



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
2016

## MODUL GURU PEMBELAJAR

# Paket Keahlian Teknik Konstruksi Baja

Pedagogik : Pengembangan Strategi Pembelajaran  
Profesional : Analisis Ilmu Konstruksi Bangunan Baja

KELOMPOK  
KOMPETENSI







## MODUL GURU PEMBELAJAR

# Paket Keahlian Teknik Konstruksi Baja

Penyusun :

Ivan Indrawan, ST., MT  
USU Medan  
ivandrawan76@gmail.com  
081264563715

Reviewer :

Ika Puji Hastuti, ST., MT  
USU Medan  
ikapuji@gmail.com  
081362397999

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN  
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK  
MEDAN  
2016**



Dilindungi Undang-Undang

Milik Negara  
Tidak Diperdagangkan

Kontributor :  
Penyunting Materi : (tim pengarah)  
Penyunting Bahasa : Badan Bahasa  
Penyelia Penerbitan : Politeknik Media Kreatif, Jakarta

***Disklaimer:** Modul ini merupakan bahan untuk Pengembangan Kompetensi Berkelanjutan Guru pasca UKG. Dan merupakan “dokumen hidup” yang senantiasa diperbaiki, diperbaharui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan diharapkan dapat meningkatkan kualitas modul ini.*

750.014

BAS

k

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Cetakan ke-1, 2016

## **KATA PENGANTAR**

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu “Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Pedoman Penyusunan Modul Diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan merupakan petunjuk bagi penyelenggara pelatihan di dalam melaksanakan pengembangan modul. Pedoman ini disajikan untuk memberikan informasi tentang penyusunan modul sebagai salah satu bentuk bahan dalam kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan bagi guru dan tenaga kependidikan.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi secara maksimal dalam mewujudkan pedoman ini, mudah-mudahan pedoman ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi penyusun modul, pelaksanaan penyusunan modul, dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan modul diklat PKB.

Jakarta, Maret 2016  
Direktur Jenderal Guru dan  
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,  
NIP 19590801 198503 1002

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	ii
Daftar Gambar .....	vii
Daftar Tabel .....	ix
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan .....	2
C. Peta Kompetensi .....	3
D. Ruang Lingkup .....	4
E. Saran Cara Penggunaan Modul .....	5
<b>II. KEGIATAN PEMBELAJARAN .....</b>	<b>6</b>
<b>Kegiatan Pembelajaran 1 .....</b>	<b>6</b>
A. Tujuan Pembelajaran .....	6
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	6
C. Uraian Materi .....	6
C.1 Menganalisis Macam-Macam Gaya dalam Struktur Bangunan .....	6
C.2 Menganalisis Resultan Gaya .....	10
C.2.1 Metode Analisis .....	10
C.2.2 Metode Grafis .....	14
C.3 Gaya-gaya Dalam pada Struktur Bangunan .....	18
C.3.1 Gaya Normal (N) .....	18
C.3.2 Gaya Lintang / Geser (D) .....	18
C.3.3 Momen Lentur .....	19
C.4 Pembebanan pada Struktur Bangunan .....	20
C.4.1 Beban Mati .....	21
C.4.2 Beban Hidup .....	22
C.4.3 Beban Angin .....	24
C.4.4 Beban Gempa .....	25
C.4.5 Beban Khusus .....	25

D. Aktifitas Pembelajaran .....	26
E. Latihan/Kasus/Tugas .....	27
F. Rangkuman .....	27
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	28
<b>Kegiatan Pembelajaran 2 .....</b>	<b>30</b>
A. Tujuan Pembelajaran .....	30
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	30
C. Uraian Materi .....	30
C.1 Kelebihan Baja sebagai Material Struktur .....	30
C.2 Kelemahan Baja Sebagai Material Struktur .....	32
C.3 Sejarah Penggunaan Konstruksi Besi dan Baja .....	33
C.4 Profil Baja .....	35
C.5 Pembuatan Dingin Profil Baja Ringan .....	39
C.6 Hubungan Tegangan-Regangan Baja Struktur .....	40
C.7 Baja Struktur Modern .....	44
C.8 Penggunaan Baja Kekuatan Tinggi .....	48
C.9 Penampang Jumbo .....	50
C.10 Pekerjaan Perancang Struktur .....	51
C.11 Tujuan Perancang Struktur .....	51
C.12 Perancangan Ekonomis Elemen Struktur Baja .....	52
C.13 Kegagalan Struktur .....	54
D. Aktifitas Pembelajaran .....	55
E. Latihan/Kasus/Tugas .....	56
F. Rangkuman .....	56
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	58
<b>Kegiatan Pembelajaran 3 .....</b>	<b>60</b>
A. Tujuan Pembelajaran .....	60
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	60
C. Uraian Materi .....	60
C.1 Prinsip-prinsip Struktur Konstruksi Baja .....	60
C.2 Sifat Bahan Baja .....	63
C.3 Type Struktur Penyangga Atap Baja (Struktur Kuda-kuda Baja) .....	66

C.4 Pembebanan Struktur .....	67
C.4.1 Kombinasi Beban Rencana .....	67
C.4.2 Faktor Reduksi $\phi$ Untuk Keadaan Kekuatan Batas ...	67
C.5 Batang Tarik .....	68
C.6 Batang Tekan .....	69
C.7 Sambungan Struktur Baja .....	71
C.7.1 Sambungan Baut .....	72
C.7.2 Sambungan Las .....	73
C.8 Castella Beam .....	73
D. Aktifitas Pembelajaran .....	75
E. Latihan/Kasus/Tugas .....	76
F. Rangkuman .....	76
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	78
<b>Kegiatan Pembelajaran 4 .....</b>	<b>80</b>
A. Tujuan Pembelajaran .....	80
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	80
C. Uraian Materi .....	80
C.1 Metode Pengukuran Trigonometris .....	80
C.2 Pengukuran Kerangka Dasar Horizontal .....	82
C.3 Kesalahan-Kesalahan pada Survei dan Pemetaan .....	85
C.4 Ketelitian Levelling .....	89
C.4.1 Kesalahan Sistem Unit .....	90
C.4.2 Angka Signifikan .....	92
C.4.3 Pembulatan Angka .....	92
C.4.4 Kesalahan Versus Koreksi .....	93
C.4.5 Presisi Versus Akurasi .....	93
C.4.6 Nilai yang Paling Mungkin .....	94
C.4.7 Hukum Probabilitas Kesalahan .....	94
C.4.8 Ukuran Presisi .....	95
C.4.9 Propagasi Kesalahan .....	97
C.4.10 Berat Pengamatan .....	98
C.5 Pengecekan Ketegakkan Tower Crane Menggunakan Theodolit .....	99



D. Aktifitas Pembelajaran .....	99
E. Latihan/Kasus/Tugas .....	100
F. Rangkuman .....	100
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	101
<b>Kegiatan Pembelajaran 5 .....</b>	<b>103</b>
A. Tujuan Pembelajaran .....	103
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	103
C. Uraian Materi .....	103
C.1 Memahami Bentuk-bentuk Baja dalam Struktur Konstr. Baja .....	103
C.2 Cara Menggambar Profil Baja .....	105
C.3 Pemberian Notasi Profil Baja .....	108
D. Aktifitas Pembelajaran .....	109
E. Latihan/Kasus/Tugas .....	110
F. Rangkuman .....	110
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	110
<b>Kegiatan Pembelajaran 6 .....</b>	<b>112</b>
A. Tujuan Pembelajaran .....	112
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	112
C. Uraian Materi .....	112
C.1 Pihak-pihak yang Terlibat Dalam Proyek Konstruksi Baja ..	112
C.2 Alat dan bahan Pada Proyek konstruksi Baja .....	117
D. Aktifitas Pembelajaran .....	121
E. Latihan/Kasus/Tugas .....	122
F. Rangkuman .....	122
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	122
<b>Kegiatan Pembelajaran 7 .....</b>	<b>125</b>
A. Tujuan Pembelajaran .....	125
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	125
C. Uraian Materi .....	125
C.1 Ketentuan Pelaksanaan K3 .....	125
C.2 Organisasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja .....	126

C.3 Laporan Kecelakaan .....	127
C.4 Keselamatan Kerja & Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan .....	128
C.5 Pembiayaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja .....	130
D. Aktifitas Pembelajaran .....	130
E. Latihan/Kasus/Tugas .....	131
F. Rangkuman .....	131
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	131
Kunci Jawaban .....	133
A. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 1 .....	133
B. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 2 .....	134
C. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 3 .....	136
D. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 4 .....	138
E. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 5 .....	140
F. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 6 .....	140
G. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 7 .....	141
III. PENUTUP .....	142
Daftar Pustaka .....	143

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Besaran dan arah gaya .....	7
Gambar 1.2 Garis kerja dan arah sudut kemiringan gaya .....	7
Gambar 1.3. Bidang gaya .....	7
Gambar 1.4 Gaya terpusat P .....	8
Gambar 1.5 Beban Merata .....	9
Gambar 1.6 Gaya merata segitiga .....	9
Gambar 1.7 Gaya non-linear .....	9
Gambar 1.8 Gambar gaya momen (M) dan gaya Torsi ( T ) .....	10
Gambar 1.9 Perhitungan resultan gaya konkuren .....	11
Gambar 1.10 Resultan Rx dan Ry .....	12
Gambar 1.11 Perhitungan resultan gaya tidak konkuren .....	13
Gambar 1.12 Perhitungan resultan gaya metode grafis .....	15
Gambar 1.13 Resultan gaya poligon konkuren .....	15
Gambar 1.14 Perhitungan grafis resultan gaya tidak konkuren .....	16
Gambar 1.15 Penjumlahan gaya tidak konkuren .....	16
Gambar 1.16 Perhitungan gaya-gaya poligon batang .....	17
Gambar 1.17 Gaya normal tekan (-) dan tarik (+) .....	18
Gambar 1.18 Gaya lintang positif dan negatif .....	19
Gambar 1.19 Momen lentur .....	19
Gambar 1.20 Momen lentur positif dan momen lentur negatif .....	20
Gambar 1.21 Soal No.2 untuk gaya-gaya tidak konkuren .....	27
Gambar 2.1 Beberapa bentuk profil baja .....	38
Gambar 2.2 Profil hasil pembuatan dingin .....	39
Gambar 2.3 Beberapa jenis dek baja .....	40
Gambar 2.4 Diagram tegangan – regangan baja .....	41
Gambar 2.5 Diagram tegangan-regangan baja getas .....	43
Gambar 2.6 Kurva tegangan –regangan aktual .....	48
Gambar 2.7 Daerah inti, tempat terjadinya keruntuhan getas penampang jumbo .....	50

Gambar 3.1 Profil baja .....	61
Gambar 3.2 Sumbu utama profil baja .....	62
Gambar 3.3 Sumbu bahan dan sumbu bebas bahan .....	63
Gambar 3.4 Hubungan tegangan untuk ujitarik baja lunak .....	64
Gambar 3.5. Type struktur rangka baja (konstruksi rangka kap) ...	66
Gambar 3.6 Bentuk tampang penampang tarik .....	69
Gambar 3.7 Bentuk tampang penampang tekan .....	70
Gambar 3.8 Castella beam .....	73
Gambar 4.1. Prinsip jarak optik .....	81
Gambar 4.2. Pengukuran tachimetri .....	81
Gambar 4.3. Diagram jenis kesalahan .....	86
Gambar 4.4. Sumber kesalahan .....	86
Gambar 4.5 . Ilustrasi perbedaan presisi dan akurasi .....	94
Gambar 4.6. Kurva distribusi normal kesalahan .....	95
Gambar 4.7. Kurva distribusi normal presisi tinggi (a) , presisi rendah (b)	96
Gambar 5.1 Lukis bidang sumbu X-Y .....	105
Gambar 5.2 Garis tinggi dan lebar .....	105
Gambar 5.3 Garis tebal badan dan flens .....	106
Gambar 5.4 Garis lengkung sudut .....	107
Gambar 5.5 Garis profil dan garis sumbu .....	107
Gambar 5.6 Profil kanal 140x60 .....	108
Gambar 6.1 Prosedur pengajuan alat, bahan, metode kerja .....	121

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Berat sendiri bahan bangunan .....	21
Tabel 1.2 Berat sendiri komponen bangunan .....	22
Tabel 1.3 Beban hidup .....	24
Tabel 2.1 Sifat baja struktur .....	45
Tabel 2.2 Sifat mekanis baja struktur .....	46
Tabel 3.1 Faktor reduksi $\phi$ untuk keadaan kekuatan batas .....	68
Tabel 4.1. Konversi satuan panjang, luas, volume dan sudut .....	90
Tabel 4.2. Frekuensi signal GPS .....	91
Tabel 4.3. Parameter ellipsoid .....	91



# I. PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya.

Pengembangan keprofesian berkelanjutan merupakan pengembangan kompetensi guru dan tenaga kependidikan yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan, bertahap, berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya. Dengan demikian pengembangan keprofesian berkelanjutan adalah suatu kegiatan bagi guru dan tenaga kependidikan untuk memelihara dan meningkatkan kompetensinya secara keseluruhan, berurutan dan terencana, mencakup bidang-bidang yang berkaitan dengan profesinya didasarkan pada kebutuhan individu guru dan tenaga kependidikan.

Agar kegiatan pengembangan diri guru tercapai secara optimal diperlukan Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan PKB baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat PKB dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Pedoman penyusunan modul diklat PKB bagi guru dan tenaga kependidikan ini merupakan acuan bagi penyelenggara pendidikan dan pelatihan dalam mengembangkan modul pelatihan yang diperlukan guru dalam melaksanakan kegiatan PKB.

Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Modul-modul yang digunakan sebagai salah satu sumber belajar pada kegiatan diklat fungsional dan kegiatan kolektif guru dan tenaga kependidikan lainnya. Modul Diklat PKB pada intinya merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang menuntut peserta pelatihan untuk belajar lebih mandiri dan aktif. Modul diklat merupakan substansi materi pelatihan yang dikemas dalam suatu unit program pembelajaran yang terencana guna membantu pencapaian peningkatan kompetensi yang didesain dalam bentuk bahan tercetak (*printed materials*).

Modul diklat PKB ini dikembangkan untuk memenuhi kegiatan PKB bagi guru dan tenaga kependidikan paket keahlian Teknik Konstruksi Baja pada Kelompok Kompetensi B yang terfokus dalam pemenuhan peningkatan kompetensi pedagogik dan professional yang memenuhi prinsip: berpusat pada kompetensi (*competencies oriented*), pembelajaran mandiri (*self-instruction*), maju berkelanjutan (*continuous progress*), penataan materi yang utuh dan lengkap (*whole-contained*), rujuk-silang antar isi mata diklat (*cross referencing*), dan penilaian mandiri (*self-evaluation*).

Modul Teknik Konstruksi Baja Kelompok Kompetensi B ini bertujuan agar siswa menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan Konstruksi Baja.

## **B. Tujuan**

Tujuan penulisan modul Konstruksi Baja Kelompok Kompetensi B adalah agar siswa mampu :

1. Menganalisa macam-macam gaya dalam struktur bangunan
2. Menganalisis ilmu konstruksi bangunan yang terkait konstruksi baja
3. Menguraikan prinsip-prinsip konstruksi baja
4. Menganalisis jenis dan fungsi struktur bangunan berdasarkan karakteristik
5. Menerapkan teknik pengoperasian alat sifat datar (levelling) dan alat sifat ruang) theodolit
6. Menganalisis berbagai macam pengetahuan teknologi dasar konstruksi baja



7. Menganalisis kebutuhan peralatan dan bahan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan konstruksi baja
8. Merencanakan keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup K3LH pada pekerjaan konstruksi baja.

