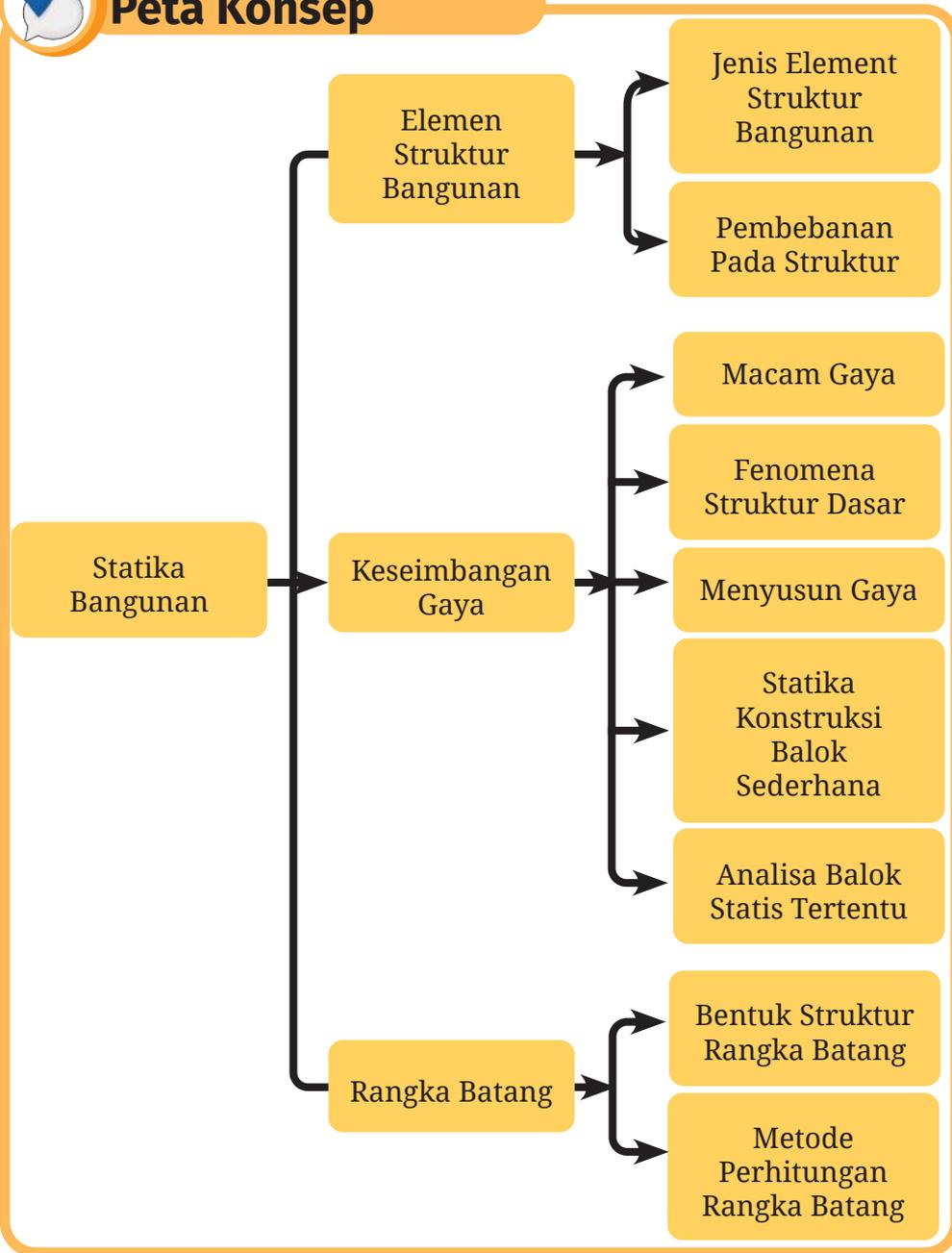


Tujuan Pembelajaran

1. Memahami elemen-elemen struktur bangunan
2. Memahami keseimbangan gaya pada struktur bangunan
3. Memahami gaya batang pada konstruksi rangka sederhana sebagai dasar perhitungan pekerjaan konstruksi pada struktur bangunan



Peta Konsep



Kata Kunci

Balok, Kolom, Gaya, Pondasi, Plat lantai, Torsi, Rangka batang, Tumpuan, Momen.



Soal Alfamart Roboh, Ahli Sebut Struktur Bangunan Tak Penuhi Desain untuk Gedung Tiga Lantai

Rabu, 20 April 2022 | 01:10 WIB

Share:  



Gambar 6.1. Gedung Almart roboh, struktur bangunan Tidak mampu menahan beban bangunan 3 lantai

Sumber: Kompas.com (2022)

Jakarta, -KOMPASTV- Ahli menyebut tragedi Alfamart roboh di Kecamatan Gambut Banjar Kalimantan Selatan (Kalsel) pada Senin (18/4/2022) dikarenakan struktur bangunan tidak layak untuk gedung tiga lantai. Seperti diberitakan, sebuah gedung Alfamart roboh (gambar 6.1) menyebabkan lima orang meninggal dunia. Dilansir dari Kompas.com, salah satu pakar menilai robohnya bangu-

nan tersebut disebabkan struktur bangunan tidak layak untuk gedung tiga lantai. "Secara struktural bangunan tidak memenuhi desain untuk bangunan 3 lantai," imbuhnya, Selasa (19/4/2022). "Bisa bermasalah pada struktur bawah (pondasi) atau struktur atas (balok-balok dan kolom-kolomnya)," imbuhnya.

Terdapat beberapa hal penting dari bacaan tersebut, pertama bagian bangunan yang menahan beban disebut struktur. Kedua, contoh elemen struktur bangunan yaitu pondasi, balok dan kolom. Selanjutnya tahukah kalian wujud dari elemen struktur? Sebutkan elemen struktur bangunan yang lain! Kalian simpulkan bilamana struktur bangunan mengalami kegagalan konstruksi seperti patah ataupun roboh (gambar 6.1.)!

Statika dalam bab ini juga membahas secara tidak langsung tentang fenomena keruntuhan bangunan akibat elemen struktur yang tidak mampu menahan beban yang ditimbulkan, baik gaya akibat stuktur pembebanan bangunan (gaya dalam) ataupun pengaruh gaya dari luar. Untuk itu mari simak dan telusuri materi ini.

Ayo Berpikir Kreatif

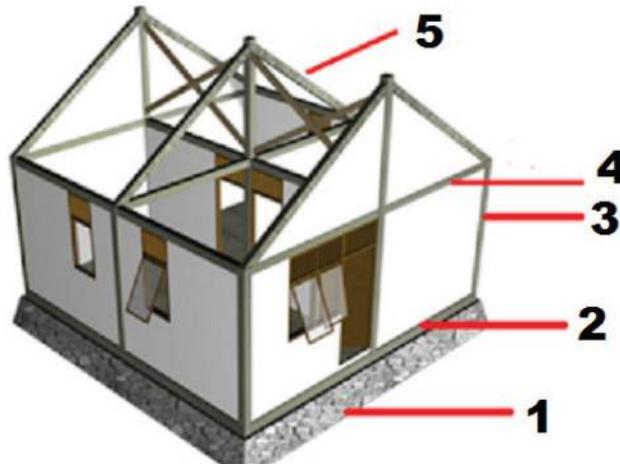
Informasi apa yang kalian dapat dari gambar tersebut? Sampaikan informasi yang didapat secara lisan ataupun tertulis.





Aktivitas 6.1.

Ayo Pahami



Gambar 6.2. Komponen Struktur Bangunan Rumah Sederhana

Sumber: /www.sarastiana.com (2020)

Pernahkah kalian memperhatikan bagian-bagian rumah tempat tinggal? Apakah rumah kalian memiliki bagian-bagian seperti pada gambar 6.2.? Tahukah kalian nama bagian-bagian bangunan tersebut? Untuk menguji pemahaman, silakan tuliskan pada buku bagian-bagian bangunan yang sesuai dengan nomor tersebut (gambar 6.2.).

Selanjutnya mari simak materi berikut !

A. Elemen Struktur Pada Bangunan

1. Pengertian Struktur Bangunan

Struktur bangunan adalah komponen utama dari suatu bangunan yang bertanggung jawab untuk mendukung dan menopang beban yang diterima bangunan tersebut. Struktur bangunan meliputi elemen-elemen seperti pondasi, *sloof*, kolom, balok, plat lantai, tangga, dan struktur atap yang memiliki fungsi yang berbeda namun saling terkait untuk membentuk suatu kesatuan yang kokoh dan estetis. Struktur bangunan sangat penting dalam perancangan dan pembuatan bangunan untuk memastikan kestabilan dan keamanan bangunan tersebut.



2. Jenis-Jenis Elemen Struktur Pada Bangunan

Secara umum, elemen-elemen struktur utama pada bangunan dikelompokkan menjadi tiga yaitu:

- Elemen kaku seperti balok, kolom, pelengkung, pelat datar, pelat berkelengkungan tunggal, cangkang yang digunakan untuk menopang dan menahan beban statis.
- Elemen tidak kaku atau fleksibel seperti kabel, membran, atau bidang berpelengkung tunggal maupun ganda yang digunakan untuk menangkap dan menyebarkan beban dinamis.
- Elemen-elemen yang merupakan rangkaian dari elemen-elemen tunggal seperti rangka, rangka batang, kubah, dan jaring yang digunakan untuk menopang dan menyatukan elemen-elemen lainnya.

Selanjutnya mari simak materi tentang ke tiga elemen struktur tersebut!

a) Balok dan Kolom

Balok dan kolom (gambar 6.3.) merupakan elemen struktur yang dibentuk dengan cara menempatkan elemen kaku horizontal di atas elemen kaku vertikal. Balok berfungsi sebagai rangka penguat horizontal sementara kolom berfungsi menopang beban tekan aksial vertikal.



Gambar 6.3. Struktur Balok-Kolom Kayu

Sumber: www.dekoruma.com (2021)



b) Rangka

Rangka adalah jenis struktur yang terdiri dari elemen-elemen vertikal dan horizontal yang dihubungkan dengan titik-titik hubung yang kaku (gambar 6.4).



Gambar 6.4. Struktur Rangka Beton Bertulang

Sumber: /www.istockphoto.com/id (2019)

Struktur rangka memiliki kekakuan yang lebih baik dibandingkan dengan struktur balok kolom, karena titik-titik hubung yang kaku ini memberikan kestabilan terhadap gaya lateral.

c) Rangka Batang

Rangka batang adalah jenis struktur yang terdiri dari elemen-elemen segitiga yang dihubungkan untuk membentuk suatu konstruksi. Bentuk segitiga merupakan bentuk yang paling kokoh dibandingkan dengan bentuk lain karena perubahan posisi yang lebih kecil jika terkena gaya luar. Rangka batang dapat dilihat pada kuda-kuda konstruksi gedung (gambar 6.5a). Rangka batang juga sering digunakan pada konstruksi jembatan untuk jenis jembatan rangka baja (*truss bridge*) (Gambar 6.5b).





(a) Struktur rangka batang (b) Struktur rangka batang jembatan atap gedung

Gambar 6.5. Struktur Rangka Batang

Sumber: (a) distributorbajaringan.com/kuda-kuda/bentuk-kuda-kuda-rangka-atap-baja-ringan/ (2015), (b) cermin-dunia.github.io/denah/post/gambar-struktur-jembatan-rangka-baja/ (2020)

d) Pelengkung

Pelengkung merupakan struktur yang dibentuk dari elemen garis yang melengkung dan menghubungkan dua titik dengan membentuk busur. Pelengkung dapat digunakan untuk berbagai macam struktur seperti jembatan, atap, atau arsitektur lainnya. Kekuatan struktur pelengkung sangat tergantung pada bahan yang digunakan dan beban yang akan diterimanya. Contoh bangunan pelengkung yaitu *Arch-Sidney* (gambar 6.6.) yang merupakan karya arsitek Koichi Takada.



(a) Podium Arch-Sidney (b) Atap (*roof top*) Arch-Sidney

Gambar 6.6. Arch-Sidney Struktur Pelengkung Karya Koichi Takada

Sumber: www.toptech.id/2019/05/karya-arsitek-koichi-takada-arch-sydney.html (2019)

e) Dinding Geser dan Plat Lantai

Dinding geser (*shear wall*) dan plat lantai adalah struktur kaku pembentuk permukaan. *Shear wall* adalah dinding beton bertulang atau pelat baja yang dipasang vertikal pada posisi tertentu untuk meningkatkan kinerja struktural pada bangunan tinggi. Sedangkan plat lantai adalah lantai



atau atap dari beton bertulang atau plat baja yang dipasang horizontal pada posisi gedung.

Contoh konstruksi di Indonesia yang menggunakan *shear wall* dan plat lantai adalah Apartemen Tuning Surabaya (gambar 6.7a). Penggunaan *shear wall* sudah cukup banyak diaplikasikan pada bangunan bertingkat tinggi (*high rise building*), terlebih untuk gedung berlantai 20 atau lebih. Umumnya, sistem *shear wall* ini digunakan pada gedung beton bertulang. Namun, sesuai perkembangannya telah merambah ke bangunan gedung yang menggunakan material baja dalam strukturnya. Gambar 6.7b mengilustrasikan struktur *shear wall* dan *flat slab*.



(a) Shear Wall dan Plat Lantai (b) Ilustrasi struktur Shear Wall dan Plat Lantai

Gambar 6.7 Dinding Geser dan Plat Lantai Apartemen Tuning, Surabaya

Sumber: www.pengadaan.web.idl (2020)

f) Cangkang Silindris dan Terowongan

Cangkang silindris dan terowongan merupakan jenis struktur pelat satu kelengkungan. Contohnya dapat dilihat pada kubah Keong Emas Taman Mini Indonesia Indah (gambar 6.8a). Struktur kubah ini menggunakan struktur cangkang yang merupakan bentuk struktural tiga dimensi yang kaku dan tipis yang memiliki permukaan lengkung.





(a) Struktur Cangkang pada Keong Mas TMII-Jakarta



(b) Struktur terowongan pada Terowongan Ijo Baru-Kebumen

Gambar 6.8. Struktur Cangkang dan Terowongan.

Sumber: (a) phinemo.com/keong-mas-tmii-hadirkan-film-baru-untuk-wisatawan/ (2018) (b) <https://regional.kompas.com/read/2021/06/05/115500578/menyusuri-terowongan-jalur-selatan-ada-sejak-masa-kolonial-tembus-batuan?page=all> (2021)

Terowongan merupakan struktur berpelengkung tunggal yang membentang pada arah transversal yang dapat dipandang sebagai pelengkung menerus. Contohnya dapat dilihat pada Terowongan Ijo Baru-Kebumen seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.8b. Terowongan ini berada 50 meter di sebelah utara terowongan lama. Terowongan Ijo Baru memiliki panjang 581 m dan diameter 9 m serta mampu menampung dua jalur kereta api sekaligus. Pembangunan Terowongan Ijo Baru menggunakan metode pengeboran *New Austrian Tunneling Method* (NATM) yang berbeda dengan teknik bor terowongan pada Mass Rapid Transportation (MRT) di Jakarta dengan *Tunneling Bor Machine* (TBM).

g) Kubah dan Cangkang Bola



Gambar 6.9. Struktur Kubah pada Gedung MPR/DPR RI

Sumber : news.detik.com/x/detail/intermeso/20160419/Semanggi-4/ (2016)



Struktur kubah dan cangkang bola merupakan bentuk yang efisien digunakan pada bangunan dengan bentang besar. Pembuatannya cukup rumit karena dipandang sebagai bentuk lengkungan yang diputar. Struktur kubah dapat juga dibuat dari elemen-elemen garis yang kaku dan pendek dengan pola yang berulang. Contoh struktur kubah di Indonesia (gambar 6.9.) dapat dilihat pada Gedung MPR/DPR RI yang dirancang oleh arsitektur Soejoedi Wiedjoatmodjo. Gedung ini memiliki tinggi 100 meter dan luas bangunan 80.000 m², dengan keunikan dan keindahan desain pada atapnya yang terlihat seperti tempurung atau binatang kura-kura yang terbelah menjadi dua bagian dan memiliki sabuk yang melengkung hingga ke lantai.

h) Kabel

Struktur kabel merupakan salah satu jenis struktur yang hanya mendapatkan gaya tarik dan elemen struktur yang fleksibel. Struktur ini sering digunakan pada bangunan dengan bentang lebar seperti stadion, karena elemen struktur tidak menghalangi pandangan penonton ke lapangan.

Sampai saat ini sudah banyak stadion yang menggunakan struktur kabel dalam penyelesaian struktur atapnya. Salah satunya adalah *National Athletics Stadium* (Bruce Stadium) yang terletak di Bruce Australian (gambar 6.10). Struktur kabel yang umum dijumpai adalah pada struktur jembatan.



Gambar 6.10. Struktur Kabel pada *National Athletics Stadium* (Bruce Stadium), Australia

Sumber: www.pengadaan.web.id/2022/06/struktur-kabel.html (2022)

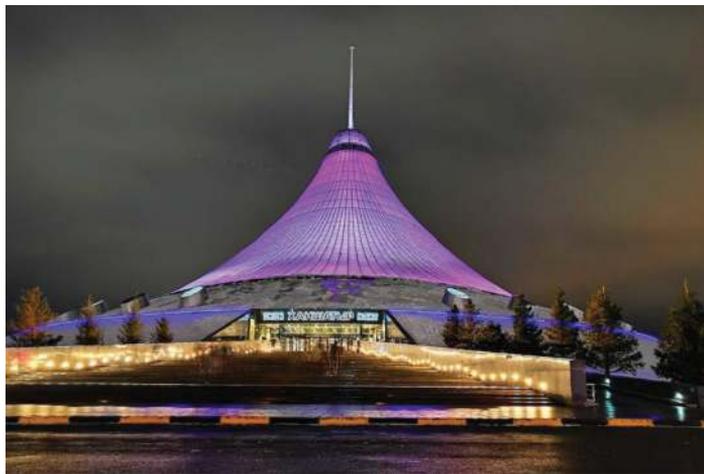
i) Membran, Tenda dan Jaring

Membran, tenda, dan jaring adalah jenis struktur yang dibentuk oleh elemen tipis dan fleksibel. Struktur membran merupakan contoh dari struktur yang hanya mendapatkan



gaya tarik dan digunakan sebagai penutup atap bangunan dengan bentang lebar. Struktur tenda dibentuk dari permukaan membran sedangkan jaring adalah permukaan tiga dimensi yang terbuat dari sekumpulan kabel yang melintang dan membentuk pola lengkung. Kedua jenis struktur ini sering digunakan untuk menutup area besar seperti stadion atau gedung konvensi.

Contoh bangunan gedung yang menggunakan struktur membran (tenda) adalah Khan Shatyr di Astana Kazakhstan (gambar 6.11), Khan Shatyr adalah sebuah bangunan membran (tenda) yang ditopang oleh struktur kabel. Khan Shatyr diklaim sebagai tenda tertinggi di dunia dengan ketinggian 150 meter di atas permukaan tanah.



Gambar 6.11. Struktur Membran/Tenda pada Khan Shatyr-Astana Kazakhstan

Sumber: Kariable.blogspot.com/2010/11/khan-shatyr-bangunan-berstruktur-kabel.html (2010).

3. Pembebanan pada Struktur

Apakah kalian tahu tentang beban?

Menurut SNI 1727-2020, beban adalah gaya atau aksi yang diterima oleh suatu bangunan atau struktur yang berasal dari berat bangunan, penghuni, barang-barang, efek lingkungan, perbedaan pergerakan, dan gaya kekangan akibat perubahan dimensi. Dalam perencanaan struktur, perhitungan pembebanan merupakan bagian penting yang harus dilakukan dengan tepat dan teliti agar bangunan dapat memikul beban yang bekerja dan digunakan sesuai fungsinya.



