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

Dasar-Dasar Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil

Naniek Sulistyowati
Galeh Nur Indriatno Putra Pratama
Dhar Heri Arimaya

SMK/MAK KELAS X

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

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

Dasar-Dasar Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis
Naniek Sulistyowati
Galeh Nur Indriatno Putra Pratama
Dhar Heri Arimaya

Penelaah
Teguh Sudibyo
Wisena Perceka

Penyelia/Penyelaras
Supriyatno
Wijanarko Adi Nugroho
Arifin Fajar Setia Utama

Kontributor
Wigonggo Among Anggono
Hana Dwi Windayati

Ilustrator
Kevin Richard Budiman

Editor
Hervianna Artha

Desainer
Kevin Richard Budiman

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 978-623-194-525-9 (PDF)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 11/16 pt, Steve Matteson.
xiv, 314 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 ke hadirat Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat-Nya berupa kesempatan dan pengetahuan, sehingga penulis dapat menyelesaikan buku teks Dasar-Dasar Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil. Buku ini ditujukan untuk siswa kelas X jenjang SMK sebagai salah satu sumber belajar yang dijadikan sebagai dasar untuk menunjang dan mendukung mata pelajaran di tingkat selanjutnya.

Materi yang disajikan dalam buku ini sesuai dengan perkembangan keilmuan dan teknologi termasuk penerapan Industri 4.0, sehingga memberikan wawasan terkini dan luas bagi siswa. Buku ini disajikan melalui fitur-fitur yang memuat peta konsep, asesmen, refleksi, pengayaan, dan beragam aktivitas, baik secara kelompok maupun mandiri dalam mengevaluasi kemampuan siswa untuk melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi, bekerja sama, dan menggali kreativitas siswa.

Buku ini disusun berdasarkan Capaian Pembelajaran (CP) Fase E yang tertuang dalam Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 033/H/KR/2022. CP Fase E yang dimaksud berupa 9 elemen yang dikemas dalam 6 bab, yaitu tentang perkembangan bisnis dan kewirausahaan pekerjaan konstruksi bangunan sipil, K3LH, gambar teknik, statika bangunan, dasar konstruksi bangunan, dan ukur tanah.

Penulis banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak dalam proses penyelesaian buku teks Dasar-Dasar Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil ini. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah ikut berkontribusi dan Puskujar (BSKAP), khususnya yang telah memberi kesempatan kepada penulis. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam proses penyusunan buku ini. Penulis berharap buku ini turut memberikan kontribusi dalam perkembangan dan kemajuan pendidikan di Indonesia.

Kritik dan masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan buku teks Dasar-Dasar Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil ini. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca, khususnya siswa kelas X jenjang SMK dan yang sederajat dengannya.

Jakarta, Maret 2023
Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR iii
PRAKATA iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL xiii
PETUNJUK PENGGUNAAN xiv

Bab 1. Perkembangan Bisnis dan Kewirausahaan Pekerjaan Konstruksi Bangunan Sipil 1
A. Tujuan Pembelajaran 1
B. Kata Kunci 2
C. Peta Konsep 2
D. Apersepsi 2
E. Materi dan Kegiatan Pembelajaran 6
F. Asesmen Kompetensi 46
G. Pengayaan 49
H. Refleksi 50

Bab 2. Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup 51
A. Tujuan Pembelajaran 51
B. Kata Kunci 51
C. Peta Konsep 52
D. Apersepsi 52
E. Materi dan Kegiatan Pembelajaran 55
F. Asesmen Kompetensi 84
G. Pengayaan 87
H. Refleksi 88

Bab 3. Gambar Teknik 89
A. Tujuan Pembelajaran 89
B. Kata Kunci 90
C. Peta Konsep 90
D. Apersepsi 91
E. Materi dan Kegiatan Pembelajaran 92
F. Asesmen Kompetensi 125
G. Pengayaan 128
H. Refleksi 130

Bab 4. Statika Bangunan 131
A. Tujuan Pembelajaran 131
B. Kata Kunci 131
C. Peta Konsep 132

D. Apersepsi 132
E. Materi dan Kegiatan Pembelajaran 133
F. Asesmen Kompetensi 185
G. Pengayaan 190
H. Refleksi 192

Bab 5. Dasar Konstruksi Bangunan 193
A. Tujuan Pembelajaran 193
B. Kata Kunci 194
C. Peta Konsep 194
D. Apersepsi 195
E. Materi dan Kegiatan Pembelajaran 197
F. Asesmen Kompetensi 251
G. Pengayaan 254
H. Refleksi 256

Bab 6. Ukur Tanah 257
A. Tujuan Pembelajaran 257
B. Kata Kunci 257
C. Peta Konsep 258
D. Apersepsi 258
E. Materi dan Kegiatan Pembelajaran 261
F. Asesmen Kompetensi 288
G. Pengayaan 291
H. Refleksi 292

GLOSARIUM 293
DAFTAR PUSTAKA 300
DAFTAR SUMBER GAMBAR 302
INDEKS 306
BIODATA PENULIS 308
BIDODATA PENELAAH 311
BIODATA EDITOR 313
BIODATA ILUSTRATOR 314
BIODATA DESAINER 314

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Konsep 2
Gambar 1.2 Target Renstra Kementerian PUPR tahun 2020-2024. 3
Gambar 1.3 Jalan Tol Trans Sumatera. 4
Gambar 1.4 Jembatan Kali Kuto, Kendal. 4
Gambar 1.5 Proyek Bendungan Karian,Banten. 4
Gambar 1.6 Proyek rumah susun. 4
Gambar 1.7 Proyek Pelabuhan Patimban,Subang. 4
Gambar 1.8 Pengembangan Ibu Kota Nusantara (IKN). 4
Gambar 1.9 Bisnis pada bidang konstruksi. 6
Gambar 1.10 Peluang bisnis pada pekerjaan konstruksi. 7
Gambar 1.11 Pekerjaan pada bidang konstruksi. 9
Gambar 1.12 Tema diskusi kelompok terkait bisnis konstruksi. 10
Gambar 1.13 Bisnis pada bidang konstruksi. 10
Gambar 1.14 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang Tabel Kualifikasi Usaha Jasa Konstruksi Berdasarkan Nilai Satuan Pekerjaan. 12
Gambar 1.15 Transformasi Revolusi Industri 1.0 – 4.0. 31
Gambar 1.16 Bangunan berbahan bambu. 34
Gambar 1.17 Bangunan berbahan beton. 34
Gambar 1.18 Bambu 39
Gambar 1.19 Bata ringan. 39
Gambar 1.20 Kayu papan lapis. 39
Gambar 1.21 Kayu papan laminasi bambu. 39
Gambar 1.22 Aluminium pintu-jendela. 39
Gambar 1.23 Baja ringan. 39
Gambar 1.24 Optimalisasi bukaan (jendela). 39
Gambar 1.25 Alternatif sumber listrik (panel surya) 39
Gambar 1.26 Optimalisasi bahan daur ulang untuk pekerjaan jalan. 40
Gambar 1.27 Optimalisasi penggunaan baja untuk jembatan. 40
Gambar 1.28 Rancangan denah ruangan dalam suatu bangunan. 42
Gambar 1.29 Denah rumah berbentuk 3D. 42
Gambar 1.30 *Drafter*. 45
Gambar 1.31 BIM *Engineer*. 45
Gambar 1.32 *Surveyor*. *45*
Gambar 1.33 Operator alat berat. 45
Gambar 1.34 Operator *grouting*. *45*
Gambar 1.35 Operator desain simulator. 45
Gambar 2.1 Peta Konsep. 52
Gambar 2.2 K3LH pada pelaksanaan dunia kerja konstruksi. 53
Gambar 2.3 Praktik kerja yang aman. 56
Gambar 2.4 Kotak P3K dipersiapkan untuk kondisi yang terjadi di luar kendali. 57
Gambar 2.5 SOP pelaksanaan praktik kerja yang aman. 58
Gambar 2.6 Fungsi APD yang digunakan pada konstruksi dan perawatan bangunan sipil. 63
Gambar 2.7 Isi kotak P3K. 64
Gambar 2.8 Gambar risiko kecelakaan kerja pada pelaksanaan pekerjaan jembatan. 67
Gambar 2.9 Ilustrasi kecelakaan kerja pada praktik pemasangan batu di sekolah. 68

Gambar 2.10 Jenis rambu pada K3LH. 71
Gambar 2.11 Penerapan budaya mutu pada praktik pemasangan batu di sekolah. 75
Gambar 2.12 Ilustrasi situasi penghamparan aspal pada pekerjaan jalan. 78
Gambar 3.1 Peta Konsep. 90
Gambar 3.2 Membaca gambar teknik. 91
Gambar 3.3 Kode kekerasan pada pensil gambar. 94
Gambar 3.4 Pensil mekanik. 94
Gambar 3.5 Cara menggunakan pensil. 95
Gambar 3.6 Rapido. 96
Gambar 3.7 Cara menggunakan rapido. 96
Gambar 3.8 Trekpen. 96
Gambar 3.9 Pembagian kertas gambar untuk menjelaskan tentang jenis-jenis ukuran kertas. 97
Gambar 3.10 Pembagian ukuran kertas gambar. 98
Gambar 3.11 Jangka. 98
Gambar 3.12 Jenis-jenis sablon. 99
Gambar 3.13 Penggaris T. 100
Gambar 3.14 Sepasang penggaris segitiga. 100
Gambar 3.15 Penghapus. 100
Gambar 3.16 Meja atau mesin gambar. 101
Gambar 3.17 Contoh penarikan garis. 105
Gambar 3.18 Letak etiket gambar (*layout*). 106
Gambar 3.19 Pemberian ukuran pada gambar. 107
Gambar 3.20 Pemberian ukuran pada gambar. 107
Gambar 3.21 Contoh hasil gambar pada Aktivitas 3.5. 109
Gambar 3.22 Respons cepat materi pembelajaran tentang konstruksi geometris dan langkah-langkah menggambar dengan lebih detail. 110
Gambar 3.23 Contoh hasil gambar pada Aktivitas 3.6. 112
Gambar 3.24 Proyeksi isometri. 114
Gambar 3.25 Proyeksi dimetri. 114
Gambar 3.26 Proyeksi trimetri. 115
Gambar 3.27 Proyeksi miring (*oblique*). 115
Gambar 3.28 Perspektif 1 titik hilang. 116
Gambar 3.29 Perspektif 2 titik hilang. 117
Gambar 3.30 Perspektif 3 titik hilang. 118
Gambar 3.31 Proyeksi ortogonal. 118
Gambar 3.32 Proyeksi ortogonal sistem Eropa. 119
Gambar 3.33 Proyeksi ortogonal sistem Amerika. 119
Gambar 3.34 Contoh hasil gambar pada Aktivitas 3.7. 121
Gambar 3.35 Respons cepat materi pembelajaran tentang perintah dan langkah-langkah dalam menggambar AutoCAD. 123
Gambar 3.36 Gambar kerja untuk Aktivitas 3.8. 124
Gambar 3.37 Denah rumah. 129
Gambar 3.38 Denah konstruksi jalan. 129
Gambar 4.1 Peta Konsep. 132
Gambar 4.2 Elemen struktur lurus dan lengkung. 136
Gambar 4.3 Elemen struktur lurus. 136
Gambar 4.4 Elemen struktur lengkung. 136
Gambar 4.5 Elemen permukaan. 137
Gambar 4.6 Struktur kaku. 137
Gambar 4.7 Struktur tidak kaku, contohnya struktur kabel. 138
Gambar 4.8 Rangkaian kolom (tegak) dan balok (mendatar). 138

Gambar 4.9 Frame baja profil. 139
Gambar 4.10 Struktur dinding. 139
Gambar 4.11 Gedung Sate Bandung. 139
Gambar 4.12 Hotel Alila Villas Uluwatu Bali. 140
Gambar 4.13 Model struktur rangka beton sistem portal. 141
Gambar 4.14 Model struktur kontruksi baja. 141
Gambar 4.15 Rangka batang kuda-kuda pada bangunan atap. 142
Gambar 4.16 Model struktur komposit. 142
Gambar 4.17 Model struktur logam lain. 143
Gambar 4.18 Posisi balok pada struktur bangunan. 143
Gambar 4.19 Sistem struktur rangka kaku. 144
Gambar 4.20 Struktur rangka batang. 145
Gambar 4.21 Struktur pelengkung. 145
Gambar 4.22 Kontruksi pelat dan dinding. 146
Gambar 4.23 Struktur pelengkung menerus. 146
Gambar 4.24 Struktur kubah. 147
Gambar 4.25 Bangunan dengan sistem permukaan bidang kabel. 148
Gambar 4.26 Model struktur membran. 149
Gambar 4.27 Struktur membran/tenda untuk atap sebuah lapangan. 149
Gambar 4.28 Contoh bermacam-macam gaya. 150
Gambar 4.29 Gaya pada benda. 151
Gambar 4.30 Penghitungan dengan Metode Segitiga. 152
Gambar 4.31 Penghitungan dengan Metode Jajargenjang. 153
Gambar 4.32 Penghitungan dengan Metode Segi Banyak. 153
Gambar 4.33 Pemodelan dan aplikasi tumpuan rol. 155
Gambar 4.34 Pemodelan dan aplikasi tumpuan sendi. 155
Gambar 4.35 Pemodelan dan aplikasi tumpuan jepit. 156
Gambar 4.36 Pemodelan dan aplikasi tumpuan bidang datar. 156
Gambar 4.37 Skema perletakan pendel pada suatu struktur baja. 157
Gambar 4.38 Benda disandarkan sudut potong dua bidang datar dan reaksinya tegak lurus batang (N). 157
Gambar 4.39 Benda disandarkan pada perletakan lingkaran dan reaksinya tegak lurus batang (N). 157
Gambar 4.40 Tekanan pada rel kereta api atau tekanan pada ban mobil yang berjalan. 158
Gambar 4.41 Tekanan tembok pada balok beton. 158
Gambar 4.42 Pengaruh gaya momen pada balok. 160
Gambar 4.43 Diagram momen lentur. 160
Gambar 4.44 Diagram gaya lintang. 161
Gambar 4.45 Pengaruh gaya normal pada batang. 162
Gambar 4.46 Diagram gaya normal. 162
Gambar 4.47 Gambar untuk Contoh Soal 1. 163
Gambar 4.48 Gambar untuk Penyelesaian Contoh Soal 1. 163
Gambar 4.49 Gambar untuk Contoh Soal 2. 164
Gambar 4.50 Gambar untuk Penyelesaian Contoh Soal 2. 165
Gambar 4.51 Gambar untuk Contoh Soal 3. 165
Gambar 4.52 Gambar untuk Penyelesaian Contoh Soal 3. 166
Gambar 4.53 Gambar untuk Contoh Soal 4. 167
Gambar 4.54 Gambar untuk Penyelesaian Contoh Soal 4. 168
Gambar 4.55 Gambar untuk Aktivitas 4.3. 169
Gambar 4.56 Tegangan normal tarik pada batang prismatik (gambar kiri) dan tegangan normal tekan pada batang prismatik (gambar kanan). 170
Gambar 4.57 Gambar untuk Contoh Soal 1. 172

Gambar 4.58 Gaya tarik pada batang. 173
Gambar 4.59 Tegangan tekan. 174
Gambar 4.60 Geseran pada sambungan baut..... 176
Gambar 4.61 Gambar untuk contoh soal. 176
Gambar 4.62 Batang yang mengalami puntiran (torsi). 177
Gambar 4.63 Struktur balok yang mengalami lenturan dan geseran. 179
Gambar 4.64 Gambar untuk Contoh Soal. 180
Gambar 4.65 Gambar untuk Aktivitas 4.4. 181
Gambar 4.66 Gambar segitiga. 182
Gambar 4.67 Gambar segi empat. 182
Gambar 4.68 Gambar segi lima. 182
Gambar 4.69 Metode Titik Buhul. 184
Gambar 4.70 Kegagalan konstruksi. 191
Gambar 5.1 Peta Konsep. 194
Gambar 5.2 Beberapa bangunan pada konstruksi bangunan sipil. 195
Gambar 5.3. Proses pelaksanaan pembangunan jembatan 198
Gambar 5.4. Pekerjaan perawatan konstruksi bangunan sipil. 199
Gambar 5.5 Tahapan pengawasan pada pekerjaan konstruksi bangunan. 201
Gambar 5.6 Jenis alat yang dipergunakan pada perencanaan dan pelaksanaan konstruksi bangunan sipil. 202
Gambar 5.7 Jenis peralatan kerja praktik di sekolah dan di proyek. 203
Gambar 5.8 Peralatan dengan teknologi terbarukan pada bidang bangunan sipil..... 209
Gambar 5.9 Desain perencanan konstruksi jembatan. 210
Gambar 5.10 Implementasi teknologi BIM dalam Proyek Pembangunan Jalan dan Jembatan. 211
Gambar 5.11 Model dimensi dalam BIM..... 212
Gambar 5.12 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang teknologi *crawling drill*.. 213
Gambar 5.13 Kode respons cepat untuk masuk ke pranala YouTube, terkait materi pembelajaran tentang teknologi *multi tie temper*..... 213
Gambar 5.14 kode respons cepat untuk masuk ke pranala YouTube, terkait materi pembelajaran tentang teknologi *cool milling*..... 213
Gambar 5.15 kode respons cepat untuk masuk ke pranala YouTube, terkait materi pembelajaran tentang teknologi mesin *gunite shotcrete*.. 214
Gambar 5.16 Kode respons cepat untuk masuk ke pranala YouTube, terkait materi pembelajaran tentang teknologi *trailer multiaxle (cometto)*.. 214
Gambar 5.17 Kode respons cepat untuk masuk ke pranala YouTube, terkait materi pembelajaran tentang teknologi *launching gantry (launching truss)*. 214
Gambar 5.18 Kode respons cepat untuk masuk ke pranala YouTube, terkait materi pembelajaran tentang teknologi *crane/ lift up machine*.. 214
Gambar 5.19 Peralatan pelaksanaan pekerjaan jalan. 215
Gambar 5.20 Peralatan pelaksanaan pekerjaan perawatan jalan..... 215
Gambar 5.21 Peralatan pelaksanaan pekerjaan jembatan. 215
Gambar 5.22 Salah satu bangunan yang ada di konstruksi bangunan sipil. 216

Gambar 5.23 Perencanaan survei pengukuran konstruksi suatu bangunan. 217
Gambar 5.24 Pekerjaan pengukuran. 219
Gambar 5.25 Pekerjaan tanah. 221
Gambar 5.26 Pekerjaan pemasangan batu kali. 222
Gambar 5.27 Pekerjaan pemasangan dinding. 224
Gambar 5.28 Pekerjaan beton. 226
Gambar 5.29 Komponen struktur perkerasan lentur. 227
Gambar 5.30 Pekerjaan konstruksi kayu pada bangunan sipil. 229
Gambar 5.31 Pekerjaan konstruksi baja pada bangunan sipil. 231
Gambar 5.32 Jenis material portland cement yang ramah lingkungan yang ada di pasaran SNI 2049: 2015 semen Portland (OPC) (ASTMC150). 232
Gambar 5.33 Macam-macam bahan yang dipergunakan dalam pelaksanaan pekerjaan bangunan. 233
Gambar 5.34 Contoh spesifikasi semen yang ada di pasaran. 239
Gambar 5.35 Material pipa untuk instalasi *plambing*. 241
Gambar 5.36 Pelaksanaan pekerjaan perawatan jalan yang berlubang di jalan raya. 244
Gambar 5.37 Pelaksanan perawatan pada prasarana infrastruktur jalan. 245
Gambar 6.1 Peta Konsep. 258
Gambar 6.2 Profesi juru ukur (*surveyor*) 259
Gambar 6.3 Juru ukur atau *surveyor* 1 263
Gambar 6.4 Juru ukur atau *surveyor* 2. 263
Gambar 6.5 Juru ukur terestris. 264
Gambar 6.6 Kode batang materi pembelajaran tentang jenis-jenis pekerjaan yang terkait dengan profesi surveyor terestris. 265
Gambar 6.7 Juru ukur hidrografi 266
Gambar 6.8 Fotogrametri 266
Gambar 6.9 Peta citra. 267
Gambar 6.10 Diskusi kelompok terkait pekerjaan bidang konstruksi. 268
Gambar 6.11 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang peralatan yang diperlukan seorang juru ukur atau *surveyor*. 268
Gambar 6.12 *Surveyor* dan peralatan 1. 271
Gambar 6.13 *Surveyor* dan peralatan 2. 271
Gambar 6.14 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang prosedur operasional untuk peralatan utama dan peralatan penunjang seorang juru ukur atau *surveyor*. 272
Gambar 6.15 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang potensi kerusakan yang terdapat dalam alat ukur juru ukur atau *surveyor*. 273
Gambar 6.16 Rancangan denah ruangan dalam suatu bangunan. 276
Gambar 6.17 Gambar fasad depan rumah. 276
Gambar 6.18 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang potensi kerusakan yang terdapat dalam alat ukur juru ukur atau *surveyor*. 277
Gambar 6.19 Pengukuran beda tinggi menggunakan sipat datar. 278
Gambar 6.20 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang pembacaan sudut pada teodolit, teodolit kern, dan pengukuran poligon tertutup. 280
Gambar 6.21 Juru ukur atau *surveyor* 1. 282
Gambar 6.22 Juru ukur atau *surveyor* 2. 282
Gambar 6.23 Area kerja yang akan diukur 283

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Asosiasi Profesi Bersertifikat berdasarkan Kementerian PUPR 13
Tabel 1.2 Tabel Tingkatan Klasifikasi, Subklasifikasi, Kualifikasi, dan Jabatan Kerja pada Komptensi Keahlian Teknik Sipil 15
Tabel 2.1 APD yang Digunakan pada Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil 61
Tabel 2.2 Klasifikasi Tempat Kerja dengan Jumlah Petugas Berdasarkan Rasio Jumlah Pekerja dengan Tipe dan Jumlah Kotak P3K. 64
Tabel 2.3 Isi Kotak P3K di Tempat Kerja 65
Tabel 2.4 Daftar Pengujian pada Pekerjaan Bangunan Sipil 76
Tabel 2.5 Ragam Penggunaan Istilah 5R 80
Tabel 2.6 Budaya Kerja 5R pada Pembelajaran di Kelas dan Kerja Praktik di Sekolah 81
Tabel 3.1 Standar Kekerasan Pensil 94
Tabel 3.2 Nama, Penggunaan, dan Tebal Garis Menurut Standar CAD 103
Tabel 3.3 Macam Garis dan Penggunaannya Menurut ISO 104
Tabel 3.4 Perbandingan Standar Huruf dan Angka 106
Tabel 3.5 Kategori Skala 107
Tabel 5.1 Tabel Jenis Alat dalam Pendataan 204
Tabel 5.2 Jenis Alat dalam Perencanaan 205
Tabel 5.3 Jenis Alat dalam Pelaksanaan 206
Tabel 5.4 Beberapa Teknologi pada Pekerjaan Bangunan Sipil 213
Tabel 5.5 Tahapan dalam Pekerjaan Survei Pengukuran 218
Tabel 5.6 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Tanah 220
Tabel 5.7 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Pemasangan Batu Kali 221
Tabel 5.8 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Pemasangan Dinding 223
Tabel 5.9 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Beton 225
Tabel 5.10 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Aspal 226
Tabel 5.11 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Kayu 228
Tabel 5.12 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Baja 229
Tabel 5.13 Beberapa Bahan Kayu yang Dipakai pada Konstruksi Bangunan 235
Tabel 5.14 Modulus Elastis dan Kuat kelas kayu 236
Tabel 5.15 Tegangan Izin Kelas Kayu 236
Tabel 5.16 Beberapa Batu Buatan yang Dipakai pada Konstruksi Bangunan 237
Tabel 5.17 Jenis *Portland Cement* (PC) – ASTM C150 238
Tabel 5.18 Jenis Beton 239
Tabel 5.19 Sifat Mekanis pada Baja Struktural 240
Tabel 5.20 Material Ramah Lingkungan dari Bahan Alam 242
Tabel 5.21 Material Ramah Lingkungan dari Bahan Buatan 243
Tabel 5.22 Perawatan Jalan Raya 246
Tabel 5.23 Perawatan Jalan Baja 246
Tabel 5.24 Perawatan Jembatan 247
Tabel 5.25 Perawatan Bandara 247
Tabel 5.26 Perawatan Bendung Karet 248

Petunjuk Penggunaan Buku Panduan Guru

Buku teks Dasar-Dasar Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil merupakan petunjuk bagi siswa dalam kegiatan pembelajaran. Sebelum menggunakan buku ini sebaiknya baca petunjuk penggunaan buku ini terlebih dahulu. Tujuannya agar capaian pembelajaran diperoleh secara optimal. Berikut petunjuk untuk menggunakan buku teks ini.

	Kata Kunci Kata kunci menunjukkan kata/istilah penting terkait dengan materi dalam tiap bab.
	Tujuan Pembelajaran Bagian ini memuat tujuan pembelajaran yang akan dicapai dalam tiap bab agar sesuai dengan capaian pembelajaran yang diharapkan.
	Peta Konsep Peta konsep berupa ilustrasi grafis pengembangan materi bab ke subbab sebagai acuan materi apa saja yang akan dipelajari dalam tiap bab.
	Apersepsi Apersepsi menunjukkan kegiatan di awal pembelajaran mengenai keterkaitan materi dengan keseharian siswa.
	Pertanyaan Pemantik Pertanyaan pemantik bertujuan untuk meningkatkan keingintahuan terhadap materi yang akan dipelajari.

	Materi Pembelajaran Materi pelajaran berupa aktivitas terkait materi dan pemaparan materi yang dilengkapi dengan foto, ilustrasi, tabel, dan bahan pendukung materi lainnya.
	Asesmen Kompetensi Asesmen kompetensi terdiri dari kumpulan soal guna mengukur kompetensi sisa terhadap materi yang disajikan dalam tiap bab.
	Pengayaan Pengayaan menunjukkan berbagai hal terkait pendalaman materi dari tiap bab yang berguna menambah dan memperkaya wawasan serta keterampilan dalam bidang pekerjaan konstruksi bangunan sipil.
	Refleksi Refleksi merupakan bahan perenungan siswa terhadap kemampuan yang telah dipelajari untuk menemukan makna dan manfaat dari materi pembelajaran yang telah dikuasai.

Guna membantu dalam menguasai kemampuan di atas, materi dalam buku ini dapat dicermati tahap demi tahap. Jangan memaksakan diri sebelum benar-benar menguasai bagian demi bagian dalam buku ini, karena masing-masing saling berkaitan.

Apabila masih mengalami kesulitan memahami materi bab, silakan diskusikan dengan teman atau guru pendamping.

Selamat beraktivitas, berinovasi, dan berkreasi. SMK pasti BISA!

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Buku Dasar-Dasar Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis : Naniek Sulistyowati, Galeh Nur Indriatno Putra Pratama, dan Dhar Heri Arimaya
ISBN : 978-623-194-525-9 (PDF)

BAB 1

Perkembangan Bisnis dan Kewirausahaan Pekerjaan Konstruksi Bangunan Sipil

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada mata pelajaran ini, diharapkan peserta didik mampu:

1. memahami proses bisnis pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil;
2. memahami *job profile* profesi perencana dan pelaksana proyek bangunan sipil;
3. memahami tentang berbagai jenis pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil;
4. memahami isu *global green building* dan *konsep sustainable building;*
5. memahami profesi dan kewirausahaan serta peluang berwirausaha sebagai perencana dan pelaksana pada proyek bangunan sipil; serta
6. melaksanakan pembelajaran berbasis proyek nyata sebagai simulasi proyek kewirausahaan.

B. Kata Kunci

bisnis, pekerjaan konstruksi, *job profile*, profesi, wirausaha, *sustainable building*, dan *green building*

C. Peta Konsep

Gambar 1.1 Peta Konsep
Sumber: Galeh (2023)

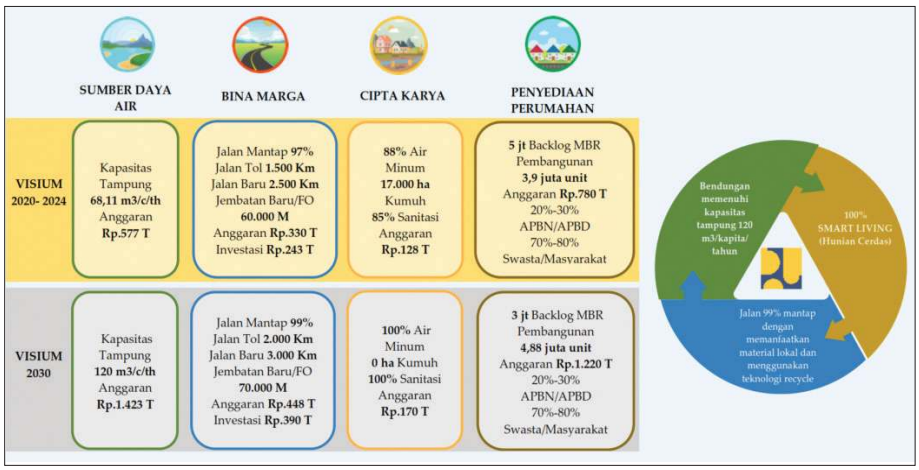
D. Apersepsi

Perkembangan bisnis pada pekerjaan konstruksi bangunan sipil pada era sekarang sudah sangat beragam. Mulai dari profesi yang merupakan bagian dari tim konsultan perencana, tim konsultan pengawas, hingga konsultan pelaksana. Lapangan pekerjaan tersebut di Indonesia sangat terbuka luas dan berpeluang untuk menyerap lulusan bidang sipil/bangunan mulai dari jenjang SMK. Lulusan pada bidang sipil/bangunan, mampu berwirausaha sebagai tenaga terampil dan atau ahli sesuai dengan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia. Hal ini dikarenakan industri jasa konstruksi merupakan salah satu penunjang pembangunan bidang infrastruktur yang berpotensi

menggerakkan mata rantai kegiatan pembangunan ekonomi suatu negara dan menjadi prioritas pemerintah Indonesia.

Di sisi lain, angka pertumbuhan sektor konstruksi di Indonesia mencapai 6-7% per tahun. Nilai tersebut diperkirakan akan terus tumbuh mencapai 10-15% pada tahun 2050 seiring dengan program *Masterplan* Percepatan dan Perluasan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia (MP3EI). Pertumbuhan tersebut akan sebanding dengan semakin besarnya tantangan jasa konstruksi ke depan. Oleh karena itu, tuntutan efisiensi, efektivitas, serta akuntabilitas pelaksanaan proyek konstruksi di Indonesia akan semakin tinggi. Tentu saja hal ini menjadi peluang dan tantangan bagi lulusan SMK bidang sipil/bangunan. Data dari Badan Pusat Statik (BPS) tahun 2019 menunjukkan bahwa jumlah total tenaga kerja konstruksi di Indonesia sebanyak 8,3 juta orang. Dari jumlah tersebut masih dibutuhkan lebih banyak lagi tenaga kerja ahli dan terampil untuk mendukung proyek pemerintah ke depan.

Pemerintah Indonesia pada saat ini sangat gencar menyelenggarakan berbagai program prioritas pembangunan infrastruktur. Mulai dari jalan tol, jembatan, bangunan irigasi, pemukiman padat penduduk, hingga pengembangan Ibu Kota Nusantara (IKN). Berbagai program pembangunan infrastruktur ini tertuang pada Rencana Strategis Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Tahun 2020-2024 melalui VISIUM 2020-2024 dengan fokus pada peningkatan Sumber Daya Air, Bina Marga, Cipta Karya, dan Penyediaan Perumahan.



Gambar 1.2 Target Renstra Kementerian PUPR tahun 2020-2024.
Sumber: KemenPUPR

Berdasarkan target Renstra Kementerian PUPR tahun 2020-2024 yang telah disebutkan sebelumnya, pada saat ini pemerintah meningkatkan ketercapaian proyek-proyek seperti pada uraian gambar di bawah ini.

Gambar 1.3 Jalan Tol Trans Sumatera.
Sumber: money,kompas.com/Hutama Karya (2021)

Gambar 1.4 Jembatan Kali Kuto, Kendal.
Sumber: merdeka.com/Arya Manggala (2019)

Gambar 1.5 Proyek Bendungan Karian, Banten.
Sumber: indonesia.go.id/KemenPUPR (2018)

Gambar 1.6 Proyek rumah susun.
Sumber: properti.kompas.com/KemenPUPR (2021)

Gambar 1.7 Proyek Pelabuhan Patimban, Subang.
Sumber: mediaindonesia.com/Raisan Al Farisi (2020)

Gambar 1.8 Pengembangan Ibu Kota Nusantara (IKN).
Sumber: voi.id/via Antara (2023)

Pertanyaan Pemantik

Apa saja peluang bisnis yang bisa diperoleh untuk kompetensi keahlian Teknik Sipil dari berbagai macam pembangunan infrastruktur tersebut? Jawablah sesuai pendapatmu.

Jawaban:

.....

.....

Diketahui ada beberapa peluang bisnis yang dapat diperoleh untuk kompetensi keahlian Teknik Sipil. Menurutmu, *job profile* apa saja yang menjadi peluang untuk profesi konsultan perencana dan pelaksana (kontraktor) pada pekerjaan bangunan sipil?

Jawaban:

.....

.....

Apakah seorang tenaga terampil pada kompetensi keahlian Teknik Sipil juga harus menerapkan prinsip-prinsip desain bangunan ramah lingkungan? Bagaimana pendapatmu?

Jawaban:

.....

.....

Setelah mengetahui prinsip-prinsip desain bangunan ramah lingkungan, menurutmu profesi apa saja yang dapat menjadi peluang untuk berwirausaha pada bidang Teknik Sipil?

Jawaban:

.....

.....

E. Materi dan Kegiatan Pembelajaran

1. Proses Bisnis pada Pekerjaan Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil

a. Apakah yang Dimaksud dengan Bisnis?

Bisnis merupakan upaya yang dilakukan oleh seseorang untuk mendapatkan keuntungan. Bisnis juga biasa disebut sebagai usaha komersial dalam perdagangan, baik berupa jasa maupun barang. Istilah bisnis dalam dunia bangunan/teknik sipil identik dengan penyediaan usaha berupa jasa dan barang. Penyediaan usaha berupa jasa, misalnya menggambar, melakukan estimasi perhitungan, dan melakukan analisis. Adapun penyediaan usaha berupa barang, misalnya pembelian alat maupun perabot/mebel. Seseorang yang melakukan usaha secara komersial dalam perdagangan, baik berupa jasa maupun barang, disebut pebisnis.

Setelah seorang siswa menamatkan pembelajaran di bangku SMK, tentunya dia ingin bekerja. Dengan begitu, dia harus mempersiapkan dirinya menjadi tenaga kerja yang terampil pada kompetensi keahlian Teknik Sipil. Agar seorang siswa memiliki bekal untuk terjun di dunia kerja, tentunya dia harus memahami dan mengetahui tentang bisnis pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil.

Gambar 1.9 Bisnis pada bidang konstruksi.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

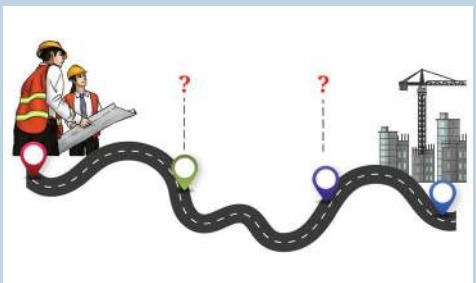
b. Apakah yang Dimaksud dengan *Job Profile*?

Job profile atau profil pekerjaan merupakan deskripsi yang berisikan informasi lengkap terkait suatu pekerjaan yang meliputi tugas-tugas pokok yang harus dikuasai oleh seseorang. Contohnya, seorang *drafter*. *Drafter* wajib menguasai teknik menggambar manual menggunakan peralatan tulis dan aplikasi perangkat lunak.

Mari Cari Tahu

Tanyakan kepada guru atau teman kalian. Carilah informasi tentang bisnis apa saja yang dapat dijadikan sebagai peluang setelah lulus sekolah nanti? Cari tahu juga profil kompetensi apa saja yang harus dikuasai untuk memasuki peluang bisnis tersebut? Kalian juga bisa mencari informasi terkait melalui internet dan sumber lainnya.

Pertanyaan Pemantik



Gambar 1.10 Peluang bisnis pada pekerjaan konstruksi.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Amati gambar di atas. Lalu, coba diskusikan bagaimana cara mewujudkan pembangunan gedung bertingkat seperti yang terdapat pada gambar. Bisnis apa saja yang berpeluang untuk dijalankan?

Jawaban:

.....

.....

Segala hal yang terkait dengan jasa konstruksi di Indonesia telah diatur di dalam Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi. Jasa konstruksi merupakan layanan berupa jasa konsultansi pada bidang konstruksi dan atau yang berkaitan dengan pekerjaan konstruksi. Adapun yang dimaksud dengan konsultansi pada bidang konstruksi merupakan layanan yang berkaitan dengan pengkajian, perencanaan, perancangan, pengawasan, dan manajemen konstruksi suatu pekerjaan konstruksi. Pekerjaan konstruksi merupakan komponen keseluruhan atau sebagian kegiatan yang di dalamnya terdapat kegiatan pembangunan, pengoperasian, pemeliharaan, dan pembangunan kembali suatu bangunan.

Penyedia jasa dalam hal ini merupakan perorangan/kelompok/badan yang memiliki tugas dan kewajiban untuk memberikan layanan berupa jasa konstruksi. Penyedia jasa konstruksi secara umum terdiri atas konsultan perencana, konsultan pelaksana (kontraktor), konsultan pengawas, dan konsultan manajemen konstruksi. Adapun pengguna jasa merupakan perorangan/kelompok yang bertindak sebagai *owner*/pemilik/pemberi pekerjaan. Konsultan perencana merupakan perorangan/kelompok ahli yang memiliki sertifikat kompetensi sesuai bidangnya. Konsultan perencana bertugas dan berkewajiban sebagai penyedia jasa profesional pada bidang perencanaan jasa konstruksi. Selain itu, dia juga harus mampu menerjemahkan dan mewujudkan pekerjaan dalam bentuk dokumen perencanaan bangunan atau bentuk lain sesuai dengan kehendak *owner*/pemilik/pemberi pekerjaan.

Konsultan pengawas merupakan perorangan/kelompok ahli yang memiliki sertifikat kompetensi sesuai bidangnya. Konsultan pengawas bertugas dan berkewajiban sebagai penyedia jasa profesional pada bidang pengawasan jasa konstruksi dan mampu mengawal pekerjaan konstruksi mulai awal hingga selesai/serah terima. Konsultan manajemen konstruksi merupakan perorangan/kelompok ahli yang memiliki sertifikat kompetensi sesuai bidangnya. Konsultan manajemen konstruksi bertugas dan berkewajiban sebagai penyedia jasa profesional pada bidang

manajemen jasa konstruksi dan mampu mengawal pekerjaan, mulai dari perencanaan awal hingga pekerjaan konstruksi selesai/ serah terima.

Konsultan pelaksana/kontraktor merupakan perorangan/kelompok ahli yang memiliki sertifikat kompetensi sesuai bidangnya. Konsultan pelaksana/kontraktor bertugas dan berkewajiban sebagai penyedia jasa profesional pada bidang pelaksanaan konstruksi untuk mewujudkan desain perencanaan menjadi bangunan siap pakai dan berfungsi.

Gambar 1.11 Pekerjaan pada bidang konstruksi.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

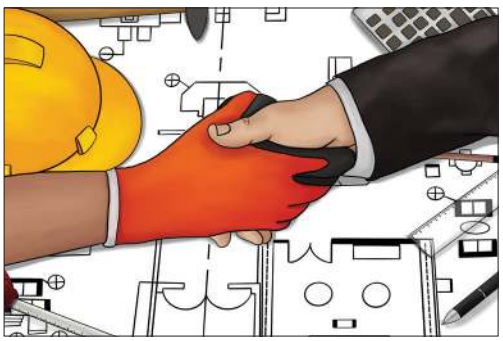
Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai jumlah tema diskusi di bawah. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi seputar tugas, wewenang, dan profil pekerjaan sesuai tema diskusi masing-masing kelompok. Kalian juga bisa mencari informasi tersebut melalui internet dan sumber lainnya.

Gambar 1.12 Tema diskusi kelompok terkait bisnis konstruksi.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Setelah mengetahui dan dapat melakukan identifikasi perihal tugas, wewenang, dan profil pekerjaan yang terdapat pada *owner*, konsultan perencana, konsultan pengawas, konsultan manajemen konstruksi, dan konsultan pelaksana (kontraktor), sekarang saatnya mempelajari klasifikasi jasa konstruksi di Indonesia.

Klasifikasi pada jasa konstruksi merupakan pengelompokan yang didasarkan pada jenis jasa konstruksi, bidang keilmuan, dan keahlian yang diatur dalam Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2017, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 14 Tahun 2020 tentang Standar dan Pedoman Pengadaan Jasa Konstruksi melalui Penyedia dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 8 Tahun 2022 tentang Tata Cara Pelaksanaan Pemenuhan Sertifikat Standar Jasa Konstruksi dalam Rangka mendukung Kemudahan Perizinan Berusaha bagi Pelaku Usaha Jasa Konstruksi. Sedangkan subklasifikasi pada jasa konstruksi merupakan pembagian kelompok/penggolongan usaha jasa konstruksi berdasarkan klasifikasi yang ada.



Gambar 1.13 Bisnis pada bidang konstruksi.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Seluruh pengusaha yang bergerak pada bidang jasa konstruksi harus terdaftar dan memiliki izin usaha. Izin usaha ini biasa disebut sebagai Badan Usaha Jasa Konstruksi (BUJK). BUJK merupakan badan usaha di bidang jasa konstruksi yang berbentuk badan hukum ataupun tidak. Adapun usaha jasa konstruksi pada bangunan sipil terbagi menjadi 3 kualifikasi berikut.

1) Kualifikasi besar, merupakan kualifikasi usaha jasa konstruksi dengan nilai kontrak antara lima puluh miliar rupiah (Rp50.000.000.000,00) hingga seratus miliar rupiah (Rp100.000.000.000,00) untuk non-BUMN. Adapun nilai kontrak di atas seratus miliar rupiah (Rp100.000.000.000,00) untuk BUMN;
2) kualifikasi menengah, merupakan kualifikasi usaha jasa konstruksi dengan nilai kontrak antara dua miliar lima ratus juta rupiah (Rp2.500.000.000,00) hingga lima puluh miliar rupiah (Rp50.000.000.000,00); dan
3) kualifikasi kecil, merupakan kualifikasi usaha jasa konstruksi dengan nilai kontrak maksimal dua miliar lima ratus juta rupiah (Rp2.500.000.000,00).

Apabila seorang siswa ingin bekerja secara profesional setelah dia lulus SMK, dia harus memiliki Sertifikat Kompetensi Kerja (SKK). SKK merupakan tanda bukti bahwa seorang tenaga kerja (ahli/terampil) diakui kompetensinya sesuai bidangnya. Level SKK berdasarkan Surat Edaran Menteri PUPR Nomor 21/SE/M/2021 tentang Tata Cara Pemenuhan Persyaratan Perizinan Berusaha, Pelaksanaan Sertifikasi Kompetensi Kerja Konstruksi, dan Pemberlakuan Sertifikat Badan Usaha Serta Sertifikat Kompetensi Kerja Konstruksi tingkatan SKK terdiri atas 9 tingkatan/level. Di antaranya adalah SKK level 1 sampai dengan level 3 adalah operator/tukang, SKK level 4 sampai dengan level 6 adalah teknisi, SKK level 7 adalah ahli muda, SKK level 8 adalah ahli madya, dan SKK level 9 adalah ahli utama.

Persyaratan umum dan khusus sesuai dengan jenjang/tingkatannya perlu dipenuhi guna memperoleh Sertifikat Kompetensi Kerja (SKK), di mana untuk SKK level 1 minimal lulusan SD/SMP, SKK level 2 minimal lulusan SMK, SKK level 3 minimal lulusan D1, SKK level 4 minimal lulusan D2, SKK level 5 minimal lulusan D3, SKK level 6 minimal lulusan D4/S1, SKK level 7 minimal lulusan D4/S1 dengan pengalaman minimal 2 tahun, SKK level 8 minimal

lulusan S2/Pendidikan Spesialis 1, dan SKK level 8 minimal lulusan S3/Pendidikan Spesialis 2. Adapun kualifikasi usaha jasa konstruksi berdasarkan batasan nilai satuan pekerjaan dapat dikelompokkan berdasarkan tabel berikut. Silakan pindai kode respons cepat pada Gambar 1.14 untuk melanjutkan kegiatan pembelajaran.

Gambar 1.14 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang Tabel Kualifikasi Usaha Jasa Konstruksi Berdasarkan Nilai Satuan Pekerjaan.

Mari Diskusi

Silakan tanyakan kepada guru atau saudara kalian. Carilah informasi contoh bisnis pada bidang jasa konstruksi yang memiliki jenis kualifikasi, mulai dari kualifikasi kecil, sedang, hingga besar. Identifikasi dan lakukan analisis terhadap jenis/item pekerjaan dan jabatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Kalian juga bisa mencari informasi tersebut melalui internet dan sumber lainnya.

Kalian sudah mengetahui dan dapat melakukan identifikasi serta analisis tentang jenis/*item* pekerjaan pada bidang jasa konstruksi yang memiliki jenis kualifikasi, mulai dari kecil, sedang, hingga besar. Sekarang saatnya mempelajari kualifikasi dan jabatan kerja pada bidang pekerjaan jasa konstruksi di Indonesia.

Seperti yang sudah dijelaskan pada materi sebelumnya, tenaga kerja bidang konstruksi di Indonesia diakui keprofesionalannya melalui kepemilikan SKK. SKK tersebut merupakan tanda bukti bahwa seorang tenaga kerja (ahli/terampil) memiliki keahlian sesuai bidangnya. SKK di Indonesia dikeluarkan oleh Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) yang telah terdaftar dalam basis data Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat sesuai dengan Standar Kualifikasi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI). SKKNI merupakan rumusan kemampuan kerja yang mencakup

aspek pengetahuan, keterampilan, dan keahlian tertentu sesuai bidangnya. Adapun asosiasi yang bersertifikat dan telah memiliki izin untuk menyelenggarakan uji SKK melalui LSP yang masuk di dalam basis data Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dapat dilihat pada Tabel 1.1. Asosiasi-asosiasi yang namanya terdaftar pada Tabel 1.1 bergerak di dunia konstruksi.

Tabel 1.1 Asosiasi Profesi Bersertifikat berdasarkan Kementerian PUPR

No.	Nama Asosiasi Profesi	Nama Lengkap
1.	AK3L	Asosiasi Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan
2.	APTAKINDO	Asosiasi Profesi Tenaga Ahli Konstruksi Indonesia
3.	ASDAMKINDO	Asosiasi Sumber Daya Manusia Konstruksi Indonesia
4.	ASTEKINDO	Asosiasi Tenaga Teknik Konstruksi Indonesia
5.	ASTTATINDO	Asosiasi Tenaga Teknik Ahli dan Terampil Indonesia
6.	ASTTI	Asosiasi Tenaga Teknik Indonesia
7.	ATAKI	Asosiasi Tenaga Ahli Konstruksi Indonesia
8.	ATAKNAS	Asosiasi Tenaga Ahli Konstruksi Nasional Indonesia
9.	ATAKSI	Asosiasi Tenaga Ahli Konstruksi Seluruh Indonesia
10.	GATAKI	Gabungan Tenaga Ahli dan Terampil Konstruksi Indonesia
11.	GATENSI	Gabungan Ahli Teknik Nasional Indonesia
12.	HAKI	Himpunan Ahli Konstruksi Indonesia
13.	HAMKI	Himpunan Ahli Manajemen Konstruksi Indonesia
14.	HATHI	Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia
15.	HATSINDO	Himpunan Ahli Teknik Konstruksi Indonesia

16.	HATTI	Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia
17.	HDII	Himpunan Desain Interior Indonesia
18.	HIPTASI	Himpunan Profesi Tenaga Konstruksi Indonesia
19.	HPJI	Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia
20.	IAI	Ikatan Arsitek Indonesia
21.	IAKI	Ikatan Ahli Konstruksi Indonesia
22.	IALI	Ikatan Arsitek Lansekap Indonesia
23.	IAMPI	Ikatan Ahli Manajemen Proyek Indonesia
24.	IAP	Ikatan Ahli Perencanaan Indonesia
25.	IAPPI	Ikatan Ahli Pracetak dan Prategang Indonesia
26.	IATPI	Ikatan Ahli Teknik Penyehatan dan Teknik Lingkungan Indonesia
27.	INTAKINDO	Ikatan Nasional Tenaga Ahli Konsultan Indonesia
28.	ISI	Ikatan *Surveyor* Indonesia
29.	KNIBB	Komite Nasional Indonesia untuk Bendungan Besar
30.	PAKKI	Perkumpulan Ahli Keselamatan Konstruksi Indonesia
31.	PERTAHKINDO	Perkumpulan Tenaga Ahli Konsultan Indonesia
32.	PERTAPIN	Perkumpulan Tenaga Ahli Profesional Indonesia
33.	PETAKINDO	Perkumpulan Tenaga Kerja Ahli dan Terampil Indonesia

Sumber: Galeh (2023)

Setelah lulus SMK, siswa dianjurkan dapat mendalami kompetensi masing-masing sesuai jenjang serta persyaratan minimal yang harus dipenuhi untuk memiliki pengakuan kompetensi melalui kepemilikan Sertifikat Kompetensi Kerja (SKK).

Adapun daftar klasifikasi, subklasifikasi, kualifikasi, dan jabatan kerja pada kompetensi keahlian teknik sipil dapat dilihat pada Tabel 1.2 berikut.

Tabel 1.2 Tabel Tingkatan Klasifikasi, Subklasifikasi, Kualifikasi, dan Jabatan Kerja pada Komptensi Keahlian Teknik Sipil

Klasifikasi	Subklasifikasi	Kualifikasi	Jabatan Kerja	Jenjang
Sipil	Gedung	Ahli	Ahli Muda Teknik Bangunan Gedung	7
			Ahli Madya Teknik Bangunan Gedung	8
			Ahli Teknik Bangunan Gedung	9
			Ahli Muda Perencana Beton Pracetak untuk Struktur Bangunan Gedung	7
			Ahli Madya Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung	8
			Ahli Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung	9
			Ahli Muda Perawatan Bangunan Gedung	7
			Ahli Madya Perawatan Bangunan Gedung	8
			Ahli Perawatan Bangunan Gedung	9
			Ahli Penilai Kelaikan Bangunan Gedung (Aspek Arsitektur dan Tata Ruang Luar)	9

			Manajer Pengelolaan Bangunan Gedung	7
			Ahli Pemeriksa Kelaikan Fungsi Struktur Bangunan Gedung	9
			Ahli Penilai Bangunan Hijau	9
		Teknisi/ Analis	Manajer Lapangan Pelaksanaan Pekerjaan Gedung	6
			Pengawas Pekerjaan Struktur Bangunan Gedung	4
			Kepala Pengelola Lingkungan Bangunan Gedung	6
			Pelaksana Lapangan Pekerjaan Gedung	4
			Perencana Struktur Bangunan RISHA	6
			Pembuat Panel Struktur RISHA	5
			Perakit Struktur Bangunan RISHA	6
			Juru Gambar Bangunan Gedung	4
			Juru Gambar Bangunan Gedung (Level_3)	3
			Juru Gambar Bangunan Gedung (Level_2)	2

			Pelaksana Lapangan Pekerjaan Gedung (Level_3)	3
			Pelaksana Lapangan Pekerjaan Gedung (Level_2)	2
			Tukang Cat Bangunan Gedung	1
			Tukang Plester Bangunan Gedung	1
			Tukang Pasang Ubin	1
			Tukang Pasang Bata	1
			Tukang Kayu	1
			Tukang Kayu Konstruksi	2
			Tukang Besi Beton	1
			Mandor Tukang Pasang Beton *Precast*	3
			Pemasang Perancah dan Acuan/Cetakan Beton	3
			Tukang Bangunan Gedung	2
			Tukang Pasang Rangka Atap Baja Ringan	1
			Tukang Pasang/ Aplikator/Instalatur Baja Ringan	1
			Tukang Pasang *Water Proofing*	2
			Mandor Pemasangan (*Installer*) Rangka Atap Baja Ringan	3

			Mandor Pemasangan Rangka Dinding dan Lantai Baja Ringan	3
	Material	Ahli	Ahli Material Jalan	9
		Teknisi/ Analis	Manajer Produksi Campuran Aspal Panas (*Asphalt Mixing Plant Manager*)	6
			Teknisi Laboratorium Beton Aspal	4
		Operator	Pelaksana Produksi Campuran Aspal Panas	3
	Jalan	Ahli	Ahli Muda Bidang Keahlian Teknik Jalan	7
			Ahli Madya Bidang Keahlian Teknik Jalan	8
			Ahli Utama Bidang Keahlian Teknik Jalan	9
			Manajer Pelaksanaan Pekerjaan Jalan/ Jembatan	7
			Ahli Muda Keselamatan Jalan	7
			Ahli Madya Keselamatan Jalan	8
			Ahli Keselamatan Jalan	9
			Ahli Muda Pemeliharaan Jalan dan Jembatan	7
			Ahli Madya Pemeliharaan Jalan dan Jembatan	8

			Ahli Pemeliharaan Jalan dan Jembatan	9
		Teknisi/ Analis	Juru Gambar Pekerjaan Jalan dan Jembatan	4
			Pelaksana Lapangan Pekerjaan Jalan	4
			Pelaksana Lapangan Perkerasan Jalan Beton	6
			Pelaksana Pemeliharaan Jalan	6
		Operator	Pelaksana Lapangan Pekerjaan Jalan (Level_3)	3
			Pelaksana Lapangan Pekerjaan Jalan (Level_2)	2
			Juru Gambar Pekerjaan Jalan dan Jembatan (Level_3)	3
			Juru Gambar Pekerjaan Jalan dan Jembatan (Level_2)	2
			Mandor Perkerasan Jalan	3
			Ahli Muda Perencanaan Jembatan Rangka Baja	7
			Ahli Madya Perencanaan Jembatan Rangka Baja	8

			Ahli Perencanaan Jembatan Rangka Baja	9
			Ahli Muda Bidang Keahlian Teknik Jembatan	7
			Ahli Madya Bidang Keahlian Teknik Jembatan	8
			Ahli Utama Bidang Keahlian Teknik Jembatan	9
			Ahli Muda Rehabilitasi Jembatan	7
			Ahli Madya Rehabilitasi Jembatan	8
			Ahli Rehabilitasi Jembatan	9
		Teknisi/ Analis	Pelaksana Lapangan Pekerjaan Pemasangan Jembatan Rangka Baja Standar	6
			Teknisi Jembatan Rangka Baja	4
			Pelaksana Pemeliharaan Jembatan	6
	Landasan Udara	Ahli	Ahli Muda Teknik Landasan Terbang	7
			Ahli Madya Teknik Landasan Terbang	8
			Ahli Utama Teknik Landasan Terbang	9

	Terowongan	Ahli	Ahli Perencanaan Terowongan Jalan	9
			Ahli Muda Teknik Terowongan	7
			Ahli Madya Teknik Terowongan	8
			Ahli Utama Teknik Terowongan	9
	Bendung dan Bendungan	Ahli	Ahli Muda Teknik Bendungan Besar	7
			Ahli Madya Teknik Bendungan Besar	8
			Ahli Teknik Bendungan Besar	9
			Ahli Madya Operasi dan Pemeliharaan Bendungan Tipe Urukan	8
			Ahli Operasi dan Pemeliharaan	9
			Bendungan Tipe Urukan	
			Ahli Madya Pengawas Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Sipil Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro	8
		Teknisi/ Analis	Inspektur Bendungan Urukan	6
			Pelaksana Operasi dan Pemeliharaan Bendungan Tipe Urukan	5

		Operator	Mandor Pekerjaan Timbunan Tubuh Bendungan Tipe Urugan	3
	Irigasi dan Rawa	Ahli	Ahli Muda Perencana Irigasi	7
			Ahli Madya Teknik Perencanaan Irigasi Rawa	8
			Ahli Teknik Perencanaan Irigasi Rawa	9
			Ahli Muda Perencanaan Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi	7
			Ahli Madya Perencanaan Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi	8
			Ahli Perencanaan Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi	9
			Ahli Muda Teknik Rawa	7
			Ahli Madya Teknik Rawa	8
			Ahli Teknik Rawa	9
		Teknisi/ Analis	Pelaksana Lapangan Pekerjaan Saluran Irigasi	4
			Pelaksana Pemasangan Pintu Air	6

			Pelaksana Pekerjaan Pemeliharaan Jaringan Irigasi	4
		Operator	Pelaksana Lapangan Pekerjaan Saluran Irigasi (Level_3)	3
			Pelaksana Lapangan Pekerjaan Saluran Irigasi (Level_2)	2
	Sungai Dan Pantai	Ahli	Ahli Madya Perencanaan Pengamanan Pantai	8
			Ahli Perencanaan Pengamanan Pantai	9
			Ahli Muda Teknik Pantai	7
			Ahli Madya Teknik Pantai	8
			Ahli Teknik Pantai	9
			Ahli Muda Perencanaan Operasi dan Pemeliharaan Prasarana Sungai serta Pemeliharaan Sungai	7
			Ahli Madya Perencanaan Operasi dan Pemeliharaan Prasarana Sungai serta Pemeliharaan Sungai	8

			Ahli Perencanaan Operasi dan Pemeliharaan Prasarana Sungai Serta Pemeliharaan Sungai	9
		Teknisi/ Analis	Pelaksana Lapangan Pekerjaan Bronjong	4
			Pelaksana Lapangan Pekerjaan Bangunan Pengaman Pantai	6
		Operator	Pelaksana Pekerjaan Pemeliharaan Sungai	3
	Air Tanah dan Air Baku	Ahli	Ahli Muda Hidrologi	7
			Ahli Madya Hidrologi	8
			Ahli Utama Hidrologi	9
			Ahli Muda Bidang Keahlian Teknik Sumber Daya Air	7
			Ahli Madya Bidang Keahlian Teknik Sumber Daya Air	8
			Ahli Utama Bidang Keahlian Teknik Sumber Daya Air	9
			Ahli Muda Hidrolika	7
			Ahli Madya Hidrolika	8
			Ahli Hidrolika	9
	Bangunan Air Minum	Ahli	Pelaksana Konstruksi Bangunan Unit Produksi SPAM	7

		Teknisi/ Analis	Manajer Pelaksana Konstruksi Sistem Produksi Air Minum (SPAM)	6
			Pelaksana Konstruksi Bangunan Unit Distribusi SPAM	4
	Bangunan Air Limbah	Teknisi/ Analis	Pelaksana Lapangan Pekerjaan Bangunan Air Limbah Permukiman (setempat dan terpusat)	4
	Bangunan Persampahan	Teknisi/ Analis	Pelaksana Lapangan Pekerjaan Pemasangan Pipa Leachate (Lindi) dan Pipa Gas/Ventilasi Di TPA	4
			Pelaksana Lapangan Pekerjaan Pemasangan Lapisan Kedap Air di Tempat Pemrosesan Akhir	4
	Drainase Perkotaan	Ahli	Ahli Muda Perencanaan Jaringan Drainase	7
			Ahli Madya Perencanaan Jaringan Drainase	8
			Ahli Perencanaan Jaringan Drainase	9
		Teknisi/ Analis	Pelaksana Lapangan Pekerjaan Drainase Perkotaan	4

			Pengawas Lapangan Pekerjaan Drainase Perkotaan	6
	Geoteknik dan Fondasi	Ahli	Ahli Muda Geoteknik	7
			Ahli Madya Geoteknik	8
			Ahli Geoteknik	9
			Ahli Madya Geologi Pekerjaan Konstruksi	8
			Ahli Geologi Pekerjaan Konstruksi	9
			Ahli Muda Perencana Fondasi	7
			Ahli Madya Perencana Fondasi	8
			Ahli Utama Perencana Fondasi	9
		Teknisi/ Analis	Teknisi Geoteknik	6
	Geodesi	Ahli	Ahli Geodesi dan Bangunan Gedung	9
			Ahli Geodesi Untuk Perencanaan Teknis Jalan dan Jembatan	9
			Ahli Muda Survei Terestris	7
			Ahli Madya Survei Terestris	8
			Ahli Utama Survei Terestris	9
			Ahli Muda Pengukuran Jalan	7
		Operator	Juru Ukur (*Surveyor*)	3

			Juru Ukur (*Surveyor*) (Level_2)	2
	Jalan Rel	Ahli	Ahli Madya Perencana Struktur Jalan Rel	8
			Manajer Teknik Pembangunan Jalan Rel	7
			Ahli Muda Teknik Jalan Rel	7
			Ahli Madya Teknik Jalan Rel	8
			Ahli Utama Teknik Jalan Rel	9
		Teknisi/ Analis	Pelaksana Lapangan Pekerjaan Pembangunan Jalan Rel	4
	Bangunan Pelabuhan	Ahli	Ahli Muda Teknik Dermaga	7
			Ahli Madya Teknik Dermaga	8
			Ahli Teknik Dermaga	9
	Pembongkaran Bangunan	Ahli	Ahli Muda Pelaksanaan Pembongkaran Bangunan	7
			Ahli Madya Pelaksanaan Pembongkaran Bangunan	8
			Ahli Pelaksanaan Pembongkaran Bangunan	9

	Grouting	Teknisi/ Analis	Teknisi *Grouting* Senior	4
		Operator	Operator *Grouting* Bendungan Besar	2

Sumber: Galeh (2023)

Setelah membaca Tabel 1.2, kalian akan mengetahui tentang tingkatan klasifikasi, subklasifikasi, kualifikasi, dan jabatan kerja pada kompetensi keahlian teknik sipil. Sekarang saatnya kalian fokus dan mempersiapkan kompetensi kalian. Jabatan kerja manakah yang paling kalian minati? Tentunya kalian juga harus melihat peluang bisnis yang ada di lingkungan sekitar.

Dalam melakukan pelayanan pemenuhan pekerjaan, seorang tenaga kerja profesional tentunya harus memiliki Sertifikat Kompetensi Kerja (SKK). Selain itu, dia pun harus bekerja berlandaskan prinsip-prinsip kepuasan kepada pemberi kerja (pelanggan). Mengapa hal ini harus dilakukan? Karena kepuasan pelanggan secara tidak langsung akan memberikan penilaian pada kualitas hasil pekerjaan seorang tenaga kerja profesional. Bagi seorang pebisnis, hal ini tentu menjadi salah satu aset dalam bekerja.

Kotler (2002) berpendapat bahwa kepuasan pelanggan merupakan persepsi dari seseorang (pelanggan) dalam bentuk perasaan senang, sedih, ataupun kecewa terhadap kinerja atau hasil produk seseorang (penyedia jasa). Adapun Albinson (2004) berpendapat bahwa kepuasan pelanggan merupakan reaksi sikap dari seseorang (pelanggan) dalam bentuk emosi atau bahagia terhadap apa yang mereka terima. Adapun lima (5) dimensi yang dominan dalam mengukur kepuasan pelanggan yang harus diketahui adalah sebagai berikut.

1) Harga,
2) kualitas layanan,
3) kualitas produk,
4) faktor emosi konsumen, dan
5) kemudahan akses.

Seorang pebisnis ataupun pekerja yang handal harus mengetahui bagaimana cara mengukur kepuasan pelanggan. Tujuannya adalah agar hasil pekerjaan atau produk yang dihasilkan dapat diterima dengan baik oleh konsumen/pelanggan. Berikut adalah cara mengukur kepuasan konsumen/pelanggan.

1) Buatlah sistem untuk menerima saran dan keluhan akan produk/hasil pekerjaan.
2) Buatlah sistem survei kepuasan konsumen/pelanggan atas produk/hasil pekerjaan.
3) Buatlah analisis penyebab berhentinya konsumen/pelanggan dalam mengorder/memesan produk/hasil pekerjaan.

Selain mengukur kepuasan konsumen/pelanggan atas produk/hasil pekerjaan, harus diketahui juga bagaimana strategi untuk meningkatkan kepercayaan dan kepuasan konsumen/pelanggan. Strategi yang dimaksud di antaranya adalah sebagai berikut.