### C. Peta Kompetensi

No	Nama Modul	Komp. Inti Guru	Kompetensi Guru Mata Pelajaran	Indikator Esensial/ Indikator Pencapaian Kompetensi
1	Modul Kelompok Kompetensi B	20.1. Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.	20.1.1. Menganalisis ilmu mekanika teknik bangunan terkait dengan konstruksi baja	20.1.1.3. Menganalisa macam-macam gaya dalam struktur bangunan
			20.1.2. Menganalisis ilmu konstruksi bangunan yang terkait konstruksi baja	20.1.2.1. Menguraikan prinsip-prinsip struktur konstruksi baja
				20.1.2.2. Menganalisis jenis dan fungsi struktur bangunan berdasarkan karakteristik
			20.1.3 Menerapkan teknik pengoperasian alat sifat datar (leveling) dan alat sifat ruang theodolit	
			20.1.11 Menganalisis kebutuhan peralatan dan bahan yang dibutuhkan dalam	

			peleksanaan pekerjaan konstruksi baja	
			20.1.15 Merencanakan keselamatan dan kesehatan kerja seta lingkungan hidup K3LH pada pekerjaan konstruksi baja	

#### D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup modul Konstruksi Baja Kelompok Kompetensi B berikut meliputi:

- Menganalisis ilmu mekanika teknik bangunan terkait dengan konstruksi baja
- Menganalisis ilmu konstruksi bangunan yang terkait konstruksi baja kemudian
- menguraikan prinsip-prinsip struktur konstruksi baja
- Menganalisis jenis dan fungsi struktur bangunan berdasarkan karakteristik
- Menerapkan teknik pengoperasian alat sifat datar (leveling) dan alat sifat ruang theodolit
- Menganalisis berbagai macam pengetahuan teknologi dasar konstruksi baja
- Menganalisis kebutuhan peralatan dan bahan yang dibutuhkan dalam peleksanaan pekerjaan konstruksi baja
- Merencanakan keselamatan dan kesehatan kerja seta lingkungan hidup K3LH pada pekerjaan konstruksi baja

## **E. Saran Cara Penggunaan Modul**

Ikutilah petunjuk ini selama anda mengikuti kegiatan belajar sebagai berikut:

- a. Sebelum melakukan kegiatan belajar mulailah dengan doa, sebagai ucapan syukur bahwa anda masih memiliki kesempatan belajar dan memohon kepada Tuhan agar di dalam kegiatan belajar Konstruksi Baja selalu dalam bimbingannya.
- b. Pelajari dan pahami lebih dahulu teori Konstruksi Baja yang disajikan, kemudian anda dapat menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir ilmu konstruksi baja.
- c. Dalam pembelajaran menggunakan modul diharapkan siswa harus aktif, baik secara individual maupun kelompok untuk mencari, menggali dan menemukan konsep serta prinsip - prinsip secara holistik dan otentik
- d. Siswa harus siap mengikuti kegiatan dan memahami cara - cara pembelajaran dengan menggunakan modul, yang pelaksanaannya dapat dilaksanakan secara individual, secara berpasangan, kelompok kecil atau klasikal, serta memiliki minat baca yang tinggi.
- e. Bertanyalah kepada fasilitator bila mengalami kesulitan dalam memahami materi pelajaran.
- f. Anda dapat menggunakan buku referensi yang menunjang bila dalam modul ini terdapat hal-hal yang kurang jelas.
- g. Kerjakan tugas-tugas yang diberikan dalam lembar kerja dengan baik
- h. Dalam mengerjakan tugas merancang dan memasang utamakan ketelitian, kebenaran, dan kerapian pekerjaan. Jangan membuang-buang waktu saat mengerjakan tugas dan juga jangan terburu-buru yang menyebabkan kurangnya ketelitian dan menimbulkan kesalahan.
- i. Setelah tugas merancang dan memasang selesai, sebelum diserahkan kepada fasilitator sebaiknya anda periksa sendiri terlebih dahulu secara cermat, dan perbaikilah bila ada kesalahan, serta lengkapilah terlebih dahulu bila ada kekurangan.

## II. KEGIATAN PEMBELAJARAN

### Kegiatan Pembelajaran 1

Pembelajaran pertama ini tentang analisa ilmu Mekanika Teknik bangunan yang terkait dengan konstruksi baja.

#### A. Tujuan

Tujuan dari pembelajaran 1 ini adalah menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Agar hal tersebut dapat dikuasai pada modul Konstruksi Baja Kelompok Kompetensi B ini pembelajaran 1 yang dimaksud adalah menganalisa ilmu Mekanika Teknik bangunan yang terkait dengan konstruksi baja.

#### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

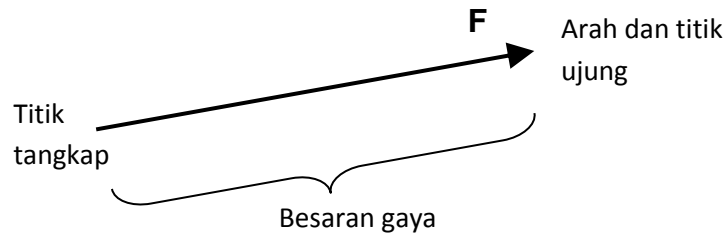
Indikator Pencapaian Kompetensi pada pembelajaran 1 adalah menganalisis macam-macam gaya dalam struktur bangunan serta jenis pembebanan yang bekerja pada struktur bangunan rumah dan gedung.

#### C. Uraian Materi

##### C.1 Menganalisis Macam-Macam Gaya dalam Struktur Bangunan

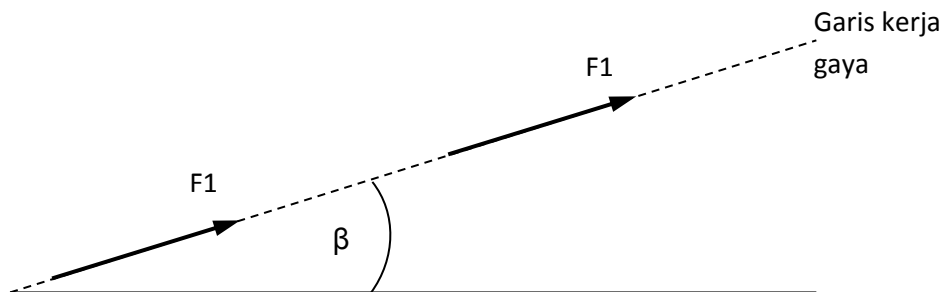
Gaya merupakan besaran vektor yang artinya mempunyai besaran (kg, ton, Newton, dll), mempunyai arah dan titik tangkap. Penggambaran gaya biasanya berupa garis panah dengan simbol huruf jenis gayanya (misalkan **F**) yang mempunyai panjang sesuai dengan skala yang ditentukan seperti terlihat pada Gambar 1.1. Dengan demikian panjang garis bisa mewakili besaran gaya tertentu.

Contoh :



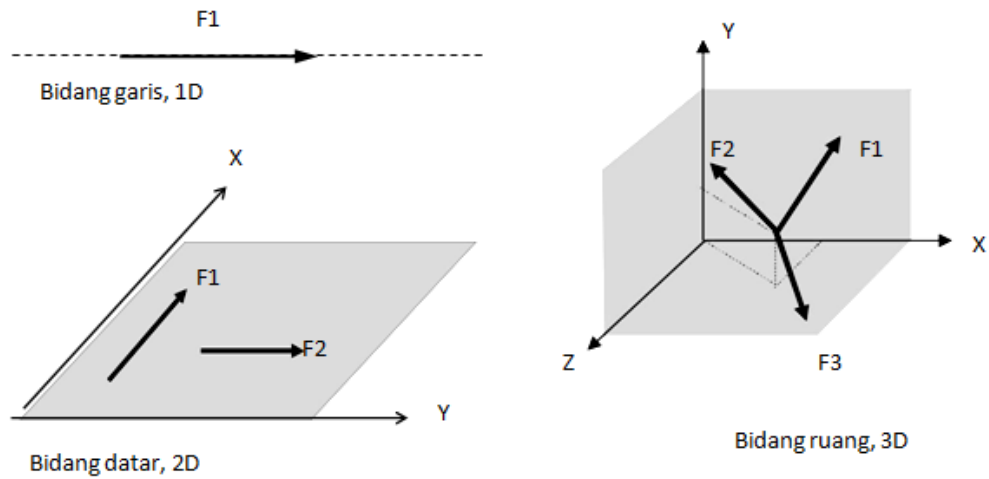
Gambar 1.1 Besaran dan arah gaya

Titik tangkap adalah awal bermulanya gaya tersebut. Gaya bekerja sepanjang garis kerja gaya dan posisinya dapat dipindah-pindah (misalkan  $F_1$ ) asal tetap dalam arah dan garis kerjanya. Arah gaya dapat ditunjukkan dengan kemiringan sudut misalkan  $\beta$  seperti pada Gambar 1.2 berikut.



Gambar 1.2 Garis kerja dan arah sudut kemiringan gaya

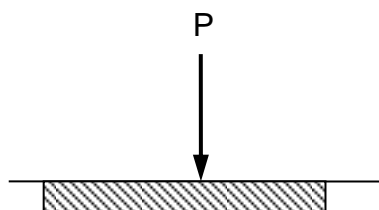
Dalam analisa struktur berdasarkan dimensinya garis-garis kerja gaya dapat berupa garis (Kolinear, 1D), bidang datar (Koplanar, 2D), atau bidang ruang (3D) seperti terlihat pada Gambar 1.3 berikut. Gaya yang bertitik tangkap sama (tunggal) dinamakan gaya Konkuren.



Gambar 1.3. Bidang Gaya

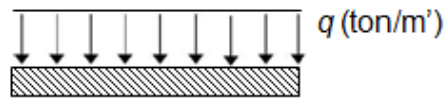
Berdasarkan penyebaran dan sifatnya gaya dapat dibagi atas :

1. Gaya terpusat (*point load, P*) atau disebut juga beban terpusat, yaitu gaya yang titik ujungnya berpusat pada satu titik. Misalkan berat orang, berat kolom, berat pada tumpuan roda kendaraan. Beban terpusat digambarkan sebagai satu tanda panah gaya seperti Gambar 1.4 berikut.



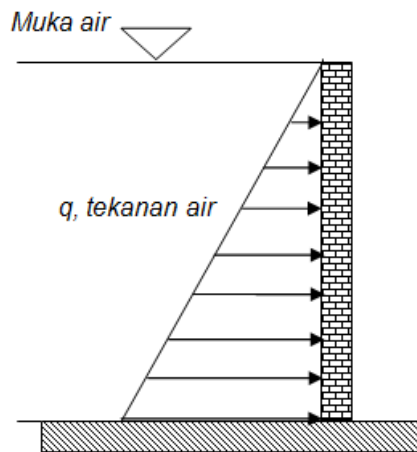
Gambar 1.4 Gaya terpusat P

2. Gaya terbagi rata (*distributed load, q*) atau disebut juga beban merata contohnya gaya yang timbul akibat berat lantai bangunan, berat balok, gaya angin pada dinding atau atap bangunan. Beban merata digambarkan sebagai beban terpusat yang berbaris seperti terlihat pada Gambar 1.5 berikut.



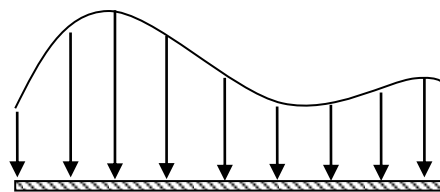
Gambar 1.5 Beban merata

3. Gaya terbagi rata segitiga, seperti terlihat pada gambar 1.6 berikut.  
Contoh gaya adalah beban tekanan air pada dinding bendungan, beban tekanan tanah pada dinding penahan tanah.



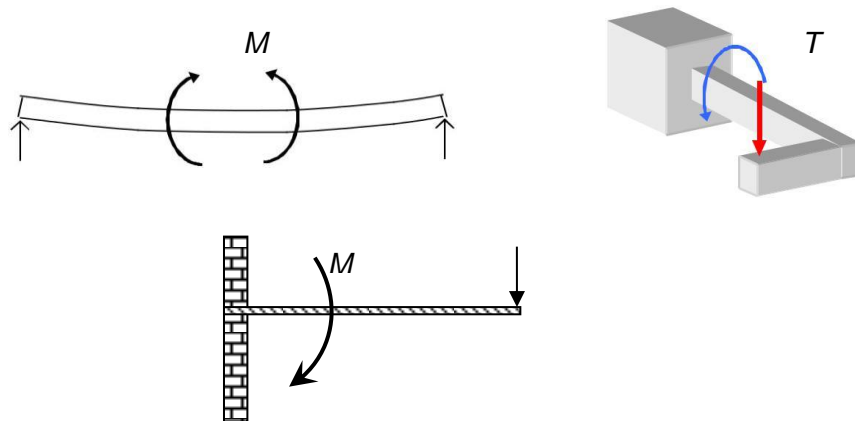
Gambar 1.6 Gaya merata segitiga

4. Gaya tidak terbagi rata, besaran gaya ini bisa acak atau dalam bentuk suatu kurva (*non linear*) seperti terlihat pada Gambar 1.7 berikut :



Gambar 1.7 Gaya non-linear

5. Momen, merupakan besaran gaya dikali jarak, yang dapat menyebabkan struktur mengalami lengkungan atau lenturan (Momen lentur,  $M$ ) atau Torsi / puntiran ( $T$ ). Contoh momen lentur dan momen torsi dapat dilihat pada Gambar 1.8 berikut :



Gambar 1.8 Gambar gaya momen ( $M$ ) dan gaya Torsi ( $T$ )

## C.2. Menganalisa Resultan Gaya

Resultan gaya adalah penjumlahan dari beberapa gaya menjadi satu buah gaya (sebuah besaran, satu titik tangkap dan satu arah) pada suatu struktur bangunan. Besaran dan arah resultan gaya ditentukan oleh banyaknya gaya dan arah masing-masing gaya tersebut. Untuk menghitung resultan gaya ada 2 metode yang dapat diterapkan yaitu cara nalitis dan cara grafis.

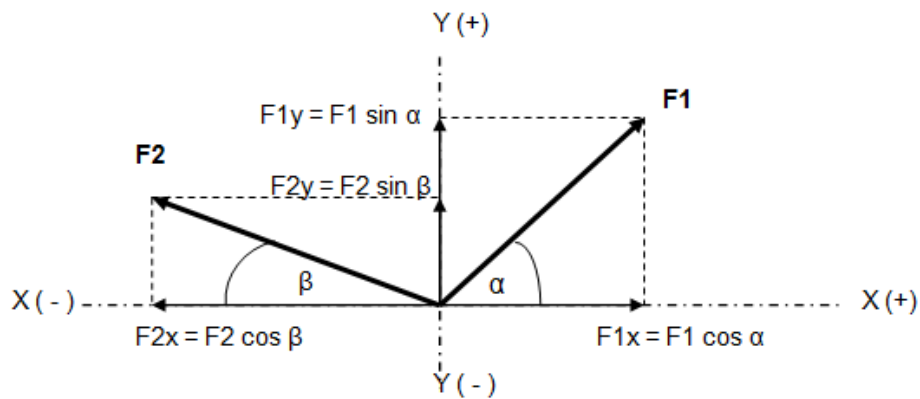
### C.2.1 Metode Analitis

Metode analitis menguraikan gaya-gaya pada suatu sumbu Kartesian (Sumbu  $X, Y, Z$ ) kemudian menjumlahkan besaran dan arahnya. Berikut diberikan contoh penjumlahan gaya yang mempunyai satu titik tangkap (konkuren) dan tidak konkuren.

#### a. Gaya Konkuren

Perhatikan cara perhitungan resultan dua buah gaya  $F_1$  dan  $F_2$  pada bidang Sumbu  $X-Y$  Gambar 1.9 berikut.