Pembebanan dapat dibagi menjadi beban horizontal dan beban vertikal, dimana beban vertikal terdiri dari beban mati dan beban hidup sedangkan beban horizontal terdiri dari beban dinamis seperti beban gempa dan beban angin.

a. Beban Mati

Beban mati merupakan beban yang selalu ada dan tidak berubah dari waktu ke waktu. Beban ini terdiri dari berat seluruh bahan bangunan yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, dinding partisi tetap, *finishing*, klading gedung, komponen arsitektural, struktural serta peralatan layanan terpasang lainnya seperti berat derek dan sistem pengangkut material.

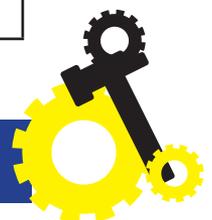
b. Beban Hidup

Beban hidup merupakan beban yang dihasilkan oleh penghunian atau penggunaan bangunan, sehingga beban hidup dapat berbeda sesuai dengan fungsionalitas bangunan yang digunakan. Beban hidup ini mencakup berbagai hal seperti beban orang, beban meubel, beban peralatan, dan lain-lain seperti ditentukan oleh SNI 1727 : 2020.

Berdasarkan SNI 1727- 2020 halaman 26-29 beban hunian atau penggunaan disajikan pada Tabel 6.1 berikut:

Tabel 6.1 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum, L_o dan Beban Hidup Terpusat Minimum

Hunian atau Penggunaan	Merata, L_o Psf (kN/m ²)	Terpusat Lb (kN)
Apartemen (lihat rumah tinggal)		
Sistem lantai akses		
Ruang kantor	50 (2.4)	2000 (8.9)
Ruang computer	100 (4.79)	2000 (8.9)
Gudang persenjataan dan ruang latihan	150 (7.18)	
Ruang pertemuan		
Kursi tetap (terikat lantai)	60 (2.87)	



Hunian atau Penggunaan	Merata, L_o Psf (kN/m ²)	Terpusat Lb (kN)
Lobi	100 (4.79)	
Kursi dapat dipindahkan	100 (4.79)	
Panggung pertemuan	100 (4.79)	
Lantai podium	150 (7.18)	
Tribun penonton stadium dan arena dengan kursi tetap (terikat dilantai)	60 (2.87)	
Ruang pertemuan lain	100 (4.79)	
Balkon dan Dek	1.5 kali beban hidup untuk daerah yang dilayani tidak perlu melebihi 100 Psf (4.79 kN/m ²)	
Jalur untuk akses pemeliharaan	40 (1.92)	300 (1.33)
Koridor		
Lantai pertama	100 (4.79)	
Lantai lain	Sama seperti hunian kecuali disebut lain	
Ruang makan makan dan restoran	100 (4.79)	
Hunian (Lihat rumah tinggal)		
Dudukan mesin elevator		
(Pada area 2 in x 2 in [50 mm x 50 mm])		300 (1.33)
Konstruksi pelat lantai finishing ringan		200 (0.89)

Catatan : untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada SNI 1727- 2020 hal : 26-29.

c. Beban Kombinasi Terfaktor

Beberapa faktor yang harus diperhitungkan dalam perhitungan beban kombinasi terfaktor adalah beban luar yang bekerja pada struktur, faktor pembesaran beban yang diperoleh dari metode tegangan dan metode ultimit. Beban ini diberikan untuk memastikan bahwa struktur gedung mampu menahan



dan memikul beban yang lebih besar daripada beban yang sebenarnya. Beban kombinasi menurut SNI 1727-2020 dapat dilihat pada tabel 6.2. berikut:

Tabel 6.2. Kombinasi Beban Metode Ultimit dan Metode Tegangan Izin

Beban	Metode Ultimit	Metode Tegangan Izin
Beban mati	$1.4D$	D
Beban Hidup	$1.2D + 1.6L + 0.5 (Lr \text{ atau } R)$	D
		$D + (Lr \text{ atau } R)$
		$D + 0.75L + 0.75 (Lr \text{ atau } R)$
Beban Angin	$1.2D + 1.6L + 0.5 (Lr \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0.5W)$	$0.6D + 0.7E$
	$1.2D + 1.0W + L + 0.5 (Lr \text{ atau } R)$	$0.6D + 0.7E$
	$0.9D + 1.0W$	$D + (0.6W \text{ atau } 0.7E)$
Beban Gempa	$1.2D + 1.0E + L0.9D + 1.0E$	$D + 0.75 (0.6W \text{ atau } 0.7E)$
		$D + 0.75 (0.6W \text{ atau } 0.7E) + 0.75L + 0.75 (Lr \text{ atau } R)$

(Sumber: SNI 1727-2020)

d. Beban Gempa

Beban gempa merupakan beban yang diakibatkan oleh pergerakan tanah di bawah struktur bangunan. Hal ini dapat menyebabkan getaran pada struktur atas yang merupakan beban mendatar. Oleh karena itu, perencanaan struktur bangunan harus memperhitungkan beban gempa yang mungkin terjadi agar tidak terjadi kegagalan struktur. SNI 1726-2019 mengatur tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung.

Saat ini, terdapat banyak aplikasi perangkat lunak yang dapat membantu dalam menganalisis kekuatan struktur bangunan, seperti *Staad Pro Connect Edition* yang mempermudah perencanaan dalam



mendesain struktur yang akurat untuk berbagai jenis bangunan seperti tempat tinggal, gedung pencakar langit, terowongan, jembatan, dan lain-lain.

Sebagai pengenalan, berikut diperlihatkan video aplikasi *Staad Pro Connect Edition* dalam perencanaan struktur bangunan melalui scan kode QR berikut:



Aktivitas 6.2.

Ayo Praktikan

Pengamatan Struktur Bangunan

1. Siswa membentuk kelompok yang terdiri dari 4-5 siswa untuk melakukan proses pengamatan struktur bangunan.
2. Siapkanlah alat tulis dan roll meter serta menggunakan APD dan Alat Pelindung Kerja (APK) untuk menjangkau ketinggian tertentu. Bekerjalah dengan hati-hati sesuai arahan instruktur/guru.
3. Amatilah struktur bangunan dua lantai yang ada di sekolah kalian. Pilihlah salah satu ruang pada bangunan tersebut sebagai obyek pengamatan.
4. Ukurlah dimensi kolom dan tinggi kolom kemudian catat jumlah kolom yang memiliki ukuran yang sama.
5. Ukurlah dimensi balok dan lebar bentang balok kemudian catat jumlah ukuran balok yang memiliki ukuran yang sama dan catat pula tebal plat lantai. Gunakan APK dan bekerjalah dengan hati-hati. Selanjutnya lengkapi data hasil pengukuran kalian seperti pada tabel 6.3. berikut!



Tabel 6.3 Hasil Pengamatan Dimensi Struktur Bangunan

No.	Nama Elemen Struktur	Jumlah	Dimensi (cm)	Tinggi/Panjang (cm)
1	Kolom 1	.....	..... X .....	.....
2	Kolom 2	.....	..... X .....	.....
3	Kolom ...	.....	..... X .....	.....
4	Balok 1	.....	..... X .....	.....
5	Balok 2	.....	..... X .....	.....
6	Balok ...	.....	..... X .....	.....
7	Plat Lantai	.....	.....	.....

Selanjutnya jawablah pertanyaan berikut!

1. Apakah dimensi kolom dan balok yang telah kalian amati telah sesuai untuk menahan gaya-gaya akibat beban yang bekerja pada bangunan tersebut?
2. Jelaskan mengapa ukuran kolom dan balok bangunan dua lantai memiliki dimensi yang lebih besar daripada bangunan lantai satu?

B. Keseimbangan Gaya dalam Struktur Bangunan

1. Gaya dan Keseimbangan Gaya

Gaya merupakan faktor yang dapat mengubah keadaan gerak suatu benda, dari keadaan diam atau gerak lambat menjadi lebih cepat atau lebih lambat. Gaya dapat dijabarkan dengan vektor yang menyatakan arah dan besarnya gaya tersebut. Dalam konstruksi bangunan, gaya dapat diartikan sebagai beban yang diterima oleh suatu konstruksi dan merupakan hal yang tidak dapat dipisahkan dari konstruksi itu sendiri.

Keseimbangan gaya adalah kondisi dimana gaya yang bekerja pada suatu benda atau struktur sama besarnya dan berlawanan arah sehingga tidak ada percepatan atau perubahan gerak pada benda atau struktur tersebut. Keseimbangan gaya dapat diterapkan



pada suatu benda atau struktur yang diam atau dalam gerak. Keseimbangan gaya merupakan kondisi yang diharapkan dalam konstruksi bangunan agar struktur dapat menahan beban yang diterimanya tanpa mengalami kerusakan atau kegagalan.

2. Macam-Macam Gaya dalam Struktur Bangunan

Struktur bangunan merupakan komponen penting yang menyokong keseluruhan berdirinya suatu bangunan. Struktur ini dibentuk dari berbagai bidang yang saling terkait dan menimbulkan gaya-gaya tertentu. Gaya-gaya ini sangat penting untuk diperhatikan agar bangunan tersebut dapat berdiri kokoh dan aman. Gaya-gaya yang umumnya ditemui pada struktur bangunan adalah gaya tarik, gaya tekan, gaya lentur, gaya geser, torsi, dan tegangan tumpu. Masing-masing gaya ini memiliki karakteristik dan dampak yang berbeda pada struktur bangunan, sehingga perlu diketahui dan diperhitungkan dalam desain struktur.

a. Gaya Tarik

Gaya Tarik adalah gaya yang bergerak untuk menarik elemen struktur hingga membuatnya putus (gambar 6.12.) Kekuatannya tergantung pada luas penampang elemen dan material yang digunakan. Elemen yang mengalami gaya tarik harus memiliki kekuatan yang cukup tinggi untuk menahan gaya tersebut. Contohnya dapat dilihat pada kabel yang harus kuat dalam konstruksi jembatan untuk menahan gaya tarik yang diterimanya.

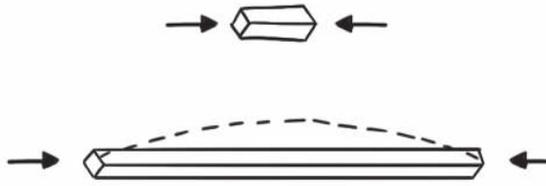


Gambar 6.12. Ilustrasi Gaya Tarik yang Dapat Menyebabkan Putus
Sumber: Schodeck (1999)

b. Gaya Tekan

Gaya tekan merupakan gaya yang cenderung menyebabkan kerusakan atau tekuk pada elemen struktur. Elemen pendek cenderung mudah hancur dan memiliki kekuatan yang setara dengan elemen yang mengalami gaya tarik. Namun, elemen tekan yang panjang dapat menjadi tidak stabil dan mengalami tekuk pada tingkat beban kritis. Hal ini disebabkan oleh ketidakstabilan yang dapat terjadi tanpa ada kelebihan pada material. Fenomena ini disebut tekuk (*buckling*) dan menyebabkan elemen tekan panjang tidak dapat memikul beban yang sangat besar.

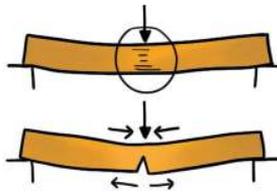




Gambar 6.13. Ilustrasi Gaya Tekan pada Elemen Struktur Panjang dan Pendek
 Sumber: Schodeck (1999)

c. Gaya Lentur

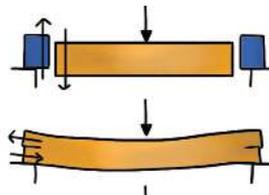
Gaya lentur adalah gaya kompleks yang terjadi pada elemen struktur, terutama pada balok, akibat beban transversal. Aksi lentur ini menyebabkan serat-serat pada sisi elemen memanjang dan mengalami tarik serta tekan pada sisi lainnya. Kedua keadaan tersebut terjadi pada penampang yang sama dengan tegangan tarik dan tekan bekerja dalam arah tegak lurus permukaan penampang. Kekuatan elemen yang mengalami gaya lentur bergantung pada distribusi material dan jenis material. Respon terhadap gaya lentur pada penampang juga memiliki bentuk yang berbeda-beda.



Gambar 6.14. Ilustrasi Gaya Lentur pada Elemen Struktur
 Sumber: Schodeck (1999)

d. Gaya Geser

Gaya geser merupakan gaya yang terjadi pada struktur ketika ada gaya-gaya yang berlawanan arah yang menyebabkan satu bagian struktur tergelincir terhadap bagian lainnya. Akibatnya, tegangan akan timbul (disebut sebagai tegangan geser) dalam arah yang sejajar dengan permukaan yang tergelincir. Gaya geser ini umumnya terjadi pada balok struktur.

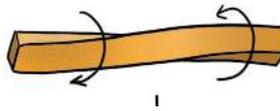


Gambar 6.15. Ilustrasi Gaya Geser pada Elemen Struktur
 Sumber: Schodeck (1999)



e. Torsi

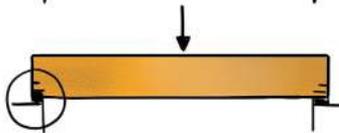
Torsi atau puntir, adalah gaya yang menyebabkan suatu benda berputar pada sumbu yang sama. Torsi dapat diartikan sebagai gaya yang bekerja pada suatu benda untuk menyebabkan perputaran benda tersebut. Torsi dapat dihasilkan oleh gaya yang bekerja pada sudut dari sumbu yang sama. Dalam struktur bangunan, torsi dapat terjadi pada elemen seperti kolom atau balok yang mengalami gaya yang bekerja pada sudut dari sumbu yang sama. Torsi juga dapat terjadi pada elemen-elemen yang digunakan dalam konstruksi seperti pada konstruksi jembatan atau bangunan yang memiliki atap yang berputar. Pada kondisi ini gaya yang bekerja pada elemen akan menyebabkan perputaran pada sumbu yang sama. Akibatnya puntir, tidak ada tegangan tekan dan tegangan tarik yang terjadi dan yang ada adalah tegangan geser



Gambar 6.16. Ilustrasi Gaya Geser pada Elemen Struktur
Sumber: Schodeck (1999)

f. Tegangan Tumpu

Tegangan tumpu adalah gaya yang terjadi antara dua bidang permukaan elemen ketika gaya-gaya disalurkan dari satu elemen ke elemen lain. Tegangan yang terjadi memiliki arah yang tegak lurus dengan permukaan elemen. Dalam struktur bangunan, tegangan tumpu dapat terjadi pada elemen yang saling berhubungan seperti antara balok dengan kolom, atau antara pondasi dengan dinding. Hal ini penting untuk diperhitungkan dalam desain struktur supaya gaya-gaya yang terjadi dapat diterima oleh elemen tersebut dan bangunan dapat berdiri kokoh dan aman.



Gambar 6.17. Ilustrasi Tegangan Tumpu pada Elemen Struktur
Sumber: Schodeck (1999)



3. Fenomena Struktur Dasar

Memahami fenomena dasar yang terjadi pada struktur bangunan merupakan upaya untuk menghasilkan struktur bangunan yang stabil, kokoh, dan aman untuk digunakan. Fenomena struktur dasar meliputi beberapa hal seperti kestabilan menyeluruh, kestabilan hubungan, kekuatan dan kekakuan elemen, serta kestabilan struktur.

Cara untuk membentuk sistem struktur menjadi sistem yang stabil antara lain:

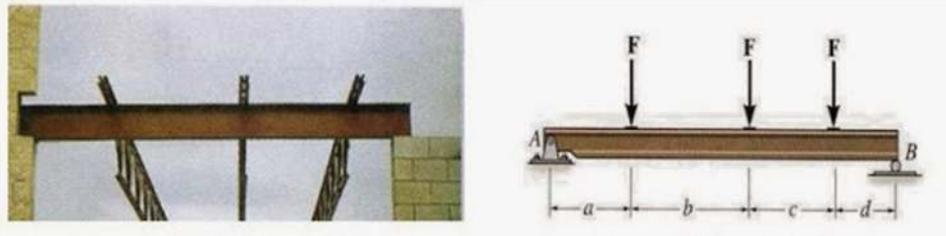
1. Menambahkan elemen diagonal pada desain struktur. Hal ini akan mencegah struktur mengalami deformasi menjadi jajaran genjang ketika mengalami beban horisontal. Elemen diagonal harus dirancang dengan baik untuk menahan beban horisontal yang diterimanya.
2. Menggunakan dinding geser yang berfungsi sebagai elemen bidang permukaan kaku, dapat juga digunakan untuk menahan deformasi akibat beban horisontal.
3. Membentuk hubungan antara elemen struktur dengan cara yang membuat perubahan sudut terjadi secara konstan. Pada kondisi pembebanan yang diterima juga dapat digunakan untuk menciptakan stabilitas pada struktur yang sering disebut sebagai rangka (*frame*).

Menjamin kestabilan struktur, dapat juga dilakukan dengan cara menambahkan elemen-elemen pendukung yang berfungsi sebagai pengaman atau penyeimbang gaya, seperti penambahan tiang-tiang yang kuat atau penambahan sistem pondasi yang kaku. Selain itu, dalam desain struktur juga perlu diperhatikan komponen-komponen yang terkait dengan kestabilan, seperti komponen penghubung, pengaturan komponen dalam struktur, serta pemilihan material yang sesuai. Dengan melakukan hal-hal tersebut, struktur akan terjamin kekuatannya dan kestabilannya dalam menahan beban yang akan diterimanya.



4. Permodelan Struktur

Permodelan struktur adalah suatu proses yang digunakan untuk membuat representasi matematis dari suatu struktur fisik. Proses ini digunakan untuk memprediksi perilaku struktur saat mengalami beban dan untuk menentukan kekuatan dan kekakuan elemen struktur. Dalam permodelan struktur, struktur fisik dianggap sebagai sistem dari elemen-elemen diskrit yang dihubungkan oleh sambungan. Elemen tersebut dapat berupa kolom, balok, atau elemen lainnya yang digunakan dalam konstruksi.



Gambar 6.18. Contoh Permodelan Struktur

Sumber: belajarilmubangunan.blogspot.com/2013/12/pengertian-dan-macam-tumpuan.html (2013)

Jenis perletakan yang digunakan dalam permodelan struktur (gambar 6.19.) dibagi menjadi tiga yaitu:

1. Sendi adalah perletakan di mana elemen dapat berputar, tetapi tidak dapat bergeser (6.19a).
2. Rol adalah perletakan di mana elemen dapat berputar dan bergeser pada arah tertentu tetapi translasi pada arah yang lain dikekang (6.19b).
3. Jepit adalah perletakan di mana elemen tidak dapat berputar atau bergeser (6.19c)

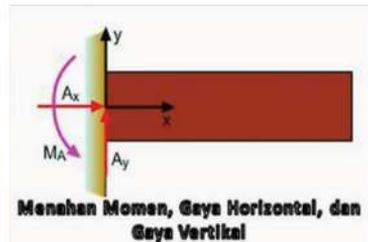


(a) Tumpuan sendi dan permodelan tumpuan sendi





(b) Tumpuan roll dan permodelan tumpuan roll



(c) Tumpuan jepit dan permodelan tumpuan jepit

Gambar 6.19. Jenis Tumpuan dan Permodelan Tumpuan

Sumber: belajarilmubangunan.blogspot.com/2013/12/pengertian-dan-macam-tumpuan.html (2013)

Sambungan dalam permodelan struktur dibagi menjadi dua jenis yaitu:

1. Sambungan *rigid* adalah sambungan yang meneruskan momen, sehingga elemen yang dihubungkan tersebut bergerak secara serempak.
2. Sambungan fleksibel adalah sambungan yang tidak meneruskan momen, sehingga elemen yang dihubungkan tersebut dapat bergerak secara terpisah.

Ada juga yang menambahkan jenis sambungan ketiga yaitu *semi-rigid*, yang berarti sambungan yang memiliki tingkat momen yang diteruskan yang berada di antara kondisi *rigid* dan fleksibel.





Aktivitas 6.3.