1) Membuat analisis kepuasan dan inovasi pascaproduk/hasil pekerjaan kita dihasilkan.
2) Membuat relasi pemasaran produk.
3) Membuat sistem manajemen pemasaran produk dengan cara bekerja sama dengan produk lain yang saling berhubungan dan mendukung.
4) Membuat analisis strategi kebutuhan pasar berdasarkan perkembangan zaman.
5) Membuat Standar Operasional Prosedur (SOP) pelayanan pelanggan tetap agar lebih nyaman dan puas.
6) Membuat sistem penanganan komplain konsumen/pelanggan secara cepat dan tepat.

Setelah mengetahui strategi untuk meningkatkan kepercayaan dan kepuasan konsumen/pelanggan, hendaknya dibuat strategi untuk membangun kepercayaan konsumen/pelanggan atas produk/hasil pekerjaan. Beberapa cara yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

1) Perlindungan informasi yang rahasia.
2) Menahan diri untuk tidak membuat komentar yang meremehkan tentang pelanggan dan pesaing lainnya.
3) Memberikan informasi kepada pelanggan yang sebenarnya, walaupun itu sangat menyakitkan.
4) Menjadi perseorangan/perusahaan yang bisa diandalkan, sopan, dan penuh perhatian kepada pelanggan.
5) Aktif serta terlibat dalam urusan masyarakat/sosial.

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai jumlah tema diskusi di bawah. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi seputar jabatan kerja apa saja yang cocok dan memiliki peluang bisnis di daerah masing-masing. Lalu, buatlah strategi agar bisnis tersebut dapat dipercaya oleh calon konsumen/pelanggan. Kalian juga bisa mencari informasi melalui internet dan sumber lainnya.

Kelompok	Subklasifikasi
Satu	Gedung
Dua	Jalan
Tiga	Irigasi dan Rawa
Empat	Bendung dan Bendungan
Lima	Geodesi

2. Perkembangan Dunia Kerja Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil

a. Apakah yang Dimaksud dengan Dunia Kerja?

Dunia kerja merupakan sekumpulan aktivitas kerja, baik di dalam perusahaan maupun organisasi yang memiliki hubungan dengan pekerjaan yang sedang digeluti, dengan tujuan mendapatkan

profit/keuntungan. Lulusan SMK wajib mengetahui perkembangan dunia kerja konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Tampak sekali perbedaan dalam perkembangan dunia kerja konstruksi dan perawatan bangunan sipil yang terjadi sejak abad ke-18 (sekitar tahun 1700-an) hingga abad ke-20. Transformasi perkembangan dalam kurun waktu mulai abad ke-18 hingga abad ke-20 dikenal sebagai era Revolusi Industri 1.0, 2.0, 3.0, dan 4.0. Untuk lebih jelasnya, perhatikan Gambar 1.15.

Gambar 1.15 Transformasi Revolusi Industri 1.0 – 4.0.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Contoh implementasi perkembangan dunia kerja konstruksi dan perawatan bangunan sipil mulai dari abad ke-18 hingga abad ke-20 adalah pada tahun 1784. Pada saat itu, mesin uap digunakan pertama kali dalam industri yang kemudian dikenal sebagai Revolusi Industri 1.0. Revolusi Industri 1.0 masih identik dengan tenaga kerja konstruksi konvensional. Misalnya, juru gambar yang menggunakan kertas kalkir, tukang kayu yang menggunakan gergaji manual, hingga pekerjaan membuat beton segar yang masih menggunakan peralatan konvensional.

Revolusi Industri 2.0 dimulai pada tahun 1870, yaitu pada masa ketika mesin produksi massal tenaga BBM mulai digunakan. Pada masa ini muncul inovasi peralatan. Misalnya, penggunaan mesin molen untuk membuat beton segar.

Revolusi Industri 3.0 dimulai sekitar tahun 1969. Pada masa ini teknologi semakin banyak digunakan dalam dunia informasi dan mesin otomasi. Pada masa ini, mulai banyak bermunculan perangkat lunak gambar yang mempermudah seorang juru gambar melakukan *drafting* dan desain bangunan. Dengan begitu, desain-desain bangunan gedung sangat cepat dan mudah diselesaikan.

Selanjutnya, pada masa Revolusi Industri 4.0 yang berlangsung pada abad ke-20, sudah berkembang penggunaan mesin integrasi dengan jaringan internet. Dalam dunia kerja konstruksi dan perawatan bangunan sipil pun sudah mulai banyak digunakan perangkat lunak yang dapat membantu proses desain hingga melakukan perhitungan volume kebutuhan bahan terintegrasi dengan istilah *Building Information Modelling* (BIM). Selain BIM, beberapa negara maju juga telah mengembangkan dan memanfaatkan *Internet of Things* (IoT) guna merencanakan dan mengintegrasikan konsep pembangunan sesuai dengan prinsip *green building* serta *sustainable development goals*. Salah satu contohnya adalah melalui penerapan *smart detector* dan *light sensor system* pada peralatan sanitasi dan elektrikal untuk melakukan penghematan energi pada suatu bangunan. Efeknya adalah dapat mengurangi dampak emisi yang dihasilkan.

b. Apakah yang Dimaksud dengan *Sustainable Building* dan *Green Building*?

Sustainable building atau yang biasa disebut pembangunan berkelanjutan, bertujuan mengupayakan keberlangsungan penggunaan energi yang bersumber dari alam dan ramah terhadap lingkungan, untuk kemudian dapat diterapkan pada sebuah bangunan. Kaitan antara pembangunan berkelanjutan dengan kompetensi keahlian bangunan/sipil adalah bagaimana seorang tenaga ahli/terampil dapat mengurangi penggunaan bahan tidak

ramah lingkungan. Dengan demikian, seorang tenaga ahli/terampil pun dapat turut andil dalam menjaga kelestarian lingkungan.

Green building atau yang biasa disebut bangunan hijau bertujuan untuk melakukan perencanaan/desain bangunan guna membuat hidup pengguna/penghuni jauh lebih baik sekaligus dapat memenuhi aspek konservasi energi, konservasi alam, dan kenyamanan. Manfaat yang dapat diperoleh dari konsep penerapan bangunan hijau adalah dapat meningkatkan kualitas hidup seseorang, menghemat penggunaan sumber daya alam, mengurangi limbah berupa karbon, dan mengurangi biaya operasional sekaligus memelihara bangunan.

Mari Cari Tahu

Silakan tanyakan kepada guru atau kerabat kalian. Carilah informasi seputar peluang bisnis di dunia konstruksi serta perawatan bangunan sipil yang dapat dikerjakan melalui penerapan konsep pembangunan berkelanjutan dan konsep bangunan hijau. Kalian juga bisa mencari informasi melalui internet dan sumber lainnya.

Pertanyaan Pemantik

Gambar 1.16 Bangunan berbahan bambu.
Sumber: thejakartapost/Paul Prescott (2019)

Gambar 1.17 Bangunan berbahan beton.
Sumber: expantionjoint.wordpress.com/Indah (2020)

Coba sekarang kalian diskusikan dua gambar di atas. Apakah kedua gambar tersebut sudah menerapkan konsep pembangunan berkelanjutan dan konsep bangunan hijau? Setelah diskusi, silakan uraikan alasannya.

Jawaban:

.....

.....

Segala hal yang berkaitan dengan pekerjaan di bidang jasa konstruksi di Indonesia telah ditetapkan dalam beberapa peraturan berikut.

1) Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi;

2) Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 8 Tahun 2022 tentang Tata Cara Pelaksanaan Pemenuhan Sertifikat Standar Jasa Konstruksi dalam Rangka Mendukung Kemudahan Perizinan Berusaha bagi Pelaku Usaha Jasa Konstruksi; dan

3) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha berbasis Risiko.

Secara umum, pekerjaan di bidang jasa konstruksi dikelompokkan sebagai berikut.

1) Klasifikasi bangunan gedung, terdiri atas:
   a) konstruksi gedung hunian;
   b) konstruksi gedung industri;
   c) konstruksi gedung perkantoran;
   d) konstruksi gedung perbelanjaan;
   e) konstruksi gedung tempat hiburan dan olahraga;
   f) konstruksi gedung penginapan;
   g) konstruksi gedung pendidikan;
   h) konstruksi gedung kesehatan, serta
   i) konstruksi gedung lainnya.
2) Klasifikasi bangunan sipil, terdiri atas:
   a) konstruksi jaringan irigasi dan drainase;
   b) konstruksi bangunan prasarana sumber daya air;
   c) konstruksi bangunan pelabuhan bukan perikanan;
   d) konstruksi bangunan pelabuhan perikanan;
   e) konstruksi bangunan sipil pengolahan air bersih;
   f) konstruksi bangunan sipil prasarana dan sarana sistem pengolahan limbah padat, cair, dan gas;
   g) konstruksi bangunan sipil jalan;

h) konstruksi bangunan jalan rel;

i) konstruksi bangunan jembatan, jalan layang, jembatan layang (*flyover)*, dan lintas bawah (*underpass)*;

j) konstruksi bangunan sipil pengolahan air bersih;

k) konstruksi bangunan sipil minyak dan gas bumi; serta

l) konstruksi bangunan sipil fasilitas olah raga.

Berdasarkan klasifikasi dan subklasifikasi pekerjaan di bidang jasa konstruksi di atas, semakin ditahui ragam peluang jenis pekerjaan yang dibutuhkan di lapangan dengan berbagai fokus disiplin kompetensi. Selain itu, diperlukan juga kemampuan melakukan identifikasi dan menerapkan konsep bangunan hijau dengan cara menggunakan bahan-bahan material yang ramah lingkungan. Berikut komponen-komponen yang perlu diperhatikan dalam menerapkan konsep bangunan hijau.

1) Penggunaan lahan tepat guna;
2) konservasi dan efisiensi energi;
3) konservasi air;
4) sumber material yang ramah lingkungan;
5) kondisi kenyamanan dan kesehatan bangunan; serta
6) manajemen pengelolaan ramah lingkungan.

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai jumlah tema diskusi di bawah. Setiap kelompok dipersilakan mengidentifikasi dan membuat rancangan implementasi penerapan konsep bangunan hijau menggunakan komponen pada materi sebelumnya. Kalian juga bisa mencari informasi melalui internet dan sumber lainnya.

Kelompok	Subklasifikasi
Satu	Konstruksi gedung hunian.
Dua	Konstruksi gedung pendidikan.
Tiga	Konstruksi bangunan prasarana sumber daya air.
Empat	Konstruksi bangunan jembatan, jalan layang, jembatan layang (*flyover)*, dan lintas bawah (*underpass).*
Lima	Konstruksi bangunan jalan rel.

Sekarang kalian sudah dapat mengidentifikasi dan membuat rancangan implementasi penerapan konsep bangunan hijau menggunakan komponen-komponen pada materi sebelumnya. Sekarang saatnya mempelajari contoh penggunaan bahan yang dapat mendukung implementasi penerapan konsep bangunan hijau.

Setelah lulus SMK, seorang siswa tentu juga harus dapat menjaga lingkungan. Hal ini tentunya dapat menepis persepsi bahwa seorang ahli/terampil pada kompetensi keahlian teknik sipil/bangunan identik dengan hal-hal yang dapat merusak lingkungan. Seperti membuka lahan berupa sawah, perkebunan, dan hutan untuk dijadikan area pembangunan baru. Oleh karena itu, keahlian dalam menggunakan bahan material yang ramah lingkungan menjadi salah satu tantangan tersendiri guna menjaga kelestarian lingkungan yang ada.

Melalui inovasi dan kemajuan teknologi, lahir beberapa temuan yang menawarkan berbagai alternatif pilihan bahan bangunan pada seorang ahli/terampil pada kompetensi keahlian teknik sipil/ bangunan agar dapat mempertahankan kondisi lingkungan tetap baik. Dulu bahan bangunan yang berasal dari kayu, bambu, dan tanah digunakan secara langsung tanpa diolah terlebih dahulu. Pada saat ini, bahan-bahan tersebut telah diolah terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan. Misalnya, bambu diolah menjadi papan melalui proses laminasi. Limbah potongan kayu diolah menjadi papan serat yang biasa disebut *multiwood,* dengan berbagai variasi ukuran ketebalan. Adapun kriteria penggunaan material ramah lingkungan adalah sebagai berikut.

1) Tidak mengandung racun pada saat sebelum dan sesudah digunakan.
2) Pada saat proses pembuatan dan produksi, bahan material tidak menghasilkan limbah berupa zat-zat yang berbahaya bagi lingkungan.
3) Bahan material yang akan digunakan ramah dengan alam/ lingkungan, seperti penggunaan bahan dasar bambu, kayu, dan lainnya yang bersifat alami.
4) Bahan utama pembentuk bahan material tersebut dapat menggantikan bahan utama dari unsur alam, seperti penggunaan baja ringan pada konstruksi atap pengganti kayu.
5) Bahan material yang akan digunakan dapat ditemukan dengan mudah.
6) Pascapenggunaan, bahan material tersebut mudah terurai secara alami tanpa harus dibakar atau dihancurkan.

Pengimplementasian konsep bangunan hijau juga dapat dilakukan dengan penerapan teknologi tepat guna yang dapat mengurangi emisi/pencemaran lingkungan, selain penggunaan bahan material ramah lingkungan. Teknologi tepat guna pada tatanan konsep bangunan hijau merupakan rekayasa teknologi yang didesain agar dapat menjaga dan meningkatkan aspek-aspek konservasi lingkungan. Tujuannya adalah menghemat sumber daya yang akan digunakan. Adapun konsep penerapan teknologi tepat guna haruslah meliputi berbagai unsur berikut.

1) Ramah lingkungan melalui hemat energi dan tidak merusak siklus ekologis;
2) ekonomis dan cenderung pada penggunaan bahan-bahan yang mudah ditemui di lingkungan sekitar (bahan lokal); serta
3) mudah dilakukan perawatan/*maintenance*.

Berikut beberapa contoh bahan material yang dapat diimplementasikan pada konsep bangunan hijau.

Gambar 1.18 Bambu
Sumber: properti.kompas.com/Rosiana Haryanti (2018)

Gambar 1.19 Bata ringan.
Sumber: kompas.com/RADOVAN1 (2022)

Gambar 1.20 Kayu papan lapis.
Sumber: aertikel.rumah123.com/Olga Kononenko (2019)

Gambar 1.21 Kayu papan laminasi bambu.
Sumber: kompas.com/KemenPUPR (2020)

Gambar 1.22 Aluminium pintu-jendela.
Sumber: artikel.rumah123.com/Raja Kusen (2023)

Gambar 1.23 Baja ringan.
Sumber: ekbis.sindonews.com/MNC Media (2020)

Gambar 1.24 Optimalisasi bukaan (jendela).
Sumber: arsitag.com/Studio Inscape (2023)

Gambar 1.25 Alternatif sumber listrik (panel surya).
Sumber: cnet.com/Getty Images (2022)

Gambar 1.26 Optimalisasi bahan daur ulang untuk pekerjaan jalan.

Sumber: sustaination.id/Muhammad Iqbal (2022)

Gambar 1.27 Optimalisasi penggunaan baja untuk jembatan.

Sumber: structurae.net/Ezagren (2011)

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai jumlah tema diskusi di bawah. Setiap kelompok dipersilakan mengidentifikasi dan membuat rancangan implementasi penerapan konsep bangunan hijau menggunakan komponen pada materi sebelumnya. Kalian juga bisa mencari informasi melalui internet dan sumber lainnya.

Kelompok	Tinjauan
Satu	Bangunan rumah tinggal
Dua	Bangunan pendidikan/perkantoran
Tiga	Jembatan
Empat	Jalan

3. Profesi dan Kewirausahaan (*Technopreneurship*), serta Peluang Kerja di Bidang Operasi dan Pemeliharaan Bangunan Sipil

a. Apa yang Dimaksud dengan Profesi?

Profesi merupakan bidang pekerjaan yang dimiliki oleh seseorang sesuai dengan kompetensi keahlian, serta telah mendapatkan pengakuan akan kompetensi keahlian tersebut. Siswa yang sudah lulus SMK nantinya harus fokus pada profesi yang akan digeluti.

Profesi yang baik adalah profesi yang memiliki peluang pasar tinggi/besar. Dengan begitu, profesi tersebut dapat digeluti lebih lama.

Profesi yang bisa dimiliki oleh seorang lulusan SMK pada kompetensi keahlian teknik sipil/bangunan adalah profesi sebagai perencana, pengawas, maupun pelaksana pada pekerjaan bangunan sipil. Profesi tersebut dapat dilakukan dengan status sebagai seorang wirausahawan. Atau, sebagai karyawan yang bergabung/bekerja pada suatu perusahaan tertentu sesuai kompetensi yang dimilikinya.

Sesuai dengan pengelompokan SKK yang dikeluarkan oleh Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP), mayoritas lulusan SMK masuk ke dalam jenjang 3 (tiga) dengan lulusan SMK *fresh graduate* sebagai operator, dan ke dalam jenjang 6 (enam) dengan minimal pengalaman kerja selama 2 (dua) tahun sebagai teknisi ataupun analis.

b. Apa yang Dimaksud dengan *Technopreneurship*?

Technopreneurship merupakan penggabungan dua kata, yaitu "teknologi" dan "*entrepreneur*". Nasution (2007) berpendapat bahwa *technopreneurship* merupakan bagian dari *entrepreneurship* yang menekankan pada kemampuan memanfaatkan teknologi. Jusoh (2011) berpendapat bahwa *technopreneur* bermanfaat untuk pengembangan sektor usaha; *technopreneur* merupakan seseorang yang mampu membuat, berkreasi, dan berinovasi atas produk yang akan dijual ke pasar dengan pemanfaatan teknologi. Dalam hal ini, pemanfaatan teknologi merupakan salah satu syarat utama pembentuk jiwa *technopreneurship*.

Mari Cari Tahu

Silakan tanyakan kepada guru atau kerabat kalian. Carilah informasi tentang peluang untuk menjadi seorang wirausahawan pada bidang konstruksi serta perawatan bangunan sipil yang terdapat di daerah masing-masing. Kalian juga bisa mencari informasi melalui internet dan sumber lainnya.

Pertanyaan Pemantik

Gambar 1.28 Rancangan denah ruangan dalam suatu bangunan.

Sumber: theaecassociates.com/Holly Robinson (2012)

Gambar 1.29 Denah rumah berbentuk 3D.

Sumber: : ik.imagekit.io/Rajesh Ravilla (2021)

Amati gambar di atas. Diskusikan apakah kedua gambar tersebut sudah menerapkan konsep *technopreneurship*? Lalu, profesi apakah yang cocok untuk membuat produk seperti gambar di atas? Silakan uraikan alasannya!

Jawaban:

.....

.....

.....

.....

Salah satu tujuan dari *technopreneurship* setelah lulus SMK adalah mengembangkan karya, baik berupa jasa maupun produk melalui inovasi di kompetensi keahlian bangunan/sipil. Sudut pandang *technopreneurship* apabila dilihat dari sisi *tool* merupakan proses yang digunakan oleh wirausahawan untuk mengelola sumber daya, teknologi, dan strategi dalam memanfaatkan peluang. Seorang *technopreneur* merupakan perpanjangan dari seorang pengusaha, yang memanfaatkan teknologi dan ilmu keahlian untuk membuat karya baru. Dengan begitu, akan dihasilkan produk yang dapat meningkatkan kesejahteraan.

Terdapat tiga komponen utama pembentuk karakter *technopreneur*, yaitu intrapersonal, interpersonal, dan ekstrapersonal. Intrapersonal merupakan kemampuan seseorang yang terdapat dalam diri sendiri, seperti etika kerja, disiplin, tanggung jawab, dan lainnya; sedangkan interpersonal merupakan kemampuan seseorang dalam berhubungan dengan orang lain seperti cara berkomunikasi, cara bekerja sama, kepedulian sesama, dan lainnya, selain itu, ekstrapersonal merupakan kemampuan seseorang dalam berkolaborasi dengan lingkungan yang ada. Secara umum, *technopreneurship* mengacu pada pemanfaatan teknologi untuk pengembangan bidang wirausaha. Jenis wirausaha dalam pengertian *technopreneurship* tidak hanya dibatasi pada wirausaha teknologi informasi, tetapi juga semua teknologi yang dapat mendukung wirausaha. Seorang *technopreneur* yang berhasil adalah orang yang mau mendengar, belajar, mencoba, dan beradaptasi terhadap pengembangan kewirausahaan dengan memanfaatkan teknologi.

Seorang *technopreneur* merupakan seorang *entrepreneur* yang aktif melibatkan bisnis dengan memanfaatkan teknologi. Seorang *technopreneur* yang memanfaatkan teknologi dapat diartikan dalam dua hal. Pertama, memanfaatkan teknologi dalam proses pembuatan/produksi. Kedua, memanfaatkan teknologi dalam pemasaran. Adapun pemanfaatan teknologi dalam berwirausaha dapat dilihat dari dua sudut pandang, yaitu pemanfaatan teknologi sebagai *tool* dan pemanfaatan teknologi sebagai objek.

Keberhasilan memaksimalkan potensi *technopreneurship* akan memberikan manfaat dalam pengembangan ekonomi dan kehidupan sosial.

Technopreneurship berbeda dengan *entrepreneurship*. Perbedaan tersebut berdasarkan enam subpembeda, yaitu motivasi, kepemilikan, gaya manajerial, kepemimpinan, inovasi, dan jaringan kerja, di mana *technopreneur* adalah *entrepreneur* yang mengoptimalkan segenap potensi teknologi yang ada sebagai basis pengembangan bisnis yang dijalankan (Nasution, 2007).

Secara umum, seorang *technopreneur* memiliki aspek spirit ke-*technopreneur*-an. Aspek tersebut di antaranya sebagai berikut.

1) Cenderung bersedia mengambil kesempatan yang mengandung risiko dengan pertimbangan terlebih dahulu.
2) Memiliki filosofi *doing better*, yang berarti selalu berbuat lebih baik daripada sebelumnya dengan meghasilkan peningkatan.
3) Seorang *technopreneur* cenderung digerakkan oleh motivasi internal yang terdapat dalam diri sendiri.
4) Identik dengan kemampuan kreatif dalam membangun inovasi dalam berproduk.
5) Cenderung berpikir panjang sehingga memiliki visi jauh ke depan sebagai seorang analisis.
6) Selalu bekerja atas dasar kemampuan diri sendiri secara mandiri.

Uraian di atas secara garis besar merupakan aspek utama dalam membentuk seorang *technopreneur*. Aspek-aspek yang paling dominan adalah motivasi, kreativitas, manajemen, inovasi, kemandirian, dan kepemimpinan. Berdasarkan beberapa pendapat di atas, disimpulkan bahwa *technopreneurship* merupakan kemampuan seseorang dalam mengembangkan jiwa wirausaha dengan memanfaatkan teknologi, baik dalam proses pembuatan maupun pemasaran yang sesuai dengan kompetensi keahlian seorang teknik sipil/bangunan. Contoh *technopreneurship* yang sesuai dengan kompetensi keahlian seorang ahli teknik sipil/bangunan ditunjukkan pada gambar-gambar berikut.

Gambar 1.30 *Drafter*.
Sumber: umn.ac.id/Jami Shah (2022)

Gambar 1.31 BIM *Engineer*.
Sumber: microsolresources.com/Karin Pumasupa Huayana (2022)

Gambar 1.32 *Surveyor*.
Sumber: pbctoday.co.uk/Dmitry Kalinovsky (2023

Gambar 1.33 Operator alat berat.
Sumber: arparts.id/JCB (2021)

Gambar 1.34 Operator *grouting*.
Sumber: zonaciptakonstruksi.com/mikdad (2022)

Gambar 1.35 Operator desain simulator.
Sumber: victaulic.com/Gorodenkoff (2019)

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai tema diskusi di bawah. Setiap kelompok dipersilakan melakukan identifikasi peluang seorang *technopreneurship*. Kemudian, buatlah karya/produk sederhana yang sesuai dengan jenis pekerjaannya. Kalian juga bisa mencari informasi melalui internet dan sumber lainnya.

Kelompok	Tema
Satu	Bangunan rumah tinggal sederhana
Dua	Bangunan pendidikan (ruang kelas/praktik)
Tiga	Konstruksi bangunan prasarana sumber daya air
Empat	Konstruksi bangunan jembatan sederhana

F. Asesmen Kompetensi

Pahami pertanyaan berikut. Pilih jawaban yang dianggap paling tepat.

1. Upaya yang dilakukan seseorang untuk mendapatkan keuntungan, merupakan penjelasan dari ....
   a. bisnis
   b. usaha
   c. peluang
   d. dagang
2. Andi merupakan lulusan SMK. Pada saat ini dia bergabung menjadi seorang juru gambar di suatu perusahaan lokal di daerahnya. Setiap hari Andi memiliki tugas dan kewajiban untuk menyiapkan dokumen gambar sesuai dengan proyek yang ditekuninya. Aktivitas yang dilakukan Andi merupakan bentuk dari ....

a. usaha pekerjaan

b. profil pekerjaan

c. bisnis

d. tugas dan tanggung jawab

3. Kualifikasi usaha pada jasa konstruksi berdasarkan batasan nilai satuan pekerjaan dapat dikelompokkan menjadi ....

a. kecil-besar

b. kecil-tinggi

c. kecil-menengah-besar

d. kecil-sedang-tinggi

4. Indah merupakan siswi lulusan SMK kompetensi keahlian teknik bangunan. Indah telah lulus sejak tahun 2019. Pada saat ini, yaitu pada tahun 2022, dia ingin mendapatkan Sertifikat Kompetensi Kerja (SKK). Jenjang SKK berapakah yang sesuai untuk Indah?

a. Jenjang 8 sebagai seorang ahli

b. Jenjang 7 sebagai seorang ahli

c. Jenjang 6 sebagai seorang operator

d. Jenjang 5 sebagai seorang teknisi

5. Jabatan kerja yang paling sesuai untuk klasifikasi pekerjaan sipil dengan subklasifikasi gedung pada lulusan SMK adalah ....

a. Pelaksana Lapangan Pekerjaan Gedung (level 3)

b. Pelaksana Lapangan Pekerjaan Gedung (level 2)

c. Pelaksana Lapangan Pekerjaan Gedung

d. Juru Gambar Bangunan Gedung

6. Jabatan kerja yang paling sesuai untuk klasifikasi pekerjaan sipil dengan subklasifikasi irigasi dan rawa pada lulusan SMK dengan pengalaman kerja 3 tahun adalah ....

a. Pelaksana Lapangan Pekerjaan Gedung (level 3)

b. Pelaksana Lapangan Pekerjaan Saluran Irigasi

c. Pelaksana Lapangan Pekerjaan Saluran Irigasi (level 3)

d. Pelaksana Lapangan Pekerjaan Saluran Irigasi (level 2)

7. Sebagai seorang wirausahawan, kita harus komitmen kepada pelanggan. Jawaban berikut termasuk dimensi untuk mengukur kepuasan pelanggan, kecuali ….

   a. harga

   b. kualitas layanan

   c. kualitas produk

   d. persaingan produk

8. Indra merupakan contoh seorang wirausahawan lulusan SMK yang sukses. Pada saat ini dia sedang melakukan analisis dan membuat strategi untuk membangun kepercayaan konsumen/pelanggan atas produk/hasil pekerjaan yang akan dikembangkan. Jawaban berikut adalah upaya yang harus dilakukan Indra untuk membangun kepercayaan konsumen/pelanggan, kecuali …

   a. memberikan informasi kepada pelanggan yang sebenarnya, walaupun itu sangat menyakitkan.

   b. menjadi wirausahawan yang bisa diandalkan, sopan, dan penuh perhatian kepada pelanggan.

   c. membuat komentar yang meremehkan tentang pelanggan dan pesaing lainnya.

   d. aktif serta terlibat dalam urusan masyarakat/sosial.

9. Siti ingin mengembangkan usahanya dengan menerapkan konsep bangunan hijau. Salah satu upaya yang harus dilakukan oleh Siti untuk mewujudkan usahanya adalah …

   a. mempertimbangkan kondisi kenyamanan dan kesehatan pengguna serta bangunan.

   b. mempertimbangkan kondisi keluarga dan keuangan pelanggan.

   c. sumber material dari bahan bakar minyak.

   d. material yang tidak mudah untuk diolah.

10. Kata kunci untuk menjadi seorang *technopreneurship* untuk pekerjaan konstruksi dan perawatan pada bangunan sipil adalah ...
    a. inovasi secara konvensional dan tanggung jawab.
    b. inovasi menggunakan teknologi.
    c. mendapatkan kepercayaan pimpinan.
    d. memiliki SKT.

G. Pengayaan

Penjelasan materi pada Bab 1 tentunya menambah wawasan kalian guna melakukan pengembangan bisnis dan kewirausahaan pada pekerjaan konstruksi bangunan sipil. Oleh karena itu, berdasarkan pengalaman pembelajaran yang kalian miliki melalui hasil diskusi dan pembacaan materi di atas, silakan jawab pertanyaan di bawah ini dengan tepat.

1. Kita ingin memulai proses bisnis pada pekerjaan konstruksi dan perawatan pada bangunan sipil. Persyaratan minimal apa saja yang harus dimiliki/dipersiapkan apabila ingin memulai bisnis pada jenjang kualifikasi yang ada? Jelaskan alasannya!
2. Kita ingin memulai proses bisnis pada pekerjaan konstruksi dan perawatan pada bangunan sipil. Jabatan kerja apa saja yang bisa dipersiapkan sesuai dengan jenjang dan klasifikasi pada pekerjaan sipil? Jelaskan alasannya!
3. Kita ingin memulai bisnis pada pekerjaan konstruksi dan perawatan pada bangunan sipil. Bagaimana upaya kita untuk menerapkan konsep bangunan hijau?
4. Kita ingin memulai bisnis pada pekerjaan konstruksi dan perawatan pada bangunan sipil. Bagaimana upaya kita untuk menjadi seorang *technopreneurship*? Lalu, produk unggulan apa yang akan kita tawarkan kepada pasar/pelanggan?

H. Refleksi

Setelah membaca dan mempelajari Bab 1 ini, wawasan kalian akan bertambah dalam hal-hal berikut.

1. Proses bisnis,
2. *job profile*,
3. peluang wirausaha pada pekerjaan konstruksi,
4. berbagai turunan jenis pekerjaan konstruksi,
5. penerapan konsep *green building* dan *sustainable building* pada pekerjaan konstruksi, dan
6. identifikasi kompetensi yang dibutuhkan jika kita berprofesi sebagai konsultan perencana, manajemen konstruksi, pengawas, dan pelaksana/kontraktor pada pekerjaan konstruksi.

Berdasarkan berbagai materi yang sudah dijelaskan pada Bab 1, hal apa yang masih dirasa paling sulit untuk dikuasai/dipahami? Silakan diskusikan kesulitan tersebut dengan teman maupun guru kalian. Materi-materi pada Bab 1 ini akan menjadi pengetahuan dasar kalian dalam melakukan pengembangan bisnis dan kewirausahaan pada pekerjaan konstruksi bangunan sipil.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Buku Dasar-Dasar Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis : Naniek Sulistyowati, Galeh Nur Indriatno Putra Pratama, dan Dhar Heri Arimaya
ISBN : 978-623-194-525-9 (PDF)

BAB 2

Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup

A. Tujuan Pembelajaran

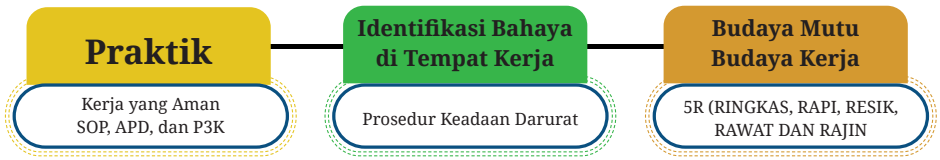
Setelah mempelajari materi pada mata pelajaran ini, diharapkan peserta didik mampu:

1. memahami praktik-praktik kerja yang aman,
2. memahami bahaya di tempat kerja dan prosedur keadaan darurat, serta
3. menerapkan budaya mutu dan budaya kerja industri 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin).

B. Kata Kunci

praktik kerja, bahaya kerja, prosedur keadaan darurat, budaya mutu, budaya kerja industri

C. Peta Konsep



Gambar 2.1 Peta Konsep
Sumber: Arimaya (2023)

D. Apersepsi

Aktivitas pelaksanaan pekerjaan konstruksi melibatkan peran manusia sebagai sumber daya manusia menjadi pelaksana pekerja dengan bantuan peralatan, mulai dari peralatan berat maupun peralatan pendukung.

Kompetensi optimal pada pekerja yang diharapkan adalah harus mengetahui cara pengoperasian alat yang benar sesuai petunjuk teknis. Dengan begitu, dalam pelaksanaan pekerjaan tidak ada kendala dengan keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungannya.

Gambar 2.2 K3LH pada pelaksanaan dunia kerja konstruksi.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Pertanyaan Pemantik

Pemakaian alat pelindung diri (APD) yang sesuai akan meminimalisir kejadian yang tak terduga dan dapat memicu kecelakaan kerja. Sebutkan APD yang digunakan dalam salah satu pekerjaan pada konstruksi dan perawatan bangunan sipil sesuai S*tandard Operasional Procedure* (SOP) atau Prosedur Operasi Standar pekerjaan!

Jawaban:

.....

.....

Setelah mengetahui beberapa APD yang dipergunakan dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil, pekerja juga harus mengetahui risiko bahaya di lokasi kerja. Sebutkan beberapa contoh bahaya kerja di pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil!

Jawaban:

.....

.....

Setelah mengetahui beberapa bahaya kerja pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil, para pekerja juga harus mengetahui prosedur keadaan darurat bila terjadi masalah di tempat kerja. Sebutkan satu contoh mengenai prosedur tersebut!

Jawaban:

.....

.....

Setelah mengetahui prosedur keadaan darurat, para pekerja juga harus mengetahui rambu-rambu yang merupakan informasi penting dalam lingkungan aktivitas kerja. Sebutkan beberapa jenis rambu dengan fungsinya!

Jawaban:

.....

.....

E. Materi dan Kegiatan Pembelajaran

1. Praktik-Praktik Kerja yang Aman

a. Apakah yang Dimaksud dengan Praktik Kerja yang Aman?

Praktik kerja yang aman merupakan pelaksanaan pekerjaan yang berjalan dengan lancar tanpa ada kendala karena dijalankan sesuai dengan *Standard Operasional Procedure* (SOP) pekerjaan, di mana dalam pelaksanaan pekerjaan dilengkapi dengan penggunaan alat pelindung diri (APD).

b. Apakah Penerapan K3LH Dapat Membantu Mencapai Praktik Kerja yang Aman?

Penerapan K3LH dapat membantu mencapai praktik kerja yang aman, bila dalam pelaksanaan pekerjaan dilakukan sesuai SOP dengan menyelaraskan penerapan K3LH secara benar dan berkelanjutan, sehingga dalam pelaksanaan pekerjaan membuahkan hasil dari tujuan K3LH.

Mari Cari Tahu

Silakan bertanya kepada guru atau teman kalian mengenai informasi praktik kerja yang aman pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Tanyakan perihal persiapan awal yang harus dilakukan di sekolah sebagai tempat pembelajaran dalam praktik kerja yang sesuai dengan pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Bila informasi yang diperoleh masih kurang, silakan cari informasi dari berbagai sumber yang akurat. Catat nama atau dasar sumber informasi tersebut.

Pertanyaan Pemantik

Gambar 2.3 Praktik kerja yang aman.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Coba perhatikan gambar di atas dan cermati gambar tersebut. Dalam pelaksanaan praktik kerja yang aman, apa saja yang diperlukan dalam persiapan untuk mencapai praktik kerja yang aman?

Jawaban:

.....

.....

.....

.....

.....

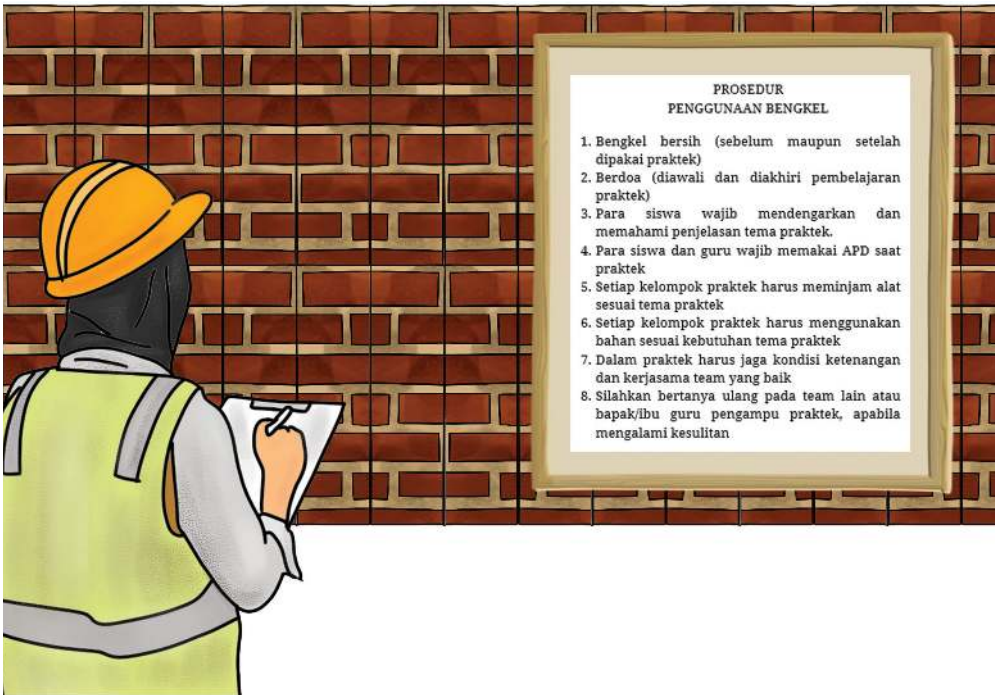
Dalam lingkup bidang pekerjaan konstruksi rawan risiko kecelakaan kerja, kecelakaan kerja dapat diminimalisir dengan adanya pembekalan pengetahuan mengenai cara pelaksanaan kerja yang aman. Pembekalan harus diberikan kepada para pekerja dalam pelaksanaan pekerjaan, tidak terkecuali pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Sebelum terjun ke dunia praktisi jasa konstruksi di bidang konstruksi dan perawatan bangunan sipil, para siswa diharapkan mengetahui dan mulai menerapkan dalam setiap praktik kerja yang aman di lokasi sekolah.

Mari Diskusi

Buatlah enam kelompok sesuai tema diskusi dengan mengambil tema pekerjaan yang ada mengenai SOP, APD, P3K, dan K3LH praktik kerja yang aman. Kalian dapat mencari materi dari berbagai sumber yang akurat dan catat nama atau sumber informasi tersebut.

Gambar 2.4 Kotak P3K dipersiapkan untuk kondisi yang terjadi di luar kendali.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Cermati gambar di atas. Gambar tersebut merupakan salah satu praktik kerja yang dilakukan di sekolah. Tujuan dari tugas kelompok yang dikerjakan adalah agar kalian bisa memahami dan menerapkannya pada praktik kerja. Praktik kerja pun dapat dilakukan dengan baik untuk mendapatkan kondisi yang aman. Praktik kerja yang aman tersebut didukung dengan adanya SOP, pemakaian APD, dan kerja sama tim untuk tercapainya tujuan K3LH. Ada juga kotak P3K untuk mempersiapkan kondisi yang terjadi di luar kendali.



Gambar 2.5 SOP pelaksanaan praktik kerja yang aman.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Mari Diskusi

Tanyakan kepada guru atau teman mengenai *Standard Operating Procedure* (SOP). Tanyakan apakah benar SOP merupakan salah satu faktor utama pada pencapaian praktik kerja yang aman dan menjadi acuan dalam pencapaian K3LH? Tanyakan juga perihal penerapan SOP pada praktik yang harus dilakukan di sekolah. Bila materi belum mencukupi, carilah informasi tambahan dari berbagai sumber yang akurat. Catat nama atau dasar sumber informasi tersebut.

Sekarang siswa telah mempunyai gambaran mengenai K3LH yang menjadi tujuan utama dalam setiap pelaksanaan praktik di dunia praktisi jasa konstruksi maupun sekolah, di antaranya adalah penerapan SOP. Selanjutnya, akan dipelajari mengenai K3LH yang berkaitan dengan SOP dalam pelaksanaannya.

Dalam pelaksanaan praktik kerja yang aman, dilakukan penerapan *Standard Operating Procedure* (SOP) di setiap tahap pelaksanaannya. SOP merupakan standar utama yang dilakukan dalam pelaksanaan proses pekerjaan secara tertulis. SOP pada pelaksanaan pekerjaan harus memperhatikan objek aktivitas dari kegiatannya yang dimulai dari tahapan-tahapan berikut: pekerjaan persiapan, pekerjaan pengadaan, pekerjaan pelaksanaan, pekerjaan penyelesaian, dan perawatan hasil pekerjaan. SOP berfungsi sebagai acuan dalam pencapaian akhir Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup (K3LH).

Penerapan K3LH merupakan prioritas utama dalam usaha pencegahan dan pengurangan kecelakaan kerja yang mengakibatkan kerugian berupa kerusakan, baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap manusia, bengkel kerja, dan lingkungan kerja.

Tujuan dan sasaran penerapan K3LH pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil adalah sebagai berikut.

a. Menjamin tenaga kerja dan lingkungan hidup sekitar tetap dalam kondisi sehat dan selamat pada pelaksanaan aktivitas pekerjaan.
b. Mengantisipasi risiko kecelakaan pada pekerjaan dan lingkungan sekitar, pada saat pelaksanaan aktivitas pekerjaan.
c. Menjaga kelancaran aktivitas pekerjaan dengan tertib, agar efisien dan efektif.

Beberapa faktor pendukung dalam pelaksanaan praktik kerja yang aman sesuai tujuan dan sasaran K3LH, adalah sebagai berikut.

a. Sumber Daya Manusia (SDM)

1) Dilakukan bimbingan teknis terhadap Sumber Daya Manusia agar selaku pelaksana pekerja memahami mengenai objek aktivitas dan K3LH.
2) Setiap pekerja harus kompeten dalam bidangnya.

b. *Standard Operating Procedure* (SOP) dan Rambu-Rambu K3LH

1) Pelaksanaan sosialisasi SOP dan rambu-rambu K3LH melalui brosur manual.
2) Pemasangan poster SOP dan rambu-rambu K3LH di lokasi yang mudah terbaca, dimaksudkan untuk peringatan bagi pekerja.

c. Peralatan

Pemakaian peralatan kerja dan peralatan penunjang K3LH harus sesuai standar dan fungsinya. Secara berkala dilakukan standardisasi, kalibrasi, dan peninjauan masa layanan peralatan.

d. Alat Pelindung Diri (APD)

Pemakaian APD disesuaikan dengan lingkup pekerjaannya. Hal ini dilakukan guna mengurangi risiko kecelakaan kerja.

e. Lingkungan Terjaga

Kebersihan lingkungan kerja adalah hal utama dalam menjaga kesehatan kerja.

Mari Diskusi

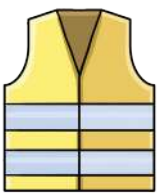
Tanyakan kepada guru atau teman mengenai alat pelindung diri (APD). Benarkah APD harus dipakai dalam praktik kerja? Apa fungsi APD yang dipergunakan pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil? Tanyakan juga perihal pemakaian APD pada praktik yang harus dilakukan di sekolah. Bila informasi dirasa kurang, carilah informasi tambahan dari berbagai sumber yang akurat. Catat sumber informasi tersebut.

Setelah mempunyai gambaran mengenai penerapan SOP dalam pencapaian tujuan K3LH, selanjutnya akan dipelajari mengenai identifikasi dan analisis jenis APD sesuai dengan fungsi dan risiko kecelakaan. Sediakan kotak P3K dengan isinya sebagai persiapan bila terjadi hal di luar kendali dalam pekerjaan di bidang konstruksi dan perawatan bangunan sipil, juga di dalam praktik pembelajaran di sekolah.

Alat Pelindung Diri (APD) mempunyai fungsi untuk melindungi sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja (Permen No. 08/VII/2010). Penggunaannya harus sesuai dengan lingkup pekerjaannya. Contoh APD adalah helm, kacamata, *face shield*, masker, *ear plug/muff*, sarung tangan, rompi, *wearpack*, *safety belt*, dan pelampung.

Tabel 2.1 APD yang Digunakan pada Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil

Nama APD	Fungsi APD	Risiko Kecelakaan
Helm	• Melindungi kepala dari serpihan serbuk (kayu, logam, bahan kimia, dan debu) yang jatuh. • Menahan kepala dari benturan pada saat jatuh.	
Kacamata	• Melindungi mata dari risiko percikan, serpihan, debu, dan pantulan sinar.	
Face shield	• Melindungi muka dari risiko percikan bahan kimia berbahaya, serpihan, debu, uap panas, pantulan sinar, dan benturan benda keras atau tajam.	
Masker	• Mencegah masuknya serpihan serbuk (kayu, logam, dan debu) ke dalam pernapasan. • Mengurangi masuknya aroma bahan kimia.	

 Ear muff /Ear plug	• Mengurangi kebisingan dan tekanan kekerasan suara. • Menjaga kesehatan dan kenyamanan pendengaran. • Memudahkan koordinasi dalam pekerjaan bila menggunakan *ear muff.*	
 Sarung tangan	• Mencegah cedera luka pada tangan (bengkak, memar, terkelupas, terpotong, terbakar, atau lebih parah lagi).	
 Rompi	• Mencegah risiko tertabrak dengan memberikan petunjuk melalui reflektornya.	
 Wearpack	• Melindungi badan dari api dan hujan. • Memberikan petunjuk bila ada pekerja.	

Safety shoes	• Mencegah kecelakaan akibat kejatuhan benda tajam dan berat. • Mencegah terluka akibat terinjak, menginjak, terhimpit, dan terbakar.	
Safety belt	• Mencegah terjatuh dan terlepas dari posisi aktivitas.	
Pelampung	• Mencegah tenggelam.	

Gambar 2.6 Fungsi APD yang digunakan pada konstruksi dan perawatan bangunan sipil.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Kecelakaan kerja dapat terjadi dan dipengaruhi oleh APD. Penyebabnya antara lain adalah tidak tersedia/diperhatikannya APD di tempat kerja, ketidaksesuaian jenis APD dengan fungsinya, tersedianya APD oleh perusahaan hanya sebatas formalitas.

Mari Diskusi

Tanyakan kepada guru atau teman mengenai Pertolongan Pertama pada Kecelakaan (P3K). Benarkah P3K harus disediakan di lingkungan kerja? Apa fungsi P3K pada pekerjaan? Tanyakan juga perihal persediaan P3K pada praktik yang harus dilakukan di sekolah. Bila informasi tidak mencukupi, silakan cari dari berbagai sumber lain yang akurat. Catat sumber informasi tersebut.

Kecelakaan tidak dapat dihindari, tetapi pertolongan pertama harus segera diberikan kepada korban kecelakaan. Pertolongan Pertama pada Kecelakaan (P3K) merupakan upaya penanganan di lokasi kejadian dengan tindakan pertolongan sementara terhadap korban kecelakaan sebelum mendapatkan tindakan yang lebih sempurna. Dalam usaha untuk mempermudah dan mempercepat penanganan dibutuhkan kotak P3K. Pada saat terjadi kecelakaan, kotak P3K akan sangat penting, sehingga setiap pekerja harus tahu di mana letak kotak P3K serta fungsi dan kegunaan isi kotak P3K tersebut.

Gambar 2.7 Isi kotak P3K.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Isi kotak P3K harus sesuai dari fungsi P3K, yaitu sebagai penanganan pertama terhadap kecelakaan. Isi kotak P3K berdasarkan Permenaker No. 15/VIII/2008 mengenai P3K di Tempat Kerja dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi Tempat Kerja dengan Jumlah Petugas Berdasarkan Rasio Jumlah Pekerja dengan Tipe dan Jumlah Kotak P3K.

Klasifikasi Tempat Kerja	Jumlah Pekerja	Tipe	Kotak pada Tiap Unit Kerja	Jumlah petugas P3K
Potensi bahaya rendah	< 25	A	1A	1 petugas
	26 - 50	B/A	1B/2A	1 petugas
	51 - 100	C/B/A	1C/2B/4A/1B dan 2A	1 petugas
Potensi bahaya tinggi	100			

Tabel 2.3 Isi Kotak P3K di Tempat Kerja

No.	Isi	Kotak A (< 25) pekerja	Kotak A (+ 50) pekerja	Kotak A (+100) pekerja
1.	Kasa steril terbungkus	20	40	40
2.	Perban (lebar 5 cm)	2	4	6
3.	Perban (lebar 10 cm)	2	4	6
4.	Plester (lebar 1,25 cm)	2	4	6
5.	Plester cepat	10	15	20
6.	Kapas (25 gram)	1	2	3
7.	Kain segitiga/mittela	2	4	6
8.	Gunting	1	1	1
9.	Peniti	12	12	12
10.	Sarung tangan sekali pakai (pasangan)	2	3	4
11.	Masker	2	4	6
12.	Pinset	1	1	1
13.	Lampu senter	1	1	1
14.	Gelas untuk cuci mata	1	1	1
15.	Kantong Plastik bersih	1	2	3
16.	Aquades (100 ml larutan *saline*)	1	1	1
17.	Povidon Iodin (60 ml)	1	1	1
18.	Alkohol 70%	1	1	1
19.	Buku panduan P3K di tempat kerja	1	1	1
20.	Buku catatan	1	1	1
21.	Daftar isi kotak	1	1	1

Sumber: Permenaker No. 15/VIII/2008

2. Bahaya-Bahaya di Tempat Kerja dan Prosedur Keadaan Darurat

a. Apakah yang Dimaksud dengan Bahaya-Bahaya di Tempat Kerja?

Maksud dari bahaya-bahaya di tempat kerja adalah bahaya yang terjadi akibat risiko atau dampak dari kecelakaan yang ada di tempat kerja. Sifatnya adalah sementara, jangka menengah, atau jangka panjang.

b. Bagaimana Cara Meminimalisir Bahaya Kerja?

Cara meminimalisir bahaya kerja adalah dengan memberikan arahan kepada pekerja mengenai kebijakan dan ketentuan di tempat kerja serta memberikan pelatihan tugas kerja. Selain itu, pekerja juga diharapkan bekerja sesuai SOP dengan menggunakan APD, pekerja diharapkan tidak mengabaikan atau meremehkan bahaya, dan selalu menjaga komunikasi dengan pimpinan bila ada yang kurang dipahami.

c. Apakah yang Dimaksud dengan Prosedur Keadaan Darurat?

Prosedur keadaan darurat merupakan tata cara dalam menangani kondisi darurat dengan tujuan mengurangi dan mencegah terjadinya kerugian yang lebih besar.

Mari Cari Tahu

Tanyakan kepada guru atau teman mengenai bahaya di tempat kerja dan prosedur keadaan darurat pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Bila informasi dianggap kurang, carilah informasi tambahan dari berbagai sumber yang akurat. Catat sumber informasi tersebut.

Pertanyaan Pemantik

Gambar 2.8 Gambar risiko kecelakaan kerja pada pelaksanaan pekerjaan jembatan.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Cermati gambar di atas. Setiap pekerjaan selalu memiliki risiko kecelakaan. Tingkat kecelakaan juga dapat menentukan pekerjaan berlanjut atau berhenti sesaat, sementara, atau selamanya. Untuk meminimalisir risiko kecelakaan, para pekerja harus memahami SOP pekerjaan. Apa sajakah bahaya di tempat kerja yang dapat terjadi pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil? Lalu, apa yang dimaksud dengan prosedur keadaan darurat?

Jawaban:

.....

.....

.....

.....

.....

Bahaya di tempat kerja dengan tingkat bahayanya dapat dibedakan dari dampak kecelakaan. Dengan memahami tingkat bahaya di tempat kerja, para pekerja diharapkan dapat melaksanakan pekerjaan dengan hati-hati dan waspada. Pengetahuan mengenai bahaya di tempat kerja pada pelaksanaan kerja praktik pembelajaran di sekolah menjadikan siswa mengenali tingkat bahaya dan risikonya.

Mari Diskusi

Buatlah enam kelompok sesuai tema diskusi. Tema diskusi adalah pekerjaan di seputar pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil terkait bahaya di tempat kerja. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi mengenai bahaya yang timbul di tempat kerja, yang terdiri dari bahaya kerja, risiko kecelakaan kerja, upaya mencegah atau meminimalisir risiko kecelakaan, serta jenis dan fungsi rambu. Sesuaikan dengan tema diskusi masing-masing kelompok. Silakan mencari informasi dari berbagai sumber yang akurat. Catat sumber infomasi tersebut.

Gambar 2.9 Ilustrasi kecelakaan kerja pada praktik pemasangan batu di sekolah.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Cermati gambar di atas. Situasi pada gambar tersebut merupakan contoh bahaya yang dapat terjadi di tempat praktik kerja yang dilakukan di sekolah. Tujuan dari tugas kelompok adalah agar siswa dapat memahami bahaya-bahaya yang muncul di tempat kerja.

Pengetahuan dan pemahaman risiko bahaya kerja menjadikan siswa akan bekerja sesuai SOP agar hati-hati dan waspada, tidak mengabaikan pemakaian APD, serta mampu menjalin kerja sama tim yang solid sehingga aktivitas praktik berjalan lancar. Sebagai upaya meminimalisir risiko bahaya di tempat kerja, pasanglah rambu-rambu yang berfungsi sebagai informasi kondisi di lingkungan kerja.

Setiap aktivitas pekerjaan selalu mengandung risiko bahaya yang mungkin terjadi. Hal tersebut berlaku juga pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Bahaya yang terjadi di tempat kerja pada bidang konstruksi dan perawatan bangunan sipil di antaranya adalah sebagai berikut.

a. Bahaya Fisik (*Physical Hazards*)

Bahaya fisik merupakan bahaya akibat cedera yang mempengaruhi kondisi fisik pekerja dan bersifat merugikan. Contohnya adalah kekeringan, suhu, cahaya, dan getaran radiasi yang berdampak pada fisik pekerja.

b. Bahaya Kimia (*Chemical Hazards*)

Bahaya kimia merupakan bahaya yang diakibatkan oleh bahan kimia berbahaya, berupa cairan, gas, maupun zat yang mudah terbakar yang berdampak pada kondisi pekerja dalam waktu singkat maupun jangka panjang.

c. Bahaya Elektrik (*Electrical Hazards*)

Bahaya elektrik merupakan bahaya dari arus listrik yang mengakibatkan sengatan listrik, sehingga terjadi kebakaran karena banyaknya instalasi listrik yang bersifat sementara ataupun yang tidak terkendali.

d. Bahaya Mekanik (*Mechanical Hazards*)

Bahaya mekanik merupakan bahaya akibat pergerakan benda atau peralatan kerja yang menimbulkan benturan, terpotong, tersayat, tertusuk, terjatuh, maupun terjepit.

e. Bahaya Psikologis (*Physiological Hazards*)

Bahaya psikologis merupakan bahaya akibat aspek sosial pekerjaan yang monoton yang berdampak timbulnya kejenuhan di lingkungan kerja.

f. Bahaya Hayati (*Biological Hazards*)

Bahaya hayati merupakan bahaya akibat organisme, seperti debu organik, serangga, bakteri, virus, parasit, yang mempengaruhi kesehatan manusia.

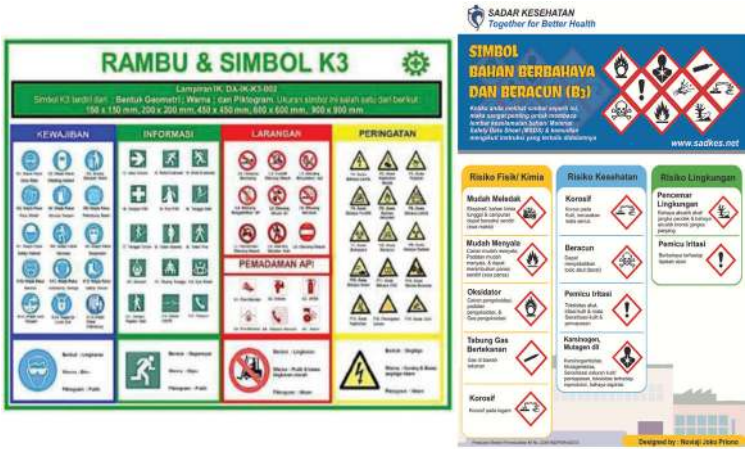
Risiko adalah konsekuensi yang dapat terjadi akibat timbulnya kondisi bahaya dari suatu kejadian. Risiko kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil antara lain sebagai berikut.

a. Kematian, yaitu kecelakaan yang mengakibatkan kehilangan nyawa pekerja.
b. Luka berat atau cacat tubuh, yaitu kecelakaan yang mengakibatkan hilangnya atau berkurangnya fungsi anggota tubuh secara tetap atau permanen.
c. Luka ringan atau cedera ringan, yaitu kecelakaan yang mengakibatkan hilangnya atau berkurangnya fungsi anggota tubuh untuk sementara waktu yang nantinya dapat sembuh seperti semula.

Upaya utama yang bisa dilakukan untuk mengurangi kecelakaan kerja dan risiko bahaya yang dapat terjadi pada aktivitas kerja adalah dengan memberi peringatan kepada pekerja. Baik melalui rambu-rambu maupun berupa pembekalan mengenai peringatan dan prosedur keadaan darurat bila terjadi kecelakaan.

Rambu-rambu merupakan informasi penting yang harus dipasang dalam lingkungan aktivitas kerja. Pemasangan rambu-rambu termasuk pada pekerjaan di bidang konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Rambu-rambu yang terpasang akan memberikan informasi kepada pelaksana pekerjaan agar selalu ingat untuk melakukan aktivitas sesuai dan selaras dengan rambu tersebut. Tujuannya agar keselamatan kerja selalu terjaga.

Jenis rambu dapat dibedakan melalui warna. Adapun gambarnya disesuaikan dengan fungsi rambu yang dimaksud.



Gambar 2.10 Jenis rambu pada K3LH.
Sumber: www.scbd.com

Fungsi pemasangan rambu pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil berguna untuk beberapa hal berikut.

a. Memberikan informasi peringatan kepada pekerja atau penghuni tentang perihal/sesuatu yang perlu dilakukan sesuai rambu.
b. Mengantisipasi bahaya dan risiko kerja serta dampak lingkungan.
c. Mengendalikan bahaya dan risiko kerja serta pencemaran lingkungan.

Agar tujuan K3LH tercapai, rambu dipasang pada lokasi yang disesuaikan dengan peringatan bahaya. Istilah-istilah dalam K3LH yang harus dipahami sebagai peringatan bahaya adalah sebagai berikut.

a. Sumber bahaya (*HAZARD*), adalah istilah untuk keadaan terhambatnya akitivitas pekerjaan akibat suatu kecelakaan, penyakit, atau kerusakan.
b. Tingkat bahaya (*DANGER*), adalah istilah untuk peluang bahaya yang timbul tetapi masih dapat diantisipasi dengan tindakan pencegahan.
c. Perkiraan efek bahaya dalam siklus tertentu (*RISK*).
d. Kejadian bahaya yang tidak diinginkan (*INCIDENT*).
e. Kejadian bahaya disertai korban (*INCIDENT*).

Mari Diskusi

Setelah mendapatkan informasi mengenai bahaya-bahaya di tempat kerja, silakan lanjutkan mencari informasi mengenai prosedur keadaan darurat pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Pemahaman mengenai prosedur keadaan darurat dimulai dari pengertian prosedur, keadaan darurat, prosedur keadaan darurat, jenis keadaan darurat, dan prosedur keadaan darurat pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Bila perlu tambahan informasi, silakan cari dari berbagai sumber yang akurat. Catat sumber informasi tersebut.

Setelah mengetahui berbagai risiko bahaya yang mungkin terjadi di tempat kerja, siswa akan menyadari pentingnya penerapan SOP. Selain itu, siswa juga wajib mengetahui tindakan yang harus dilakukan dalam pelaksanaan prosedur keadaan darurat ketika terjadi peristiwa di luar kendali. Sekarang saatnya siswa belajar mengenai prosedur keadaan darurat akibat kecelakaan sebagai bentuk risiko bahaya di tempat kerja, khususnya pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil.

Prosedur merupakan serangkaian perintah untuk melaksanakan suatu kegiatan/aktivitas dari awal persiapan hingga akhir penyelesaian aktivitas tersebut. Adapun keadaan darurat merupakan suatu kondisi luar biasa dari keadaan biasa, yang dapat disebabkan oleh perbuatan manusia, kondisi alat, atau alam yang di luar kendali, yang berdampak pada lingkup pekerjaan maupun lingkungan dengan menimbulkan korban berupa harta benda dan jiwa. Untuk mengurangi kerugian akibat kondisi keadaan darurat perlu direncanakan antisipasi dengan cara menyiapkan prosedur keadaan darurat.

Prosedur keadaan darurat adalah suatu rangkaian perintah untuk melakukan tindakan guna mengatasi kondisi atau keadaan pada saat darurat sesuai urutan tahapan. Dengan demikian, kerugian akibat kondisi keadaan darurat dapat dikurangi.

Keadaan darurat terbagi atas tiga jenis keadaan berikut.

a. Keadaan Darurat dalam Situasi Darurat Setempat

Kondisi darurat dalam situasi darurat setempat adalah kondisi darurat di lingkup unit kerja yang berdampak pada terhentinya aktivitas kegiatan kerja dalam waktu yang tidak lama. Contohnya adalah kecelakaan pada salah satu personal di tim kerja.

b. Keadaan Darurat dalam Situasi Darurat Terbatas

Kondisi darurat dalam situasi darurat terbatas adalah kondisi darurat di lingkup beberapa unit kerja yang berdampak pada terhentinya aktivitas kegiatan kerja selama beberapa waktu atau hingga proses perbaikan selesai dilakukan. Contohnya adalah kecelakaan pada tim kerja di lokasi/bengkel kerja yang berdampak pada terhentinya aktivitas secara menyeluruh di satu bengkel kerja selama beberapa waktu.

c. Keadaan Darurat dalam Situasi Darurat Besar

Kondisi darurat dalam situasi darurat besar adalah kondisi darurat di lingkup luas pada lingkungan kerja yang berdampak pada terhentinya aktivitas kegiatan kerja dalam jangka waktu lama. Contohnya adalah kecelakaan di bengkel kerja yang berdampak pada terhentinya aktivitas di semua unit bengkel kerja dalam waktu yang lama.

Prosedur keadaan darurat yang diterapkan pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil adalah sebagai berikut.

a. Mengidentifikasi keadaan dengan segala kemungkinan terburuk yang akan terjadi.
b. Menangani keadaan darurat sesuai SOP.
c. Mengendalikan kondisi agar kembali ke keadaan stabil dan aman.
d. Melaporkan identifikasi, penanganan, dan pengendalian.

Adapun contoh Formulir Identifikasi Risiko Kecelakaan adalah sebagai berikut.

Formulir Identifikasi Risiko Kecelakaan

Unit : .....

Pekerjaan : .....

No.	Tahapan Pekerjaan	Bahaya Kerja	Dampak yang Ditimbulkan

Sumber: Yulianto dkk. (2018)

3. Budaya Mutu, Budaya Kerja, dan Metode 5R

a. Apakah yang Dimaksud dengan Budaya Mutu?

Budaya mutu merupakan hasil akhir dari wujud suatu kedisiplinan yang secara sistematis dibiasakan menjadi karakter pekerja di lingkungan kerja. Tujuan akhirnya adalah kualitas, baik kualitas pada pekerja maupun produknya.

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai tema diskusi. Setiap kelompok mengambil tema tentang **budaya mutu** yang terdapat pada satu pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi mengenai budaya mutu dan penerapannya sesuai tema diskusi masing-masing kelompok. Silakan mencari informasi tambahan dari berbagai sumber yang akurat. Catat sumber informasi tersebut.