Gambar 1.9 Perhitungan resultan gaya konkuren

Langkah perhitungan resultan  $R = F_1 + F_2$  adalah sebagai berikut :

- Transformasikan gaya  $F_1$  dan  $F_2$  masing-masing terhadap sumbu  $X$  menjadi  $F_{1x}$  dan  $F_{2x}$  dimana

$$F_{1x} = F_1 \cos \alpha$$

$$F_{2x} = F_2 \cos \beta$$

- Jumlahkan seluruh gaya sepanjang sumbu  $x$  menjadi resultan  $R_x$  (perhatikan arahnya, arah kekiri bertanda negatif (-), arah ke kanan bertanda positif (+)).

$$R_x = F_{1x} - F_{2x}$$

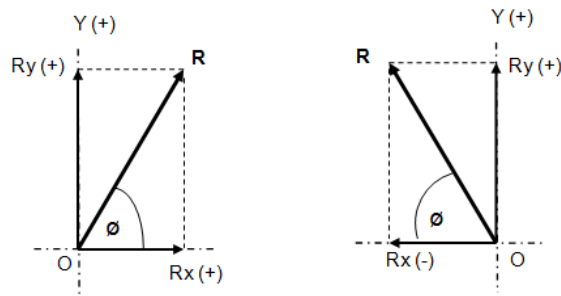
$$R_x = F_1 \cos \alpha - F_2 \cos \beta$$

- Jumlahkan seluruh gaya sepanjang sumbu  $y$  menjadi  $R_y$  (perhatikan arahnya, arah bawah bertanda negatif (-), arah ke atas bertanda positif(+)).

$$R_y = F_{1y} - F_{2y}$$

$$R_y = F_1 \sin \alpha - F_2 \sin \beta$$

- Sekarang sudah ada resultan gaya yang mewakili seluruh gaya pada masing-masing sumbu yaitu  $R_x$  dan  $R_y$ . Maka resultan gaya total  $R$  menjadi seperti pada Gambar 1.10 berikut:



Gambar 1.10 Resultan Rx dan Ry

- Perhatikan bahwa Rx maupun Ry dapat bertanda (-) atau (+) tergantung dari selisih dan arah besaran gaya-gaya yang terjadi dan mempunyai titik tangkap di pusat sumbu titik O.
- Kemudian hitung besaran R dengan cara

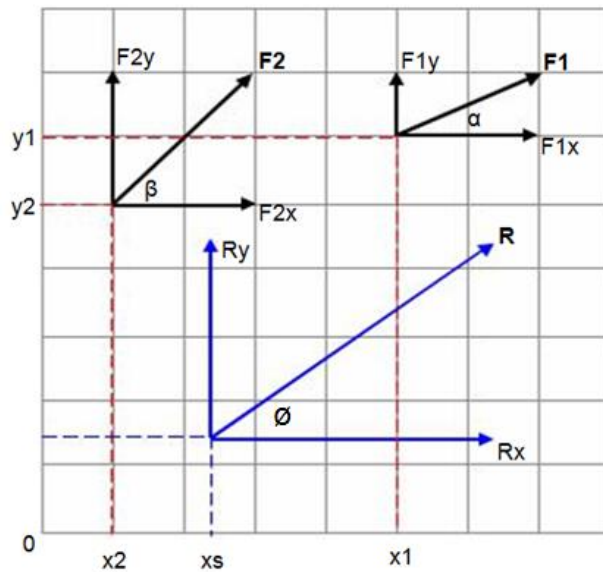
$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Dan arah gaya dihitung berdasarkan besaran sudut  $\phi$  yang terbentuk yaitu :

$$\tan \phi = R_y / R_x$$

b. Gaya tidak Konkuren

Perhatikan cara perhitungan resultan dua buah gaya F1 dan F2 pada bidang Sumbu X-Y Gambar 1.11 berikut



Gambar 1.11 Perhitungan resultan gaya tidak konkuren

Langkah perhitungan resultan  $R = F_1 + F_2$  hampir sama dengan metode konkuren hanya saja titik tangkapnya berbeda. Langkahnya adalah sebagai berikut :

- Transformasikan masing-masing gaya  $F_1$  dan  $F_2$  pada sumbu-x dan sumbu-y nya menjadi:

$$F_{1x} = F_1 \cos \alpha$$

$$F_{1y} = F_1 \sin \alpha$$

$$F_{2x} = F_2 \cos \beta$$

$$F_{2y} = F_2 \sin \beta$$

- Hitung masing-masing resultan terhadap sumbu-x dan sumbu-y sehingga

$$R_x = F_x = R_{x1} + R_{x2} = F_{1x} + F_{2x} = F_1 \cos \alpha + F_2 \cos \beta$$

$$R_y = F_y = R_{y1} + R_{y2} = F_{1y} + F_{2y} = F_1 \sin \alpha + F_2 \sin \beta$$

- Kemudian hitung besaran  $R$  dengan cara

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Dan arah gaya dihitung berdasarkan besaran sudut  $\phi$  yang terbentuk yaitu :

$$\tan \phi = R_y / R_x$$

- Permasalahan selanjutnya adalah mencari titik tangkap resultan R. Untuk mencari titik tangkap R adalah dengan menghitung Momen  $M_x$  dan  $M_y$  terhadap titik 0 (pusat sumbu X-Y) dimana momen sama dengan gaya dikali lengan gaya seperti berikut :

$$M_x = F1x \cdot y1 + F2x \cdot y2 = F_x \cdot y \quad \dots (1a)$$

$$M_y = F1y \cdot x1 + F2y \cdot x2 = F_y \cdot x \quad \dots (1b)$$

Titik tangkap resultan R dinamakan titik (s) dengan koordinat  $(x_s, y_s)$ , maka momen akibat resultan gaya :

$$M_x = R_x \cdot y_s \quad \dots (2a)$$

$$M_y = R_y \cdot x_s \quad \dots (2b)$$

Dengan mensubstitusikan (1a) dan (1b) ke (2a) dan (2b) maka nilai  $x_s$  dan  $y_s$  menjadi :

Dari (2b) :  $x_s = M_y / R_y$

$$x_s = (F_y \cdot x) / R_y$$

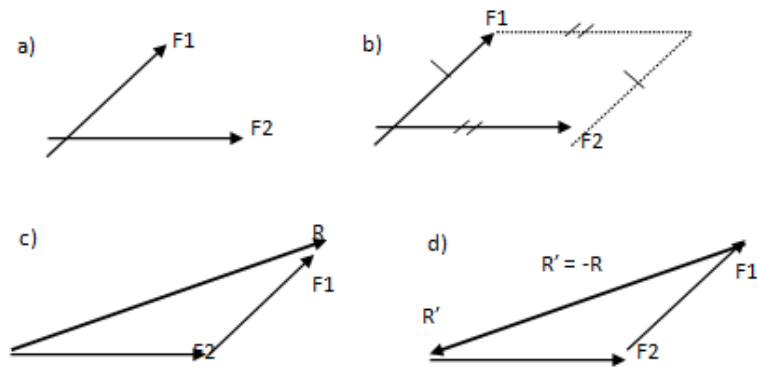
dan dari (2a) :  $y_s = M_x / R_x$

$$y_s = F_x \cdot y / R_x$$

## C.2.2 Metode Grafis

### a. Polygon gaya

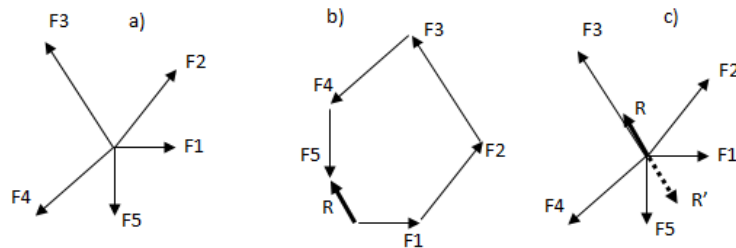
Apabila terdapat dua gaya  $F_1$  dan  $F_2$  seperti Gambar 1.12 (a) dan (b) berikut maka untuk mencari Resultan dengan cara menarik garis yang paralel dengan  $F_1$  dan  $F_2$ , kemudian ditarik garis dari titik O ke titik perpotongan kedua garis tadi, hasil ini disebut *paralelogram* gaya. Untuk mempercepat proses pekerjaan dapat digambarkan pada Gambar 1.12 (c) dan (d).



Gambar 1.12 Perhitungan resultan gaya metode grafis

a.1. Gaya poligon konkuren

Apabila terdapat gaya seperti pada gambar 1.13 berikut maka resultan R dapat dicari dengan cara grafis seperti diatas yaitu :

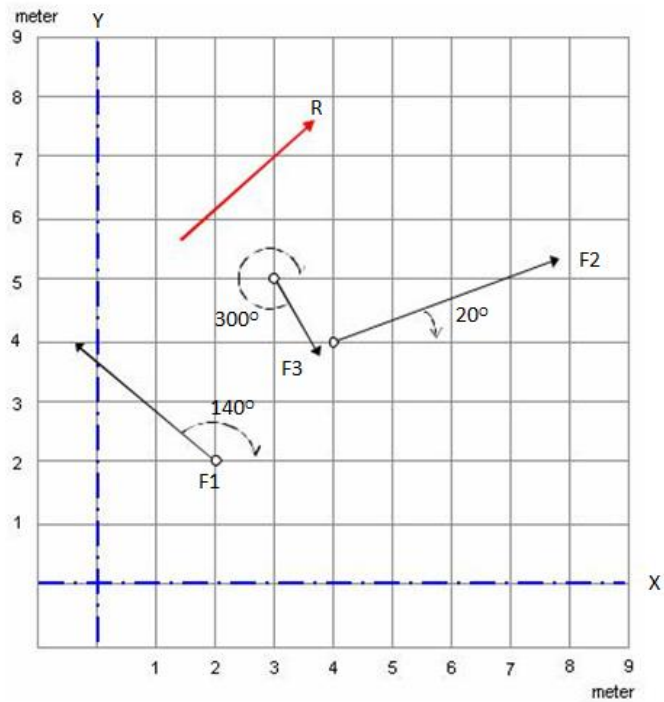


Gambar 1.13 Resultan gaya poligon konkuren

Untuk menggambarkan gaya  $F_1, \dots, F_5$  harus dilakukan dengan skala sehingga menghasilkan gambar b) diatas yang disebut poligon gaya.

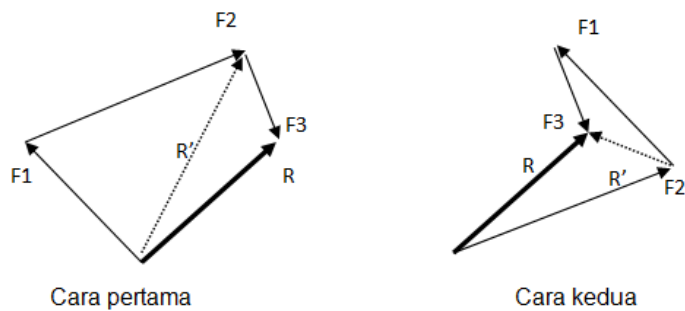
a.2 Gaya tidak konkuren

Sebagai contoh gaya tidak konkuren perhatikan Gambar 1.14 berikut



Gambar 1.14 Perhitungan grafis resultan gaya tidak konkuren

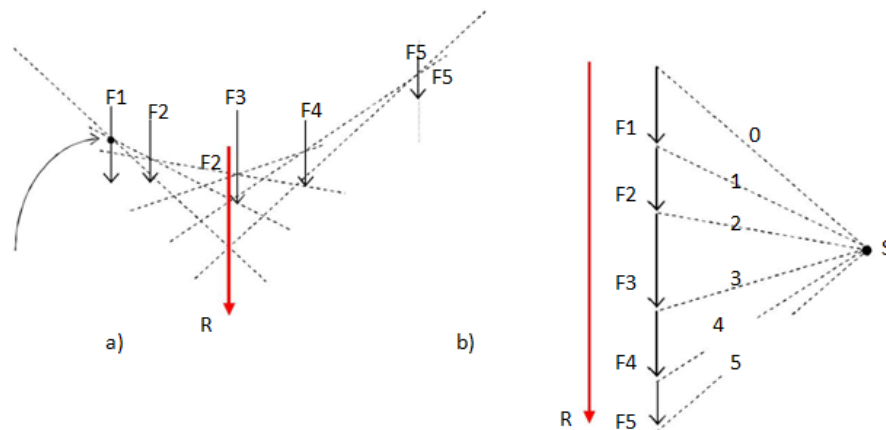
Dengan cara grafis dapat diselesaikan seperti Gambar 1.15 sebagai berikut :



Gambar 1.15 Penjumlahan gaya tidak konkuren

b. Poligon batang

Pada cara ini resultan R dari gaya-gaya tidak konkuren dapat dicari beserta titik tangkapnya, lihat contoh Gambar 1.16 berikut berupa gaya-gaya paralel secara vertikal, besar dan letaknya sembarang.



Gambar 1.16 Perhitungan gaya-gaya poligon batang

Langkah-langkah penyelesaian grafis menarik resultan R adalah dengan menggambarkan pertama kali diagram kutubnya (dengan memakai skala gaya) yaitu :

- Susunlah gaya-gaya  $F_1, F_2, \dots, F_5$  seperti terlihat pada gambar b).
- Buat titik sembarang S.
- Tarik garis yang menghubungkan titik S dengan ujung atas gaya  $F_1$  dan selanjutnya dinamakan garis 0.
- Kemudian hubungkan pula titik S dengan ujung gaya  $F_2$ , dinamakan garis 1, dan seterusnya sampai dengan garis 5.
- Setelah diagram kutub selesai buat gambar a), dengan cara menarik garis yang sejajar (//) dengan garis 0 memotong gaya  $F_1$  pada titik sembarang.
- Pada titik perpotongan ini (yaitu pada gaya  $F_1$ ), tarik garis sejajar (//) dengan garis 1 sampai memotong gaya  $F_2$ . Dan seterusnya digambarkan sampai dengan garis yang sejajar garis 5 yang memotong gaya  $F_5$ . Perpanjanglah garis 0 dan garis 5 sampai keduanya saling berpotongan satu sama lain. Titik potong ini adalah merupakan titik tangkap gaya resultan R.

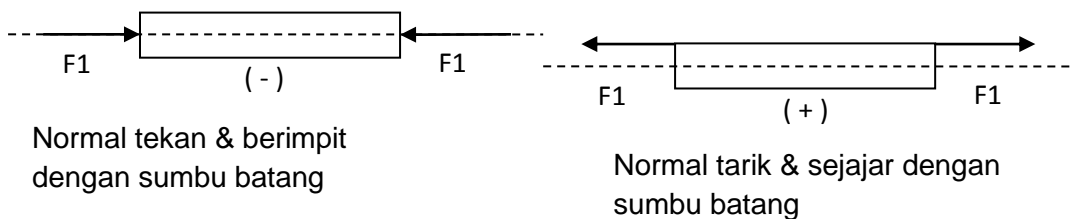
### C.3. Gaya-gaya Dalam pada Struktur Bangunan

Gaya yang dipikul suatu konstruksi akan disalurkan ke setiap bagian dari konstruksi. Gaya yang disalurkan ini disebut *gaya dalam*. Gaya dalam ini menimbulkan perubahan bentuk (deformasi) pada bagian konstruksi, yang dilawan oleh tegangan didalamnya, sehingga keseimbangan dalam tercapai. Gaya-gaya dalam ini berupa:

- Gaya Normal yang terdiri dari normal tarik (gaya tarik) dan normal tekan (gaya tekan)
- Gaya lintang / gaya geser
- Momen yang terdiri momen lentur dan momen torsi

#### C.3.1 Gaya Normal (N)

Gaya normal adalah gaya yang garis kerjanya berimpit atau sejajar dengan sumbu batang struktur. Gaya normal dapat berupa gaya tekan (gaya normal negatif) atau gaya tarik (gaya normal positif) seperti terlihat pada Gambar 1.17 berikut :

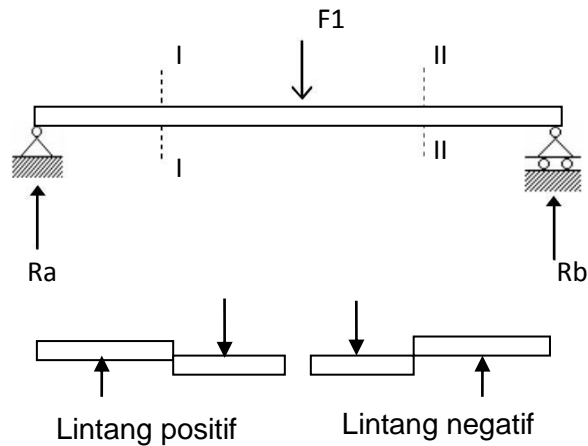


Gambar 1.17 Gaya normal tekan (-) dan tarik (+)

#### C.3.2 Gaya Lintang / Gaya Geser (D)

Gaya geser adalah gaya yang tegak lurus sumbu batang. Gaya lintang dapat diberi tanda positif bila perputaran gaya yang bekerja searah dengan jarum jam, dan diberi tanda negatif bila perputaran gaya yang bekerja berlawanan arah dengan jarum jam seperti terlihat pada Gambar 1.18.