Ayo Pahami

Kalian telah mempelajari materi tentang arti keseimbangan gaya, macam gaya, fenomena struktur dasar dan permodelan struktur. Untuk menambah pemahaman, buatlah kelompok yang beranggotakan 4-5 orang kemudian diskusikan hal-hal berikut, lalu presentasikanlah hasil diskusi kalian di depan kelas dan minta kelompok lain untuk menanggapi.

1. Gaya yang bekerja pada struktur bangunan itu harus seimbang. Cobalah jelaskan maksud pernyataan tersebut!
2. Beban yang bekerja pada struktur bangunan akan menimbulkan gaya dengan karakteristik dan dampak yang berbeda pada struktur bangunan. Jelaskan karakteristik dan dampak dari gaya-gaya berikut:
 - a. Gaya tarik
 - b. Gaya tekan
 - c. Gaya lentur,
 - d. Gaya geser
 - e. Torsi, dan
 - f. Tegangan tumpu.
3. Setiap struktur akan mengalami perubahan bentuk atau deformasi ketika mengalami pembebanan. Struktur yang tidak stabil mudah mengalami keruntuhan secara menyeluruh dan seketika begitu dibebani. Untuk itu dibutuhkan cara agar struktur menjadi stabil. Jelaskan dengan singkat cara untuk membentuk sistem struktur menjadi sistem yang stabil?
4. Pada permodelan struktur dikenal ada tiga jenis perletakan atau tumpuan, yaitu sendi, roll dan jepit. Jelaskan perbedaannya dan gambarkan pula reaksi yang terjadi pada masing-masing tumpuan tersebut?

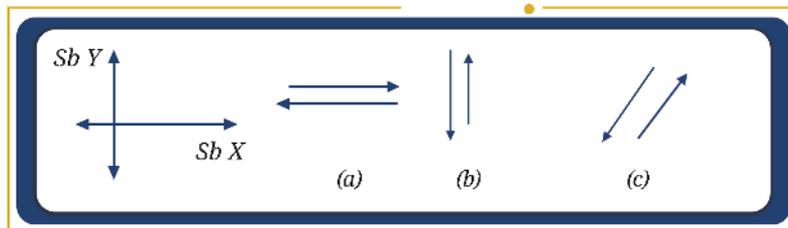


5. Menyusun Gaya Dalam Struktur Bangunan

Gaya dalam struktur bangunan merupakan besaran usaha yang diterapkan pada suatu titik atau bidang dengan arah tertentu. Satuan yang biasa digunakan adalah newton, namun dalam praktiknya sering digunakan juga satuan kgf yang merupakan konversi dari 10 Newton. Gaya dapat ditunjukkan dalam diagram panah yang menunjukkan besarnya gaya dan arah gaya yang bersangkutan. Gaya yang diterima oleh suatu struktur dapat berasal dari berbagai sumber seperti gaya berat, gaya angin, gaya gempa, gaya tekan, gaya tarik, gaya lentur, gaya geser dan lain-lain.

a) Arah Gaya

Gaya dalam struktur bangunan dapat digambarkan melalui diagram panah yang menunjukkan besarnya gaya dan arah gaya. Arah gaya dapat dibedakan menjadi gaya datar (horizontal), vertikal, atau gaya yang berarah miring. Panjang diagram menunjukkan besar gaya yang diterima oleh elemen struktur (gambar 6.20.).



Gambar 6.20. Arah Gaya Pada Suatu Bidang. (a) Horizontal Searah Sumbu X (b) Horizontal Searah Sumbu Y (c) Gaya Miring.

Sumber: Arseti (2008)

b) Gaya Normal

Gaya normal merupakan gaya yang diterapkan pada serat batang struktur yang dapat dibedakan menjadi gaya sejajar serat dan gaya melintang serat. Gaya normal dapat berupa gaya tekan atau tarik, yang ditandai dengan N^- (gaya normal negatif) atau N^+ (gaya normal positif) sesuai dengan arah gaya yang diterapkan.

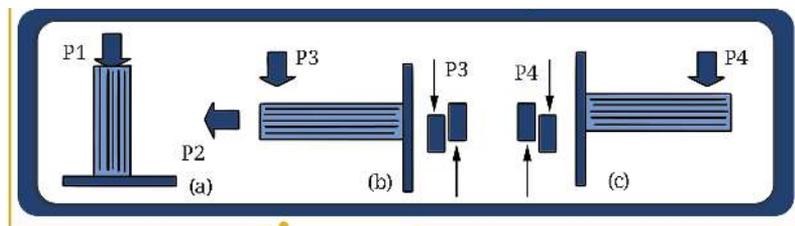
Gaya normal yang diterapkan pada serat batang struktur dapat mempengaruhi kekuatan dan ketahanan benda tersebut. Gaya normal negatif atau gaya tekan dapat



meningkatkan kekuatan benda, sedangkan gaya normal positif atau gaya tarikan dapat menurunkan kekuatan benda. Oleh karena itu, penting untuk mengukur dan mengontrol gaya normal yang diterapkan pada benda struktur untuk memastikan kestabilan dan keamanan benda tersebut.

c) Gaya Lintang (Gaya Geser)

Gaya lintang atau gaya geser adalah gaya yang memiliki arah tegak lurus atau melintang serat batang. Gaya ini dapat berupa gaya lintang positif (+) atau gaya lintang negatif (-) berdasarkan arahnya terhadap tampang batang. Gaya lintang dapat mempengaruhi stabilitas benda struktur dan harus dipertimbangkan dalam perancangan struktur. Penggunaan tanda (+) atau (-) pada gaya lintang hanyalah sebagai kesepakatan untuk memberikan kemudahan dalam perhitungan (gambar 6.21.).



Gambar 6.21. Gaya Normal dan Gaya Lintang. (a) Gaya Normal Tekan (P1) (b) Normal Tarik (P2) dan Gaya Lintang Negatif (P3) (c) Gaya Lintang Positif (P4)

Sumber: Arseti (2008)

Gaya lintang positif ditandai dengan bagian kiri batang yang tergeser ke arah atas, sedangkan bagian kanan mengarah ke bawah. Hal ini menyebabkan batang yang terkena gaya berputar ke arah kanan. Sedangkan gaya lintang negatif adalah kebalikan dari gaya lintang positif, yang menyebabkan bagian kiri dan kanan batang berputar ke arah kiri. Perputaran ini dapat mempengaruhi stabilitas dan kekuatan benda struktur dan harus dipertimbangkan dalam perancangan struktur.

Gaya lintang atau gaya geser juga dapat menyebabkan kerusakan pada benda struktur jika tidak diantisipasi dengan baik. Oleh karena itu, perhitungan gaya lintang dan analisis stabilitas harus diperhatikan dalam perancangan

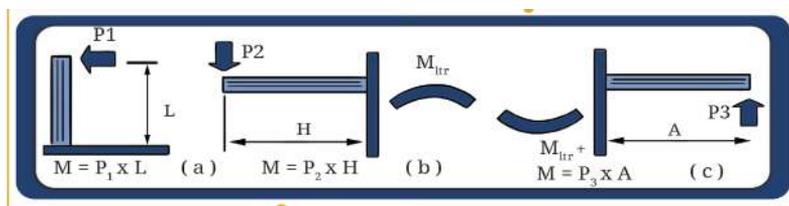


struktur. Beberapa cara untuk mengatasi gaya lintang pada benda struktur adalah dengan menambahkan sambungan geser, menambahkan pelat pengikat atau penambat serta dengan menambahkan elemen struktur yang dapat mengatasi gaya lintang.

d) Momen

Momen merupakan gaya putar yang diterapkan pada suatu benda struktur yang disebabkan oleh gaya tegak lurus pada titik tertentu di sepanjang benda tersebut. Momen dihitung sebagai perkalian antara gaya dengan lengan momen, yang menentukan tingkat defleksi atau melentur benda struktur.

Arah putaran momen dapat berupa momen searah jarum jam (MR+) atau momen melawan arah jarum jam (MR-). Momen ini dapat menyebabkan batang melentur atau mengalami defleksi yang dikenal sebagai momen lentur (M_{ltr}). Momen lentur (M_{ltr}) dapat dibedakan menjadi momen lentur positif (M_{ltr+}) dan momen lentur negatif (M_{ltr-}) (gambar 6.22.).



Gambar 6.22. Momen dan Arah Momen. (a) P1, P2 Menghasilkan Momen Rotasi Negatif (b) P3 Menghasilkan Momen Lentur Positif

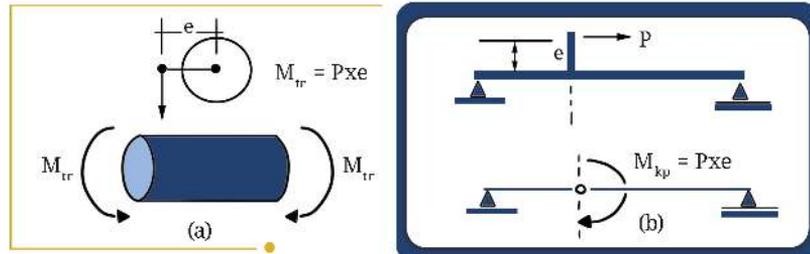
Sumber: Arseti (2008)

Momen lentur positif ditandai dengan bagian atas serat/tampang mengalami tekanan dan bagian bawah tampang mengalami tarikan, sedangkan momen lentur negatif ditandai dengan bagian atas tampang melintang batang mengalami tarikan dan bagian bawah tampang batang mengalami tekanan.

Selain momen lentur, momen juga terdiri dari momen puntir dan momen kopel. Momen puntir (gambar 6.23.) adalah momen yang dialami oleh benda seperti batang obeng (*screw driver*) yang bekerja sejajar dengan tampang



melintang batang. Sedangkan momen kopel merupakan momen pada titik saat gelegar bekerja sejajar arah panjang gelegar atau batang.



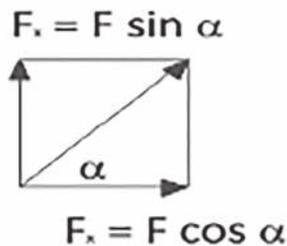
Gambar 6.23. (a) Momen Puntir (b) Momen Kopel

Sumber: Arseti (2008)

6. Menguraikan dan Menggabungkan Gaya

a. Menguraikan Gaya

Gaya yang berarah miring F dapat diuraikan terhadap bidang datar, tegak dan atau bidang acuan tertentu. Pada gambar 6.24. gaya yang membentuk sudut lancip (α) terhadap bidang datar (bidang X), dapat diuraikan menjadi gaya datar $F_x = F \cos \alpha$, dan gaya searah bidang $F_y = F \sin \alpha$.



Gambar 6.24. Menguraikan Gaya

Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

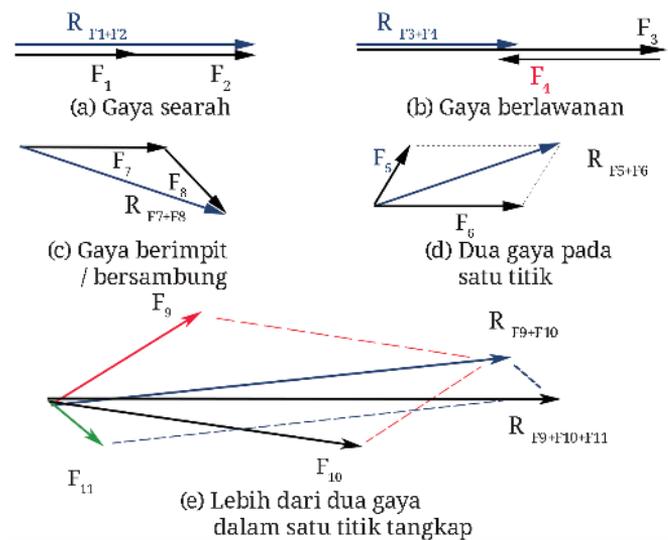
b. Menggabungkan Gaya

Arah dan titik tangkap gaya perlu ditentukan terlebih dahulu sebelum menggabungkan gaya-gaya yang berbeda dalam satu lintasan. Dua gaya atau lebih yang berarah sama dalam satu lintasan akan menghasilkan resultan gaya yang sama dengan penjumlahan gaya tersebut. Namun, jika gaya-gaya tersebut berarah berlawanan, resultan gaya tersebut merupakan hasil dari pengurangan gaya tersebut.



Dua gaya atau lebih dalam satu titik tangkap memiliki arah berbeda maka resultan gaya tersebut dapat ditentukan dengan menggambar proyeksi gaya-gaya tersebut pada satu bidang acuan. Untuk menggabungkan lebih dari dua gaya dalam satu titik tangkap, cara yang sama dapat dilakukan dengan menjumlahkan atau mengurangi resultan gaya-gaya tersebut satu per satu. Dengan cara ini, gaya-gaya dapat diuraikan, digabungkan dan dianalisis dengan lebih baik untuk menentukan gaya yang diterima oleh suatu elemen struktur.

Penggabungan gaya searah dengan menjumlahkan gaya dan grafis (gambar 6.25a. dan 6.25b.), menunjukkan penggabungan dua gaya berlawanan arah dan secara analitis dengan mengurangi kedua gaya tersebut. Gambar 6.25c memperlihatkan cara grafis menggabungkan dua gaya bersambung berbeda arah. Resultan gaya adalah garis hubung pangkal sampai ujung gaya ke dua. Gambar 6.25d. memperlihatkan cara grafis menggabungkan dua gaya satu titik tangkap berbeda arah dengan cara memproyeksikan gaya kedua pada ujung gaya pertama atau sebaliknya. Besar gaya gabungan / resultan secara prinsip mirip seperti gambar 6.25c.



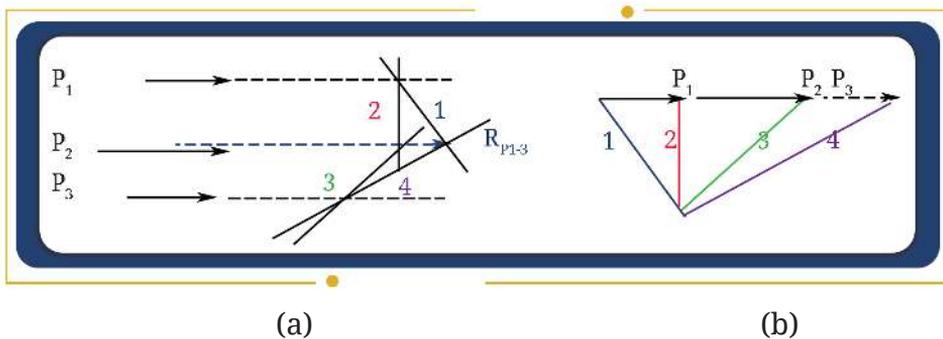
Gambar 6.25. Menggabungkan Gaya

Sumber: Arseti (2008)



Prosedur ini dapat diulangi untuk menggabungkan lebih dari dua gaya dalam satu titik tangkap (gambar 6.25e). Resultan P_9 dan $P_{10} = R_{P_9+P_{10}}$ menjadi gaya yang harus digabungkan dengan gaya P_{11} untuk menghasilkan resultan dari ke tiga gaya tersebut.

Dalam menggabungkan beberapa gaya berbeda titik tangkapnya, dapat dilakukan dengan cara grafis maupun analitis. Cara grafis dapat dilakukan dengan lukisan kutub seperti pada gambar 6.26. berikut:



Gambar 6.26. Cara Menggabungkan Gaya dengan Lukisan Kutub

Sumber: Arseti (2008)

Tahapan lukisan kutub adalah sebagai berikut:

- 1) Gambarlah secara terskala gaya-gaya yang akan digabungkan beserta garis kerja masing-masing gaya.
- 2) Urutkan posisi, susun gaya tersebut secara linear, P_1 , P_2 dan P_3 seperti gambar 6.19(b).
- 3) Plotkan garis kutub tersebut pada masing-masing garis kerja. Pada garis kerja P_1 , lukis suatu garis sehingga sejajar dengan garis kutub 1.
- 4) Dari titik potong garis kerja P_1 dengan garis kutub 1, lukis garis kutub 2 hingga memotong garis kerja P_2 .
- 5) Dari titik potong garis kutub 2 dengan garis kerja P_2 , lukis garis kutub 3 hingga memotong garis kerja P_3 .
- 6) Dari perpotongan garis kutub 3 dan P_3 , lukis garis kutub 4 hingga memotong garis kutub awal, garis kutub 1. Perpotongan kedua garis kutub tersebut merupakan letak garis kerja resultan ketiga gaya, $R_{P_{1-3}}$.



Penyelesaian secara analitis dilakukan dengan kaidah momen dari titik acuan yang ditentukan. Misal garis kerja P3 dipakai sebagai acuan, dengan y_{P2} , y_{P1} dan y_R masing merupakan jarak gaya P2, P1 dan R dari garis kerja P3. Persamaan y_R dapat dihitung sebagai berikut :

$$y_R = (y_{P2} \times P2 + y_{P1} \times P1) / R$$

$$y_R = (y_{P2} \times P2 + y_{P1} \times P1) / (P1 + P2 + P3)$$

Supaya lebih memahami wawasan kalian untuk materi ini, silakan simak video-video melalui *scan* QR kode berikut:



c. Hukum Newton III

Hukum Newton III dikenal sebagai hukum aksi dan reaksi yang menyatakan bahwa aksi suatu gaya akan sama dengan reaksi yang timbul dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\text{Aksi} = - (\text{Reaksi}) \quad \text{Aksi} + \text{Reaksi} = 0$$

Menurut konteks statika gaya, hukum ini digunakan untuk menentukan komponen reaksi dari suatu struktur agar dapat ditentukan stabilitas dari struktur tersebut. Jika hasil dari gaya aksi dan gaya reaksi sama dengan nol, maka struktur tersebut dikatakan stabil.

Contoh :

Perhatikan gambar 6.20.

$$\begin{aligned} \Sigma V &= 0 \\ CA_v + CB_v - W &= 0 \\ CA \sin 45^\circ + CB \sin 30^\circ - W &= 0 \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$



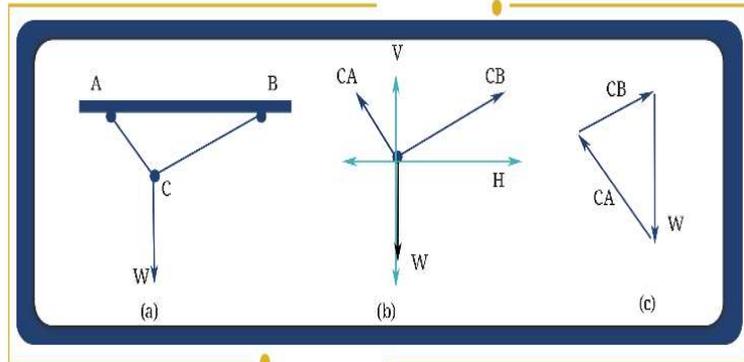
Keseimbangan gaya-gaya vertikal= 0

$$\Sigma H = 0$$

$$CA_H + CB_H - W = 0$$

$$CA \cos 45^\circ + CB \cos 30^\circ - W = 0 \dots\dots\dots (2)$$

Dari persamaan (1) dan (2), maka CA dan CB yang merupakan gaya akibat reaksi akibat W dapat ditentukan.



Gambar 6.27. Komponen Reaksi.

Sumber: Arseti (2008)

d. Cara Grafis

Untuk contoh soal tersebut dilakukan dengan melukis vektor gaya dengan kaidah penggabungannya (gambar 6.27c) sebagai berikut:

- 1) Gambarkan secara berurutan secara terskala W, CA dan CB dengan arah yang bersesuaian.
- 2) Impitkan ujung CB dengan titik tangkap mula W.
- 3) Arah lukisan masing komponen reaksi merupakan arah gaya terhadap titik tinjau C. Kedua bagian batang CA dan CB mengalami gaya tarikan karena arah lukisan pada grafis menjauh terhadap titik tangkap C. Besar gaya di tunjukkan dengan panjang lukisan secara terskala.