Gambar 2.11 Penerapan budaya mutu pada praktik pemasangan batu di sekolah.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Gambar 2.11 merupakan contoh penerapan budaya mutu dan budaya kerja pada praktik kerja di sekolah. Tujuan tugas kelompok adalah agar siswa bisa memahami dan menerapkan budaya mutu dan budaya kerja. Pengetahuan dan pemahaman terhadap budaya mutu dan budaya kerja menjadikan siswa akan bekerja sesuai SOP dengan hati-hati dan waspada, mengenakan APD, dan mampu menjalin kerja sama tim yang solid guna memperlancar aktivitas praktik. Pelaksanaan budaya mutu dan budaya kerja di tempat kerja akan menghasilkan banyak keuntungan sehingga dapat berfungsi menertibkan dan menjamin mutu dengan kualitas kerja yang baik.

Mutu merupakan suatu capaian kualitas yang dihasilkan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Adapun budaya mutu merupakan wujud suatu kedisiplinan yang diterapkan dan ditanamkan sehingga menjadi kebiasaan dalam karakter pekerja secara sistematis di lingkungan kerja dengan tujuan akhir adalah kualitas, baik kualitas pada pekerja maupun produknya.

Budaya mutu yang diterapkan pada pembelajaran praktik di SMK, khususnya konstruksi dan perawatan bangunan sipil, dimulai dari proses awal hingga akhir. Pada proses awal pekerjaan sudah tersusun rencana mengenai tujuan yang akan dihasilkan. Selanjutnya ke proses pelaksanaan, yang meliputi tahap persiapan, proses aktivitas, hasil produk, dan penyelesaian. Berikutnya adalah proses akhir, yaitu perawatan. Semua aktivitas dari tujuan budaya mutu harus sesuai dengan SOP yang direncanakan.

Budaya mutu yang ada di lapangan (proyek) merupakan rangkaian pekerjaan. Mulai dari pendokumentasian proses, pengendalian mutu hasil akhir proses, hingga penjaminan mutu hasil akhir proses, yaitu *Quality Assurance* (QA), *Quality Control* (QC), dan *Document Control Center* (DCC).

Bidang kerja yang menjadi peluang bagi lulusan SMK dan selaras dengan budaya mutu adalah sebagai asisten *Quality Assurance* (as. QA), asisten *Quality Control* (as. QC), dan *Document Control Center* (DCC).

Asisten QA adalah staf yang bertanggung jawab atas jaminan kualitas hasil akhir dari semua kegiatan yang berwujud produk atau jasa agar sesuai syarat standar mutu minimal yang direncanakan.

Asisten QC adalah staf yang bertugas mengendalikan kualitas dengan cara mencermati, mengawasi, dan menguji bahan, mulai dari proses persiapan, proses pelaksanaan, hingga produk yang dihasilkan. Semua dilakukan sebagai bentuk pengendalian kualitas produk atau jasa yang dihasilkan sesuai syarat standar mutu yang direncanakan. Pekerjaan as. QC dalam pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil dapat dilakukan di lapangan maupun di laboratorium.

Adapun DCC adalah staf yang bertugas menyusun dan mengendalikan dokumen, mulai dari proses persiapan, proses pekerjaan, proses penyelesaian, hingga ke proses penyerahan. Semua proses tersebut terekam dalam dokumen, sesuai standar yang dipakai dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut.

Tabel 2.4 Daftar Pengujian pada Pekerjaan Bangunan Sipil

Pekerjaan Tanah	Pekerjaan Beton	Pekerjaan Baja
• Uji tahanan *conus (Cone Penetration Test/CPT) /Sondir* • Pengeboran teknik untuk pengambilan sampel • Uji penetrasi tanah (*Standard Penetration Test*/SPT) • Pengamatan muka air tanah	• *Slump test* beton segar • Uji kuat tekan beton • Uji keseragaman & kekerasan material *(Hammer test)* • Uji kerapatan material beton menggunakan ultrasonik	• Uji kuat tarik baja • Uji *hardness* • *Electronic brinell hardness tester*

b. Apakah yang Dimaksud dengan Budaya Kerja?

Budaya kerja merupakan keberhasilan pencapaian konsep kedisiplinan terhadap pola perilaku dan proses berpikir pekerja. Budaya kerja ini menjadi

prinsip suatu organisasi guna mempertahankan efisiensi dan efektivitas kerja. Budaya kerja merupakan faktor pendukung dari terwujudnya budaya mutu. Penerapan budaya kerja bertujuan membentuk perilaku dan sikap tenaga kerja guna meningkatkan kinerja menjadi lebih produktif dan efisien sesuai visi misi yang menjadi tujuan dalam menyongsong dan menghadapi tantangan permasalahan di masa depan.

Terbentuknya karakter pekerja dalam perilaku dan sikap kerja yang handal pada ketahanan fisik dan mental, dapat dilihat dari terwujudnya kepercayaan untuk melakukan aktivitas keseharian yang produktif dan efisien, sesuai kualitas yang menjadi tujuan di perusahaan tempatnya bekerja. Budaya kerja yang terlaksana dengan baik dapat dilihat dari berlangsungnya pekerjaan tanpa ada kendala dalam pencapaian perubahan yang terus-menerus.

Budaya mutu dan budaya kerja telah banyak diterapkan pada dunia praktisi jasa konstruksi, tidak terkecuali pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Budaya mutu merupakan wujud akhir dari hasil proses rutinitas pelaksanaan budaya kerja. Budaya kerja merupakan wujud dari kebiasaan kerja (budaya) yang tersusun dalam aturan administratif yang direncanakan pada saat pelaksanaan proses pencapaian mutu.

Pemahaman para pekerja terhadap budaya mutu dan budaya kerja diharapkan dapat menyelaraskan keduanya untuk keberlangsungan usaha. Pemahaman mengenai budaya mutu dan budaya kerja pada pelaksanaan kerja praktik pembelajaran di sekolah juga harus diterapkan, agar siswa dapat menghargai proses pelaksanaan dalam pencapaian tujuan, yaitu mutu atau kualitas hasil pekerjaan.

Mari Cari Tahu

Tanyakan kepada guru atau teman kalian mengenai informasi budaya mutu dan budaya kerja di pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Bila diperlukan tambahan informasi, silakan cari informasi dari berbagai sumber yang akurat. Catat sumber informasi tersebut.

Pertanyaan Pemantik

Gambar 2.12 Ilustrasi situasi penghamparan aspal pada pekerjaan jalan.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Cermati gambar di atas. Setiap pekerjaan yang dilaksanakan sesuai dengan SOP akan menciptakan situasi kerja yang nyaman. Hasil kerjanya pun tercapai optimal sesuai tujuan budaya mutu. Budaya mutu akan semakin selaras mencapai tujuan optimal bila budaya kerja industri juga diterapkan pada setiap pelaksanaan pekerjaannya. Penerapan budaya mutu dan budaya kerja industri akan menumbuhkan karakter disiplin bagi para pekerja. Selain disiplin, hasil apa lagi yang dapat diperoleh dalam penerapan budaya mutu dan budaya kerja industri pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil?

Jawaban:

.....

.....

.....

.....

.....

c. Bagaimana Penerapan Metode 5R pada Budaya Kerja Praktisi Jasa Konstruksi?

Kepanjangan dari 5R adalah "ringkas, rapi, resik, rawat, rajin". Penerapan Metode 5R pada budaya kerja praktisi jasa konstruksi dapat dilihat dari proses hasil kerja yang sesuai kualitas/mutu tanpa adanya kendala dan kecelakaan. Hal ini terjadi karena telah diterapkannya SOP dan K3LH dengan Metode 5R.

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai tema diskusi. Setiap kelompok mengambil tema mengenai **budaya kerja** yang terdapat pada satu pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi mengenai budaya kerja yang terdiri dari makna budaya kerja, tujuan budaya kerja, dan budaya kerja dengan penerapan metode kerja 5R yang disesuaikan dengan tema diskusi masing-masing kelompok. Carilah tambahan informasi dari berbagai sumber yang akurat. Catat sumber informasi tersebut.

Penerapan budaya kerja 5R bertujuan mengimplementasikan budaya kerja dengan baik sehingga akan menciptakan kedisiplinan, kepuasan kerja, dan membentuk citra positif sesuai komitmen yang dapat menghasilkan peningkatan produktivitas kerja secara efektif dan efisien. Pelaksanaan budaya kerja 5R yang diterapkan pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil pun dapat menciptakan lingkungan yang bersih, rapi, sehat, aman, dan nyaman.

Metode 5R mengadopsi konsep 5S yang dicetuskan oleh Takashi Osada. Menurut Takashi Osada, 5S merupakan konsep yang perlu dijalankan terkait dengan proses agar tingkat efektif dan efisiensi terpenuhi dalam pengelolaannya. Metode 5S merupakan metode manajemen tempat kerja, yang merupakan singkatan dari kata *seiri, seiton, seiso, seiketsu,* dan *shitsuke*. Metode ini telah dikembangkan di Jepang dan telah diterapkan di berbagai negara di dunia. Termasuk 5R yang kepanjangannya telah disesuaikan dengan istilah bahasa Indonesia, yaitu ringkas, rapi, resik, rawat, dan rajin.

Tabel 2.5 Ragam Penggunaan Istilah 5R

Jepang		Indonesia					Inggris
5S		5R	5S		5P	5K	5S
1 S	*Seiri*	Ringkas	Sortir	*Sisih*	Pemilahan	Ketertiban	*Sort*
2 S	*Selton*	Rapi	Susun	*Susun*	Penataan	Kerapian	*Set in Order*
3 S	*Seiso*	Resik	Sapu	*Sasap*	Pembersihan	Kebersihan	*Shine*
4 S	*Seiketsu*	Rawat	Standardisasi	*Sosoh*	Penjagaan	Kelestarian	*Standardize*
5 S	*Shitsuke*	Rajin	Swadisiplin	*Suluh*	Penyadaran	Kedisiplinan	*Sustain*

Sumber: Damayanti Wida (2018)

Disiplin pada aktivitas kegiatan untuk menghasilkan kualitas produksi dengan menciptakan suasana kerja yang efektif dan efisien melalui penerapan program ringkas, rapi, resik, rawat, dan rajin selaras tujuan K3LH adalah tujuan budaya kerja. Metode 5R merupakan metode yang sistematis untuk menciptakan perubahan karakter dalam melaksanakan penataan dan kebersihan lingkungan tempat kerja. Adapun uraian penjelasan Metode 5R adalah sebagai berikut.

1) Ringkas

Ringkas merupakan upaya pemisahan segala sesuatu yang diperlukan, menyingkirkan yang tidak diperlukan, dan menyimpan melalui pengarsipan agar mudah diakses dengan tujuan efisiensi.

2) Rapi

Rapi merupakan upaya penyimpanan barang sesuai tempatnya, dalam meletakkan maupun dalam mendapatkannya kembali agar lebih cepat ditemukan pada saat diperlukan.

3) Resik

Resik merupakan upaya jaminan kebersihan tempat, peralatan, atau barang agar tidak terdapat debu, kotoran, dan bau yang pelaksanaannya dilakukan oleh semua orang yang ada di tempat tersebut.

4) Rawat

Rawat merupakan upaya mempertahankan hasil yang telah dicapai pada tahapan sebelumnya dengan membuat aturan pelaksanaannya.

5) Rajin

Rajin merupakan upaya yang selalu dilakukan agar menjadi kebiasaan dalam menjaga dan meningkatkan sesuatu yang sudah dicapai.

Tujuan penerapan 5R dalam praktik yang ada di sekolah adalah untuk mewujudkan terciptanya karakter budaya kerja pada siswa sebagai calon SDM yang diharapkan oleh pelaku dunia kerja. Contoh dalam penerapan 5R dalam praktik kerja di sekolah dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Budaya Kerja 5R pada Pembelajaran di Kelas dan Kerja Praktik di Sekolah

Budaya Kerja 5R	Pembelajaran di Kelas	Pelaksanaan Praktik di Bengkel Kerja	Tujuan
Ringkas	• Memilih alat tulis yang masih dipergunakan, • menyingkirkan alat tulis yang sudah tidak dipergunakan, dan	• Memilih alat dan bahan yang masih dipergunakan, • menyingkirkan bahan yang sudah tidak dipergunakan, dan	• Disimpan • Dibuang
Rapi	• memposisikan peralatan tulis pada tempatnya.	• memposisikan bahan dan alat pada tempatnya.	• Disusun • Ditata
Resik	• Membersihkan lingkungan kelas dan lingkungan sekolah, serta • menjaga lingkungan sekolah tetap bersih.	• Membersihkan lingkungan bengkel praktik dan lingkungan sekolah, serta • menjaga lingkungan sekolah tetap bersih.	• Dibersihkan • Dibuat nyaman

Rawat	• Melaksanakan perawatan sarana dan prasana penunjang aktivitas pembelajaran, baik di kelas maupun di lingkungan sekolah.	• Melaksanakan perawatan sarana dan prasana penunjang aktivitas pembelajaran, baik di bengkel maupun di lingkungan sekolah.	• Dirawat
Rajin	• Membiasakan segala aktivitas di atas (ringkas, rapi, resik, dan rawat) dalam proses belajar di kelas pada waktu pembelajaran di kelas.	• Membiasakan segala aktivitas di atas (ringkas, rapi, resik, dan rawat) dalam proses belajar di bengkel pada waktu praktik.	• Dirutinkan

Sumber: Arimaya (2021)

Ringkasan

Praktik-Praktik Kerja yang Aman

- Praktik kerja yang aman adalah praktik kerja yang lancar dan tidak ada kendala terjadinya kecelakaan.
- Beberapa faktor terlaksananya praktik kerja yang aman adalah praktik kerja yang sesuai dengan SOP dan menggunakan APD dengan menerapkan K3LH dan meningkatkan konsentrasi kerja serta tingkat kewaspadaan.
- Beberapa faktor pendukung terlaksananya praktik kerja yang aman sesuai K3LH, yaitu SDM, SOP dengan rambu K3LH, peralatan yang dipakai, APD, dan lingkungan yang terjaga.
- APD adalah alat pelindung diri yang berfungsi untuk melindungi bagian badan dari bahaya kecelakaan yang terjadi pada saat pelaksanaan pekerjaan.
- APD yang digunakan dalam pekerjaan bidang konstruksi dan perawatan bangunan sipil, contohnya adalah helm, kacamata, *face shield*, masker, *ear plug/muff*, sarung tangan, rompi, *wearpac*k, *safety belt*, dan pelampung.
- Pertolongan Pertama pada Kecelakaan (P3K) merupakan upaya penanganan di lokasi kejadian dengan tindakan pertolongan sementara terhadap korban kecelakaan sebelum mendapatkan tindakan yang lebih sempurna.
- Klasifikasi P3K berdasarkan potensi bahaya ada dua, yaitu bahaya rendah dan bahaya tinggi. Jumlah pekerja, tipe dan jumlah kotak P3K, serta jumlah petugasnya disesuaikan dengan potensi bahaya.

- Isi P3K disesuaikan dengan tipe kotak dari klasifikasi potensi bahaya.

Bahaya-Bahaya di Tempat Kerja dan Prosedur Keadaan Darurat

- Bahaya di tempat kerja merupakan bahaya yang terjadi akibat risiko atau dampak dari kecelakaan yang ada di tempat kerja dan dapat bersifat sementara, jangka menengah, atau jangka panjang.
- Cara mengurangi bahaya kerja adalah dengan memberikan pengarahan pada pekerja mengenai kebijakan dan ketentuan di tempat kerja dan memberikan pelatihan tugas kerja. Pekerja juga diharapkan bekerja sesuai SOP dengan menggunakan APD, tidak mengabaikan atau meremehkan bahaya, dan selalu menjaga komunikasi dengan pimpinan bila ada yang kurang dipahami.
- Bahaya yang ada pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil adalah bahaya fisik, bahaya kimia, bahaya elektrik, bahaya mekanik, bahaya psikologis, dan bahaya hayati.
- Risiko merupakan konsekuensi atau akibat dari suatu proses aktivitas yang dilakukan. Risiko kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil antara lain kematian, luka berat (cacat tubuh), dan luka ringan (cedera ringan).
- Rambu merupakan semboyan atau tanda yang bertujuan menyampaikan suatu informasi berupa gambar, angka, huruf, atau kalimat panduan. Jenis rambu dapat dibedakan melalui warna dan bentuk gambarnya disesuaikan dengan fungsinya. Fungsi pemasangan rambu pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil adalah memberikan informasi peringatan kepada pekerja guna mengantisipasi dan mengendalikan bahaya atau risiko kerja terhadap dampak atau pencemaran lingkungan, yaitu *hazard, danger, risk*, dan *incident*.
- Prosedur merupakan serangkaian perintah untuk melaksanakan suatu kegiatan/aktivitas dari awal persiapan hingga akhir penyelesaian tujuan dari aktivitas tersebut.
- Keadaan darurat merupakan suatu kondisi luar biasa dari keadaan biasa.
- Prosedur keadaan darurat adalah suatu rangkaian perintah untuk melakukan tindakan guna mengatasi kondisi dan keadaan pada saat darurat sesuai urutan tahapan, sehingga dapat mengurangi kerugian akibat kondisi keadaan darurat tersebut.
- Jenis keadaan darurat ada tiga, yaitu keadaan darurat dalam situasi darurat setempat, situasi darurat terbatas, dan situasi darurat besar.
- Prosedur keadaan darurat yang diterapkan pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil adalah identifikasi keadaan, penanganan keadaan, tindakan pengendalian, dan pelaporan.

Budaya Mutu, Budaya Kerja, dan Metode 5R

- Mutu adalah suatu capaian kualitas yang dihasilkan sesuai dengan tujuan yang diharapkan.
- Budaya mutu merupakan wujud akhir dari hasil proses rutinitas pelaksanaan budaya kerja.
- Budaya mutu pada pekerjaan merupakan rangkaian, mulai dari pendokumentasian proses, pengendalian mutu hasil akhir proses, hingga penjaminan mutu hasil akhir proses, yaitu *Quality Assurance* (QA), *Quality Control* (QC), dan *Document Control Center* (DCC).
- Budaya kerja merupakan wujud dari kebiasaan kerja (budaya) yang tersusun dalam aturan administratif yang direncanakan pada saat pelaksanaan proses pencapaian mutu.
- Budaya kerja dengan Metode 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin) adalah adopsi dari Metode 5S. Metode ini perlu dijalankan terkait dengan proses agar tingkat efektif dan efisiensi terpenuhi dalam pengelolaannya.
- Penerapan 5R pada budaya kerja di praktisi jasa konstruksi dapat dilihat dari proses hasil kerja sesuai kualitas/mutu tanpa adanya kendala dan kecelakaan karena menerapkan SOP dan K3LH dengan Metode 5R.

F. Asesmen Kompetensi

Jawablah pertanyaan berikut dengan jawaban yang kalian anggap benar.

1. Prioritas utama dalam usaha pencegahan dan pengurangan kecelakaan kerja yang mengakibatkan kerugian berupa kerusakan, baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap manusia, bengkel kerja, dan lingkungan kerja, merupakan penerapan dari...
   a. SOP
   b. APD
   c. P3K
   d. K3LH
   e. budaya kerja 5R

2. Menjamin tenaga kerja dan lingkungan hidup sekitar tetap dalam kondisi sehat dan selamat pada pelaksanaan aktivitas pekerjaan, merupakan tujuan dan sasaran dari...
   a. K3LH
   b. SOP
   c. P3K
   d. budaya mutu
   e. budaya kerja 5R
3. Pemakaian peralatan kerja dan peralatan penunjang K3LH harus sesuai standar dan fungsinya, dengan secara berkala dilakukan standardisasi, kalibrasi, dan peninjauan masa layanan peralatan, merupakan faktor dari pendukung dalam pelaksanaan praktik kerja yang aman dari sisi...
   a. SDM
   b. SOP
   c. peralatan
   d. APD
   e. lingkungan terjaga
4. Alat yang memiliki kemampuan untuk melindungi seseorang, fungsinya menutup sebagian atau seluruh tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja, adalah definisi dari...
   a. SDM
   b. SOP
   c. peralatan
   d. APD
   e. lingkungan terjaga
5. Pada Permenaker No. 15/VIII/2008 mengenai P3K di Tempat Kerja, terdapat kalimat "tempat kerja dengan potensi bahaya rendah dan tempat kerja dengan potensi bahaya tinggi", yang dilihat dari klasifikasi...
   a. jumlah pekerja
   b. tipe kotak P3K
   c. jumlah kotak pada tiap unit kerja
   d. jumlah petugas P3K
   e. tempat kerja

6. Bahaya akibat dari bahan kimia berbahaya berupa cairan, gas, maupun zat yang mudah terbakar yang berdampak pada kondisi pekerja dalam waktu singkat maupun jangka panjang disebut...
   a. Bahaya Fisik (*Physical Hazards*)
   b. Bahaya Kimia (*Chemical Hazards*)
   c. Bahaya Elektrik (*Electrical Hazards*)
   d. Bahaya Mekanik (*Mechanical Hazards*)
   e. Bahaya Psikologis (*Physiological Hazards*)
7. Informasi penting yang harus dipasang dalam lingkungan aktivitas kerja guna memberikan informasi kepada pelaksana pekerjaan untuk melakukan aktivitas yang sesuai dan selaras dengan simbol dari rambu tersebut agar keselamatan kerja terjaga, merupakan fungsi dari...
   a. risiko kecelakaan
   b. bahaya kerja
   c. antisipasi risiko
   d. dampak pekerjaan
   e. rambu
8. Kecelakaan yang mengakibatkan kehilangan nyawa pekerja, merupakan risiko kecelakaan...
   a. kematian
   b. luka berat
   c. luka sedang
   d. luka ringan
   e. luka parah
9. Suatu kondisi luar biasa dari keadaan biasa, yang bisa disebabkan oleh perbuatan manusia, kondisi alat, maupun alam yang di luar kendali, yang berdampak pada lingkup pekerjaan maupun lingkungan dengan menimbulkan korban harta benda dan jiwa, merupakan arti dari...
   a. prosedur
   b. keadaan darurat
   c. prosedur keadaan darurat
   d. bahaya kerja
   e. praktik kerja

10. Membentuk perilaku dan sikap tenaga kerja dalam meningkatkan kinerja tenaga kerja menjadi lebih produktif dan efisien sesuai visi misi yang menjadi titik tujuan dalam menyongsong dan menghadapi permasalahan tantangan ke depannya, adalah tujuan penerapan dari...
    a. mutu
    b. budaya
    c. budaya mutu
    d. budaya kerja
    e. budaya kerja 5R

G. Pengayaan

Materi Bab 2 ini tentu akan menambah pengetahuan kalian dalam memahami dan menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup (K3LH) pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Berdasarkan pengetahuan dan pengalaman pembelajaran yang kalian miliki dari hasil diskusi dan membaca materi di atas, silakan jawab pertanyaan berikut.

1. Apabila ingin mendapatkan praktik kerja yang aman pada pekerjaan konstruksi dan perawatan pada bangunan sipil, persyaratan minimal apa saja yang harus dipersiapkan? Silakan jelaskan pendapatmu!
2. Bila ada bahaya di tempat kerja, tindakan apa yang harus dilakukan? Lalu, bagaimana cara menyikapi bahaya tersebut sesuai prosedur keadaan darurat? Silakan jelaskan pendapatmu!
3. Bagaimana upaya untuk bisa memahami dan menerapkan budaya kerja dengan Metode 5R agar tercapai budaya mutu pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil ?

4. Apabila ingin menciptakan keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan hidup (K3LH) pada pekerjaan konstruksi dan perawatan pada bangunan sipil, upaya apa yang harus dilakukan untuk menjadi petugas K3, asisten QA, asisten QC, dan DCC di tim proyek konstruksi dan perawatan pada bangunan sipil?

H. Refleksi

Setelah mempelajari Bab 2, diharapkan pengetahuan kalian akan bertambah. Pengetahuan tersebut terkait dengan praktik kerja yang aman, pemahaman bahaya di tempat kerja dan prosedur keadaan darurat, serta pemahaman budaya mutu dan budaya kerja dengan penerapan Metode 5R yang ada pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil.

Dalam materi Bab 2 ini, kalian dapat mempraktikkan cara kerja yang aman, dapat menyikapi bila ada bahaya di tempat kerja, dapat melakukan tindakan sesuai prosedur keadaan darurat bila ada kondisi yang terjadi di luar kendali, dan mempunyai karakter budaya kerja dengan penerapan Metode 5R sehingga dapat mewujudkan budaya mutu.

Setelah mempelajari materi pada Bab 2, menurut kalian bagian mana yang masih dirasakan paling sulit untuk dipahami dan diterapkan di dalam pembelajaran? Kalian dapat mendiskusikan kesulitan tersebut dengan teman maupun guru kalian. Materi-materi pada Bab 2 ini akan menjadi pengetahuan dasar kalian dalam memahami keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan hidup pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Buku Dasar-Dasar Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis : Naniek Sulistyowati, Galeh Nur Indriatno Putra Pratama, dan Dhar Heri Arimaya
ISBN : 978-623-194-525-9 (PDF)

BAB 3
Gambar Teknik

A. Tujuan Pembelajaran

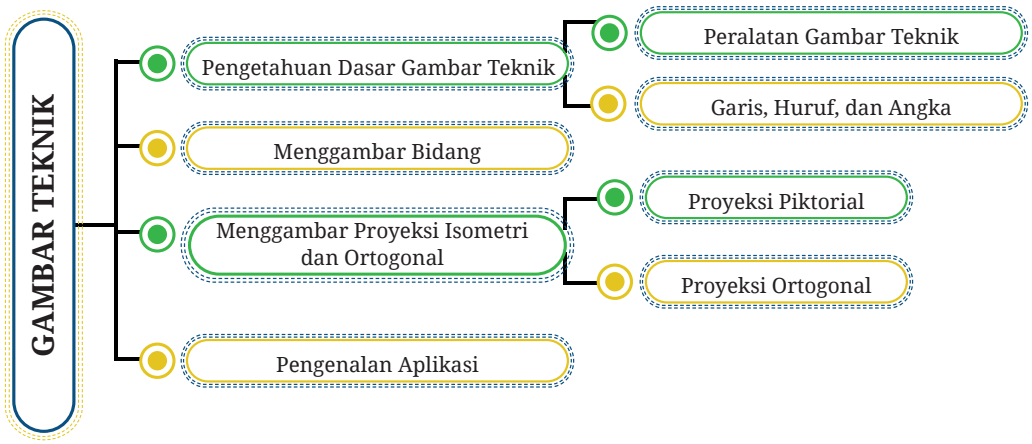
Setelah mempelajari materi pada mata pelajaran ini, diharapkan peserta didik mampu:

1. meningkatkan keterampilan berpikir analitis induktif dan deduktif dengan memanfaatkan konsep dan prinsip gambar teknik untuk menguraikan beragam struktur bangunan serta meningkatkan kemampuan dalam hal tersebut;
2. menguasai konsep dan prinsip gambar teknik serta memiliki kemampuan untuk memperluas pengetahuan dan meningkatkan kepercayaan diri sebagai dasar kesempatan untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi;
3. menambah pemahaman siswa tentang teknik-teknik seperti perspektif, skala, dan warna dalam proses pembuatan desain;
4. mengembangkan kemampuan siswa dalam menggambar dan merancang struktur bangunan;
5. memperkenalkan siswa dengan beragam teknik dan alat yang digunakan dalam bidang konstruksi.

B. Kata Kunci

gambar teknik, alat gambar, proyeksi *pictorial*, proyeksi ortogonal, AutoCAD, Revit.

C. Peta Konsep



Gambar 3.1 Peta Konsep.
Sumber: Naniek (2023)

D. Apersepsi

Gambar 3.2 Membaca gambar teknik.
Sumber: skydeckusa.com/Gligatron (2020)

Tahukah kalian, gambar apakah di atas? Gambar di atas menunjukkan beberapa orang yang sedang membaca gambar teknik. Mereka adalah orang-orang yang ahli di bidangnya. Orang-orang pada gambar tersebut bisa jadi berprofesi sebagai *owner*, kontraktor, atau pengawas lapangan. Mereka sedang mendiskusikan gambar perencanaan sebuah bangunan.

Untuk bisa menggeluti profesi seperti yang digambarkan tadi, seseorang harus terlebih dahulu mempunyai pengetahuan di bidang konstruksi serta ilmu gambar teknik. Bagaimana cara mulai mempelajari gambar teknik dan menjadi ahli dalam menbuat gambar yang menarik, menjual produk, dan mengaplikasikan teknologi terbaru dalam dunia konstruksi? Ayo, kita pelajari!

Untuk mencapai tujuan menggambar teknik sesuai Standar ISO, diperlukan peralatan dan keterampilan yang memadai dalam menggunakan alat-alat gambar. Meskipun peralatan yang lengkap diharapkan dapat menghasilkan gambar yang baik, tetapi tanpa keterampilan yang memadai dalam menggambar atau penggunaan alat, hasilnya belum tentu memuaskan.

Oleh karena itu, penting bagi pengguna alat gambar untuk memiliki ketekunan, kerajinan, konsistensi, dan kedisiplinan dalam menggunakan alat. Hal ini merupakan langkah awal untuk mencapai keberhasilan dalam menggambar teknik.

Sebaiknya seorang arsitek profesional memiliki peralatan kerja yang memadai untuk menghasilkan karya berkualitas. Baik itu dalam bentuk perencanaan maupun pengawasan proyek.

E. Materi dan Kegiatan Pembelajaran

1. Pengetahuan Dasar Gambar Teknik

a. Penggunaan dan Jenis Alat Gambar

Ada banyak jenis peralatan gambar dasar yang berkarakteristik unik dalam penggunaannya. Berikut dijelaskan mengenai kegunaan alat-alat gambar teknik tersebut.

1) Pensil Gambar

Kalian tentu sudah pernah menggunakan pensil dalam menggambar. Pensil merupakan alat gambar yang paling banyak digunakan dalam menggambar teknik dasar.

Kegiatan awal yang disarankan untuk memulai pembelajaran adalah melakukan Aktivitas 3.1 dengan penuh semangat!

Aktivitas 3.1 Aktivitas Kelompok

1. Buatlah grup yang terdiri dari 3 – 4 orang. Kunjungilah toko alat tulis di lingkungan sekitar kalian!
2. Amati pensil yang dijual di toko tersebut dan carilah informasi dari pemilik toko pensil yang dijual!
3. Catat informasi yang diperoleh dari pemilik toko.
4. Identifikasikan karakteristik dari tiap jenis pensil yang diperoleh dari toko tersebut!
5. Buatlah kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan kalian!
6. Presentasikan hasil pengamatan tersebut di depan kelas kepada kelompok lain dengan rasa percaya diri!

Setelah melaksanakan aktivitas tersebut, kalian akan mengetahui variasi pensil yang tersedia di pasaran dan dapat mengidentifikasi ciri-cirinya. Goresan pensil dalam gambar teknik memiliki arti dan makna tertentu, sehingga langkah awal sebelum membuat gambar teknik adalah memahami jenis-jenis pensil yang digunakan. Selanjutnya, untuk meningkatkan pemahaman kalian tentang pensil, mari pelajari penjelasan berikut.

Pensil untuk menggambar memiliki kualitas dan kekerasan yang berbeda dengan pensil untuk menulis. Pensil gambar memiliki kekerasan tertentu yang ditandai dengan huruf yang tercantum di ujungnya, yaitu huruf H, F, dan B dan angka di depannya. Ukuran standar pensil dapat dilihat pada Tabel 3.1.

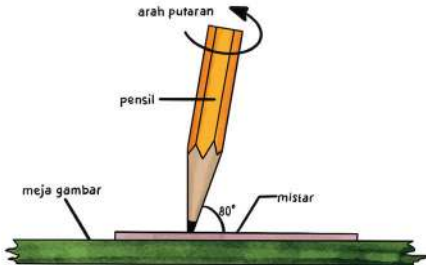
Tabel 3.1 Standar Kekerasan Pensil

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

Gambar 3.3 Kode kekerasan pada pensil gambar.
Sumber: Naniek (2021)

Gambar 3.4 Pensil mekanik.
Sumber: istockphoto.com/Isolia (2010)

Berikut adalah cara menggunakan pensil yang direkomendasikan. Arahkan pensil dengan kemiringan sekitar 80 derajat ke arah garis yang akan digambar. Pada saat menarik garis, cara yang tepat adalah memutar pensil secara bersamaan dengan menggunakan jari telunjuk dan ibu jari. Untuk lebih jelasnya, silakan lihat gambar berikut.



Gambar 3.5 Cara menggunakan pensil.
Sumber: Naniek (2021)

2) Rapido

Untuk mengenalkan dasar-dasar tentang rapido, kalian diminta untuk melakukan Aktivitas 3.2 dengan serius sebagai langkah awal dalam memahaminya.

Aktivitas 3.2 Aktivitas Mandiri

Cari informasi mengenai jenis rapido dari perpustakaan atau bertanya langsung kepada guru dengan sopan. Identifikasikan tentang rapido dan lengkapi data berikut.

No.	Warna Cincin	Ukuran Pena Rapido
1.	.....	.....
2.	.....	.....
3.	.....	.....
4.	.....	.....

Setelah selesai melakukan ativitas, buatlah kesimpulan dari data yang telah kalian lengkapi. Kemudian, sampaikan hasilnya di depan kelas dengan rasa percaya diri.

Setelah menyelesaikan Aktivitas 3.2, kalian akan memahami tentang rapido. Dengan menggunakan rapido, tidak perlu lagi mengatur ketebalan garis gambar karena rapido sudah memiliki ukuran yang sesuai dengan jenis dan ketebalan garis gambar yang direkomendasikan menurut ISO. Ukuran-ukuran rapido yang tersedia antara lain 0,25; 0,35; 0,5; dan 0,7.

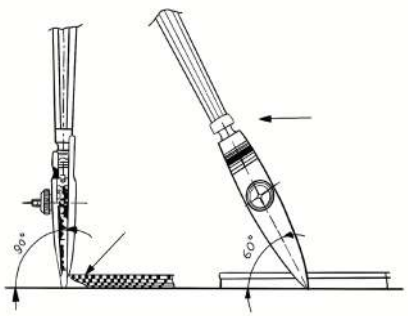
Gambar 3.6 Rapido.
Sumber: penaddict.com/Brad Dowdy (2012)

Gambar 3.7 Cara menggunakan rapido.
Sumber: freeimages.com/Verzerk (2021)

Penggunaan rapido yang benar adalah dengan cara ditempelkan pada kertas tanpa ditekan dan ditarik dengan sudut kemiringan antara 60º hingga 80º dari arah kiri ke kanan. Perhatikan gambar 3.7.

3) Trekpen

Apakah kalian mengetahui apa itu trekpen dan apa kegunaannya? Trekpen adalah alat tulis yang pada awalnya hanya memiliki dua ujung pena yang terbuat dari *stainless steel* atau besi, dengan sedikit tinta di ujung pena. Namun, trekpen tersebut tidak memiliki tabung tinta yang terpisah sehingga penggunaannya menjadi terlalu rumit.



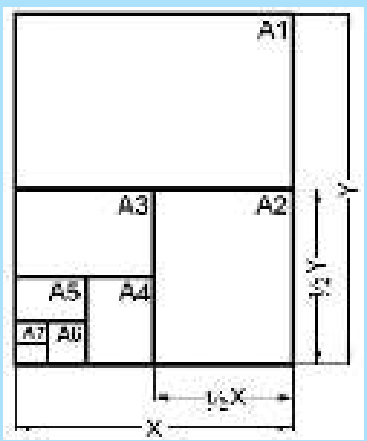
Gambar 3.8 Trekpen.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

4) Kertas Gambar

Untuk memudahkan mempelajari materi ini, ingatlah kembali jenis dan ukuran kertas yang biasa digunakan pada saat menggambar ketika duduk di bangku SMP. Setelah itu, untuk lebih memahami jenis kertas gambar, cobalah dengan semangat melakukan Aktivitas 3.3 berikut.

Aktivitas 3.3 Aktivitas Kelompok

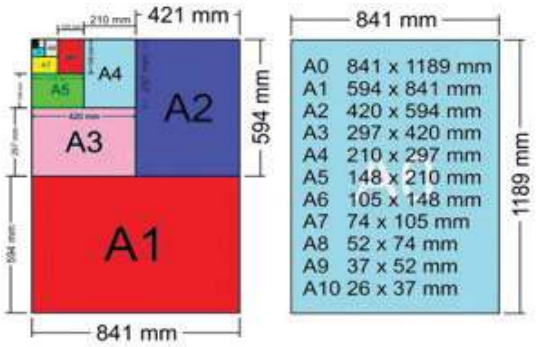
Buatlah grup atau kelompok beranggotakan 3 sampai 4 orang. Kemudian, carilah informasi tentang ukuran dan jenis kertas gambar di perpustakaan sekolah atau tanyakan kepada guru kalian dengan sikap santun. Identifikasikan jenis dan ukuran kertas gambar dan buatlah kesimpulan dari informasi yang diperoleh! Dari hasil informasi yang diperoleh, presentasikan di kelas dengan percaya diri tentang jenis dan ukuran kertas gambar dengan cara membagi kertas A0 seperti gambar berikut!



Gambar 3.9 Pembagian kertas gambar untuk menjelaskan tentang jenis-jenis ukuran kertas.
Sumber: Naniek (2021)

Setelah melakukan Aktivitas 3.3, kalian akan memiliki pemahaman awal tentang kertas gambar. Kertas yang umum digunakan dalam gambar teknik dasar berwarna putih dan berpermukaan halus. Beberapa jenis kertas yang sering dipakai adalah kertas milimeter, kertas manila, kertas kalkir, atau kertas

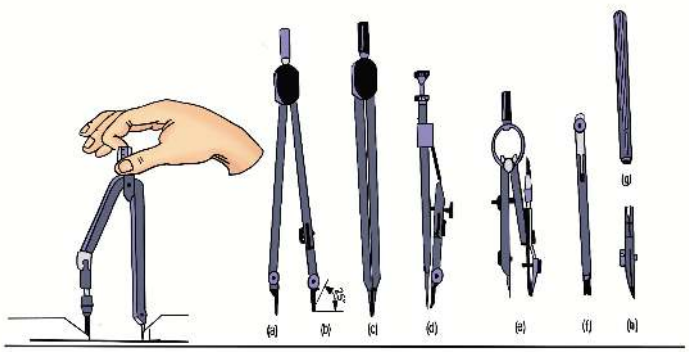
sketsa. Ukuran kertas yang digunakan dalam gambar dasar ditentukan oleh aturan normalisasi DIN (*Deutsches Institute fuer Normung*), yaitu badan pengaturan standar di Jerman. Ukuran kertas gambar didasarkan pada standar DIN 476-A. Lihat Gambar 3.10 berikut.



Gambar 3.10 Pembagian ukuran kertas gambar.
Sumber: Naniek (2021)

5) Jangka

Tahukah kalian apa fungsi jangka? Secara umum, jangka adalah alat yang digunakan untuk membuat lingkaran atau busur, baik dengan ujung pensil maupun tinta. Penggunaan jangka sangat mudah, yaitu dengan menancapkan ujung jangka yang berbentuk jarum pada bidang gambar sebagai tumpuan ketika menggambar.



Gambar 3.11 Jangka.
Sumber: Naniek (2021)

6) Sablon (Mal)

Setiap jenis sablon atau mal memiliki kegunaannya masing-masing. Misalnya, sablon huruf dan angka yang digunakan untuk membuat teks, sablon geometri yang digunakan untuk membuat bentuk-bentuk geometris, dan sablon elektronika untuk menggambar skema sirkuit elektronik.

Dengan mempelajari jenis dan fungsi masing-masing sablon atau mal, kalian akan dapat memilih alat bantu yang tepat untuk keperluan menggambar atau desain kalian.

Gambar 3.12 Jenis-jenis sablon.
Sumber: Naniek (2021)

7) Penggaris

Beberapa jenis penggaris pada umumnya berfungsi sebagai alat bantu atau perangkat penunjang dalam menggambar teknik bangunan. Contohnya adalah sebagai berikut.

a) Penggaris T

Sesuai namanya, penggaris T berbentuk seperti huruf T. Terdiri dari kepala atau bagian atas yang berbentuk persegi panjang dan daun atau tangan yang berbentuk garis lurus. Penggaris T dipergunakan untuk menghasilkan gambar berupa garis horizontal atau sejajar pada gambar teknik seperti contoh pada Gambar 3.13.

Gambar 3.13 Penggaris T.
Sumber: imprintitems.com/Annie (2021)

b) Sepasang Penggaris Segitiga

Sepasang penggaris segitiga ini terdiri dari segitiga dengan besar sudut 45 derajat - 45 derajat dan segitiga dengan besar sudut 60 derajat - 30 derajat. Penggaris ini pada umumnya digunakan sepasang.

Gambar 3.14 Sepasang penggaris segitiga.
Sumber: yaletools.com/Robert Alexander (2021)

8) Penghapus

Penghapus adalah bagian penting dari pensil pada saat digunakan untuk menggambar. Penghapus pada umumnya terbuat dari karet. Perlu berhati-hati ketika menghapus gambar agar tidak merusak kertas.

Gambar 3.15 Penghapus.
Sumber: id.depositphotos.com/londondeposit

9) Papan Gambar dan Meja Gambar

Meja atau mesin gambar merupakan alat yang dapat menggantikan peran alat gambar lain, seperti busur lingkaran, penggaris T, segitiga, dan penggaris. Meja atau mesin gambar dilengkapi dengan dua mistar gambar yang saling tegak lurus dan dapat bergerak bebas pada saat menggambar. Meskipun demikian, posisi tegak lurus dari kedua mistar gambar tersebut tetap harus dijaga agar hasil gambar tetap akurat. Salah satu bentuk meja atau mesin gambar dapat dilihat pada Gambar 3.16.

Gambar 3.16 Meja atau mesin gambar.
Sumber: Naniek (2023)

b. Garis, Huruf, dan Angka

Keterangan-keterangan yang melengkapi dalam gambar teknik adalah berupa tulisan dan angka. Coba kalian ingat-ingat kembali keterangan gambar teknik yang tercantum. Menurutmu, bagaimana bentuk keterangannya? Tahukah kalian cara membuat keterangan gambar teknik tersebut? Untuk mempermudahmu mengetahui jenis-jenis huruf dan angka yang digunakan dalam pembuatan keterangan gambar teknik, silakan lakukan Aktivitas 3.4 berikut.

Aktivitas 3.4 Aktivitas Kelompok

Buatlah grup yang terdiri dari 3 – 4 orang. Carilah referensi gambar teknik di perpustakaan atau sumber lain. Lalu, bacalah materi tentang jenis-jenis garis, huruf, dan angka! Identifikasikan perbedaan masing-masing garis, bentuk, dan ukuran dari huruf dan angka pada gambar teknik. Bila masih belum memahami materi tersebut, tanyakan kepada gurumu dengan santun dan jelas! Catat hasil identifikasimu dengan rapi dan presentasikan di hadapan teman sekelas dengan percaya diri dan bertanggung jawab!

Setelah menyelesaikan aktivitas tersebut, artinya kalian telah dapat mengidentifikasi dan memiliki pengalaman dalam menggunakan berbagai jenis garis, huruf, dan angka dalam pembuatan gambar teknik. Untuk memperdalam pemahaman, silakan pelajari uraian materi berikut dengan semangat!

1) Titik

Titik merupakan bentuk elemen terkecil dalam gambar. Titik dapat ditemukan pada semua bidang gambar dan menjadi awal terbentuknya garis serta berbagai struktur lainnya.

Titik berperan penting dalam penampilan gambar. Terutama dalam menciptakan tekstur bahan.

2) Garis

Garis merupakan titik yang bergerak dan membentuk sebuah garis. Garis mempunyai panjang tanpa lebar yang mempunyai kedudukan dan arah. Garis merupakan unsur penting dalam mendesain yang mempunyai arti dan melambangkan sesuatu.

Dalam proses menggambar, berbagai jenis garis digunakan dengan tujuan tertentu untuk menghasilkan gambar struktur yang baik dan sesuai dengan standar. Jenis dan kegunaan garis dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Jenis dan Kegunaan Garis

Dalam proses menggambar, berbagai jenis garis digunakan dengan tujuan tertentu untuk menghasilkan gambar struktur yang baik dan sesuai dengan standar. Perhatikan tabel-tabel dan gambar berikut untuk memperjelas pemahaman.

Tabel 3.2 Nama, Penggunaan, dan Tebal Garis Menurut Standar CAD

Nama Garis	Penggunaan	Tebal Garis dengan CAD
1. Garis penuh	Garis batas (kontur) untuk tembok, plafon, dinding, dan sebagainya yang berhubungan dengan pekerjaan tukang kayu.	1,0
2. Garis penuh	Garis batas (kontur) bidang potongan bagian potongan dalam skala 1 : 1 dan 1 : 10.	0,5
3. Garis penuh	Pandangan dan garis batas (kontur) dalam skala 1 : 10 dan 1 : 20.	0,35
4. Garis penuh	Sisi yang terlihat, garis pembatas pada semua garis ukuran.	0,25
5. Garis penuh	Garis ukuran.	0,25
6. Garis tangan bebas	Arsir, sambungan lem.	0,25
7. Garis-titik-garis	As potongan.	0,5
8. Garis-titik-garis	Sumbu tengah pada pengeboran, garis tengah sumbu simetri, titik putar, ukuran pasak.	0.5
9. Garis putus	Garis yang tidak terlihat pada perlengkapan, sambungan-sambungan, sisi, garis kontur.	0,35

10. Garis-titik-titik	Sisi yang terletak di depan atau di atas bidang potong, garis batas untuk bagian yang berbatasan.	0,35

Sumber: Naniek (2023)

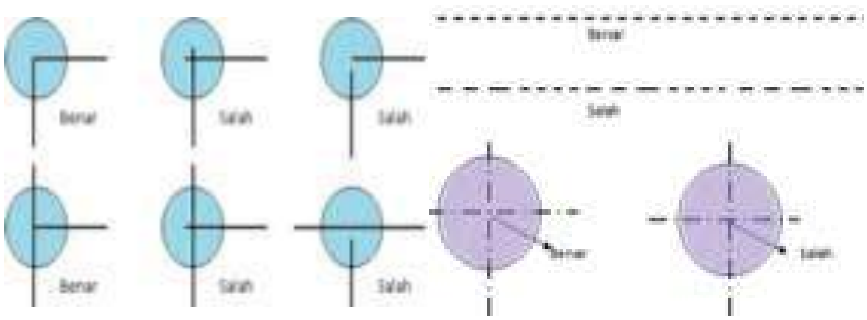
Tabel 3.3 Macam Garis dan Penggunaannya Menurut ISO

Jenis Garis	Keterangan	Penggunaan
1.	Garis tebal	Garis gambar dan tepi.
2.	Garis tipis	a. Garis khayal yang terjadi dari perpotongan yang dibulatkan. b. Garis ukur, garis bantu, dan garis petunjuk. c. Garis arsir. d. Garis batas yang diputar di tempat. e. Garis dasar ulir. f. Garis batas gambar yang berdampingan. g. Garis batas mula, sebelum dibentuk.
3.	Garis bebas	a. Garis potong yang menghilangkan sebagian benda. b. Garis batas antara bagian benda yang dipotong dan sebagian benda dalam bayangan.
4.	Garis gores	a. Garis potong yang menghilangkan sebagian benda. b. Garis batas antara bagian benda yang dipotong dan sebagian benda dalam bayangan.

5.	Garis bertitik	a. Garis sumbu. b. Lingkaran jarak. c. Garis simetri. d. Gambar benda yang tidak pada tempatnya. e. Bagian benda yang terletak di depan bidang potong. f. Kedudukan bagian benda yang dapat bergerak yang dapat dicapai.
6.	Garis bertitik yang dipertebal pada ujung-ujungnya dan pada perubahan arah.	Bidang potong.
7.	Garis bertitik tebal.	Menunjukkan bagian permukaan yang mendapat perlakuan khusus.

Sumber: Naniek (2023)

Ketika membuat gambar teknik, sangatlah penting untuk memperhatikan cara menarik garis, terutama di tempat garis bertemu. Berikut adalah contoh penggambaran garis yang benar dan yang kurang tepat.



Gambar 3.17 Contoh penarikan garis.
Sumber: Naniek (2023)

3) Huruf dan Angka pada Gambar Teknik

Pada gambar teknik, huruf dan angka harus memenuhi standar yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, huruf dan angka yang digunakan harus sesuai dengan standar yang ada pada mal sablon huruf dan angka. Dengan menggunakan standar yang tepat, gambar teknik akan menjadi lebih mudah dibaca dan dipahami oleh semua pihak yang terlibat. Perbandingan tinggi dan lebar huruf diambil dari perbandingan ukuran kertas yang distandarkan adalah √2 : 1.

Tabel 3.4 Perbandingan Standar Huruf dan Angka

Sifat	Perbandingan	
	Type A	*Type* B
tinggi huruf	h	h
tinggi huruf kecil	$(^{10}/_{14})$.h	$(^{7}/_{10})$.h
jarak antar huruf	$(^{2}/_{14})$.h	$(^{2}/_{10})$.h
jarak antar garis	$(^{20}/_{14})$.h	$(^{14}/_{10})$.h
jarak antar kata	$(^{6}/_{14})$.h	$(^{6}/_{10})$.h
tebal huruf	$(^{1}/_{14})$.h	$(^{1}/_{10})$.h

Sumber: Naniek (2023)

4) Etiket, Ukuran, dan Skala Gambar

Pada setiap pembuatan gambar selalu dibuat etiket (*layout*) gambar yang berfungsi sebagai penguat penjelasan pada makna dan keterangan gambar yang dibuat (diskripsi gambar). Etiket gambar biasanya dibuat di sebelah kanan gambar atau di bawah gambar.

Etiket gambar biasanya mencantumkan keterangan berupa nama gambar, nama instansi atau perusahaan, nama pembuat gambar, tanggal, pemeriksa (diperiksa), penyetuju (disetujui), skala gambar, nomor gambar/halaman, dan berbagai data yang dibutuhkan dalam penjelasan gambar.

Gambar 3.18 Letak etiket gambar (*layout*).
Sumber: Naniek (2023)

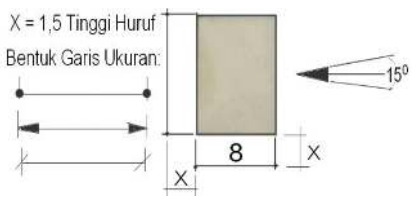
Apakah kalian memahami konsep skala dalam menggambar teknik? Skala digunakan untuk mengatur ukuran dan proporsi gambar agar sesuai dengan ukuran sebenarnya dari objek atau bangunan yang direncanakan.

Tabel 3.5 Kategori Skala

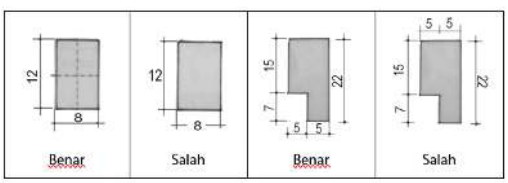
Kategori	Skala yang Direkomendasikan		
Skala perbesaran	50:1	20:1	10:1
	5 : 1	2 : 1	
Ukuran sesungguhnya			1 : 1
	1 : 2	1 : 5	1:10
	1:20	1:50	1:100
	1:200	1:500	1 : 1.000
Skala pengecilan	1 : 2.000	1 : 5.000	1 : 10.000

Sumber: Naniek (2023)

Pada pembuatan gambar teknik, garis ukuran dan angka ukuran harus dibuat dengan baik sesuai standar yang telah ditetapkan. Hal ini juga berlaku untuk pemberian ukuran pada gambar, seperti yang ditunjukkan pada contoh Gambar 3.19 dan Gambar 3.20. Dengan membuat garis ukuran dan angka ukuran secara benar dan sesuai standar, informasi mengenai ukuran pada gambar teknik dapat tersaji dengan jelas dan mudah dipahami.



Gambar 3.19 Pemberian ukuran pada gambar.
Sumber: Naniek (2023)



Gambar 3.20 Pemberian ukuran pada gambar.
Sumber: Naniek (2023)

Aktivitas 3.5 Aktivitas Mandiri

Tiap siswa diharapkan mempersiapkan pekerjaan praktik menggambar garis, huruf, dan etiket gambar sesuai materi yang sudah dipelajari. Kemudian, lakukan langkah-langkah berikut.

1. Persiapkan peralatan serta bahan yang diperlukan dalam menggambar. Peralatan yang dimaksud adalah sebagai berikut.
   a. Pensil,
   b. isolasi,
   c. meja gambar,
   d. sablon,
   e. penggaris segitiga,
   f. kertas A3, dan
   g. penghapus
2. Lakukan langkah-langkah kerja berikut.
   a. Tempelkan kertas gambar menggunakan isolasi pada sudut kertas gambar dengan posisi *portrait*.
   b. Buatlah garis tepi dengan jarak 1 cm dari pinggir gambar.
   c. Lanjutkan dengan membuat etiket gambar (*layout*) di bagian bawah. Rencanakan sendiri format *layout*.
   d. Kemudian, buatlah huruf dan angka pada etiket gambar memakai sablon yang disesuaikan dengan ukuran huruf dan angka.
   e. Buatlah jenis-jenis garis, yaitu garis mendatar, garis vertikal, garis miring 450, garis miring 600, garis putus mendatar, garis putus vertikal, garis strip titik mendatar, dan garis strip titik vertikal di atas kertas A3.

f. Rencanakan sendiri tata letak (*layout*) pembuatan gambar.

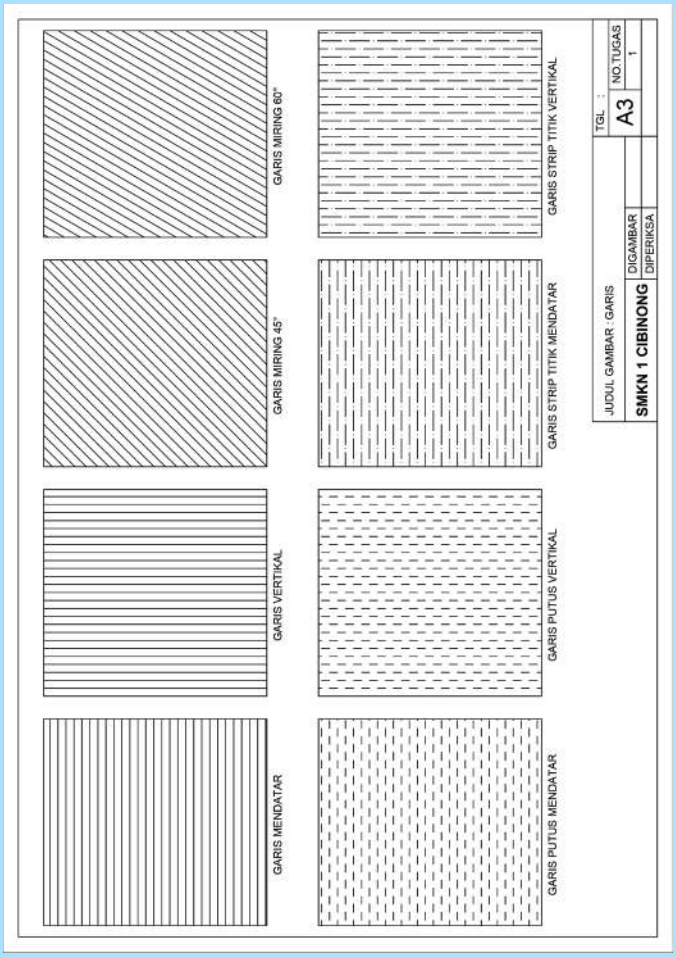
g. Beri keterangan di bawah gambar menggunakan sablon.

h. Lakukan dengan hati-hati, teliti, rapi, dan bersih,

i. Setelah selesai, bersihkan peralatan menggambar dan letakkan kembali ke tempatnya.

j. Kumpulkan hasil pekerjaan untuk mendapatkan penilaian.

k. Berikut contoh hasil gambar yang akan dibuat.



Gambar 3.21 Contoh hasil gambar pada Aktivitas 3.5.
Sumber: Naniek (2023)

2. Konstruksi Geometris

Meskipun pada saat ini menggambar sudah banyak dilakukan dengan komputer, tetapi latihan menggambar konstruksi geometris secara manual tetap harus dilakukan. Alasannya karena berfungsi untuk melatih ketelitian dan ketekunan.

Untuk dapat membuat gambar teknik dari benda-benda kerja yang beragam bentuknya, seseorang perlu memiliki keahlian dan teknik dasar mengenai konstruksi geometris. Apabila seseorang telah memiliki pemahaman dan pengalaman dalam membuat konstruksi geometris, dia akan dapat membuat gambar teknik dengan lebih mudah. Untuk mempelajari konstruksi geometris dan langkah-langkah menggambar dengan lebih detail, silakan pindai kode respons cepat pada Gambar 3.22.

Gambar 3.22 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang konstruksi geometris dan langkah-langkah menggambar dengan lebih detail.

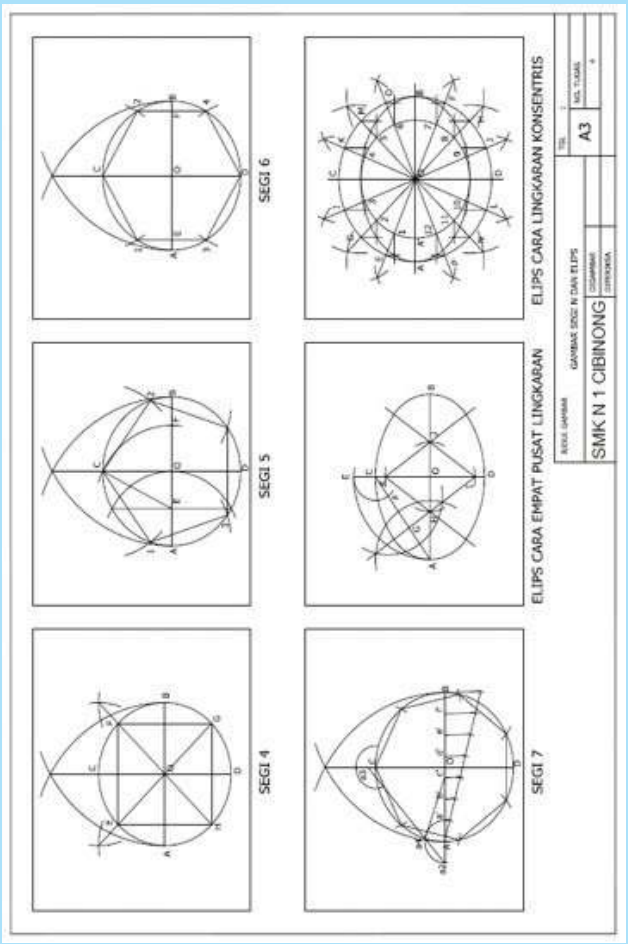
Aktivitas 3.6 Aktivitas Mandiri

Tiap siswa diharapkan mempersiapkan pekerjaan praktik menggambar konstruksi geometris sesuai materi yang sudah dipelajari. Kemudian, lakukan langkah-langkah aktivitas berikut.

1. Persiapkan peralatan serta bahan yang diperlukan dalam menggambar. Peralatan dan bahan yang dimaksud adalah sebagai berikut.
   a. Pensil,
   b. isolasi,
   c. meja gambar,
   d. sablon,
   e. penggaris segitiga,
   f. kertas A3, dan
   g. penghapus.
2. Lakukan langkah-langkah kerja berikut.
   a. Tempelkan kertas gambar menggunakan perekat isolasi pada sudut kertas gambar dengan posisi *portrait*.
   b. Buatlah garis tepi dengan jarak 1 cm dari pinggir gambar.
   c. Lanjutkan dengan membuat etiket gambar (*layout*) di bagian bawah. Rencanakan sendiri format *layout*. Kemudian, buatlah huruf dan angka pada etiket gambar memakai sablon yang disesuaikan ukuran huruf dan angka.
   d. Buatlah seperti contoh hasil gambar konstruksi geometris di atas kertas A3.
   e. Rencanakan sendiri tata letak (*layout*) pembuatan gambar.
   f. Beri keterangan di bawah gambar menggunakan sablon.
   g. Lakukan dengan hati-hati, teliti, rapi, dan bersih.

h. Setelah selesai, bersihkan peralatan menggambar dan letakkan kembali ke tempatnya. Kemudian, kumpulkan hasil pekerjaan untuk mendapatkan penilaian.

i. Berikut contoh hasil gambar yang akan dibuat.



Gambar 3.23 Contoh hasil gambar pada Aktivitas 3.6.
Sumber: Naniek (2023)

3. Gambar Proyeksi

Untuk mengekspresikan wujud objek dalam bentuk gambar, diperlukan sebuah metode yang disebut proyeksi. Dalam menggambar proyeksi, keterampilan menggunakan alat seperti mistar, jangka, pensil, rapido/ trekpen, dan lain-lain sangat diperlukan. Selain itu, kemampuan untuk menggambar garis yang terukur dengan baik, termasuk ketebalan garis, kerataan garis, dan sambungan garis, juga sangat penting.

Dalam menggambarkan objek tiga dimensi ke dalam media dua dimensi, terdapat dua jenis teknik proyeksi yang umum digunakan. Teknik proyeksi yang pertama adalah proyeksi piktorial yang memberikan tampilan tiga dimensi pada gambar. Teknik proyeksi yang kedua adalah proyeksi ortogonal yang menghasilkan gambar dua dimensi dengan sudut pandang yang tepat dan rapi.

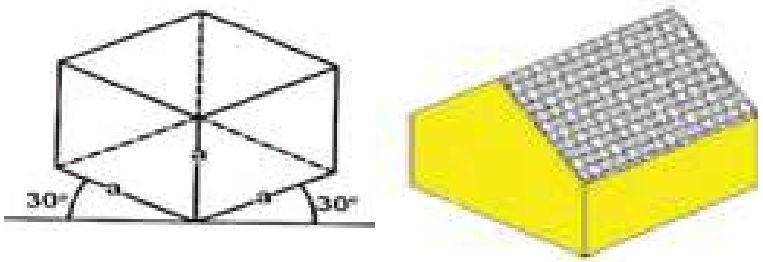
a. Proyeksi Piktorial (3D)

Proyeksi piktorial sering digunakan dalam ilmu arsitektur, teknik sipil, dan desain produk dengan tujuan memberikan gambaran yang lebih realistis dan mudah dipahami mengenai suatu objek tiga dimensi.

Beberapa metode proyeksi proyeksi piktorial adalah sebagai berikut.

1) Proyeksi Isometri

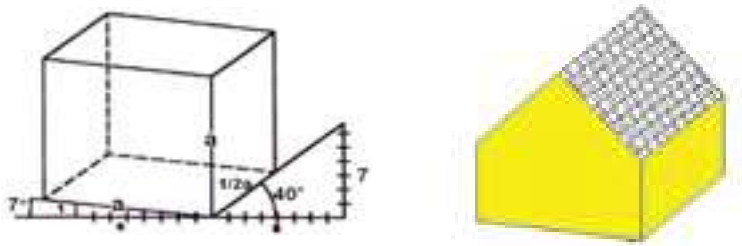
Proyeksi isometri sangat berguna dalam bidang teknik dan arsitektur karena dapat menghasilkan gambar yang mudah dipahami dan diinterpretasikan. Dalam penggambaran isometri, ketiga sisi objek memiliki ukuran yang sama dan setara dengan a. Sedangkan, kemiringan pada dua sisinya membentuk sudut 30°. Perhatikan Gambar 3.24.



Gambar 3.24 Proyeksi isometri.
Sumber: Naniek (2023)

2) Proyeksi Dimetri

Dalam proyeksi dimetri, sebuah objek digambar dengan dua sisi yang miring dan satu sisi yang tegak lurus dengan bidang gambar seperti dalam proyeksi ortogonal. Namun, pada sisi miring tersebut, sudut kemiringan tidak sama seperti dalam proyeksi *oblique*. Sudut kemiringan pada proyeksi dimetri biasanya sekitar 40 derajat. Contohnya dapat dilihat pada Gambar 3.25.