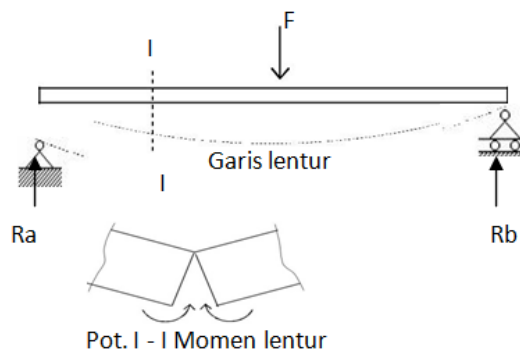


Gambar 1.18 Gaya lintang positif dan negatif

Akibat gaya luar  $F_1$  dan reaksi  $R_a$  pada penampang potongan batang I – I terjadi gaya perlawanan (gaya dalam) di dalam struktur batang yang dinamakan gaya lintang positif ( $D+$ ), hal ini menyebabkan struktur dalam (elemen) balok bergeser ke atas di sisi kiri akibat gaya  $R_a$  dan bergeser ke bawah di sisi kanan akibat  $F_1$ . Dan sebaliknya pada penampang potongan batang II – II terjadi gaya lintang negatif ( $D-$ ).

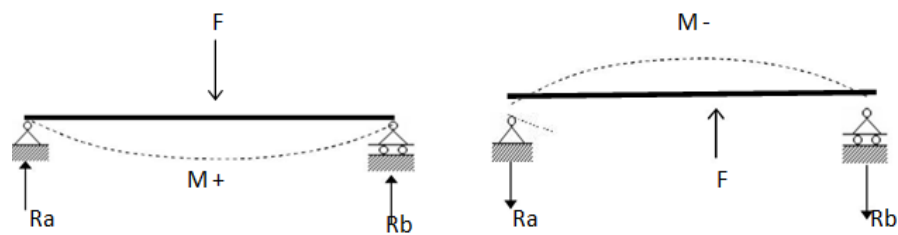
### C.3.3 Momen Lentur (M)

Momen adalah hasil kali gaya dengan jaraknya. Jarak disini adalah jarak yang tegak lurus dengan garis kerja gayanya. Pada struktur batang yang mengalami momen terjadi lenturan pada batang seperti terlihat pada Gambar 1.19.



Gambar 1.19 Momen lentur

Akibat gaya luar  $F$  maka balok akan melentur, oleh gaya dalam meomen lentur kondisi ini akan dilawan sehingga terdapat keseimbangan dalam. Momen lentur dapat berupa momen positif ( $M+$ ) jika serat atas batang tertarik dan serat bawah batang tertekan, begitu juga sebaliknya pada momen negatif ( $M-$ ) seperti terlihat pada Gambar 1.20 berikut ini.



Gambar 1.20 Momen lentur positif dan momen lentur negatif

#### C.4 Pembebanan pada Struktur Bangunan

Dalam merencanakan bangunan rumah atau gedung maka pada tahap awal perlu diperhtungkan sistem pembebanan yang nantinya akan bekerja dan dipikul oleh struktur bangunan. Di dalam memperhitungkan pembebanan dapat digunakan pedoman atau standar yang diizinkan dan salah satu pedoman yang berlaku di Indonesia dan dapat dijadikan sebagai acuan adalah SNI-03-1727-1989 tentang Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung. Dalam buku pedoman ini dimuat: ketentuan-ketentuan mengenai pembebanan, beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa, beban khusus, juga peninjauan beban batas dan beban kerja dan faktor keamanan dalam peninjauan kemandapan.

Struktur gedung harus direncanakan kekuatannya terhadap pembebanan-pembebanan seperti berikut ini:

1. Beban mati (M)
2. Beban Hidup (H)
3. Beban Angin (A)
4. Beban Gempa (G)

## 5. Beban Khusus (K)

### C.4.1. Beban Mati

Beban mati ialah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu. Salah satu bentuk beban mati adalah berat sendiri bangunan yang berupa bahan bangunan dan komponen bangunan seperti terlihat pada Tabel 1.1 dan Tabel 1.2 berikut ini.

Tabel 1.1 Berat sendiri bahan bangunan

No.	Jenis Bahan Bangunan	Berat Sendiri (kg/m <sup>3</sup> )
1	Baja	7.850
2	Batu alam	2.600
3	Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk)	1.500
4	Batu karang (berat tumpuk)	700
5	Batu pecah	1.450
6	Besi tuang	7.250
7	Beton ( <sup>1</sup> )	2.200
8	Beton bertulang ( <sup>2</sup> )	2.400
9	Kayu (Kelas 1) ( <sup>3</sup> )	1.000
10	Kerikil, koral (kering udara sampai lembab, tanpa diayak)	1.650
11	Pasangan bata merah	1.700
12	Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2.200
13	Pasangan batu cetak	2.200
14	Pasangan batu karang	1.450
15	Pasir (kering udara sampai lembab)	1.600
16	Pasir (jenuh air)	1.800
17	Pasir kerikil, koral (kering udara sampai lembab)	1.850
18	Tanah, lempung dan lanau (kering udara sampai lembab)	1.700
19	Tanah, lempung dan lanau (basah)	2.000
20	Timah hitam (timbel)	11.400

Tabel 1.2 Berat sendiri komponen bangunan

No	Jenis bahan komponen	Berat sendiri (kg/m <sup>2</sup> )
1	Adukan, per cm tebal:	
	- dari semen	21
	- dari kapur, semen merah atau tras	17
2	Aspal, termasuk bahan-bahan mineral penambah, per cm tebal	14
	Dinding pasangan bata merah:	
	- satu batu	450
	- setengah batu	250
3	Dinding pasangan batako:	
	a Berlubang:	
	- tebal dinding 20 cm (HB 20)	200
	- tebal dinding 10 cm (HB 10)	120
	b Tanpa lubang	
	- tebal dinding 15 cm	300
	- tebal dinding 10 cm	200
4	Langit-langit dan dinding (termasuk rusuk-rusuknya, tanpa	
	- semen asbes (eternity dan bahan lain sejenis), dengan tebal	11
	- kaca, dengan tebal 3 – 4 mm	10
5	Lantai kayu sederhana dengan balok kayu, tanpa langit-langit dengan	40
6	Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang	7
7	Penutup atap genting dengan reng dan usuk/kaso, per m <sup>2</sup> bidang	50
	Penutup atap sirap dengan reng dan usuk/kaso, per m <sup>2</sup> bidang atap	40

#### C.4.2 Beban Hidup

Beban hidup ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap ke dalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air. Ke dalam beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa dan beban khusus.

Beban hidup pada lantai gedung harus diambil menurut Tabel 1.3. Kedalam beban hidup tersebut sudah termasuk perlengkapan ruang sesuai dengan kegunaan lantai ruang yang bersangkutan dan juga dinding-dinding pemisah

ringan dengan berat tidak lebih dari  $100 \text{ kg/m}^2$ . Beban-beban berat, misalnya yang disebabkan oleh lemari-lemari arsip dan perpustakaan serta oleh alat-alat, mesin-mesin dan barang-barang lain tertentu yang sangat berat, harus ditentukan tersendiri. Lantai-lantai gedung yang dapat diharapkan akan dipakai untuk berbagai-bagai tujuan, harus direncanakan terhadap beban hidup terberat yang mungkin dapat terjadi.

Beban hidup pada atap dan/atau bagian atap serta pada struktur tudung (canopy) yang dapat dicapai dan dibebani oleh orang, harus diambil minimum sebesar  $100 \text{ kg/m}^2$  bidang datar.

Beban hidup pada atap dan/atau bagian atap yang tidak dapat dicapai dan dibebani oleh orang, harus diambil yang paling menentukan di antara dua macam beban berikut:

- a) Beban terbagi rata per  $\text{m}^2$  bidang datar berasal dari beban air hujan sebesar  $(40 - 0,8 \alpha) \text{ kg/m}^2$  di mana  $\alpha$  adalah sudut kemiringan atap dalam derajat, dengan ketentuan bahwa beban tersebut tidak perlu diambil lebih besar dari  $20 \text{ kg/m}^2$  dan tidak perlu ditinjau bila kemiringan atapnya adalah lebih besar dari  $50^\circ$ .
- b) Beban terpusat berasal dari seorang pekerja atau seorang pemadam kebakaran dengan peralatannya sebesar minimum  $100 \text{ kg}$ .

Pada balok tepi atau gordeng tepi dari atap yang tidak cukup ditunjang oleh dinding atau penunjang lainnya dan pada kantilever harus ditinjau kemungkinan adanya beban hidup terpusat sebesar minimum  $200 \text{ kg}$ .

Beberapa jenis beban hidup pada bangunan gedung dapat dilihat pada Tabel 1.3 berikut ini.

Tabel 1.3 Beban Hidup

No.	Jenis Beban Hidup	Beban Hidup (kg/m)
a	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b	200
b	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel	125
c	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit	250
d	Lantai ruang olah raga	400
e	Lantai ruang dansa	500
f	Lantai dan balkon-dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain dari pada yang disebut dalam a s/d e, seperti masjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400
g	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri	500
h	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam c	300
i	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam d, e, f dan g	500
j	Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c, d, e, f dan g	250
k	Lantai untuk: pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, tokobuku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum	400
l	Lantai gedung parkir bertingkat:	
	- Untuk lantai bawah	800
	- Untuk lantai tingkat lainnya	400
m	Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300

### C.4.3 Beban Angin

Beban angin ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

Pada gedung tertutup dan rumah tinggal dengan tinggi tidak lebih dari 16 m, dengan lantai-lantai dan dinding-dinding yang memberikan kekakuan yang cukup, struktur utamanya tidak perlu diperhitungkan terhadap beban angin, kecuali apabila perbandingan antara tinggi dan lebar bangunan itu menyebabkan diperlukannya peninjauan beban angin itu.

Apabila perbandingan antara tinggi dan lebar gedung dan struktur dari gedung itu adalah sedemikian rupa, hingga tidak menyebabkan diperlukannya peninjauan

beban angin, maka juga untuk gedung dengan tinggi lebih dari 16 m dapat diberikan pembebasan atas peninjauan beban angin.

#### C.4.4 Beban gempa

Beban gempa ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa di sini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

#### C.4.5 Beban Khusus (K)

Beban khusus ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan fondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup seperti gaya rem yang berasal dari keran, gaya sentrifugal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin, serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya.

Dalam perencanaan perhitungan pembebanan harus digunakan kombinasi pembebanan sebagai berikut :

- a. Pembebanan Tetap :  $M + H$
- b. Pembebanan Sementara :  $M + H + A$   
 $M + H + G$
- c. Pembebanan Khusus :  $M + H + K$   
 $M + H + A + K$   
 $M + H + G + K$

Apabila beban hidup, baik yang membebani gedung atau bagian gedung secara penuh maupun sebagian, secara tersendiri atau dalam kombinasi dengan beban-beban lain, memberikan pengaruh yang menguntungkan bagi struktur atau unsur struktur gedung itu, maka pembebanan atau kombinasi pembebanan tersebut tidak boleh ditinjau dalam perencanaan struktur atau unsur struktur tersebut.

Untuk keadaan-keadaan tertentu beban mati, beban hidup dan beban angin dapat dikalikan dengan satu koefisien reduksi. Pengurangan beban-beban tersebut harus dilakukan apabila hal itu menghasilkan keadaan yang lebih berbahaya untuk struktur atau unsur struktur yang ditinjau.

#### D. Aktivitas Pembelajaran

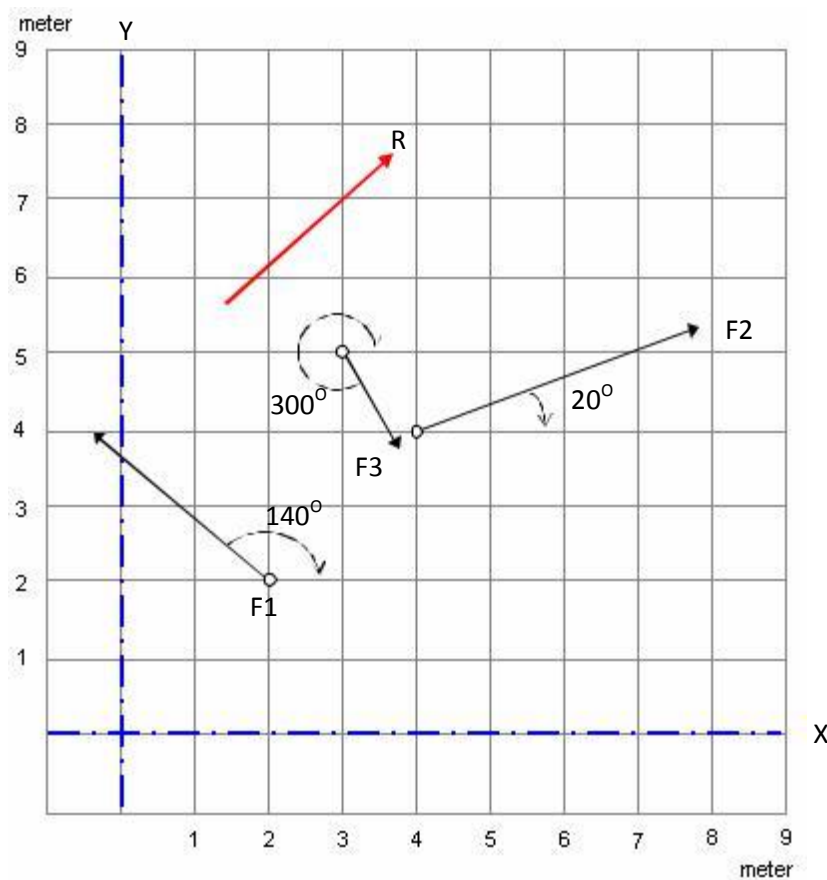
Kegiatan belajar mengajar agar penguasaan materi mengenai teknik dan sistem pembebanan yang diampu dapat tercapai dengan:

- Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode dan teknik agar siswa dapat menerima dan menguasai teori/materi yang diberikan.
- Memastikan semua siswa/peserta didik mendapatkan kesempatan yang sama untuk berpartisipasi aktif dalam kegiatan belajar mengajar misalnya dalam bertanya, mengungkapkan pendapat dan berdiskusi.
- Melakukan proses pembelajaran dengan membantu siswa mengembangkan potensinya dan mengatasi kekurangannya.
- Melakukan proses pembelajaran dengan memastikan tingkat pemahaman siswa terhadap materi telah seragam dan melakukan aktivitas pembelajaran berdasarkan tingkat pemahaman tersebut.
- Pemahaman yang dimaksud adalah siswa telah mengetahui faktor yang mempengaruhi struktur bangunan berdasarkan kriteria desain dan pembebanan serta siswa telah memahami gaya yang ada pada struktur bangunan.
- Memberikan materi dan tugas mengenai gaya-gaya pada struktur bangunan dan diharapkan siswa dapat memahami jenis gaya yang terjadi pada struktur bangunan tersebut.
- Menyesuaikan aktifitas pembelajaran berikutnya berdasarkan berdasarkan tingkat pemahaman pada pembelajaran sebelumnya.
- Melakukan penilaian secara rutin pada siswa dalam menyelesaikan tugas yang diberikan.