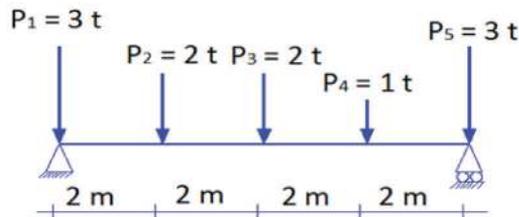




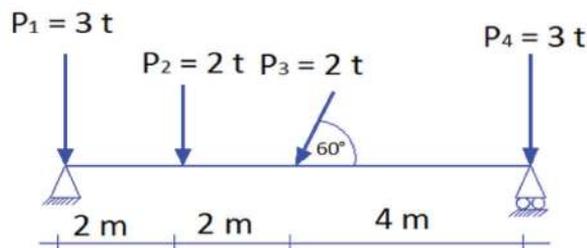
Aktivitas 6.4.

Ayo Pahami

1. Tentukan Resultante gaya pada gambar berikut dengan menggunakan cara grafis (lukisan kutub).



2. Tentukan Resultante gaya pada gambar berikut dengan menggunakan cara grafis (lukisan kutub).



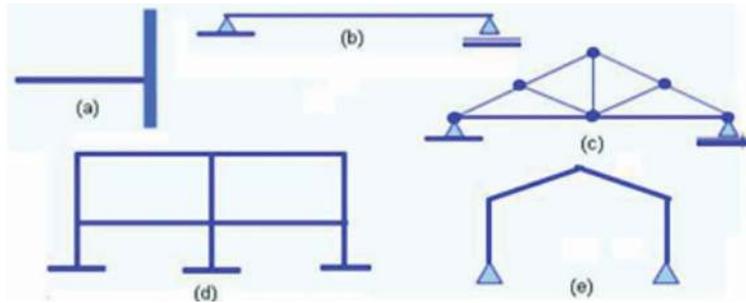
7. Statika Konstruksi Balok Sederhana

a. Bagian Struktur Bangunan

Bangunan sipil pada umumnya terdiri dari beberapa komponen struktur utama, yaitu balok, komponen struktur yang membentang, dan kolom. Kolom merupakan bagian struktur yang menerima gaya aksial dan menyalurkannya ke struktur pondasi.

Komponen yang membentang tersebut dapat berupa balok atau rangka batang (*truss*). Balok merupakan gelagar tunggal yang menerima beban lentur atau momen lentur, sementara rangka batang merupakan rangkaian batang tunggal yang disusun agar bagian batang tersebut tidak menahan momen. Bentuk lain dari komponen struktur adalah rangka kaku (*frame work*). Bentuk komponen struktur dapat dilihat pada gambar 6.28. berikut:





Gambar 6.28. Bentuk Komponen Struktur Utama (a) Balok Konsol, (b) Balok dua dudukan, (c) Rangka Batang, (d) Rangka Kaku, (e) Rangka 3 sendi .

Sumber: Arseti, 2008

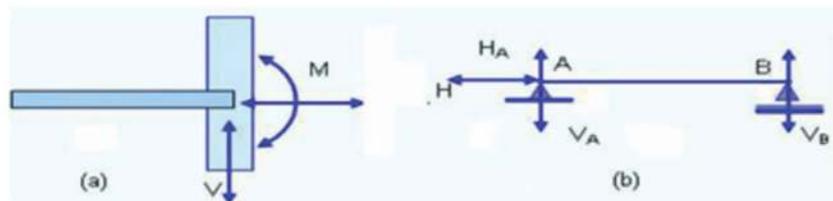
b. Dudukan atau Tumpuan (*Support*)

Struktur bangunan memerlukan dudukan atau tumpuan untuk menopang beban yang diterima. Ada beberapa jenis dudukan yang dapat digunakan, seperti dudukan kaku atau jepitan, paduan dudukan sendi, dan dudukan gelinding atau gelincir. Besarnya komponen reaksi dari dudukan tersebut dihitung dengan menggunakan prinsip kesetimbangan. Prinsip kesetimbangan atau stabilitas dalam struktur statis seperti gambar 6.28a. dan 6.28b., sebagai berikut:

$$\Sigma H = 0, \Sigma V = 0, \Sigma M = 0 \quad \text{atau} \quad \Sigma X = 0, \Sigma Y = 0, \Sigma M = 0$$

1) Dudukan Jepit Kaku Tunggal

Dudukan jepit kaku tunggal dikenal sebagai struktur konsol, adalah jenis dudukan yang dapat menguraikan gaya yang diterima menjadi tiga komponen reaksi, yaitu $H = 0$, $V = 0$, dan $M = 0$. Dudukan jepit kaku tunggal ini dapat ditunjukkan pada gambar 6.29a.



Gambar 6.29. Bentuk Dudukan. (a) Reaksi yang Terjadi Pada Dudukan Jepit Kaku (Konsol). (b) Reaksi Yang Terjadi Pada Dudukan Ganda (Sendi dan Rol),

Sumber: Arseti (2008)



2) Dudukan Ganda untuk Balok

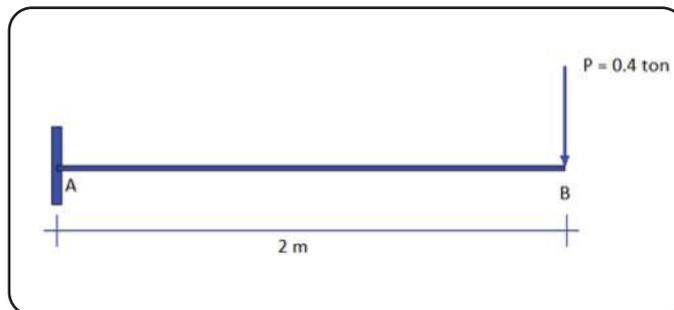
Dudukan ganda merupakan jenis dudukan yang digunakan untuk menopang balok atau rangka batang. Bentuk dudukan ini dapat berupa dudukan sendi atau engsel (*hinge*) dan dudukan gelinding (*rol*) atau dudukan gelincir. Dudukan gelincir dimaksudkan untuk menghindari tarikan atau tekanan akibat melenturnya batang atau balok yang disangga. Dudukan ini memungkinkan batang yang ditumpu dapat berputar dengan bebas jika terjadi lenturan, sehingga tidak menahan komponen reaksi momen.

Pada dudukan sendi, dudukan A akan menghasilkan komponen reaksi vertikal (V) dan horisontal (H), sedangkan pada dudukan gelinding atau gelincir, dudukan B hanya akan menerima komponen reaksi vertikal (V) saja. Ilustrasi dudukan ini dapat ditunjukkan pada gambar 6.29b.

8. Analisis Balok Statis Tertentu dengan Beban Terpusat

a. Balok Konsol dengan Beban Terpusat

Balok terjepit sebelah (konsol) dengan beban terpusat (gambar 6.30.) adalah jenis balok yang menerima beban dari satu arah yang terpusat. Beban tersebut dapat berupa beban vertikal, miring atau diagonal serta horisontal. Analisis dan perhitungan balok ini memerlukan penguasaan kesepakatan tanda presentasi gaya lintang, gaya normal, dan momen. Kalian dapat membuat diagram gaya lintang, gaya normal, dan momen lentur dari konsol tersebut. Untuk memahami hal tersebut perhatikan pembahasan berikut:

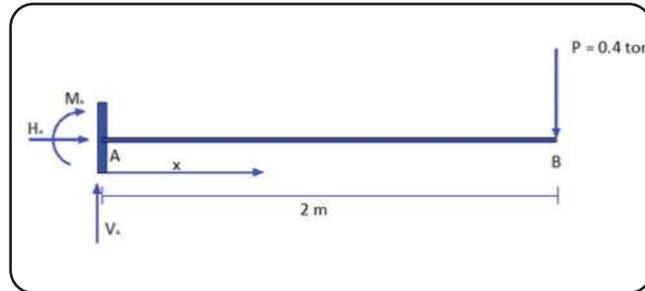


Gambar 6.30. Contoh Konsol dengan Beban Terpusat di Ujung Balok

Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)



Gaya-gaya dalam (gaya lintang/geser, momen lentur, dan gaya normal) pada konsol (gambar 6.31.) dapat ditentukan secara analitis, sebagai berikut:



Gambar 6.31. Reaksi yang Terjadi pada Konsul AB dan Menentukan Momen Lentur pada Konsol AB dengan Beban Terpusat.

Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

Arah reaksi vertikal di A diwakili V_A

Arah reaksi horizontal di A diwakili H_A

Arah momen di A diwakili oleh M_A .

Selanjutnya, ingat perjanjian tanda dan arah!

$V_A = +$ jika mengarah ke atas (\uparrow)

$V_A = -$ jika mengarah ke bawah (\downarrow)

$H_A = +$ jika mengarah ke kanan (\rightarrow)

$H_A = -$ jika mengarah ke kiri (\leftarrow)

$M_A = +$ jika searah dengan arah putaran jarum jam, dan

$M_A = -$ jika berlawanan dengan arah putaran jarum jam.

1) Keseimbangan Gaya-gaya Vertikal

$$\Sigma V_A = 0$$

$$V_A - P = 0$$

$$V_A = P \rightarrow 0.4 \text{ t } (\uparrow)$$

2) Keseimbangan Gaya-gaya Horizontal

$$\Sigma H_A = 0$$

$$H_A = 0$$

3) Momen

$$\Sigma M_A = 0$$

$$0 = M_A + P \times 2$$

$$M_A = -0.4 \times 2 \rightarrow -0.8 \text{ ton meter}$$



4) Menentukan Gaya Geser/Lintang

$$D_A = V_A = D_B = 0.4 \text{ ton}$$

Jika dilukis gaya geser/gaya lintangnya, akan tampak seperti gambar 6.32b.

5) Menentukan Momen Lentur

Untuk menentukan besaran lenturan di tiap titik dihitung melalui persamaan dengan variabel panjang di setiap bentang batang. Karena beban yang bekerja adalah beban terpusat, maka persamaan momen menggunakan persamaan garis lurus, sehingga diperoleh:

Momen lentur di titik A (M_A , $x = 0$)

$$M_A = M_A + V_A \cdot x = -0.8 + (0.4 \times 0) = -0.8 \text{ tm}$$

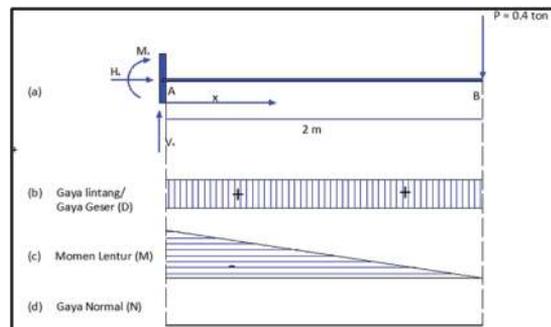
Momen lentur di titik B (M_B , $x = 2 \text{ m}$)

$$\begin{aligned} M_B &= M_A + V_A \cdot 2 \\ &= -0.8 + (0.4 \times 2) \\ &= -0.8 + 0.8 = 0 \end{aligned}$$

Jika dilukiskan momen lentur, akan tampak seperti gambar 6.32c.

6) Menentukan Gaya Normal

Karena pada struktur konsol tersebut tidak ada gaya horizontal, maka gaya normal, $N = 0$. gambar 6.32d.



Gambar 6.32. Diagram Gaya pada Konsol AB dengan Beban Terpusat

Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

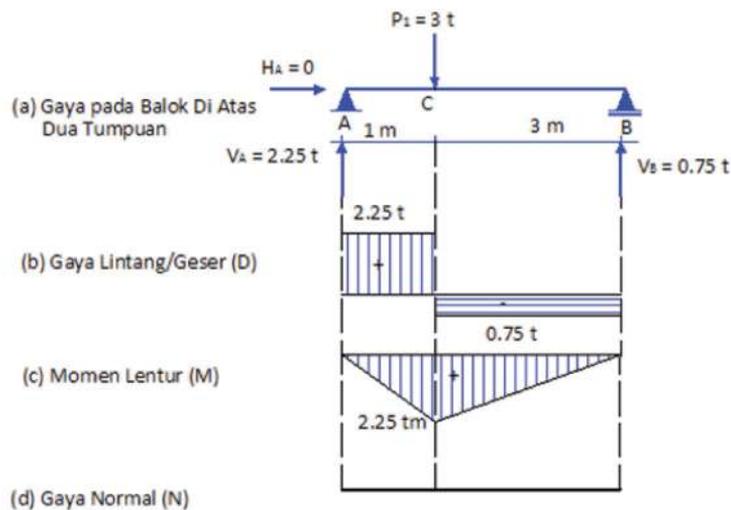
Untuk melengkapi pemahaman kalian tentang Balok Terjepit Sebelah (Konsol) dengan Beban Terpusat silakan simak video melalui scan kode QR berikut:



b. Balok di Atas Dua Dudukan dengan Beban Terpusat

Struktur balok di atas dua dudukan adalah sebuah konstruksi balok yang diikat pada dua dudukan yang berbeda. Umumnya salah satu dudukan berbentuk sendi (*hinge*) dan dudukan yang lain berupa dudukan gelinding (*roll*) atau dudukan gelincir (*sliding support*). Struktur ini digunakan dalam konstruksi untuk menopang beban pada balok dan memberikan mobilitas pada balok agar dapat berputar atau bergeser sesuai dengan gaya yang diterima.

Perhatikan gambar 6.33. berikut :



Gambar 6.33. Reaksi yang Terjadi pada Balok Di Atas Dua Tumpuan

Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

Untuk menentukan komponen reaksi di tiap tumpuan berlaku persamaan kestabilan $\Sigma M = 0$, $\Sigma V = 0$ dan $\Sigma P + \Sigma R = 0$.

1) Momen di Tumpuan/Dudukan A

$$\begin{aligned}\Sigma M_A &= 0 \\ P_1 \cdot 1 &= V_B \cdot 4 = 0 \\ V_B &= \frac{(3 \times 1)}{4} = 0.75 \text{ t}\end{aligned}$$

Momen di Tumpuan/Dudukan B

$$\begin{aligned}\Sigma M_B &= 0 \\ P_1 \cdot 3 &= V_A \cdot 4 = 0 \\ V_A &= \frac{(3 \times 3)}{4} = 2.25 \text{ t}\end{aligned}$$

Catatan

Momen searah jarum jam bertanda (+) dan berlawanan arah jarum jam bertanda (-), untuk arah gaya ke atas bertanda (+) dan ke bawah bertanda (-)



Uji keseimbangan gaya-gaya vertikal

$$\Sigma V = 0$$

$$-P_1 + V_A + V_B = 0$$

$$-3 + 2.25 + 0.75 = 0$$

2) Diagram Gaya Lintang/Geser

Untuk menyelesaikan gaya lintang, ditinjau masing-masing batang sebagai berikut :

a. Tinjau batang AC

$$D_A = V_A = 2.25 \text{ t}$$

$$D_{C\text{-kiri}} = D_A = 2.25 \text{ t}$$

b. Tinjauan batang CB

$$D_{C\text{-kanan}} = V_A - P_1 = 2.25 - 3 = -0.75 \text{ t}$$

$$D_{B\text{-kiri}} = D_C = -0.75 \text{ t}$$

$$D_{B\text{-kanan}} = D_{B\text{-kiri}} + V_B = -0.75 + 0.75 = 0$$

Untuk diagram gaya lintang/geser yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 6.33b.

3) Diagram Momen

a. Tinjauan batang AC

$$M_x = V_A \cdot x$$

$$M_A = 0 \text{ (karena sendi tidak menahan momen)}$$

$$M_C = V_A \cdot 1 = 2.25 \times 1 = 2.25 \text{ tm}$$

b. Tinjauan batang CB

$$M_x = V_A \cdot x - P_1 \cdot (x - 1)$$

$$M_B = (2.25 \times 4) - (3 \times (4 - 1))$$

$$= 9 - 9 = 0$$

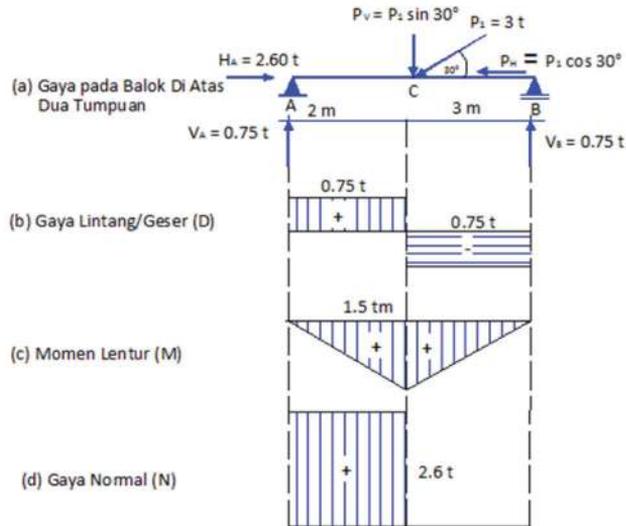
Hasil penggambaran diagram momen dapat diperlihatkan pada gambar 6.33c.

c. Balok Dua Dudukan dengan Beban Terpusat Miring

Pada struktur balok oleh beban miring penyelesaiannya pada dasarnya hampir sama dengan penyelesaian beban tegak lurus dan melintang seperti pada contoh soal sebelumnya. Perbedaannya



adalah bahwa beban miring tersebut mengakibatkan gaya normal yang harus ditahan oleh dukungan maupun batang balok. Perhatikan contoh gambar 6.34. berikut:



Gambar 6.34. Reaksi yang Terjadi pada Balok Di Atas Dua Tumpuan dengan Beban Miring

Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

Untuk menentukan komponen reaksi di tiap tumpuan berlaku persamaan kestabilan $\Sigma M = 0$, $\Sigma V = 0$ dan $\Sigma P + \Sigma R = 0$.

- 1) Momen di Tumpuan/Dudukan A

$$\begin{aligned} \Sigma M_A &= 0 \\ P_v \cdot 2 - V_B \cdot 4 &= 0 \\ (P_1 \sin 30^\circ \times 2) - (V_B \times 4) &= 0 \\ V_B &= \frac{1}{4} \times (3 \times \sin 30^\circ \times 2) = 0.75 \text{ t} \end{aligned}$$

- 2) Momen di Tumpuan/Dudukan B

$$\begin{aligned} \Sigma M_B &= 0 \\ -P_v \times 2 + V_A \times 4 &= 0 \\ (P_1 \sin 30^\circ \times 2) - (V_A \times 4) &= 0 \\ V_A &= \frac{1}{4} \times (3 \times \sin 30^\circ \times 2) = 0.75 \text{ t} \end{aligned}$$

- 3) Uji keseimbangan gaya-gaya horizontal

$$\begin{aligned} \Sigma H &= 0 \\ H_A - P_H &= 0 \\ H_A - P_1 \cos 30^\circ &= 0 \\ H_A &= 3 \cos 30^\circ = 2.60 \text{ t} \end{aligned}$$



4) Uji keseimbangan gaya-gaya vertikal

$$\Sigma V = 0$$

$$-P_v + V_A + V_B = 0$$

$$-(3 \times \sin 30^\circ) + 0.75 + 0.75 = 0$$

$$0 = 0$$

5) Diagram Gaya Lintang/Geser

Untuk menyelesaikan gaya lintang, ditinjau masing-masing batang sebagai berikut :

a. Tinjau batang AC

$$D_A = V_A = 0.75 \text{ t}$$

$$D_{C\text{-kiri}} = D_A = 0.75 \text{ t}$$

b. Tinjauan batang CB

$$D_{C\text{-kanan}} = V_A - P_v = 0.75 - (3 \sin 30^\circ) = -0.75 \text{ t}$$

$$D_{B\text{-kiri}} = D_C = -0.75 \text{ t}$$

$$D_{B\text{-kanan}} = D_{B\text{-kiri}} + V_B = -0.75 + 0.75 = 0$$

Untuk diagram gaya lintang/geser yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 6.34b.