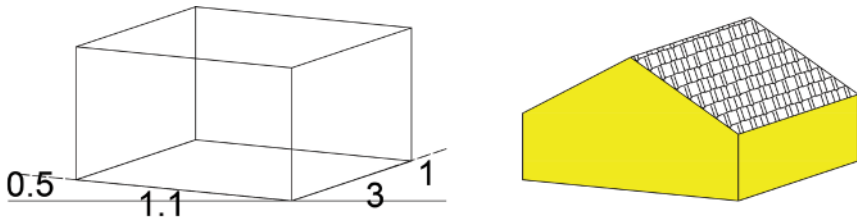
Gambar 3.25 Proyeksi dimetri.
Sumber: Naniek (2023)

3) Proyeksi Trimetri

Menggambar trimetri merupakan salah satu teknik penggambaran tiga dimensi yang menggabungkan proyeksi isometrik dan dimetri. Dalam menggambar trimetri, objek digambar dalam posisi tertentu sehingga menghasilkan proyeksi isometrik pada satu sisi objek dan proyeksi dimetri pada sisi lainnya.

Teknik menggambar trimetri sering digunakan dalam bidang arsitektur, teknik sipil, dan desain industri untuk mem-

buat gambar tiga dimensi dari bangunan, jembatan, dan produk industri lainnya. Contohnya dapat dilihat pada Gambar 3.26.

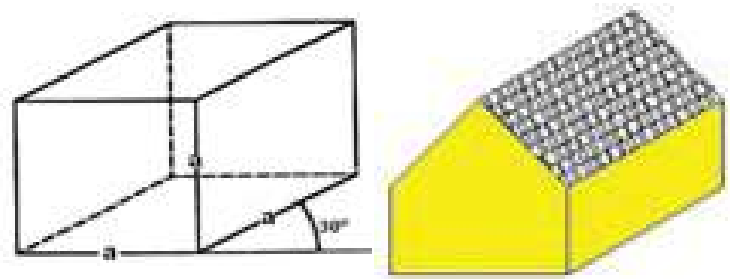


Gambar 3.26 Proyeksi trimetri.
Sumber: Naniek (2023)

4) Proyeksi Miring (*Oblique*)

Pada proyeksi miring (*oblique*), objek digambar dengan suatu sudut tertentu sehingga tampak miring dan memperlihatkan sisi-sisi objek tersebut secara lebih detail. Proyeksi *oblique* pada umumnya digunakan pada gambar teknik, desain interior, dan arsitektur untuk menunjukkan bentuk dan detail suatu objek dari sisi yang tidak terlihat pada proyeksi ortogonal atau perspektif.

Kemiringan sisi objek pada umumnya dipilih sudut 30º atau 45º dengan panjang = a, sedangkan sisi yang saling tegak lurus panjangnya = a. Contohnya dapat dilihat pada Gambar 3.27.



Gambar 3.27 Proyeksi miring (*oblique*).
Sumber: Naniek (2023)

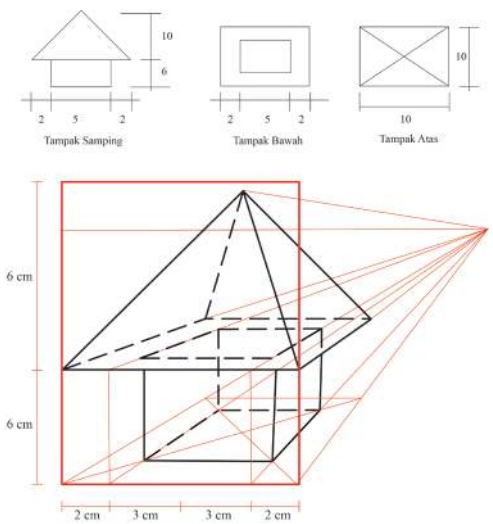
5) Proyeksi Perspektif

Pada saat mempelajari proyeksi, kalian akan teringat bahwa perspektif merupakan cabang dari ilmu proyeksi. Secara umum, ada 3 macam cara penggambaran proyeksi perspektif, yaitu perspektif 1 titik hilang, perspektif 2 titik hilang, dan perspektif 3 titik hilang.

a) Perspektif 1 Titik Hilang

Teknik ini sering digunakan dalam menggambar jalan, bangunan, dan objek yang memiliki garis horizontal dan vertikal yang jelas. Perspektif 1 titik hilang menghasilkan gambar yang memberikan kesan ruang dan jarak yang dalam, sehingga lebih realistis dan dramatis.

Gambar perspektif satu titik hilang sangat membantu dalam proses awal dan pengembangan gagasan sebuah desain. Akan tetapi, jarang sekali digunakan para desainer untuk presentasi akhir sebuah desain.

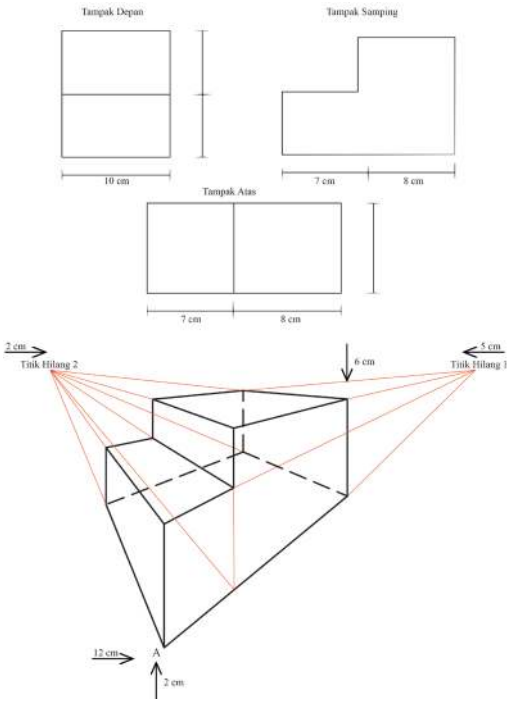


Gambar 3.28 Perspektif 1 titik hilang.
Sumber: Naniek (2023)

b) Perspektif 2 Titik Hilang

Perspektif 2 titik hilang adalah teknik penggambaran dalam seni rupa atau desain grafis yang menghasilkan gambar dengan dua titik hilang yang terletak pada sumbu x dan y. Teknik ini banyak digunakan dalam menggambar arsitektur, interior, dan produk desain industri.

Perspektif 2 titik hilang menghasilkan gambar yang memberikan kesan tiga dimensi. Dengan begitu, hasilnya lebih realistis dan akurat dibandingkan dengan gambar dua dimensi lainnya.

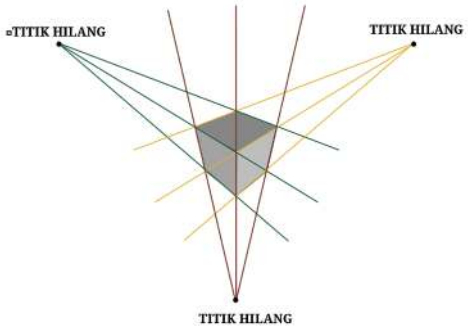


Gambar 3.29 Perspektif 2 titik hilang.
Sumber: Naniek (2023)

c) Perspektif 3 Titik Hilang

Perspektif 3 titik hilang adalah jenis perspektif dalam gambar yang menghasilkan gambar dengan tiga titik hilang yang terletak pada tiga sumbu koordinat tiga dimensi, yaitu sumbu x, y, dan z. Ketiga titik hilang tersebut mewakili tiga arah pandang, yaitu pandangan depan, pandangan atas, dan pandangan samping.

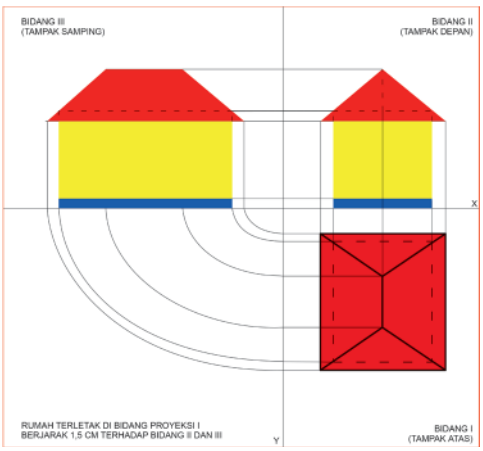
Perspektif 3 titik hilang sering digunakan dalam menggambar objek yang memiliki bentuk kompleks atau dalam gambar arsitektur yang memerlukan detail yang sangat presisi dan akurat. Namun, untuk menggambar dengan teknik ini diperlukan keahlian dan keterampilan khusus dalam penggambaran dan pemahaman koordinat tiga dimensi. Oleh karena itu, teknik ini tidak sering digunakan dalam penggambaran sehari-hari.



Gambar 3.30 Perspektif 3 titik hilang.
Sumber: Naniek (2023)

b. Proyeksi Ortogonal (2D)

Tahukah kalian apa itu proyeksi ortogonal (2D)? Mungkin kalian masih asing dengan istilah tersebut. Jika belum tahu, pahamilah bahwa proyeksi ortogonal didasarkan pada gambar proyeksi di mana bidang proyeksinya tegak lurus terhadap proyektor. Selain itu, garis proyektor juga harus sejajar satu sama lain. Perhatikan Gambar 3.31.



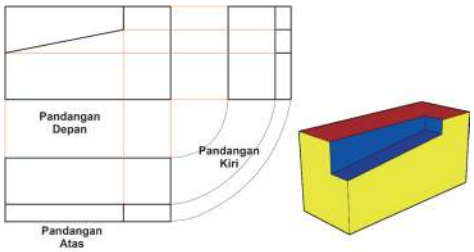
Gambar 3.31 Proyeksi ortogonal.
Sumber: Naniek (2023)

Gambar 3.31 memberikan gambaran secara jelas tentang proyeksi ortogonal dalam dunia konstruksi bangunan. Terdapat dua metode dalam menggambar proyeksi ortogonal, yaitu proyeksi sistem Eropa (*First Angle Projection*) dan proyeksi sistem Amerika (*Third Angle Projection*). Tiap metode tersebut memiliki enam pandangan yang terdiri dari pandangan depan, pandangan atas, pandangan samping kanan, pandangan samping kiri, pandangan bawah, dan pandangan belakang untuk menggambarkan objek secara detail.

Proyeksi sistem Eropa dan proyeksi sistem Amerika memiliki dua pendekatan yang berbeda dalam menggambar proyeksi lurus. Masing-masing memiliki keuntungan dan kelemahan dalam penggambaran objek.

1) Proyeksi Eropa (Proyeksi di Kuadran I)

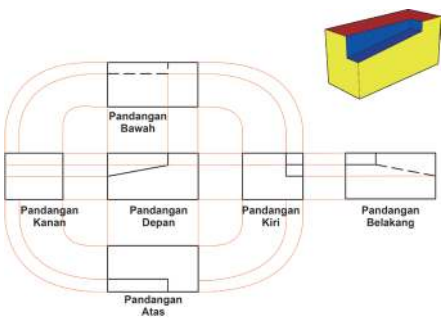
Cara melihat proyeksi Eropa adalah dengan memberi sinar secara tegak lurus pada jalan bendanya sehingga bayangannya diterima oleh bidang gambar.



Gambar 3.32 Proyeksi ortogonal sistem Eropa.
Sumber: Naniek (2023)

2) Proyeksi Amerika (Proyeksi di Kuadran III)

Proyeksi Amerika dilakukan dengan cara mengamati objek dari titik-titik tertentu dan menarik garis lurus dari titik-titik tersebut ke arah mata kita secara tegak lurus, sehingga garis-garis tersebut memotong bidang gambar transparan atau kaca. Metode ini menghasilkan gambar proyeksi yang akurat dan mudah dibaca oleh teknisi atau operator bangunan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.33.

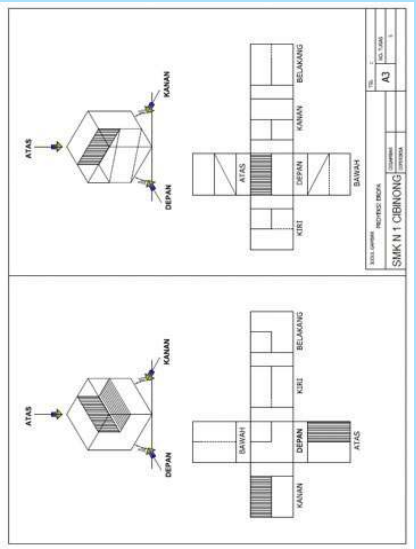


Gambar 3.33 Proyeksi ortogonal sistem Amerika.
Sumber: Naniek (2023)

Aktivitas 3.7 Aktivitas Mandiri

Tiap siswa diharapkan mempersiapkan alat dan bahan untuk praktik menggambar garis, huruf, dan etiket gambar sesuai materi yang sudah dipelajari. Kemudian, lakukan langkah-langkah berikut.

1. Persiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam menggambar. Adapun alat dan bahan yang dimaksud adalah sebagai berikut.
   a. Pensil,
   b. isolasi,
   c. meja gambar,
   d. sablon,
   e. penggaris segitiga,
   f. kertas A3, dan
   g. penghapus.
2. Lakukan langkah-langkah kerja berikut.
   a. Tempelkan kertas gambar menggunakan isolasi pada sudut kertas gambar dengan posisi *portrait*.
   b. Buatlah garis tepi dengan jarak 1 cm dari pinggir gambar.
   c. Lanjutkan dengan membuat etiket gambar (*layout*) di bagian bawah. Rencanakan sendiri format *layout*. Kemudian, buatlah huruf dan angka pada etiket gambar memakai sablon yang disesuaikan dengan ukuran huruf dan angka.
   d. Buatlah gambar proyeksi sistem Eropa seperti pada contoh hasil gambar proyeksi.
   e. Rencanakan sendiri tata letak (*layout*) pembuatan gambar.
   f. Beri keterangan di bawah gambar menggunakan sablon.
   g. Lakukan dengan hati-hati, teliti, rapi, dan bersih.
   h. Setelah selesai, bersihkan peralatan menggambar dan letakkan kembali ke tempatnya. Kemudian kumpulkan hasil pekerjaan untuk mendapatkan penilaian.
   i. Berikut contoh hasil gambar yang akan dibuat.



Gambar 3.34 Contoh hasil gambar pada Aktivitas 3.7.
Sumber: Naniek (2023)

4. Menggambar Menggunakan Aplikasi Perangkat Lunak

Sekarang saatnya kalian mempelajari tentang aplikasi perangkat lunak yang digunakan dalam pembuatan gambar desain suatu bangunan. Ada beberapa aplikasi perangkat lunak populer yang bisa digunakan untuk menggambar teknik. Di antaranya adalah aplikasi perangkat lunak berikut.

a. AutoCAD

AutoCAD merupakan perangkat lunak yang sangat populer dan banyak digunakan dalam bidang teknik. Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk membuat gambar 2D dan 3D dengan presisi tinggi.

b. SolidWorks

SolidWorks merupakan perangkat lunak CAD yang populer digunakan untuk membuat desain produk. Perangkat lunak ini memiliki fitur yang memungkinkan pengguna untuk membuat model 3D yang kompleks dengan mudah.

c. SketchUp

SketchUp merupakan perangkat lunak yang lebih *user-friendly* dan mudah digunakan untuk membuat desain 3D. Perangkat lunak ini sangat berguna untuk membuat model arsitektur dan interior.

d. Revit

Revit merupakan perangkat lunak BIM (*Building Information Modeling*) yang digunakan untuk menggambar arsitektur, rekayasa struktur, dan MEP (*Mechanical, Electrical, and Plumbing*) dengan integrasi data yang baik.

e. Blender

Blender merupakan *software open-source* yang populer digunakan untuk membuat animasi 3D, model, dan *rendering*. Perangkat lunak ini juga memiliki fitur untuk membuat gambar teknik.

f. Adobe Illustrator

Adobe Illustrator merupakan perangkat lunak yang banyak digunakan untuk membuat gambar teknik berkualitas tinggi. Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna membuat vektor gambar 2D dengan mudah.

g. CorelDRAW

CorelDRAW merupakan perangkat lunak grafis vektor yang digunakan untuk membuat gambar teknik dan desain grafis. Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk membuat gambar 2D dengan mudah dan juga memiliki beberapa fitur 3D.

h. Lumion

Lumion adalah perangkat lunak *rendering* dan visualisasi 3D *real-time* yang dirancang khusus untuk arsitektur dan desain interior. Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna membuat gambar, animasi, dan video presentasi dengan kualitas yang sangat tinggi dan realistis.

Kelebihan dari menggambar dengan perangkat lunak gambar terletak pada hasil dan *file* gambar. Seorang *drafter* tidak akan kesulitan apabila terjadi salah gambar atau revisi gambar. Oleh karena itu, seorang *drafter* perlu mengatur *file* gambar dengan baik.

Dalam pembelajaran ini kalian akan belajar langkah-langkah kerja untuk menggambar bangunan dalam bentuk 2 dimensi dengan salah satu program/aplikasi yang banyak digunakan. Program/aplikasi tersebut adalah AutoCAD.

AutoCAD memiliki beberapa cara untuk memasukkan (meng-*input*) perintah penggambaran. Seperti dengan mengeklik perintah pada menu bar, mengeklik perintah pada *toolbar*, atau dengan mengetik perintah singkat (*shortcut*) *paran command line*. Sebaiknya kalian membiasakan diri untuk memasukkan perintah dengan cara mengetik *shortcut* hanya dengan tangan kiri, sementara tangan kanan tetap memegang *mouse* untuk menggerakkannya sesuai dengan bentuk yang akan digambar. *Input* perintah *shortcut* selalu diakhiri dengan menekan tombol *enter* atau spasi (*space bar*). Keduanya menghasilkan efek yang sama, yaitu mengaktifkan perintah yang diketik.

Karena yang menekan tombol adalah tangan kiri, sebaiknya pada saat tertulis *enter* di buku ini, kalian menekan tombol spasi (*space bar*) yang posisinya lebih dekat ke tangan kiri. Hal ini tentu saja berlaku sebaliknya bagi kalian yang kidal. Berikut adalah beberapa perintah dan prosedur yang biasa digunakan dalam menggambar dengan menggunakan AutoCAD. Silakan pindai kode respons cepat pada Gambar 3.35 untuk melanjutkan kegiatan pembelajaran.

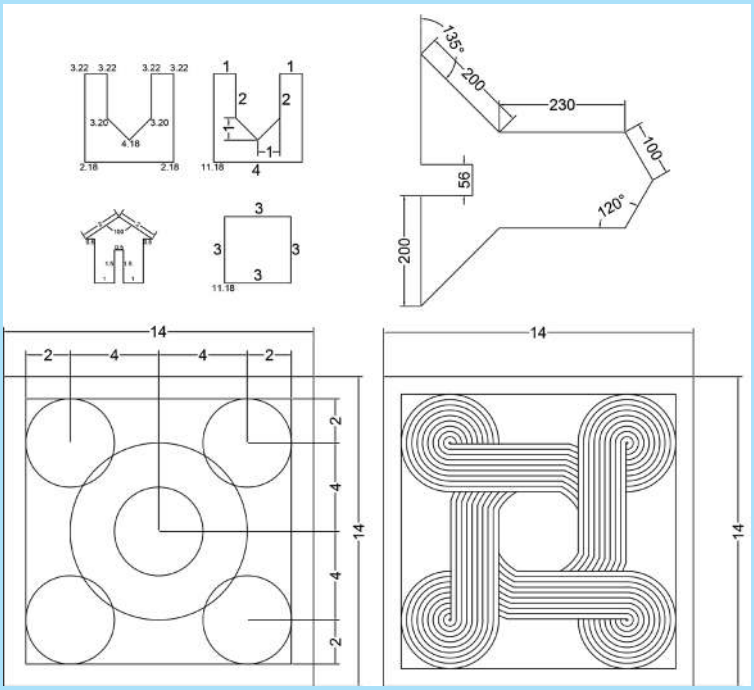
Gambar 3.35 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang perintah dan langkah-langkah dalam menggambar AutoCAD.

Aktivitas 3.8 Aktivitas Mandiri

Sebelum melakukan aktivitas mencoba menu-menu di AutoCAD, instal terlebih dahulu aplikasi AutoCAD. Versi yang akan digunakan disesuaikan dengan perangkat laptop atau komputer kalian.

Mulailah mencoba mengenal dan memahami aplikasi tersebut dengan mempelajari perintah dan menu apa saja yang ada dalam aplikasi. Diskusikan dengan rekan sekelas kalian atau tanyakan kepada guru pendamping.

Setelah memahami perintah dan menu dalam aplikasi AutoCAD, kerjakan gambar kerja berikut.



Gambar 3.36 Gambar kerja untuk Aktivitas 3.8.
Sumber: Naniek (2023)

F. Asesmen Kompetensi

Bagian A

Beri tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e pada pilihan jawaban yang benar! Lalu, berikan penjelasan yang mendukung jawaban kalian!

1. Teknik dalam menggunakan pensil ketika membuat garis adalah dengan menarik dan memutar pensil. Teknik ini memiliki maksud ...

   a. agar hasil garis lebih tebal dan agar sulit terhapus.

   b. agar pensil tidak patah dan membekas di kertas.

   c. agar tetap runcing dan membekas di kertas.

   d. untuk menjaga kertas tetap halus dan rata.

   e. untuk menjaga agar garis tetap sama dan agar tetap runcing.

2. Untuk mendapatkan hasil gambar lingkaran yang baik, hal yang perlu diperhatikan ketika menggunakan jangka adalah ...

   a. kesejajaran pensil (*lead*) dan jarum, ketegaklurusan pensil dan jarum terhadap kertas gambar.

   b. sudut ketajaman pensil dan jarum, ketegaklurusan pensil dan jarum terhadap kertas gambar.

   c. ukuran pensil dan jarum jangka, posisi sejajar dengan jarum jangka.

   d. penempatan jarum pada titik pusat lingkaran, pemutaran jangka.

   e. ukuran pensil dan jarum jangka, kelunakan jenis pensil.

3. Sebelum segitiga dipakai, periksa dulu ketentuan dan kelayakannya sebagai berikut ...

   a. tepi mistar (segitiga) harus rata.

   b. harus benar-benar siku (90^o).

   c. tepi mistar (segitiga) harus rata, harus benar-benar siku (90^o).

   d. harus baik.

   e. harus dicuci dulu.

4. Agar gambar mudah dibawa dan disimpan, kertas gambar dapat dilipat, dengan memperhatikan faktor kerapihan, kemudahan, dan kejelasan gambar, maka bagian normalisasi/legenda/blok nama ditempatkan pada ...

   a. sisi kiri
   b. sisi kanan
   c. sisi paling atas
   d. sisi paling bawah
   e. sembarang Sisi

5. Garis lurus tebal (▬▬▬▬▬▬▬▬) fungsinya adalah sebagai ...

   a. garis nyata/garis tepi.
   b. garis bantu/garis arsir.
   c. garis sumbu/garis simetri.
   d. garis batas persil.
   e. garis bentuk nyata terhalang.

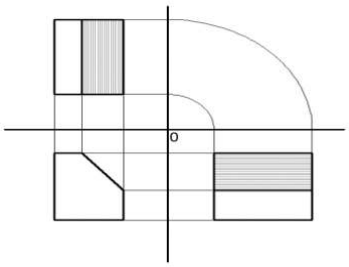
6. Jika ingin menggambar sebuah kusen pintu gendong yang memiliki ukuran panjang 3 m, tinggi 2,5 m, dan kertas yang digunakan berukuran A3, maka digunakan skala ...

   a. 1 : 10
   b. 1 : 20
   c. 1 : 30
   d. 1 : 40
   e. 1 : 100

7. Tinggi huruf kecil Tipe A memiliki perbandingan...

   a. (10/14).h
   b. (2/14).h
   c. (20/14).h
   d. (6/14).h
   e. (1/14).h

8. Tinggi huruf dan angka 7 mm aplikasi penggunaannya digunakan untuk...
   a. skala dari detail
   b. toleransi
   c. judul gambar
   d. skala etiket
   e. nama instansi
9. Untuk menentukan titik lenyap, langkah di bawah ini yang tepat adalah...
   a. tarik garis sejajar dengan sisi objek menyentuh bidang gambar, ditarik vertikal menyentuh garis dasar.
   b. tarik garis sejajar dengan sisi objek menyentuh bidang gambar, ditarik vertikal menyentuh garis cakrawala.
   c. tarik tegak lurus dengan objek sampai menyentuh bidang gambar.
   d. tarik tegak lurus dengan objek sampai menyentuh garis cakrawala.
   e. tarik tegak lurus dengan titik pandang sampai garis dasar.
10. Gambar di bawah ini menunjukkan penggambaran sistem ...



   a. Eropa
   b. Asia
   c. Amerika
   d. Jepang
   e. Jerman

Bagian B

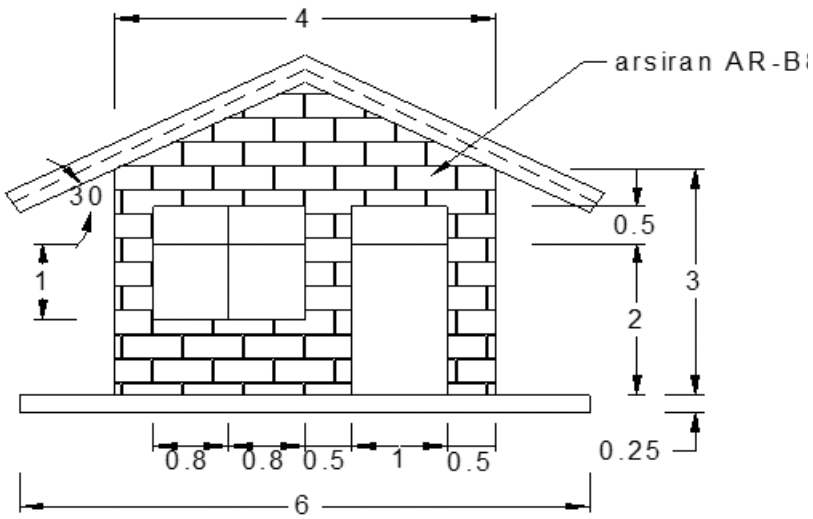
Selesaikan soal-soal berikut dengan baik dan benar!

1. Bagaimanakah wujud dari jenis-jenis garis dalam aktivitas menggambar teknik dan mengapa penggambaran memerlukan tebal tipis garis?
2. Uraikan yang kalian ketahui tentang skala gambar teknik!
3. Hitunglah tebal huruf untuk tipe A dan B bila tinggi huruf yang digunakan tingginya 5 mm!
4. Uraikan hubungan antara gambar proyeksi dan perspektif dengan benda imajiner!
5. Tuliskan hubungan antara penerapan nyata bidang dan ruang dalam arsitektur dengan bidang konstruksi bangunan!

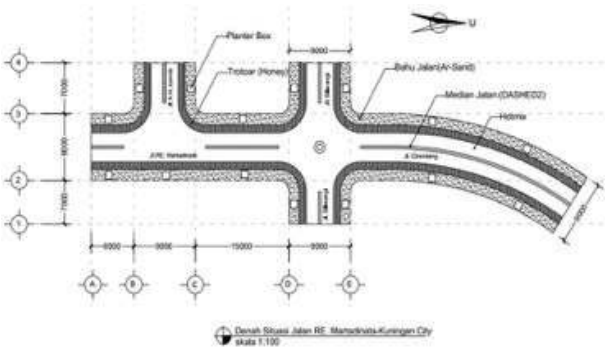
G. Pengayaan

1. Pengayaan

Siswa yang telah memenuhi kriteria ketuntasan minimum dipersilakan memperkaya pemahaman tentang gambar teknik. Kalian bisa mencari video di Youtube yang berkaitan dengan gambar teknik. Harapannya adalah wawasan kalian akan bertambah. Selain digambar secara manual, gambar teknik juga bisa digambar menggunakan aplikasi AutoCAD, Revit, atau perangkat lunak lain yang sejenisnya. Mulailah menggambar denah rumah dan denah konstruksi jalan di bawah ini.



Gambar 3.37 Denah rumah.
Sumber: Naniek (2023)



Gambar 3.38 Denah konstruksi jalan.
Sumber: Naniek (2023)

2. Remedial

Peserta didik yang belum memenuhi kriteria ketuntasan minimum dipersilakan mengikuti remedial dengan mempelajari materi yang belum tuntas dari berbagai sumber yang relevan bersama dengan teman tutor sebaya. Kemudian, coba kerjakan ulang beberapa soal sebelumnya untuk menambah wawasanmu.

H. Refleksi

Kini saatnya siswa melakukan refleksi setelah selesai mempelajari materi Bab 3. Berilah tanda centang pada kolom berikut sesuai dengan penguasaan kalian!

No.	Materi	Sangat Memahami	Memahami	Tidak Memahami
1.	Pengetahuan Dasar Gambar Teknik			
2.	Konstruksi Geometris			
3.	Gambar Proyeksi			
4.	Menggambar Menggunakan Aplikasi Perangkat Lunak			

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Buku Dasar-Dasar Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis : Naniek Sulistyowati, Galeh Nur Indriatno Putra Pratama, dan Dhar Heri Arimaya
ISBN : 978-623-194-525-9 (PDF)

BAB 4

Statika Bangunan

A. Tujuan Pembelajaran

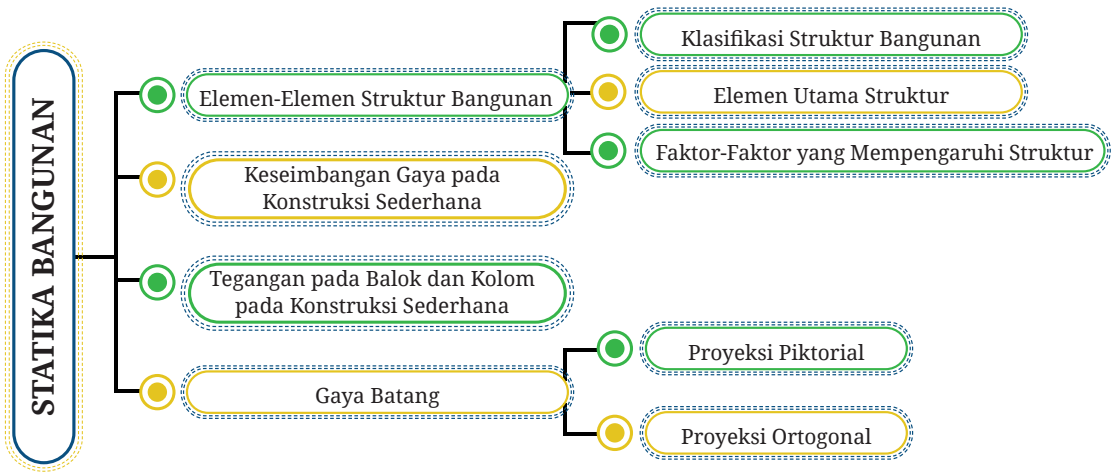
Setelah mempelajari materi pada mata pelajaran ini, diharapkan peserta didik memiliki kemampuan berikut.

1. Memahami elemen-elemen bangunan.
2. Memahami teknik perhitungan statika bangunan, yang meliputi keseimbangan gaya dan tegangan pada konstruksi balok dan kolom sederhana.
3. Melaksanakan perhitungan gaya batang pada konstruksi rangka sederhana.

B. Kata Kunci

gaya, beban, titik berat, desain struktur, elemen struktur, keseimbangan, struktur bangunan

C. Peta Konsep



Gambar 4.1 Peta Konsep.
Sumber: Naniek (2023)

D. Apersepsi

Mempelajari statika bangunan memberikan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana mengaplikasikan prinsip-prinsip dasar statika dalam desain struktur yang kuat, aman, dan sesuai dengan kondisi geografis dan iklim. Selain itu juga membekali keterampilan dalam menganalisis dan memecahkan masalah-masalah statika yang terkait dengan bangunan.

Mempelajari statika bangunan dalam konstruksi sipil memungkinkan seseorang untuk memahami bagaimana gaya dan beban bekerja pada struktur bangunan dan bagaimana desain struktur harus disesuaikan dengan kondisi geografis dan iklim serta dengan aspek-aspek seperti seismik, angin, dan air. Hal ini sangat penting dipelajari dan dipahami guna merancang dan membuat bangunan yang kuat, aman, dan sesuai standar yang berlaku. Selain itu, memahami prinsip-

prinsip statika dapat membantu untuk menganalisis dan memecahkan masalah-masalah yang timbul selama proses konstruksi.

Pertanyaan Pemantik

Dalam upaya mengembangkan dan meningkatkan pemahaman kompetensi juga kemampuan analitis dan kreatif kita dalam bidang statika bangunan, mari eksplorasi topik ini dengan menjawab beberapa pertanyaan. Pertanyaan-pertanyaan ini akan menuntut kita untuk berpikir secara lebih mendalam.

1. Bagaimana prinsip dasar gaya dan tegangan yang diterapkan dalam merancang struktur bangunan?
2. Bagaimana cara mengaplikasikan konsep prinsip dasar gaya dan tegangan dalam mengatasi masalah konstruksi yang kompleks?
3. Bagaimana cara menganalisis dan mengatasi masalah-masalah yang muncul dalam desain struktur bangunan yang digunakan dalam kondisi khusus, seperti bangunan tinggi atau bangunan di wilayah rawan gempa?
4. Bagaimana cara menganalisis distribusi gaya dalam suatu struktur bangunan menggunakan metode diagram gaya, diagram momen, atau analisis elemen finit? Apa yang harus diperhatikan dalam menganalisis distribusi gaya tersebut?

E. Materi dan Kegiatan Pembelajaran

1. Elemen-Elemen Struktur Bangunan

a. Klasifikasi Struktur Bangunan

Dalam desain struktur bangunan, elemen-elemen bangunan memiliki peran yang sangat penting. Elemen-elemen ini dianggap sebagai unsur penting yang membentuk stabilitas dan keamanan struktur serta memberikan nilai estetika yang harmonis pada suatu bangunan. Elemen-elemen tersebut meliputi balok, kolom, lantai, dinding, dan sebagainya.

Elemen-elemen struktur penting dipelajari sebagai kunci untuk memahami konsep dasar dan prinsip-prinsip yang digunakan dalam desain dan konstruksi bangunan yang aman dan efisien. Hal ini juga dapat membantu kita untuk meningkatkan keterampilan dan pemahaman dalam membangun struktur yang kuat dan estetis.

Berikut diberikan beberapa contoh elemen-elemen struktur yang sering digunakan dalam proses desain dan konstruksi bangunan.

1) Elemen-elemen struktur sebagai pembentuk bentuk bangunan, yaitu elemen-elemen yang membentuk bentuk fisik dari bangunan. Contohnya, dinding, balok, kolom, dan atap.
2) Elemen-elemen struktur sebagai penopang beban, yaitu elemen-elemen yang bertugas menopang beban, seperti beban mati (berat struktur sendiri) dan beban hidup (berat orang, perabotan, dan lain sebagainya). Contohnya, kolom, balok, dan fondasi pada bangunan.
3) Elemen-elemen struktur sebagai penghubung antarelemen, yaitu elemen-elemen yang menghubungkan elemen-elemen struktur lainnya agar membentuk satu kesatuan struktur. Contohnya, baut, mur, dan sekrup.
4) Elemen-elemen struktur sebagai elemen yang memperkuat bangunan, yaitu elemen-elemen yang digunakan untuk meningkatkan kekuatan dan keamanan bangunan. Contohnya, beton bertulang, baja, dan kabel.

Sudah pernahkah kamu memeriksa langsung bagian-bagian struktur bangunan? Untuk memahami bidang ilmu struktur bangunan, diperlukan pengetahuan tentang cara mengategorikan, mengurutkan, dan memberi nama pada kelompok dalam struktur secara sistematis. Juga diperlukan pengetahuan tentang kriteria dan kemungkinan hubungan antara bentuk-bentuk menjadi dasar untuk mengklasifikasikan struktur bangunan. Metode yang umum digunakan adalah mengklasifikasikan elemen struktur dan sistemnya berdasarkan bentuk dan sifat fisik dasar dari konstruksi.

Ada dua jenis struktur bangunan gedung berdasarkan sistem penyaluran beban, yaitu sistem struktur balok dan kolom, serta sistem struktur langsung.

1) Sistem Struktur Balok dan Kolom

Sistem Struktur Balon dan Kolom adalah sistem penyaluran beban di mana beban dari lantai dan atap dialirkan ke kolom dan balok yang didukung oleh fondasi.

Sistem ini cocok digunakan pada bangunan yang memiliki tinggi moderat dan ruangan yang fleksibel.

2) Sistem Struktur Langsung

Sistem Struktur Langsung adalah sistem penyaluran beban di mana beban dari lantai dan atap dialirkan langsung ke fondasi tanpa melalui balok dan kolom.

Sistem ini lebih sesuai untuk digunakan pada bangunan yang rendah atau menengah dan ruangan yang kaku.

Kedua sistem tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Pemilihan sistem yang tepat harus disesuaikan dengan keadaan dan kebutuhan bangunan yang akan didirikan.

Berikut dijelaskan tentang klasifikasi bangunan berdasarkan bentuk dasarnya, karakteristik kekakuan elemennya, susunan elemennya, bahannya, elemen utama struktur, dan faktor-faktor yang mempengaruhi struktur.

1) Klasifikasi Struktur Bangunan Berdasarkan Geometri dan Bentuk Dasarnya

Struktur bangunan dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk dasarnya. Bentuk dasar ini terbagi menjadi dua elemen, yaitu elemen garis dan elemen permukaan. Berikut adalah penjelasannya.

a) Elemen Garis

Elemen garis adalah salah satu bentuk geometri dasar dalam klasifikasi struktur bangunan yang terdiri dari batang atau rangkaian batang lurus atau lengkung. Elemen garis ini

biasanya digunakan untuk menopang beban pada struktur bangunan atau untuk menambah kekuatan struktur. Contohnya adalah rangka pada sebuah bangunan yang terdiri dari elemen garis horizontal yang menopang atap dan lantai. Selain itu, elemen garis juga dapat digunakan sebagai elemen struktural pada jembatan, menara, dan struktur lainnya.

Sementara itu, elemen lengkung adalah struktur yang dibentuk dari elemen garis yang melengkung dan membentang antara dua titik, membentuk busur.

Gambar 4.2 Elemen struktur lurus dan lengkung.
Sumber: Hadinata (2015)

Gambar 4.3 Elemen Struktur lurus.
Sumber: apkpure.com/muktar123 (2019)

Gambar 4.4 Elemen struktur lengkung.
Sumber: socalregion.com/Michael F. Ballard (2023)

b) Elemen Permukaan

Elemen permukaan merujuk pada elemen struktur yang memiliki bentuk dasar berupa bidang atau permukaan. Contohnya adalah dinding, pelat, atau bidang atap pada sebuah bangunan.

Elemen permukaan digunakan untuk menopang beban, seperti beban struktural (misalnya beban dari lantai dan atap), angin, atau gempa bumi. Elemen permukaan juga berperan dalam menjaga stabilitas dan kekuatan struktur bangunan.

Gambar 4.5 Elemen permukaan.
Sumber: socalregion.com/Mark Kayros (2023)

2) Klasifikasi Struktur Bangunan Berdasarkan Karakteristik Kekakuan Elemennya

Perbedaan karakteristik kekakuan elemen pada struktur akan mempengaruhi teknik perencanaan dan perancangan struktur untuk menangani beban yang diterima. Klasifikasi struktur berdasarkan karakteristik kekakuan elemennya terdiri dari dua jenis, yaitu struktur kaku dan struktur tidak kaku.

a) Struktur Kaku

Struktur kaku adalah jenis struktur yang elemennya memiliki kekakuan tinggi, sehingga tidak akan mengalami perubahan bentuk atau posisi ketika diberi beban. Contoh dari struktur kaku di antaranya adalah struktur besi, struktur baja, dan struktur beton.

Gambar 4.6 Struktur kaku.
Sumber: rezekibarokah.com (2022)

b) Struktur Tidak Kaku atau Fleksibel

Struktur yang tidak kaku atau fleksibel dapat dikategorikan sebagai struktur lunak. Struktur ini memiliki elemen yang memiliki kekakuan yang rendah sehingga akan mengalami perubahan bentuk atau posisi ketika diberi beban. Contohnya balok yang panjang dengan tinggi penampang yang relatif kecil, pelat beton yang tipis dengan bentang yang lebar.

Elemen struktur tidak kaku atau fleksibel, misalnya elemen kabel, cenderung mempunyai bentuk tertentu pada suatu kondisi pembebanan. Bentuk tersebut bisa berubah secara drastis apabila pembebanan berubah. Struktur fleksibel mempertahankan keutuhan fisiknya meskipun bentuknya berubah-ubah.

Gambar 4.7 Struktur tidak kaku, contohnya struktur kabel.
Sumber: pengadaan.web.id/SpVVK (2022)

3) Klasifikasi Struktur Bangunan Berdasarkan Susunan Elemennya

Klasifikasi struktur bangunan berdasarkan susunan elemennya dibedakan menjadi beberapa jenis. Pembedaan tersebut adalah sebagai berikut.

a) Struktur Sistem Kolom-Balok

Struktur ini terdiri dari kolom dan balok yang digunakan untuk menopang beban lantai atau atap.

Gambar 4.8 Rangkaian kolom (tegak) dan balok (mendatar).
Sumber: adhyaksapersada.co.id/Adhyaksa (2021)

b) Struktur Sistem Rangka

Struktur ini terdiri dari rangka yang digunakan untuk menopang beban lantai atau atap.

Gambar 4.9 *Frame* baja profil.
Sumber: jojonomis.com/Uri Tanoto (2021)

c) Struktur Sistem Dinding

Struktur ini terdiri dari dinding yang digunakan untuk menopang beban lantai atau atap.

Gambar 4.10 Struktur dinding.
Sumber: pengadaan.web.id/Madeh Izat Hamakareem (2020)

d) Struktur Sistem Komponen Terpisah

Konstruksi sistem ini terdiri dari berbagai komponen atau elemen bangunan dirancang dan dibangun secara terpisah sebelum kemudian dirakit atau dipasang menjadi satu kesatuan, contoh komponen yang mungkin dibuat secara terpisah dalam konstruksi adalah dalam konstruksi beton, beberapa panel dinding, balok dan tangga dapat dibuat secara terpisah dalam pabrik dengan metode pracetak kemudian dipasang di tempat.

Gambar 4.11 Gedung Sate Bandung.
Sumber: bandung.kompas.com/Abah Baratawiria (2021)

e) Struktur Sistem Kombinasi

Struktur ini terdiri dari kombinasi beberapa jenis struktur, seperti kolom-balok, rangka, dinding, yang digunakan untuk menopang beban lantai atau atap.

Gambar 4.12 Hotel Alila Villas Uluwatu Bali.
Sumber: archilovers.com/Tim Griffith (2010)

4) Klasifikasi Struktur Bangunan Berdasarkan Bahan

Struktur bangunan dapat diklasifikasikan berdasarkan bahan yang digunakan. Pengklasifikasian tersebut adalah sebagai berikut.

a) Struktur Beton

Struktur beton terdiri dari rangka yang terbuat dari beton sebagai bahan utamanya. Beton terdiri dari campuran semen, air, dan agregat seperti batu pecah atau pasir yang diolah hingga mengeras menjadi bahan yang kuat dan tahan lama.

Struktur beton digunakan untuk berbagai jenis bangunan, seperti gedung bertingkat tinggi, jembatan, dan dam karena memiliki kekuatan yang tinggi dan ketahanan yang baik terhadap tekanan, tarikan, dan geseran. Akan tetapi, struktur beton juga memerlukan perlindungan dari kerusakan akibat perubahan cuaca dan lingkungan agar tetap tahan lama.

Gambar 4.13 Model struktur rangka beton sistem portal.
Sumber: Nanda (2019)

b) Struktur Baja

Struktur baja merupakan sebuah sistem rangka yang terdiri dari baja sebagai bahan utama. Struktur baja digunakan dalam berbagai jenis bangunan, seperti gedung pencakar langit, jembatan, stadion, dan sebagainya.

Struktur baja memiliki kelebihan seperti kekuatan, ketahanan, dan fleksibilitas yang tinggi, serta mampu mendukung desain yang unik dan kreatif. Meskipun demikian, struktur baja memerlukan perlindungan korosi yang efektif agar dapat bertahan dalam jangka waktu yang panjang.

Gambar 4.14 Model struktur kontruksi baja.
Sumber: Munir (2017)

c) Struktur Kayu

Struktur kayu adalah tipe struktur yang memanfaatkan kayu sebagai bahan dasarnya. Kayu dipakai sebagai elemen utama, seperti kolom, balok, dan plat.

Struktur kayu pada umumnya digunakan pada berbagai jenis bangunan. Contohnya, pada bangunan rumah, bangunan komersial, dan industri.

Gambar 4.15 Rangka batang kuda-kuda pada bangunan atap.
Sumber: Safitri (2018)

d) Struktur Komposit

Struktur komposit adalah sistem rangka yang terdiri dari beberapa bahan yang digabungkan untuk meningkatkan kinerja struktur. Dalam banyak kasus, bahan yang digunakan adalah beton dan baja. Struktur komposit digunakan dalam berbagai jenis bangunan, seperti gedung bertingkat tinggi, jembatan, dan stadion.

Kelebihan dari struktur komposit adalah kemampuannya untuk mengoptimalkan kinerja masing-masing bahan, seperti kekuatan dari baja dan ketahanan dari beton. Hal ini juga lebih efisien dalam penggunaan bahan karena dapat mengurangi ketebalan dari bahan yang digunakan. Namun, konstruksi dan perhitungan struktur komposit lebih kompleks dan rumit dibandingkan dengan struktur baja atau beton biasa.

Gambar 4.16 Jembatan Akashi Kaikyo, Jepang.
Sumber: pixabay.com/kanenori (2020)

e) Struktur Logam Lain

Struktur logam lain adalah jenis struktur yang terbuat dari logam selain besi sebagai bahan utamanya, seperti aluminium, titanium, dan lain-lain. Pemilihan bahan yang tepat sangat krusial dalam proses merancang dan merencanakan struktur

bangunan guna memastikan kestabilan, kekuatan, dan keselamatan dari bangunan tersebut.

Gambar 4.17 Model struktur logam lain.
Sumber: nikifour.co.id/Iwan Baan (2019)

5) Elemen Utama Struktur

Struktur bangunan terdiri dari beberapa jenis elemen utama. Jenis-jenis elemen tersebut dijelaskan sebagai berikut.

a) Balok dan Kolom

Balok dan kolom adalah elemen penting dari sistem rangka struktur yang berfungsi sebagai komponen utama. Balok adalah elemen struktural yang digunakan secara horizontal untuk menahan beban lantai dan atap pada sebuah bangunan, sedangkan kolom merupakan elemen vertikal yang menopang beban dari balok dan mengalirkannya ke dasar bangunan.

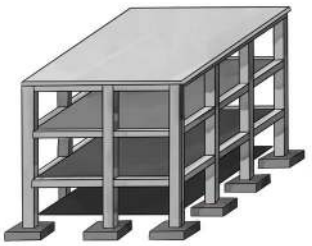
Balok dan kolom dibuat dengan berbagai jenis bahan, seperti beton, baja, kayu, atau komposit. Namun, tetaplah penting untuk memastikan konstruksinya kokoh dan kuat guna menjaga kestabilan dan keselamatan bangunan.

Gambar 4.18 Posisi balok pada struktur bangunan.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

b) Rangka Kaku

Sistem struktur rangka kaku adalah sistem struktur yang terdiri dari balok dan kolom yang saling terhubung dengan kaku, sehingga tidak memungkinkan pergerakan relatif antara keduanya. Keadaan tersebut memungkinkah sistem struktur rangka kaku dapat menopang beban dengan efektif.

Struktur kaku sangat cocok untuk menopang beban pada bangunan dengan lantai bertingkat tinggi. Contohnya, gedung bertingkat tinggi, jembatan, dan stadion.



Gambar 4.19 Sistem struktur rangka kaku.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

c) Rangka Batang

Struktur rangka batang adalah sistem struktur yang terdiri dari serangkaian batang yang saling terhubung dan membentuk kerangka untuk menopang beban pada bangunan. Berbagai macam bahan dapat digunakan untuk membuat batang, seperti kayu, logam, beton, atau baja. Rangka batang bisa diterapkan pada berbagai jenis bangunan. Termasuk rumah, gedung bertingkat rendah, dan jembatan.

Sistem rangka batang memiliki kekuatan yang tinggi dan dapat menopang beban yang besar dengan efisien. Namun, perhitungan yang rumit dan konstruksi yang sulit diperlukan untuk memastikan kestabilan dan keamanan struktur.

Gambar 4.20 Struktur rangka batang.
Sumber: Nugraha (2021)

d) Pelengkung

Struktur pelengkung adalah suatu konstruksi yang bertujuan untuk memberikan kekuatan dan kestabilan pada bangunan. Struktur ini dapat dibuat dari berbagai bahan, seperti besi, beton, kayu, atau campuran bahan tersebut.

Struktur pelengkung dapat terdiri dari berbagai elemen, seperti pelat lantai, dinding, atau kolom yang berfungsi sebagai penopang beban dan pencegah terjadinya keruntuhan. Selain itu, struktur pelengkung juga dapat memberikan nilai estetika pada bangunan dan memperluas ruang di dalamnya.

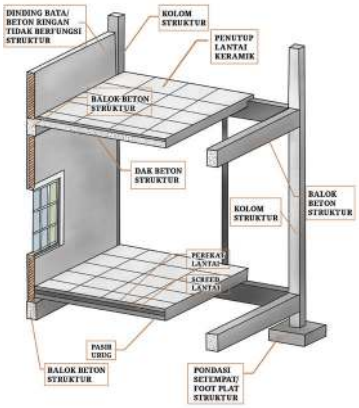
Gambar 4.21 Struktur pelengkung.
Sumber: Hadinata (2015)

e) Dinding dan Pelat

Dalam sebuah bangunan, struktur dinding dan pelat merupakan bagian penting yang berfungsi menopang beban dan mencegah keruntuhan. Dinding berfungsi sebagai pembatas ruang dan menjaga privasi penghuni, sedangkan pelat lantai berfungsi sebagai penopang beban pada lantai dan lantai atas bangunan.

Dinding bisa dibuat dari berbagai bahan, seperti beton, batu, kayu, batu bata, tergantung pada kebutuhan dapat dibuat menggunakan teknik dinding bertulang, berpola, atau prefabrikasi. Sementara itu, pelat lantai dapat dibangun dengan bahan seperti beton, kayu, atau kombinasi bahan tersebut, dan dapat dibangun menggunakan teknik pelat lantai beton

prategang, kayu, atau baja. Namun, struktur dinding dan pelat harus dirancang dan dibangun dengan baik untuk menjamin keamanan dan stabilitas bangunan.



Gambar 4.22 Kontruksi pelat dan dinding.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

f) Cangkang Silindris dan Terowongan

Cangkang silindris merupakan struktur geometris yang terdiri dari dua atau lebih lapisan dinding yang membentuk silinder, digunakan pada bangunan dengan diameter besar. Seperti menara, gedung pencakar langit, atau bangunan industri. Fungsi cangkang silindris di antaranya adalah menjaga privasi dan mengurangi pengaruh angin pada bangunan.

Sementara itu, terowongan adalah struktur berupa lubang atau celah yang dibangun di bawah tanah atau di dalam gunung, digunakan untuk transportasi. Seperti jalan raya, rel kereta api, atau saluran air. Dapat juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan atau perlindungan darurat. Baik cangkang silindris maupun terowongan memerlukan desain yang matang dan konstruksi yang tepat demi menjaga keselamatan dan stabilitas bangunan.

Gambar 4.23 Struktur pelengkung menerus.
Sumber: Hadinata (2015)

g) Kubah dan Cangkang Bola

Kubah dan cangkang bola adalah jenis struktur yang berbeda, tapi memiliki fungsi dan karakteristik yang serupa. Kubah terdiri dari dua atau lebih sisi berbentuk kerucut atau setengah bola, sedangkan cangkang bola terdiri dari satu sisi berbentuk bola. Kubah digunakan untuk menutupi bangunan yang memiliki diameter besar, seperti masjid atau katedral. Sementara itu, cangkang bola biasanya digunakan untuk bangunan yang lebih kecil seperti gedung observatorium atau bangunan pameran.

Selain berfungsi sebagai penutup bangunan, kedua jenis struktur ini juga digunakan untuk memberikan nilai estetika dan simbolik pada bangunan. Namun, baik kubah maupun cangkang bola memerlukan desain dan konstruksi yang tepat untuk memastikan keamanan dan kestabilan bangunan.

Gambar 4.24 Struktur kubah.
Sumber: Hadinata (2015)

h) Kabel

Struktur kabel adalah jenis struktur yang terdiri dari kabel-kabel baja yang ditempatkan dalam posisi tertentu sehingga menghasilkan bentuk-bentuk geometris tertentu. Kabel-kabel ini biasanya diikatkan pada sendi-sendi atau titik-titik tumpuan untuk menjaga keseimbangan dan kestabilan struktur. Struktur kabel pada umumnya digunakan sebagai penyangga atap atau tutup bangunan yang besar dan membutuhkan dukungan yang kuat, tapi juga dapat digunakan sebagai penyangga jembatan, menara, dan struktur lainnya.

Jika kabel ditarik pada kedua ujungnya saja, bentuknya akan lurus dan dikenal sebagai *tie-rod*. Sedangkan, jika yang dipikul oleh kabel adalah beban terbagi, kabel akan memiliki bentuk lengkungan. Struktur kabel lebih mudah berubah bentuk jika terjadi perubahan besar atau arah gaya karena bekerja terhadap gaya tarik.

Gambar 4.25 Bangunan dengan sistem permukaan bidang kabel.
Sumber: Hadinata (2015)

i) Membran, Tenda, dan Jaring

Membran adalah struktur bangunan yang terdiri dari material tipis dan kaku seperti plastik atau karet yang digunakan untuk menutupi atau melindungi area dari cuaca atau lingkungan luar. Jenis struktur ini bisa digunakan sebagai atap, dinding, atau lantai dalam bangunan. Sering juga digunakan dalam bangunan besar, seperti stadion atau gedung olahraga.

Tenda adalah struktur bangunan sementara yang terbuat dari kain atau plastik yang digunakan sebagai pelindung dari cuaca di tempat terselenggaranya suatu acara. Tenda biasanya digunakan untuk berbagai acara, seperti pernikahan, konser musik, atau pameran.

Jaring adalah struktur bangunan yang terbuat dari material, seperti kawat atau tali yang digunakan sebagai pelindung atau penopang. Jaring digunakan sebagai dinding, atap, atau lantai dalam bangunan. Juga digunakan dalam pembangunan jembatan dan jalan raya.

Gambar 4.26 Model struktur membran.
Sumber: Hadinata (2015)

Gambar 4.27 Struktur membran/tenda untuk atap sebuah lapangan.
Sumber: sioentensilearchitecture.com/Sioen (2023)

6) Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Struktur

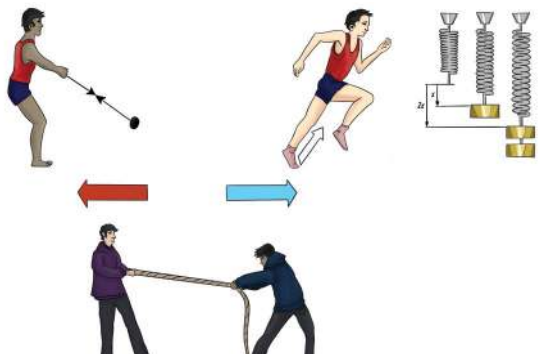
Untuk memastikan keamanan dan kualitas struktur bangunan, perlu dipertimbangkan faktor-faktor internal dan eksternal yang mempengaruhinya. Faktor internal meliputi beban yang didukung, ketinggian bangunan, luas lantai, dan kondisi tanah dasar. Sementara itu, faktor eksternal meliputi kondisi cuaca, lingkungan, kebijakan pemerintah, aksesibilitas dan sumber daya, serta kemampuan finansial dan sumber daya manusia yang tersedia.

Tanpa mengevaluasi semua faktor tersebut, struktur bangunan mungkin tidak memenuhi standar keamanan dan kualitas yang diinginkan. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi faktor-faktor tersebut dan membuat rencana yang tepat untuk memastikan keamanan dan kualitas struktur bangunan dalam jangka panjang.

Aktivitas 4.1 Aktivitas Kelompok

Buatlah kelompok dengan teman sekelas tanpa membedakan satu sama lain. Tiap kelompok terdiri dari 4 - 5 orang. Setelah terbentuk kelompok, diskusikan tentang berbagai macam bangunan berdasarkan klasifikasi struktur. Lengkapi contoh tersebut dengan alasan-alasan yang sesuai dengan materi yang telah dipelajari sebelumnya atau mencari beberapa referensi lain yang berkaitan dengan klasifikasi elemen-elemen struktur. Buatlah kesimpulan singkat tentang hasil kerjamu. Presentasikan hasil kegiatan kalian beserta kesimpulannya di hadapan rekan sekelas!

2. Keseimbangan Gaya pada Konstruksi Sederhana



Gambar 4.28 Contoh bermacam-macam gaya.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Coba perhatikan gambar di atas. Silakan amati beberapa objek tersebut atau aktivitas yang ada pada gambar. Selanjutnya, sebutkan dan jelaskan mengenai gaya yang terjadi pada objek atau aktivitas tersebut!

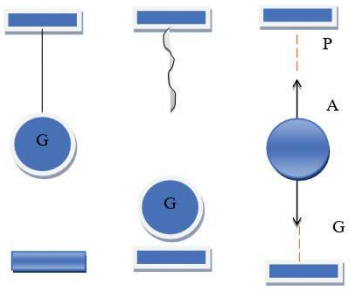
Apabila kalian mengalami kesulitan untuk mendeskripsikan/ menjelaskan jenis-jenis gaya yang ada, silakan berdiskusi dengan teman atau bertanya kepada guru pembimbing.

a. Gaya

Dalam konstruksi, gaya dapat diartikan sebagai beban yang diterapkan pada suatu struktur atau bangunan. Beban tersebut dapat berasal dari berat bangunan itu sendiri, beban dari lantai,

atap, dinding, dan lain-lain. Gaya juga dapat berasal dari beban eksternal, seperti angin, hujan, gempa bumi, dan beban lainnya yang dapat mempengaruhi kestabilan dan keamanan struktur bangunan.

Dalam merencanakan dan membangun suatu struktur bangunan, perlu diperhatikan dan dianalisis berbagai macam gaya yang akan diterima oleh struktur tersebut agar dapat memenuhi standar keamanan yang diinginkan.



Gambar 4.29 Gaya pada benda.
Sumber: Naniek (2023)

Apakah yang Terjadi Bila Kawat Putus?

Benda jatuh ke bawah disebabkan karena adanya gaya yang menarik benda tersebut ke bawah. Gaya itu adalah berat dari benda tersebut akibat pengaruh gravitasi. Gaya berat tersebut mempunyai arah ke bawah dan bekerja melalui titik berat benda.

Apakah yang Terjadi Bila Kawat Tidak Putus?

Ada sebuah gaya yang menyebabkan kawat dalam keadaan tegang selama benda bergantung. Gaya yang dimaksud adalah gaya tegangan pada kawat yang seimbang dengan berat benda yang diangkat oleh kawat tersebut, sehingga kawat tetap dalam keadaan tegang. Gaya ini diaplikasikan pada titik tangkap A dan memiliki arah yang sejajar dengan sumbu kawat yang berimpit dengan arah ke atas. Hal ini menunjukkan bahwa sebuah gaya memiliki besaran, arah, dan titik tangkap yang merupakan faktor penting dalam analisis mekanika struktur.

Beberapa gaya yang bekerja pada suatu struktur dapat digabungkan atau direduksi menjadi satu gaya tunggal yang disebut resultan gaya.

Dengan mengetahui resultan gaya, dapat ditentukan bagaimana struktur akan bergerak atau bereaksi terhadap beban yang diterimanya. Menghitung resultan gaya tergantung dari jumlah dan arah dari gaya-gaya tersebut.

Beberapa cara atau metode untuk menghitung resultan gaya diuraikan sebagai berikut.

1) Metode Penjumlahan dan Pengurangan Vektor Gaya

Metode ini menggunakan konsep bahwa dua gaya atau lebih yang terdapat pada garis kerja gaya yang sama (segaris) dapat langsung dijumlahkan (jika arah sama/searah) atau dikurangkan (jika arahnya berlawanan).

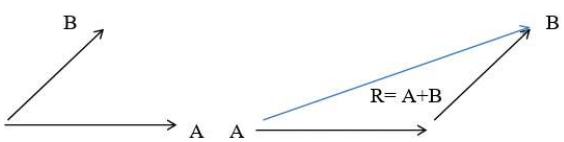
2) Metode Segitiga dan Segi Banyak Vektor Gaya

Metode ini menggunakan konsep bahwa jika gaya-gaya yang bekerja tidak segaris, dapat digunakan cara Paralellogram dan Segitiga Gaya. Metode tersebut cocok jika gaya-gayanya tidak banyak.

a) Metode Segitiga

Penjumlahan atau selisih dua buah gaya dapat dilakukan secara grafis dengan menggunakan Metode Segitiga. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- Pangkal dari kedua vektor diletakkan pada ujung vektor pertama.
- Vektor hasil penjumlahan (resultan) digambarkan dari pangkal vektor pertama ke ujung vektor kedua.



Gambar 4.30 Penghitungan dengan Metode Segitiga.
Sumber: Naniek (2023)

b) Metode Jajargenjang

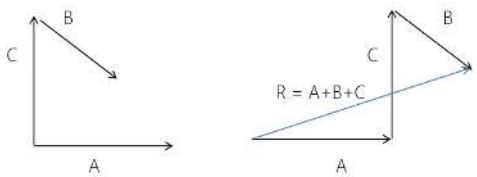
Penjumlahan atau selisih dua buah vektor dapat dilakukan dengan menggunakan metode jajargenjang. Dua vektor dengan pangkal berimpit dilukis sebagai dua sisi yang berdekatan dari jajargenjang, maka jumlah vektor adalah vektor diagonal yang pangkalnya sama dengan pangkal kedua vektor penyusunnya.

Gambar 4.31 Penghitungan dengan Metode Jajargenjang.
Sumber: Naniek (2023)

c) Metode Poligon

Metode Poligon (Metode Segi Banyak) merupakan perluasan dari Metode Segitiga penjumlahan atau selisih vektor. Metode Poligon dapat digunakan dengan cara berikut.

- Salah satu aturan dalam menambahkan vektor adalah dengan meletakkan pangkal dari vektor berikutnya pada ujung dari vektor sebelumnya.
- Vektor resultan digambarkan dari pangkal vektor pertama ke ujung vektor terakhir



Gambar 4.32 Penghitungan dengan Metode Segi Banyak.
Sumber: Naniek (2023)

Namun, jika terdapat lebih dari dua gaya, harus disusun suatu segi banyak (poligon) gaya. Gaya-gaya kemudian disusun secara berturutan, mengikuti arah jarum jam. Jika

telah terbentuk segi banyak tertutup, penyelesaiannya adalah tidak ada resultan gaya atau resultan gaya sama dengan nol. Namun, jika terbentuk segi banyak tidak tertutup, garis penutupnya adalah resultan gaya.

d) Metode Proyeksi Vektor Gaya

Metode Proyeksi menggunakan konsep bahwa proyeksi resultan dari dua buah vektor gaya pada setiap sumbu adalah sama dengan jumlah aljabar proyeksi masing-masing komponennya pada sumbu yang sama.

Aktivitas 4.2 Aktivitas Kelompok

Berkelompoklah dengan teman satu kelas tanpa membedakan satu sama lain. Tiap kelompok terdiri dari 4 - 5 orang. Setelah terbentuk kelompok, cari dan bacalah buku-buku atau referensi tentang menyusun gaya dan mengurai gaya bersama kelompok masing-masing! Setelah itu, diskusikan dengan kelompok masing-masing!