### E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Sebutkan jenis gaya berdasarkan penyebarannya
2. Hitunglah besarnya gaya resultan, letak titik tangkap dan arahnya pada gaya-gaya Gambar 1.21 berikut ini jika gaya-gaya  $F_1 = 6$  ton,  $F_2 = 8$  ton,  $F_3 = 3$  ton dengan koordinat titik tangkap gaya-gaya (2,2), (4,4) dan (5,3). Arah masing-masing gaya  $\alpha = 140^\circ$ ,  $\beta = 20^\circ$  dan  $\phi = 300^\circ$ .



Gambar 1.21 Soal No.2 untuk gaya-gaya tidak konkuren

### F. Rangkuman

Pada perencanaan struktu bangunan, pemahaman tentang sifat-sifat gaya, sistem gaya bekerja dan sistem pembebanan menjadi sangat penting agar dapat merencanakan konstruksi bangunan yang aman terhadap gaya-gaya yang dipikulnya.

Beban mati, adalah berat dari semua bagian suatu gedung/bangunan yang bersifat tetap selama masa layan struktur, termasuk unsur-unsur tambahan, finishing, mesin-mesin serta perlatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung/bangunan tersebut.

Beban hidup, adalah beban gravitasi yang bekerja pada struktur dalam masa layannya dan timbul akibat penggunaan suatu gedung. Termasuk beban ini adalah berat manusia, perabotan yang dapat dipindah-pindah, kendaraan dan barang-barang lain.

## G.Umpun Balik dan Tindak Lanjut

Waktu proses pembelajaran berlangsung, guru hendaknya mengamati kegiatan siswa. Pada saat ini umpun balik dapat dilakukan sebagai berikut :

- 1) Ketika siswa mengajukan pertanyaan, biasakan janganlah langsung dijawab oleh guru, beri kesempatan siswa lainnya untuk memberikan jawaban atau untuk didiskusikan dengan teman temannya. Komentar datang dari berbagai pihak sehingga terjadi pembicaraan antara guru dengan siswa, dan siswa dengan siswa. Dengan diskusi semacam ini, siswa yang bertanya akan mengetahui bagaimana cara pemecahannya.
- 2) Pada waktu diskusi berlangsung, guru hendaknya melibatkan diri agar dapat mengetahui proses berpikir siswa dalam memahami suatu konsep.
- 3) Dari pajangan ( hasil karya siswa yang dipajang ), guru dapat melihat kekurangan dan kelemahan siswa. Kemudian guru memberikan komentar dan petunjuk untuk memperbaikinya. Mungkin juga komentar datang dari temannya.

### Pada Pekerjaan Siswa

Pekerjaan siswa yang terdapat pada buku latihan atau pekerjaan yang telah dipajangkan merupakan hasil usaha siswa berdasarkan kemampuannya masing-masing. Mereka ingin mengetahui seberapa jauh pekerjaannya dinilai oleh guru atau temannya. Dalam hal ini, guru hendaknya memberikan pujian kepada siswa yang hasil pekerjaannya benar/baik. Jika hasil pekerjaan siswa

salah, janganlah sekali- kali mengatakan: “Ini salah!” Sebab, hal ini akan mengurangi semangat siswa untuk belajar. Tetapi katakanlah kepada para siswa : “Baik, coba beri tahu Bapak/Ibu bagaimana kamu mengerjakan/ menyelesaikan masalah ini!” Selain tidak mengurangi semangat belajar siswa, kata-kata tersebut dapat melatih siswa untuk mempertanggung- jawabkan hasil perbuatannya. Siswa dituntut untuk mengemukakan alasan mengapa ia berbuat demikian.

Terhadap siswa yang melakukan kesalahan/ mendapat kesulitan, guru hendaknya membantu bagaimana memecahkan masalah yang dihadapi. Petunjuk ataupun saran dapat diberikan dalam bentuk lisan atau tulisan dan siswa merasakan bahwa pekerjaannya mendapat perhatian dari gurunya.

Terhadap hasil pekerjaan siswa, guru harus memberikan tanggapan bagaimana pendapatnya mengenai hasil tersebut dan saran atau komentar apa yang perlu disampaikan.

Dengan demikian, siswa akan terdorong untuk berusaha membuat yang lebih baik lagi. Usaha yang lebih baik lagi ialah hasil pekerjaan siswa yang dipajangkan digunakan sebagai alat bantu/ sumber pembelajaran. Siswa merasa bangga karena pekerjaannya dihargai dan ia akan berusaha lebih giat lagi untuk meningkatkan pekerjaannya.

Hasil Tes sebagai Umpan Balik Siswa, Guru, dan Orang Tua.

## **Kegiatan Pembelajaran 2**

Pembelajaran kedua ini tentang analisis ilmu konstruksi bangunan yang terkait konstruksi baja dengan menguraikan prinsip-prinsip struktur konstruksi baja.

### **A. Tujuan Pembelajaran**

Tujuan dari pembelajaran 2 ini adalah menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Agar hal tersebut dapat dikuasai pada modul Konstruksi Baja Kelompok Kompetensi B ini pembelajaran 2 yang dimaksud adalah memahami prinsip-prinsip struktur konstruksi baja, proses pembuatan, jenis baja profil yang biasa digunakan untuk konstruksi bangunan baja.

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

Indikator Pencapaian Kompetensi pada pembelajaran kedua adalah mampu menguraikan prinsip-prinsip struktur konstruksi baja. Kemudian memanfaatkan kelebihan dan menghindari kerugian pemakaian baja sebagai konstruksi bangunan.

### **C. Uraian Materi**

#### **C.1 Kelebihan Baja sebagai Material Struktur**

Jika kita menyimak bangunan sekitar kita baik berupa jembatan, gedung, pemancar, papan iklan, dan lainnya akan sependapat bahwa baja merupakan material struktur yang baik.

Kelebihan dari baja terlihat dari kekuatan, relatif ringan, kemudahan pemasangan, dan sifat baja lainnya. Kelebihan material baja akan dibahas dalam paragraf berikut.

### **Kekuatan Tinggi**

Kekuatan yang tinggi dari baja per satuan berat mempunyai konsekuensi bahwa beban mati akan kecil. Hal ini sangat penting untuk jembatan bentang panjang, bangunan tinggi, dan bangunan dengan kondisi tanah yang buruk.

### **Keseragaman**

Sifat baja tidak berubah banyak terhadap waktu, tidak seperti halnya pada struktur beton bertulang.

### **Elastisitas**

Baja berperilaku mendekati asumsi perancang teknik dibandingkan dengan material lain karena baja mengikuti hukum Hooke hingga mencapai tegangan yang cukup tinggi. Momen inersia untuk penampang baja dapat ditentukan dengan pasti dibandingkan dengan penampang beton bertulang.

### **Permanen**

Portal baja yang mendapat perawatan baik akan berumur sangat panjang, bahkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi tertentu baja tidak memerlukan perawatan pengecatan sama sekali.

### **Daktilitas**

Daktilitas didefinisikan sebagai sifat material untuk menahan deformasi yang besar tanpa keruntuhan terhadap beban tarik. Suatu elemen baja yang diuji terhadap tarik akan mengalami pengurangan luas penampang dan akan terjadi perpanjangan sebelum terjadi keruntuhan. Sebaliknya pada material keras dan getas (brittle) akan hancur terhadap beban kejut. SNI 03-1729-2002 mendefinisikan daktilitas sebagai kemampuan struktur atau komponennya untuk melakukan deformasi inelastis bolak-balik berulang (siklis) di luar batas titik leleh pertama, sambil mempertahankan sejumlah besar kemampuan daya dukung bebannya.

Beban normal yang bekerja pada suatu elemen struktur akan mengakibatkan konsentrasi tegangan yang tinggi pada beberapa titik. Sifat daktil baja memungkinkan terjadinya leleh lokal pada titik-titik tersebut sehingga dapat mencegah keruntuhan prematur. Keuntungan lain dari material daktil adalah jika

elemen struktur baja mendapat beban cukup maka akan terjadi defleksi yang cukup jelas sehingga dapat digunakan sebagai tanda keruntuhan.

### **Liat (Toughness)**

Baja struktur merupakan material yang liat artinya memiliki kekuatan dan daktilitas. Suatu elemen baja masih dapat terus memikul beban dengan deformasi yang cukup besar. Ini merupakan sifat material yang penting karena dengan sifat ini elemen baja bisa menerima deformasi yang besar selama pabrikan, pengangkutan, dan pelaksanaan tanpa menimbulkan kehancuran. Dengan demikian pada baja struktur dapat diberikan lenturan, diberikan beban kejut, geser, dan dilubangi tanpa memperlihatkan kerusakan. Kemampuan material untuk menyerap energi dalam jumlah yang cukup besar disebut *toughness*.

### **Tambahan pada struktur yang telah ada**

Struktur baja sangat sesuai untuk penambahan struktur. Baik sebagian bentang baru maupun seluruh sayap dapat ditambahkan pada portal yang telah ada, bahkan jembatan baja seringkali diperlebar.

### **Lain-lain**

Kelebihan lain dari material baja struktur adalah: (a) kemudahan penyambungan baik dengan baut, paku keling maupun las, (b) cepat dalam pemasangan, (c) dapat dibentuk menjadi profil yang diinginkan, (d) kekuatan terhadap fatik, (e) kemungkinan untuk penggunaan kembali setelah pembongkaran, (f) masih bernilai meskipun tidak digunakan kembali sebagai elemen struktur, (g) adaptif terhadap prefabrikasi.

## **C.2 Kelemahan Baja sebagai Material Struktur**

Secara umum baja mempunyai kekurangan seperti dijelaskan dibawah ini.

### **Biaya pemeliharaan**

Umumnya material baja sangat rentan terhadap korosi jika dibiarkan terjadi kontak dengan udara dan air sehingga perlu dicat secara periodik.

### **Biaya perlindungan terhadap kebakaran**

Meskipun baja tidak mudah terbakar tetapi kekuatannya menurun drastis jika terjadi kebakaran. Selain itu baja juga merupakan konduktor panas yang baik sehingga dapat menjadi pemicu kebakaran pada komponen lain. Akibatnya, portal dengan kemungkinan kebakaran tinggi perlu diberi pelindung. Ketahanan material baja terhadap api dipersyaratkan dalam Pasal 14 SNI 03-1729-2002.

### **Rentan terhadap *buckling***

Semakin langsung suatu elemen tekan, semakin besar pula bahaya terhadap *buckling* (tekuk). Sebagaimana telah disebutkan bahwa baja mempunyai kekuatan yang tinggi per satuan berat dan jika digunakan sebagai kolom seringkali tidak ekonomis karena banyak material yang perlu digunakan untuk memperkuat kolom terhadap *buckling*.

### **Fatik**

Kekuatan baja akan menurun jika mendapat beban siklis. Dalam perancangan perlu dilakukan pengurangan kekuatan jika pada elemen struktur akan terjadi beban siklis.

### **Keruntuhan Getas**

Pada kondisi tertentu baja akan kehilangan daktilitasnya dan keruntuhan getas dapat terjadi pada tempat dengan konsentrasi tegangan tinggi. Jenis beban fatik dan temperatur yang sangat rendah akan memperbesar kemungkinan keruntuhan getas.

## **C.3 Sejarah Penggunaan Konstruksi Besi dan Baja**

Pertama kali manusia menggunakan logam adalah jenis campuran tembaga yang disebut *bronze* yang kemudian berkembang dengan penggunaan material besi yang diberi material tambahan sehingga menjadi material baja. Diseluruh dunia hingga saat ini, besi dan baja merupakan logam yang paling banyak diproduksi yaitu hampir 95%.<sup>1)</sup>

Secara pasti tidak dapat ditentukan kapan manusia mulai menggunakan besi, tetapi alat penggali dan gelang besi telah digunakan sekitar 5000 tahun lalu di

Mesir. Besi semakin banyak digunakan sekitar 1000 tahun sebelum masehi yang mempengaruhi peradaban manusia dan juga bidang militer.

Baja didefinisikan sebagai campuran besi dengan sejumlah kecil karbon, biasanya kurang dari 1%, dan juga elemen lain. Meskipun baja telah dibuat sejak lebih dari 3000 tahun yang lalu, tetapi tidak ada metoda produksi yang ekonomis sampai dengan abad 19.

Pada awal pembuatan baja, besi dipanaskan dengan kontak langsung pada arang. Permukaan besi akan menyerap karbon dari arang yang kemudian ditempa pada saat besi panas. Pengulangan proses ini akan membuat permukaan baja menjadi lebih keras. Dengan cara ini dibuat pedang yang terkenal dari Toledo dan Damascus.

Proses pembuatan baja dalam jumlah besar pertama kali dibuat oleh Henry Bessemer dari Inggris dan mendapatkan paten pada tahun 1855. Bessemer berusaha mendapatkan paten dari Amerika Serikat pada tahun 1856 tetapi ditolak karena terbukti bahwa tujuh tahun sebelumnya William Kelly dari Eddyville, Kentucky telah memproduksi baja dengan proses yang sama seperti yang dilakukan oleh Bessemer. Meskipun Kelly telah mendapatkan paten, untuk proses pembuatan baja tersebut tetap digunakan nama Bessemer.

Kelly dan Bessemer menemukan bahwa jika udara ditiupkan melalui besi yang meleleh maka hampir semua kontaminan dalam logam akan terbang, tetapi pada saat yang sama elemen yang dibutuhkan seperti karbon dan mangan juga akan ikut terbang. Akhirnya ditemukan bahwa kebutuhan akan elemen tersebut dapat dilakukan dengan menambahkan campuran besi, karbon, dan mangan. Juga ditemukan bahwa penambahan batu kapur (*limestone*) akan menghilangkan pori dan sebagian besar sulfur.

Proses yang dikembangkan oleh Bessemer memotong biaya produksi sebesar 80% dan sejak itu produksi baja dilakukan dalam jumlah besar. Di Amerika Serikat sampai dengan tahun 1890, proses pembuatan baja masih menggunakan proses Bessemer.

Pada awal abad 20 metoda Bessemer digantikan dengan metoda yang lebih baik yaitu proses *open-hearth* dan proses dasar oksigen. Sekarang ini di Amerika



Serikat dan juga di Indonesia, hampir 80% produksi baja struktur dibuat dengan melebur baja dari rongsokan mobil yang kemudian dicetak dan dibentuk ulang.

Istilah *cast iron* diberikan untuk campuran dengan kadar karbon rendah, sedangkan untuk kadar karbon tinggi dinamakan *wrought iron*. Baja mempunyai kadar karbon diantara keduanya yaitu sekitar 0,15 s.d. 1,7%.

Pertama kali penggunaan logam untuk elemen struktur dengan dimensi tertentu adalah pada tahun 1779 di Shropshire, Inggris (140 mil (225 km) arah utara-barat London) dan digunakan untuk jembatan lengkung Coalbrookdale dengan bentang 100 ft (30 m) yang melintas di atas sungai Severn. Jembatan ini (dan hingga sekarang masih berdiri) dianggap sebagai titik balik sejarah bidang teknik karena merupakan pertama kalinya menggunakan besi sebagai material struktur. Besi yang digunakan diperkirakan mempunyai kekuatan empat kali dan tigapuluh kali lebih tinggi dari pada kayu.

Sebelum tahun 1840 lebih banyak digunakan *cast iron* dan setelah tahun tersebut *wrought iron* mulai menggantikan peran. Pengembangan proses Bessemer dan kelebihan dari proses *open-hearth* telah membuktikan bahwa baja memberikan harga yang kompetitif sehingga produksi baja struktur pada 100 tahun terakhir sangat tinggi.

#### C.4 Profil Baja

Sejarah profil baja struktur tidak terlepas dari perkembangan rancangan struktur di Amerika Serikat yang kemudian diikuti oleh negara lain. Bentuk profil yang pertama kali dibuat di Amerika Serikat adalah besi siku pada tahun 1819. Baja I pertama kali dibuat di AS pada tahun 1884 dan struktur rangka yang pertama (*Home Insurance Company Building of Chicago*) dibangun pada tahun yang sama. William LeBaron Jenney adalah orang pertama yang merancang gedung pencakar langit dimana sebelumnya gedung dibangun dengan dinding batu.