6) Diagram Momen (M)

a. Tinjauan batang AC

$$M_x = V_A \cdot x$$

$$M_A = 0 \text{ (karena sendi tidak menahan momen)}$$

$$M_C = V_A \cdot 2 = 0.75 \times 2 = 1.5 \text{ tm}$$

b. Tinjauan batang CB

$$M_x = V_A \cdot x - P_v \cdot (x - 2)$$

$$M_B = (0.75 \times 4) - P_v \cdot (4 - 2)$$

$$= (0.75 \times 4) - 3 \sin 30^\circ \times 2$$

$$= 3 - 3 = 0$$

Dari perhitungan analisis tersebut dapat diketahui bahwa momen maksimum terjadi di titik C (tengah bentang) sebesar 1.5 tm. Momen inilah yang selanjutnya digunakan untuk perancangan batang struktur akibat momen lentur (gambar 6.34).



7) Diagram Gaya Normal (N)

a. Tinjauan batang AC

$$N_A = H_A = 2.6 \text{ t}$$

$$N_C = H_A = 2.6 \text{ t}$$

b. Tinjauan batang CB

$$N_C = H_A - P_H$$

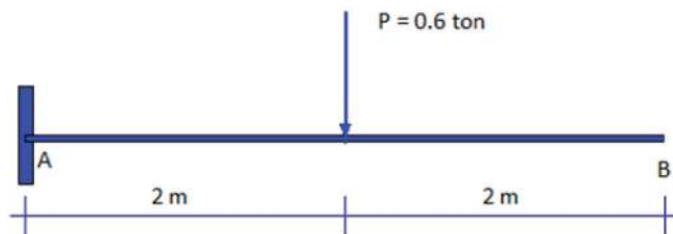
$$= 2.6 - (3 \cos 30^\circ) = 2.6 - 2.6 = 0$$



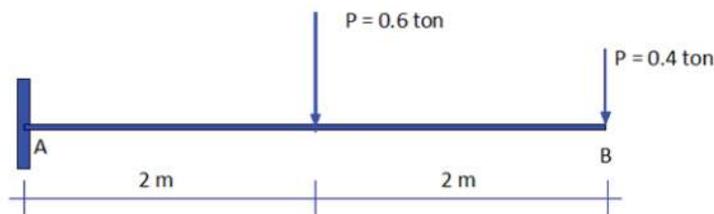
Aktivitas 6.5.

Ayo Mencoba

1. Buatlah diagram gaya lintang/geser, gaya normal dan momen lentur pada konsol berikut!



2. Buatlah diagram gaya lintang/geser, gaya normal dan momen lentur pada konsol berikut!



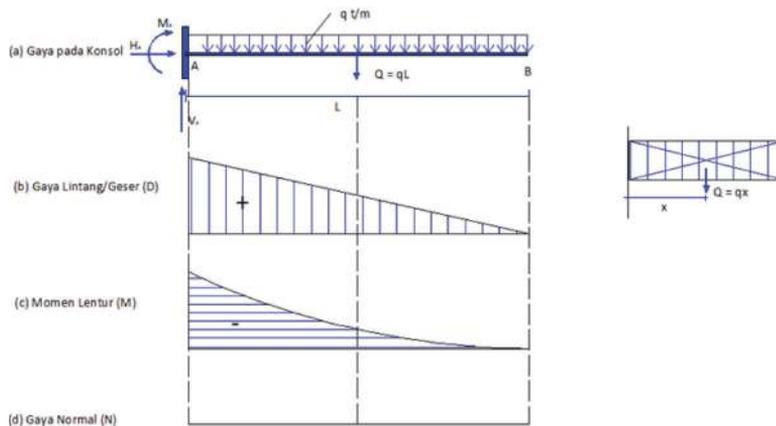
9. Analisis Balok Statis Tertentu dengan Beban Terbagi Merata dan Segi Tiga

a. Balok Konsol dengan Muatan Terbagi Merata

Balok konsol dengan muatan terbagi merata merupakan jenis balok yang menerima beban tersebar secara merata ke arah memanjang maupun lurus. Beban ini dinyatakan dalam



besaran beban tiap satuan panjang dan umumnya dinyatakan dalam ton per meter (t/m) dan dilambangkan dengan q . Beban ini dapat ditemukan pada beban sendi gelagar. Tahukah kalian bagaimana menentukan gaya dalam suatu konsol dengan muatan terbagi merata? Untuk memahaminya perhatikan gambar 6.35. beserta pembahasan berikut!



Gambar 6.35. Contoh Konsol dengan Beban Merata
 Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

Gaya lintang/geser, momen lentur dan gaya normal pada gambar 6.35. dapat ditentukan secara analitis. Namun terlebih dahulu menentukan muatan total beban merata (Q) = qx , sebagai berikut:

- 1) Keseimbangan Gaya-Gaya Vertikal

$$\Sigma V = 0$$

$$R_A = Q = qL \text{ ton } (\uparrow)$$

- 2) Keseimbangan Gaya-Gaya Horizontal

$$\Sigma H = 0, \text{ sehingga } H_A = 0$$

- 3) Momen

$$\Sigma M_A = 0$$

$$M_A = -Q \left(\frac{1}{2} \right) = -(qL) \left(\frac{1}{2} \right) L = - \left(\frac{1}{2} \right) qL^2 \text{ ton meter}$$

- 4) Menentukan Gaya Lintang/Gaya Geser

$$D_A = V_A = qL \text{ ton}$$

$$D_B = V_A - Q = ql - ql = 0$$

Jika dilukis tampak seperti gambar 6.35b.



5) Menentukan Momen Lentur

$$M_x = (qx) \left(\frac{1}{2} x \right) = \left(\frac{1}{2} \right) qx^2$$

$$M_A = \left(\frac{1}{2} \right) qL^2 \text{ ton meter}$$

Jika dilukis tampak seperti gambar 6.35c.

6) Menentukan Gaya Normal

Karena pada struktur konsol tersebut tidak ada gaya horizontal, maka gaya normal, $N = 0$.

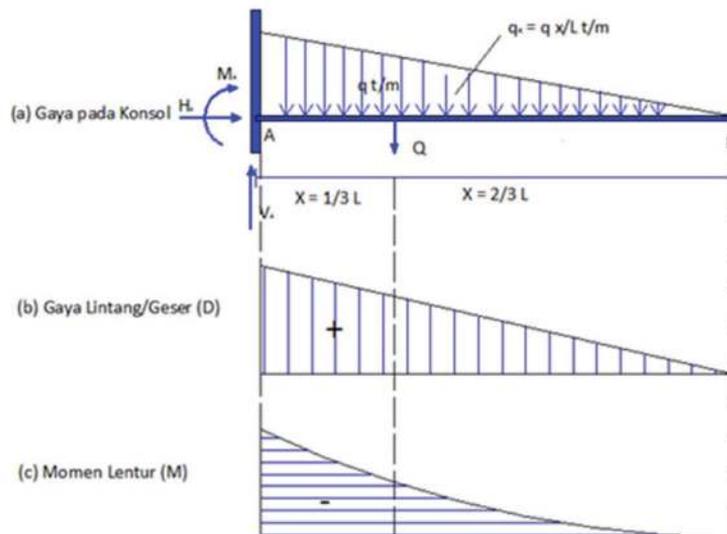
Jika dilukis tampak seperti gambar 6.35d.

Supaya kalian memahami lebih detail gaya-gaya yang bekerja pada konsol dengan beban merata. Silakan simak video melalui *scan* kode QR berikut:



b. Balok Konsol dengan Muatan Terbagi Segitiga

Balok konsol dengan muatan terbagi segitiga merupakan jenis balok yang menerima beban atau muatan yang tersebar dalam bentuk segitiga. Beban ini dapat diakibatkan oleh tekanan hidrostatika atau tekanan tanah pada dinding penahan tanah. Titik berat tekanan pada muatan segitiga berada pada $1/3L$ (panjang bentang). Analisis dan ilustrasi muatan tersebut jika dikerjakan pada konsol dapat diperlihatkan pada gambar 6.36.



Gambar 6.36. Reaksi yang Terjadi pada Konsol dengan Muatan Terbagi Segitiga

Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)



Dari gambar 6.31. dapat diketahui bahwa:

$$V_A = Q = \text{Luas segitiga} = \left(\frac{1}{2}\right) qL \text{ ton}$$

$$M_A = Q \left(\frac{1}{3}\right)L = \left(\frac{1}{2} qL\right) \left(\frac{1}{3}\right)L = \frac{1}{6} qL^2 \text{ ton meter}$$

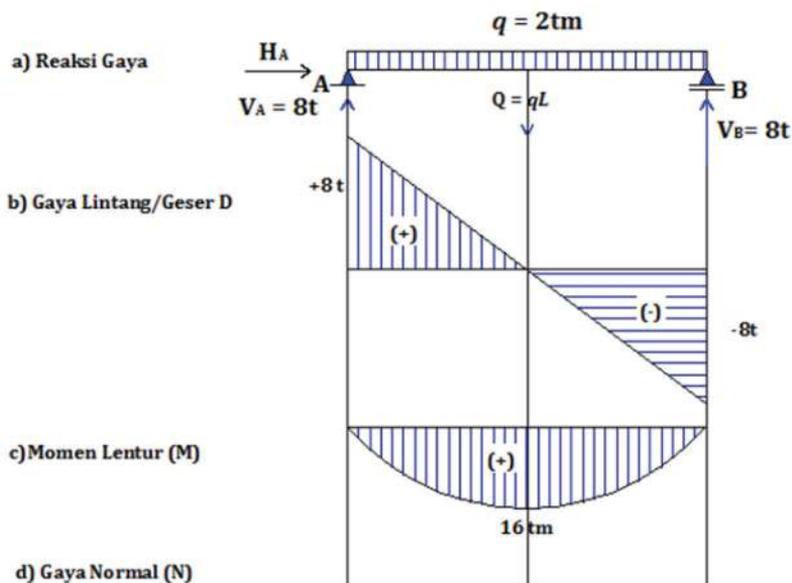
$$M_x = Q \frac{1}{3}x = \left(qx \frac{1}{2}x\right) \frac{1}{3}x = \left(\frac{qx}{L}\right) \left(\frac{1}{2}x\right) \left(\frac{1}{3}x\right) = \frac{qx^3}{6L} \text{ ton meter}$$

Untuk lebih memahami tentang beban segitiga pada konsol dapat dilihat pada soal nomor 2 yang terdapat pada video berikut:



c. Balok Dua Dudukan dengan Beban Terbagi Merata

Analisis komponen reaksi dan gaya dalam pada struktur balok dua dudukan dengan beban terbagi merata diperlihatkan pada gambar 6.37. berikut:



Gambar 6.37. Reaksi yang Terjadi pada Balok di Atas Dua Tumpuan dengan Beban Terbagi Merata

Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

1) Menentukan Komponen Reaksi

Untuk menentukan komponen reaksi pada tiap tumpuan berlaku persamaan kestabilan $\Sigma M = 0$, $\Sigma V = 0$ dan $\Sigma P + \Sigma R = 0$.



a) Tinjauan di tumpuan A

$$\begin{aligned}\Sigma M_A &= 0 \\ (qL) \left(\frac{1}{2}L\right) - V_B \cdot L &= 0 \\ V_B = \frac{1}{2}qL = \frac{1}{2} \times 2 \times 8 &= 8 \text{ ton}\end{aligned}$$

b) Tinjauan di tumpuan B

$$\begin{aligned}\Sigma M_B &= 0 \\ + V_B \cdot L &= 0 \\ V_A = \frac{1}{2}qL = \frac{1}{2} \times 2 \times 8 &= 8 \text{ ton}\end{aligned}$$

2) Gaya Lintang (L) dan Momen (M)

Besar gaya lintang (D) dan momen lentur (M) di sepanjang batang dengan jarak x sebesar D_x dan M_x dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

a) Gaya Lintang (gambar 6.37b.)

Persamaan :

$$\begin{aligned}D_x &= V_A - qx \\ D_A &= V_A - qx = 8 - 0 = 8 \text{ t} \\ D_C &= V_A - qx = 8 - 2 \times 4 = 0 \text{ t} \\ D_B &= V_A - qx = 8 - 2 \times 8 = -8\end{aligned}$$

b) Momen Lentur M

Persamaan :

$$\begin{aligned}M_x &= V_A \cdot x - (qx) \left(\frac{1}{2}x\right) = V_A \cdot x - \left(\frac{1}{2}qx^2\right) \\ &= V_A \cdot x - \left(\frac{1}{2}qx^2\right) \\ M_A &= V_A \cdot x - \left(\frac{1}{2}qx^2\right) = 0 \\ M_C &= V_A \cdot x - \left(\frac{1}{2}qx^2\right) = 8 \times 4 - \left(\frac{1}{2}2(4^2)\right) = 16 \text{ tm} \\ M_B &= 0\end{aligned}$$

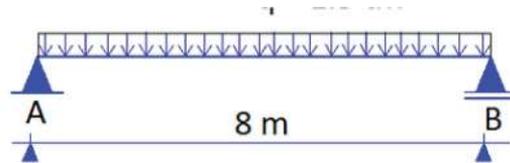




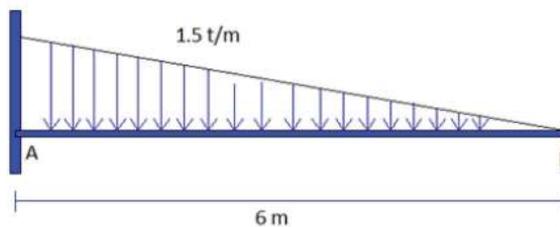
Aktivitas 6.6.

Ayo Mencoba

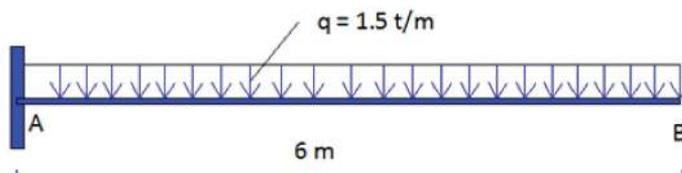
1. Buatlah diagram gaya lintang/geser, gaya normal dan momen lentur (gaya-gaya dalam) pada konstruksi berikut!



2. Buatlah diagram gaya lintang/geser, gaya normal dan momen lentur (gaya-gaya dalam) pada konstruksi berikut!



3. Buatlah diagram gaya lintang/geser, gaya normal dan momen lentur (gaya-gaya dalam) pada konstruksi berikut!



C. Rangka Batang pada Konstruksi Rangka Sederhana

Tahukan Kalian?

Struktur Rangka Batang (*Truss*) dipilih karena mampu menerima beban struktur yang relatif besar dan dapat melayani kebutuhan bentang struktur yang panjang. Struktur ini dirancang untuk menghindari lenturan pada batang struktur seperti yang terjadi pada balok. Pada struktur rangka batang, batang struktur hanya menerima beban normal tarikan maupun tekan. Bentuk paling sederhana dari struktur ini adalah rangkaian batang yang dirangkai membentuk bangun segitiga. Struktur ini dapat ditemukan pada rangka atap maupun jembatan.

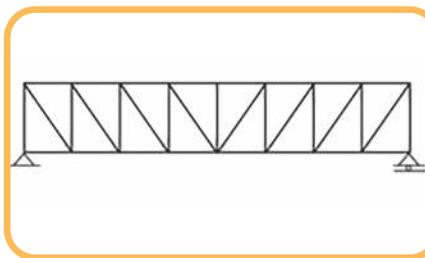
1. Pengertian Rangka Batang

Struktur rangka batang (*truss*) statis tertentu adalah struktur yang terdiri dari batang-batang lurus yang disambung pada titik simpul sehingga membentuk sejumlah segitiga batang. Struktur ini umumnya terbuat dari bahan-bahan (material) yang relatif ringan, dengan masing-masing batang direncanakan hanya menerima gaya normal (gaya tekan dan tarik). Struktur ini dapat dijumpai pada rangka atap dan jembatan.

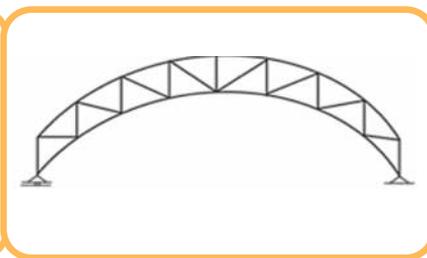
2. Bentuk Struktur Rangka Batang

Rangka batang bidang dapat dikelompokkan menjadi tiga (gambar 6.38.) yaitu:

- Rangka balok/ sederhana
- Rangka pelengkung
- Rangka portal

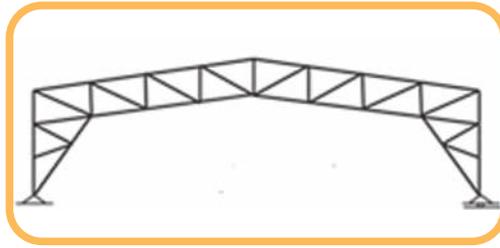


(a) Rangka Balok/Sederhana



(b) Rangka Plengkung





c) Rangka Portal

Gambar 6.38. Bentuk Struktur Rangka Batang Bidang

Sumber: <https://docplayer.info/345917-Konstruksi-rangka-batang.html> (2016)

3. Prinsip Keseimbangan Gaya Batang

Perhitungan struktur didasarkan atas ketentuan sebagai berikut:

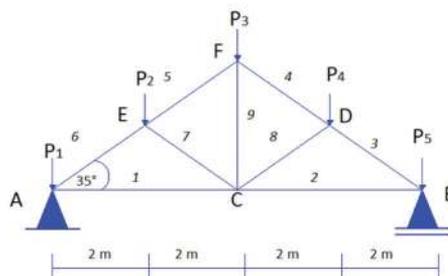
- Disetiap titik simpul garis sumbu dan garis kerja gaya masing-masing harus bertemu pada satu titik dan bekerja sebagai engsel, sehingga momen dapat diabaikan.
- Beban-beban hanya boleh bekerja di titik simpul.
- Garis sumbu batang masing-masing harus lurus, sebab jika ada batang yang tidak lurus (melengkung) akan menimbulkan momen.

Suatu struktur rangka batang menjadi statis tertentu apabila reaksi tumpuan dan gaya batang masing-masing dapat ditentukan dengan persamaan statika atau prinsip keseimbangan, dengan ketentuan:

$$n = 2J - R$$

dimana : J = Jumlah simpul
 n = Jumlah batang
 R = Jumlah komponen reaksi, RA_V , RA_H , RB_V .

Perhatikan gambar 6.39. berikut :



Gambar 6.39. Bentuk Rangka Batang Sederhana/Balok

Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)



Batang tersebut terdiri dari 9 batang struktur (*member*) dan 6 titik sambung atau simpul (A-F). Dudukan sendi A dapat menerima 2 arah komponen reaksi, R_V dan R_H . Sedangkan dudukan gelinding B dapat menerima komponen reaksi R_V . Sehingga terdapat 3 komponen reaksi dudukan. Berdasarkan persyaratan tersebut kestabilan rangka batang dapat ditulis:

$$n = 2J - R$$

$$9 = 2 \cdot 6 - 3$$

$$9 = 12 - 3 \rightarrow \text{struktur rangka batang statis tertentu (Ok)}$$

Untuk dapat menentukan gaya dengan prinsip perhitungan gaya sesuai hukum Newton, persyaratan kestabilan tersebut harus dipenuhi. Jika suatu struktur rangka tidak memenuhi persyaratan kestabilan tersebut, struktur rangka tersebut disebut sebagai struktur rangka statis tak tentu.



Aktivitas 6.7.