Diketahui gaya-gaya konkuren dengan ukuran P1 = 10 N, P2 = 20 N, P3 = 25 N, dan P4 = 30 N. Gaya-gaya tersebut masing-masing membentuk sudut α1 = 300, α2 = 1350, α3 = 2400, dan α4 = 3150. Hitung besar dan arah resultannya!

b. Keseimbangan Gaya

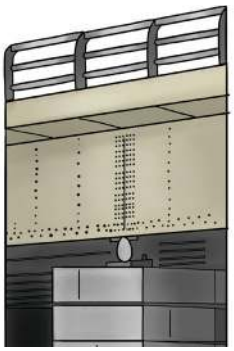
1) Konstruksi Balok sederhana

Tumpuan adalah titik atau tempat di mana suatu konstruksi bersandar dan menerima gaya reaksi. Ada beberapa jenis tumpuan yang memiliki karakteristik yang berbeda. Berikut adalah penjelasan singkat tentang karakteristik masing-masing jenis tumpuan pada bidang Mekanika Teknik atau Analisis Struktur.

a) Tumpuan Rol

Tumpuan rol adalah tumpuan yang hanya mampu menahan gaya bekerja tegak lurus (vertikal) dan tidak dapat menahan momen. Tumpuan ini sering digunakan pada konstruksi

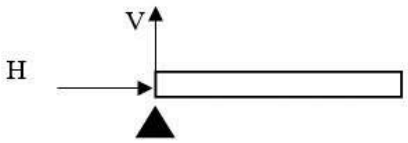
yang hanya membutuhkan penahanan vertikal, seperti pada balok yang diletakkan di atas tiang.



Gambar 4.33 Pemodelan dan aplikasi tumpuan rol.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

b) Tumpuan Sendi

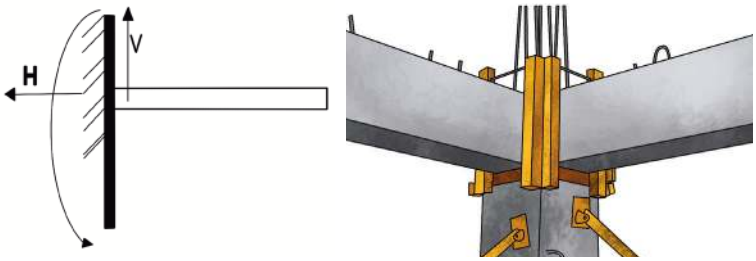
Tumpuan sendi adalah tumpuan yang dapat menerima gaya dari segala arah, tetapi tidak mampu menahan momen. Tumpuan ini sering digunakan pada konstruksi yang membutuhkan fleksibilitas, seperti pada struktur jembatan gantung.



Gambar 4.34 Pemodelan dan aplikasi tumpuan sendi.
Sumber: Naniek (2023)

c) Tumpuan Jepit

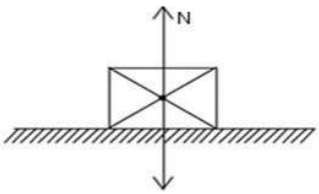
Tumpuan jepit adalah tumpuan yang mampu menahan gaya dalam segala arah dan juga mampu menahan momen. Tumpuan ini sering digunakan pada konstruksi yang membutuhkan penahanan horizontal dan vertikal, seperti pada balok yang diletakkan di antara dua tiang.



Gambar 4.35 Pemodelan dan aplikasi tumpuan jepit.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

d) Tumpuan Bidang Datar (Lantai)

Karena benda menekan bidang datar maka disebut tumpuan bidang datar. Adapun gaya reaksi oleh bidang datar pada benda ialah gaya normal N yang tegak lurus terhadap bidang datar tersebut.

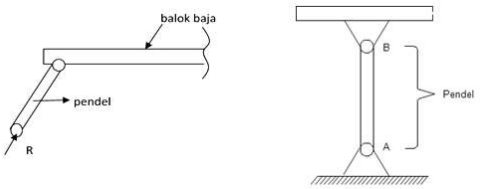


Gambar 4.36 Pemodelan dan aplikasi tumpuan bidang datar.
Sumber: Naniek (2023)

e) Tumpuan Pendel

Pendel ialah suatu batang AB dengan ujung-ujung A dan B berupa engsel. Pada batang AB tidak boleh dibebani dengan gaya antara A dan B. Gaya reaksi yang ditimbulkan oleh pendel AB ialah gaya yang garis kerjanya berimpit dengan AB.

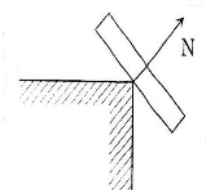
Bentuk perletakan jepit dari suatu struktur bertugas untuk menyangga sebagian dari struktur baja. Pendel tersebut hanya bisa menyangga sebagian jembatan, hanya searah dengan sumbu pendel tersebut, jadi hanya mempunyai satu reaksi yang searah dengan sumbu pendel.



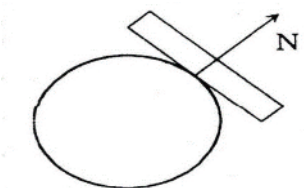
Gambar 4.37 Skema perletakan pendel pada suatu struktur baja.
Sumber: Naniek (2023)

f) Tumpuan titik

Tumpuan ini disebut tumpuan titik karena kedudukan balok berada hanya bersinggungan pada suatu titik.



Gambar 4.38 Benda disandarkan sudut potong dua bidang datar dan reaksinya tegak lurus batang (N).
Sumber: Naniek (2023)

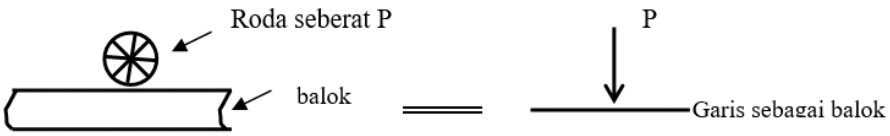


Gambar 4.39 Benda disandarkan pada perletakan lingkaran dan reaksinya tegak lurus batang (N).
Sumber: Naniek (2023)

Sementara itu, muatan/beban menurut bentuknya beban dapat diidealisasikan sebagai berikut.

a) Beban Terpusat

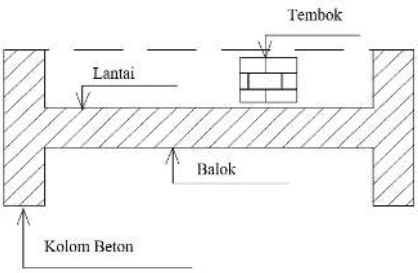
Beban terpusat adalah jenis beban yang memiliki titik singgung sangat kecil sehingga pada batas tertentu luas bidang singgung dapat diabaikan. Contohnya beban seseorang melalui kaki, misalnya 60 kN; berat kolom pada fondasi misalnya 5000 kN; beban akibat tekanan roda mobil atau motor.



Gambar 4.40 Tekanan pada rel kereta api atau tekanan pada ban mobil yang berjalan.
Sumber: Naniek (2023)

b) Beban Merata

Beban merata adalah suatu beban yang bekerja pada bidang konstruksi yang cukup luas sehingga tidak bisa diabaikan. Contohnya, plat lantai, balok beton, dan tekanan tembok pada balok beton. Beban ini dinyatakan dalam satuan N/m2 ataupun newton per meter kuadrat atau yang sejenisnya.



Gambar 4.41 Tekanan tembok pada balok beton.
Sumber: Naniek (2023)

c) Beban Tak Merata

Beban tak merata, contohnya adalah beban bentuk segitiga dan trapesium. Beban-beban ini membebani konstruksi berupa balok, kolom, rangka, batang, dan sebagainya, yang juga diidealisasikan sebagai garis sejajar dengan sumbunya.

Selanjutnya, muatan/beban menurut cara kerjanya dibedakan sebagai berikut.

a) Muatan/beban langsung, yaitu suatu beban yang bekerja langsung pada suatu bagian konstruksi tanpa perantara konstruksi lain.

b) Muatan/beban tak langsung, yaitu suatu beban yang bekerja dengan perantara konstruksi lain. Contoh, dalam kehidupan sehari-hari sering dijumpai muatan yang bekerjanya tidak

langsung pada konstruksi, seperti penutup atap ditumpu oleh gording dan tidak langsung pada kuda-kuda.

2) Perhitungan Konstruksi Sederhana

Konstruksi balok sederhana merupakan konstruksi yang ditumpu oleh dua titik tumpu, yaitu tumpuan sendi dan rol. Jenis konstruksi ini sebagai konstruksi statis tertentu, sehingga dapat diselesaikan dengan persamaan keseimbangan berikut.

a) Jumlah gaya-gaya horizontal atau $\Sigma H = 0$

b) Jumlah gaya-gaya vertikal atau $\Sigma V = 0$

c) Jumlah momen gaya pada suatu titik atau $\Sigma M = 0$

Terdapat beberapa tahapan untuk menyelesaikan soal-soal mekanika kesetimbangan. Tahapan-tahapan tersebut dijelaskan sebagai berikut.

a) Identifikasikanlah komponen-komponen yang sudah diketahui besarnya dan yang masih belum diketahui besarnya.

b) Biasanya yang belum diketahui besarnya menjadi bagian yang ditanyakan dan harus dihitung.

c) Analisislah gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi tersebut.

d) Rumuskanlah semua komponen yang diketahui dan yang belum diketahui secara matematis.

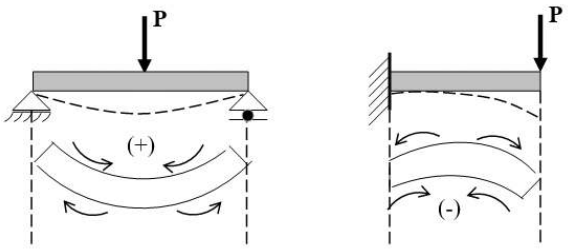
e) Selesaikanlah persamaan matematis tersebut sehingga didapatkan komponen yang belum diketahui.

f) Lakukan pemeriksaan terhadap hasil perhitungan dengan prinsip jumlah semua gaya aksi selalu sama dengan jumlah gaya reaksinya.

Pembahasan selanjutnya terkait dengan Momen Lentur, Gaya Lintang, dan Gaya Normal. Berikut adalah penjelasannya.

a) Momen Lentur

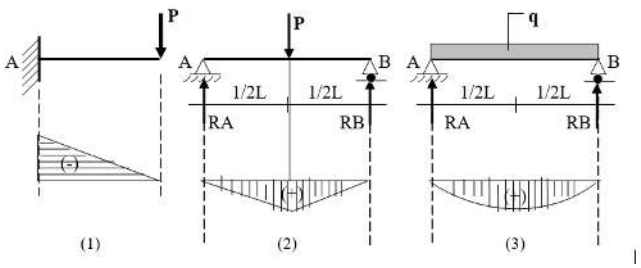
Momen lentur adalah gaya yang menyebabkan lenturan pada suatu balok atau batang. Momen lentur pada suatu titik dihitung dengan mengalikan gaya yang bekerja pada titik tersebut dengan jarak titik tersebut dari pusat putarannya.



Gambar 4.42 Pengaruh gaya momen pada balok.
Sumber: Naniek (2023)

Untuk menghindari kekeliruan pada saat menentukan momen lentur positif dan negatif, perlu diperhatikan beberapa ketentuan berikut.

- Apabila momen yang bekerja menghasilkan tegangan tarik pada serat bawah dan tegangan tekan pada serat atas balok, momen tersebut disebut momen positif. Momen tersebut dilukis di atas garis netral.
- Apabila momen yang bekerja menimbulkan tegangan tekan pada serat bawah dan tegangan tarik pada serat atas balok, momen tersebut disebut momen negatif. Momen negatif dilukis di atas garis netral pada diagram momen lentur.
- Apabila momen berputar searah jarum jam, momen tersebut dinyatakan sebagai momen positif (M+).
- Sebaliknya, apabila momen berputar berlawanan arah jarum jam, momen tersebut dinyatakan sebagai momen negatif (M-).



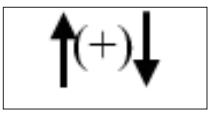
Gambar 4.43 Diagram momen lentur.
Sumber: Naniek (2023)

b) Gaya Lintang

Gaya geser atau gaya lintang adalah gaya yang bekerja tegak lurus pada balok atau gelagar. Untuk menghitung gaya lintang yang terjadi pada balok atau gelagar, perlu diperhatikan kondisi pembebanan. Apabila gaya lintang yang bekerja terlalu besar, balok atau gelagar dapat mengalami kerusakan atau bahkan patah.

Untuk menghindari kekeliruan dalam menentukan besar gaya lintang, perlu disepakati perjanjian tanda berikut.

- Apabila gaya sebelah kiri arahnya ke atas dan gaya sebelah kanan arahnya ke bawah, maka gaya lintang positif.



- Apabila gaya sebelah kiri arahnya ke bawah dan gaya sebelah kanan arahnya ke atas, maka gaya lintang negatif.

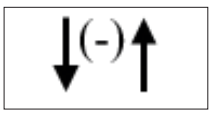
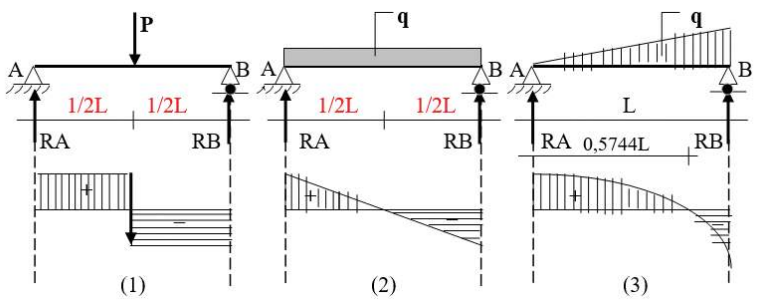


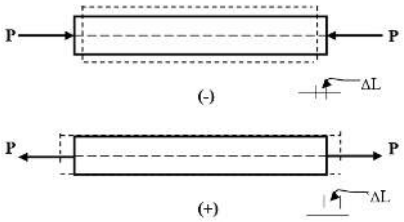
Diagram gaya lintang positif diletakkan di atas garis netral dengan arsiran vertikal. Sedangkan diagram gaya lintang (bidang D) negatif diletakkan di bawah garis netral dengan arsiran horizontal.



Gambar 4.44 Diagram gaya lintang.
Sumber: Naniek (2023)

c) Gaya Normal (*Normal Force Diagram*)

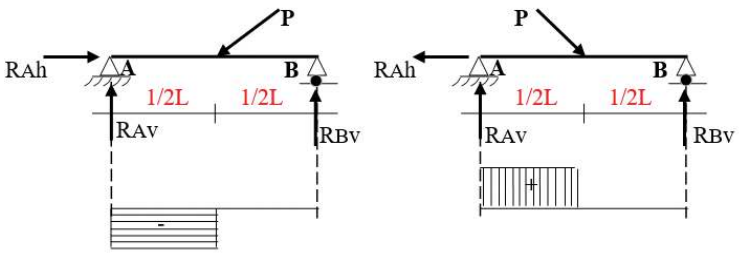
Gaya normal adalah jenis gaya yang kerjanya sejajar dengan sumbu batang dan tegak lurus terhadap bidang yang diberi beban.



Gambar 4.45 Pengaruh gaya normal pada batang.
Sumber: Naniek (2023)

Akibat adanya gaya normal yang menekan balok, balok akan mengalami deformasi atau perubahan bentuk, yang ditunjukkan oleh perpendekan sebesar ΔL. Demikian pula, akibat gaya normal yang menarik balok, balok akan mengalami perpanjangan sebesar ΔL.

Lukisan yang menunjukkan besar gaya normal yang bekerja pada suatu balok disebut diagram gaya normal (bidang N). Diagram ini berbentuk persegi panjang yang diletakkan di atas garis netral (+) atau di bawah garis netral (-).

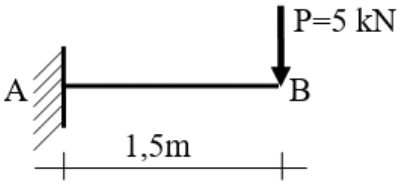


Gambar 4.46 Diagram gaya normal.
Sumber: Naniek (2023)

Untuk memahami cara menggambar bidang D, N, momen gelagar, dan kantilever, perhatikan contoh-contoh kasus berikut.

Contoh Soal 1

Hitung dan gambarkan bidang gaya lintang (D) dan momen lentur dari balok kantilever seperti pada Gambar 4.49.



Gambar 4.47 Gambar untuk Contoh Soal 1.
Sumber: Naniek (2023)

Penyelesaian:

Reaksi tumpuan:

$\sum V=0$; RA - P = 0

RA = P = 5 kN

Gaya geser:

VA-B = RA = 5 kN

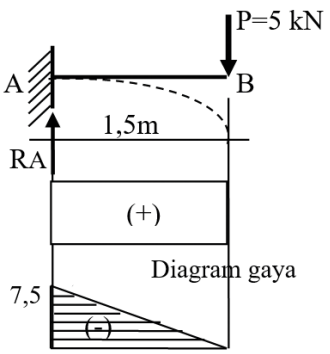
Momen lentur:

MB = 0

MA = - (P . 1,5)

= - (5 . 1,5) = -7,5 Kn

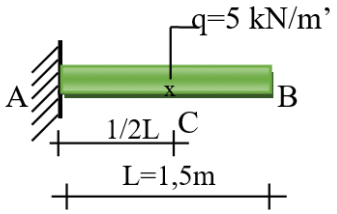
Hasil analisis tersebut dapat dilukiskan sebagai berikut (lihat Gambar 4.50).



Gambar 4.48 Gambar untuk Penyelesaian Contoh Soal 1.
Sumber: Naniek (2023)

Contoh Soal 2

Hitung dan gambarkan bidang gaya lintang (D) dan momen lentur dari balok kantilever seperti pada Gambar 4.51.



Gambar 4.49 Gambar untuk Contoh Soal 2.
Sumber: Naniek (2023)

Penyelesaian:

Reaksi tumpuan:

$\sum V=0$; RA - q .1,5 = 0

RA = q .1,5

= 5 .1,5

= 7,5 kN

Gaya lintang:

DA = RA = 7,5 kN

DC = RA – q .0,75

= 7,5 – 5 .0,75

= 3,75 kN

DB = RA – q .1,5

= 7,5 – 5 .1,5 = 0

Momen lentur:

MB = 0

MC = - (q. 0,75 . 0,375)

= - (5 . 0,75 . 0,375)

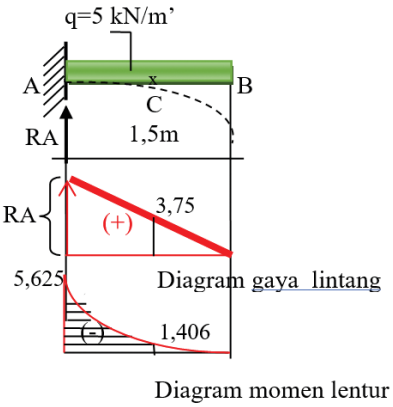
= -1,406 kNm

MA = - (q. 1,5 . 0,75)

= - (5 . 1,5 . 0,75)

= -5,625 kNm

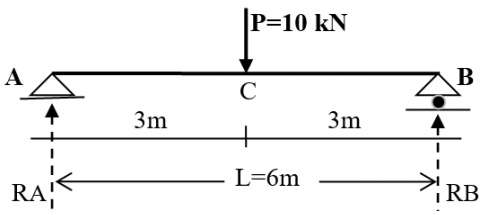
Hasil analisis di atas dapat dilukiskan sebagai berikut (lihat Gambar 4.52):



Gambar 4.50 Gambar untuk Penyelesaian Contoh Soal 2.
Sumber: Naniek (2023)

Contoh Soal 3

Sebuah balok sederhana berpenampang persegi ditumpu pada kedua ujungnya, sendi dan rol, bermuatan beban terpusat. Tentukan reaksi tumpuan dan gambarkan gaya lintang dan momen lenturnya.



Gambar 4.51 Gambar untuk Contoh Soal 3.
Sumber: Naniek (2023)

Penyelesaian:

$\Sigma MB = 0$; RA. L – P. 3 = 0

$$RA = \frac{P.3}{L} = \frac{10.3}{6} = 5kN$$

$\Sigma MA = 0$; -RB.L+P.3 = 0

$$RB = \frac{P.3}{L} = \frac{10.3}{6} = 5kN$$

Gaya lintang:

VA-C = RA = 5 Kn

VC-B = RA – P

= 5 – 10 = -5 kN

Momen lentur:

MA = 0

MC = RA . 3

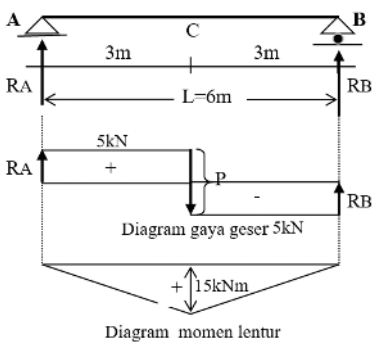
= 5 . 3

= 15 kNm

MB = RA . 6 – P . 3

= 5 . 6 - 10 . 3 = 0

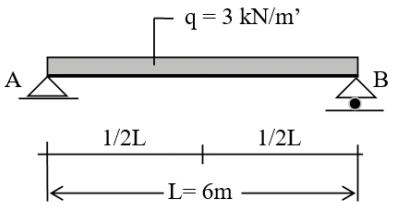
Hasil analisis tersebut dapat dilukiskan sebagai berikut (lihat Gambar 4.54).



Gambar 4.52 Gambar untuk Penyelesaian Contoh Soal 3.
Sumber: Naniek (2023)

Contoh Soal 4

Sebuah balok sederhana berpenampang persegi ditumpu pada kedua ujungnya, sendi dan rol, bermuatan beban merata. Tentukan reaksi tumpuan dan gambarkan gaya lintang, juga momen lenturnya.



Gambar 4.53 Gambar untuk Contoh Soal 4.
Sumber: Naniek (2023)

Penyelesaian:

$\Sigma MB = 0$; $R_{vA}. L - q. L .1/2.L = 0$

$$RvA = \frac{1/2q.L^2}{L} = \frac{1/2.3.6^2}{6} = 9kN$$

$\Sigma MA = 0$; $- R_{vB}. L + q. L .1/2.L = 0$

$$RvB = \frac{1/2.q.L^2}{L} = \frac{1/2.3.6^2}{6} = 9kN$$

Gaya lintang:

$DA = R_{vA} = 9$ kN

$Dx = R_{vA} - q .x$

$x = 0$ m → $9 - 2 .0 = 9$ kN = (RA)

$x = 3$ m → $9 - 2 .3 = 3$ kN

$x = 6$ m → $9 - 2 .6 = -3$ kN (-RB)

Momen lentur:

$MA = 0$

$Mx = RA .x - 1/2.q .x^2$

x = 0 m → 9 .0 – 1/2 .3 .0 = 0

x = 3 m → 9 .3 – 1/2 .3 .3^2 = 13,5 kNm

x = 6 m → 9 .6 – 1/2 .3 .6^2 = 0 kNm

M maks → Vx = 0 ⟶ RA – q .x = 0

9 – 3 . x = 0

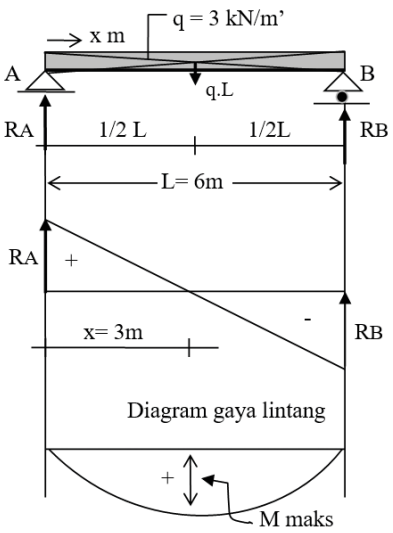
x = 3m

M maks = RA .x – 1/2.q .x^2

= 9 .3 – 1/2 .3 .3^2

= 13,5 kNm

Hasil analisis tersebut dapat dilukiskan sebagai berikut (lihat Gambar 4.55).

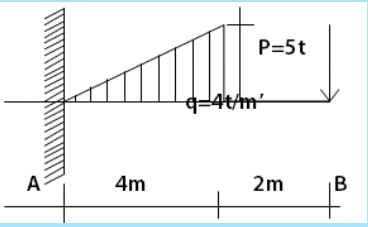


Gambar 4.54 Gambar untuk Penyelesaian Contoh Soal 4.
Sumber: Naniek (2023)

Aktivitas 4.3 Aktivitas Mandiri

Persiapkan buku materi gaya aksi reaksi dan gaya-gaya dalam. Cari dan baca buku atau referensi tentang gaya aksi reaksi dan cara menghitung gaya-gaya dalam! Kemudian, kerjakan soal berikut di buku tulis. Setelah selesai, serahkan hasil kerjamu untuk dinilai!

Hitunglah gaya-gaya reaksi pada tumpuan A dan gaya-gaya dalam. Gambarkan diagram momen lentur dan diagram gaya lintang dari sebuah gelagar dengan panjang 6 m yang ditumpu jepit di titik A dan ujung lainnya bebas, yang kemudian diberi muatan terbagi tidak merata sebesar q = 4 t/m dan sebuah muatan terpusat sebesar P = 5 ton seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.55 Gambar untuk Aktivitas 4.3.
Sumber: Naniek (2023)

3. Tegangan pada Balok dan Kolom Konstruksi Sederhana

Jika sebuah batang dikenai beban, akan muncul reaksi yang sama besarnya tapi arahnya berlawanan dengan gaya tersebut. Reaksi tersebut akan merata di seluruh molekul di bidang penampang. Gaya dalam yang bekerja di setiap satuan luas penampang disebut sebagai tegangan.

Tegangan memiliki variasi sesuai beban yang diberikan. Jika batang diberi beban tarik, akan terjadi tegangan tarik. Jika diberi beban tekan, akan terjadi tegangan tekan. Begitu seterusnya.

Tegangan pada suatu benda dapat ditentukan menggunakan rumus berikut.

$$\sigma = F/A$$

Keterangan:

σ = tegangan (N/m^2)

F = gaya atau beban yang diterima benda (N)

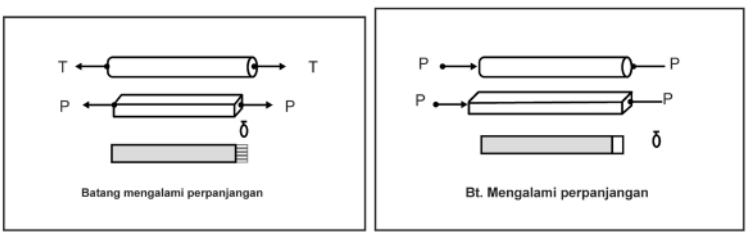
A = luas penampang benda (m^2)

Jenis-Jenis Tegangan

Tegangan muncul karena adanya gaya tarik, gaya tekan, momen lentur, dan reaksi. Pada saat diberi beban tarik, muncul tegangan tarik; pada saat diberi beban tekan, muncul tegangan tekan; begitu seterusnya tergantung jenis pembebanannya. Jika gaya dalam diukur dalam kg.f atau N, sedangkan luas penampang dalam m^2, maka satuan tegangan adalah kg.f/m^2 atau N/m^2 atau dyne/cm^2.

a. Tegangan Normal

Tegangan normal, disingkat σ, ditentukan oleh desain struktur yang dibuat oleh insinyur struktur. Desain ini harus memenuhi standar keamanan dan kode bangunan yang berlaku, serta harus memenuhi persyaratan kinerja yang diinginkan dari struktur. Secara umum, tegangan normal dalam pembebanan sangat penting untuk memastikan keamanan dan kinerja struktur yang diinginkan.



Gambar 4.56 Tegangan normal tarik pada batang prismatik (gambar kiri) dan tegangan normal tekan pada batang prismatik (gambar kanan).
Sumber: Naniek (2023)

Jika batang tersebut menerima gaya tarikan, akan timbul tegangan tarik. Sedangkan jika batang menerima gaya tekan, akan menyebabkan tegangan tekan pada tampang melintang batang. Tegangan dinyatakan dengan simbol σ. Secara umum, besaran tegangan dapat ditulis dengan formula berikut.

$$\sigma = P/A$$

Keterangan:

σ = tegangan (N/m^2)

P = Besarnya Gaya (N)

A = Luas penampang (m^2)

Menurut Hukum Hooke, setiap batang bahan akan berubah mengalami perubahan bentuk (deformasi), baik perpanjangan atau perpendekan, pada saat menerima gaya. Bertambah panjang jika menerima tegangan tarik, bertambah pendek jika menerima gaya tekan. Perubahan panjang-pendek batang diberi simbol δ, dipengaruhi oleh panjang batang, tegangan yang terjadi, dan modulus elastis dari bahan €. Besaran perubahan akibat gaya tersebut ditulis dengan formula berikut.

$$\delta = \varepsilon L$$

Keterangan:

δ = perubahan panjang : perpanjangan/perpendekan

ε = regangan bahan = σ / E

L = panjang batang

E = modulus elastisitas bahan

Contoh Soal 1

Sebuah batang prismatik dengan penampang berbentuk lingkaran dibebani gaya tarik 85 kN. Panjang batang 3 meter dan diameternya 30 mm. Batang ini terbuat dari aluminium dengan modulus elastisitas 70 GPa. Hitunglah pemanjangan dari batang!

Diketahui:

P = 85 kN

L = 3 m = 3000 mm

D = 30 mm

E = 70 GPa = 70 x 103

Ditanya:

δ = ?

Penyelesaian:

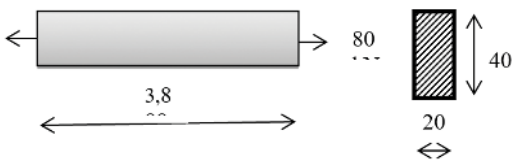
$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{85}{\pi\ 15^2} = \frac{85}{706{,}5} = 0{,}12\ kN = 120\ MPa$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{120}{70000} = 0{,}0017$$

$$\delta = \varepsilon\ .L = 0{,}0017 \times 3000 = 5{,}1\ mm$$

Contoh Soal 2

Sebuah batang prismatik dengan penampang berbentuk persegi panjang (20x40 mm) dan panjang 3,8 m, dikenakan suatu gaya tarik aksial 80 kN. Pemanjangan yang dialami batang adalah 1,2 mm. Hitunglah tegangan dan regangan tarik dalam batang.



Gambar 4.57 Gambar untuk Contoh Soal 1.
Sumber: Naniek (2023)

Penyelesaian:

Tegangan tarik dalam batang:

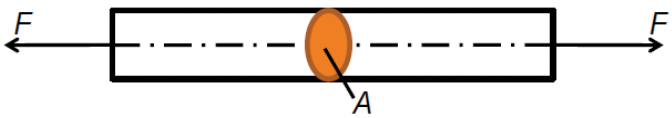
$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{80}{20 \times 40} = \frac{80}{800} = 0{,}1\ kN$$

Regangan tarik dalam batang:

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} = \frac{1{,}2}{3{,}8 \times 10^3} = 316 \times 10^6$$

b. Tegangan Tarik (*Tensile Stress*)

Tegangan tarik terjadi ketika suatu batang ditarik oleh sepasang gaya yang saling berlawanan, sehingga batang tersebut mengalami peregangan atau penambahan panjang. Tegangan tarik ini terjadi pada bidang yang tegak lurus terhadap sumbu batang dan dihitung sebagai perbandingan antara gaya tarik yang bekerja dan luas penampang benda tersebut. Contoh penggunaan tegangan tarik adalah pada rantai, tali, dan paku keling yang diberi beban, di mana besar tegangan tariknya tergantung pada berat beban.



Gambar 4.58 Gaya tarik pada batang.
Sumber: Naniek (2023)

Tegangan tarik pada suatu bahan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

σ = tegangan tarik (N/m^2)

F = gaya tarik (N)

A= luas penampang (m^2)

Contoh Soal

Sebuah balok sederhana AB dengan panjang bentang L = 6,70 m memikul beban terbagi rata dengan intensitas q = 20 kN/m. Beban terbagi rata tersebut meliputi juga berat sendiri balok.

Balok ini terbuat dari kayu lapis (*glued laminated wood*) dan mempunyai penampang dengan lebar b = 225 mm dan tinggi h = 690 mm. Hitung tegangan tarik dan tekan maksimum di balok akibat lentur!

Penyelesaian:

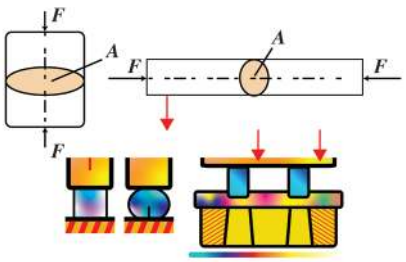
$$M = 1/8\ ql^2 = 1/8.20kN/m'.(6{,}70m)^2 = 112{,}225kNm$$
$$= 112{,}225.10^6 Nmm$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{225(690)^2}{6} = 17.853.750mm^3$$

$$\sigma_t = \frac{M}{S} = \frac{112{,}225.10^6}{17.853.750} = 6{,}29\ MPa$$

c. Tegangan Tekan (*Compressive Stress*)

Tegangan tekan terjadi ketika suatu batang menerima gaya yang berlawanan arah dan searah sumbu batang. Contohnya adalah pada tiang bangunan yang belum mengalami tekukan, poros roda sepeda, dan batang torak.



Gambar 4.59 Tegangan tekan.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Tegangan tekan yang diizinkan dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\sigma_d = \frac{\overrightarrow{\sigma}}{S}$$

Luas penampang minimum ditentukan dengan rumus berikut.

$$A_{min} = \frac{F}{\underset{\sigma_d}{\rightarrow}}$$

Gaya tekan maksimum adalah sebagai berikut: $F_{maks} = \underset{\sigma_d}{\rightarrow}.A$

Sehingga tegangan hasil pengukuran harus kurang dari tegangan tekan yang diizinkan, yaitu sebagai berikut.

$$\sigma_d = \frac{F}{A} \leq \underset{\sigma_d}{\rightarrow}$$

Contoh Soal

Landasan mesin tempa dipasang pada sebuah fondasi beton dengan ukuran 40x40 cm. Beban tekan pada saat bekerja 1250 N. Bila berat mesin itu sendiri 150 N, berapakah tegangan tekan yang terjadi di fondasi pada saat mesin itu bekerja?

Penyelesaian:

$$A = 40.40\ cm = 1600 cm^2 = 16.10^{-2} m$$

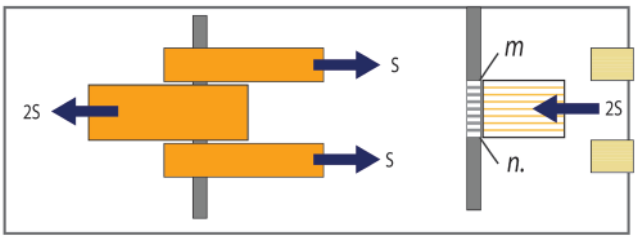
$$\sigma_d = \frac{F + G}{A}$$

$$\sigma_d = \frac{1250 + 150}{16.10^{-2}} = \frac{1400.10^2}{16} = 8750\ N/m^2$$

d. Tegangan Geser (*Shear Stress*)

Tegangan geser pada balok dihasilkan oleh gaya-gaya geser yang bekerja pada balok. Hal ini menyebabkan ada usaha untuk memutar penampang balok melawan tahanan elastik bahan, sehingga momen lentur terjadi dan menghasilkan tegangan normal pada penampang balok secara transversal. Tegangan normal tersebut bervariasi antara tegangan tarik hingga tegangan tekan dan dikenal sebagai tegangan lentur.

Dalam situasi di mana beban diterapkan pada benda, terkadang penampang benda cenderung bergeser pada penampang yang bersinggungan. Hal ini disebut sebagai tegangan geser. Tegangan geser sering terjadi pada konstruksi seperti sambungan keling, gunting, dan sambungan baut. Selain itu, momen lentur yang terjadi pada benda menghasilkan tegangan normal pada penampang transversal balok, yang bervariasi dari tarik hingga tekan, dan disebut sebagai tegangan lentur. Ilustrasi geseran ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.60 Geseran pada sambungan baut.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Jika besaran gaya geser (S) dikerjakan pada batang akan menimbulkan tegangan geser (τ) dengan formula sebagai berikut.

$$\tau = \frac{S}{A}$$

Keterangan:

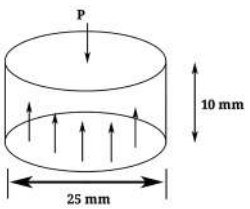
τ = tegangan geser (kg/mm^2 , kg/cm^2, ton/m^2)

S = gaya geser (kg.ton)

A = luas tampang tergeser (mm^2, cm^2, m^2)

Contoh Soal

Hitunglah besar beban yang diberikan pada penampang struktur baja karbon di bawah ini jika besar P = 30 kN.



Gambar 4.61 Gambar untuk contoh soal.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Penyelesaian:

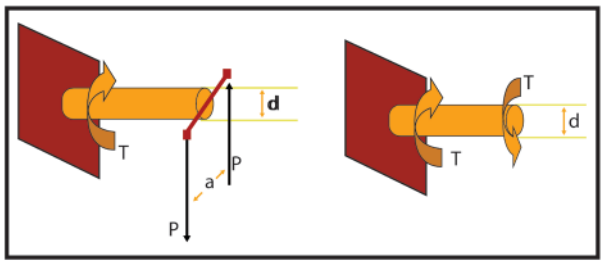
D = 25 mm = 0,025 m

$$\sigma = \frac{S}{A} = \frac{30}{\frac{1}{4}\pi\,(0{,}025)^2} = \frac{30}{4{,}9 \times 10^{-4}} = 61224{,}49\ kN/m^2 = 61{,}2MPa$$

e. Tegangan Puntir/Torsi

Tegangan puntir pada umumnya muncul pada poros roda gigi dan batang torsi pada kendaraan, serta pada saat proses pengeboran. Jenis tegangan ini termasuk ke dalam kategori tegangan transversal.

Terkadang suatu komponen struktur menerima puntiran, kopel puntir atau momen puntiran. Puntiran tersebut menimbulkan tegangan geseran yang disebut sebagai tegangan geser puntir. Ilustrasi batang yang mengalami torsi ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.62 Batang yang mengalami puntiran (torsi).
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Besarnya tegangan yang diakibatkan oleh momen puntir/torsi pada tampang batang lingkaran dan lingkaran berlubang dituliskan dengan formula berikut.

$$\tau = \frac{T.r}{Ip}$$

Keterangan:

τ = tegangan geser torsi

T = besaran momen torsi

r = jari-jari batang terpuntir

Ip = momen inersia polar tampang tergeser

Ip = π $d^4/32$ untuk lingkaran pejal

Ip = $\pi/32$ ($d_2^4 - d_1^4$) untuk lingkaran berlubang

Contoh Soal

Berapakah tegangan geser maksimum pada poros pejal berdiameter 100 mm yang bekerja torsi 25 kNm?

Diketahui:

D = 100 mm = 0,1 m

T = 25 kNm

r = 50 mm = 0,05 m

Ditanya:

τ = ?

Penyelesaian:

τ = T . r / Ip

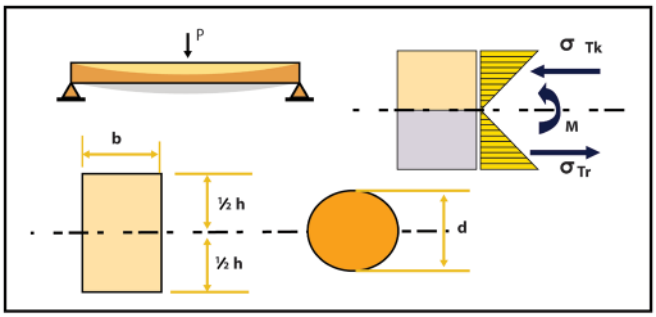
karena merupakan penampang poros pejal, maka:

Ip = π $d^4/32$ = π $(0,1)^4$ / 32 = 9,81 x 10^{-6} m

$$\tau = \frac{T \times r}{Ip} = \frac{25 \times 10^3 (0,05)}{9,81 \times 10^{-6}} = 127,39\ MPa$$

f. Tegangan Lentur

Balok merupakan struktur yang menerima beban tegak lurus terhadap arah panjang. Oleh karena itu, balok pada umumnya mengalami lenturan dan geseran pada bagian di dekat dudukan. Gaya geser, sering disebut gaya lintang, akan menyebabkan tegangan geser.



Gambar 4.63 Struktur balok yang mengalami lenturan dan geseran.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Besaran tegangan akibat lenturan pada balok dapat ditulis dengan formula berikut.

$$\sigma = \frac{M.y}{I}$$

Keterangan:

σ = tegangan lentur yang terjadi pada batang

M = momen lentur yang dialami balok

y = jarak serat terjauh dari sumbu tampang

I = momen inersia tampang balok

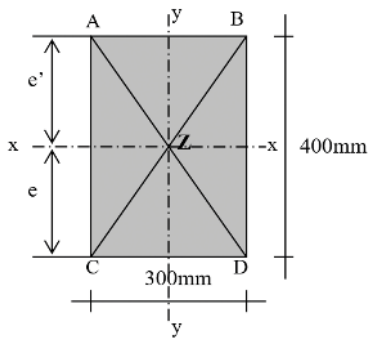
= 1/12 b. h3 untuk segi empat dengan penampang tinggi h dan lebar b

= π d4/64 untuk tampang lingkaran

Persamaan di atas tidak berlaku bila sebagian atau seluruh telah menjadi plastis.

Contoh Soal

Diketahui suatu penampang balok persegi panjang 300 x 400 mm seperti pada di bawah ini. Hitunglah tegangan lentur pada serat atas dan serat bawah apabila balok menerima momen lentur maksimum M maks. = 250 kNm.



Gambar 4.64 Gambar untuk Contoh Soal.
Sumber: Naniek (2023)

Penyelesaian:

- Letak titik berat penampang: Z x,y = (150, 200)
- Momen inersia pada garis netral:

$$I_z = \frac{1}{12}.b.h^3 = \frac{1}{12.300} \times 400^3 = 1{,}6.10^9\ mm^4$$

- Momen inersia terhadap serat atas:

$$I_{AB} = I_z + F.a^2 = 1{,}6.10^9 + 300.400.200^2 = 6{,}4.10^9 mm^4$$

- Momen inersia terhadap serat bawah:

$$I_{CD} = I_z + F.a^2 = 1{,}6.10^9 + 300.400.200^2 = 6{,}4\ .10^9\ mm^4$$

- Tegangan lentur pada serat atas:

$$\sigma' b = \frac{Mb.e'}{I_{AR}} = \frac{250.(10)^6\,200}{6{,}4.10^9} = 7{,}8125 MPa$$

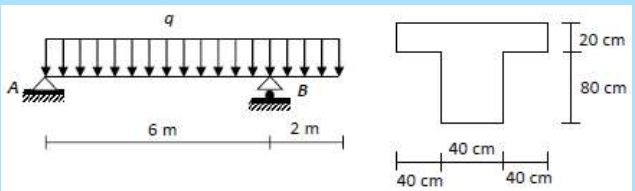
- Tegangan lentur pada serat bawah:

$$\sigma b = \frac{Mb.e}{I_{CD}} = \frac{250.(10)^6.200}{6{,}4.10^9} = 7{,}8125\ MPa$$

Aktivitas 4.4 Aktivitas Mandiri

Cari dan baca buku atau referensi mengenai keseimbangan konstruksi balok sederhana. Lalu, kerjakan soal di bawah ini di buku tulis kalian!

Sebuah balok gantung ABC dengan panjang L = 6 m, dan panjang bagian yang menggantung 2 m, memikul beban terbagi rata q = 2 kN/m. Tentukan tegangan geser maksimum di balok akibat gaya geser!



Gambar 4.65 Gambar untuk Aktivitas 4.4.
Sumber: Naniek (2023)

4. Rangka Batang pada Rangka Sederhana

Tahukah kalian apa yang dimaksud dengan konstruksi rangka batang? Konstruksi rangka tersusun atas beberapa batang yang dihubungkan satu sama lain pada kedua ujungnya, agar mampu menahan gaya luar secara bersama-sama sehingga membentuk struktur yang kokoh. Batang-batang tadi dapat dihubungkan dengan las, baut, ataupun paku keling untuk memudahkan perhitungan. Setiap hubungan dengan ujung batang dianggap sendi bukan jepit.

Konstruksi rangka batang ada yang statis tertentu dan statis tak tentu. Sebelum memulai perhitungan, terlebih dahulu periksa apakah konstruksi itu statis tertentu atau tidak. Pemeriksaannya menggunakan ketentuan berikut.

a. Jika S = 2n – 3, konstruksi statis tertentu

b. Jika S = 2n – 3, konstruksi statis tak tentu

Keterangan:

S = jumlah batang

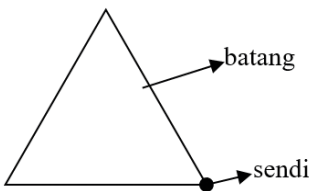
n= jumlah titik simpul

Jika ternyata konstruksi tersebut statis tertentu, perhitungan-perhitungan untuk konstruksi tersebut dapat menggunakan syarat-syarat keseimbangan, yaitu ΣV = 0 (secara vertikal), ΣM = 0 (momen), dan ΣH = 0 (secara horizontal), untuk lukisan R = 0.

a. Bentuk Dasar

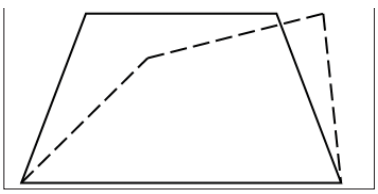
Beberapa batang yang ujungnya dihubungkan bisa berbentuk sebagai berikut.

1) Segitiga



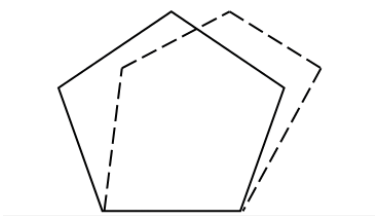
Gambar 4.66 Gambar segitiga.
Sumber: Naniek (2023)

2) Segi Empat



Gambar 4.67 Gambar segi empat.
Sumber: Naniek (2023)

3) Segi Lima



Gambar 4.68 Gambar segi lima.
Sumber: Naniek (2023)

Kesimpulan:

1) Dari bentuk di atas ternyata bentuk segitiga adalah bentuk yang paling stabil.
2) Konstruksi rangka batang harus merupakan gabungan dari bentuk segitiga-segitiga agar dapat stabil dalam menahan beban.

Perhitungan gaya-gaya batang dari konstruksi rangka batang statis tertentu dapat dilakukan dengan cara berikut.

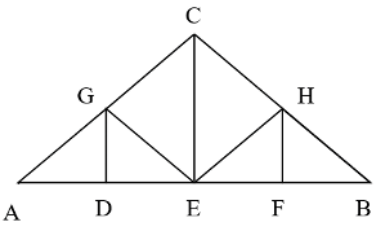
1) Cara Titik Simpul adalah cara hitungan yang menggunakan syarat keseimbangan bahwa jumlah gaya horizontal dan vertikal pada tiap titik simpul harus nol.
2) Cara potongan Ritter adalah cara hitungan yang menggunakan syarat keseimbangan, bahwa jumlah momen pada tiap titik simpul sama dengan nol.
3) Cara Cremona adalah cara lukisan atau grafis yang menggunakan syarat keseimbangan bahwa resultan gaya untuk tiap titik simpul sama dengan nol (lukisan segi banyak gaya pada setiap titik simpul harus tertutup).
4) Cara *Cullman* adalah cara hitungan yang dikembangkan dari cara potongan Ritter.

Metode	Titik Buhul	Potongan
Analitis	Metode Titik Buhul	Metode Ritter
Grafis	Metode Cremona	Metode Cullman

b. Bentuk Metode Rangka Batang Titik Buhul

1) Metode Titik Buhul

Konstruksi rangka seluruhnya dalam keadaan seimbang, maka tiap simpul juga dalam keadaan seimbang. Artinya $\sum V=0$ dan $\sum H=0$



Gambar 4.69 Metode Titik Buhul.
Sumber: Naniek (2023)

2) Hitunglah reaksi tumpuan secara analitis sebelum memulai menggunakan persamaan ∑V=0 dan ∑H=0.

Pada peninjauan setiap titik simpul haruslah dimulai dari titik yang mempunyai paling sedikit 2 batang yang belum diketahui. Jadi, janganlah memulai dari simpul yang semua batangnya belum diketahui.

Dalam mengerjakan soal, mulailah dari titik A yang merupakan perpotongan D1 dan B1 yang hanya 2 batang yang tidak diketahui, sedangkan simpul lain ada 3 batang yang tidak diketahui. Setelah itu, lanjutkan pada simpul yang merupakan perpotongan B1, B2, T1, atau simpul 2; dan begitu seterusnya.

3) Metode Cremona

Metode Cremona ini adalah cara grafis di mana dalam penyelesaiannya menggunakan alat tulis pensil yang runcing dan penggaris siku (segitiga). Cremona adalah nama orang yang pertama-tama menguraikan diagram itu. Luigi Cremona berasal dari Itali.

Cara penyelesaian rangka batang dengan metode Cremona adalah sebagai berikut.

a) Tentukan reaksi tumpuan yang terjadi (∑M = 0, ∑V = 0, ∑H = 0).

b) Tentukan ukuran skala gambar yang akan digunakan, misal 1 : 100.

c) Analisis gaya dari simpul yang memiliki dua batang yang gaya-gayanya belum diketahui.

d) Hitung komponen vektor gaya pada batang yang sedang dianalisis.

e) Gambar poligon gaya berdasarkan urutan tersebut sesuai dengan skala.

f) Poligon gaya harus berbentuk poligon tertutup, jadi awal mulai menggambar harus bertemu dengan batang terakhir.

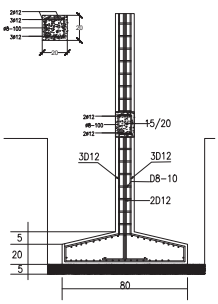
g) Dalam menggambar harus ada perjanjian gaya batang, misal gaya yang menjauhi titik simpul merupakan gaya tarik (+), sedangkan gaya yang mendekati titik simpul merupakan gaya tekan (-).

F. Asesmen Kompetensi

Bagian A

Beri tanda silang (X) pada huruf a, b, c, d, atau e pada pilihan jawaban yang benar! Lalu, berikan penjelasan yang mendukung jawaban kalian!

1. Tiga orang siswa sedang berdiri pada lantai gedung sekolah. Ketiganya menimbulkan beban titik pada bidang datar yang sama dengan berat masing-masing yang dianggap PI, P2, dan P3. Beban yang diterima oleh lantai dari ketiga anak tersebut merupakan susunan gaya ...
   a. koliner
   b. konkuren
   c. kopel
   d. koplanar
   e. sejajar
2. Gambar di bawah ini merupakan jenis elemen struktur ...

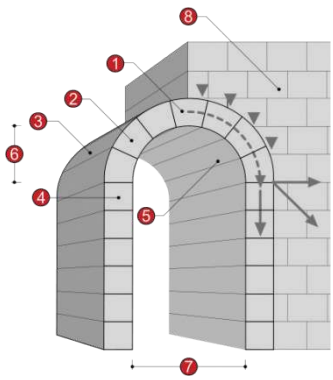


KOLOM UTAMA

a. kolom utama
b. kolom praktis
c. balok praktis
d. balok utama
e. balok kolom

3. Struktur yang terbentuk dari elemen garis yang membentuk busur antara dua titik seperti terlihat pada gambar di bawah ini disebut ...

a. dinding dan plat
b. kabel
c. terowongan
d. pelengkung
e. kerangka



4. Beban-beban yang bekerja menekan struktur secara vertikal ke bawah dan mempunyai karakteristik seperti gambar jembatan berikut adalah ...

a. beban gempa
b. beban hidup
c. beban mati
d. beban diam
e. beban angin

5. Jika sebuah balok AB membentang sepanjang 10 meter dan diberi beban muatan terbagi rata sebesar 3 t/m, momen maksimumnya adalah ...

a. 30 tonmeter

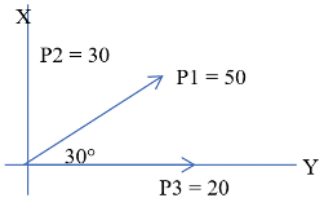
b. 32,5 tonmeter

c. 35 tonmeter

d. 35,5 tonmeter

e. 37,5 tonmeter

6. Perhatikan gambar berikut!



(1) $P1_X = 25\ \sqrt{3}\ N$, $P1_Y = 25\ N$

(2) $P1_X = 25\ \sqrt{3}\ N$, $P1_Y = 25$

(3) $P3_X = 20\ N$, $P3_Y = 20\ N$

(4) $P2_X = 30\ N$, $P2_Y = 30\ N$

Pernyataan yang benar berdasarkan cara menguraikan gaya terhadap sumbu X dan sumbu Y adalah ...

a. (4)

b. (3) dan (4)

c. (2) dan (4)

d. (1) dan (4)

e. (1) dan (2)

7. Perhatikan gambar di bawah ini!

Gaya arah vertikal pada titik C (V_C)

sebesar ...

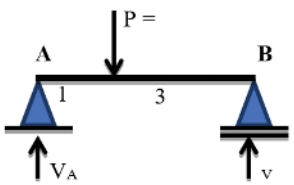
a. 2 ton

b. – 2 ton

c. 4 meter

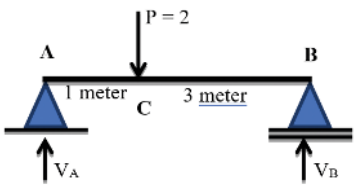
d. 3 meter

e. 1 meter

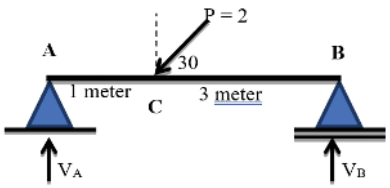


8. Untuk mencari nilai pada gaya vertikal di titik A (VA), maka langkah yang pertama kali dilakukan adalah ...
   a. menentukan syarat imbang yaitu.
   b. tinjau dudukan di titik A lalu ke titik C.
   c. menjadikan titik A sebagai tumpuan.
   d. menjadikan titik B sebagai tumpuan.
   e. menjadikan titik C sebagai tumpuan.
9. Lihat gambar di bawah ini!

   Besar gaya vertikal di titik A (VA) adalah ...
   a. 1,5 tm
   b. 1,0 tm
   c. 0,5 tm
   d. – 1,5 tm
   e. – 0,5 tm



10. Lihat gambar di bawah ini!



    Besar gaya beban di titik C vertikal (PV) adalah ...
    a. 3 ton
    b. 2 √3 ton
    c. 2 ton
    d. 1 √3 ton
    e. 1 ton
11. Rangka batang selalu tersusun dari bentuk segitiga. Bentuk segitiga selalu digunakan karena dianggap stabil. Hal ini disebabkan oleh ...
    a. bentuknya paling terikat dan tidak menimbulkan tegangan di dalam batang.

b. bentuk segitiga memiliki tiga sisi yang bersinggungan.

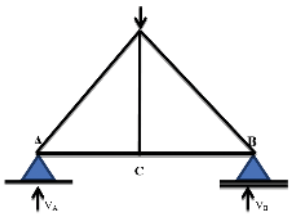
c. bentuk segitiga menghemat kebutuhan rangka.

d. bentuk segitiga memiliki tiga sudut.

e. mudah merangkai bentuk segitiga.

12. Perhatikan gambar berikut!

Banyaknya batang pada rangka di samping adalah ...



a. 3

b. 4

c. 5

d. 6

e. 7

13. Pada konstruksi rangka batang kayu, biasanya digunakan sambungan gigi untuk batang yang menerima gaya ... dan sambungan baut untuk batang yang menerima gaya ...

a. tarik, momen

b. tekan, momen

c. tekan, tarik

d. tarik, tekan

e. tekan, lentur

14. Sebuah balok sederhana yang panjangnya 4 m memiliki penampang empat persegi panjang berukuran 200 mm x 300 mm. Pada balok tersebut dikenakan beban tersebar merata q = 3 kN/m. Jika berat balok diabaikan, tegangan lenturnya ...

a. 20 MPa

b. 2 MPa

c. 0,2 MPa

d. 2 0.106Pa

e. 0,2 .106N/m^2

15. Sebuah batang prismatik dengan penampang berbentuk empat persegi panjang (20 x 40 mm) dan panjang 3 m dikenakan suatu gaya tarik aksial 60 kN. Pemanjangan yang dialami batang adalah 1,2 mm. Maka regangan yang terjadi ...

    a. 2×10^{-3}

    b. 4×10^{3}

    c. 2×10^{4}

    d. $4{,}2 \times 10^{4}$

    e. 4×10^{4}

Bagian B

Selesaikan soal-soal berikut dengan baik dan benar!

1. Sebuah tangga yang panjangnya 5 m disandarkan pada dinding vertikal dengan ujung atas berjarak 4 m dari lantai. Jika beban 240 N terletak pada sepertiga panjang tangga dari lantai, tentukan besarnya gaya reaksi dari dinding (R) dan dari lantai.
2. Sebuah gelagar yang panjangnya 6 m memiliki satu ujung ditumpu jepit di A dan ujung lainnya bebas. Pada balok tersebut bekerja muatan terpusat P = 5 ton dan muatan terbagi tidak merata q = 4 t/m. Hitung besar gaya reaksi pada tumpuan A, gaya-gaya dalam, diagram momen lentur, dan diagram gaya lintangnya!
3. Sebuah balok sederhana yang panjangnya 3 m memiliki penampang empat persegi panjang berukuran 200 mm x 300 mm. Pada balok tersebut dikenakan beban tersebar merata q = 6 kn/m. Jika berat balok diabaikan, hitunglah tegangan geser maksimum!

G. Pengayaan

1. Pengayaan

Para siswa yang telah mencapai kriteria ketuntasan minimum dapat memperluas pemahaman mereka tentang statika bangunan. Salah satu caranya adalah dengan mencari video di Youtube yang berkaitan dengan material hijau (*green material*).

Dengan cara ini digarapkan pemahaman siswa tentang statika bangunan akan meningkat. Selain perhitungan manual, aplikasi MDSolids v3.5.0 juga dapat digunakan untuk melakukan perhitungan statika bangunan.

2. Remedial

Siswa yang belum mencapai standar minimum yang ditetapkan diminta untuk mengikuti remedial. Remedial yang dimaksud dalam bentuk mempelajari materi yang belum dipahami dari sumber-sumber yang relevan bersama dengan teman sebaya sebagai tutor.

Selanjutnya, siswa diharapkan dapat menyelesaikan latihan soal untuk meningkatkan pemahaman. Remedial ini bertujuan membantu siswa yang belum mencapai kriteria ketuntasan agar dapat menguasai materi dengan lebih baik.

Contoh Soal

Perhatikan gambar di bawah ini!

Gambar 4.70 Kegagalan konstruksi.
Sumber: itb.ac.id/Humas ITB (2018)

Coba amati kegagalan konstruksi yang terjadi pada gambar dengan menerapkan teori yang telah dipelajari. Kegagalan konstruksi yang mungkin terjadi adalah ketidakseimbangan beban yang dapat menyebabkan struktur bangunan runtuh, lemahnya hubungan antara elemen konstruksi, penggunaan bahan yang tidak memenuhi standar kualitas, dan tidak diperhitungkannya kondisi lingkungan seperti cuaca ekstrem.

Kegagalan konstruksi ini dapat membahayakan keselamatan dan kesehatan penghuni bangunan, selain dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan

kualitas dan keamanan struktur bangunan sebelum, selama, dan setelah konstruksi.

H. Refleksi

Kini saatnya siswa melakukan refleksi setelah selesai mempelajari materi Bab 4. Berilah tanda centang pada kolom berikut sesuai dengan penguasaan kalian!

No.	Materi	Sangat Memahami	Memahami	Tidak Memahami
1.	Elemen-Elemen Struktur Bangunan			
2.	Keseimbangan Gaya pada Konstruksi Sederhana			
3.	Tegangan pada Balok dan Kolom Konstruksi Sederhana			
4.	Rangka Batang pada Rangka Sederhana			

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Buku Dasar-Dasar Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis : Naniek Sulistyowati, Galeh Nur Indriatno Putra Pratama, dan Dhar Heri Arimaya
ISBN : 978-623-194-525-9 (PDF)

BAB 5

Dasar Konstruksi Bangunan

A. Tujuan Pembelajaran

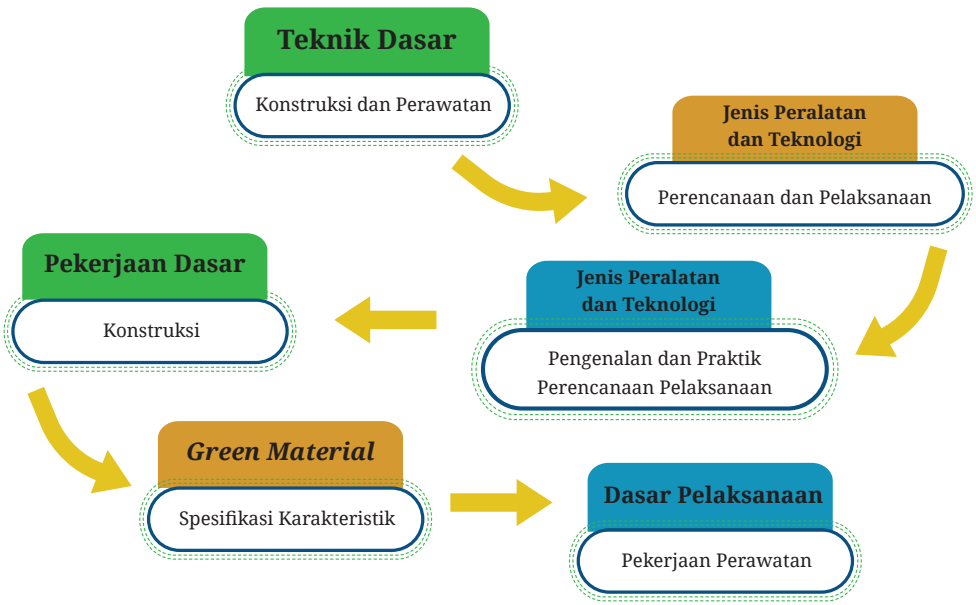
Setelah mempelajari materi pada mata pelajaran ini, para peserta didik diharapkan mampu:

1. memahami teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan sipil;
2. memahami jenis peralatan atau teknologi dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi bangunan sipil;
3. melaksanakan pengenalan dan praktik singkat yang terkait dengan peralatan/teknologi yang digunakan di dunia kerja, termasuk perencanaan dan pelaksanaan konstruksi bangunan sipil;
4. memahami pekerjaan dasar konstruksi bangunan sipil;
5. memahami spesifikasi dan karakteristik bahan bangunan dengan berbasis *green material*; serta
6. memahami berbagai jenis pekerjaan konstruksi yang mendasari pelaksanaan pekerjaan perawatan bangunan sipil.

B. Kata Kunci

teknik dasar konstruksi, peralatan/teknologi, pengenalan dan praktik, pekerjaan dasar konstruksi, spesifikasi dan karakteristik, jenis pekerjaan perawatan

C. Peta Konsep



Gambar 5.1 Peta Konsep.
Sumber: Arimaya (2023)

D. Apersepsi

Sebuah bangunan, baik bangunan sederhana maupun bangunan megah, pasti dibangun dalam perencanaan perhitungan kekuatan. Dalam perencanaan kekuatan, siswa harus mempunyai kompetensi dasar konstruksi bangunan.

Kompetensi optimal pada pengetahuan dasar konstruksi bangunan didapat dari pemahaman beberapa unsur-unsur dasar, yaitu persiapan (bahan, alat, dan tenaga), pelaksanaan (metode kerja), dan penyelesaian yang baik dan benar sesuai petunjuk teknis, sehingga tujuan perencanaan kekuatan bangunan dapat terpenuhi.

Gambar 5.2 Beberapa bangunan pada konstruksi bangunan sipil.
Sumber: gazebo.landscapetaman.co.id; houzz.com/Pb Elemental Architecture; Kevin Ramone (2023)

Pertanyaan Pemantik

Semua proses yang terjadi guna mendapatkan kekuatan suatu konstruksi bangunan terletak dari perencanaan, pelaksanaan pekerjaan (persiapan, pelaksanaan, dan pengawasan), dan perawatan (rutin dan berkala). Coba sebutkan semua proses yang ada dalam satu pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil yang sesuai spesifikasi dan karakteristik secara teknis!