Untuk dinding luar dari gedung 10 lantai Jenney menggunakan kolom *cast iron* dibungkus batu. Balok lantai 1 s.d. 6 terbuat dari *wrought iron*, dan untuk lantai di atasnya digunakan balok baja struktur. Gedung yang seluruh rangkanya dibuat

dari baja struktur adalah Gedung Rand-McNally kedua di Chicago dan selesai dibangun pada tahun 1890.

Menara Eiffel yang dibangun pada tahun 1889 dengan tinggi 985 ft dibuat dari *wrought iron* dan dilengkapi dengan elevator mekanik. Penggabungan konsep mesin elevator dan ide dari Jenny membuat perkembangan konstruksi gedung tinggi meningkat hingga sekarang.

Sejak itu berbagai produsen baja membuat bentuk profil berikut katalog yang menyediakan dimensi, berat dan properti penampang lainnya. Pada tahun 1896, *Association of American Steel Manufacturers* (sekarang *American Iron and Steel Institute*, AISI) membuat bentuk standar. Sekarang ini profil struktur baja telah distandarisasi, meskipun dimensi eksaknya agak berbeda sedikit tergantung produsennya.

Baja stuktur dapat dibuat menjadi berbagai bentuk dan ukuran tanpa banyak merubah sifat fisiknya. Pada umumnya yang diinginkan dari suatu elemen adalah momen inersia yang besar selain luasnya. Termasuk didalamnya adalah bentuk I, T, dan C.

Pada umumnya profil baja dinamai berdasarkan bentuk penampangnya. Misalnya siku, T, Z, dan pelat. Perlu kiranya dibedakan antara balok standar Amerika (balok S) dan balok wide-flange (balok W atau IWF) karena keduanya mempunyai bentuk I. Sisi dalam dan luar dari flens profil W hampir sejajar dengan kemiringan maksimum 1:20.

Balok S adalah balok profil pertama yang diproduksi di AS, mempunyai kemiringan flens sisi dalam 1:6. Perhatikan bahwa tebal flens profil W yang hampir konstan dibandingkan profil S dapat mempermudah penyambungan. Sekarang ini produksi *wide-flange* hampir 50% dari seluruh berat bentuk profil yang diproduksi di AS, sedangkan di Indonesia hampir seluruh balok menggunakan profil W. Gambar 1.1 memperlihatkan profil W dan S serta profil lainnya. Beberapa properti penampang yang digunakan dalam buku ini mengacu pada *Manual of Steel Construction Load & Resistance Factor Design* edisi kedua yang diterbitkan oleh *American Institute of Steel Construction (AISC)*, 1 Desember 1993. Manual terdiri dari Volume I (*Structural Members, Specifications Codes*) dan Volume II (*Connections*). Selain itu, profil yang digunakan dalam

buku ini juga mengacu pada manual yang dikeluarkan oleh produsen baja Indonesia.

Profil diberikan singkatan berdasarkan suatu system yang dijelaskan dalam buku ini untuk digunakan dalam penggambaran, spesifikasi, dan desain. Sistem ini telah distandarisasi sehingga semua produsen dapat mengacu pada sistem yang sama untuk tujuan pemesanan, pembayaran, dll. Berikut ini adalah beberapa contoh sistem singkatan dari profil baja yang digunakan dalam peraturan AISC LRFD- 93. Kelebihan dari sistem penamaan (kodifikasi) yang ada dalam AISC dirasakan lebih memudahkan karena didasarkan pada berat baja persatuan panjang, selain juga didasarkan pada dimensi tinggi profil. Oleh karenanya dalam buku ini juga akan digunakan sistem pengkodean yang serupa.

1. W27 x 114 adalah penampang *Wide-flange* dengan tinggi penampang mendekati 27 in dengan berat 114 lb/ft.
2. S12 x 35 adalah penampang Standar Amerika dengan tinggi penampang mendekati 12 in dan berat 35 lb/ft.
3. HP12 x 74 adalah profil untuk tiang pondasi dengan tinggi profil mendekati 12 in dan berat 74 lb/ft. Profil ini dibuat dengan material yang sama seperti profil W tetapi dengan web yang lebih tebal dengan tujuan supaya lebih kuat terhadap proses pemancangan.
4. M8 x 6,5 adalah profil dengan tinggi 8 in dan berat 6,5 lb/ft. Berdasarkan dimensinya, profil ini tidak dapat digolongkan dalam penampang W, S, atau HP.
5. C10 x 30 adalah profil tipe kanal dengan tinggi 10 in dan berat 30 lb/ft.
6. MC18 x 58 adalah sejenis kanal tetapi dari dimensinya tidak dapat dikelompokkan sebagai C.
7. L6 x 6 x ½ adalah siku sama kaki dengan panjang kaki 6 in dan tebal ½ in.
8. WT18 x 140 adalah profil T yang didapat dengan memotong separuh profil W36 x 240.
9. Penampang baja persegi dikelompokkan menjadi pelat dan bar. Pada umumnya penampang lebih besar dari 8 in. disebut pelat, sedangkan

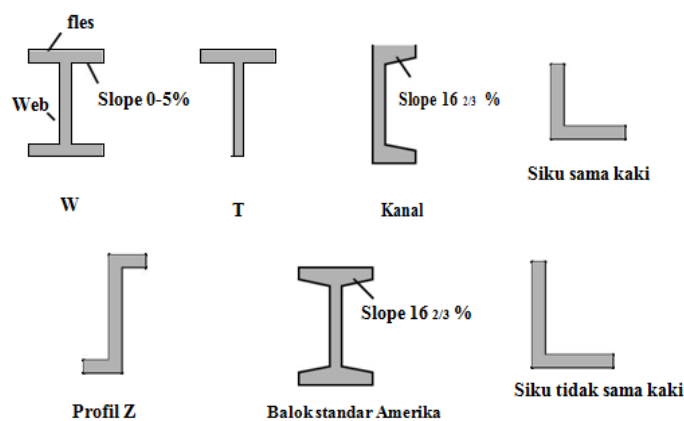
yang lebih kecil dari 8 in disebut tulangan/batang. Informasi detail dari penampang ini diberikan dalam Part 1 dari Manual LRFD. Pelat umumnya diberi notasi berdasarkan tebal x lebar x panjang, misalnya: PL  $\frac{1}{2}$  x 6 x 1 ft 4 in.

10. IWF 100x100x17,2 adalah profil wide-flange dengan lebar flens 100 mm, tinggi profil 100 mm, dan berat per meter 17,2 kg.

Data profil secara lengkap dapat dilihat dalam peraturan AISC LRFD. Dimensi diberikan dalam bentuk desimal (diperlukan oleh perancang teknik) dan juga sampai dengan 1/16 in (digunakan oleh juru gambar). Data lain yang diberikan dalam manual AISC-LRFD adalah luas penampang, momen inersia, jari-jari girasi, dll.

Tentu saja dalam proses manufaktur baja akan terjadi variasi sehingga besaran penampang yang ada tidak sepenuhnya sesuai dengan yang tersedia dalam tabel manual tersebut. Untuk mengatasi variasi tersebut, toleransi maksimum telah ditentukan dalam peraturan. Sebagai konsekuensi dari toleransi tersebut, perhitungan tegangan dapat dilakukan berdasarkan properti penampang yang diberikan dalam tabel.

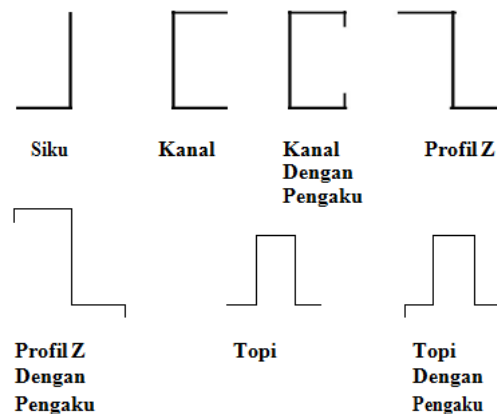
Dari tahun ke tahun terjadi perubahan dalam penampang baja. Hal ini disebabkan tidak cukup banyaknya permintaan baja profil tertentu, atau sebagai akibat dari perkembangan profil yang lebih efisien, dll.



Gambar 2.1 Beberapa bentuk profil baja

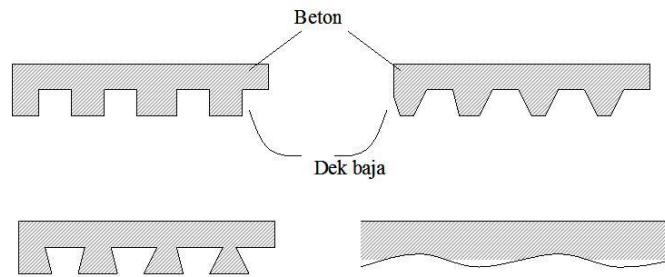
## C.5 Pembuatan Dingin Profil Baja Ringan

Selain pembuatan profil dengan cara pemanasan yang telah dijelaskan dalam sub bab sebelumnya, cara lain adalah pembuatan profil dengan cara dingin. Hal ini dilakukan dengan pembengkokan pelat menjadi bentuk penampang yang diinginkan seperti pada Gambar 2.2. Ini dapat dilakukan untuk mendapatkan profil kecil untuk atap, lantai, dan dinding dengan ketebalan bervariasi antara 0,01 – 0,25 in. Profil tipis paling sering digunakan sebagai panel. Meskipun pembuatan dingin menyebabkan berkurangnya daktilitas, tetapi kekuatan dapat bertambah. Untuk kondisi tertentu, peraturan mengizinkan penggunaan kekuatan yang lebih tinggi dari profil ini.



Gambar 2.2 Profil hasil pembuatan dingin

Pelat beton seringkali dibentuk dengan menggunakan acuan dek metal hasil pembuatan dingin, dan dek tersebut dibiarkan ditempat setelah beton mengeras. Beberapa jenis dek telah tersedia dipasaran dengan profil seperti pada Gambar 2.3. Penampang dengan rusuk yang agak dalam dapat dimanfaatkan untuk peralatan elektrikal dan mekanikal.



Gambar 2.3 Beberapa jenis dek baja

### C.6 Hubungan Tegangan-Regangan Baja Struktur

Pemahaman terhadap perilaku struktur baja sangatlah memerlukan pengetahuan tentang sifat baja struktur. Diagram tegangan-regangan memberikan informasi yang sangat penting tentang perilaku baja terhadap beban.

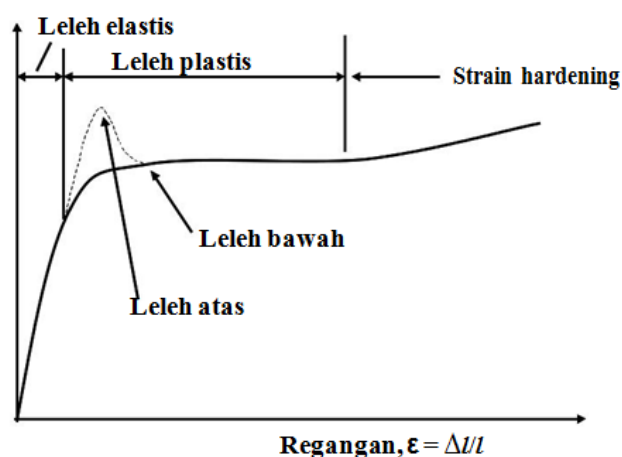
Jika baja struktur diberikan gaya tarik, akan terjadi perpanjangan yang sebanding dengan gaya yang diberikan. Jadi besar perpanjangan akan dua kalinya jika gaya yang diberikan bertambah dari 6000 psi (41,37 MPa atau  $\text{MN/m}^2$ ) menjadi 12.000 psi (pound/in<sup>2</sup> atau lb/in<sup>2</sup>) (82,74 MPa). Jika tegangan tarik mendekati 1,5 kekuatan ultimate/batas baja, maka perpindahan akan bertambah lebih cepat dan tidak sebanding dengan pertambahan tegangan. Tegangan terbesar yang masih dapat berlaku hukum Hooke atau titik tertinggi pada bagian linier dari kurva tegangan-regangan adalah *batas proporsional*. Tegangan terbesar yang dapat ditahan oleh material tanpa terjadi deformasi permanen disebut *batas elastis* tetapi nilainya jarang diukur. Untuk material struktur batas elastis sama dengan batas proporsional.

Tegangan konstan yang disertai perpanjangan atau regangan disebut *titik leleh*. Titik ini merupakan titik awal dari diagram tegangan-regangan dengan kemiringan nol atau horizontal. Titik ini merupakan nilai yang penting untuk material baja karena perencanaan dengan metoda elastis didasarkan pada nilai tegangan ini. Pengecualian terjadi pada batang tekan karena nilai dapat tidak dicapai akibat adanya tekuk. Tegangan ijin yang digunakan dalam metoda ini diambil sebagai persentase atau fraksi dari titik leleh. Di atas titik leleh akan terjadi pertambahan regangan tanpa penambahan tegangan. Regangan yang

terjadi sebelum titik leleh disebut *regangan elastis*, sedangkan regangan setelah titik leleh disebut *regangan plastis* yang besarnya sekitar 10 sampai dengan 15 kali dari regangan elastis.

Leleh baja tanpa penambahan tegangan dianggap sebagai suatu kelemahan dan sekaligus kelebihan. Sifat ini seringkali digunakan sebagai 'pelindung' terhadap keruntuhan yang diakibatkan oleh kesalahan dalam perancangan. Jika tegangan pada suatu titik dari suatu struktur daktil mencapai tegangan leleh, elemen dari struktur tersebut akan leleh secara lokal/setempat tanpa penambahan tegangan sehingga dapat mencegah keruntuhan prematur/awal. Dengan adanya daktilitas ini, tegangan dalam struktur dapat didistribusi atau disebarkan ke seluruh komponen struktur. Demikian juga dengan tegangan tinggi yang disebabkan oleh fabrikasi, pelaksanaan, atau pembebanan akan didistribusi dengan sendirinya. Dengan kata lain, struktur baja mempunyai cadangan regangan plastis sehingga dapat menahan beban yang relatif besar dan beban kejut. Jika material tidak memiliki sifat daktilitas, akan terjadi kehancuran mendadak seperti halnya pada gelas atau kaca.

Setelah regangan plastis, terdapat daerah yang dinamakan *strain hardening* yaitu daerah dimana diperlukan tegangan untuk terjadinya tambahan regangan, tetapi bagian ini belum dianggap penting dalam perancangan. Suatu diagram tegangan-regangan baja struktur diberikan dalam Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Diagram tegangan – regangan baja

Disini hanya ditunjukkan bagian awal dari kurva karena akan terjadi deformasi yang besar sebelum terjadi keruntuhan. Total regangan baja pada saat terjadi keruntuhan adalah 150 sampai dengan 200 kali regangan elastis. Kurva akan terus naik mencapai tegangan maksimum dan selanjutnya akan terjadi pengurangan luas penampang yang diikuti dengan keruntuhan.

Tipikal kurva tegangan-regangan dalam Gambar 2.4 adalah untuk baja struktur daktil dan diasumsikan sama untuk tarik dan tekan. (Elemen tekan harus cukup pendek karena elemen yang panjang akan berdefleksi secara lateral dan sifat material sangat dipengaruhi oleh momen yang dihasilkan oleh defleksi lateral). Bentuk kurva bervariasi tergantung pada kecepatan pembebanan, tipe baja, dan temperatur. Salah satu variasi diberikan dengan garis putus dan dinamakan leleh atas (*upper yield*) sebagai hasil pembebanan yang cepat. Leleh bawah (*lower yield*) didapat jika pembebanan diberikan dengan lambat.

Perlu diketahui bahwa diagram tegangan-regangan dalam Gambar 2.4 adalah untuk kondisi temperatur ruangan. Baja terutama dengan kadar karbon tinggi, jika dipanaskan sampai sekitar 700°F kekuatannya akan sedikit bertambah. Jika temperatur dinaikkan hingga 800°-1000°F, kekuatannya akan turun drastic, dan pada temperatur 1200°F kekuatan yang tersisa hanya tinggal sedikit saja.