Ayo Mencoba

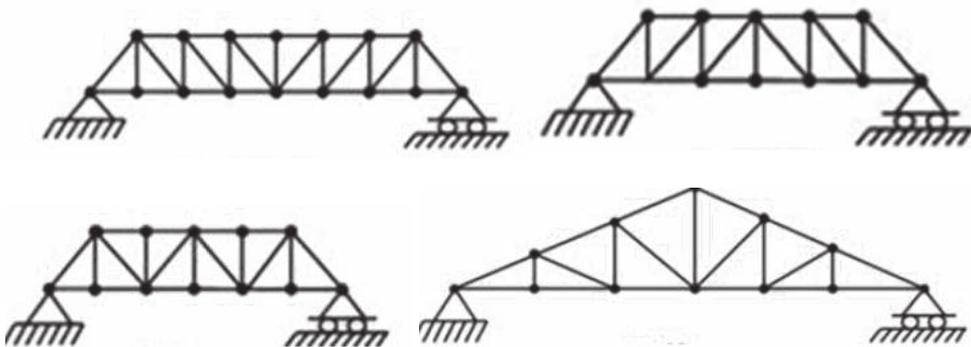
Perhatikan gambar rangka batang di bawah ini. Lalu cek kestabilan rangka batang tersebut dengan persamaan :

$$n = 2J - R$$

dimana : J = Jumlah simpul

n = Jumlah batang

R = Jumlah komponen reaksi, R_{A_V} , R_{A_H} , R_{B_V} .



4. Metode Perhitungan Gaya Batang

Metode yang digunakan dalam perhitungan rangka sederhana adalah:

- Metode keseimbangan gaya di titik simpul (analitis)
- Metode Cremona (grafis)
- Metode potongan Ritter (analitis)
- Metode potongan Culmann (grafis).

Pada buku ini hanya dibahas tentang 2 (dua) metode, yaitu : metode keseimbangan gaya di titik simpul (analitis) dan Metode Cremona (grafis).

1) Metode Keseimbangan Gaya di Titik Simpul

Jika suatu struktur rangka batang seluruhnya dalam keadaan seimbang, maka di setiap titik simpul atau satu bagian dari struktur yang terpisah juga dalam keadaan seimbang. Dengan metode keseimbangan di titik simpul, kita meninjau titik simpul dengan batang-batanganya yang dipisahkan dari struktur keseluruhan. Dalam hal ini gaya luar dan gaya batang yang bekerja di titik simpul tersebut memberi dua keseimbangan, yaitu: $\Sigma V = 0$, dan $\Sigma H = 0$.

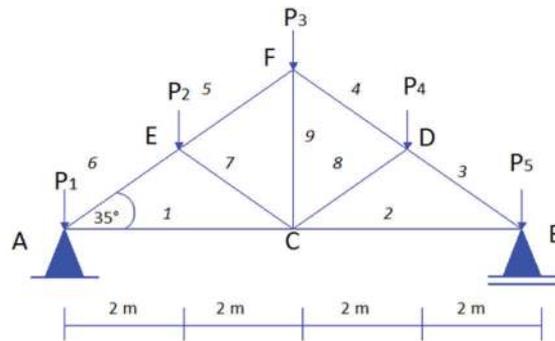
Gaya batang dinyatakan sebagai gaya tarik (+) jika gaya tersebut arahnya meninggalkan titik simpul. Sebaliknya, jika arah gaya menuju titik simpul disebut sebagai gaya tekan (-). Sedangkan gaya batang ialah gaya yang timbul di dalam batang tersebut akibat gaya luar. Proses analisis sebagai berikut:

- Memeriksa syarat kestabilan struktur rangka batang
- Menentukan besar gaya reaksi peletakan
- Menentukan gaya batang di tiap simpul dimulai dari simpul pada salah satu kedudukan.
- Membuat daftar gaya batang.

Contoh :

Dengan metode keseimbangan gaya, Tentukanlah besar seluruh gaya batang dari struktur rangka pada gambar 3.40 jika $P_1 = P_6 = 250 \text{ kg}$, $P_2 = P_3 = P_4 = 500 \text{ kg}$, $\angle FAB = 35^\circ$, bentang A- B = 8 meter.





Gambar 6.40. Contoh Soal Bentuk Rangka Batang Sederhana
 Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

Penyelesaian:

- a. Memeriksa kestabilan struktur

$$n = 2 J - R$$

$$9 = 2 \cdot 6 - 3$$

$$9 = 12 - 3 \rightarrow \text{struktur rangka batang statis tertentu (Ok)}$$

- b. Menentukan komponen reaksi

$$\Sigma MA = 0$$

$$-RB \cdot 8 + P_5 \cdot 8 + P_4 \cdot 6 + P_3 \cdot 4 + P_2 \cdot 2 = 0$$

$$RB = (250 \cdot 8 + 500 \cdot 6 + 500 \cdot 4 + 500 \cdot 2) / 8$$

$$RB = 1000 \text{ kg}$$

$$\Sigma MB = 0$$

$$-RA \cdot 8 - P_1 \cdot 8 - P_2 \cdot 6 - P_3 \cdot 4 - P_4 \cdot 2 = 0$$

$$RA = (250 \cdot 8 + 500 \cdot 6 + 500 \cdot 4 + 500 \cdot 2) / 8$$

$$RA = 1000 \text{ kg}$$

$$\Sigma P = \Sigma R$$

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 = RA + RB$$

$$2000 = 2000 \text{ (Ok)}$$

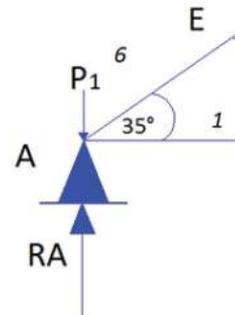
- c. Menentukan besar gaya batang

Simpul A

$$\Sigma V = 0$$

$$RA - P_1 + S_6 \cdot \sin 35^\circ = 0$$

$$1000 - 250 + S_6 \cdot 0.57 = 0$$



Skema gaya simpul A



$$S_6 = -750/0.57 = -1315 \text{ kg (tekan)}$$

$$\Sigma H = 0$$

$$S_6 \cdot \cos 35^\circ + S_1 = 0$$

$$-1315 \cdot 0.82 + S_1 = 0$$

$$S_1 = -(-1315) \cdot 0.82 = 1078 \text{ kg (tarik)}$$

Simpul E

$$\Sigma V = 0$$

$$-S_6 \cdot \sin 35^\circ - P_2 + S_5 \sin 35^\circ - S_7 \cdot \sin 35^\circ = 0$$

$$-(-1315) \cdot 0.57 - 500 + S_5 \cdot 0.57 - S_7 \cdot 0.57 = 0$$

$$750 - 500 + S_5 \cdot 0.57 - S_7 \cdot 0.57 = 0$$

$$250 + 0.57S_5 - 0.57S_7 = 0 \quad \dots\dots\dots \text{Persamaan 1}$$

$$\Sigma H = 0$$

$$-S_6 \cdot \cos 35^\circ + S_5 \cdot \cos 35^\circ + S_7 \cdot \cos 35^\circ = 0$$

$$-(-1315) \cdot 0.82 + S_5 \cdot 0.82 + S_7 \cdot 0.82 = 0$$

$$1078 + 0.82S_5 + 0.82S_7 = 0 \quad \dots\dots\dots \text{Persamaan 2}$$

Selanjutnya dapat dihitung dengan cara eliminasi:

$$250 + 0.57S_5 - 0.57S_7 = 0 \quad \parallel \times 0.82 \rightarrow 614,46 + 0.468S_5 - 0.468S_7 = 0$$

$$1078 + 0.82S_5 + 0.82S_7 = 0 \quad \parallel \times 0.57 \rightarrow 205,00 + 0.468S_5 + 0.468S_7 = 0$$

$$409,46 + 0.9348S_7 = 0$$

$$S_7 = -409, \frac{4}{0} \cdot 0.9348$$

$$= -438 \text{ kg (tekan)}$$

Selanjutnya nilai S7 di substitusi ke persamaan 1 diperoleh

$$S_5 = -877 \text{ kg (tekan)}$$

Simpul F

Sepanjang struktur tersebut simetris, gaya batang S4 = S5 = -877 kg. Dengan begitu gaya batang S9 dapat kita tentukan sebagai berikut:

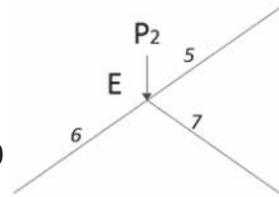
$$\Sigma V = 0$$

$$-S_5 \cdot \sin 35^\circ - P_3 - S_4 \sin 35^\circ - S_9 = 0$$

$$-(-877) \cdot 0.57 - 500 - (-877) \cdot 0.57 - S_9 = 0$$

$$500 - 500 + 500 - S_9 = 0$$

$$S_9 = 500 \text{ kg (tarik)}$$



Skema gaya pada simpul E



d. Membuat daftar gaya batang

Contoh persoalan struktur sebelumnya merupakan bentuk rangka batang simetris sehingga gaya batang yang bersesuaian akan memiliki besaran yang sama. Daftar gaya batang dapat ditunjukkan seperti pada tabel 6.4. berikut:

Tabel 6.4. Daftar Gaya Batang Hasil Perhitungan Metode Titik Buhul

Batang	Gaya Batang (Kg)	Tarik/Tekan
S1	1078	Tarik
S2	1078	Tarik
S3	-1315	Tekan
S4	-877	Tekan
S5	-877	Tekan
S6	-1315	Tekan
S7	-438	Tekan
S8	-438	Tekan
S9	500	Tarik

Untuk memperjelas pemahaman kalian tentang metode keseimbangan gaya di titik simpul dapat dilihat pada video melalui *scan* kode QR berikut:



2) Metode Cremona

Metode Cremona pada dasarnya sama dengan metode keseimbangan titik buhul (grafis), tetapi pada metode Cremona diagram lukisannya digabungkan menjadi satu dan hasilnya disebut dengan Diagram Cremona.



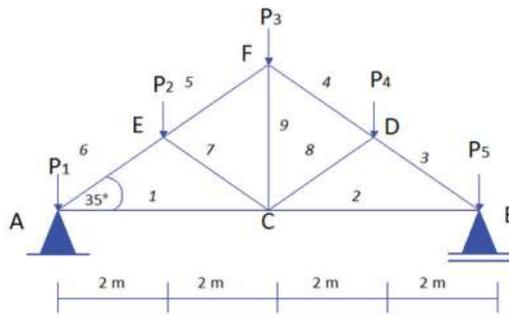
Adapun langkah-langkah penyelesaiannya sebagai berikut:

- a. Memeriksa syarat kestabilan struktur rangka batang
- b. Tetapkan skala gaya yang akan digunakan dan arah putaran poligon gaya (searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam)
- c. Hitunglah reaksi peletakannya.
- d. Buat poligon gaya, dimulai pada titik buhul yang maksimum mempunyai 2 gaya batang tidak diketahui. Mulailah dari gaya yang diketahui paling awal sesuai arah putaran yang ditetapkan.
- e. Posisi gaya tiap batang selalu sama dengan posisi batang, yang berbeda adalah arahnya meninggalkan titik buhul yang ditinjau atau menuju titik buhul yang ditinjau tersebut.
- f. Setelah poligon gaya terbentuk (awal akhir bertemu pada 1 titik), tentukan titik buhul yang ditinjau dengan pertimbangan arah putaran dan gaya-gaya dari batang yang tidak diketahui.
- g. Agar tidak membingungkan, berilah tanda negatif (-) untuk batang tekan jika menuju titik buhul, dan tanda positif (+) untuk batang tarik jika meninggalkan titik buhul.
- h. Mulailah lagi dengan langkah ketiga untuk mencari gaya batang lainnya.
- i. Jika seluruh gaya batang telah diketahui, maka seluruh poligon gaya yang didapat untuk masing-masing buhul dijadikan satu poligon gaya (diagram Cremona) dengan pertimbangan letak-letak buhul yang telah ditetapkan pada poligon gaya disesuaikan dengan buhul-buhul pada rangka batang.

Contoh:

Dengan Metode Cremona, tentukanlah besar seluruh gaya batang dari struktur rangka pada gambar 6.41. jika $P_1 = P_5 = 250 \text{ kg}$, $P_2 = P_3 = P_4 = 500 \text{ kg}$, $\angle FAB = 35^\circ$, bentang A- B = 8 meter.





Gambar 6.41. Contoh Soal Bentuk Rangka Batang Sederhana/Balok

Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

Penyelesaian:

a. Memeriksa kestabilan struktur

$$n = 2J - R$$

$$9 = 2 \cdot 6 - 3$$

$$9 = 12 - 3 \rightarrow \text{struktur rangka batang statis tertentu (Ok)}$$

b. Skala gaya

$$\text{Skala gaya } 1 \text{ cm} = 100 \text{ kg}$$

c. Menghitung reaksi peletakan

1) Secara grafis dapat dilakukan melakukan lukisan kutub

2) Melalui perhitungan :

$$\Sigma MA = 0$$

$$-RB \cdot 8 + P5 \cdot 8 + P4 \cdot 6 + P3 \cdot 4 + P2 \cdot 2 = 0$$

$$RB = (250 \cdot 8 + 500 \cdot 6 + 500 \cdot 4 + 500 \cdot 2) / 8$$

$$RB = 1000 \text{ kg}$$

$$\Sigma MB = 0$$

$$-RA \cdot 8 - P1 \cdot 8 - P2 \cdot 6 - P3 \cdot 4 - P4 \cdot 2 = 0$$

$$RA = (250 \cdot 8 + 500 \cdot 6 + 500 \cdot 4 + 500 \cdot 2) / 8$$

$$RA = 1000 \text{ kg}$$

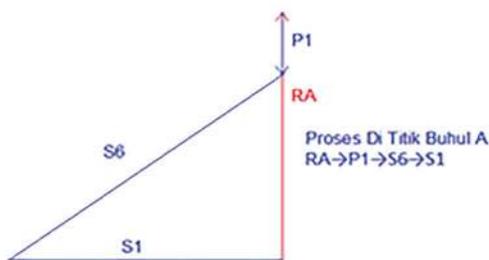
d. Membuat poligon gaya, dimulai pada titik buhul yang maksimum mempunyai 2 gaya batang tidak diketahui.

1) Urutan proses penggambaran pada titik buhul A :

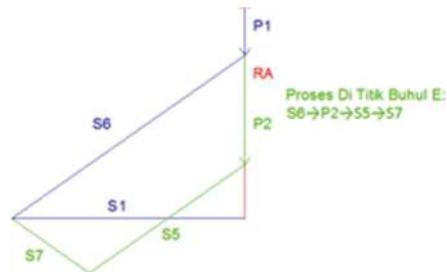
RA (ke atas) \rightarrow P1 (ke bawah) \rightarrow S6 (-/tekan : menuju titik simpul) \rightarrow S1(+ : tarik meninggalkan titik simpul) \rightarrow kembali ke RA, lihat gambar 6.42(a).



- 2) Urutan proses penggambaran pada titik buhul E :
 S6 (-/tekan : menuju titik simpul) → P2 (ke bawah) → S5 (-/tekan : menuju titik simpul) → S7 (-/tekan : menuju titik) → kembali ke S6, lihat gambar 6.42(b).
- 3) Urutan proses penggambaran pada titik buhul F :
 S5 (-/tekan : menuju titik simpul) → P3 (ke bawah) → S4 (+-/tekan : menuju titik simpul) → S9 (+/tarik : meninggalkan titik) → kembali ke S5, lihat gambar 6.42(c).
- 4) Urutan proses penggambaran pada titik buhul D :
 S4 (-/tekan : menuju titik simpul) → P4 (ke bawah) → S3 (-/tekan : menuju titik simpul) → S8 (-/tekan : menuju titik simpul) → kembali ke S4, lihat gambar 6.42(d).
- 5) Urutan proses penggambaran pada titik buhul B :
 S3 (-/tekan : menuju titik simpul) → P5 → RB → S2 (+ : tarik meninggalkan titik simpul) → kembali ke S3 lihat gambar 6.42(e).
- 6) Urutan proses penggambaran pada titik buhul C :
 S1 (+/tarik : meninggalkan titik simpul) → S7 (-/tekan : menuju titik) S9 (+/tarik : meninggalkan titik) → S8 (-/tekan : menuju titik simpul) → S2 (+ : tarik meninggalkan titik simpul) → kembali ke S1, lihat gambar 6.42(f).

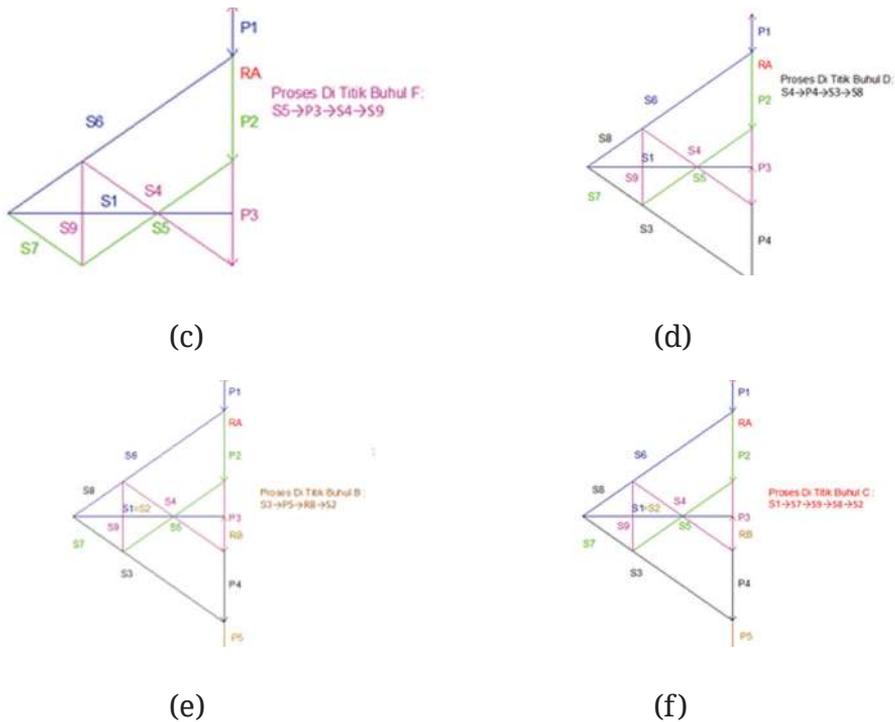


(a)



(b)





Gambar 6.42. Urutan Proses Penggambaran Poligon Gaya dengan Metode Cremona

Sumber: Kemendikbudristek/Cok Iwin (2022)

Untuk memperjelas pemahaman kalian tentang Metode *Cremona* dapat dilihat pada video melalui *scan* kode QR berikut:



- e. Membuat daftar gaya batang

Ukurlah panjang masing-masing gaya berdasarkan skala penggambar yang telah dibuat dan hasil pengukuran selanjutnya dituliskan seperti pada tabel 6.5. berikut :



Tabel 6.5. Daftar Gaya Batang Hasil Perhitungan Metode Cremona

Batang	Gaya Batang (Kg)	Tarik / Tekan
S1	1078	Tarik
S2	1078	Tarik
S3	-1315	Tekan
S4	-877	Tekan
S5	-877	Tekan
S6	-1315	Tekan
S7	-438	Tekan
S8	-438	Tekan
S9	500	Tarik

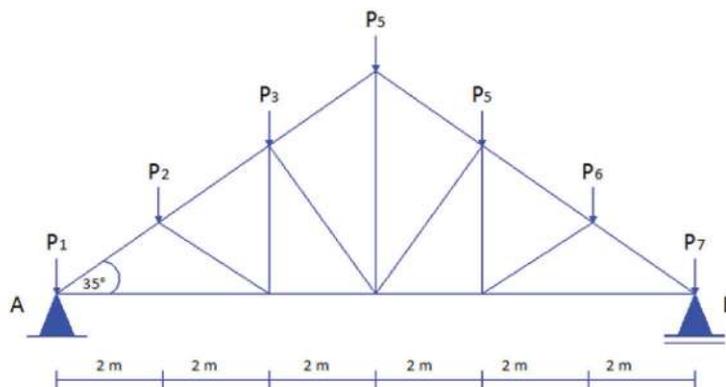


Aktivitas 6.8.

Ayo Mencoba

Hitunglah besar masing-masing gaya batang dari struktur rangka di bawah ini jika $P_1 = P_7 = 250$ kg, $P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = P_6 = 500$ kg, $\angle AB = 35^\circ$, bentang A - B = 12 meter.

Kerjakanlah dengan metode Cremona.