Jawaban:

.....

.....

.....

Kekuatan suatu konstruksi bangunan terletak dari proses bangunan tersebut dibuat dan perawatannya. Semua proses tersebut dilakukan sesuai spesifikasi dan karakteristik secara teknis. Menurut kalian, proses rencana bagaimana yang harus dipenuhi dalam mencapai kekuatan pada konstruksi bangunan sipil? Sebutkan beberapa contoh bahaya kerja pada pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil!

Jawaban:

.....

.....

.....

Setelah mengetahui teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan sipil, sebutkan jenis pekerjaan dalam pelaksanaan pekerjaan perawatan. Berikan contoh jenis pekerjaan perawatan tersebut!

Jawaban:

.....

.....

.....

E. Materi dan Kegiatan Pembelajaran

1. Teknik Dasar Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil

a. Apakah yang Dimaksud dengan Konstruksi Bangunan?

Konstruksi merupakan proses pembuatan atau proses membangun. Bangunan merupakan sesuatu yang dibangun yang mempunyai fungsi dapat dipergunakan sebagai tempat berlindung atau untuk kelangsungan hidup manusia.

Konstruksi bangunan merupakan cara dalam membangun suatu bangunan, dari yang belum ada menjadi ada atau yang sudah ada dibuat menjadi lebih baik, contohnya rumah, gedung, jalan, jembatan, bendungan, dan lainnya.

b. Apakah yang Dimaksud dengan Teknik Dasar Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil?

Teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan sipil merupakan pedoman awal yang menjadi cara dalam proses membangun dan proses tindakan perawatan bangunan sipil.

Mari Cari Tahu

Tanyakan kepada guru atau teman kalian, mengenai teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Tanyakan juga perihal pembelajaran teori maupun praktik dasar yang dilakukan di sekolah yang sesuai dengan pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Bila dirasa informasi dari guru atau teman kurang cukup, kalian dapat mencari informasi dari berbagai sumber yang akurat dan catat sumber informasi tersebut.

Pertanyaan Pemantik

Gambar 5.3. Proses pelaksanaan pembangunan jembatan
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Cermati Gambar 5.3. Dalam teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan sipil, apa saja yang perlu dipahami dalam teknik dasar pada konstruksi dan perawatan bangunan sipil?

Jawaban:

.....

.....

.....

Segala bangunan yang ada di muka Bumi adalah lingkup dari ilmu yang dipelajari pada kompetensi bangunan sipil. Mulai dari struktur gedung, jalan, jembatan, irigasi dan jaringan, pelabuhan, bandara, hingga instalasi plambing. Bangunan didirikan berawal dari harapan yang diwujudkan dalam suatu desain rencana gambar. Kemudian, bangunan tersebut bisa berdiri dengan kuat dan megah berkat adanya metode pelaksanaan.

Bangunan yang sudah didirikan diharapkan bisa bertahan lama. Akan tetapi, hal tersebut tentu membutuhkan perawatan. Jadi, setelah perencanaan dan pelaksanaan bangunan selesai dilakukan, hal terpenting yang perlu dilakukan selanjutnya adalah perawatan.

Gambar 5.4. Pekerjaan perawatan konstruksi bangunan sipil.
Sumber: finance.detik.com/Ahmad Subaidi (2021); kumparan.com/Pexels (2022)

Cermati Gambar 5.4. Gambar di atas memperlihatkan aktivitas yang dilakukan pada pekerjaan konstruksi bangunan sipil. Tujuan dari tugas kelompok berikut adalah agar kalian bisa memahami dan menjelaskan urutan aktivitas pekerjaan. Pemahaman yang baik sangat diperlukan guna mendapatkan pengetahuan dan wawasan yang tepat. Pengetahuan dan wawasan tersebut merupakan bagian dari konstruksi dan metode perawatan yang bertujuan untuk mewujudkan kekuatan dan umur rencana bangunan.

Mari Diskusi

Buatlah dua kelompok sesuai tema diskusi, yaitu tema teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan sipil. Dapatkan informasi sesuai tema diskusi masing-masing kelompok. Carilah informasi dari berbagai sumber yang akurat dan catat sumber informasi tersebut.

Kini kalian telah mempunyai gambaran mengenai teknik dasar konstruksi yang meliputi teknik perencanaan, teknik pelaksanaan, dan teknik pengawasan proses pembangunan konstruksi bangunan. Jadi, sekarang saatnya kita belajar mengenai teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan sipil.

Suatu rangkaian dari bagian rangka struktur yang menjadi satu kesatuan dalam suatu wujud atau bentuk model, disebut dengan konstruksi bangunan. Dapat juga didefinisikan sebagai bagian-bagian

struktur yang keseluruhannya tersusun dalam wujud suatu konstruksi bangunan. Sementara itu, perawatan merupakan suatu usaha dalam tindakan untuk menjaga dan memelihara segala sesuatu yang diharapkan tetap berfungsi atau tetap dalam kondisi baik.

Teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan sipil itu sendiri mempunyai pengertian, yaitu suatu tata cara atau tahapan awal yang mendasari dari tindakan dalam perencanaan, pelaksanaan, maupun pengawasan pada suatu proses pembangunan konstruksi bangunan sipil, disertai suatu usaha yang mendasar dalam melakukan aktivitas menjaga dan memelihara suatu konstruksi bangunan sipil tersebut supaya tetap sesuai fungsi dan umur rencana.

Dilihat dari keseluruhan lingkup tahapan pekerjaannya, teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan sipil meliputi beberapa tata cara berikut.

a. Pendataan

Tata cara pendataan dilakukan untuk mendapatkan data yang tepat sebelum melangkah ke dalam pekerjaan perencanaan. Data yang dikumpulkan harus sangat spesifik karena yang direncanakan adalah bangunan sipil, mulai dari letak lokasi dengan situasi dan kondisinya maupun data statistik perkembangan populasi dan ekonomi. Pekerjaan ini dilakukan oleh *owner* dan konsultan perencana.

b. Perencanaan

Tata cara perencanaan disesuaikan dengan fungsi bangunan, rencana umur bangunan, anggaran biaya, dan spesifikasi teknis perencanaan. Spesifikasi yang dimaksud adalah model bangunan, metode kerja pelaksanaan, waktu, kualitas, dan mutu bangunan. Pekerjaan ini dilakukan oleh konsultan perencana.

c. Pelaksanaan

Tata cara pelaksanaan dimulai dari persiapan alat, bahan, SDM, dan lokasi. Pekerjaan dalam pelaksanaan disesuaikan dengan gambar model dan metode kerja yang telah ditentukan. Adapun pelaksanaannya disesuaikan dengan spesifikasi teknis yang memenuhi kualitas dan kuantitas. Pekerjaan ini dilakukan oleh kontraktor.

d. Pengawasan

Tata cara pengawasan dilaksanakan mulai dari persiapan, pengadaan, pelaksanaan, penyelesaian, hingga pemeliharaan. Meliputi metode kerja, pengadaan dan pemakaian bahan/alat/SDM, proses pelaksanaan pekerjaan agar sesuai mutu dan waktu. Pekerjaan ini dilakukan oleh konsultan pengawas dengan pendampingan personal dari perwakilan *owner* juga.

e. Perawatan

Tata cara perawatan dilaksanakan setelah proses pemeliharaan dari masa serah terima pekerjaan (PHO). Proses perawatan dilakukan dalam dua tindakan kegiatan, yaitu perawatan rutin dan perawatan berkala, oleh pihak yang mempunyai bangunan.

Gambar 5.5 Tahapan pengawasan pada pekerjaan konstruksi bangunan.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

2. Jenis Peralatan atau Teknologi dalam Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Sipil

a. Jenis Peralatan yang Dipakai dalam Perencanaan Konstruksi Bangunan Sipil

Jenis peralatan yang dipakai dalam perencanaan konstruksi bangunan sipil adalah alat hitung, alat ukur, alat gambar, dan alat presentasi perencanaan.

b. Jenis Peralatan yang Dipakai dalam Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Sipil

Jenis peralatan yang dipakai dalam pelaksanaan konstruksi bangunan sipil, di antaranya adalah ekskavator, *grader*, dan *dozer*.

Mari Cari Tahu

Tanyakan kepada guru atau teman mengenai jenis peralatan yang dipakai dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi bangunan sipil. Jika informasi dari guru atau teman dirasa kurang cukup, silakan cari dari berbagai sumber yang akurat dan catat sumber informasi tersebut.

Pertanyaan Pemantik

Gambar 5.6 Jenis alat yang dipergunakan pada perencanaan dan pelaksanaan konstruksi bangunan sipil.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Cermati Gambar 5.6. Setiap pekerjaan selalu menggunakan peralatan sebagai pendukung dalam proses mempercepat pekerjaan. Peralatan mempunyai fungsi yang disesuaikan dengan kebutuhan dalam pekerjaan. Apakah ada peralatan yang sama fungsinya dalam perencanaan dan pelaksanaan? Sebutkanlah nama peralatan tersebut!

Jawaban:

.....

.....

.....

Jenis peralatan pada bangunan ada yang secara mekanis sederhana dan ada yang sudah mengikuti kemajuan teknologi. Peralatan meka-

nis digunakan pada pekerjaan yang masih sedehana ataupun yang mempunyai volume pekerjaan sedikit. Sedangkan peralatan berteknologi digunakan pada pekerjaan yang sudah komplek dan mempunyai volume besar, berdurasi panjang, dan berulang dalam pelaksanaan pekerjaannya.

Mari Diskusi

Buatlah tiga kelompok sesuai tema diskusi. Setiap kelompok mengambil tema pada satu pekerjaan yang ada di seputar pekerjaan konstruksi dan perawatan bangunan sipil terkait jenis alat dalam pendataan, perencanaan, dan pelaksanaan. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi mengenai jenis alat dan fungsinya, sesuai tema diskusi masing-masing kelompok. Kalian dapat mencari dari berbagai sumber yang akurat dan catat nama atau dasar sumber informasi tersebut.

Gambar 5.7 Jenis peralatan kerja praktik di sekolah dan di proyek.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Cermati Gambar 5.7. Gambar tersebut memperlihatkan contoh pekerjaan pendataan, perencanaan, dan pelaksanaan. Tujuan dari tugas kelompok kalian berikutnya adalah untuk bisa memahami fungsi dan manfaat alat yang dipakai sesuai kebutuhan di tempat kerja. Pengetahuan dan pemahaman jenis peralatan akan memperlancar aktivitas pekerjaan serta mengefisienkan waktu dan tenaga. Sebagai orang yang kompeten di bidangnya, sangat disarankan untuk menggunakan peralatan sesuai fungsinya.

Peralatan digunakan untuk mempermudah dan mendukung keamanan kerja. Pengetahuan mengenai fungsi peralatan dapat

digunakan untuk memaksimalkan manfaatnya. Pengetahuan ini diterapkan pada pelaksanaan pembelajaran teori maupun kerja praktik di sekolah. Pada saat itulah siswa mulai dikenalkan pada fungsi dan manfaat setiap peralatan.

Tabel 5.1 Tabel Jenis Alat dalam Pendataan

No.	Peralatan	Jenis Peralatan		Fungsinya
		Alat Mekanis	Teknologi	
1.	Alat tulis	• Pensil • Bolpoin • Penggaris • Penghapus • Kertas gambar • Kertas tulis	• Laptop • Bujet	Alat untuk: • menulis • menggambar • mencatat data
2.	Alat hitung	• Kalkulator	• Perangkat lunak • *Excel*	Alat bantu untuk: • perhitungan
3.	Penentu lokasi	• Peta • Kontur • Data setempat	• *Google Earth* • *Global Mapper* • Data statistik	Alat bantu untuk: • lokasi • kondisi dan situasi

Sumber: Arimaya (2023)

Tabel 5.2 Jenis Alat dalam Perencanaan

No.	Peralatan	Jenis Peralatan		Fungsinya
		Alat Mekanis	Teknologi	
1.	Alat tulis	• Pensil • Bolpoin • Pengaris • Penghapus • Kertas gambar • Kertas tulis	• Komputer • Laptop • Bujet	Alat untuk: • menulis • mengambar
2.	Alat hitung	• Kalkulator	• Perangkat lunak *opensource* (*Libreoffice Calc*) • Perangkat lunak komersial (*MS Excel*) • *Structural Analysis Software* komersial, seperti SAP2000, ETABS • Dll.	Alat bantu untuk: • perhitungan kekuatan struktur • perhitungan RAB
3.	Alat ukur	• Pita ukur • Yalon • Patok	• PPD • Teodolit • GPS • *Google Earth* • *Global Mapper*	Alat bantu untuk: • pemetaan lokasi

4.	Alat gambar	• Rapido • *Trackpen* • Pensil	• Perangkat lunak • AutoCAD • SketchUp • 3D Max • Dll.	Alat bantu untuk: • gambar desain • gambar bestek • gambar *as build* • presentasi

Sumber: Arimaya (2023)

Tabel 5.3 Jenis Alat dalam Pelaksanaan

No.	Peralatan	Jenis Peralatan		Fungsinya
		Alat Mekanis	Teknologi	
1.	Pekerjaan tanah	• Cangkul • Sekop • Cetok • Pedati/gerobak	• *Excavator* • *Dump truck* • *Motor grader* • *Dozer* • *Stamper* • *Vibro roller*	Alat bantu untuk proses: • pengalian tanah • penimbunan tanah • pemindahan tanah • pemadatan tanah
2.	Pekerjaan beton	• Cangkul • Sekop • Cetok • Vibrator • Karung goni • Dll.	• Vibrator • *Truck mixer* • *Concrete paver* • *Concrete pump* • Geotekstil	Alat bantu untuk proses: • pengaduk beton • pemadat beton • pendinginan beton

3.	Pekerjaan kayu	• Gergaji tangan • Pahat • Palu • Ragum • Amplas • Dll.	• Gergaji mesin • Mesin bor • Mesin bubut • Mesin ampelas • *Compressor*	Alat bantu untuk proses: • pemotongan • pelubangan • penghalusan • pengecatan
4.	Pekerjaan baja	• Gergaji tangan • Ragum • Palu • Bor • Kikir • Ampelas • Meteran • Siku • Dll.	• *Mesin cutting* • *Mesin bor* • *Mesin blending* • *Mesin bubut* • *Mesin CNC* • *Mesin tapping*	Alat bantu untuk proses: • pemotongan • pelubangan • pembengkokan • penyambungan • penghalusan • penguliran
5.	Pekerjaan aspal	• Drum • Sekop tangan • Sapu lidi • Garuk • Kereta dorong • *Stemper* • *Tandem roller* • *Core drill* • *Traffic cone* • Dll.	• *Excavator* • *Motor grader* • *Dump truck* • *Pneumatic tire roller* • *Tandem roller* • *Water tank truck* • *Asphalt finisher* • *Core drill*	Alat bantu untuk proses: • pembersihan lahan • penghamparan • pemadatan • perapian • pengujian

6.	Pekerjaan pipa	• Gergaji pipa • Ampelas • Kikir • Kuas • Meteran • Siku • *Waterpass* • Palu • Gerinda • Dll.	• *Cutting torch* • *Pipe chamfering* • *Sling belt* • Mesin las • Mesin bending • Mesin senai	Alat bantu untuk proses: • penguliran • pemotongan • penyambungan • *welding/tubbing* • pembengkokan

Sumber: Arimaya (2023)

3. Peralatan Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Sipil

a. Peralatan/Teknologi dalam Perencanaan Bangunan Sipil

Maksud dari peralatan/teknologi dalam perencanaan bangunan sipil adalah peralatan/teknologi yang mendukung metode kerja dalam pekerjaan perencanaan yang selaras dengan bidang pekerjaan konstruksi bangunan sipil.

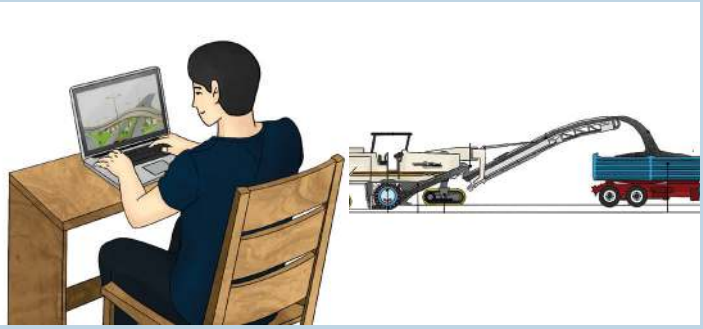
b. Peralatan/Teknologi dalam Pelaksanaan Bangunan sipil

Maksud dari peralatan/teknologi dalam pelaksanaan bangunan sipil adalah peralatan/teknologi yang mendukug metode pekerjaan pelaksanaan konstruksi bangunan sipil.

Mari Cari Tahu

Tanyakan kepada guru atau teman mengenai informasi peralatan/teknologi yang sesuai dalam perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan konstruksi bangunan sipil. Bila informasi dirasa kurang cukup, carilah informasi tambahan dari berbagai sumber yang akurat dan catat nama atau dasar sumber informasi tersebut.

Pertanyaan Pemantik



Gambar 5.8 Peralatan dengan teknologi terbarukan pada bidang bangunan sipil.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Cermati Gambar 5.8. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa pekerjaan harus dilaksanakan sesuai dengan tujuan agar hasil kerja maksimal sesuai harapan. Peralatan mutakhir semakin selaras dengan pencapaian tujuan maksimal bila diterapkan sesuai SOP. Pengunaan alat berteknologi mutakhir akan menumbuhkan semangat para pekerja. Selain kemudahan, kecepatan, dan kerapian, hasil apa saja yang akan diperoleh dalam penggunaan peralatan yang sesuai pada pekerjaan konstruksi bangunan sipil?

Jawaban:

.....

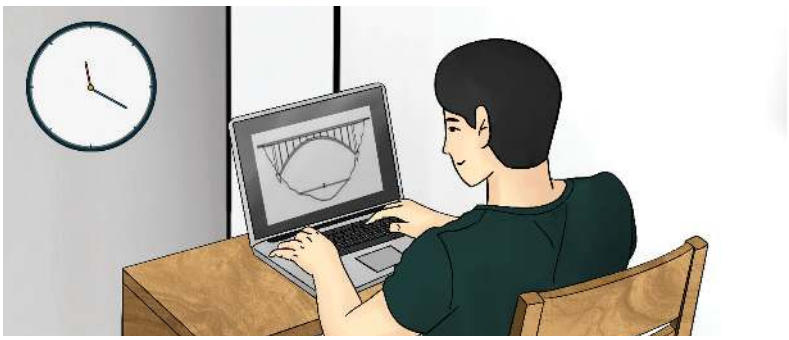
.....

.....

Pesatnya perkembangan teknologi mengubah semua tatanan dan cara kerja yang bersifat manual dengan cara kerja yang sistematis. Dengan kata lain, teknologi merupakan upaya untuk mengefisienkan dan mengefisienkan/mengefektifkan biaya dan waktu dalam suatu pelaksanaan pekerjaan untuk meraih tujuan maksimal dengan hasil yang berkualitas; tidak terkecuali dengan teknologi yang berkembang pada dunia jasa konstruksi.

Mari Diskusi

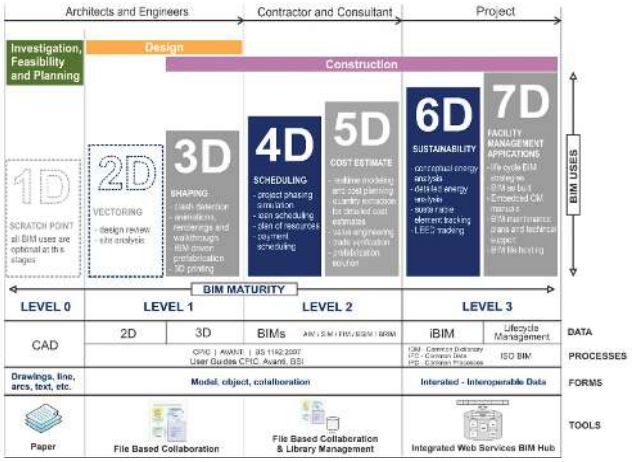
Buatlah kelompok sesuai tema diskusi. Setiap kelompok memilih tema pada satu pekerjaan yang ada di seputar pekerjaan konstruksi bangunan sipil yang terkait dengan peralatan pada perencanaan. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi mengenai peralatan perencanaan dengan penerapannya, sesuai tema diskusi masing-masing kelompok. Carilah informasi dari berbagai sumber yang akurat dan catat nama atau dasar sumber informasi tersebut.



Gambar 5.9 Desain perencanan konstruksi jembatan.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Cermati Gambar 5.9. Gambar tersebut memperlihatkan contoh penerapan perencanaan desain jembatan oleh seorang perencana. Tujuan dari tugas kelompok kalian adalah untuk mengetahui dan memahami peralatan dan teknologi pada perencanaan dengan perangkat lunak. Pengetahuan dan pemahaman teknologi tersebut diharapkan dapat membuat kalian semakin terpacu untuk meningkatkan dan mengembangkan pembelajaran mengenai pemahaman peralatan berteknologi. Dengan demikian, kalian akan mendapat banyak keuntungan, seperti mampu mengali potensi kalian untuk lebih selaras dengan perkembangan revolusi industri 4.0.

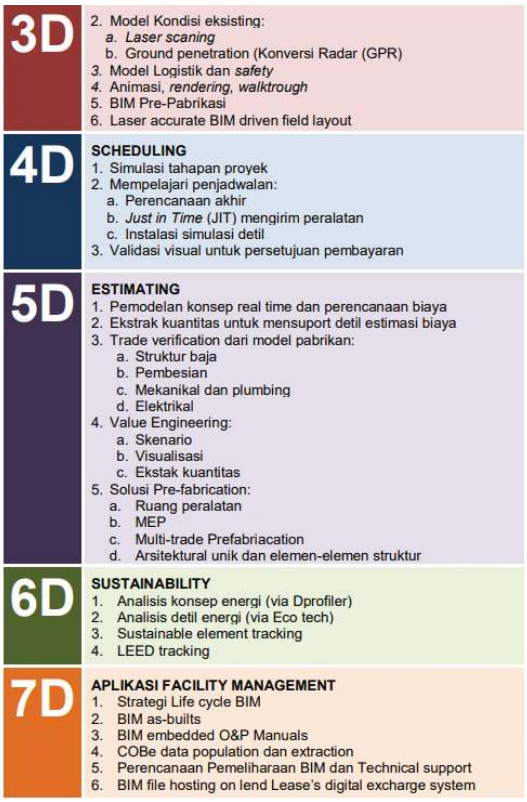
Perkembangan di bidang konstruksi pada saat ini sudah terintegrasi dengan berbagai sistem. Implementasi dari perangkat lunak yang mempermudah dalam bereksperimen membuat kemajuan pesat dalam bidang konstruksi. Contohnya adalah implementasi teknologi *Building Information Modeling* (BIM).



Gambar 5.10 Implementasi teknologi BIM dalam Proyek Pembangunan Jalan dan Jembatan.
Sumber: PUPR (2020)

Desain gambar, perhitungan, manajemen konstruksi, maupun presentasi dari misi visi proyek perencanaan konstruksi bangunan sipil lebih banyak terkait dengan teknologi perangkat lunak. *Building Information Modeling* (BIM) merupakan wujud kemuktahiran dari teknologi perencanaan dalam satu satuan utuh pada era industri 4.0. Kemutakhiran teknologi tersebut ditandai dengan adanya sistem manajemen, metode, dan runtutan penerapan pekerjaan yang dikelola melalui informasi dari aspek bangunan yang terintegrasi dalam model 3 dimensi.

Penerapan BIM dalam perencanaan bangunan sipil pada jalan dan jembatan menggunakan perangkat lunak dengan perangkat lunak khusus, seperti Revit, Naviswork, Allplan, dan Tekla. Perangkat-perangkat lunak khusus tersebut sudah banyak mengintegrasi, yaitu dari 3D menjadi jalan menuju BIM 4D dengan hasil penerapan elemen waktu, BIM 5D dengan hasil aplikasi penjadwalan, BIM 6D dengan hasil analisis energi pada bangunan, dan BIM 7D dengan hasil simulasi optimasi (pengoperasian dan pemeliharaan) fasilitas bangunan.



Gambar 5.11 Model dimensi dalam BIM.
Sumber: Modul 5 PUPR (2018)

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai tema diskusi. Setiap kelompok memilih tema pada satu pekerjaan yang ada di seputar pekerjaan konstruksi bangunan sipil yang terkait dengan peralatan pada pelaksanaan. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi mengenai peralatan pelaksanaan dengan penerapannya, yang sesuai tema diskusi masing-masing kelompok. Carilah informasi dari berbagai sumber yang akurat dan catat nama atau dasar sumber informasi tersebut.

Setelah mempelajari peralatan pada pelaksanaan pekerjaan yang ada di seputar pekerjaan konstruksi bangunan sipil, kalian akan mengetahui bahwa peralatan yang berintegrasi dengan disiplin ilmu manufaktur dan lainnya akan semakin mempermudah pelaksanaan

pekerjaan. Peralatan yang berteknologi akan dipelajari sesuai dengan beberapa kebutuhan dalam pekerjaan konstruksi bangunan sipil.

Teknologi dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi berkembang pesat seiring dengan tuntutan revolusi industri 4.0. Teknologi peralatan konstruksi pada pelaksanaan pembangunan bangunan sipil pada umumnya berupa alat berat, seperti *excavator, bulldozer, wheel loader, dump truck*, dan *motor grader*. Teknologi peralatan yang digunakan mempunyai fungsi khusus dalam metode pelaksanaan pekerjaan.

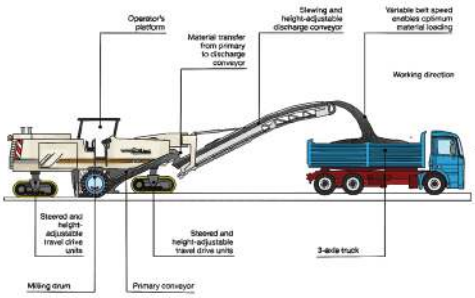
Tabel 5.4 Beberapa Teknologi pada Pekerjaan Bangunan Sipil

No.	Nama	Fungsi	*Link* Youtube
Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Jalan			
1.	*Crawling drill*	Alat untuk mengebor batuan pada lereng.	Gambar 5.12 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang teknologi *crawling drill.* Sumber: MINDRILL (2019)
2.	*Multi tie tamper* (MTT)	Alat yang digunakan untuk memadatkan *ballast* pada jalan baja (kereta).	Gambar 5.13 Kode respons cepat untuk masuk ke pranala YouTube, terkait materi pembelajaran tentang teknologi *multi tie temper*. Sumber: AWK Railway Channel (2018)
Pelaksanaan Pekerjaan Perawatan Jalan			
1.	*Cool milling*	Alat untuk mengupas lapisan aspal yang rusak.	Gambar 5.14 Kode respons cepat untuk masuk ke pranala YouTube, terkait materi pembelajaran tentang teknologi *cool milling*. Sumber: Agung Bangkrax (2022)

2.	Mesin *gunite shotcrete*	Alat untuk penyemprotan beton cair pada lereng guna perlindungan permukaan lereng atau tebing jalan.	Gambar 5.15 Kode respons cepat untuk masuk ke pranala YouTube, terkait materi pembelajaran tentang teknologi mesin *gunite shotcrete.* Sumber: @fs198indonesia7 (2022)
Pelaksanan Pekerjaan Jembatan			
1.	*Trailer multiaxle (cometto)*	Alat angkut untuk barang yang memiliki panjang, lebar, tinggi, dan berat di luar standar pada kelas jalan.	Gambar 5.16 Kode respons cepat untuk masuk ke pranala YouTube, terkait materi pembelajaran tentang teknologi *trailer multiaxle (cometto).* Sumber: Daimler Tamba (2020)
2.	*Launching gantry (launching truss)*	Alat angkat untuk pemasangan *girder* pracetak jembatan.	Gambar 5.17 Kode respons cepat untuk masuk ke pranala YouTube, terkait materi pembelajaran tentang teknologi *launching gantry (launching truss).* Sumber: ZZHZ Bridge Construction Machinery Aaron (2016)
3.	*Crane/lift up machine*	Alat angkat untuk memindahkan material pada pekerjaan konstruksi.	Gambar 5.18 Kode respons cepat untuk masuk ke pranala YouTube, terkait materi pembelajaran tentang teknologi *crane/ lift up machine.* Sumber: Science Channel (2016)

Sumber: Arimaya (2023)

Gambar 5.19 Peralatan pelaksanaan pekerjaan jalan.
Sumber: Kevin Ramone (2023)



Gambar 5.20 Peralatan pelaksanaan pekerjaan perawatan jalan.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Gambar 5.21 Peralatan pelaksanaan pekerjaan jembatan.
Sumber: ibb.jatimprov.go.id/ADHIMIX PCI INDONESIA (2023)

4. Pekerjaan Dasar Konstruksi Bangunan Sipil

Apakah yang dimaksud dengan dasar konstruksi bangunan sipil? Dasar konstruksi bangunan sipil adalah dasar atau pedoman yang ada pada pekerjaan konstruksi di bangunan sipil. Bisa diartikan juga dengan pekerjaan dasar yang digunakan di setiap pekerjaan proyek bangunan sipil.

Pertanyaan Pemantik

Gambar 5.22 Salah satu bangunan yang ada di konstruksi bangunan sipil.
Sumber: thehindu.com/AP (2021)

Cermati Gambar 5.22 Bayangkan apa saja tahapan pelaksanaan pembuatan bangunan tersebut dari awal sampai selesai, termasuk juga fungsinya. Di balik kemegahan bangunan yang dibuat oleh tim pembangunan, mulai dari pendataan, perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan pemeliharaan terdapat suatu proses kerja sama tim yang solid. Dapatkah kalian sebutkan sebatas pengetahuan dan pemahaman kalian mengenai proses tahapan secara umum pada pekerjaan konstruksi bangunan sipil?

Jawaban:

.....

.....

.....

Tahapan secara runtut dan teratur pada setiap pekerjaan diharapkan menghasilkan sesuatu yang mendekati optimal. Oleh karena itu, dalam setiap pekerjaan harus dipikirkan tahapan yang akan dilakukan sebelum dilaksanakan. Selain tahapan, harus dipikirkan juga segala alternatif dan solusi bila terjadi suatu kendala sehingga pelaksanaan pembangunan tidak akan terhenti karenanya.

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai tema diskusi. Setiap kelompok mengambil tema mengenai dasar pekerjaan konstruksi bangunan sipil. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi mengenai peralatan perencanaan dan penerapannya, yang sesuai dengan tema diskusi masing-masing kelompok. Carilah informasi dari berbagai sumber yang akurat dan catat nama atau dasar sumber informasi tersebut.

Gambar 5.23 Perencanaan konstruksi jembatan.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Cermati Gambar 5.23 Gambar tersebut memperlihatkan contoh pekerjaan survei pengukuran. Tujuan dari tugas kelompok kalian adalah untuk bisa mengetahui dan memahami dasar konstruksi dari tahapan pekerjaan. Keuntungan dalam pembelajaran mengenai pemahaman dasar konstruksi adalah dapat mengembangkan logika tahapan kerja, yaitu proses persiapan sampai proses pelaksanaan.

Pekerjaan pada bangunan mempunyai konstruksi pekerjaan yang mendasar. Pada konstruksi bangunan sipil, prinsip dasar pekerjaan hanya dikembangkan sesuai fungsi dari dasar konstruksi pekerjaan. Adapun pekerjaan dasar pada konstruksi bangunan sipil meliputi pekerjaan pengukuran, pekerjaan tanah, pekerjaan pemasangan batu kali, pekerjaan pemasangan dinding, pekerjaan aspal, pekerjaan kayu, pekerjaan beton, dan pekerjaan baja. Uraian penjelasan untuk pekerjaan dasar tersebut adalah sebagai berikut.

a. Pekerjaan Pengukuran

Pekerjaan pengukuran atau survei pengukuran pada bangunan sipil merupakan pekerjaan yang dilakukan di setiap tahap proses pelaksanan pekerjaan. Dimulai dari persiapan, proses pelaksanaan, dan pengukuran hasil akhir pekerjaan.

Fungsi dari pekerjaan pengukuran adalah membantu mengetahui titik koordinat dan ketinggian elevasi dalam menentukan bentuk konstruksi, posisi objek, ukuran/dimensi objek, serta elevasi kontur tanah dari konstruksi yang direncanakan.

Tabel 5.5 Tahapan dalam Pekerjaan Survei Pengukuran

Tahapan Pelaksanaan		
Tahapan	**Pekerjaan**	**Tindak Lanjut dari Hasil Pekerjaan**
Persiapan	• *Stake out*	• Pengambilan data awal titik koordinat x;y dan ketinggian elevasi sesuai yang ada pada peta rencana sebelum pelaksanaan pekerjaan. • Data hasil pengukuran sebagai acuan/ pedoman dalam rencana proses pelaksanaan, disebut data *stake out*.
	• *Bowplank*	• Pekerjaan pemasangan patok sesuai As/CL (*center line*) koordinat x;y dan ketinggian elevasi yang direncanakan.
Proses pelaksanaan	Pelaksanaan pengukuran	• Data pengukuran *stake out* yang dikelola oleh tim *engineering* (*drafter* dan tim teknis) dengan persetujuan pengawas maupun konsultan pengawas, hasil tersebut diwujudkan berupa gambar, disebut dengan *shop drawing* (bestek/gambar kerja). • Kemudian, dilakukan pengukuran lagi di lapangan untuk persiapan pelaksanaan pekerjaan sesuai *shop drawing* (bestek/gambar kerja).

Akhir	Pengukuran akhir hasil pekerjaan	• Hasil pelaksanaan pekerjaan dilakukan pengukuran akhir sebagai pertanggungjawaban pekerjaan yang dilakukan oleh *surveyor*, kemudian digambar oleh *drafter*. • Gambar hasil akhir pekerjaan disebut *as built drawing*.

Sumber: Arimaya (2023)

Gambar 5.24 Pekerjaan pengukuran.
Sumber: adhyaksapersada.co.id/Adhyaksa (2022)

b. Pekerjaan Tanah

Pekerjaan tanah merupakan pekerjaan tahap awal dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi bangunan sipil. Pekerjaan tanah adalah pekerjaan pemindahan tanah dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Pekerjaan tersebut dimulai dari pekerjaan pembersihan lahan (*land clearing*) hingga pekerjaan galian ataupun pekerjaan timbunan.

Pekerjaan galian tanah dilakukan bila elevasi tanah terlalu tinggi. Namun, ada juga yang dilakukan dalam kondisi tanah yang tidak sesuai spesifikasi tanah dalam fungsi konstruksi bangunan. Pekerjaan timbunan tanah dilakukan untuk mendapatkan ketinggian elevasi yang sesuai dengan perencanaan bangunan. Hal ini dilakukan karena elevasi yang ada kurang dari yang ditentukan atau lebih rendah.

Tabel 5.6 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Tanah

Tahapan Pelaksanaan		
Tahapan	**Pekerjaan**	**Tindak Lanjut dari Hasil Pekerjaan**
Pekerjaan Galian dan Timbunan Tanah		
Persiapan	Persiapan kerja: • alat • bahan • tenaga	• Pembersihan lahan. • Pematokan berdasarkan data dari *shop drawing* (bestek/gambar kerja)
Proses pelaksanaan	Pekerjaan galian/ timbunan: • peralatan mekanis sedehana • (volume kecil) • menggunakan alat berat • (volume besar)	• Memonitoring cuaca dan kondisi lokasi pekerjaan. • Pekerjaan penggalian/timbunan sesuai dengan *shop drawing*. • Pengawasan pekerjaan terhadap elevasi dan dimensi galian/ timbunannya. • Pengawalan pemindahan tanah hasil galian/timbunan terhadap tempat pembuangan/pengambilan galian/ timbunan.
Akhir	Pembersihan lokasi	• Pembersihan lahan setelah galian/ timbunan guna mempermudah pekerjaan penggukuran dalam pengecekan dimensi dan posisi galian/timbunan sebelum dilakukan pekerjaan tahap selanjutnya.

Sumber: Arimaya (2023)

Gambar 5.25 Pekerjaan tanah.
Sumber: PT. Adhi Karya (Persero) Tbk, ; Kevin Ramone (2023)

c. Pekerjaan Pemasangan Batu Kali

Pemasangan batu kali merupakan penyusunan bahan/material utama yang berupa batu kali. Sedangkan pekerjaan pemasangan batu kali adalah pekerjaan menyusun batu kali menjadi konstruksi dalam bangunan.

Pekerjaan pemasangan batu kali sering ditemui pada konstruksi fondasi, baik konstruksi fondasi rumah/gedung maupun konstruksi dinding penahan tanah (talud) yang dibangun secara memanjang; dikenal dengan nama fondasi menerus atau fondasi lajur. fondasi lajur juga dapat ditemui pada drainase atau bangunan pada saluran irigasi. Untuk pemasangan batu kali setempat dapat dilihat pada konstruksi fondasi jembatan (abutmen).

Tabel 5.7 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Pemasangan Batu Kali

Tahapan Pelaksanaan		
Tahapan	**Pekerjaan**	**Tindak Lanjut dari Hasil Pekerjaan**
Persiapan	Persiapan kerja: • alat • bahan • tenaga	• Pembersihan lahan dan penerapan rapi dari budaya kerja 5R. • Pematokan berdasarkan data dari *shop drawing* (bestek/gambar kerja). • Memonitoring cuaca dan kondisi lokasi pekerjaan.

Proses pelaksanaan	Pekerjaan pemasangan batu kali: • peralatan mekanis sedehana • (volume kecil) • menggunakan alat berat • (volume besar)	• Hasil pekerjaan penggalian atau perataan lokasi pekerjaan sesuai dengan *shop drawing*. • Pelaksanaan penyusunan batu kali menjadi pemasangan. • Pengawasan pekerjaan terhadap kesesuaian elevasi dan dimensi pasangan batu kali.
Akhir	Pembersihan lokasi	• Hasil pelaksanaan dicek ulang kesesuaiannya dengan gambar *shop drawing* oleh *surveyor*, pelaksana, pengawas, dan penjamin mutu (*quality assurance*). • Pembersihan lokasi dilakukan untuk persiapan pekerjaan selanjutnya (penerapan 5K, yaitu resik dan rapi).

Sumber: Arimaya (2023)

Gambar 5.26 Pekerjaan pemasangan batu kali.
Sumber: PT. Adhi Karya (Persero) Tbk (2022)

d. Pekerjaan Pemasangan Dinding

Pemasangan dinding sering disebut dengan pemasangan batu bata dan material lain selain batu bata, seperti batako, hebel, dan batu pecah. Pemasangan dinding merupakan penyusunan bahan/material yang berfungsi sebagai penyekat/pembatas ruang

satu dengan ruang lainnya atau sebagai penahan beban akibat gaya tekan aktif. Sedangkan pekerjaan pemasangan dinding yaitu pekerjaan menyusun bahan/material menjadi konstruksi dinding pada konstruksi bangunan.

Pekerjaan pemasangan dinding sering ditemui pada konstruksi gedung sebagai pembatas dan pada konstruksi jalan, irigasi, dan jembatan. Adapun pada lereng tanah yang mempunyai elevasi ketinggian berbeda ditemui konstruksi dinding penahan tanah (talud).

Tabel 5.8 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Pemasangan Dinding

Tahapan Pelaksanaan		
Tahapan	**Pekerjaan**	**Tindak Lanjut dari Hasil Pekerjaan**
Persiapan	Persiapan kerja: • alat • bahan • tenaga	• Pembersihan lahan dan penerapan rapi dari budaya kerja 5R. • Pematokan berdasarkan data dari *shop drawing* (bestek/gambar kerja). • Memonitoring cuaca dan kondisi lokasi pekerjaan.
Proses pelaksanaan	Pekerjaan pemasangan dinding (batu bata/batako/ hebel/partisi)	• Hasil pekerjaan pembersihan atau perataan lokasi pekerjaan sesuai dengan *shop drawing*. • Pelaksanaan penyusunan bahan/material (batu bata/batako/ hebel/partisi) menjadi pasangan dinding sesuai elevasi dan dimensi (panjang, lebar dan tinggi). • Pengawasan pekerjaan terhadap kesesuaian elevasi dan dimensi pasangan dinding.

Akhir	Pembersihan lokasi	• Hasil pelaksanaan dicek ulang kesesuaiannya dengan gambar *shop drawing* oleh *surveyor*, pelaksana, pengawas, dan penjamin mutu (*quality assurance*). • Pembersihan lokasi dilakukan untuk persiapan pekerjaan selanjutnya (penerapan 5K, yaitu resik).

Gambar 5.27 Pekerjaan pemasangan dinding.
Sumber: Dinas PUPR Kab. Kendal (2020); Kevin Ramone (2023)

e. Pekerjaan Beton

Beton merupakan batu buatan yang terbuat dari susunan material agregat halus, agregat kasar, semen dan air, diproses melalui pencampuran. Beton digunakan dalam elemen konstruksi bangunan yang mempunyai kelebihan kuat terhadap tekanan, namun lemah terhadap tarik dan tidak dapat diubah bentuknya atau bongkar pasang. Supaya beton tahan terhadap kuat tarik, maka beton diberi pasangan baja tulangan. Beton ini sering disebut beton bertulang, yang tahan terhadap gaya tekan dan gaya tarik. Karakteristik beton ada beberapa sesuai dari fungsi kebutuhan beton tersebut digunakan.

Tabel 5.9 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Beton

Tahapan Pelaksanaan		
Tahapan	**Pekerjaan**	**Tindak Lanjut dari Hasil Pekerjaan**
Persiapan	Persiapan kerja: • alat • bahan • tenaga • pengukuran • bekesting • monitoring	• Pembersihan lahan dengan penerapan resik dan rapi dari budaya kerja 5R. • Pematokan dan pembuatan bekesting berdasarkan data dari *shop drawing* (bestek/gambar kerja). • Memonitoring cuaca dan kondisi lokasi pekerjaan.
Proses pelaksanaan	Pekerjaan beton	• Pengecekan persiapan lahan, alat, tenaga dan material beton cair. • Pengambilan sampel uji material (*slump test* dan benda uji kuat tekan silinder/kubus). • Proses penuangan dan pemadatan beton cair. • Proses *finishing* pekerjaan pengecoran beton cair. • Proses penyiraman beton cair setelah *finishing*.
Akhir	Pembersihan	• Pembongkaran bekesting beton (sesuai umur beton). • Hasil pelaksanaan dicek ulang kesesuaiannya dengan gambar *shop drawing* oleh *surveyor*, pelaksana, pengawas, dan penjamin mutu (*quality assurance*). • Pembersihan lokasi dilakukan untuk persiapan pekerjaan selanjutnya dengan penerapan 5K, yaitu resik.

Sumber: Arimaya (2023)

Gambar 5.28 Pekerjaan beton.
Sumber: PT. Adhi Karya (Persero) Tbk, ; Kevin Ramone (2023)

f. Pekerjaan Aspal

Aspal merupakan bahan yang dipergunakan untuk konstruksi perkerasan lentur pada badan jalan. Fungsi dari lapisan perkerasan pada badan jalan adalah untuk menyalurkan beban lalu lintas, baik beban vertikal maupun beban horizontal. Lapisan kontruksi ini harus mempunyai kekuatan, kekakuan, dan kestabilan dengan merencanakan ketebalan dan jenis lapisan aspal agar sesuai kelas jalannya.

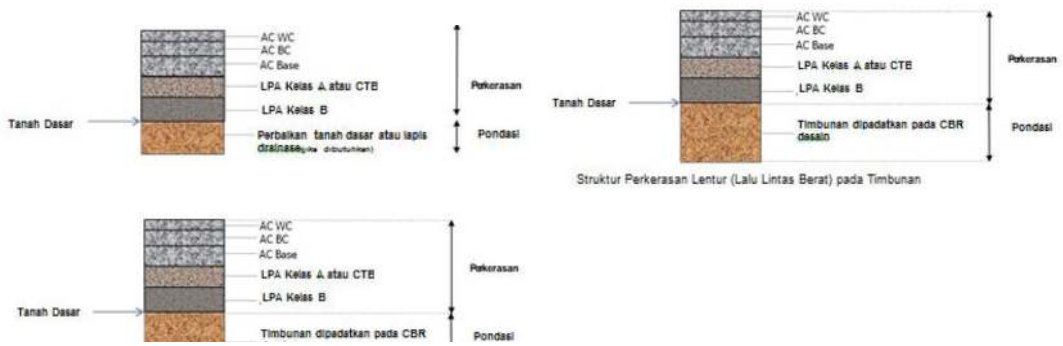
Pekerjaan aspal merupakan pekerjaan lapisan permukaan yang terdiri dari lapisan aus, yaitu *asphalt wearing course* (AC-WC); dan lapisan antara, yaitu *asphalt binder course* (AC-BC).

Tabel 5.10 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Aspal

Tahapan Pelaksanaan	
Tahapan	**Tindak Lanjut dari Hasil Pekerjaan**
Persiapan	• Pengukuran badan jalan. • Pembersihan lahan dengan penerapan resik dan rapi dari budaya kerja 5R. • Pembentukan badan jalan (kemiringan) pada *subgrade* dari hasil pekerjaan tanah dengan proses *stripping* berdasarkan data dari *shop drawing* (bestek/gambar kerja) memonitoring cuaca dan kondisi lokasi pekerjaan

Proses pelaksanaan	• Pembersihan debu pada lahan. • Proses lapisan permukaan kedua dari atas (ATB/AC-BC): - penyiraman *prime coat* - kontrol tingkat panas aspal hambur (oC), dan - penghamparan, pembentukan, dan pemadatan. • Proses lapisan permukaan pertama dari atas/luar (*hotmix*/AC-WC): - penyiraman *tack coat,* - kontrol tingkat panas aspal hambur (oC), serta - penghamparan, pembentukan, dan pemadatan. • *Finishing*.
Akhir	• Hasil pelaksanaan dicek mengenai kepadatan, kemiringan, dan ketebalan lapisan aspalnya terhadap kesesuaian gambar *shop drawing* oleh *surveyor,* pelaksana, pengawas, dan penjamin mutu (*quality assurance*). • Pembersihan lokasi dilakukan untuk persiapan pekerjaan selanjutnya (penerapan 5K, yaitu resik), yaitu marka dan rambu lalu lintas.

Sumber: Arimaya (2023)



Gambar 5.29 Komponen struktur perkerasan lentur.
Sumber: simantu.pu.go.id (2022)

g. Pekerjaan Kayu

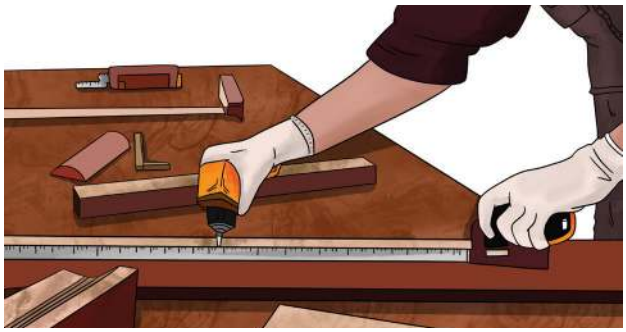
Kayu merupakan hasil alam dari pohon besar yang mempunyai pertumbuhan secara natural yang dipotong sesuai kebutuhan. Kayu mempunyai kekurangan akibat sifatnya yang tidak bisa seragam

(tidak homogen) dan memiliki cacat alam. Adapun kelebihannya adalah mudah dalam pengerjaannya, sesuai fungsi konstruksi bangunan, bahan furnitur, atau dekorasi rumah. Berdasarkan kekuatannya, kayu dibagi menjadi beberapa kelas, yaitu Kelas 1, Kelas 2, dan Kelas 3.

Tabel 5.11 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Kayu

Tahapan Pelaksanaan	
Tahapan	**Tindak Lanjut dari Hasil Pekerjaan**
Persiapan	• Persediaan bahan kayu sesuai pilihan (lurus, kualitas baik, dan kering udara).
Proses pelaksanaan	• Pengukuran dimensi secara detail sesuai pola konstruksi pada gambar kerja. • Pemotongan kayu sesuai dimensi dan kebutuhan. • Pengetaman kayu sesuai ketebalan pada gambar kerja. • Perakitan kayu dengan penyetelan sambungan secara detail. • Penyambungan dan penguncian sambungan dengan paku/baut/pen dan perkuatan sambungan dengan lem. • Perapian hasil dengan memotong sambungan yang menonjol dengan gerjaji (baut/paku) atau ketam (pen).
Akhir	• Hasil pelaksanaan dicek ulang kesesuaiannya dengan gambar shop drawing oleh kepala tukang kayu, pelaksana, pengawas, dan penjamin mutu (*quality assurance*). • Pembersihan lokasi dilakukan untuk persiapan pekerjaan selanjutnya (penerapan 5K, yaitu resik).

Sumber: Arimaya (2023)



Gambar 5.30 Pekerjaan konstruksi kayu pada bangunan sipil.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

h. Pekerjaan Baja

Pekerjaan baja dalam konstruksi bangunan membutuhkan ketelitian dalam *ploting* gambar pada saat proses pabrikasi. Baja merupakan salah satu alternatif dalam pemilihan bahan/material yang mudah untuk dirangkai menjadi konstruksi. Walau dalam proses perakitannya membutuhkan waktu yang singkat, tetapi dalam persiapan dan penyetingan baja untuk menjadi rangkaian suatu konstruksi dibutuhkan ketelitian dan kehati-hatian.

Konstruksi baja yang sering ditemui pada bangunan sipil adalah jembatan, rangka atap yang menggunakan kuda-kuda baja, atau konstruksi baja pada bangunan pergudangan.

Tabel 5.12 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Baja

Tahapan Pelaksanaan	
Tahapan	**Tindak Lanjut dari Hasil Pekerjaan**
Persiapan	• Lokasi bengkel pabrikasi yang respresentatif. • Persediaan bahan profil baja sesuai spesifikasi dari fungsi pekerjaan. • Persiapan alat utama dan bantu. • Tenaga yang kompeten dalam pekerjaannya. • Gambar kerja yang detail.

Proses pelaksanaan	• Proses pabrikasi sesuai pola konstruksi pada gambar kerja secara detail: - pembersihan permukaan profil baja dari kotoran, - *marking* profil baja dengan pengukuran dimensi dan memberikan kode, - pemotongan profil baja dengan dimensi, - pelubangan profil baja sesuai titik sambungan dan dimensi lubang sesuai diameter alat sambung (baut), - penyetelan awal profil baja dengan cara perakitan, - pengecatan permukaan profil baja. • Proses mobilisasi profil baja: - *loading* material profil baja dengan moda pengangkutan, - *unloading* material profil baja dengan moda pengangkutan. • Proses pemasangan konstruksi baja: - persiapan alat angkat dan struktur penopang sementara pada pemasangan baja, - persiapan alat penyambungan baja dalam perakitan, - penyettingan posisi titik dan elevasi konstruksi baja, - pemasangan profil baja sesuai gambar kerja, - penyambungan profil baja, - pengecekan akhir oleh pelaksana dan pengawas pekerjaan, serta - pembongkaran struktur penopang sementara pada pemasangan baja.

Akhir	• Hasil pelaksanaan dicek ulang kesesuaiannya dengan gambar *shop drawing* oleh kepala tukang kayu, pelaksana, pengawas, dan penjamin mutu (*quality assurance*). • Pembersihan lokasi dilakukan untuk persiapan pekerjaan selanjutnya (penerapan 5K, yaitu resik).

Sumber: Arimaya (2023)

Gambar 5.31 Pekerjaan konstruksi baja pada bangunan sipil.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

5. Spesifikasi dan Karakteristik Bahan Bangunan Berbasis *Green Material*

a. Spesifikasi dan Karakteristik Bahan Bangunan

Apakah yang dimaksud dengan spesifikasi dan karakteristik bahan bangunan? Spesifikasi adalah karakteristik bawaan yang dimiliki oleh sesuatu. Spesifikasi atau karakteristik bahan bangunan adalah persyaratan atau ketentuan yang diminta sesuai bawaan yang dimiliki bahan sebagai pedoman pilihan.

b. Spesifikasi dan Karakteristik Bahan Bangunan dengan Berbasis *Green Material*

Apakah yang dimaksud dengan spesifikasi dan karakteristik bahan bangunan dengan berbasis *green material*? Maksudnya adalah bahan bangunan memiliki karakteristik bawaan yang bermanfaat terhadap pelestarian lingkungan, mulai dari tahap pemrosesan bahan hingga tahap bahan siap pakai.

Mari Cari Tahu

Tanyakan kepada guru atau teman mengenai spesifikasi dan karakteristik bahan bangunan dengan berbasis *green material*. Bila informasi dirasa kurang cukup, carilah informasi tambahan dari berbagai sumber yang akurat dan catat nama atau dasar sumber informasi tersebut.

Pertanyaan Pemantik

Gambar 5.32 Jenis material *portland cement* yang ramah lingkungan yang ada di pasaran SNI 2049: 2015 semen Portland (OPC) (ASTMC150).
Sumber: katalogkjsm.com (2023)

Cermati Gambar 5.32. Banyak material yang dipakai untuk bangunan, tetapi beberapa di antaranya ada yang mengabaikan tingkat kelestarian lingkungan karena mengutamakan fungsinya. Material yang ramah lingkungan sangat diharapkan pemakaiannya menginggat semakin meningkatnya kerusakan ozon akibat pemanasan global. Dapatkah pengunaan material ramah lingkungan membumi, atau hanya slogan semata? Berikan contoh beberapa material bangunan yang ramah lingkungan!

Jawaban:

.....

.....

.....

Populasi manusia yang semakin berkembang seiring dengan meningkatnya kesadaran akan kelestarian lingkungan, membuat manusia berlomba untuk meningkatkan kehidupan yang selaras dan bersahabat dengan alam. Bangunan merupakan salah satu prasarana utama sebagai penunjang keberlangsungan hidup manusia. Bangunan bisa dibuat karena ada bahan/material yang dipakai sesuai dengan fungsi dan jumlah yang dibutuhkan. Setiap bahan/material bangunan mempunyai spesifikasi atau karakteristik dengan fungsi yang berbeda-beda, bahkan ada juga yang ramah lingkungan (*green material*).

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai tema diskusi. Setiap kelompok mengambil satu tema yang terkait dengan spesifikasi dan karakteristik bahan bangunan. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi yang sesuai tema. Kalian dapat mencari informasi dari berbagai sumber yang akurat dan catat nama atau dasar sumber informasi tersebut.

Gambar 5.33 Macam-macam bahan yang dipergunakan dalam pelaksanaan pekerjaan bangunan.
Sumber: isibangunan.com/Nilackal Traders (2021)

Cermati Gambar 5.33. Gambar tersebut memperlihatkan beberapa bahan/material yang dipergunakan untuk membuat bangunan. Tujuan dari tugas kelompok kali ini adalah agar kalian bisa membuat laporan mengenai materi bahan/material yang digunakan dalam satu contoh pada proyek bangunan sipil. Pengetahuan dan pemahaman mengenai bahan dengan spesifikasi dan karakteristik dalam pembelajaran akan memudahkan kalian memilih bahan sesuai fungsi dan kebutuhan.

Berikut adalah penjelasan mengenai spesifikasi dan karakteristik bahan bangunan yang terdiri dari bahan alami dan bahan buatan.

a. Bahan Alami

1) Tanah

Tanah merupakan bahan material yang digunakan pada konstruksi bangunan sebagai lapisan dasar pondasi suatu konstruksi atau sebagai material timbunan untuk meratakan ketinggian elevasi sesuai perencanaan. Ada beberapa jenis tanah dilihat dari struktur pembentuknya, yaitu *prismatic*, tanah gumpal dan bersudut, tanah remah, tanah tiang, tanah granular, dan tanah lempeng. Jenis tanah yang baik untuk fondasi bangunan yaitu tanah berpasir, tanah berbatu, tanah lanau, dan tanah timbunan.

Semua jenis tanah yang disebutkan tadi harus memenuhi syarat teknis dalam pekerjaan tanah dasar dan pekerjaan tanah timbunan. Adapun lokasi tanah (*quarry*) yang dapat diambil untuk timbunan harus diperhitungkan dengan analisis dampaknya terhadap lingkungan (amdal) dan disikapi dengan solusi perbaikan lahan.

2) Batuan

Batuan terdiri dari beberapa jenis, yang dijelaskan sebagai berikut.

a) Pasir

Pasir adalah bahan material bangunan berbutir dengan bentuk butiran yang beraneka ragam, keras, dan mempunyai sifat kekal. Ada beberapa jenis pasir yang dapat dipakai pada pekerjaan bangunan, di antaranya adalah pasir beton, pasir urug, pasir mundu, pasir pasang (gunung dan sungai), pasir putih rangkas, pasir merah, dan pasir bangka.

b) Kerikil

Kerikil atau koral adalah batuan berbutir kecil yang mempunyai bentuk bervariasi dari bulat hingga pipih, permukaan halus, kuat, dan kekal. Batu kecil hasil proses

pecahan dari batu besar dan mempunyai ukuran bervariasi sama dengan kerikil atau koral disebut dengan batu split.

c) Batu

Batu yang ada di permukaan Bumi adalah batu alam. Ada tiga jenis batu alam, yaitu batu alam untuk konstruksi, batu alam untuk media, dan batu mulia. Batu yang dipakai sebagai bahan material konstruksi bangunan ada dua jenis, yaitu batu gunung dan batu kali. Batu gunung mempunyai bentuk yang tak beraturan, tajam, dan berkarakteristik kuat serta keras. Batu kali berbentuk halus membulat dengan karakteristik kuat dan keras. Batu media mempunyai tekstur, warna yang unik, memiliki daya tarik karena beragam jenisnya, dan dapat berfungsi sebagai aksesori dinding.

3) Kayu

Kayu merupakan material dari hasil alam yang bisa digunakan untuk konstruksi bangunan. Sifat kayu yang dipakai untuk konstruksi bangunan adalah keras, kuat, awet, tidak mudah menyusut oleh perubahan suhu, liat, dan mempunyai daya lentur.

Tabel 5.13 Beberapa Bahan Kayu yang Dipakai pada Konstruksi Bangunan

No.	Nama Kayu	Kelebihan	Kekurangan
1.	Jati	Tidak mudah lapuk dan tahan rayap.	Pori-pori besar.
2.	Merbau	Keras, kuat, awet, tahan lembab.	Tekstur keras, mudah kembang-susut.
3.	Kamper	Tidak mudah susut, kuat, awet.	Mudah kembang-susut.
4.	Bengkirai	Keras, kuat, awet, tahan lama.	Mudah retak.
5.	Gaharu	Berat, keras, estetis, dan menarik.	Langka.
6.	Meranti	Keras, kuat, awet, tahan susut.	Tekstur kasar.

7.	Kelapa	Keras, kuat, kokoh, dan tahan lama.	Tidak tahan air.
8.	Bambu	Elastis dan kuat.	Rentan jamur, tidak tahan lama, mudah terbakar.

Sumber: Arimaya (2023)

Kelas kuat kayu ada beberapa, dilihat dari berat jenis kering udara, kuat lentur, dan kuat desak. Kelas kuat kayu dapat dilihat pada Tabel 5.14 dan Tabel 5.15.

Tabel 5.14 Modulus Elastis dan Kuat kelas kayu

Kelas kayu	Modulus Elastis (E //) (kg/cm²)	Berat Jenis Kering Udara (kadar lengas + 15%)	Kuat Lentur Mutlak (kg/cm²)	Kuat Desak Mutlak (kg/cm²)
I	125.000	> 0,90	>1100	> 650
II	100.000	0,90 – 0,60	1100 – 725	650 – 425
III	80.000	0,60 – 0,40	725 – 500	425 – 300
IV	60.000	0,40 – 0,30	500 – 360	300 – 215
V	<60.000	< 0,30	< 360	< 125

Sumber: Arimaya (2023)

Tabel 5.15 Tegangan Izin Kelas Kayu

Tegangan (kg/cm²)	Kelas Kuat Kayu				Kayu Jati
	I	II	III	IV	
Lentur (σ_{lt})	150	100	76	50	130
Desak/Tarik ($\sigma_{tk\,//}$)	130	85	60	45	110
Desak tegak lurus arah serat ($\sigma_{tr\,//}$)	40	25	15	10	30
Geser searah serat ($\square_{//}$)	20	12	8	5	15

Sumber: Arimaya (2023)

b. Bahan Buatan

Bahan buatan terdiri atas berbagai jenis, yang dijelaskan sebagai berikut.

1) Batu Buatan

Spesifikasi dan karakteristik dari batu adalah keras, tahan lama, dan kedap air. Batu buatan adalah hasil dari pemikiran manusia dalam memenuhi kebutuhan akan material batu yang lebih mendekati keinginan sesuai fungsinya. Contohnya, keseragaman dari mutu, bentuk, dan keindahannya. Dengan begitu, terbuatlah batu buatan dengan keberagaman seperti yang beredar di pasaran dan mudah didapatkan sesuai desain rencana bangunan.

Tabel 5.16 Beberapa Batu Buatan yang Dipakai pada Konstruksi Bangunan

Nama	Kelebihan	Keterangan
Batu bata	Tahan lama dan kokoh.	Batu buatan yang yang tahan panas dan tidak mudah retak terbuat dari tanah liat yang dicetak dengan dimensi balok persegi panjang, yang dibakar pada suhu tinggi hingga mengeras dan berwarna merah.
Batako	Tahan terhadap panas, kuat, dan kedap air.	Terbuat dari pasir kasar dan semen yang dicetak dengan proses dipres sampai padat dan mengeras.
Hebel	Tahan panas, kedap suara, dan lebih ringan.	Terbuat dari campuran pasir, semen, abu terbang, kapur, busa kimia, dan serbuk aluminium.
Bataton	Tahan terhadap panas, kedap suara, kuat, dan tahan lama.	Terbuat dari semen, agregat halus dan kasar, terbuat dari bahan khusus, dan dicetak pres.
Roster	Ada ventilasi udara dan menyalurkan cahaya.	Terbuat dari tanah liat yang dicetak dengan bentuk yang beraneka ragam dengan lubang sebagai ventilasi.

Sumber: Arimaya (2023)

Semua batu buatan yang disebutkan pada tabel merupakan material utama yang digunakan untuk pemasangan dinding yang mempunyai fungsi sebagai pembatas ruangan. Dalam pemilihan bahan/material bangunan harus mempertimbangkan fungsi rencana ruang.

2) Semen

Semen adalah bahan yang dipakai sebagai pengikat campuran material dengan air yang memiliki sifat adhesif maupun kohesif, yang menjadikan padat, keras, kuat, dan tahan lama, serta digunakan pada spesi (mortar) dan beton suatu konstruksi bangunan. Semen berupa serbuk yang terbuat dari beberapa campuran ataupun cair. Dua jenis semen yang umum ada di pasaran adalah *Ordinary Portland Cement* (OPC) dan SNI 2049 Semen *Portland.*

Adapun yang termasuk sebagai *Non-Ordinary Portland Cement* (*Non*-OPC) adalah sebagai berikut

a) *Portland Composite Cement* (PCC)

b) SNI 7064 *Semen Portland* – ASTMC1157

c) *Portland Pozolan Cement* (PPC)

d) SNI 0302 *Semen Portland* – ASTMC595

e) *Portland Slag Cement* (PSC)

f) *Slag Cement* (GGBFS)

g) Abu Terbang tipe C dan tipe F

Tabel 5.17 Jenis *Portland Cement* (PC) – ASTM C150

Jenis PC	Kegunaan
I	Konstruksi pada umumnya.
II	Konstruksi pada umumnya, tetapi dengan unsur pelawanan terhadap sulfat dengan peredaman panas yang sedang.
III	Kekuatan yang tinggi pada permulaan.

IV	Peredaman panas sedang.
V	Daya tahan yang tinggi terhadap sulfat.

Sumber: Chu-Kia Wang (1986)

Gambar 5.34 Contoh spesifikasi semen yang ada di pasaran.
Sumber: sepatimbatamtama.co.id/sepatimbatamtama (2019)

Spesifikasi dari semen yang beredar di pasaran tertera pada kemasannya. Hal ini akan mempermudah untuk mengetahui spesifikasi semen. Kegunaannya juga tercantum, disertai SNI, sebagai bukti bahwa semen tersebut memenuhi syarat.