Perbandingan tegangan leleh pada suhu tinggi dan suhu ruangan adalah 0,77 pada 800°F, 0,63 pada 1000°F, dan 0,37 pada 1200°F. Temperatur dalam rentang ini mudah sekali dicapai pada kondisi kebakaran, pada daerah pengelasan, dll.

Jika baja didinginkan hingga mencapai suhu dibawah 32°F, kekuatannya akan bertambah sedikit tetapi akan terjadi reduksi cukup besar pada daktilitas dan *toughness*.

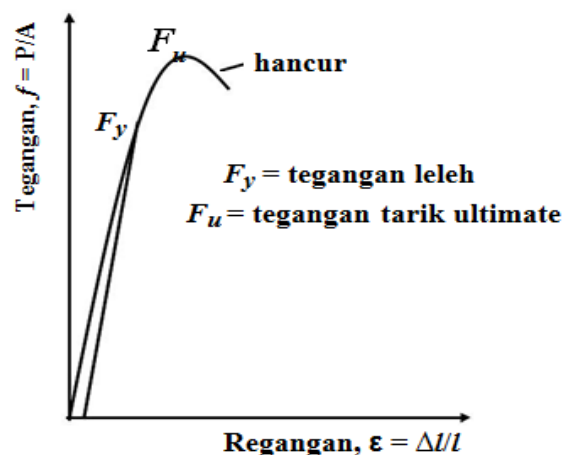
Suatu struktur yang belum mengalami tegangan diatas titik leleh akan kembali ke posisi semula jika beban diiadakan. Tetapi jika struktur dibebani diatas tegangan leleh, maka struktur tidak akan kembali ke posisi semula.

Baja merupakan suatu campuran dengan persentase besi 98%, selain juga mengandung sedikit karbon, silicon, magnesium, dll. Karbon memberikan pengaruh besar pada sifat baja. Sifat keras dan kekuatan akan meningkat dengan bertambahnya jumlah karbon tetapi baja yang dihasilkan akan getas dan



sulit untuk dilas. Jika jumlah karbon terlalu sedikit akan menghasilkan baja yang lunak dan lebih daktil tetapi lemah. Penambahan kromium, silikon, dan nikel menghasilkan baja dengan kekuatan cukup tinggi, tetapi baja jenis ini lebih mahal dan sulit untuk difabrikasi.

Tipikal diagram tegangan-regangan untuk baja getas diberikan dalam Gambar 2.5 Material jenis ini memperlihatkan sedikit atau tidak ada deformasi permanen pada saat runtuh. Tetapi daktilitas rendah atau sifat getas merupakan karakteristik dari baja kekuatan tinggi. Sedangkan yang diinginkan adalah material dengan kekuatan tinggi sekaligus daktil sehingga perancang teknik harus memilih antara kedua sifat tersebut. Baja getas dapat runtuh mendadak jika dibebani berlebihan, dan selama pelaksanaan dapat runtuh akibat beban kejut.



Gambar 2.5 Diagram tegangan-regangan baja getas

Baja getas mempunyai rentang cukup besar dimana tegangan sebanding dengan regangan, tetapi tidak mempunyai batas tegangan leleh yang pasti. Sedangkan untuk menerapkan rumus-rumus untuk desain diperlukan nilai tegangan leleh yang pasti baik untuk baja daktil maupun getas.

Jika baja lunak ditarik hingga melampaui batas elastis dan kemudian gaya tarik dihilangkan (*unloading*) maka tidak akan kembali pada kondisi regangan nol. Pada saat *unloading*, diagram tegangan-regangan akan melalui lintasan yang baru seperti yang ditunjukkan dengan garis putus dalam Gambar 1.5 dan sejajar

dengan garis lurus semula. Hasilnya adalah terjadinya regangan permanen atau regangan residual.

Tegangan leleh dari baja getas biasanya didefinisikan sebagai tegangan dari lintasan *unloading* dengan regangan residual 0,002. Jadi dari regangan residual sebesar 0,2% ini kita tarik garis sejajar dengan diagram tegangan-regangan, dan titik perpotongannya menyatakan tegangan lelehnya.

### C.7 Baja Struktur Modern

Sifat baja dapat berubah drastis dengan mengubah kadar karbon dan menambah elemen lain seperti silikon, nikel, mangan, dan tembaga. Kadar karbon biasanya sangat rendah yaitu sekitar 0,2-0,3% berdasarkan berat dan tidak lebih dari 0,5%.

Sifat kimiawi dari baja sangat penting karena berpengaruh pada kemudahan untuk dilas, ketahanan terhadap korosi, ketahanan terhadap keruntuhan getas, dll.

*American Standard for Testing Material (ASTM)* telah mensyaratkan persentase maksimum dari karbon, mangan, silikon, dll, yang diijinkan untuk baja struktur. Meskipun sifat fisik dan mekanik dari baja banyak ditentukan oleh komposisi kimia, sifat baja juga dipengaruhi oleh proses pembuatan dan riwayat pembebanan serta proses pemanasan.

Di Amerika Serikat sebelum tahun 1995, banyak digunakan baja karbon dengan notasi A36 dan mempunyai tegangan leleh 36 ksi (248 MPa). Tetapi setelah tahun 1995, baja dengan tegangan leleh 50 ksi (345 MPa) telah dapat diproduksi dengan harga yang hampir sama dengan baja A36. Baja bertegangan leleh 50 ksi (345 MPa) ini dihasilkan dari peleburan kembali baja mobil tua dengan proses *electric furnace*.

Sekarang ini banyak permintaan dari pihak perencana dan pelaksana konstruksi untuk baja yang lebih kuat, lebih tahan korosi, lebih mudah untuk dilas, dll. Penelitian oleh industri baja telah menghasilkan baja yang dapat memenuhi permintaan tersebut.

Baja struktur dikelompokkan dalam: baja karbon multi -fungsi (A36), baja karbon struktur (A529), baja karbon kekuatan tinggi dengan bahan tambahan rendah (A572), baja struktur tahan korosi kekuatan tinggi dengan bahan tambahan rendah (A242 dan A588), dan pelat baja dengan pendinginan dan penempaan (A514 dan A852).

Dalam paragraf berikut akan dijelaskan mengenai 7 klasifikasi baja ini. Tabel 2.1 memperlihatkan fenomena bahwa semakin tebal baja digiling akan semakin kuat. Elemen yang tebal cenderung akan lebih getas dan kecepatan pendinginan menyebabkan mikrostruktur baja menjadi lebih kasar. Tabel 2.2 yang diambil dari SNI 03-1729-2002 menampilkan sifat mekanis baja struktural.

Tabel 2.1 Sifat baja struktur

Notasi ASTM	Jenis Baja	Bentuk	Rekomendasi Penggunaan	Tegangan Leleh Minimum Fy, ksi (MPa)	Kuat Tarik Minimum Fu, ksi (MPa)
A36	Karbon	Profil, bar, dan pelat	Gedung dengan sambungan baut atau las dan jembatan dan jenis struktur lain.	36 (248), tetapi 32 (221) jika tebal > 8 in.	58(400) – 80 -552
A529	Karbon	Profil dan pelat s.d. ½ in.	Sama dengan A36	42 -290 – 50 (345)	60 (414) –100 (689)
A572	High-strength low-alloy Columbium-Vanadium	Profil, pelat, bar s.d. 6 in.	Konstruksi dengan baut dan las. Tidak untuk jembatan sambungan las dengan Fy lebih besar atau sama dengan 55 ksi.	42 -290 – 65 (448)	60 (414) – 80 (552)
A242	Atmospheric corrosion- resistant high- strength low-alloy	Profil, pelat, bar s.d. 5 in.	Konstruksi sambunagn baut atau las; teknik pengelasan sangat penting	42 (240) – 50 (345)	63 (434) – 70 (483)
A588	Atmospheric corrosion- resistant high-strength low-alloy	Pelat dan bar s.d. 4 in.	Konstruksi sambungan baut	42 (240) 50 (345)	63 (434) – 70 (483)
A852	Quenched and tempered alloy	Hanya di pelat s.d. 4 in.	Konstruksi sambungan baut atau las, khususnya jembatan dan gedung sambungan las. Teknik pengelasan sangat penting.	70 (483)	90 (621) – 100 (689)
A514	Quenched and tempered alloy	Hanya pelat 2½ s.d. 6 in.	Struktur sambungan las dengan perhatian khusus pada teknik pengelasan. Tidak disarankan jika daktilitas diutamakan.	90 (621) – 100 (689)	100 (689) – 130 (896)

Tabel 2.2 Sifat mekanis baja struktur

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, (MPa) $f_u$	Tegangan leleh minimum, (MPa) $f_y$	Peregangan minimum (%)
BJ34	340	210	22
BJ37	370	240	20
BJ41	410	250	18
BJ50	500	290	16
BJ55	550	410	13

### Baja Karbon (*Carbon Steel*)

Kekuatan baja ini ditentukan oleh kadar karbon dan mangan. Proporsi kimia dari baja ini adalah: 1,7% karbon, 1,65% mangan, 0,60% silikon, dan 0,60% tembaga. Baja ini dibagi menjadi empat kategori tergantung pada kadar karbonnya.

- a) Baja karbon rendah < 0,15 %
- b) Baja lunak 0,15 – 0,29%. (Baja karbon struktur termasuk dalam kategori ini).
- c) Baja karbon medium 0,30 – 0,59%.
- d) Baja karbon tinggi 0,60 – 1,70%.

### Baja Tegangan Tinggi Bahan Tambahan Rendah (*High-Strength Low-Alloy Steel*)

Banyak jenis baja ini dan ASTM mengelompokkannya dalam beberapa notasi. Selain mengandung karbon dan mangan, baja ini mendapatkan kekuatan tinggi dengan adanya bahan tambahan seperti columbium, vanadium, kromium, silikon, tembaga, dan nikel. Dalam kelompok baja ini adalah baja dengan tegangan leleh 40 ksi (276 MPa) dan 70 ksi (483 MPa). Baja ini mempunyai daya tahan korosi yang lebih tinggi dibandingkan baja karbon.

Istilah *low-alloy* digunakan untuk menyatakan bahwa baja mempunyai persentase total bahan tambahan kurang dari 5% dari total komposisi baja.

### **Baja Struktur Tahan Korosi Kekuatan – Tinggi Bahan – Tambahan - Rendah (*Atmospheric Corrosion-Resistant High -Strength Low-Alloy Structural Steel*)**

Jika baja diberikan bahan tambahan tembaga, maka baja menjadi tahan terhadap korosi. Jika terjadi kontak dengan udara, permukaan baja akan teroksidasi dan suatu lapisan yang sangat kuat akan terbentuk sehingga mencegah oksidasi lebih lanjut dan tidak memerlukan pengecatan. Setelah proses ini terjadi dalam 18 bulan s.d. 3 tahun (tergantung pada intensitas kontak dengan udara – pedesaan, kota, kontak langsung atau tidak langsung dengan matahari, dll), baja akan mempunyai warna coklat kemerahan atau hitam.

Baja jenis ini banyak digunakan pada struktur dengan elemen terekspos dan sulit dicat seperti jembatan, pemancar transmisi, dll. Baja ini tidak sesuai untuk digunakan pada daerah lingkungan air asin atau berkabut, terendam air tawar atau asin atau tertanam dalam tanah, atau pada lingkungan limbah industri yang korosif. Baja jenis ini juga tidak sesuai ditempat yang sangat kering, karena lapisan dapat terbentuk dipermukaan jika terjadi siklus basah dan kering. Jika tidak maka baja akan terlihat seperti baja yang tidak dicat.

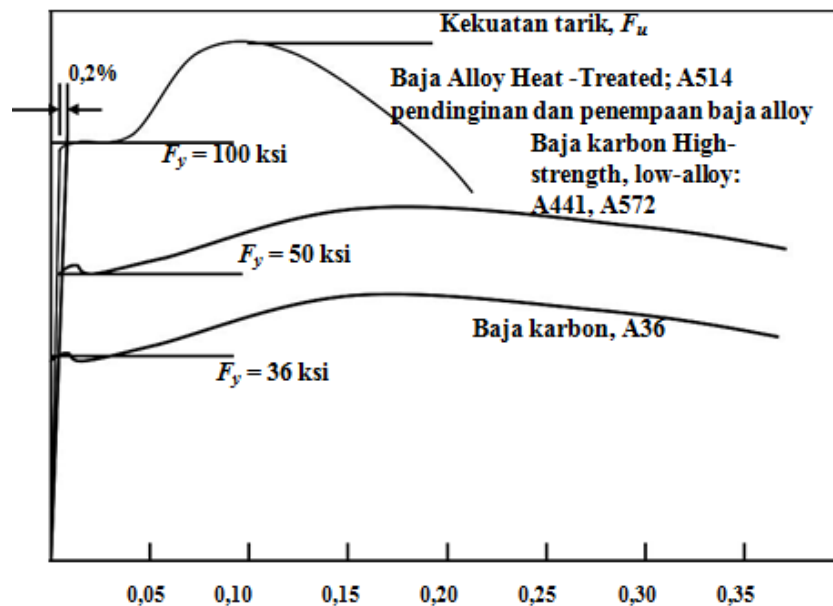
### **Baja Dengan Pendinginan dan Penempaan (*Quenched and Tempered Alloy Steel*)**

Baja ini mempunyai bahan tambahan lebih banyak dari baja karbon kemudian dipanaskan dan didinginkan kemudian ditempa sehingga didapat kekuatan dan liat dengan kekuatan antara 70 – 110 ksi (483 – 758 MPa). Pendinginan dilakukan secara cepat dengan menggunakan air atau oli dari temperatur 1650°F menjadi 300°F. Dalam penempaan, baja dipanaskan hingga 1150°F, kemudian dibiarkan mendingin.

Baja jenis ini tidak menunjukkan titik leleh yang pasti dibandingkan baja karbon dan baja *high-strength low-alloy*. Biasanya tegangan leleh ditentukan sebagai tegangan pada regangan 0,2%. Dalam Tabel 1.1 baja jenis ini dikelompokkan dalam A852 dengan tegangan leleh 70 ksi (483 MPa) dan A514 dengan tegangan leleh 90 ksi (621 MPa) atau 100 ksi (689 MPa) tergantung ketebalannya.

Dalam Pasal A3.1, Part 6, Manual LRFD terdapat 8 mutu baja lain menurut ASTM (A53, A500, A501, A570, A606, A607, A618, dan A709). Mutu baja ini mencakup pipa, tube proses pembuatan dingin dan panas, lembaran, strip, dan baja struktur untuk jembatan.

Kurva tegangan-regangan aktual untuk tiga jenis baja diberikan dalam Gambar 2.6 (baja karbon, kekuatan-tinggi aditif-rendah, dan baja dengan proses pendinginan dan pemanasan). Baja tipe pertama dan kedua mempunyai titik leleh yang pasti, tetapi tidak pada baja jenis ketiga.



Gambar 2.6 Kurva tegangan –regangan aktual

Beberapa hal bias dipelajari dari kurva ini, yaitu: (a) modulus elastisitas tidak berbeda untuk mutu baja yang berlainan, (b) semakin tinggi mutu baja daktilitas semakin rendah, (c) semakin tinggi mutu baja, batas titik leleh semakin tidak jelas.

### C.8 Penggunaan Baja Kekuatan Tinggi

Ada jenis baja lain yang termasuk dalam kelompok kekuatan sangat tinggi (*ultra-high-strength*) dengan tegangan leleh 160 – 300 ksi (1103 – 2068 MPa). Baja

jenis ini belum dimasukkan dalam Manual LRFD karena belum diberikan persetujuan oleh ASTM.