Ayo Refleksi

Setelah menyelesaikan proses pembelajaran pada bab ini, diharapkan kalian telah memahami tentang Statika Bangunan terutama tentang Elemen Struktur Bangunan, Keseimbangan Gaya dan Rangka Batang. Adakah materi yang sulit untuk dipahami? Silakan diskusikan bersama teman atau guru, karena materi pada bab ini akan terkait dengan materi pada bab selanjutnya.



Ayo Cek Pemahaman

A. Tes Tertulis

1. Pada konstruksi bangunan dikenal berbagai jenis elemen struktur. Elemen struktur ada yang bersifat kaku ataupun fleksibel namun memiliki fungsi yang sama yaitu agar konstruksi bangunan tetap tegak berdiri. Dari pernyataan tersebut tolong jelaskan secara singkat tentang jenis elemen struktur yang anda ketahui!
2. SNI 1727-2020 mengatur tentang pembebanan dalam perencanaan struktur bangunan. Jelaskan macam-macam beban menurut SNI 1727-2020!
3. Gaya yang bekerja pada struktur bangunan harus seimbang. Jelaskan maksud pernyataan tersebut tersebut?
4. Gaya yang bekerja pada struktur bangunan akibat beban yang diterima memiliki karakteristik dan dampak yang berbeda. Coba jelaskan secara singkat tentang macam dan karakteristik gaya tersebut?
5. Gaya yang berarah miring dapat diuraikan demikian pula beberapa gaya dapat digabungkan. Dari hal tersebut cobalah jelaskan cara menguraikan dan menggabungkan gaya melalui contoh gaya yang kalian tentukan sendiri?
6. Rangka batang pada struktur bangunan memiliki bentuk-bentuk tertentu. Jelaskan bentuk-bentuk rangka batang tersebut.



7. Dalam menghitung besar gaya yang diterima oleh masing-masing batang pada struktur rangka batang sederhana dibutuhkan beberapa metode. Jelaskan metode yang dapat digunakan untuk menghitung besar gaya tersebut!

B. Tes Unjuk Kerja

Untuk menguji kemampuan kalian, cobalah identifikasi contoh rangka batang pada sumber lain. Kemudian tentukan sendiri :

- a. Sudut kemiringan $\angle AB$
- b. Jarak masing-masing titik buhul
- c. Beban yang bekerja pada titik buhul

Selesaikan dengan Metode Keseimbangan titik buhul. Dikerjakan secara berkelompok beranggotakan 4-5 siswa.



Pengayaan

Saat ini kalian adalah calon juru perawatan gedung, salah satu komponen bangunan yang sering mengalami perbaikan adalah konstruksi atap yaitu kuda-kuda atap. Lakukan survey tentang rangka atap yang dapat anda lihat dengan pandangan mata pada gedung, sekolah atau bangunan gedung lainnya. Dokumentasikan hasil pengamatan anda sebagai bukti telah melakukan survey. Amati dengan seksama struktur kuda-kuda tersebut. Ukurlah panjang bentang kuda-kuda tersebut dan perkirakan kemiringan kuda-kuda pada daerah tumpuannya (umumnya berkisar antara 30° - 35°) serta jarak masing-masing titik buhul pada arah horizontalnya. Kemudian gambarlah dengan skala kuda-kuda tersebut (misalnya 1 : 100). Selanjutnya dengan memperkirakan gaya-gaya yang bekerja pada titik buhul, hitunglah besar gaya masing-masing rangka batang tersebut dengan Metode Cremona.



GLOSARIUM

5R	: Budaya kerja industri di Indonesia yang meliputi Ringkas, Rapi, Resik, Rawat dan Rajin.
APD	: Alat Pelindung Diri merupakan sarana yang digunakan untuk melindungi tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja.
Bahaya	: Sumber, situasi atau aktivitas/tindakan yang berpotensi menimbulkan cedera bagi manusia dapat berupa kecelakaan kerja atau penyakit akibat kerja atau kombinasi dari semuanya.
Bahaya ergonomic	: Gerakan-gerakan janggal, salah posisi, gerakan monoton, dan letak tidak sesuai saat bekerja yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja.
Balok	: Elemen struktur linier horisontal yang akan melendut akibat beban transversal.
Beban gempa	: Beban yang diakibatkan oleh pergerakan tanah di bawah struktur bangunan.
Beban hidup	: Beban yang dihasilkan oleh penghunian atau penggunaan bangunan, sehingga beban hidup dapat berbeda sesuai dengan fungsionalitas bangunan yang digunakan.
Beban mati	: Beban yang selalu ada dan tidak berubah dari waktu ke waktu. Beban ini terdiri dari berat seluruh bahan bangunan yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, dinding partisi tetap, <i>finishing</i> , <i>klading</i> gedung, dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layanan terpasang lainnya seperti berat derek dan sistem pengangkut material.
Bidang gambar	: Permukaan bidang dua dimensi tempat meletakkan gambar proyeksi.
Bisnis	: Sebuah organisasi atau sistem ekonomi barang dan jasa dipertukarkan menjadi bentuk lain atau dalam bentuk uang.
Buhul	: Pertemuan antara batang-batang struktur dalam sebuah rangka batang (<i>truss</i>). Titik buhul disebut juga titik simpul.



Cangkang	: Bentuk struktural tiga dimensi yang kaku dan tipis memiliki permukaan lengkung.
CCTV	: Singkatan dari <i>Closed Circuit Television</i> yang merupakan sistem pemantauan video yang digunakan untuk memantau suatu area atau lokasi.
Cetok	: Sendok spesi/ alat pertukangan yang digunakan dalam pemasangan dinding, plesteran/acian dan pemasangan ubin lantai dan dinding.
<i>Cordless</i>	: Mesin bor tanpa kabel dengan baterai sebagai sumber tenaganya.
<i>Ear plugs</i>	: Pelindung telinga
Eliminasi	: Teknik/metode pengendalian bahaya dengan cara menghilangkan risiko atau kondisi bahaya di tempat kerja atau area kerja.
<i>Fitting</i>	: Komponen instalasi pemipaan yang berfungsi untuk mengubah, menyebarkan, membesarkan, atau mengecilkan aliran fluida. Contoh: <i>Elbow, Tee, Reducer</i> dan lain-lain.
Gambar teknik	: Gambar yang dibuat dengan menggunakan cara-cara, ketentuan- ketentuan, aturan-aturan yang telah disepakati bersama oleh para ahli teknik.
Gaya	: Faktor yang dapat mengubah keadaan gerak suatu benda, baik dari keadaan diam atau gerak lambat menjadi lebih cepat atau lebih lambat.
Gaya geser	: Gaya yang terjadi pada struktur ketika terdapat gaya-gaya berlawanan arah yang menyebabkan satu bagian struktur tergelincir terhadap bagian lainnya.
Gaya lentur	: Gaya kompleks yang terjadi pada elemen struktur terutama pada balok akibat beban transversal.
Gaya tarik	: Gaya yang bergerak untuk menarik elemen struktur hingga membuatnya putus.
Gaya tekan	: Gaya yang cenderung menyebabkan kerusakan atau tekuk pada elemen struktur.



<i>Green building</i>	: Konstruksi bangunan mengarah pada struktur dan pemakaian proses yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan hemat sumber daya sepanjang siklus hidup bangunan tersebut, mulai dari pemilihan tempat sampai desain, konstruksi, operasi, perawatan, renovasi dan peruntuhan.
<i>Green materials</i>	: material ramah lingkungan sendiri pada umumnya menyangkut dari sisi produk material itu sendiri, yaitu material yang pada saat digunakan dan dibuang tidak memiliki potensi merusak lingkungan dan mengganggu kesehatan.
HVAC	: Singkatan dari <i>Heating, Ventilation, and Air Conditioning</i> merupakan sistem yang digunakan untuk mengatur suhu, kelembaban dan kualitas udara di dalam suatu bangunan atau ruangan.
<i>Hierarchy of control</i>	: Tata urutan pengendalian bahaya K3. Pengendalian yang lebih tinggi akan lebih efektif dibandingkan dengan pengendalian yang lebih rendah.
<i>Hole saw</i>	: Mata bor berbentuk bulat.
Induksi K3LH	: Penjelasan dan pengarahan tentang keselamatan konstruksi baik untuk pekerja ataupun tamu.
<i>Job profile</i>	: Uraian jabatan yang menjabarkan tentang kemampuan, kriteria atau spesifikasi yang diperlukan pada posisi jabatan, juga mencantumkan penanggungjawab atau penyelia ataupun bawahan pada posisi jabatan tersebut.
Jepit	: Perletakan di mana elemen tidak dapat berputar atau bergeser.
K3LH	: Singkatan dari Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup merupakan segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja serta meminimalkan dampak lingkungan dari kegiatan konstruksi, proses produksi atau kegiatan usaha.
Kape	: Alat yang berfungsi untuk mengaplikasikan pasta seperti dempul/plamur pada dinding, <i>plafond</i> dan kusen.



Kewirausahaan	: Sebuah sikap mental seseorang yang memiliki kreativitas yang tinggi.
Kolom	: Elemen struktur linier vertikal yang berfungsi untuk menahan beban tekan aksial.
Konsol	: Balok terjepit sebelah.
Konstruksi	: Kegiatan membangun sarana maupun prasarana dalam sebuah bidang arsitektur atau teknik sipil, sebuah konstruksi juga dikenal sebagai bangunan atau satuan infrastruktur pada sebuah area atau pada beberapa area.
<i>Maintenance</i>	: suatu tindakan perbaikan dan perawatan pada suatu objek.
Membran	: Konfigurasi struktur yang terbentuk dari lembaran tipis dan fleksibel.
Mesin bor tangan	: Mesin tangan yang digunakan untuk mengebor besi, kayu, dinding ataupun beton.
Mesin gambar	: Alat yang dilengkapi dengan mekanisme gerak sejajar yang terdiri empat batang penghubung yang dapat menggantikan alat-alat gambar konvensional.
Molen	: Mesin yang digunakan membantu proses pengadukan campuran beton maupun mortal dengan hasil yang lebih homogen.
Momen	: Gaya putar yang diterapkan pada suatu benda struktur yang disebabkan oleh gaya tegak lurus pada titik tertentu di sepanjang benda tersebut. Momen dihitung sebagai perkalian antara gaya dengan lengan momen yang menentukan tingkat defleksi atau melentur benda struktur.
<i>Near miss</i>	: Kejadian hampir celaka.
Perawatan gedung	: Kegiatan memperbaiki dan/atau mengganti bagian bangunan gedung, komponen, bahan bangunan, dan/atau prasarana dan sarana agar bangunan gedung tetap laik fungsi.
Pelanggan	: Seseorang yang membina hubungan baik dengan orang lain khususnya produsen dalam bidang usaha.
Pelengkung	: Struktur yang dibentuk dari elemen garis yang melengkung dan menghubungkan dua titik dengan membentuk busur.



Pipa PVC	: Jenis pipa yang diaplikasikan untuk instalasi air bersih (dingin) dan untuk instalasi kotor/ buangan yang terbuat dari bahan <i>Polyvinyl Chloride</i> .
Pipa PeX	: Jenis pipa yang dapat diaplikasikan untuk pipa bersuhu dan bertekanan tinggi. Pipa PeX atau <i>Cross linked polyethylene</i> merupakan jenis pipa terbuat dari <i>polyethylene</i> yang molekulnya saling mengunci satu sama lain (<i>inter-locking</i>) sehingga sangat fleksibel.
Pipa PPR	: Jenis pipa yang dapat diaplikasikan untuk pipa bersuhu dan bertekanan tinggi terbuat dari bahan baku <i>Polypropylene Random</i>
Proyek	: Usaha sementara yang dilakukan untuk menciptakan produk layanan, unik atau hasil.
<i>Plumbing</i>	: Sistem yang terdiri dari pipa, fitting, dan peralatan saniter yang digunakan untuk mengalirkan air, membuang air limbah, dan mengalirkan gas dalam sebuah gedung.
Ragum	: Alat untuk menjepit benda kerja yang akan dipotong, dikikir, disnei dan lain-lain.
Rangka batang	: Jenis struktur yang terdiri dari elemen-elemen segitiga yang dihubungkan untuk membentuk suatu konstruksi.
Rambu K3LH	: Sistem peringatan yang digunakan untuk menyampaikan informasi tentang potensi bahaya di tempat kerja serta petunjuk tindakan yang harus diambil jika terjadi kecelakaan kerja.
Rajin	: Pemeliharaan kedisiplinan pribadi masing-masing pekerja dalam menjalankan seluruh tahapan 5S/ 5R.
Rapi	: Serba beres dan menyenangkan (pekerjaan dan sebagainya).
Rawat	: Merupakan kegiatan menjaga kebersihan pribadi sekaligus mematuhi tahap sebelumnya (3 S/ 3 R).
Rehabilitasi	: Memperbaiki bangunan yang telah rusak sebagian dengan maksud menggunakan sesuai dengan fungsi tertentu yang tetap, arsitektur maupun struktur bangunan gedung tetap dipertahankan seperti semula, sedang utilitas dapat berubah.



Renovasi	: Memperbaiki bangunan yang telah rusak berat sebagian dengan maksud menggunakan sesuai fungsi tertentu yang dapat tetap atau berubah, arsitektur, struktur maupun utilitas bangunannya.
Resik	: Merupakan kegiatan membersihkan peralatan dan daerah kerja sehingga segala peralatan kerja tetap terjaga dalam kondisi yang baik.
Restorasi	: Memperbaiki bangunan yang telah rusak berat sebagian dengan maksud menggunakan untuk fungsi tertentu yang tetap atau berubah dengan tetap mempertahankan arsitektur bangunannya sedangkan struktur dan utilitas bangunannya dapat berubah.
Resultan	: Penjumlahan dari seluruh gaya yang bekerja pada suatu benda.
Ringkas	: Tidak banyak memerlukan tempat.
Roll	: Perletakan elemen dapat berputar dan bergeser pada arah tertentu, tetapi translasi pada arah yang lain dikekang.
Safety gloves	: Pelindung/sarung tangan.
Safety shoes	: Pelindung kaki
Scaffolding	: Struktur sementara yang digunakan untuk menyangga manusia dan material yang terbuat dari pipa-pipa besi yang dibentuk sedemikian rupa sehingga mempunyai kekuatan untuk menopang beban yang ada di atasnya.
Sendi	: Perletakan elemen dapat berputar tetapi tidak dapat bergeser.
Shear wall	: Dinding beton bertulang atau pelat baja yang dipasang vertikal pada posisi gedung tertentu untuk meningkatkan kinerja struktural pada bangunan tinggi.
Skala	: Nilai perbandingan besaran jarak atau luas di atas kertas terhadap jarak dan luas di lapangan.
SMK3	: Singkatan dari Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja yang merupakan bagian dari manajemen perusahaan yang digunakan untuk mengendalikan risiko yang terkait dengan kegiatan kerja, sehingga dapat menciptakan lingkungan kerja yang aman, efisien, dan produktif.



Sketsa	: Gambar rancangan
Snei	: Alat yang dipergunakan untuk membuat ulir pada pipa besi/baja.
SNI	: Singkatan dari Standart National Indonesia, berkedudukan di Indonesia dan digunakan untuk di dalam negeri sendiri mengenai ukuran, manajemen, dan ketentuan-ketentuan-lainnya.
<i>Spectacles/googles</i>	: Pelindung mata
Studi kelayakan	: Kegiatan yang mempelajari secara mendalam tentang suatu kegiatan atau usaha/ bisnis yang akan dijalankan, dalam rangka menentukan layak atau tidak usaha tersebut dijalankan.
Struktur	: Komponen utama dari suatu bangunan yang bertanggung jawab untuk mendukung dan menopang beban yang diterima bangunan tersebut.
Terowongan	: Struktur berpelengkung tunggal yang membentang pada arah transversal yang dapat dipandang sebagai pelengkung menerus.
Torsi	: Gaya yang menyebabkan suatu benda berputar pada sumbu yang sama. Torsi dapat diartikan sebagai gaya yang bekerja pada suatu benda untuk menyebabkan perputaran benda tersebut.
<i>Unsafe action</i>	: Prilaku atau sikap dari pekerja atau orang di tempat kerja yang tidak mematuhi/tidak sesuai dengan persyaratan dan prosedur standar K3.
<i>Unsafe condition</i>	: Kondisi pekerjaan yang belum terlindungi dari bahaya, resiko dan kerugian.
Utilitas	: Suatu kelengkapan fasilitas bangunan yang digunakan untuk menunjang tercapainya unsur-unsur kenyamanan, kesehatan, keselamatan dan kemudahan.
Urinal	: Alat saniter yang dikhususkan untuk buang air kecil bagi kaum laki-laki dan untuk wanita disebut bidet.
<i>Wather heater</i>	: Alat yang digunakan untuk memanaskan atau menghangatkan air untuk keperluan mandi.
WC	: Singkatan dari <i>Water Closed</i>



DAFTAR PUSTAKA

- A.G Thamrin, 2008. *Teknik Konstruksi Bangunan Gedung*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Anonim (2021). PP No. 50 Tahun 2021 tentang *Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja*. Jakarta.
- Anonim (2022). *Hirarki Pengendalian Bahaya*. <https://keselamatankerja.com/hirarki-pengendalian-bahaya/>
- Anonim (2020). *Buku Informasi : Pemasangan Instalasi Pipa dalam Gedung-Memasang Perlengkapan Sanitasi*. –Modul Diklat Upskilling dan Reskilling Guru Kejuruan SMK- Pemasangan Instalasi Pipa dalam Gedung, BPPPMPV-BOE-Direktorat Jendral Pendidikan Vokasi-Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan RI, Malang
- Anonim (2020). *Buku Panduan-Tata Cara Identifikasi dan Verifikasi Kerusakan*. Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Jendral Cipta Karya.
- Anonim (2016). *Cara Ukur Kedataran Dan Ketegakan Benda Ala Tukang*. <https://www.unrang.com/2016/11/Ukur-kedataran-dan-ketegakkan.html>
- Anonim (2008). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 24/PRT/M/2008 tentang *Pedoman Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung*. Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Jendral Cipta Karya.
- Anonim (2007). SNI 1272 :2020. *Beban Desain Minimum Dan Kritria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Arseti, Dian. (2008). *Teknik Struktur Bangunan Jilid 2 untuk SMK* Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- COHSMS, Construction Industry Occupational Health and Safety Management Systems
- Donalde E Hepler, Paul I Wallach. 1977. *Architecture Drafting and Design*. New York:McGraw-Hill Book Company.
- Frick, Heinz. 1978. *Mekanika Teknik 1 Statika dan Keguaanya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Husin, Rustam. 2008. *Mekanika Teknik, Statis Tertentu*. Banda Aceh: Univ. Syiah Kuala.
- Iksan, Anas Zaeni, 2020. *Modul SMK3-Konstruksi Dan Pelaksanaan Administrasi Laporan*. Direktorat Keberlanjutan Konstruksi. Direktorat Jenderal Bina Konstruksi Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- Jensen, Cecil and Hesel, Jay D. 2005. *Engineering Drawing and Design*. Third Edition. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Lucio Canonica. 2001. *Memahami Mekanika Teknik 2*. Bandung: Angkasa.
- Laurens, Joyce Marcella, 2004. *Arsitektur dan Perilaku Manusia*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.