3) Beton

Beton adalah batu buatan dari material agregat halus, agregat kasar, semen, dan air yang dicampur dalam bentuk pasta yang akan mengeras seperti batu sesuai dengan dimensi bekisting (cetakan). Karakteristik beton merupakan mutu/kualitas, berdasarkan komposisi campuran dari material dengan pemeliharaan 28 hari untuk mencapai 100% kualitasnya. Kelebihan dari beton adalah tahan terhadap panas dan memiliki kuat tekan yang tinggi jika dibandingkan dengan material baja.

Tabel 5.18 Jenis Beton

Jenis Beton	fc' (MPa)	Digunakan
Mutu Tinggi	$fc' \geq 45$	Beton praktikan.
Mutu Sedang	$20 \leq fc' < 45$	Beton bertulang.
Mutu Rendah	$15 < fc' < 20$	Struktur beton tanpa tulangan.
	$fc' < 15$	Lantai kerja.

Sumber: SNI 6880 (2016)

4) Baja

Baja merupakan material bangunan yang tahan terhadap kuat tarik, homogen dengan pemasangan yang mudah, dan tahan rayap, tetapi tidak tahan terhadap panas bila melebihi batas lelehnya, serta rentan terhadap tekuk. Baja bangunan menggunakan baja karbon rendah, mempunyai kandungan 0,1-0,3% karbon, untuk profil baja struktur (I, L, H dan C). Pada jalan baja (rel) digunakan baja karbon menengah yang mempunyai kandungan karbon 0,3-0,8% karbon.

Baja struktural bangunan mempunyai sifat mekanis yang berdasarkan jenis bajanya, dan memiliki tegangan serta regangan yang berbatas. Batasan ada dalam setiap jenis baja.

Tabel 5.19 Sifat Mekanis pada Baja Struktural

Jenis Baja	Tegangan Putus Minimum (f_u)		Tegangan Leleh Minimum (f_y)		Tegangan Dasar б		Peregangan Minimum (%)
	(MPa)	kg/cm²	(MPa)	kg/cm²	(MPa)	kg/cm²	
BJ 33	330	3.300	200	2000	133	1.333	22
BJ 34	340	3.400	210	2.100	140	1.400	22
BJ 37	370	3.700	240	2.400	160	1.600	20
BJ 41	410	4.100	250	2.500	166	1.666	18
BJ 44	440	4.400	280	2.800	186	1.867	17
BJ 50	500	5.000	290	2.900	193	1.933	16
BJ 52	520	5.200	360	3.600	240	2.400	14
BJ 55	550	5.500	410	4.100	273	2.733	13

Sumber: PU (2002)

5) Pipa

Instalasi *plambing* atau perpipaan termasuk dalam pekerjaan bangunan sipil. Jenis pipa yang dikerjakan adalah pipa air, pipa gas, pipa minyak, pipa uap, dan pipa lumpur. Dilihat dari bahan bakunya, yang termasuk sebagai pipa adalah c*arbon steel, carbon moly, galvanees, ferro nikel, stainless steel,* PVC, dan *chrom moly.*

Karakteristik pipa dibuat berdasarkan fungsi dan kebutuhannya. Adapun jenis pipa yang ada di pasaran adalah CIP, DCIP, GIP, ACP, PVC, dan CP.

Gambar 5.35 Material pipa untuk instalasi *plambing.*
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai tema diskusi. Setiap kelompok mengambil tema satu bahan bangunan yang mempunyai spesifikasi dan karakteristik berbasis *green material*. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi yang sesuai tema dan diskusikan dengan masing-masing kelompok. Carilah informasi dari berbagai sumber yang akurat dan catat nama atau dasar sumber informasi tersebut.

Bahan bangunan yang digunakan tergantung dari tujuan pembangunan, dengan mengutamakan fungsi dan ramah lingkungan. Tujuan dari tugas kelompok kali ini adalah membuat laporan mengenai materi bahan/material yang ramah lingkungan dengan satu contoh pada proyek bangunan sipil. Pengetahuan dan pemahaman mengenai bahan dengan spesifikasi dan karakteristiknya yang ramah lingkungan dalam

pembelajaran akan membuat kalian dapat memilih bahan sesuai fungsi dan kebutuhan pada model bangunan.

Berikut adalah penjelasan tentang beberapa bahan bangunan yang ramah lingkungan.

a. Bahan Bangunan dari Alam

Bahan bangunan dari alam bisa diproses secara manual dengan alat mekanis tanpa melakukan perusakan lingkungan dan meminimalisir polusi. Bahan bangunan yang seperti itu termasuk dalam bahan bangunan yang ramah lingkungan. Beberapa bahan bangunan dari alam dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.20 Material Ramah Lingkungan dari Bahan Alam

Nama	Material	Keterangan
Tanah	Tanah liat	Dinding (pengganti batu bata).
Batu alam	Aneka batu	Dinding (pengganti batu bata) dan penyangga.
Kayu	Aneka kayu yang berserat lingkar tahun	Struktur, dinding (pengganti batu bata), dan penyangga.
Bambu	Kayu bambu	Struktur, pengganti batu bata (dinding), dan penyangga.
Mycelium (jerami)	Campuran batu bata Dinding (pengganti batu bata, kayu, dan gipsum).	Dinding (pengganti batu bata, kayu, dan gipsum).

Sumber: Arimaya (2023)

b. Pengganti Batu Buatan

Bahan bangunan yang merupakan pengganti batu buatan juga dikategorikan sebagai bahan yang ramah lingkungan. Beberapa bahan bangunan pengganti batu buatan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.21 Material Ramah Lingkungan dari Bahan Buatan

Nama	Material	Keterangan
Semen OPC	Abu terbang (hasil industri pembangkit listrik/industri logam).	Semen dengan lima varian tipe yang mempunyai kelebihan masing-masing.
Ashcrete	Abu terbang (hasil pembakaran batu bara).	Pengganti semen dengan daya rekat tinggi.
Hempcrete	Serat tanaman hemp dicampur kapur.	Pengganti beton dengan bobot ringan.
Ferrock	Debu baja dengan bahan daur ulang.	Pengganti beton tapi lebih kuat.
Timbercrete	Serbuk kayu dicampur semen.	Untuk dinding (pengganti batu bata).
Plastik daur ulang	Serbuk plastik daur ulang dicampur mortar.	Untuk dinding (pengganti batu bata) dan *paving block*.

Sumber: Arimaya (2023)

Kemajuan teknologi diselaraskan dengan penemuan bahan bangunan yang mempunyai spesifikasi dan karakteristik berbasis *green material*. Hal tersebut dilakukan sebagai antisipasi terhadap pemanasan global yang mengakibatkan kerusakan ozon.

6. Jenis Pekerjaan Konstruksi dalam Pelaksanaan Pekerjaan Perawatan Bangunan Sipil

Apakah jenis pekerjaan konstruksi yang ada dalam pelaksanaan pekerjaan perawatan bangunan sipil? Sebutkan jenis pekerjaan perawatan yang ada pada bangunan sipil, yaitu perawatan rutin dan perawatan berkala serta perawatan darurat (*insidentil*) yang dilakukan melalui perbaikan, rehabilitasi, renovasi, ataupun restorasi! Berilah contohnya!

Mari Cari Tahu

Tanyakan kepada guru atau teman mengenai jenis pelaksanaan perawatan pada bangunan sipil. Bila informasi dirasa kurang cukup, carilah dari berbagai sumber yang akurat dan catat nama atau dasar sumber informasi tersebut.

Pertanyaan Pemantik

Gambar 5.36 Pelaksanaan pekerjaan perawatan jalan yang berlubang di jalan raya.
Sumber: diskominfo.bandaacehkota.go.id/Dinas PUPR Banda Aceh (2022)

Cermati Gambar 5.36. Agar setiap prasarana tetap berfungsi, diperlukan upaya perawatan. Setiap prasarana yang ada memerlukan perawatan yang berbeda-beda, sesuai dengan jenis prasarana, umur, kondisi, dan situasinya. Perlakuan yang berbeda pada setiap prasarana, sebagian bisa menjadi pedoman dalam prasarana lainnya, tetapi semua tergantung karakteristik dari kondisi lingkungan tempat prasarana tersebut. Bagaimana langkah dalam menyikapi setiap perawatan pada prasarana bila semua mempunyai karakteristik yang berbeda-beda? Apakah ada yang bisa menjadi pedoman dari perbedaan yang mungkin membuat perlakuan sama? Jawablah sesuai pengetahuan kalian.

Jawaban:

.....

.....

.....

Indonesia bukan lagi sebagai negara berkembang, tetapi sudah hampir sejajar dengan deretan negara-negara maju. Hal ini bisa terlihat dari tingkat infrastruktur prasarana transportasi yang melaju cepat mengikuti tuntutan dari kemajuan suatu negara. Pembangunan prasarana besar-besaran oleh pemerintah harus membuat kita berpikir mengenai perawatan prasarana yang telah dibangun. Pembangunan prasarana membutuhkan waktu yang singkat, tapi dalam perawatan membutuhkan waktu sepanjang umur rencana bahkan diharapkan melebihi. Hal tersebut

bisa terlaksana bila dalam perawatan dan pemakaian prasarana sesuai dengan fungsi dan ketentuannya.

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai tema diskusi. Setiap kelompok mengambil tema pelaksanaan pekerjaan perawatan konstruksi bangunan sipil. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi mengenai jenis pelaksanaan perawatan dari satu bangunan yang sesuai tema diskusi masing-masing kelompok. Carilah informasi dari berbagai sumber yang akurat dan catat nama atau dasar sumber informasi tersebut.

Gambar 5.37 Pelaksanan perawatan pada prasarana infrastruktur jalan dan jembatan.
Sumber: pu.go.id/Kementerian PUPR (2022)

Cermati Gambar 5.37. Pelaksanaan pekerjaan perawatan dilakukan secara rutin dan berkala dimaksudkan untuk menjaga prasarana tetap memenuhi fungsinya. Perawatan disesuaikan dengan kebutuhan yang diperlukan dan segera dilakukan bila kondisi darurat supaya tidak terjadi kerusakan yang semakin parah dan bisa mengakibatkan kegagalan struktur atau kecelakaan yang merugikan.

Perawatan pada bangunan yang dilakukan secara rutin dan berkala dimaksudkan untuk mempertahankan keandalan bangunan dari nilai penyusutan akibat tingkat kerusakannya. Pemeliharaan rutin dan berkala merupakan bagian dari perawatan yang dapat dilakukan dengan tindakan pencegahan dan aktivitas perbaikan melalui rehabilitasi, renovasi, ataupun restorasi bagian bangunan. Namun, tidak semua tindakan tersebut dilakukan pada perawatan, karena akan

tergantung juga pada fungsi konstruksi bangunannya. Beberapa contoh perawatan yang dilakukan dapat dilihat pada tabel-tabel berikut.

Tabel 5.22 Perawatan Jalan Raya

Pemeliharaan		
Rutin	**Berkala**	**Darurat**
Pemeriksaan: • permukaan jalan, • marka, • rambu.	Pemeriksaan: • *levelling* • *overlay* • *patching* • *regrooving*	• Rehabilitasi • Renovasi • Restorasi • Rekonstruksi

Sumber: Arimaya (2023)

Tabel 5.23 Perawatan Jalan Baja

Pemeliharaan		
Rutin	**Berkala**	**Darurat**
Geometri jalan: • uang bebas, dan • sambungan. Komponen jalan: • sistem penambat	Geometri jalan: • ruang bebas, • kerataan dan kelurusan, • sambungan, • lebar jalan, dan • lengkung. Komponen jalan: • rel, • wesel, • bantalan, dan • balas. Drainase: • pengerukan Perlintasan: • perlintasan sebidang	• Rehabilitasi • Renovasi • Restorasi • Rekonstruksi

Sumber: Arimaya (2023)

Tabel 5.24 Perawatan Jembatan

Pemeliharaan		
Rutin	**Berkala**	**Darurat**
• Pembersihan. • Penanganan *drainase*. • Perbaikan kerusakan kecil.	Berkala terencana: • Pembersihan keseluruhan. • Pengecatan ulang. • Penggantian lapis permukaan jalan. • Pemeliharaan *expansion joint*. • Pembersihan tumpuan perletakan. Perbaikan sederhana: • Penggantian elemen kecil. • Perbaikan sandaran. • Perkuatan bagian jembatan. • Perbaikan bangunan pengaman.	• Rehabilitasi • Renovasi • Restorasi • Rekonstruksi

Sumber: Arimaya (2023)

Tabel 5.25 Perawatan Bandara

Pemeliharaan		
Rutin	**Berkala**	**Darurat**
Landasan: • Pemeriksaan lapis perkerasan landas pacu (*cracking*). • Pemeriksaan sambungan (*jointsealdamage*).	Landasan: • Pemeriksaan kerontokan perkerasan (*disintegration*). • Pemeriksaan perubahan konstruksi (*distortion*). • Pemeriksaan kekesatan permukaan konstruksi (*skid resistance*).	• Rehabilitasi • Renovasi • Restorasi • Rekonstruksi

Sumber: Arimaya (2023)

Tabel 5.26 Perawatan Bendung Karet

Pemeliharaan		
Rutin	**Berkala**	**Darurat**
• Pembersihan sampah. • Pembersihan katup udara. • Pemeriksaan putaran katup. • Pemeriksaan pompa dan motor.	• Pemeriksaan tubuh bendung. • Pemeriksaan katup udara. • Pemeriksaan pipa pengisian dan pembuangan. • Pemeriksaan bagian bangunan pelengkap.	• Rehabilitasi • Renovasi • Restorasi • Rekonstruksi

Sumber: Arimaya (2023)

Setiap bangunan mempunyai suatu keandalan dan kegagalan yang menyertai. Akan tetapi, hal tersebut bisa diantisipasi dengan cara pencegahan dan perawatan yang tepat. Hal-hal semacam inilah yang dapat dipelajari dari Bab 5 ini.

Ringkasan

Subbab 1

Teknik Dasar Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil

- Teknik dasar merupakan teknik awal atau tata cara yang utama dalam setiap aktivitas.
- Teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan sipil mempunyai pengertian, yaitu suatu tata cara atau tahapan awal yang mendasari tindakan dalam lingkup keseluruhan dari pendataan dalam perencanaan, pelaksanaan, maupun pengawasan pada suatu proses pembangunan konstruksi bangunan sipil.
- Pengertian teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan sipil termasuk juga usaha yang mendasar dalam melakukan aktivitas tindakan menjaga dan memelihara suatu konstruksi bangunan sipil tersebut supaya tetap sesuai fungsi dan umur rencana.

Subbab 2

Jenis Peralatan atau Teknologi dalam Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Sipil

- Jenis peralatan atau teknologi dalam perencanan konstruksi bangunan sipil ada dua, yaitu pekerjaan pendataan yang terdiri dari alat tulis, alat hitung, dan penentu lokasi. Adapun untuk pekerjaan perencanaan terdiri dari alat tulis, alat hitung, alat ukur, dan alat gambar.
- Jenis peralatan dan teknologi pada konstruksi bangunan sipil tergantung dari jenis pekerjaan pelaksanaannya, yaitu pekerjaan tanah, pekerjaan beton, pekerjaan kayu, pekerjaan baja, pekerjaan aspal, dan pekerjaan pipa.
- Dari pekerjaan pendataan, perencanaan, dan pelaksanaan konstruksi, dikenal dua jenis peralatan, yaitu peralatan mekanis yang digunakan pada pekerjaan yang masih sedehana ataupun yang mempunyai volume pekerjaan sedikit, dan peralatan yang berteknologi dipergunakan pada pekerjaan yang sudah kompleks dan mempunyai volume besar dengan durasi yang panjang dan berulang dalam pelaksanaan pekerjaannya.

Subbab 3

Peralatan Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Sipil

- Peralatan dan teknologi pada pekerjaan konstruksi bangunan sipil berfungsi untuk mendukung metode kerja dalam pekerjaan perencanaan dan pelaksanaan. Pekerjaan perencanaan di dunia praktisi jasa konstruksi sudah menggunakan aplikasi BIM 7D, tetapi dalam penerapan yang bisa dilakukan pada pembelajaran SMK adalah BIM 3D dan BIM 4D.
- BIM 3D masih dalam penerapan dengan gambar rencana ke arah 3 dimensi, yaitu ruang. Adapun untuk BIM 4D sudah mengarah ke penerapan jadwal semua item pekerjaan yang ada di dalam rencana pelaksanaan dan penerapannya dilakukan sebagai integrasi dari 3D.

- Penggunaan peralatan dan teknologi pada pelaksanaan konstruksi disesuaikan dengan fungsi, efisiensi, dan efektivitas waktu pekerjaan. Ragam pekerjaan itu dapat dicermati dari kebutuhan peralatan dan teknologi yang tepat guna sesuai revolusi industri 4.0.

Subbab 4

Pekerjaan Dasar Konstruksi Bangunan Sipil

- Pekerjaan pada konstruksi bangunan sipil merupakan pekerjaan mendasar yang sama, tetapi fungsinya harus disesuaikan dengan spesifikasinya yang kemudian dikembangkan untuk mendapatkan kualitas yang sesuai dan optimal.
- Pekerjaan dasar pada konstruksi bangunan sipil adalah survei pemetaan, pekerjaan tanah, pemasangan batu kali, pemasangan dinding, pekerjaan beton, pekerjaan aspal, pekerjaan kayu, dan pekerjaan baja.

Subbab 5

Spesifikasi dan Karakteristik Bahan Bangunan Berbasis *Green Material*

- Spesifikasi dan karakteristik bahan dalam bangunan merupakan syarat dan ketentuan yang harus dipenuhi dalam pelaksanaan, sesuai kualitas dari spesifikasi teknis.
- Ada banyak pilihan spesifikasi dan karakteristik bahan. Pilihlah dengan mengutamakan fungsi atau yang berfungsi selaras dengan kelestarian lingkungan.
- Asal bahan bangunan dapat dibagi dua, yaitu bahan alami dan bahan buatan.

Subbab 6

Jenis Pekerjaan Konstruksi dalam Pelaksanaan Pekerjaan Perawatan Bangunan Sipil

- Jenis pekerjaan bangunan sipil sangat beragam, tetapi cara perawatannya cenderung sama, yaitu perawatan rutin, perawatan berkala, dan perawatan darurat (*insidentil*) yang dilakukan melalui perbaikan, rehabilitasi, renovasi, ataupun restorasi.
- Riwayat dari perawatan rutin yang terdata merupakan pedoman bangunan akan sesuai fungsi dan umur rencana.

Jawablah pertanyaan ini dengan jawaban yang kalian anggap benar!

1. Suatu proses pembuatan atau suatu proses membangun adalah ...
   a. konstruksi
   b. struktur
   c. elemen
   d. *joint*
   e. rangka
2. Pedoman awal yang menjadi tata cara dalam proses membangun adalah ...
   a. teknik dasar pelaksanaan
   b. teknik dasar pengawasan
   c. teknik dasar perawatan
   d. teknik dasar struktur
   e. teknik dasar konstruksi

3. Tata cara dalam pendataan, perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan perawatan merupakan lingkup tahapan dalam pekerjaan bangunan secara umum adalah ...
   a. teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan jalan.
   b. teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan jembatan.
   c. teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan irigasi.
   d. teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan sipil.
   e. teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan bandara.
4. Peralatan mekanis dan dengan teknologi yang digunakan dalam menulis, menggambar, mencatat data, perhitungan, menentukan lokasi, kondisi, dan situasi merupakan peralatan yang dipakai dalam ...
   a. jenis alat dalam survei pemetaan.
   b. jenis alat dalam pendataan.
   c. jenis alat dalam perencanaan.
   d. jenis alat dalam pelaksanaan.
   e. jenis alat dalam pengawasan.
5. Peralatan mekanis dan dengan teknologi yang digunakan dalam menulis, menggambar (gambar desain), perhitungan kekuatan struktur, perhitungan RAB, dan pemetaan lokasi, merupakan peralatan yang dipakai dalam ...
   a. jenis alat dalam survei pemetaan.
   b. jenis alat dalam pendataan.
   c. jenis alat dalam perencanaan.
   d. jenis alat dalam pelaksanaan.
   e. jenis alat dalam pengawasan.

6. Dalam memvisualisasikan gambar dalam wujud animasi, termasuk dalam implementasi dari teknologi perangkat lunak ...

   a. BIM 1D

   b. BIM 2D

   c. BIM 3D

   d. BIM 4D

   e. BIM 5D

7. Dalam setiap pendataan, perencanaan, dan pelaksanaan, selalu dilaksanakan pekerjaan yang sama ini dengan kepentingan untuk mendapatkan data lokasi, elevasi, dan koordinat. Apakah nama pekerjaan tersebut?

   a. survei pengukuran

   b. pekerjaan tanah

   c. pasangan batu kali

   d. pasangan dinding

   e. pekerjaan beton

8. Dalam pelaksanan pekerjaan jalan menggunakan konstruksi lentur, semua tahapan yang dilakukan adalah termasuk pekerjaan ...

   a. pemasangan batu kali

   b. pemasangan dinding

   c. pekerjaan beton

   d. pekerjaan aspal

   e. pekerjaan kayu

9. Dalam SNI 6880 Tahun 2016, diuraikan jenis beton sesuai yang ada di Indonesia. Untuk mutu beton rendah di bawah fc' 20 dan fc' 15 digunakan untuk ...

   a. beton pratekan dan lantai kerja

   b. beton pratekan dan beton bertulang

   c. beton bertulang dan struktur beton tanpa tulangan

d. beton bertulang dan lantai kerja

e. struktur beton tanpa tulangan dan lantai kerja

10. Jenis perawatan pada lubang di konstruksi jalan yang dilakukan dengan cara di-*patching* termasuk dalam perawatan ...

a. rutin

b. berkala

c. darurat rehabilitasi

d. darurat renovasi

e. darurat restorasi

G. Pengayaan

Materi pada Bab 5 tentunya akan menambahkan pengetahuan dalam memahami dan menerapkan dasar konstruksi pada bangunan sipil. Berdasarkan pengalaman pembelajaran yang kalian miliki dari hasil diskusi dan pembacaan materi di atas, silakan jawab pertanyaan di bawah ini dengan tepat.

1. Berdasarkan pengetahuan pembelajaran yang kamu lakukan di sekolah, apa yang dimaksud dengan teknik dasar pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi dan perawatan yang harus dipahami? Jelaskan pendapatmu!

2. Berdasarkan pengetahuan dan praktik pembelajaran yang kamu miliki dan lakukan di sekolah, apa jenis peralatan dan teknologi dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi bangunan sipil? Silakan jelaskan!

3. Berdasarkan pengetahuan pembelajaran yang kamu lakukan di sekolah, apakah pengenalan dan praktik singkat yang terkait dengan peralatan dan teknologi yang digunakan dalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi bangunan sipil akan membantu mempermudah memahami jenis peralatan yang sesuai pekerjaannya? Jelaskan pendapatmu!

4. Berdasarkan pengetahuan pembelajaran yang kamu miliki dan lakukan di sekolah, apakah dengan mempelajari pekerjaan dasar konstruksi dapat membatu memahami setiap jenis pekerjaan yang dilakukan pada pekerjaan bangunan sipil bahwa ada jenis pekerjaan yang sama dan ada yang berbeda? Silakan jelaskan pendapatmu mengenai perbedaan dan persamaan pada satu jenis pekerjaan!
5. Berdasarkan pengetahuan pembelajaran yang kamu miliki dan lakukan di sekolah, memahami spesifikasi dan karakteristik bahan bangunan dengan berbasis *green materia*l, dapatkah membuatmu menyadari bahwa kelestarian lingkungan juga perlu diutamakan? Silakan jelaskan pendapatmu!
6. Berdasarkan pengetahuan dan praktik pembelajaran yang kamu miliki dan lakukan di sekolah, bagaimana upayamu untuk bisa memahami dan menerapkan berbagai jenis pekerjaan konstruksi yang mendasari pelaksanaan pekerjaan perawatan bangunan sipil? Silakan jelaskan pendapatmu!

Berdasarkan pengalaman pembelajaran yang kamu miliki, apabila ingin melakukan efisiensi dan efektivitas dari setiap jenis pekerjaan, kamu harus mengetahui dan memahami teknik dasar pada jenis pekerjaan dengan metode pelaksanaan yang sesuai dan dapat menjaga konstruksi serta kelestarian lingkungannya.

H. Refleksi

Setelah mempelajari Bab 5, diharapkan pengetahuanmu akan bertambah. Terutama pengetahuan yang terkait dengan dasar konstruksi bangunan, yaitu memahami teknik dasar konstruksi dan perawatan bangunan sipil; melaksanakan pengenalan dan praktik singkat yang terkait dengan peralatan/teknologi yang digunakan di dunia kerja, termasuk perencanaan dan pelaksanaan konstruksi bangunan sipil; memahami pekerjaan dasar konstruksi bangunan sipil; memahami spesifikasi dan karakteristik bahan bangunan dengan berbasis *green material*; serta memahami berbagai jenis pekerjaan konstruksi yang mendasari pelaksanaan pekerjaan perawatan bangunan sipil.

Dari seluruh materi Bab V yang sudah dijelaskan, menurutmu mana yang masih dirasakan paling sulit untuk dipahami dan diterapkan di dalam pembelajaran? Silakan diskusikan kesulitan tersebut dengan teman maupun gurumu. Materi-materi pada Bab 5 ini akan menjadi pengetahuan dasarmu dalam memahami dasar konstruksi bangunan.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Buku Dasar-Dasar Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil
untuk SMK/MAK Kelas X
Penulis : Naniek Sulistyowati, Galeh Nur Indriatno Putra Pratama, dan Dhar Heri Arimaya
ISBN : 978-623-194-525-9 (PDF)

BAB 6

Ukur Tanah

A. Tujuan Pembelajaran

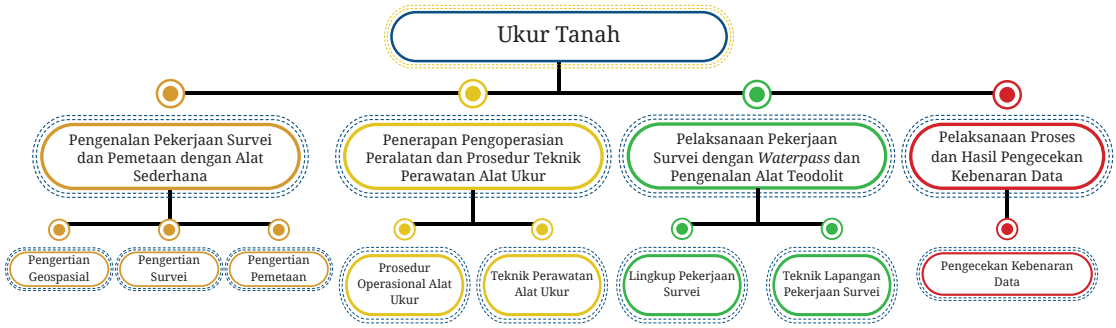
Setelah mempelajari materi pada mata pelajaran ini, diharapkan peserta didik mampu:

1. memahami cara pengoperasian dan prosedur teknik perawatan peralatan pengukuran;
2. memahami teknik/metode pelaksanaan pengukuran;
3. melaksanakan pengukuran tanah dengan menggunakan alat ukur tanah manual dan digital; serta
4. memahami teknik perhitungan dan penyajian data hasil pengukuran.

B. Kata Kunci

geospasial, survei, *surveyor*, pemetaan, ukur tanah, pekerjaan konstruksi

C. Peta Konsep



Gambar 6.1 Peta Konsep.
Sumber: Galeh (2023)

D. Apersepsi

Keterampilan seseorang yang berprofesi sebagai *surveyor* pada saat ini dirasa sangat dibutuhkan oleh dunia kerja. Hal ini terlihat melalui banyaknya proyek infrastruktur di Indonesia, baik dari swasta maupun pemerintah yang memerlukan keterampilan dan keahlian konsultan perencana, konsultan pelaksana, dan konsultan manajemen konstruksi.

Seorang *surveyor* dituntut untuk dapat memahami cara pengoperasian dan prosedur teknik perawatan peralatan pengukuran, memiliki keterampilan dan pengetahuan dalam melakukan teknik/metode pelaksanaan pengukuran, memiliki keterampilan dalam pengukuran tanah dengan menggunakan alat ukur manual maupun digital, serta menguasai teknik perhitungan dan penyajian data hasil pengukuran.

Kesempatan untuk menjadi seorang *surveyor* sangat terbuka bagi siswa lulusan SMK. Apalagi perkembangan teknologi digital telah menciptakan inovasi berbagai peralatan dan perangkat lunak yang dapat mendukung kerja seorang *surveyor* agar menjadi lebih cepat, akurat, dan efektif. Semua hal yang terkait dengan kemampuan dasar dalam teknik penggunaan hingga perawatan peralatan ukur tanah tersebut akan dijelaskan dan dipraktikkan bersama-sama dengan siswa serta bimbingan dari guru. Penjelasannya tersaji dalam Bab 6 ini.

Setelah lulus dari SMK, tentu sudah terbayangkan lapangan pekerjaan apa yang akan digeluti sesuai dengan kompetensi yang dimiliki. Lalu, coba renungkan, bagaimana awal mula pembangunan suatu kawasan, bangunan keairan, jembatan, atau gedung bertingkat? Profesi apa yang dalam pekerjaannya menggunakan rompi berwarna hijau neon atau oranye dengan garis *scotlite* dan bertugas meneropong seraya memberikan aba-aba kepada rekannya yang sedang memegang tiang bertuliskan angka tertentu?

Ya, benar sekali. Orang itu adalah seseorang yang berprofesi sebagai juru ukur atau *surveyor*. Menurutmu, apa peran seorang juru ukur pada awal dimulainya kegiatan suatu proyek konstruksi? Seberapa penting keberadaan seorang juru ukur pada kegiatan suatu proyek konstruksi?

Gambar 6.2 Profesi juru ukur (*surveyor*).
Sumber: kitapunya.net/StefaNikolic (2019)

Pertanyaan Pemantik

Menurutmu, apa saja peralatan yang dibutuhkan seorang juru ukur atau *surveyor*? Bagaimana cara merawat peralatan tersebut?

Jawaban:

.....

.....

Setelah mengetahui tentang beberapa peralatan yang dibutuhkan oleh seorang juru ukur atau *surveyor* dan cara merawatnya, menurutmu apakah terdapat SOP pengoperasian khusus untuk peralatan tersebut? Apakah seorang juru ukur atau *surveyor* harus memahami teknik/metode pelaksanaan pengukuran?

Jawaban:

.....

.....

Apabila teknik/metode pelaksanaan pengukuran telah dikuasai, apa saja yang perlu dipersiapkan untuk melaksanakan pengukuran (survei) menggunakan alat ukur, baik manual maupun digital?

Jawaban:

.....

.....

Setelah melakukan persiapan dan mendapatkan data hasil pengukuran (survei), upaya apa yang harus dilakukan untuk dapat menyajikan data hasil pengukuran tersebut?

Jawaban:

.....

.....

E. Materi dan Kegiatan Pembelajaran

1. Pengenalan Pekerjaan Survei dan Pemetaan dengan Alat Sederhana

a. Apakah yang Dimaksud dengan Geospasial?

Kehadiran berbagai teknologi, mulai dari aplikasi *map*, GPS, hingga aplikasi *area calculator* tentu sangat membantu untuk mengidentifikasi, menghitung, dan menentukan posisi, letak, serta luasan suatu wilayah. Secara tidak langsung, berbagai teknologi tersebut memiliki keterkaitan dengan pengukuran (survei) yang dapat mempermudah untuk menentukan titik lokasi atau koordinat, mengidentifikasikan bentuk permukaan tanah, dan mengetahui dimensi atau penampang suatu bidang.

Geospasial bisa disebut "ruang kebumian". Kata ini berasal dari kata *geo* yang berarti "Bumi" dan *spasial* yang berarti "suatu ruang ataupun tempat". Jika kedua kata digabungkan, pengertiannya adalah suatu aspek keilmuan yang memiliki hubungan dengan ruang/tempat serta dapat menunjukkan suatu posisi, letak, hingga lokasi suatu objek yang berada di Bumi. Geospasial dalam ilmu geomatika selalu dikaitkan dengan sistem koordinat untuk menentukan posisi, letak, dan lokasi suatu objek. Hal ini terkait dengan profesi seorang juru ukur atau *surveyor*.

b. Apakah yang Dimaksud dengan Survei?

Apabila ingin membangun suatu gedung di kawasan lahan terbuka, yaitu lahan yang belum banyak terdapat bangunan lain di sekitarnya, pasti akan terdapat kesulitan menentukan posisi, letak, dan lokasi. Apalagi jika belum terdapat informasi-informasi terkait koordinat lokasi persil/lahan yang akan dibangun. Hal ini kemudian menjadi tugas utama seorang *surveyor* untuk memberikan informasi yang valid atau tepat akan koordinat suatu lokasi persil/lahan yang akan mengalami pekerjaan konstruksi.

Survei dalam ilmu ukur tanah memiliki pengertian sebagai suatu teknik/keterampilan dalam bekerja yang bertujuan memberikan informasi mengenai data hasil pengukuran berupa koordinat maupun dimensi suatu objek yang berada di Bumi. Pendekatan teknik survei dalam ilmu ukur tanah selalu digunakan oleh *surveyor*. Dengan demikian, akan lebih cepat didapatkan data-data yang terkait dengan penentuan posisi, letak, dan lokasi suatu objek.

Data hasil survei selalu digunakan sebagai acuan dalam melakukan pekerjaan perencanaan di bidang konstruksi. Dengan demikian, data yang disajikan merupakan data aktual dan valid sesuai kondisi di lapangan.

c. Apakah yang Dimaksud dengan Pemetaan?

Pemetaan berasal dari kata "peta", yang bermakna suatu gambar atau lukisan yang representatif untuk menunjukkan letak suatu objek pada suatu wilayah tertentu. Pemetaan dalam ilmu ukur tanah memiliki makna suatu proses yang bertujuan untuk memberikan informasi. Baik itu melalui gambar ataupun *plotting* koordinat yang representatif guna menunjukkan suatu letak, jarak, hingga kontur tanah pada suatu wilayah.

Melalui hasil pemetaan yang dilakukan oleh seorang *surveyor*, dapat dihasilkan informasi penting mengenai tapak suatu lahan/kawasan. Guna mendapatkan hasil pemetaan yang akurat, seorang *surveyor* harus terampil melakukan pengoperasian alat, seperti *waterpass, total station,* dan teodolit. Dengan menggunakan alat-alat tersebut akan didapatkan data yang kemudian akan diolah sehingga dapat disajikan hasil pemetaan yang komprehensif.

Mari Cari Tahu

Silakan tanyakan kepada guru atau temanmu. Carilah informasi tentang bidang apa saja yang memerlukan pekerjaan seorang *surveyor* di dunia konstruksi? Lalu, apa saja poin pekerjaan yang harus dilakukan oleh seorang *surveyor* dalam pekerjaan tersebut? Kamu juga bisa mencari informasi tersebut melalui internet dan sumber lainnya.

Pertanyaan Pemantik

Gambar 6.3 Juru ukur atau *surveyor* 1.
Sumber: agniakhassaarkananta.com/freepik (2023)

Gambar 6.4 Juru ukur atau *surveyor* 2.
Sumber: nindyakarya.co.id/NINDYA (2020)

Coba diskusikan gambar di atas. Adakah perbedaan di antara dua juru ukur (*surveyor*) tersebut? Jika ada, apa yang membuat keduanya berbeda?

Jawaban:

.....

.....

.....

d. Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia untuk Seorang *Surveyor*

Juru ukur atau *surveyor* merupakan salah satu profesi penting dalam terwujudnya suatu pekerjaan. Baik pada pekerjaan rumah, gedung, bangunan air, jalan, hingga jembatan. Seorang *surveyor* profesional haruslah memiliki latar belakang pendidikan minimal SMK yang berkompetensi sesuai bidangnya. Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) untuk seorang *surveyor* adalah sebagai berikut.

1) Menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan di lokasi kerja;
2) melakukan komunikasi dalam proses pengukuran;
3) mengoperasikan persiapan pengukuran;

4) mengoperasikan pemetaan situasi;

5) melakukan pengukuran *stake out*;

6) mengevaluasi hasil pekerjaan pengukuran; dan

7) membuat laporan pengukuran.

e. Pengembangan Keterampilan di Bidang Juru Ukur

Seorang lulusan SMK tentunya dapat mengembangkan keterampilan di bidang juru ukur. Beberapa di antaranya sebagai berikut.

1) Survei Terestris

Seorang *surveyor* terestris bertugas menentukan ukuran dan bentuk sebagian kecil dari permukaan Bumi. Profesi ini seringkali dijumpai di tenaga lapangan BPN serta beberapa Kementerian dan Lembaga yang terkait dengan pekerjaan pengukuran.

Survei terestris bertujuan mengumpulkan data terkait ukuran, dimensi, posisi, koordinat, bentuk, dan kontur di permukaan Bumi. Juga melakukan pemantauan secara berkala apabila terdapat perubahan.

Gambar 6.5 Juru ukur terestris.
Sumber: frastatraining.com/frasta (2020)

Peralatan yang sering digunakan dalam survei terestris adalah alat ukur otomatis maupun digital, seperti *total station*. Apabila ingin menekuni profesi ini setelah lulus SMK, tentunya harus memiliki pengalaman terlebih dahulu/magang menjadi seorang *surveyor*. Adapun unit kompetensi yang wajib dimiliki oleh seorang *surveyor* terestris adalah sebagai berikut.

a) Menentukan kriteria kualitas data;

b) melakukan perencanaan pekerjaan survei dan atau pemetaan informasi geospasial;

c) melakukan jaminan kualitas kegiatan;

d) mengidentifikasi kebutuhan substansi pekerjaan informasi geospasial kewilayahan;

e) melakukan kontrol kualitas;

f) menyimpan data dan informasi hasil pengukuran dan pengolahan;

g) menyusun laporan akhir;

h) melakukan pengukuran faktor bahaya di tempat kerja; serta

i) mengelola pertolongan pertama pada kecelakaan di tempat kerja.

Adapun jenis-jenis pekerjaan yang terkait dengan profesi *surveyor* terestris dapat dilihat pada pindaian berikut. Silakan pindai kode respons cepat pada Gambar 6.6 untuk melanjutkan kegiatan pembelajaran.

Gambar 6.6 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang jenis-jenis pekerjaan yang terkait dengan profesi *surveyor* terestris.

2) Survei Hidrografi

Hidrografi adalah cabang ilmu terapan yang terkait dengan pengukuran dan deskripsi fitur fisik samudera, laut, pesisir, danau, dan sungai. Deskripsi dan pengukuran ini dilengkapi juga dengan prediksi perubahan dari waktu ke waktu. Tujuan utamanya adalah demi keselamatan navigasi dan mendukung semua kegiatan laut lainnya, termasuk pembuatan bangunan keairan.

Survei hidrografi adalah pengukuran untuk menggambarkan permukaan dasar laut. Pengukuran tersebut ada hubungannya dengan daratan, seperti mengukur ketinggian pasang surut air laut. Alat yang digunakan dapat bersentuhan langsung dengan air. Misalnya, pemancar radar yang ditempatkan pada bawah kapal yang digunakan untuk mengukur kedalaman laut.

Gambar 6.7 Juru ukur hidrografi.
Sumber: oceanovision.com/BERKAH (2019)

3) Fotogrametri

Fotogrametri adalah pembuatan peta menggunakan foto udara. Pembuatan foto udara dilakukan dengan menggunakan pesawat terbang atau *drone* (pesawat tanpa awak) yang memotret dari ketinggian yang sama. Foto-foto tersebut kemudian disusun menjadi sebuah foto besar berupa peta fotogrametri.

Gambar 6.8 Fotogrametri.
Sumber: misterukur.com/Iggoy Al Fitra (2023)

4) Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah salah satu cara pembuatan peta berdasarkan data hasil pengamatan satelit terhadap permukaan Bumi tanpa berhubungan langsung dengan objek yang diamati. Peta yang dihasilkan merupakan pancaran radiasi elektromagnetik yang dipantulkan Bumi. Peta tersebut disebut sebagai peta citra.

Subbagian penginderaan jauh mengharuskan lulusan SMK memiliki pengalaman kerja 1 tahun dan sertifikat kompetensi level 3 dengan jabatan operator penginderaan jauh.

Gambar 6.9 Peta citra.
Sumber: goodnewsfromindonesia.id/Peta Citra Satelit (2019)

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai jumlah tema diskusi di bawah. Dalam satu kelompok maksimal beranggotakan 4 orang. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi seputar tugas dan produk dari seorang juru ukur atau *surveyor*, sesuai kelompok pekerjaan bidang konstruksi di bawah ini. Kamu juga bisa mencari informasi melalui internet dan sumber lainnya.

Gambar 6.10 Diskusi kelompok terkait pekerjaan bidang konstruksi.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

f. Peralatan yang Dibutuhkan Seorang Juru Ukur

Setelah mengetahui dan dapat melakukan identifikasi pekerjaan juru ukur, baik pada bidang konstruksi maupun lainnya, sekarang kita lakukan identifikasi pada peralatan yang dibutuhkan oleh seorang juru ukur atau *surveyor*.

Menurutmu, peralatan apa saja yang dibutuhkan oleh seorang juru ukur atau *surveyor* untuk menunjang pekerjaannya di bidang konstruksi bangunan gedung? Pastinya dibutuhkan beberapa peralatan yang bersifat manual dan digital, seperti meteran, pita ukur, rambu ukur, *waterpass*, dan *total station*. Mari kita pelajari lebih jauh tentang peralatan yang diperlukan seorang juru ukur atau *surveyor*. Silakan pindai kode respons cepat pada Gambar 6.11 untuk melanjutkan kegiatan pembelajaran.

Gambar 6.11 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang peralatan yang diperlukan seorang juru ukur atau *surveyor*.

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai jumlah tema diskusi di bawah. Satu kelompok maksimal beranggotakan 4 orang. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi tentang peralatan apa saja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas seorang juru ukur berdasarkan karakteristik pekerjaan di bawah ini. Jelaskan juga fungsi/kegunaan peralatan tersebut. Kamu juga bisa mencari informasi melalui internet dan sumber lainnya.

Kelompok	Jenis Pekerjaan	Peralatan yang Dibutuhkan	Fungsi/ Kegunaan
1	Juru ukur pada pekerjaan konstruksi bangunan gedung.		
2	Juru ukur pada pekerjaan pertambangan.		
3	Juru ukur pada pekerjaan jalan tol.		
4	Juru ukur pada pekerjaan jembatan.		
5	Juru ukur pada instansi BPN.		

2. Penerapan Pengoperasian Peralatan dan Prosedur Teknik Perawatan Alat Ukur

a. Apakah yang Dimaksud dengan Prosedur Operasional?

Setiap kali kamu bepergian menggunakan moda transportasi umum, seperti kereta api maupun pesawat, tentunya kamu akan melakukan hal-hal berikut secara berurutan. Kamu akan memesan tiket terlebih dahulu, berangkat minimal 45 menit lebih awal, menunjukkan kartu identitas dan tiket sebelum memasuki stasiun, kemudian duduk pada kursi sesuai nomor pada tiket pemesanan. Urutan langkah-langkah tersebut menggambarkan prosedur

operasional standar ketika kamu akan bepergian menggunakan moda transportasi umum.

Sama halnya dengan deskripsi di atas, ketika kamu akan melakukan praktik ukur tanah, tentunya terdapat langkah-langkah mengoperasikan alat dan bagaimana cara menjaga alat tersebut agar lebih awet. Dari sini dapat dideskripsikan bahwa prosedur operasional standar merupakan suatu alur atau cara/langkah/tahapan kerja yang sudah menjadi standar dan dapat digunakan sebagai suatu petunjuk teknis pelaksanaan. Prosedur operasional standar seringkali tertulis secara deskriptif. Namun, ada juga prosedur operasional standar yang tersampaikan secara tidak langsung. Seperti prosedur operasional standar untuk membawa peralatan alat ukur tanah dan menyimpannya.

b. Apakah yang Dimaksud dengan Teknik Perawatan?

Selain mengetahui dan memahami langkah-langkah prosedur operasional standar dalam penggunaan alat ukur tanah, tentunya *user*/pengguna alat tersebut juga harus memiliki pengetahuan tentang perawatan alat yang digunakannya. Perawatan peralatan juga termasuk dalam implementasi K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja). Dengan demikian, teknik perawatan dalam penggunaan alat ukur tanah merupakan suatu langkah kerja atau aktivitas yang harus dilakukan berkala dengan tujuan memperlambat terjadinya kerusakan pada suatu alat ataupun pengurangan fungsi akibat penggunaan yang tidak sesuai peruntukan.

Contoh teknik perawatan penggunaan alat ukur adalah ketika menggunakan sipat datar pada saat cuaca panas dan matahari bersinar terik. Dalam situasi tersebut seyogianya ada payung yang digunakan untuk menutupi nivo pada sipat datar. Tujuannya agar zat cair di dalam nivo tidak cepat menguap akibat pengaruh panas matahari secara langsung.

Pertanyaan Pemantik

Gambar 6.12 *Surveyor* dan peralatan 1.
Sumber:medium.com/inkflo (2016)

Gambar 6.13 *Surveyor* dan peralatan 2.
Sumber: landsurveyorsunited.com/Arnel M. Domag (2012)

Perhatikan dua gambar tersebut. Coba diskusikan, apakah *surveyor* pada dua gambar tersebut sudah menerapkan prinsip perawatan dan penggunaan peralatan dengan benar? Silakan uraikan alasannya!

Jawaban:

.....

.....

c. Prosedur Operasional untuk Peralatan Utama dan Penunjang

Profesi juru ukur atau *surveyor* merupakan salah satu profesi yang penting di dalam keberlangsungan suatu pekerjaan konstruksi. Oleh karena itu, ketepatan hasil pekerjaan seorang juru ukur sangat berpengaruh pada kualitas pekerjaan selanjutnya.

Pada bahasan sebelumnya, dijelaskan tentang keberagaman peralatan utama dan peralatan penunjang kerja seorang juru ukur. Dengan demikian, seorang juru ukur selain harus terampil dan ahli menggunakan semua peralatan tersebut, dia juga harus dapat menjalankan seluruh tahapan kerja sesuai prosedur operasional standar yang ada.

Penjelasan tentang prosedur operasional untuk peralatan utama dan penunjang seorang juru ukur atau *surveyor* dijelaskan tersendiri. Silakan pindai kode respons cepat pada Gambar 6.14 untuk melanjutkan kegiatan pembelajaran.

Gambar 6.14 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang prosedur operasional untuk peralatan utama dan peralatan penunjang seorang juru ukur atau *surveyor*.

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai jumlah tema diskusi di bawah. Satu kelompok maksimal beranggotakan 4 orang. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi dan melakukan analisis tentang bagaimana tahapan kerja (SOP) untuk penggunaan peralatan penunjang yang paling tepat bagi seorang juru ukur atau *surveyor* yang jenis pekerjaannya tertulis pada tabel di bawah. Uraikan alasannya. Kamu juga bisa mencari informasi melalui internet dan sumber lainnya.

Kelompok	Jenis Pekerjaan	Peralatan yang Dibutuhkan	SOP Penggunaan Peralatan
1	Juru ukur pada pekerjaan konstruksi bangunan gedung.		
2	Juru ukur pada pekerjaan pertambangan.		
3	Juru ukur pada pekerjaan jalan tol.		

4	Juru ukur pada pekerjaan jembatan.		
5	Juru ukur pada instansi BPN.		

Setelah dapat menganalisis apa saja dan bagaimana tahapan kerja (SOP) untuk penggunaan peralatan penunjang profesi juru ukur atau *surveyor* sesuai karakteristik peralatan yang ada, saatnya mengetahui dan memiliki keterampilan untuk melakukan teknik perawatan peralatan juru ukur atau *surveyor* tersebut. Sebelum melakukan perawatan, harus dipahami dan dikenali potensi kerusakan yang terdapat dalam alat juru ukur atau *surveyor*. Silakan pindai kode respons cepat pada Gambar 6.15 untuk melanjutkan kegiatan pembelajaran.

Gambar 6.15 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang potensi kerusakan yang terdapat dalam alat ukur juru ukur atau *surveyor*.

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai jumlah tema diskusi di bawah. Satu kelompok maksimal beranggotakan 4 orang. Setiap kelompok dipersilakan mencari informasi dan melakukan analisis tentang Standar Operasional Prosedur untuk perawatan peralatan penunjang profesi juru ukur atau *surveyor* di bawah ini yang paling tepat. Uraikan alasannya. Kamu juga bisa mencari informasi melalui internet dan sumber lainnya.

Kelompok	Jenis Pekerjaan	Peralatan yang Dibutuhkan	SOP Penggunaan Peralatan
1	Juru ukur pada pekerjaan konstruksi bangunan gedung.		
2	Juru ukur pada pekerjaan pertambangan.		
3	Juru ukur pada pekerjaan jalan tol.		
4	Juru ukur pada pekerjaan jembatan.		
5	Juru ukur pada instansi BPN.		

3. Pelaksanaan Pekerjaan Survei dengan *Waterpass* dan Pengenalan Teodolit

a. Bagaimanakah Lingkup Pekerjaan Survei?

Pekerjaan survei dapat diidentikkan dengan pekerjaan pengukuran, pemetaan, hingga kegiatan pengumpulan data pada suatu daerah hingga wilayah. Lingkup pekerjaan survei ini dapat dilakukan pada bidang geologi, geodesi, pertanian, perkebunan, hingga bidang lainnya.

Miliki pengetahuan terkait alat-alat ukur yang digunakan, termasuk keterampilan operasional alat-alat ukur tersebut ketika berencana melaksanakan pekerjaan survei. Pengetahuan tentang operasional alat-alat ukur tersebut, membuatmu dapat menyesuaikan kebutuhan peralatan penunjang pekerjaan. Seperti kapan dilakukan pengukuran menggunakan *waterpass* dan kapan menggunakan teodolit.

Hasil pengukuran menggunakan *waterpass* dan teodolit dapat digunakan untuk menganalisis luasan area, jarak, serta kondisi kontur pada kawasan yang telah diukur. Setelah mempelajari subbab ini diharapkan siswa akan mendapatkan kompetensi berupa keterampilan penggunaan *waterpass* dan teodolit.

b. Apa Saja Teknik Lapangan untuk Pekerjaan Survei?

Teknik lapangan yang harus dimiliki dan dikuasai oleh seorang *surveyor* adalah bagaimana cara melakukan analisis kebutuhan kerja berdasar-kan kondisi di lapangan. Analisis kebutuhan kerja pada pekerjaan ukur tanah secara umum terdiri atas kemampuan perencanaan lapangan, kemampuan mempersiapkan peralatan dukung, kemampuan adaptasi lapangan, dan kemampuan bertahan di lapangan. Seluruh kemampuan tersebut harus dimiliki agar rencana pekerjaan dapat didesain dengan baik dan pekerjaan yang akan dilakukan dapat berjalan optimal.

Selain itu, diperlukan juga jam terbang atau pengalaman yang cukup terkait penguasaan medan pada saat proses pekerjaan berlangsung. Bagi lulusan SMK, hal ini tidak perlu terlalu dikhawatirkan karena pengalaman akan diperoleh ketika melakukan praktik pembelajaran di kelas bersama teman sejawat dan didampingi guru pembimbing.

Pertanyaan Pemantik

Gambar 6.16 Rancangan denah ruangan dalam suatu bangunan.
Sumber: adhyaksapersada.co.id/Athar Rashid (2022)

Gambar 6.17 Gambar fasad depan rumah.
Sumber: solusiruma.com (2019)

Coba diskusikan dua gambar di atas. Apakah kedua gambar tersebut merupakan bagian dari pekerjaan survei? Apa saja yang harus dikuasai dan dipersiapkan oleh seorang *surveyor*? Uraikan alasannya!

Jawaban:

.....

.....

Setelah lulus SMK dan memiliki bekal untuk menjadi seorang juru ukur (*surveyor*), jangan lewatkan peluang berkarir mulai dari pekerja di divisi lapangan hingga menjadi top *manager* melalui segudang pengalaman yang berawal dari seorang *surveyor*. Oleh karena itu, perlu dimiliki cukup kompetensi dasar agar terampil menggunakan beberapa peralatan, seperti sipat datar (*waterpass*) dan sipat ruang (teodolit).

Kali ini, cobalah menyelesaikan permasalahan simulasi di lapangan. Tujuannya adalah membuatmu mampu melakukan deskripsi beda tinggi melalui sipat datar. Teknik pengukuran beda tinggi melalui sipat datar adalah cara pengukuran (proses) untuk menentukan tinggi titik/evaluasi atau menentukan beda tinggi antara titik yang satu dengan titik-titik lainnya. Tinggi titik-titik itu ditentukan terhadap suatu bidang persamaan, yang pada umumnya disebut bidang nivo pada permukaan air laut rata-rata.

1) Cara Penentuan Tinggi Titik

Cara penentuan beda tinggi/tinggi titik dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara barometris, trigonometris, dan sipat datar. Penjelasan untuk tiga cara tersebut adalah sebagai berikut.

a) Cara barometris, merupakan cara yang sangat tidak teliti karena pengukuran dilakukan berdasarkan tekanan atmosfer udara. Padahal, tekanan atmosfer udara di tiap-tiap tempat tidak sama.

b) Cara trigonometris, merupakan cara yang lebih baik daripada cara barometris, tetapi tetap masih kurang teliti karena dilakukan dengan mengukur sudut elevasi (m) atau depresi (d) dan sudut zenith (z) dari garis penghubung dua titik yang akan diukur beda tingginya.

c) Cara sipat datar, merupakan cara yang lebih baik dari kedua cara di atas, karena pengukuran menggunakan alat sipat datar disesuaikan dengan pedoman pada sipat gaya berat. Sipat datar ini bisa menggunakan *waterpass* atau selang plastik. Silakan pindai kode respons cepat pada Gambar 6.18 untuk melanjutkan kegiatan pembelajaran.

Gambar 6.18 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang potensi kerusakan yang terdapat dalam alat ukur juru ukur atau *surveyor*.

Cara penentuan beda tinggi yang paling teliti adalah dengan alat sipat datar optik. Ada beberapa jenis instrumen sipat datar yang digunakan untuk pengukuran, di antaranya sebagai berikut.

a) Sipat Datar Jenis Y

Sipat datar jenis Y terdiri sebuah teropong yang didukung oleh penyangga berbentuk huruf Y. Teropong ini dapat diangkat dari penopang dan diputar ujungnya dengan cara melepas pasak pengancing bagian atas penopang teropong. Alat ini memiliki banyak bagian yang dapat disetel pada waktu pengukuran.

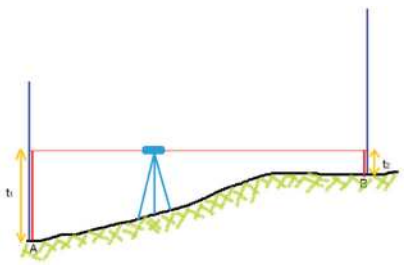
b) Sipat Datar Otomatik

Sipat datar otomatik mempunyai prisma kompensator yang terdapat di dalam teropong. Prisma kompensator berfungsi membuat garis bidik tetap mendatar walaupun teropong kurang mendatar. Jadi, hal ini berbeda dengan sipat lainnya yang menggunakan pertolongan nivo tabung untuk membuat garis bidik mendatar. Pada sipat datar otomatik hanya terdapat satu nivo, yaitu nivo kotak.

2) Pengukuran Beda Tinggi antara Dua Titik

Ketinggian permukaan air sering juga disebut bidang nivo. Permukaan bidang nivo ini sebenarnya melengkung, tetapi titik yang ada di permukaan air mempunyai ketinggian yang sama sehingga bidang ini disebut bidang nivo.

Cara membuat pertolongan bidang datar atau bidang nivo adalah dengan menggunakan hukum gaya berat. Akibat dari pengaruh gaya berat ini, permukaan air menjadi datar, sehingga alat sipat datar berpedoman pada sifat gaya berat. Arah gaya berat ini dinamakan arah vertikal. Adapun bidang yang tegak lurus arah gaya berat dinamakan bidang horizontal.



Gambar 6.19 Pengukuran beda tinggi menggunakan sipat datar.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

Pekerjaan ini paling sedikit dilakukan oleh dua orang, yaitu seorang juru ukur dan seorang pembantu juru ukur yang bertugas sebagai pemegang rambu. Berikut adalah langkah-langkah yang perlu dilakukan.

a) Pasang patok pada titik A dan B yang akan diukur perbedaan tingginya.
b) Dirikan kaki pesawat di tengah-tengah antara A dan B.
c) Pasang pesawat di atas kakinya dan disetel.
d) Pasang rambu ukur di atas patok titik A tegak lurus/arah gaya berat.
e) Arahkan pesawat pada rambu di titik A sebagai rambu belakang kemudian baca benang tengah, benang atas, dan benang bawah, lalu catat hasilnya pada daftar ukur.
f) Pasang/pindahkan rambu ukur di atas titik B tegak lurus.
g) Putar pesawat searah jarum jam ke rambu muka titik B kemudian baca benang tengah, benang atas, dan benang bawah, lalu catat hasilnya pada daftar ukur.

Mari Diskusi

Buatlah kelompok sesuai jumlah tema diskusi di bawah. Satu kelompok maksimal beranggotakan 5 orang. Setiap kelompok dipersilakan mempraktikkan pengukuran beda tinggi dengan peralatan sipat datar dan selang plastik. Minimal terdapat 2 titik beda tinggi untuk masing-masing alat. Titik koordinat tiap kelompok tidak boleh sama. Silakan uraikan langkah-langkahnya bersama anggota kelompok.

Setelah melakukan praktik pengukuran beda tinggi dengan peralatan sipat datar dan selang plastik, sekarang saatnya mencoba menggunakan alat teodolit. Seperti pada bab sebelumnya, perbedaan antara teodolit dengan *waterpass* adalah pada kebutuhan pengukuran di lapangan berdasarkan *output* data yang akan dicari; apakah

merupakan beda tinggi atau hingga pada penentuan besaran suatu sudut. Sebelum teodolit dipakai, perhatikan urutan langkah-langkah berikut.

1) Panjangkan tiga kaki statif hingga sama panjang.
2) Dirikan statif hingga membentuk sudut ± 60°, setinggi dada kira-kira di atas titik yang ada di bawah.
3) Ambil pesawat dari tempatnya dan letakkan di atas statif dan kuatkan dengan sekrup pengunci statif.
4) Letakkan *center point* tepat masuk pada titik.
5) Setel nivo kotak dengan cara memanjangkan atau memendekkan statif, sesuai dengan kedudukan gelembung nivo, hingga gelembung nivo masuk pada lingkaran garis lurus.
6) Setel nivo tabung dengan cara berikut. Nivo tabung dibuat sejajar dengan dua sekrup pengatur dan buat gelembung nivo berada di tengah-tengah dengan dua sekrup tadi. Putar pesawat ±90° dan gelembung nivo dibuat di tengah-tengah dengan sekrup pengatur ketiga. Ulangi pekerjaan ini hingga gelembung nivo selalu berada di tengah-tengah tiap pesawat yang diputar.
7) Cek semua lalu pastikan penyetelan pesawat sudah sesuai petunjuk.

Diketahui bahwa pembacaan sudut pada teodolit adalah hal yang sangat penting dalam pelaksanaan pengukuran. Pembacaan sudut tersebut meliputi sudut datar (sudut horizontal) dan sudut tengah (sudut vertikal). Tidak kalah penting adalah pembacaan sudut pada teodolit kern dan pengukuran poligon tertutup. Silakan pindai kode respons cepat pada Gambar 6.20 berikut untuk melanjutkan kegiatan pembelajaran.

Gambar 6.20 Kode respons cepat materi pembelajaran tentang pembacaan sudut pada teodolit, teodolit kern, dan pengukuran poligon tertutup.

Mari Diskusi

Buatlah kelompok dengan anggota maksimal 5 orang per kelompok. Setiap kelompok dipersilakan mempraktikkan pengukuran beda tinggi dengan peralatan sipat ruang (teodolit). Buatlah simulasi untuk poligon tertutup. Minimal terdapat 6 titik, mulai dari P_0 sampai dengan P_6. Uraikan langkah-langkahnya bersama anggota kelompok.

4. Pelaksanaan Proses dan Hasil Pengecekan Kebenaran Data

a. Apakah yang Dimaksud dengan Pengecekan Kebenaran Data?

Apabila telah mendapatkan ilmu dasar terkait dengan cara penggunaan serta perawatan dan praktik dalam melakukan pengukuran suatu lahan/kawasan, hendaknya kita sebagai juru ukur atau *surveyor* juga memiliki keterampilan dalam melakukan tabulasi data dan pengecekan kebenaran data. Hal ini sangat diperlukan guna melakukan interpretasi hasil data yang didapatkan. Dengan demikian, kita dapat melaporkan kepada tim (baik dalam tim konsultan perencana maupun konsultan pelaksana) tentang aktivitas pekerjaan selanjutnya yang terkait erat dengan hasil pengukuran. Seperti titik koordinat suatu bangunan, elevasi tinggi-rendahnya kontur suatu lahan, dan luasan suatu kawasan.

Kegiatan tabulasi data dan pengecekan kebenaran data dapat dilakukan mulai dari cara konvensional hingga mengintegrasikannya dengan perangkat lunak bantu, seperti *eGIS, archGIS*, dan lainnya sesuai kebutuhan. Selain itu, seorang juru ukur atau *surveyor* juga diharapkan mampu menyajikan data hasil pengukuran secara benar dan mudah dipahami oleh tim lapangan dan perencanaan. Dengan begitu, hasil dari pekerjaan dapat segera dijadikan sebagai salah satu acuan untuk menindaklanjuti pekerjaan lainnya.

Pertanyaan Pemantik

Gambar 6.21 Juru ukur atau *surveyor* 1.
Sumber: agniakhassaarkananta.com/freepik (2023)

Gambar 6.22 Juru ukur atau *surveyor* 2.
Sumber: nindyakarya.co.id/NINDYA (2020)

Amati gambar di atas. Diskusikan apakah pekerjaan tersebut memerlukan kegiatan tabulasi data pengecekan kebenaran data? Jika iya, apa saja data yang harus disajikan? Uraikan alasannya!

Jawaban:

.....

.....

b. Praktik Kegiatan Pengukuran dan Tabulasi Hasil Pengukuran Menggunakan Alat Sipat Datar

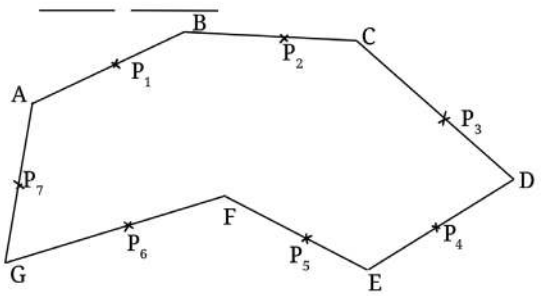
Setelah mengetahui pentingnya kegiatan tabulasi data dan pengecekan kebenaran data pada profesi pekerjaan juru ukur atau *surveyor*, pada pembelajaran kali ini kita akan mempraktikkan kegiatan pengukuran dan tabulasi hasil pengukuran menggunakan alat sipat datar (*waterpass*) dengan cakupan keliling jarak langsung. Perlu diketahui bahwa penyipat datar keliling (tertutup) adalah pengukuran menyipat datar di mana titik awal pengukuran juga merupakan titik akhir pengukuran. Selain itu, jika terjadi kesalahan pengukuran, jumlah beda tinggi naik (+) dan beda tinggi turun (-) memiliki besaran nilai yang sama. Hal ini akan mempermudah melakukan koreksi atau pengecekan kebenaran data.

Untuk hal ini, kamu harus sudah memiliki keterampilan dalam melakukan setel pesawat sipat datar (*waterpass*) hingga siap untuk dioperasikan. Selain itu, juga melakukan pengukuran

menyipat datar keliling jarak langsung dan melakukan tabulasi dan perhitungan hasil pengukuran berikut.

1) Beda tinggi antara kedua titik.
2) Koreksi beda tinggi untuk setiap titik.
3) Ketinggian masing-masing titik yang diukur.
4) Menggambar profil memanjang hasil pengukuran.