- Luzadder, Warren J. 2006. *Menggambar Teknik untuk Desain, Pengembangan Produk dan Kontrol Numerik*. Edisi Kedelapan. Penerjemah: Hendarsin H. N. Jakarta: Erlangga.
- Nikko (2022) *Membuat Beton Mutu K 175 Lengkap Dengan Perhitungan Dimensi Takaran*. Sumber : Channel Nikko Proyek.
- Nurhayati, Manajemin Proyek. Yogyakarta, Graha Ilmu . 2010.
- Nur Setiawan, Anggora (2021) *Sejarah K3 Indonesia dan Dunia*. <https://www.ruanghse.com/2021/01/sejarah-k3-indonesia-dan-dunia.html>.
- OHSAS 18002:2000, Guideline for the implementation of OHSAS 18001:1999
- PERMENAKER No. Per 01/MEN/1980 tentang *Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pada Konstruksi Bangunan*
- PERMENAKER No. : Per.05/MEN/1985 tentang Pesawat Angkat dan Angkut
- PERMENAKER No. : PER.05/MEN/1996 tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja 7. OHSAS 18001:1999, Occupational Health And Safety Assessment Series
- Schodek, Daniel L. (1999). *Struktur* (Alih Bahasa) edisi kedua. Jakarta. Erlangga.
- Siagian, Robert. 2014. *Konstruksi Bangunan Jilid 2 untuk SMK Kelas XI*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Surat Keputusan Bersama Menteri Tenaga Kerja dan Menteri Pekerjaan Umum No.Kep.174/MEN/ 1986, No. 104/KPTS/1986 tentang *Keselamatan Kerja Pada Tempat Kegiatan Konstruksi*
- Suparno, 2008. *Teknik Gambar Bangunan, Jilid I*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Suparno, 2008. *Teknik Gambar Bangunan, Jilid II*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Suparno, 2008. *Teknik Gambar Bangunan, Jilid III*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Sucahyono Bagyo, Dian. 2010. *Mekanika Teknik*. Solo: Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.
- Soegihardjo, Soedibyo. 1977. *Ilmu Bangunan Gedung 1*. Jakarta: Dikdasmen.
- Soegihardjo, Soedibyo. 1977. *Ilmu Bangunan Gedung 2*. Jakarta: Dikdasmen.
- Vebrianiingtyas, Arum Fajar, 2019. *Gambar Teknik SMK Kelas X*. Malang: Quantum Book.
- Vebrianiingtyas, Arum Fajar, 2019. *Mekanika Teknik SMK Kelas X*. Malang: Quantum Book.
- Vebrianiingtyas, Arum Fajar, 2019. *Teknik Pengukuran Tanah SMK Kelas X*. Malang: Quantum Book.
- Wang, Thomas C. 2004. *Gambar Denah dan Potongan*. Jakarta: Erlangga.
- Yulianti, Nursyahbani (2017) Skripsi : *Gambaran Kecelakaan Kerja Di Lokasi Kerja Berdasarkan Data Sudinakertrans Jakarta Timur Tahun 2014-2016*. Jakarta.



INDEKS

A

alat ukur 78, 79
APD 40, 57, 58, 223, 224, 80
arsitektur 140, 189, 191, 193, 215,
218, 272, 273, 274

B

bahaya 45, 48, 49, 50, 54, 55, 56,
57, 61, 63, 64, 66, 69, 93, 269,
270, 271, 273, 275, 276
Bahaya ergonomic 269
balok 211, 212, 213, 214, 223, 224,
226, 227, 229, 230, 240, 242,
245, 246, 247, 249, 251, 252,
255, 257, 270
Balok 210, 213, 224, 240, 241, 242,
244, 245, 246, 247, 249, 251,
252, 255, 256, 263, 269, 272
beban 56, 137, 212, 213, 215, 219,
220, 221, 222, 224, 225, 226,
228, 229, 244, 245, 246, 247,
249, 250, 251, 252, 255, 256,
267, 269, 270, 272, 274, 275
Beban gempa 222, 269
Beban hidup 220, 269
Beban mati 220, 222, 269
Bidang gambar 269
bisnis 2, 31, 32, 33, 34, 147, 275
Bisnis 269, 1, 2, 3, 4, 31, 34, 37,
270, 295, 298
Buhul 261, 269

C

Cangkang 216, 217, 270
CCTV 28, 29, 33, 34, 35, 55, 93, 104,
105, 106, 114, 270
Cetok 72, 82, 270
Cordless 270

E

Ear plugs 270
Elemen 212, 213, 224, 225, 226,
228, 229, 267, 269, 272
Elemen struktur 267, 269, 272
Eliminasi 55, 270
Etiket 154, 164, 165

F

fitting 93, 97, 108, 273

G

Gambar 3, 6, 7, 8, 9, 48, 49, 11, 50,
14, 15, 54, 16, 17, 18, 19, 20,
22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29,
30, 31, 33, 34, 35, 77, 78, 79,
82, 83, 54, 55, 57, 58, 62, 63,
65, 67, 122, 124, 125, 126, 127,
83, 84, 129, 85, 86, 131, 87, 89,
90, 96, 97, 99, 101, 103, 105,
106, 108, 109, 132, 134, 135,
136, 138, 139, 141, 142, 143,
145, 146, 147, 148, 149, 150,
206, 208, 153, 154, 155, 156,
213, 157, 214, 158, 215, 159,
160, 161, 162, 164, 165, 167,
169, 171, 172, 173, 174, 175,
176, 177, 178, 179, 180, 182,



- 183, 184, 185, 186, 188, 189,
190, 191, 192, 193, 195, 199,
265, , 212, 215, 216, 217, 278,
218, 279, 219, 287, 235, 236,
237, 239, 241, 242, 243, 244,
245, 247, 249, 250, 251, 252,
253, 256, 259, 263, 270, 4, 5,
80, 10, 287
- Gambar Garis 154, 171
gambar teknik 156, 166, 167, 168,
171, 172, 182, 184, 186, 191,
205, 206, 208
- Gambar Teknik 153, 154, 279, 165,
191, 283
- garis 83, 156, 157, 158, 165, 166,
167, 168, 169, 171, 172, 173,
175, 176, 177, 178, 179, 180,
182, 184, 185, 186, 188, 189,
197, 201, 202, 205, 207, 215,
218, 237, 238, 244, 256, 272
- gaya 183, 214, 218, 219, 224, 225,
226, 227, 228, 232, 233, 234,
235, 236, 237, 238, 239, 240,
241, 243, 244, 245, 246, 247,
248, 249, 250, 251, 252, 253,
254, 255, 256, 257, 258, 259,
260, 261, 262, 263, 265, 266,
267, 268, 270, 272, 274, 275
- gaya geser 225, 233, 244
Gaya Lentur 226
Gaya tarik 231, 270
Gaya tekan 225, 231, 270
Gedung 1, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13,
14, 16, 21, 22, 29, 39, 71, 72,
78, 82, 89, 93, 95, 96, 97, 99,
111, 114, 116, 217, 137, 139,
140, 142, 145, 148, 276, 211,
276, 279, 280, 283
- Green 14, 16, 19, 20, 21, 116, 118,
119, 120, 122, 124, 125, 127,
128, 129, 131, 132, 133, 134,
135, 136, 137, 140, 141, 142,
145, 271
- Green building 14, 271
Green material 21, 127, 271
- H**
Hieararchy of control 271
Hole saw 271
HVAC 93, 100, 145, 146, 271
- I**
Induksi K3 40, 62, 65, 66, 271
- J**
Jepit 229, 241, 271
Job profile 271
- K**
K3LH 21, 42, 43, 66, 67, 69, 70, 271
Kesehatan Kerja 25, 42, 44, 45,
276, 61, 62, 63, 64, 65, 70, 278,
278, 282, 148
keseimbangan gaya 209, 231, 246,
247, 248, 258, 261
Keselamatan Kerja 144, 271, 274,
80, 278
Kewirausahaan 1, 2, 21, 22, 24, 25,
272, 284, 295
Kolom , 210, 224, 240, 241, 10
Konsol 229, 241, 271
Konstruksi 12, 24, 25, 40, 43, 44,
50, 51, 52, 116, 221, 240, 255,



256, 258, 259, 272, 273,
276, 277, 278, 282

L

lingkaran 175, 177, 178, 179,
197, 201

M

Maintenance 229, 241, 271
Mekanika 277, 278, 279
Mesin bor tangan 84, 272
Mesin gambar 272
Molen 272
Momen 210, 234, 235, 243, 244,
245, 246, 247, 248, 250,
251, 253, 254, 272

N

Near miss 272

P

Pelanggan 12, 14, 272
Pelengkung 215, 272
pensil 102, 156, 157, 158, 162,
169, 173, 190
Perawatan 1, 2, 3, 6, 9, 11, 13,
21, 22, 29, 35, 39, 71, 78,
82, 83, 89, 92, 137, 93, 138,
139, 95, 140, 96, 102, 104,
272, 5, 276, 10, 140, 141,
142, 143, 145, 146, 148,
153, 209, 274, 280
Perawatan gedung 272
perencanaan 6, 22, 24, 26, 62,
63, 71, 156, 219, 222, 223,
267
Pipa PeX 97, 113, 273
Pipa PPR 112, 273

Pipa PVC 111, 273
Plumbing 26, 93, 273
Pondasi 77, 137, 138, 210
proyek 8, 23, 41, 57, 65, 182

R

Ragum 113, 273
Rajin 67, 68, 269, 273
Rambu K3 45, 273
Rangka 125, 126, 210, 214, 215, 241,
255, 256, 259, 263, 267, 273
Rangka batang 214, 215, 267, 273
Rapi 67, 68, 269, 273
Rawat 67, 68, 269, 273
Rehabilitasi 273
Renovasi 274
Resik 67, 269, 274
Restorasi 274
Resultan 237, 274
Ringkas 237, 274
Roll 72, 274, 78, 80

S

Safety gloves 274
Safety shoes 274
Scaffolding 90, 274
Sendi 229, 241, 274
Shear wall 215, 216, 274
Skala 165, 167, 168, 186, 263, 274
sketsa 166, 167, 171, 275
SMK3 25, 58, 61, 62, 63, 64, 65, 70,
274, 277
Snei 113, 275
SNI 219, 220, 221, 222, 267, 275, 276
Spectacles/goggles 275
struktur 63, 66, 82, 120, 137, 138,
140, 211, 212, 213, 214, 215,



216, 217, 218, 219, 220, 221,
222, 223, 224, 225, 226, 227,
228, 229, 232, 233, 234, 238,
239, 240, 241, 242, 244, 246,
248, 251, 252, 254, 255, 256,
257, 258, 259, 260, 261, 262,
263, 266, 267, 268, 269, 270,
271, 272, 273, 274

Studi kelayakan 275

T

Terowongan 216, 217, 275

Torsi 210, 227, 231, 275

U

Unsafe action 275

Unsafe condition 275

Urinal 275

Utilitas , 72, 77, 93, 97, 99, 275,
145, 10

W

Water heater 275

WC 93, 99, 275



PELAKU PERBUKUAN

PENULIS

Nama Lengkap : Arum Fajar Vebrianintyas, S.Pd
Email : arum.fave10@gmail.com
Instansi : SMKN 7 Semarang
Alamat Instansi : Jl. Simpang lima No. 1, Semarang
Bidang Keahlian : Teknik Konstruksi dan Bangunan



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

- Guru SMK N 7 Semarang (Tahun 2010 s.d saat ini)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S-1 Pend. Teknik Bangunan, Universitas Negeri Semarang (Lulus 2007)
2. S-2 Magister Pendidikan Kejuruan, Universitas Negeri Semarang (Sekarang)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Sistem Utilitas Bangunan Gedung Kelas XI (2018)
2. Teknik Pengukuran Tanah Kelas X (2019)
3. Gambar Teknik Kelas X (2019)
4. Mekanika Teknik Kelas X (2020)
5. Dasar-dasar Teknik Perawatan Gedung Kelas X (2022)
6. Dasar-dasar Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan (2023)

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

-



PENULIS

Nama Lengkap : Cok Iwin Wijaya Winardi, S.Pd.
Email : cokiwin@gmail.com
Unit Kerja : SMKN 1 Selong
Alamat Instansi : Jln. Pejanggik No. 74 Rakam,
Selong, Lombok Timur-NTB 83619
Bidang Keahlian : Teknik Konstruksi dan Bangunan



Riwayat Pendidikan

- S1-Pend. Teknik Bangunan, Universitas Negeri Yogyakarta (Lulus 1999)

Riwayat Pekerjaan/Profesi 10 Tahun Terakhir

- Guru SMKN 1 Selong (Tahun 2005 s.d. saat ini)

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

-

Informasi Lain dari Penulis:

Sebelum menjadi guru di SMKN 1 Selong penulis pernah bekerja di GTZ-Proyek Nusa Tenggara (Proyek Kerjasama Indonesia-German) sebagai Staff Teknik dari tahun 1999-2004 dan selanjutnya bekerja di WSLIC II sebagai Fasilitator Teknik wilayah Lombok Tengah tahun 2005-2006 dan pada tahun yang sama menggabdi sebagai guru di SMKN 1 Selong.



EDITOR

Nama Lengkap : Indri Murniawaty, M.Pd.
Email : indrimurniawaty@gmail.com
Instansi : Universitas Negeri Semarang
Alamat Instansi : Sekaran Gunungpati, Semarang
Jawa Tengah
Bidang Keahlian : Pendidikan Ekonomi



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Dosen Universitas Negeri Semarang (Tahun 2015 s.d saat ini)
2. Asesor LSP Penulis Editor Profesional (Tahun 2019 s.d saat ini)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1 Pendidikan Akuntansi, Universitas Pendidikan Indonesia (Lulus 2004)
2. S2 Magister Pendidikan Ekonomi, Universitas Pendidikan Indonesia (Lulus 2013)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. GURU MODEL SEJATI Cerminan Dalam Pembelajaran Mikro Wahana Membentuk Guru (2019)
2. FILOSOF MUSLIM DAN MODERN Biografi, Pemikiran, dan Pengaruhnya Terhadap Peradaban (2020)
3. ASPEK HUKUM DALAM BISNIS (2021)

Judul Buku diedit dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. PRAKTIK PERKOPERASIAN Pendirian, Manajemen, Pertanggungjawaban dan Rapat Anggota (2019)
2. INOVASI PEMBELAJARAN EKONOMI (2020)
3. ETIKA DAN PROFESI GURU ABAD 21 (2020)
4. MENGENAL SIKLUS AKUNTANSI PERUSAHAAN MANUFAKTUR (2022)

Publikasi:

<https://scholar.google.co.id/citations?user=MM76eZIAAAAJ&hl=en>



PENELAAH

Nama Lengkap : Lava Himawan, S.T., M.T., CEAP
Email : lava_himawan@ugm.ac.id
Instansi : TPPIS, Departemen Teknik Sipil,
SV, UGM
Alamat Instansi : Jl. Yacaranda, Sekip Unit IV
Bulaksumur, Yogyakarta
Bidang Keahlian : Teknik Sipil (Struktur)



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Staff pengajar Program Studi Teknik Pengelolaan dan Pemeliharaan Infrastruktur Sipil (TPPIS), Departemen Teknik Sipil, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada (1998-Sekarang)
2. Asesor Kompetensi Profesi, Bidang Jasa Konstruksi, Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP), (Februari 2022-sekarang)
3. Ahli Teknik Bangunan Gedung, Sertifikat Kompetensi BNSP (2022-sekarang)
4. Ahli Madya Bidang Keahlian Manajemen Konstruksi, Sertifikat Kompetensi BNSP (2022-sekarang)
5. Praktisi Pendampingan Kewirausahaan Bersertifikat, Sertifikasi Kompetensi BNSP (2023-sekarang)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UGM, 1996
2. S2 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UGM, 2006
3. S3 Civil Engineering, University Technology Petronas, Malaysia (NC)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

- Tidak ada



Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. A Non-linear Finite Element Analysis of Bridge Deck Composed of Precast and Cast in Place Concrete
2. The Behavior of Bridge Deck Compound of Precast and Cast in Place Concrete Due to Vehicle tire Load.
3. Development of Lightweight Interlocking Mortarless Megablock for Open Building System Wall Construction
4. Optimasi Proporsi Campuran Beton Ringan Berserat (LFFC: Lightweight Fibered Foamed Concrete) Menggunakan Metode Taguchi (2016)
5. Pemodelan 3-D Meja Knockdown Perlindungan Gempabumi “Ndelix” Berbasis Finite Elemen Analysis (2020)
6. Pengembangan Bentuk Baru Meja Persegipanjang untuk Mitigasi Gempabumi: Kinerja dan Analisis Kekuatan (2021)
7. Measuring and Assessing Learning Outcomes of Engineering Construction Internship Using GOAL6.4 Instrument (2022)
8. Investigation of Fast Connection (Clamped Pocket Mechanics) for Modular Instant Steel House with Finite Element Analysis: Back to Build Post-disaster (2022)



PENELAAH

Nama Lengkap : Halwan Alfisa Saifullah
Email : halwan.alfisa.saifullah@gmail.com
Instansi : Universitas Sebelas Maret
Alamat Instansi : Jln. Ir. Sutami No. 36A Surakarta,
Jawa Tengah
Bidang Keahlian : Material dan struktur



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Staff pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret (2013-Sekarang)
2. Tim Profesi Ahli Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Klaten (2021-Sekarang)
3. Tim Profesi Ahli Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Boyolali (2021-2023)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1 Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung (2005-2009)
2. S2 Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung (2009-2011)
3. S3 Teknik Sipil, Hiroshima University (2015-2018)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

- Perbaikan Geser Balok Beton Bertulang (2022, UNS Press)

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. The development length of tensile reinforcement embedded in High Volume Fly Ash-Self Compacting Concrete (2022)



2. Effect of water-cement ratio, aggregate type, and curing temperature on the fracture energy of concrete (2020)
3. Shear creep failures of reinforced concrete slender beams without shear reinforcement (2017)
4. Shear recovery of patched reinforced concrete beams with web reinforcements (2022)
5. Influence of patching on the shear failure of reinforced concrete beam without stirrup (2021)

Publikasi:

1. **Google Scholar:**

<https://scholar.google.com/citations?user=8d5GAhIAAAAJ&hl=en>

2. **Sinta:**

<https://sinta.kemdikbud.go.id/authors/profile/6700486>

3. **Researchgate:**

<https://www.researchgate.net/profile/Halwan-Saifullah>

4. **PDDikti:**

https://pddikti.kemdikbud.go.id/data_dosen/547FA58B-F95E-4616-886C-0BF9FC72EB64/A3FB3CF1-03A9-4C33-B6EC-3574C26C33C4



ILUSTRATOR

Nama Lengkap : Kevin Richard Budiman

Instansi : -

Alamat Instansi : -

Bidang Keahlian : Ilustrator

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. 2018 – sekarang : Staff Multimedia Sekolah Bogor Raya
2. 2016 – 2018 : Visual Art Officer Lippo Plaza Bogor
3. 2013 – sekarang : Freelancer Pusat Kurikulum dan Perbukuan

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

- S-1: Desain Komunikasi Visual (DKV), TriSakti Jakarta (2011)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Buku Guru dan Siswa PJOK kelas 9 Kemendikbud
2. Buku Guru dan Siswa Buddha kelas 2 Kemendikbud
3. Buku Siswa Teks SMP kelas 9 Kemendikbud
4. Buku Suplemen Kelas 4 SD Kemendikbud



PROFIL PENATA LETAK (DESAINER)

Nama Lengkap : Muhammad Panji Musthafa
Instansi : SMK Islam PB Soedirman 2
Jakarta
Alamat Instansi : Jl. Raya Bogor, Km 24, Jakarta
Timur
Bidang Keahlian : Layouter/setting



Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. 2018 – sekarang : Staff Kreatif SMK Islam PB Soedirman 2 dan Freelancer
2. 2017 – sekarang : Freelancer Pusat Kurikulum dan Perbukuan
3. 2014 – 2016 : Staff Admin Agency Asuransi

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

- D-3: Penerbitan (Jurnalistik), Politeknik Negeri Jakarta (2010)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Buku Guru dan Siswa PJOK kelas 8 Kemendikbud
2. Buku Siswa SMK Kehutanan kelas 11 Kemendikbud
3. Buku Siswa Teks SMP kelas 9 Kemendikbud
4. Buku Suplemen kelas 1 SD Kemendikbud



“

"Arsitektur itu ibarat menulis. Anda harus menyuntingnya berulang kali agar terlihat sederhana dan bermakna."
-Zaha Hadid-

”



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
BADAN STANDAR, KURIKULUM, DAN ASESMEN PENDIDIKAN
PUSAT PERBUKUAN