Berikut area kerja yang akan dilakukan pengukuran.



Gambar 6.23 Area kerja yang akan diukur.
Sumber: Kevin Ramone (2023)

1) Mencari Beda Tinggi antara Dua Titik

Guna melakukan analisis beda tinggi antara dua titik yang akan diukur, dapat digunakan rumus berikut.

Bt = b – m

Keterangan:

Bt = beda tinggi antara dua titik

b = pembacaan benang tengah belakang

m = pembacaan benang tengah muka

Contoh:

Pembacaan belakang (b) = 1,58 m

Pembacaan muka (m) = 1,08 m-

Jadi beda tinggi (Bt) = 0,50 m (+) berarti naik

Pembacaan belakang (b) = 1,58 m

Pembacaan muka (m) = 1,78 m-

Jadi beda tinggi (Bt) = 0,20 m (-) berarti turun

2) Mencari Koreksi Beda Tinggi

Karena kegiatan pengukuran dimulai dan diakhiri pada titik yang sama, sudah dapat dipastikan beda tinggi antara titik awal dan akhir = 0. Apabila ketika pengukuran di lapangan terdapat beberapa kesalahan (*human error*), perlu dilakukan koreksi dengan rumus berikut.

$\Delta t = \varepsilon (b) - \varepsilon (m)$ atau **$\Delta t = \varepsilon (+) - \varepsilon (-)$**

Keterangan:

Δt = koreksi beda tinggi

$\varepsilon (b)$ = jumlah bacaan benang tengah belakang

$\varepsilon (m)$ = jumlah bacaan benang tengah muka

$\varepsilon (+)$ = jumlah beda tinggi positif

$\varepsilon (-)$ = jumlah beda tinggi negatif

Contoh:

$\varepsilon (b)$ = 1,58 m

$\varepsilon (m)$ = 1,08 m-

Δt = 0,50 m (+)

$\varepsilon (+)$ = 1,58 m

$\varepsilon (-)$ = 1,78 m-

Δt = 0,20 m (-)

3) Mencari Koreksi Beda Tinggi untuk Setiap Titik

Terdapat dua cara agar dapat dilakukan koreksi beda tinggi untuk setiap titik, yaitu melalui rumus berikut.

$$\Delta T_1 = \frac{\Delta T}{n}$$

Keterangan:

ΔT_1 = koreksi setiap titik

ΔT = koreksi beda tinggi

n = jumlah titik yang diukur

Contoh:

Diketahui, Δ T sebesar + 0,554 m dan jumlah titik yang diukur (n) sebanyak 10 titik, maka:

$$\Delta T_1 = \frac{\Delta T}{n}$$

$$\Delta T_1 = \frac{0{,}554 \text{ m}}{10}$$

$$= 0{,}0554 \text{ m}$$

Guna memudahkan perhitungan, biasanya dilakukan pembulatan 3 (tiga) digit di belakang koma. Jadi, koreksi terhadap perhitungan di atas dapat diambil nilai sebesar 0,055 meter (pembulatan ke bawah) atau sebesar 0,056 meter (pembulatan ke atas).

Koreksi beda tinggi pada titik, (-) 0,055m; apabila sejumlah 6 titik = 0,33 m

Koreksi beda tinggi pada titik, (-) 0,056m; apabila sejumlah 4 titik = 0,224 m+

(-)0,554 m

Catatan:

Apabila koreksi beda tinggi (Δ T) bertanda positif (+), koreksi setiap titik bertanda negatif (-). Begitu pula sebaliknya.

Contoh:

Diketahui, Δ T sebesar (-) 0,116 m dan jumlah jarak sebesar 500 m, sedangkan jarak pada titik ke-n = 5 m. Berapakah koreksi pada titik n tersebut?

Jawab:

$$\Delta T_n = \frac{\text{Jarak Titik ke-n}}{\text{Jumlah Jarak}} \times \Delta T$$

$$\Delta T_n = \frac{5\ m}{500\ m} \times 0{,}116\ m$$

$$= 0{,}0554\ m$$

$$= 0{,}00116\ m$$

4) Mencari Tinggi Masing-Masing Titik yang Diukur

Cara mencari tinggi masing-masing titik yang diukur adalah dengan cara melakukan penjumlahan (+) pada tinggi titik sebelumnya atau mengurangi (-) dengan beda tingginya, dan melakukan penjumlahan (+) atau mengurangi (-) pada titik koreksinya. Contohnya adalah sebagai berikut.

Tinggi titik A	= (+)	90,000
Beda tinggi titik A-B	= (+)	1,222
Koreksi di titik B	= (-)	0,002+
Jadi tinggi titik B	= (+)	91,220

Tinggi titik G	= (+)	90,000
Beda tinggi titik G-H	= (-)	1,002
Koreksi di titik H	= (-)	0,002+
Jadi tinggi titik H	= (+)	88,996

Setelah didapatkan data hasil pengukuran lapangan, biasanya untuk mempermudah koreksi semua titik, dilakukan tabulasi data seperti pada tabel berikut.

Tabulasi Hasil Pengukuran Lapangan

Mulai : .....

Hari Tanggal : .....

Pesawat	Titik	Bacaan Rambu		Jarak (m)	Beda Tinggi		Koreksi	Tinggi Titik
		Belakang	Muka		(+)	(-)		
P1	A			.....				
	B							
P2				.....				
	C							
P3				.....				
	D							
P4				.....				
	E							
P5				.....				
	F							
P6				.....				
	G							
P7				.....				
	H							

Mari Diskusi

Buatlah kelompok dengan satu kelompok maksimal beranggotakan 5 orang. Setiap kelompok dipersilakan mempraktikkan cara melakukan tabulasi data dan analisis/perhitungan hasil pengukuran berdasarkan hasil kerja kelompok pada subbab sebelumnya. Silakan sesuaikan dengan peralatan sipat datar ataupun sipat ruang yang sudah dipraktikkan.

F. Asesmen Kompetensi

Pahami pertanyaan-pertanyaan berikut dan pilih jawaban yang dianggap paling tepat!

1. Geospasial merupakan salah satu ilmu geomatika yang dapat ditekuni oleh siswa SMK Bangunan/Teknik Sipil, di mana objek pekerjaannya fokus pada ...
   a. pengukuran posisi suatu bangunan/kawasan.
   b. pengukuran laik fungsi suatu bangunan/kawasan.
   c. tabulasi hasil pengukuran berupa koordinat.
   d. analisis keamanan gedung.
2. Seseorang yang berprofesi sebagai juru ukur atau *surveyor* memiliki tugas dan tanggung jawab dalam proses perencanaan dan pelaksanaan suatu pekerjaan. Hal ini dikarenakan ...
   a. profesi juru ukur dapat menentukan titik koordinat lokasi pekerjaan dengan tepat.
   b. profesi juru ukur memiliki kemampuan menganalisis keamanan gedung.
   c. profesi juru ukur dapat menentukan besaran luasan bangunan/kawasan yang akan dikerjakan dengan tepat.
   d. profesi juru ukur dapat memberikan rekomendasi koordinat pekerjaan dengan aman.
3. Seseorang yang memiliki keterampilan dalam hal memberikan informasi data hasil pengukuran berupa koordinat maupun dimensi suatu objek yang berada di Bumi disebut ...
   a. *surveyor*
   b. analisator
   c. estimator
   d. korektor

4. (a) Melakukan komunikasi dalam proses pengukuran.

   (b) Mengoperasikan pemetaan situasi.

   (c) Mengoperasikan persiapan pengukuran.

   (d) Menerapkan keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan di lokasi kerja.

   (e) Melakukan kebangkitan data terkait *stake out*.

   Dari pernyataan di atas, mana yang termasuk kualifikasi seorang juru ukur atau *surveyor* sesuai dengan SKKNI ...

   a. butir (a), (b), (c), dan (d)

   b. butir (a), (b), (c), dan (e)

   c. butir (a), (c), (d), dan (e)

   d. butir (a), (b), dan (e)

5. Penentuan posisi dan besaran suatu dimensi persil lahan yang dituangkan di dalam sertifikat beserta dengan penentuan batasan-batasan dari suatu lahan, merupakan produk dari profesi ...

   a. *surveyor* kadaster

   b. *surveyor* terestris

   c. *surveyor* konstruksi

   d. *surveyor* area tambang

6. Sistem besaran sudut yang disajikan dalam derajat, menit, dan sekon dengan jumlah maksimal derajat adalah 360 dan dalam satu kuadran sebesar 90 derajat adalah ...

   a. seksagesimal

   b. sentisimal

   c. radian

   d. kuadran

7. (a) Sumbu kesatu tidak tegak.

   (b) Diafragma horizontal tidak mendatar atau diafragma vertikal tidak tegak.

   (c) Teropong dapat diputar.

   (d) Bacaan sudut horizontal dan atau vertikal tidak terlihat.

   (e) Nivo kotak dan atau nivo tabung tidak terlihat.

   Dari pernyataan di atas, mana yang termasuk gejala kerusakan yang tampak pada alat ukur seorang *surveyor*?

   a. Butir (a), (b), (d), dan (e)

   b. Butir (a), (b), (c), dan (d)

   c. Butir (a), (b), (c), dan (e)

   d. Butir (a), (b), dan (c)

8. Guna mendapatkan kualitas hasil pengukuran beda tinggi/tinggi titik yang paling akurat pada suatu lahan/kawasan adalah dengan cara pengukuran menggunakan ...

   a. sipat datar

   b. barometris

   c. trigonometris

   d. terestris

9. (a) Pasang patok pada titik A dan B yang akan diukur beda tingginya.

   (b) Dirikan kaki pesawat di tengah-tengah antara A dan B.

   (c) Pasang pesawat di atas kakinya dan disetel.

   (d) Pasang rambu ukur di atas patok titik A tegak lurus/arah gaya berat.

   (e) Arahkan pesawat pada rambu di titik A sebagai rambu belakang, kemudian baca benang tengah, benang atas, dan benang bawah, lalu catat hasilnya pada daftar ukur.

   (f) Pasang/pindahkan rambu ukur di atas titik B tegak lurus.

   Dari pernyataan di atas, manakah urutan langkah kerja seorang *surveyor* dalam menggunakan alat yang paling tepat?

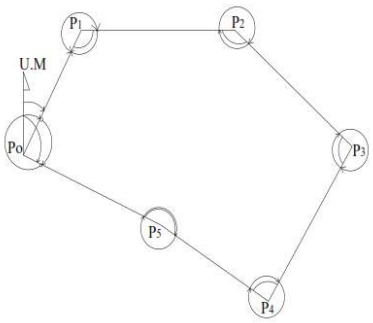
a. Butir (a), (b), (c), (d), (e), dan (f)

b. Butir (a), (b), (d), (c), (e), dan (f)

c. Butir (b), (a), (d), (c), (e), dan (f)

d. Butir (b), (a), (d), (c), (f), dan (e)

10. Perhatikan gambar di bawah ini! Berdasarkan gambar di atas, berapakah jumlah titik pengukuran yang harus dilakukan oleh seorang *surveyor* untuk mendapatkan hasil pekerjaan paling tepat?



a. 8 titik

b. 7 titik

c. 6 titik

d. 5 titik

G. Pengayaan

Penjelasan materi pada Bab 6 ini tentu menambah wawasanmu. Kamu semakin memahami cara pengoperasian, tabulasi, dan perhitungan hasil pengukuran pada pekerjaan sipil/bangunan. Berdasarkan pengalaman pembelajaran yang telah kamu miliki dari hasil diskusi dan membaca materi Bab 6, silakan jawab pertanyaan berikut dengan tepat.

1. Berdasarkan pengalaman pembelajaran yang dimiliki, apabila kamu menjadi seorang juru ukur atau *surveyor*, dan dituntut untuk dapat mengoperasikan serta merawat peralatan pengukuran sesuai

standar operasional baku, upaya apa saja yang harus dilakukan? Uraikan secara jelas!

2. Berdasarkan pengalaman pembelajaran yang dimiliki, kamu telah dapat mengoperasikan dan merawat peralatan pengukuran sesuai dengan standar operasional baku. Sekarang, silakan uraikan perbedaan, keunggulan, dan kelemahan penggunaan alat ukur tanah manual serta digital guna menunjang profesi seorang juru ukur atau *surveyor*!
3. Berdasarkan pengalaman pembelajaran yang dimiliki, setelah kamu dapat mengetahui keunggulan dan kelemahan peralatan ukur yang ada, bagaimana caramu melakukan teknik/metode pengukuran menggunakan peralatan sipat datar dan sipat ruang? Uraikan dengan jelas!
4. Berdasarkan pengalaman pembelajaran yang dimiliki, setelah kamu dapat melakukan teknik/metode pengukuran menggunakan peralatan sipat datar dan sipat ruang, bagaimana caramu melakukan tabulasi dan teknik perhitungan hasil pengukuran? Uraikan jawabanmu dan berikan contoh!

H. Refleksi

Setelah membaca dan mempelajari Bab 6, tentunya wawasanmu bertambah. Terutama wawasan yang terkait dengan cara pengoperasian dan prosedur teknik perawatan peralatan pengukuran, teknik/metode pelaksanaan pengukuran, pelaksanaan pengukuran tanah dengan menggunakan alat ukur tanah manual dan digital, serta teknik perhitungan dan penyajian data hasil pengukuran.

Berdasarkan berbagai materi yang sudah dijelaskan pada Bab 6, menurutmu mana yang masih dirasakan paling sulit untuk dikuasai/dipahami? Silakan diskusikan dengan teman maupun gurumu. Materi-materi pada bab ini akan menjadi pengetahuan dasarmu dalam melakukan pelaksanaan pengukuran tanah menggunakan alat ukur tanah manual dan digital, serta teknik perhitungan dan penyajian data hasil pengukuran pekerjaan konstruksi bangunan sipil.

Glosarium

Amdal	:	analisis mengenai dampak lingkungan.
APD	:	Alat Pelindung Diri, merupakan sarana yang digunakan untuk melindungi tubuh dari potensi bahaya di tempat kerja.
As built drawing:	:	gambar rekaman akhir yang dibuat sesuai dengan kondisi terbangun di lapangan yang telah mengadopsi semua perubahan selama proses pekerjaan konstruksi.
Ashcrete	:	salah satu bahan bangunan yang menggunakan abu untuk menggantikan semen tradisional.
Bahaya	:	kondisi yang dapat merugikan, yang berpotensi menimbulkan cedera atau penyakit.
Baja	:	bahan material bangunan yang sangat kuat.
Balok *ring*	:	balok yang letaknya tepat di atas dinding.
Balok *sloof*	:	balok yang berada di atas fondasi yang bertujuan meneruskan dan mendistribusikan beban bangunan menuju ke pondasi.
Balok	:	elemen struktur linier horizontal yang akan melendut akibat beban transversal.
Bangunan sipil	:	suatu bangunan yang pembangunannya untuk kepentingan umum.
Bangunan	:	struktur buatan manusia yang terdiri atas dinding dan atap yang didirikan secara permanen di suatu tempat.
Beban hidup	:	semua beban yang terjadi akibat penggunaan suatu gedun, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah dan beban akibat air hujan pada atap.
Beban mati	:	semua beban yang berasal dari berat bangunan, termasuk segala unsur tambahan yang merupakan satu kesatuan dengan bangunan tersebut.
Beban	:	benda/gaya yang membebani suatu sistem/konstruksi.
Bestek	:	gambar untuk acuan/pedoman pelaksanaan pekerjaan.
Beton	:	suatu material komposit yang terdiri dari campuran beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat, yaitu dibentuk dari agregat campuran (halus dan kasar) dan ditambah dengan pasta semen (semen + air) sebagai bahan pengikat.
Beton bertulang	:	beton yang diperkuat dengan tulangan, didesain sebagai dua material berbeda, yang dapat bekerja bersama untuk menahan gaya yang bekerja padanya.
Bidang gambar	:	permukaan bidang 2 dimensi tempat meletakkan gambar proyeksi.

Bowplank	:	patok yang digunakan untuk menentukan batas area pelaksanaan pekerjaan pada proyek bangunan.
Budaya	:	suatu aktivitas yang dilakukan dengan daya upaya agar terciptanya suatu kebiasaan yang lebih baik.
Cangkang	:	bentuk struktural berdimensi tiga yang kaku dan tipis serta memiliki permukaan lengkung.
Darurat	:	keadaan yang tidak biasa atau di luar kendali yang berpotensi menimbulkan risiko bahaya atau korban.
Desain arsitektur	:	desain dari hasil seni yang dilakukan oleh setiap individu sebagai hasil imajinasi diri mereka dan ilmu dalam merancang bangunan.
Desain bangunan	:	kerangka bentuk suatu bangunan (rumah, taman, dan sebagainya).
Desain struktur	:	susunan garis, bentuk, warna, tekstur, dan ukuran dari suatu rancangan benda.
Desain	:	seni terapan, arsitektur, dan berbagai pencapaian kreatif lainnya.
Detail Engineering Design	:	produk dari konsultan perencana, yang biasa digunakan dalam membuat sebuah perencanaan (gambar kerja) detail bangunan sipil seperti gedung, kolam renang, jalan, jembatan, bendungan, dan pekerjaan konstruksi lainnya.
Diameter	:	garis tengah lingkaran yang menghubungkan sisi dua terjauh pada lingkaran.
Dimensi	:	ukuran yang tertera pada gambar dan keterangan gambar diwakili oleh notasi.
Dokumen perencanaan	:	sebuah tulisan penting yang memuat informasi tetang proses untuk menentukan tindakan masa depan yang tepat, melalui urutan, dengan memperhitungkan sumber dana yang tersedia.
Drafter	:	orang yang bertugas membuat gambar teknik.
Elemen	:	fenomena ketidakstabilan yang menyebabkan elemen tidak dapat menahan beban tambahan sedikit pun, dapat terjadi tanpa kelebih-an pada material disebut tekuk (*buckling*).
Elemen garis	:	klasifikasi elemen yang langsing dan panjang dengan potongan melintangnya lebih kecil dibandingkan ukuran panjangnya.
Elemen kabel	:	elemen konstruksi paling ekonomis untuk menutup permukaan yang luas.
Elemen kaku	:	batang yang tidak mengalami perubahan bentuk yang cukup besar apabila mengalami gaya akibat beban-beban tertentu.
Etiket gambar	:	suatu identitas yang dapat menjelaskan keterangan umum mengenai suatu gambar teknik.
Gambar teknik	:	gambar yang dibuat menggunakan cara, ketentuan, dan aturan yang telah disepakati bersama oleh para ahli teknik.

Garis gambar	:	garis tebal dan kontinyu, digunakan untuk menggambarkan bagian yang terlihat jelas.
Garis gores	:	garis yang dibuat motif putus-putus pendek yang digunakan menjelaskan bagian yang tidak terlihat.
Garis lengkung	:	garis yang melengkung (tidak lurus) dengan ukuran jari-jari/radius tertentu.
Garis perpotongan	:	garis-garis yang bertemu dan saling bersilangan pada satu titik.
Garis sumbu	:	garis yang berbentuk strip dan titik secara bergantian.
Garis tebal	:	suatu garis yang digunakan untuk garis tepi, garis gambar, dan garis nyata lainnya.
Garis tipis	:	suatu garis yang digunakan untuk garis-garis ukur, garis arsir, dan garis proyeksi, serta garis bantu lainnya.
Garis ukur	:	garis yang menunjukkan besarnya ukuran dari suatu permukaan atau garis sejajar dengan garis ukur.
Garis zig-zag	:	garis yang berbentuk zig-zag yang digunakan untuk memperpendek ukuran benda kerja.
Geometris	:	ragam hias yang mengandung unsur-unsur garis dan bangun seperti garis miring, bujur sangkar, persegi panjang, trapesium, dan sebagainya:
Green building	:	bangunan di mana sejak dimulai dalam tahap perencanaan, pembangunan, pengoperasian hingga dalam operasional pemeliharannya memperhatikan aspek-aspek dalam melindungi, menghemat, mengurangi penggunaan sumber daya alam, menjaga mutu dari kualitas udara di dalam ruangan, dan memperhatikan kesehatan penghuninya yang semunya berpegangan kepada kaidah bersinambungan.
Horizontal	:	garis atau bidang yang tegak lurus terhadap garis atau bidang yang menjauhi pusat Bumi.
Identifikasi	:	pengukuhan terhadap sesuatu fakta yang ada.
Ilmu Teknik	:	bidang pelajaran yang mempelajari implementasi teknologi baru dalam sektor teknik.
Jari–jari	:	jarak dari pusat lengkaran ke busur (sisi).
Jaring	:	permukaan tiga dimensi yang terbuat dari sekumpulan kabel lengkung yang melintang.
Juru ukur	:	seorang yang terampil/ahli mengenai pekerjaan di lapangan untuk mendapatkan dan mengumpulkan data atau informasi mengenai ukur tanah.
K3LH	:	Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup, me- rupakan suatu upaya menciptakan kondisi kerja dan lingkungan yang sehat dan aman tanpa adanya suatu kecelakaan.
Karakteristik	:	ciri-ciri atau tanda dari identifikasi yang berupa sifat dari sesuatu.
Kolom	:	elemen struktur linier vertikal yang berfungsi untuk menahan beban tekan aksial.

Kompas	:	alat yang digunakan untuk menunjukkan arah suatu garis terhadap utara magnet yang dipengaruhi magnet Bumi.
Komponen bangunan	:	bagian-bagian yang saling berkaitan untuk membentuk suatu elemen bentuk bangunan.
Komposit	:	tipe konstruksi yang menggunakan elemen-elemen yang berbeda, misalnya beton dan baja, atau menggunakan kombinasi beton *cast-in* situ dan *pre-cast*, komponen yang dikombinasikan tersebut bekerja bersama sebagai satu elemen struktural.
Konstruksi bangunan	:	suatu cara atau teknik membuat/mendirikan bangunan agar memenuhi syarat kuat, awet, indah, fungsional, dan ekonomis.
Konstruksi	:	susunan berupa bagian model dari bagian struktur bangunan.
Kontraktor	:	sebuah badan/lembaga/orang yang mengupayakan atau melakukan aktivitas pengadaan.
Koordinat	:	posisi titik yang dihitung dari posisi nol sumbu X dan posisi nol sumbu Y.
Mal	:	alat berupa tiruan suatu bentuk yang digunakan untuk membantu pembuatan gambar teknik, seperti mal huruf, mal angka, mal lingkaran, mal radius, dst.
Marking	:	proses penandaan pada suatu lokasi untuk memudahkan penglihatan dalam pencarian pada proses pelaksaan pekerjaan.
Material	:	zat atau benda yang dari mana sesuatu dapat dibuat darinya, atau barang yang dibutuhkan untuk membuat sesuatu.
Mekanika Teknik	:	bidang ilmu yang mempelajari perilaku struktur terhadap beban/gaya yang bekerja padanya.
Membran	:	suatu lembaran bahan yang sangat tipis dan hanya dapat menahan gaya tarik Bumi.
Mesin gambar	:	alat yang dilengkapi dengan mekanisme gerak sejajar yang terdiri atas empat batang penghubung yang dapat menggantikan alat-alat gambar konvensional.
Mutu	:	suatu nilai terhadap kesesuaian persyaratan dan tujuannya, sering disebut kualitas atau suatu capaian kualitas yang dihasilkan sesuai tujuan yang diharapkan.
Optimal	:	suatu kondisi yang ada pada puncak atau batas akhir tertinggi.
P3K	:	Pertolongan Pertama pada Kecelakaan, merupakan suatu upaya dengan tindakan pertolongan sementara terhadap korban kecelakaan sebelum mendapatkan tindakan yang lebih sempurna.
Peluang bisnis	:	salah satu peluang untuk mencapai tujuan (laba, uang, kekayaan) dengan menggunakan berbagai sumber daya yang dimiliki untuk berbisnis.

Peluang kerja	:	sebuah keadaan yang dapat menggambarkan jumlah ataupun ketersediaan lowongan pekerjaan yang dapat dimanfaatkan/diisi oleh para pencari kerja/angkatan kerja.
Pembangunan berkelanjutan	:	pembangunan yang memenuhi kebutuhan hidup masa sekarang dengan mempertimbangkan pemenuhan kebutuhan hidup generasi mendatang.
Pengawas lapangan	:	pengatur dan pengawas keberlangsungan *on going progress* selama di proyek dari sisi finansial, waktu, dan perencanaan.
Polar	:	sistem koordinat kutub (sudut dan jarak).
Poligon	:	serangkaian garis yang membentuk kurva terbuka atau tertutup untuk menentukan koordinat titik-titik di atas permukaan Bumi.
Pondasi	:	bagian dari konstruksi bangunan bagian bawah (*substructure*) yang menyalurkan beban struktur dengan aman ke dalam tanah.
Prosedur	:	rangkaian petunjuk dalam melakukan sesuatu sesuai dengan tujuannya.
Proyek konstruksi	:	suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu (bangunan/konstuksi) dalam batasan waktu, biaya, dan mutu tertentu.
Proyek	:	sebuah usaha kolaboratif dan juga seringkali melibatkan penelitian atau desain, yang direncanakan untuk mencapai tujuan tertentu.
Rambu	:	semboyan atau tanda yang mempunyai tujuan penyampaian suatu informasi yang berupa gambar, angka, huruf, kalimat panduan.
Rangka batang	:	suatu struktur rangka dengan rangkaian batang-batang berbentuk segitiga.
Rangka kaku	:	suatu rangka struktur yang gaya-gaya lateralnya dipikul oleh sistem struktur dengan sambungan-sambungannya direncanakan secara kaku dan komponen strukturnya direncanakan untuk memikul efek gaya aksial, gaya geser, lentur, dan torsi.
Rapido	:	alat gambar yang digunakan untuk membuat gambar teknik secara permanen.
Rehabilitasi	:	pemulihan keadaan/kondisi ke asal mula atau seperti semula.
Renovasi	:	peremajaan/pembaharuan kondisi atau sesuatu menjadi lebih sempurna.
Respresentatif	:	sesuatu yang sesuai yang dapat mewakili atau yang tepat.
Restorasi	:	mengembalikan sesuatu ke kondisi semula yang baik.
Risiko	:	konsekuensi atau akibat dari suatu proses aktivitas yang dilakukan ke depannya.

SDM	:	Sumber Daya Manusia, merupakan suatu aset sumber daya berupa manusia sebagai individu yang produktif.
Segi banyak	:	penampang/bidang yang memiliki banyak sisi yang beraturan.
Shop drawing	:	gambar yang dibuat oleh kontraktor yang menjadi dasar dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan.
Simbol	:	lambang yang mewakili nilai-nilai tertentu. Dalam dunia teknik, simbol diartikan sebagai lambang yang mewakili suatu komponen.
Skala	:	perbandingan ukuran linear pada gambar terhadap ukuran linear dari benda sebenarnya.
SOP	:	Standar Operasional Prosedur, merupakan panduan yang dijadikan pedoman dalam melakukan aktivitas, agar semuanya sesuai dengan yang menjadi tujuan akhir.
Spesifikasi	:	suatu proses yang menggambarkan proses, cara dengan perincian mengenai hal-hal yang bersangkutan.
Standarisasi gambar	:	penyesuaian atau pembakuan untuk membuat dan membaca gambar dengan berpedoman pada standar gambar yang telah ditetapkan.
Statif	:	kaki tiga untuk menyangga waterpass atau teodolit optis.
Stripping	:	pelaksanaan pembersihan suatu lahan/area lokasi proyek dengan cara pengupasan lapisan tanah semulanya.
Struktur balok dan kolom	:	sistem struktur yang terdiri dari elemen struktur horizontal (balok) diletakkan sederhana di atas dua elemen struktur vertikal (kolom) yang merupakan konstruksi dasar.
Struktur bangunan	:	bagian dari sebuah sistem bangunan yang bekerja untuk menyalurkan beban yang diakibatkan oleh adanya bangunan di atas tanah.
Struktur kabel	:	sebuah sistem struktur yang bekerja berdasarkan prinsip gaya tarik.
Struktur Rangka Kaku	:	struktur yang terdiri atas elemen-elemen linier, umumnya balok dan kolom, yang saling dihubungkan pada ujung-ujungnya oleh *joints* (titik hubung) yang dapat mencegah rotasi relatif di antara elemen struktur yang dihubungkannya.
Struktur Tenda	:	struktur membran yang bekerja dengan memberikan gaya eksternal yang menarik membran.
Subgrade	:	permukaan tanah semula atau tanah dasar berupa permukaan tanah asli atau permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan.
Sudut	:	pertemuan atau perpotongan dua garis.
Surveyor	:	orang yang bertugas menjadi operator survei pemetaan.

Tata letak	:	suatu keputusan penting yang menentukan efisiensi operasi secara jangka panjang.
Tata ruang	:	wujud struktur ruang dan pola ruang disusun secara nasional, regional, dan lokal.
Titik	:	bagian terkecil dari suatu objek yang menempati suatu tempat, tidak memiliki panjang, lebar, dan tinggi.
Topografi	:	peta yang menyajikan informasi di atas permukaan Bumi, baik unsur alam maupun unsur buatan manusia dengan skala sedang dan kecil.
Trigonometri	:	bagian dari ilmu matematika yang diaplikasikan untuk menghitung beda tinggi antara beberapa titik di atas permukaan bumi yang berkategori bermedan bukit.
Truss	:	struktur rangka batang.
Ukuran gambar	:	ukuran yang digunakan pada saat menggambar teknik berdasarkan ISO, seperti A4, B3, C4, dsb.
Ukuran	:	hasil dari mengukur suatu benda dengan satuan tertentu.
Unting-unting	:	bentuk silinder-kerucut terbuat dari kuningan yang digantung di bawah alat waterpass atau teodolit sebagai penunjuk arah titik pusat bumi yang mewakili titik patok.
Waspada	:	perhatian yang terfokus dengan tingkat kehati-hatian yang tinggi.
Waterpass	:	Alat yang digunakan untuk mengukur atau menentukan sebuah benda atau garis dalam posisi rata, baik pengukuran secara vertikal maupun horizontal.
Wirausaha	:	orang yang melakukan aktivitas wirausaha yang dicirikan dengan pandai atau berbakat mengenali produk baru, menentukan cara produksi baru, menyusun manajemen operasi untuk pengadaan produk baru, memasarkannya, serta mengatur permodalan operasinya.
Yalon	:	batang besi seperti lembing berwarna merah dan putih dengan panjang ± 1,5 meter sebagai target bidikan arah horizontal.
5R	:	Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin.

Daftar Pustaka

Anonim.1999. Modul Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Bidang Konstruksi. Jakarta: TIM Pengelola DPKK Sektor PU/Konstruksi.

Anonim. 2005. Modul Pelatihan Ahli K3 Konstruksi (Modul CSE-09=Kesiagaan dan Tanggap Darurat). Jakarta: DPU. Pranala: https://sibima.pu.go.id/pluginfile.php/32433/mod_resource/content/1/2005-09-Kesiagaan%20dan%20Tanggap%20Darurat.pdf (Diakses pada tanggal 23 Januari 2023)

Brawijaya. 2018. Keselamatan Kerja Konstruksi, Workshop Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Tenaga Ahli Bidang K3 Konstruksi. Aceh: DirJend Bina Konstruksi Kementerian PUPR. Pranala: https://sibima.pu.go.id/pluginfile.php/57735/mod_resource/content/1/201809-CPD%20Ahli%20K3%20Konstruksi-13-09-Kebijakan%20K3%20di%20Indonesia.pdf (Diakses pada tanggal 20 Januari 2023)

Dadang. 2012. Perawatan Jalan Rel. Jakarta: Kementerian Perhubungan Dirjen Perkeretaapian.

Wida, Damayanti. 2018. Menciptakan Budaya Kerja Industri di SMK. Daring. Pranala: https://radarsemarang.com/2018/06/19/menciptakan-budaya-kerja-industri-di-smk/ (Diakses pada tanggal 5 September 2022)

DPU. 2006. Modul Pekerjaan Tanah, SIB-07. Pelatihan *Site Inspector of Bridge* (Inspektur Lapangan Pekerjaan Jembatan). Jakarta: PUSBIN-KPK, DPU.

DPU. 2006. Modul Pengukuran dan Pematokan, SIB-06. Pelatihan *Site Inspector of Bridge* (Inspektur Lapangan Pekerjaan Jembatan). Jakarta: PUSBIN-KPK, DPU.

DPU. 2016. Modul Pekerjaan Konstruksi Kayu. Materi Praktis Konstruksi Keliling. Jakarta: BPKP Direktorat Jendral Bina Konstruksi Kemen PUPR.

Dradjad. 2018. Mengidentifikasi Bahaya pada Proyek Konstruksi, Mataram. A2K4 – Indonesia. Pranala: https://sibima.pu.go.id/pluginfile.php/44515/mod_resource/content/2/201804-CPD%20Ahli%20K3%20Konstruksi-21-07-Identifikasi%20Bahaya.pdf (Diakses pada tanggal 3 Januari 2023)

Gunara. 2017. Buku Pedoman Pelaksanaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Jakarta: SCBD Press. Pranala: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@asia/@ro-bangkok/@ilo-jakarta/documents/publication/wcms_237650.pdf (Diakses pada tanggal 5 Januari 2023)

ILO. 2013. Modul 5, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (Sarana untuk Produktivitas). Jakarta: *International Labour Office*. Pranala: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@asia/@ro-bangkok/@ilo-jakarta/documents/publication/wcms_237650.pdf (Diakses pada tanggal 8 Oktober 2022)

Permen. 1980. K3 Konstruksi Bangunan, Permen No. 01 Tahun 1980. Jakarta. Unduh.

Permen. 1998. Tatacara Pelaporan dan Pemeriksaan Kecelakaan, Permen No. 03 Tahun 1998. Jakarta. Unduh.

Permen. 2010. Alat Pelindung Diri, Permen 08 MEN VII 2010. Jakarta. Unduh.

PP. 2012. Penerapan SMK3, Peraturan Pemerintah Tahun 2012 No. 50. Jakarta. Unduh.

PP. 2012. Sistem Manajemen K3, Peraturan Pemerintah RI np. 50 Tahun 2012. Jakarta.

PU. 2007. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur, SSEB-04 Kode: INA.5233.212.26.04.07. Materi Pelatihan Ahli Struktur Baja Bangunan Gedung (*Steel Structure Engineer of Buildings*).

PU. 2016. Modul 4 Desain Perkerasan Jalan Lentur, Diklat Desain Teknik Perkerasan Jalan. Bandung-Jawa Barat: Pusat Pendidikan dan Pelatihan Jalan, Perumahan, Pemukiman, dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah.

PU. 2018. Modul 5 Pemodelan 2D, 4D, 5D, dan 7D serta Simulasinya dan *Level of Development* (LOD), Pelatihan Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknilofi BIM. Bandung-Jawa Barat: Pusat Pendidikan dan Pelatihan SDA dan Konstruksi.

PU. 2018. Modul 6 *Workflow* dan Implementasi BIM pada Level Kolaborasi dalam Proses Monitoring Proyek, Pelatihan Perencanaan Konstruksi dengan Sistem Teknilofi BIM. Bandung-Jawa Barat: Pusat Pendidikan dan Pelatihan SDA dan Konstruksi.

PU. 2020. Implementasi Teknologi BIM dalam Proyek Pembangunan Jalan dan Jembatan. Sidoarjo-Jawa Timur: PUPR Direktorat Jendral Bina Marga.

PU. 2021. Membangun Konektivitas dengan Semen yang Ramah Lingkungan. Jakarta: PUnet.

PUPR. 2012. Penerapan Ketentuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan di Tempat Kerja, Buku Informasi No. Kode : FKK.AP.01.002.02-1, Edisi 2. Jakarta. Pranala: https://sibima.pu.go.id/pluginfile.php/32143/mod_resource/content/1/2012-02-K3L.pdf (Diakses pada tanggal 11 Januari 2023)

Ramlan dkk. 2018. Sanitasi Industri dan K3 (18). Jakarta: PPSDMK KemKes RI. Pranala:

http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wp-content/uploads/2018/09/Sanitasi-Industri-dan-K3_SC.pdf (Diakses pada tanggal 5 Januari 2023)

SKB. 1986. Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Tempat Kegiatan Konstruksi, Menaker dan Kemen PU, Nomor Kep.174/MEN/1986 dan 104/KPTS/1986. Jakarta. Pranala: https://temank3.id/public/media/files/20210725205052.pdf (Diakses pada tanggal 8 November 2022)

SKKNI – 055. Tahun 2022. SKKNI Kategori Konstruksi Golongan Pokok Konstruksi Bangunan Sipil Bidang Pelaksana Pekerjaan Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi. Jakarta: KpMenaker RI Tahun 2022 No. 55 Pranala: https://jdih.kemnaker.go.id/asset/data_puu/SKKNI%202022-055.pdf hlm. 43. (Diakses pada tanggal 23 Oktober 2022)

UU. 1970. Keselamatan Kerja, UU No. 1 1970. Jakarta. Unduh

Yulianto dkk. 2018. Praktik Kerja Industri, Bahan Ajar Kesehatan Lingkungan. Jakarta: PPSDMK KemKes RI. Pranala: http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wp-content/uploads/2018/09/Praktik-Kerja-Industri_SC.pdf (Diakses pada tanggal 15 Januari 2023)

Daftar Sumber Gambar

Renstra, Direktorat Jenderal Pembiayaan Infrastruktur Pekerjaan Umum dan Perumahan TA 2020 – 2024, Halaman 3.(Diakses pada tanggal 5 Januari 2023)

https://money.kompas.com/read/2021/01/18/073808626/deretan-7-jalan-tol-terpanjang-di-indonesia?page=all (Diakses pada tanggal 6 Januari 2023)

https://www.merdeka.com/uang/4-jembatan-milik-indonesia-cetak-sejarah-di-dalam-negeri-hingga-dunia.html (Diakses pada tanggal 12 November 2022)

https://indonesia.go.id/narasi/opini/ekonomi/siang-malam-membangun-bendungan (Diakses pada tanggal 20 November 2022)

https://properti.kompas.com/read/2021/06/07/193000621/rusun-sekelas-apartemen-untuk-asn-di-yogyakarta-rampung-bulan-depan (Diakses pada tanggal 6 Januari 2023)

https://mediaindonesia.com/ekonomi/370474/pembangunan-pelabuhan-patimban-tahap-ii-mulai-2021 (Diakses pada tanggal 3 Februari 2023)

https://voi.id/en/news/212619 (Diakses pada tanggal 12 November 2022)

https://www.thejakartapost.com/academia/2019/09/13/bamboo-architecture-balis-green-school-inspires-a-global-renaissance.html (Diakses pada tanggal 3 Februari 2023)

https://www.rumah123.com/panduan-properti/membeli-properti-58602-intip-citra-maja-raya-perumahan-yang-memiliki-banyak-kelebihan-id.html (Diakses pada tanggal 3 Februari 2023)

https://properti.kompas.com/read/2018/10/26/163418821/bambu-bahan-bangunan-kokoh-dan-antigempa?page=all (Diakses pada tanggal 12 November 2022)

https://www.kompas.com/homey/read/2021/12/21/144100576/ketahui-kelebihan-dan-kekurangan-bata-ringan-sebagai-bahan-bangunan?page=all (Diakses pada tanggal 6 Januari 2023)

https://artikel.rumah123.com/kompilasi-harga-triplek-melamin-2021-terlengkap-terupdate-beserta-tips-memilihnya-58627 (Diakses pada tanggal 12 November 2022)

https://www.kompas.com/properti/read/2020/02/01/190000021/bambu-laminasi-alternatif-baru-bahan-bangunan?page=all (Diakses pada tanggal 12 November 2022)

https://artikel.rumah123.com/daftar-lengkap-harga-aluminium-kusen-terupdate-2022-dari-berbagai-merek-yang-lagi-bangun-rumah-wajib-tahu-93432 (Diakses pada tanggal 6 Januari 2023)

https://ekbis.sindonews.com/berita/1560007/39/cara-menghitung-dan-memasang-rangka-atap-baja-ringan (Diakses pada tanggal 12 November 2022)

https://www.arsitag.com/article/desain-unik-rumah-terbuka-yang-menyatu-dengan-alam (Diakses pada tanggal 6 Januari 2023)

https://www.cnet.com/home/energy-and-utilities/solar-cheat-sheet-your-complete-guide-to-getting-solar-panels-at-home/ (Diakses pada tanggal 14 Januari 2023)

https://sustaination.id/limbah-plastik-daur-ulang-untuk-aspal-jalan/ (Diakses pada tanggal 21 Februari 2023)

https://structurae.net/en/media/16779-kutai-kartanegara-bridge-indonesia (Diakses pada tanggal 3 Februari 2023)

theaecassociates.com (Diakses pada tanggal 16 Januari 2023)

ik.imagekit.io (Diakses pada tanggal 26 Januari 2023)

https://www.umn.ac.id/en/myths-and-facts-on-architecture-major/ (Diakses pada tanggal 26 Januari 2023)

https://microsolresources.com/tech-resources/article/bim-for-mep-engineering/ (Diakses pada tanggal 28 Januari 2023)

https://www.pbctoday.co.uk/news/featured/week-life-apprentice-building-control-surveyor-premier-guarantee/120927/ (Diakses pada tanggal 6 Januari 2023)

https://arparts.id/cara-menjadi-operator-alat-berat-yang-handal/ (Diakses pada tanggal 21 Februari 2023)

https://zonaciptakonstruksi.com/2022/06/04/harga-jasa-injeksi-grouting-beton-senen/ (Diakses pada tanggal 10 Februari 2023)

https://www.victaulic.com/blog/victaulic-named-top-10-bim-company-2019/ (Diakses pada tanggal 10 Februari 2023)

https://www.scbd.com/assets/uploads/files/1527231545-SCBD_Buku_Pedoman_Pelaksanaan_Keselamatan_dan_Kesehatan_Kerja_BP2K3_LR.compressed-ilovepdf-compressed.pdf; https://hsepedia.com/simbol-b3/ (Diakses pada tanggal 29 April 2023)

https://skydeckusa.com/a-contractors-guide-to-the-benefits-of-using-a-pedestal-system/ (Diakses pada tanggal 6 Januari 2023)

https://www.istockphoto.com/id/foto/pensil-mekanik-gm182765732-13049013 (Diakses pada tanggal 6 Januari 2023)

https://www.penaddict.com/blog/2012/3/19/rotring-rapidograph-035-mm-review.html (Diakses pada tanggal 21 Februari 2023)

https://www.freeimages.com/photo/rapidograph-for-detailed-drawings-1239536 (Diakses pada tanggal 12 November 2022)

https://www.imprintitems.com/blog/32242/alumnicolor-t-square-drafting-square-tool-w-custom-imprint (Diakses pada tanggal 20 November 2022)

https://yaletools.com/types-of-rulers/ (Diakses pada tanggal 20 November 2022)

https://id.depositphotos.com/33846629/stock-photo-eraser-and-sketchbook.html (Diakses pada tanggal 19 Januari 2023)

https://apkpure.com/id/plans-and-pictures-of-houses/com.Plansandpicturesofhouses.sutarjoAPK (Diakses pada tanggal 6 Januari 2023)

https://www.socalregion.com/highways/scenic_drives/angeles_forest_hwy/ (Diakses pada tanggal 6 Januari 2023)

https://www.stonecontact.com/products-380992/travertine-versailles-french-pattern-brushed-and-chiseled (Diakses pada tanggal 6 Januari 2023)

https://bandung.kompas.com/read/2022/09/18/224014778/daftar-museum-di-kota-bandung-tidak-hanya-gedung-sate-atau-museum-konferensi?page=all (Diakses pada tanggal 8 Juni 2023)

https://pixabay.com/id/photos/malam-panorama-jembatan-akashi-kaikyo-5332868/ (Diakses pada tanggal 6 Juni 2023)

https://rezekibarokah.com/konstruksi-jembatan/ (Diakses pada tanggal 6 Januari 2023), (Diakses pada tanggal 17 November 2022

https://www.pengadaan.web.id/2022/06/struktur-kabel.html (Diakses pada tanggal 20 November 2022)

https://www.adhyaksapersada.co.id/apa-itu-balok-beton/ (Diakses pada tanggal 17 November 2022)

https://www.jojonomic.com/blog/konstruksi-baja/ (Diakses pada tanggal 20 November 2022)

https://www.pengadaan.web.id/2020/09/shear-wall-atau-dinding-geser.html (Diakses pada tanggal 20 November 2022)

https://www.adhyaksapersada.co.id/pengaturan-bangunan-anti-gempa/ (Diakses pada tanggal 17 November 2022)

https://bangun-rumah.com/konstruksi-baja-untuk-bangunan/ (Diakses pada tanggal 11 Februari 2023)

https://asiaarsitek.com/tag/fungsi-pondasi-telapak/ (Diakses pada tanggal 17 November 2022)

https://www.detik.com/sumut/wisata/d-6438108/lift-di-jembatan-sultanah-latifah-beroperasi-khusus-saat-tour-de-siak (Diakses pada tanggal 11 Februari 2023)

https://nikifour.co.id/arsitektur-aluminium-modern (Diakses pada tanggal 11 Februari 2023)

https://sioentensilearchitecture.com/en/references#&gid=null&pid=1 (Diakses pada tanggal 20 November 2022)

https://www.itb.ac.id/berita/detail/56796/peneliti-itb-sarankan-dilakukan-kaji-ulang-struktur-bangunan-sekolah-tahan-gempa-di-lombok (Diakses pada tanggal 17 November 2022)

https://gazebo.landscapetaman.co.id/rumah-kayu-mojokerto; https://www.houzz.com/photos/white-rock-house-modern-exterior-vancouver-phvw-vp~1051660 (Keduanya diakses pada tanggal 17 November 2022)

https://binamarga.pu.go.id/balai-jatim-bali/index.php?/berita/detail/implementasi-teknologi-building-information-modelling-bim-dalam-proyek-pembangunan-jalan-dan-jembatan (Diakses pada tanggal 03 November 2022)

https://simantu.pu.go.id/epel/edok/97579_MODUL_5_PEMODELAN_3D-7D-SIMULASI_DAN_LOD.pdf (Diakses pada tanggal 03 November 2022)

https://www.youtube.com/watch?v=Vs-CZi7bmQE (Diakses pada tanggal 11 Januari 2023)

https://www.youtube.com/watch?v=539hCHRfCoU (Diakses pada tanggal 11 Januari 2023)

https://www.youtube.com/watch?v=91TwNCzezMk (Diakses pada tanggal 11 Januari 2023)

https://www.youtube.com/shorts/pFp1lconhoE (Diakses pada tanggal 11 Januari 2023)

https://www.youtube.com/watch?v=aDT_1hJS2iU (Diakses pada tanggal 29 April 2023)

https://www.youtube.com/watch?v=kgtC9K_YLHw (Diakses pada tanggal 11 Januari 2023)

https://www.youtube.com/watch?v=oCutfydujeM (Diakses pada tanggal 11 Januari 2023)

https://ibb.jatimprov.go.id/page/product/NnNlcEZDMGJpZk94ZnZNZ0NOSXBzQT09 (Diakses pada tanggal 7 April 2023)

https://www.thehindu.com/opinion/lead/Lessons-from-a-deadly-catastrophe/article16881528.ece (Diakses pada tanggal 17 Desember 2022)

https://sci-geoteknik.blogspot.com/2012/05/perencanaan-dan-pelaksanaan-pondasi.html

https://www.adhyaksapersada.co.id/ilmu-ukur-tanah/ (Diakses pada tanggal 9 Desember 2022)

https://simantu.pu.go.id/epel/edok/06022_Modul_4_-_Desain_Perkerasan_Jalan_Lentur.pdf(Diakses pada tanggal 17 Desember 2022)

https://www.katalogkjsm.com/bahan-bangunan/8178-daftar-harga-semen/ (Diakses pada tanggal 11 Januari 2023)

https://isibangunan.com/tips-bisnis-bahan-bangunan.html (Diakses pada tanggal 20 November 2022)

https://www.sepatimbatamtama.com/ (Diakses pada tanggal 20 November 2022)

https://diskominfo.bandaacehkota.go.id/2022/06/06/pemko-telah-melakukan-pemeliharaan-pada-292-titik-jalan-berlubang-di-banda-aceh/ (Diakses pada tanggal 22 Maret 2023)

https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/339/kegiatan-pemeliharaan-rutin-jalan-kabupaten (Diakses pada tanggal 8 Januari 2023)

https://www.kitapunya.net/wp-content/uploads/2021/10/tugas-surveyor.png (Diakses pada tanggal 19 Januari 2023)

https://agniakhassaarkananta.com/total-station/ (Diakses pada tanggal 1 Maret 2023)

https://www.nindyakarya.co.id/news/alat-ukur-automatic-level-waterpass (Diakses pada tanggal 1 Maret 2023)

https://frastatraining.com/jurnal-surveying-tls-review/ (Diakses pada tanggal 19 Januari 2023)

https://oceanovision.com/survei-hidrografi/ (Diakses pada tanggal 19 Januari 2023)

https://misterukur.com/services/fotogrametri-uav/ (Diakses pada tanggal 10 Februari 2023)

https://www.goodnewsfromindonesia.id/2019/02/13/sipandora-yang-membantu-banyak-pihak-melalui-fiturnya (Diakses pada tanggal 10 Februari 2023)

https://medium.com/@projectlinkaus/top-5-land-survey-equipment-for-construction-industry-3bf1f9b514f2 (Diakses pada tanggal 11 Februari 2023)

https://landsurveyorsunited.com/photo/safety-umbrella-and-surveyor (Diakses pada tanggal 5 Februari 2023)

https://www.adhyaksapersada.co.id/wp-content/uploads/2018/11/arsitek-02.jpg (Diakses pada tanggal 19 Januari 2023)

https://solusiruma.com/arsitekpro-file/photos/550/Rumah%20Uyan/depan%202D.jpg (Diakses pada tanggal 19 Januari 2023)

https://agniakhassaarkananta.com/total-station/ (Diakses pada tanggal 1 Maret 2023)

https://www.nindyakarya.co.id/news/alat-ukur-automatic-level-waterpass (Diakses pada tanggal 1 Maret 2023)

https://www.archilovers.com/projects/29673/alila-villas-uluwatu-gallery?173586 (Diakses pada tanggal 6 Juni 2023)

https://expantionjoint.wordpress.com/2020/07/18/apa-itu-struktur-bangunan/ (Diakses pada tanggal 7 Juni 2023)

Indeks

A

alat pelindung diri 54, 55, 60, 82
as built drawing 219

B

baja viii, x, xii, 38, 40, 76, 134, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 156, 157, 176, 207, 213, 217, 224, 229, 230, 231, 239, 240, 243, 249, 250, 296, 302, 304
balok ix, x, xi, 131, 133, 134, 135, 138, 139, 141, 143, 144, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 164, 165, 167, 173, 174, 175, 176, 178, 179, 181, 186, 189, 190, 237, 293, 298, 304
beban 131, 132, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 143, 144, 145, 148, 149, 150, 151, 152, 157, 158, 162, 165, 167, 169, 170, 173, 176, 178, 181, 183, 185, 186, 188, 189, 190, 191, 223, 226, 293, 294, 295, 296, 297, 298
beban hidup 134, 186
beban mati 134, 186
beton viii, x, xii, 31, 32, 34, 76, 134, 137, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 158, 175, 206, 214, 217, 224, 225, 226, 234, 238, 239, 243, 249, 250, 253, 254, 293, 296, 303, 304
beton bertulang x, 134, 140, 224, 253, 254
bidang gambar 98, 102, 114, 119, 127

C

cangkang 146, 147

D

desain bangunan 5, 32, 33
desain struktur 131, 132, 133, 170
dokumen perencanaan 8
drafter 7, 122, 218, 219

E

elemen garis 135, 136, 186
elemen kabel 138
etiket gambar ix, 106, 108, 111, 120

F

fondasi 134, 135, 157, 175, 221, 234, 293

G

gambar teknik iv, ix, 89, 90, 91, 92, 93, 97, 99, 101, 102, 105, 106, 107, 110, 115, 122, 128, 294, 296, 297
garis gambar 95, 295
garis sumbu 126
garis tebal 294
garis ukur 295
geometris ix, 99, 110, 111, 146, 147
green building 1, 2, 32, 50

H

horizontal 99, 116, 136, 143, 155, 159, 161, 182, 183, 226, 278, 280, 290, 293, 298, 299

J

juru ukur xii, 259, 260, 261, 263, 264, 267, 268, 269, 271, 272, 273, 276, 277, 279, 281, 282, 288, 289, 291, 292

K

kertas gambar ix, 97, 98, 108, 111, 120, 125, 126
kolom ix, 130, 131, 133, 134, 135, 138, 139, 141, 143, 144, 145, 157, 158, 186, 192, 298
kompas 4, 39, 302
komposit x, 138, 142, 143, 293
konstruksi iv, viii, ix, xi, xii, xv, 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 41, 47, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 63, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 84, 87, 88, 89, 91, 110, 111, 118, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 142, 144, 145, 146, 147, 150, 154, 155, 158, 159, 176, 181, 182, 183, 189, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203,

Indeks

208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 221, 223, 224, 226, 228, 229, 230, 231, 234, 235, 238, 243, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 261, 262, 267, 268, 269, 271, 272, 274, 289, 292, 293, 294, 296, 297, 298, 304
kontraktor 5, 8, 9, 10, 50, 91, 200, 297
koordinat 117, 218, 253, 261, 262, 264, 279, 281, 288, 297

M

mal 99, 106, 296
material xii, 36, 37, 38, 48, 148, 190, 193, 214, 221, 222, 223, 224, 225, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 237, 238, 239, 240, 241, 243, 255, 256, 293, 294
membran x, 149, 298
mesin gambar ix, 101

O

owner 8, 10, 91, 200, 201

P

peluang bisnis 5, 7, 28, 30, 33
pengawas 2, 8, 10, 41, 50, 91, 201, 218, 222, 224, 225, 227, 228, 230, 231, 296
perencana 1, 2, 5, 8, 10, 41, 50, 200, 210, 258, 281, 294
perencanaan bangunan 8, 208, 211, 219
polar 178
poligon xii, 153, 185, 280, 281
proyek konstruksi 3, 88, 259

R

rangka batang x, 144, 145, 181, 183, 184, 189, 298
rangka kaku x, 144
rapido ix, 95, 96, 113

S

segi banyak 153, 154, 183
shop drawing 218, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 231
simbol 86, 170, 171, 297, 303
skala 89, 103, 106, 107, 126, 127, 128, 185, 298
statif 280
statis 159, 181, 182, 183
struktur balok dan kolom 135
struktur bangunan x, 89, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 142, 143, 148, 149, 151, 191, 192, 296
sudut x, xii, 43, 96, 100, 108, 111, 113, 114, 115, 120, 125, 154, 157, 189, 277, 280, 289, 290, 297

T

tata letak 109, 111, 120
teodolit xii, 262, 274, 275, 276, 279, 280, 281, 298, 299
titik ix, 87, 102, 103, 104, 108, 116, 117, 118, 119, 125, 127, 131, 136, 147, 151, 154, 157, 159, 169, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 218, 230, 261, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 288, 290, 291, 295, 296, 297, 298, 299, 305
truss xi, 214

U

ukuran ix, 37, 95, 97, 98, 102, 103, 106, 107, 108, 111, 113, 120, 125, 126, 154, 175, 184, 218, 235, 257, 264, 294, 295, 297, 299

W

waterpass 262, 268, 274, 275, 276, 277, 279, 282, 298, 299, 305
wirausaha 2, 43, 44, 50, 299

Profil Penulis

Nama Lengkap	:	Naniek Sulistyowati, ST,.M.MPd
Instansi	:	SMK Negeri 1 Cibinong
Alamat Instansi	:	Jl. Karadenan No. 7 Cibinong - Bogor
Bidang Keahlian	:	Teknik Konstruksi dan Properti

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. 1998 – 2004, guru di SMK Negeri 2 Bandar Lampung.
2. 2000 – 2005, guru di SMK Mutiara Natar lampung Selatan.
3. 1999 – 2004, dosen di Fakultas Teknik Unversitas Muhammadiyah Lampung.
4. 2004 – 2011, guru SMKN 2 Kalianda Lampung Selatan.
5. 2011 – sekarang, guru di SMK Negeri 1 Cibinong Bogor.

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1 : Teknik Sipil Universits Muhammadiyah Palembang (1999)
2. Akta IV : Universitas Lampung (1999)
3. S2 : Magister Manajemen Pendidikan, IMNI Jakarta (2011)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Mekanika Teknik SMK Kelas X (2018)
2. Estimasi Biaya Konstruksi untuk SMK Kelas XI (2020)

Judul Penelitian:

1. Analisa Perbandingan Perhitungan SNI dengan BOW pada Pembangunan Bengkel TKR di SMKN 1 Cibinong (2016)

Profil Penulis

Nama Lengkap	:	Galeh NIP Pratama
Instansi	:	Universitas Negeri Yogyakarta
Alamat Instansi	:	Kampus Karangmalang, Depok, Sleman, DIY
Bidang Keahlian	:	Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. 2011 – 2021, Konsultan Teknik
2. 2015 – sekarang, Pendidik di UNY

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1 : Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, UNY (2008)
2. S2 : Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, UNY (2013)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Praktik Kerja Kayu II (2016)
2. Panduan Tata Kelola BLUD SMK Berbasis *Good School Governance* (2019)
3. Pendidikan Vokasional Berbasis Kemitraan Publik dan Industri (2019)
4. Pedoman Manajemen dan Pemeliharaan Aset Sekolah (2022)
5. Konstruksi Kayu untuk Sekolah Kejuruan (2022)

Judul Penelitian:

1. Model *Edupreneurship* Pelopor SMK *Techno, Teacher, and Schoolpreneur* (2015)
2. Analisis Kebijakan *Link and Match* SMK di Daerah Istimewa Yogyakarta (2016)
3. Profil Kompetensi Siswa SMK Prakerin Bidang Keahlian Teknologi dan Rekayasa di DIY (2017)
4. Pengembangan Teknologi *Augmented Reality* sebagai Media Pembelajaran Praktik Kerja Kayu Berbasis Android (2018)

Profil Penulis

Nama Lengkap	:	Dhar Heri Arimaya M.T, M.Komp.
Instansi	:	SMK N 7 Semarang
Alamat Instansi	:	Jalan Simpang Lima No.01, Kota Semarang
Bidang Keahlian	:	Teknik Konstruksi dan Properti

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. 2001-2006 : Tim Engineer Kontraktor BUMN, PT. Adhi Karya (Persero) Tbk, DK III Jakarta
2. 2007-2009 : Tim Enginering Konsultan Perencana Infrastruktur, CV. Titis, Kota Semarang
3. 2008-2009 : Guru Gambar Teknik, SMK Kimia Industri Semarang
4. 2004-Sekarang : Guru Mata Pelajaran Teknik Bangunan, SMK Negeri 7 Semarang, Tahun 2004 - Sekarang

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. Universitas Islam Sultan Agung, S1 Teknik Sipil (2001)
2. Universitas Negeri Semarang, Akta 4 (2005)
3. Universitas Diponegoro, Magister Teknik Sipil (2007)
4. Universitas Dian Nuswantoro, Magister Teknik Informatika (2015)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Dasar-Dasar Teknik Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil (2021)
2. Dasar-Dasar Teknik Konstruksi dan Perawatan Bangunan Sipil (2022)

Profil Penelaah

Nama Lengkap	:	Wisena Perceka
Instansi	:	Universitas Katolik Parahyangan
Alamat Instansi	:	Jl. Ciumbuleuit No. 94, Bandung, Jawa Barat
Bidang Keahlian	:	Material dan Struktur Beton

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Dosen tetap jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan (September 2020 – Sekarang)
2. Tenaga ahli struktur PT LAPI GTC (Maret 2019 - Sekarang)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. Doktor Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Nasional Taiwan University, Taipei, Taiwan (September 2013 – Januari 2019)
2. Magister Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung, Indonesia (Agustus 2007 – Juni 2009)
3. Sarjana Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia (Agustus 2001 – Agustus 2006)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. *Disaster Preparedness Assessment Tools of Structural Performance for Indonesian School Buildings* (2022)
2. Self-Assessment Tool Bagi Pihak Sekolah untuk Mengukur Kesiapsiagaan Bencana Bangunan Sekolah Tahan Gempa Bumi (2022)
3. Keunggulan Kompetitif Teknologi Modular Rumah Instan Sederhana Sehat (RISHA) Jayagiri (2022)
4. Aplikasi *High Performance Fiber Reinforced Concrete* sebagai Material Berkelanjutan: Ikhtisar (2022)
5. *Experimental-Theoretical Investigation of the Short-Term Vibration Response of Uncracked Prestressed Concrete Members Under Long-age Conditions* (2022)
6. *Cyclic Behavior of Fiber Reinforced Concrete Columns Under High Axial Loading Level* (2021)

Profil Penelaah

Nama Lengkap	:	Teguh Sudibyo, ST., MT., Ph.D.
Instansi	:	Departemen Teknik Sipil, Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada
Alamat Instansi	:	Jl. Yacaranda, Sekip Unit I Caturtunggal, Depok, Sleman Yogyakarta
Bidang Keahlian	:	• Struktur Baja dan Komposit • Struktur Tahan Gempa

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Dosen Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada (1999 s.d. sekarang)
2. Tim ahli bidang struktur untuk pengelolaan (perencanaan dan pelaksanaan) proyek
3. Tim ahli bidang struktur pada beberapa pekerjaan asesmen dan perkuatan bangunan.
4. Tim Project Implementation Unit (PIU) UGM-JICA Project (2018-2022)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1 Teknik Sipil, di Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan UGM, lulus tahun 1998
2. S2 Teknik Sipil Struktur, di Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan UGM, lulus tahun 2006
3. S3 Teknik Sipil Struktur, di *Construction Engineering Departemen National Taiwan University of Science and Technology* (NTUST), lulus tahun 2018

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. *Behavior of Partially Concrete Encased Steel Beams Under Cyclic Loading, International Journal of Steel Structure*, 2019
2. *Effect of Intermediate Stiffeners on the Behaviors of Partially Concrete Encassed Steel Beams, Advances in Civil Engineering*, 2018.
3. *The Effect of Intermediate Stiffeners on Steel Reinforced Concrete Beams Behaviors, World Academy of Science, Engineering and Technology*, 2013.

Profil Editor

Nama Lengkap	:	Hervianna Artha, S.S.
Instansi	:	-
Alamat Instansi	:	-
Bidang Keahlian	:	• Penulisan • Editing buku siswa

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Editor Naskah dan Ilustrasi, PT Arman Delta Selaras, Jakarta (2007 – 2015)
2. Editor, PT Pustaka Lebah, Jakarta (2004 – 2005)
3. Penulis & Editor, PT Kuark Internasional, Jakarta (2005 – 2007)
4. Praktisi Penulis & Editor (2000 – sekarang)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1 : Universitas Gadjah Mada – Fakultas Ilmu Budaya - Sastra Jepang (1994)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Geometri Ruang Patung Piramida: Komik Pendidikan (PT Gading Inti Prima, 2016)
2. Sepakbola dan Matematika (Mediantara Semesta, 2017)
3. Pendidikan Anak Usia Dini Berbasis Keluarga: Parenting Education (PT Gading Inti Prima, 2017)
4. Penggunaan Teknologi dalam Mitigasi Bencana (Media Pressindo, 2019)
5. Cerita Putri Gema (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2019)
6. Mandalika, Sirkuit Kelas Dunia (PT Multisarana Nusa Persada, 2022)

Profil Desainer dan Ilustrator

Nama Lengkap	:	Kevin Richard Budiman
Instansi	:	Sekolah Bogor Raya
Alamat Instansi	:	Jl. Danau Bogor Raya No.19, RT.04/RW.07, Tanah Baru, Kec. Bogor Utara, Kota Bogor, Jawa Barat 16154
Bidang Keahlian	:	*Layouter/setting*

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. 2018 – 2022 : 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 Agama Buddha kelas 2 Kemendibud
3. Buku Guru dan Siswa Agama Hindu kelas 10 Kemendikbud
4. Buku Suplemen Kelas 4 SD Kemendikbud
5. Buku Guru Prakarya SMP Kelas 7 Kemendikbud
6. Buku Guru Prakarya SMP Kelas 9 Kemendikbud