Sekarang ini terdapat lebih dari 200 jenis baja yang diproduksi mempunyai kekuatan leleh melebihi 36 ksi. Industri baja sekarang ini sedang melakukan percobaan untuk baja 200 – 300 ksi (1379 – 2068 MPa). Pihak yang terlibat dalam industri baja memperkirakan bahwa baja dengan tegangan leleh 500 ksi (3447 MPa) akan dapat dibuat dalam waktu beberapa tahun mendatang. Secara teoritis, gaya pengikat antar atom besi diperkirakan lebih dari 4000 ksi (27579 MPa).

Meskipun harga baja akan naik dengan naiknya tegangan leleh, tetapi persentase kenaikan harga tidak terus bertambah dengan kenaikan persentase tegangan leleh. Ini berarti penggunaan baja kekuatan tinggi seringkali akan ekonomis untuk elemen tarik, balok dan kolom. Sifat ekonomis ini akan lebih nyata terlihat pada elemen tarik (khususnya tanpa lubang baut). Baja dengan kekuatan sangat tinggi ini akan ekonomis untuk balok jika defleksi bukan hal yang menentukan atau defleksi dapat dikontrol dengan cara lain. Baja ini juga menguntungkan untuk digunakan dalam kolom pendek dan medium (mengapa tidak pada kolom panjang?). Konstruksi hibrid juga akan menguntungkan jika menggunakan baja jenis ini. Konstruksi hibrid adalah penggunaan dua atau lebih baja dengan mutu yang berlainan, baja kekuatan lemah digunakan pada tegangan yang kecil dan baja kekuatan tinggi digunakan pada elemen dengan kekuatan tinggi.

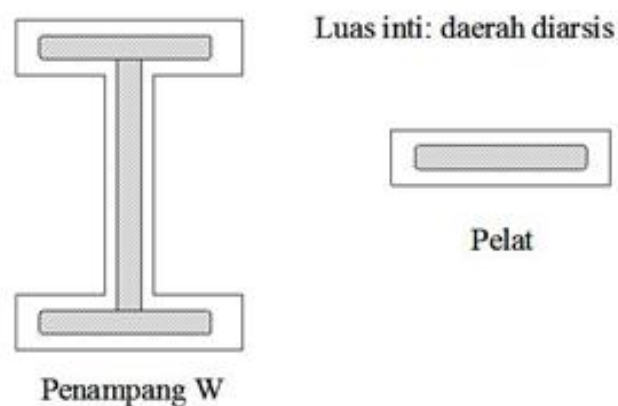
Faktor yang menentukan dalam penentuan penggunaan baja kekuatan tinggi adalah:

1. Tahan korosi.
2. Penghematan dalam pengiriman, pemasangan, biaya pondasi akibat adanya penghematan berat baja.
3. Penggunaan balok yang lebih pendek dapat memperkecil tinggi tiap lantai.
4. Karena menggunakan elemen yang lebih kecil, biaya perlindungan terhadap kebakaran juga lebih kecil.

Hampir semua perancang teknik akan memilih baja untuk pertimbangan biaya yang paling murah. Hal tersebut relatif mudah dilakukan, tetapi menentukan kekuatan yang paling ekonomis memerlukan pertimbangan berat, dimensi, perawatan, dan pelaksanaan konstruksi. Hampir tidak mungkin untuk membandingkan dengan akurat baja yang harus dipakai pada suatu konstruksi.

### C.9 Penampang Jumbo

Dalam Manual LRFD mengelompokkan profil baja dari 1 s.d. 5 tergantung pada tebal flens dan web. Profil W yang berukuran besar dikelompokkan dalam grup 4 dan 5 (dan baja T yang dihasilkan dari pemotongan W dalam kelompok ini) sering juga disebut sebagai penampang jumbo.



Gambar 2.7 Daerah inti, tempat terjadinya keruntuhan getas penampang jumbo

Profil jumbo semula dikembangkan untuk digunakan sebagai elemen tekan dan sejenisnyanya, telah menunjukkan hasil yang baik. Tetapi perancang teknik sering menggunakan profil ini untuk batang tarik dan elemen lentur. Selama penggunaannya, pada daerah flens dan web telah muncul masalah retak tempat dilakukan las dan pemotongan secara thermal. Retak ini menghasilkan kapasitas daya dukung beban yang lebih kecil dan berhubungan dengan fatik.

Elemen baja tebal cenderung lebih getas dari pada elemen yang tipis. Salah satu sebab dari hal ini adalah daerah inti dari penampang tebal (Gambar 2.7) menerima penggilingan/ penempaan yang lebih sedikit, mempunyai kadar



karbon yang lebih tinggi (untuk menghasilkan tegangan leleh yang diperlukan), dan mempunyai tegangan tarik yang lebih tinggi akibat pendinginan.

Penampang jumbo yang disambung dengan las dapat digunakan untuk kondisi aksial tarik dan lentur jika prosedur yang diberikan dalam Specification A3.1c Manual LRFD diikuti. Persyaratan tersebut adalah:

- a. Baja harus mempunyai tingkat penyerapan energi sebagaimana yang ditentukan oleh test Charpy V-notch (20 ft-lb pada 70°F). Spesimen harus diambil dari daerah inti seperti ditunjukkan oleh Gambar 1.9 dimana telah terbukti adanya masalah keruntuhan getas.
- b. Selama pengelasan temperatur harus dikontrol dan pekerjaan harus mengikuti urutan tertentu.
- c. Diperlukan detail sambungan khusus.

### C.10 Pekerjaan Perancang Struktur

Tugas perancang struktur adalah mengatur dan mendimensi struktur serta bagian struktur sehingga dapat memikul beban. Pekerjaan yang harus dilakukan adalah mengatur tata letak struktur, mempelajari berbagai bentuk struktur yang mungkin untuk digunakan, meninjau kondisi pembebanan, analisa tegangan, defleksi, dan lain-lain. Pekerjaan selanjutnya adalah desain dan dilanjutkan dengan penggambaran. Dengan kata lain, desain berarti mendapatkan dimensi bagian struktur setelah gaya dihitung.

### C.11 Tujuan Perancang Struktur

Perancang struktur harus mempelajari bagaimana mengatur dan mendimensi elemen struktur sehingga dapat dilaksanakan dengan kekuatan yang cukup dan ekonomis. Hal tersebut akan dibahas dibawah ini.

#### **Keamanan**

Portal atau struktur tidak saja harus dirancang untuk memikul beban secara aman tetapi juga harus dapat menahan defleksi dan vibrasi yang dapat mengganggu penghuni atau menyebabkan retak.

## **Biaya**

Perancang teknik harus selalu menekan biaya serendah mungkin tanpa mengorbankan kekuatan.

## **Sifat praktis**

Tujuan lain dalam perancangan struktur adalah kemudahan dalam fabrikasi dan pelaksanaan tanpa menimbulkan masalah yang terlalu besar. Perancang teknik harus mengerti metode fabrikasi dan berusaha menyesuaikan dengan fasilitas yang ada dalam proyeknya.

Perancang teknik juga harus mempelajari segala sesuatu tentang pendetailan, fabrikasi, dan pelaksanaan di lapangan. Hasil pekerjaannya akan lebih dapat diterima, praktis, dan ekonomis jika perancang mengetahui tentang masalah, toleransi, dan ruang gerak di lapangan. Dalam hal ini termasuk juga transportasi material ke lapangan dengan truk atau kereta api, kondisi pekerja, dan peralatan dalam pelaksanaan.

Akhirnya perancang juga harus merancang dimensi yang tidak mengganggu sistem mekanis struktur seperti sistem pipa, elektrik, dan arsitektural.

## **C.12 Perancangan Ekonomis Elemen Struktur Baja**

Perancangan elemen baja tidak hanya melibatkan perhitungan properti yang diperlukan untuk mendukung beban dan pemilihan profil yang paling ringan, melainkan juga harus mempertimbangkan berbagai faktor dibawah ini.

1. Perancang harus memilih profil baja. Balok baja, pelat, dan batang dengan dimensi yang tidak lazim akan sulit dan mahal untuk diperoleh.
2. Anggapan salah yang sering dianut adalah profil yang paling ringan adalah yang paling ekonomis. Suatu bangunan rangka yang dirancang berdasarkan profil yang paling ringan akan menghasilkan jenis profil yang bervariasi dalam dimensi dan bentuk. Usaha menyambung berbagai bentuk dan dimensi profil ini akan sangat sulit dan biaya berdasarkan berat menjadi lebih tinggi. Akan lebih baik jika dikelompokkan elemen yang hampir sama dimensinya dan

gunakan profil yang sama meskipun hal ini akan menyebabkan 'overdesign' pada beberapa elemen.

3. Balok yang dipilih untuk lantai gedung umumnya profil tinggi untuk mendapatkan momen inersia dan tahanan terhadap momen yang besar. Tetapi dengan semakin tingginya gedung, hal ini harus dimodifikasi. Sebagai ilustrasi tinjau bangunan 20 lantai dengan persyaratan tinggi bersih setiap lantai. Diasumsikan bahwa tinggi balok dapat direduksi sebanyak 6 in (1524 mm). Harga profil balok akan lebih mahal (mengapa?), tetapi terdapat pengurangan tinggi gedung sebesar  $20 \times 6 \text{ in} = 120 \text{ in}$ . atau 10 ft (3,05 m), sehingga akan menghemat dinding, tinggi elevator, tinggi kolom, plambing, elektrik, dan pondasi.
4. Biaya pelaksanaan dan pabrikasi untuk balok baja struktur hampir sama, baik untuk profil ringan maupun berat. Jadi jarak antar balok harus sejauh mungkin untuk mengurangi jumlah balok yang harus dipasang dan dipabrikasi.
5. Baja struktur hanya perlu dicat jika diperlukan saja. Jika baja terbungkus beton, tidak diperlukan pengecatan Baja juga perlu pelindung kebakaran.
6. Lebih disukai untuk menggunakan profil yang sama berulang kali karena hal ini dapat mengurangi gambar dan pekerjaan detail untuk mengurangi biaya pabrikasi dan pelaksanaan.
7. Untuk penampang besar, khususnya profil built-up, perancang harus mencari informasi mengenai masalah transportasi. Informasi tersebut adalah panjang dan tinggi yang dapat diangkut dengan truk atau kereta api, jarak bersih jembatan dan kabel listrik, dan beban maksimum yang dapat dipikul oleh jembatan. Untuk membuat rangka atap menjadi satu kesatuan sangatlah memungkinkan, tetapi apakah mungkin untuk membawanya ke lapangan dan memasangnya?
8. Profil yang dipilih harus mudah untuk dipasang dan mudah dirawat. Misalnya, harus dimungkinkan memberikan akses guna pemeliharaan dan pengecatan periodik.

9. Gedung seringkali dimuati juga oleh pipa, saluran, dll. Pemilihan profil harus dilakukan sehingga sesuai dengan persyaratan untuk terpasangnya utilitas tersebut.
10. Elemen baja seringkali tidak diselubungi (ekspos) seperti pada jembatan dan auditorium. Penampilan struktur seperti ini memerlukan pemilihan jenis penampang.

Pertanyaan yang sering muncul adalah, bagaimana membuat perancangan struktur baja yang ekonomis? Perancangan ekonomis akan didapat dicapai jika biaya pabrikan minimum.

### C.13 Kegagalan Struktur

Mempelajari kegagalan struktur lebih penting dibandingkan mempelajari kesuksesan masa lalu. Seorang perancang dengan pengalaman minim harus mengetahui dimana harus diberikan perhatian khusus dan dari mana masukan harus dicari. Keruntuhan struktur biasanya terjadi karena kurangnya perhatian pada detail, defleksi, masalah pemasangan, dan penurunan pondasi. Umumnya perancang akan memilih profil dengan dimensi dan kekuatan yang cukup. Jadi keruntuhan struktur jarang terjadi akibat keruntuhan material, tetapi lebih banyak disebabkan oleh penggunaan yang tidak sesuai.

Kesalahan yang sering diperlihatkan oleh perancang adalah setelah mereka merancang elemen struktur dengan baik, mereka melakukan pemilihan sambungan yang tidak cukup. Bahkan mereka sering menyerahkan perancangan sambungan kepada juru gambar. Kesalahan yang sering terjadi dalam desain sambungan adalah mengabaikan sebgaimana gaya yang bekerja pada sambungan seperti momen puntir. Dalam suatu rangka, elemen hanya dirancang terhadap gaya aksial saja, tetapi sambungan dapat menerima beban eksentris dan menghasilkan momen yang meningkatkan tegangan. Tegangan sekunder ini seringkali begitu besar dan oleh karenanya harus diperhitungkan dalam perancangan.

Salah satu sumber keruntuhan terjadi pada balok yang ditumpu pada dinding dan tidak mendapat tumpuan atau angkur yang cukup. Jika balok semacam ini memikul pelat atap dengan air hujan yang terkumpul, maka balok akan berdefleksi sehingga menambah muatan air hujan, dst. Pada saat berdefleksi balok akan tertarik dari dinding dan menyebabkan keruntuhan pada dinding atau terlepasnya balok dari dinding.

Perbedaan penurunan pondasi dapat menyebabkan keruntuhan struktur. Umumnya penurunan pondasi tidak menyebabkan keruntuhan melainkan retak atau berkurangnya kekuatan struktur. Secara teoritis, jika seluruh pondasi turun dengan besar yang sama, maka tidak akan terjadi perubahan tegangan. Tetapi biasanya perencana tidak dapat mencegah penurunan, oleh karena itu dalam mendesain struktur harus diperkirakan tegangan yang muncul akibat adanya perbedaan penurunan. Perbedaan penurunan pondasi yang terjadi pada struktur tidak simetris akan menyebabkan variasi tegangan yang sangat besar. Jika kondisi pondasi sangat buruk, maka sebaiknya dibuat struktur statis tertentu sehingga perbedaan penurunan pondasi tidak menyebabkan perubahan tegangan yang besar. Pada bagian lain akan dibahas bahwa kekuatan ultimate baja hanya berubah sedikit akibat adanya perbedaan penurunan.

Jenis keruntuhan lain disebabkan oleh kurangnya perhatian pada defleksi, fatik elemen, pengaku terhadap goyangan, getaran, dan kemungkinan terjadinya buckling pada elemen tekan atau flens tekan dari balok. Struktur yang telah selesai dibangun biasanya diperkaku dengan adanya lantai, dinding, sambungan, dan pengaku khusus, tetapi pada saat pelaksanaan semua elemen pengaku tersebut belum terpasang. Untuk itu, selama pelaksanaan perlu adanya pengaku sementara.

#### D. Aktivitas Pembelajaran

Kegiatan belajar mengajar agar penguasaan materi baja yang diampu dapat tercapai dengan:

- Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode dan teknik agar siswa dapat menerima dan menguasai teori/materi yang diberikan

- Melakukan proses pembelajaran dengan memastikan tingkat pemahaman siswa terhadap materi telah seragam dan melakukan melakukan aktivitas pembelajaran berdasarkan tingkat pemahaman tersebut.
- Pemahaman yang dimaksud adalah siswa telah mengetahui faktor yang mempengaruhi struktur bangunan berdasarkan kriteria desain dan pembebanan serta siswa telah mampu menguraikan prinsip – prinsip struktur konstruksi baja.
- Siswa memahami pembebanan yang bekerja pada konstruksi baja.
- Menjelaskan kepada siswa tentang penggunaan profil WF dan C (kanal) atau spesifikasi profil baja yang sering digunakan dalam konstruksi baja.
- Memberikan pemahaman kepada siswa bahwa dalam suatu perencanaan konstruksi baja perlu diketahui jenis profil dan spesifikasi bahan yang tersedia sehingga dalam desain bisa disesuaikan dengan yang ada. Hal ini dapat mempermudah pemasangan, mencegah penambahan biaya, waktu dan demobilisasi
- Pemahaman bahwa sebelum dikeluarkan gambar kerja perlu dilakukan survei lapangan.
- Melakukan penilaian secara rutin pada siswa dalam menyelesaikan tugas yang diberikan.

#### E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Sebutkan kelebihan dan kekurangan baja sebagai struktur ?
2. Apa yang dimaksud daktilitas ?
3. Apa artinya IWF 100x100x17,2 ?
4. Sebutkan pembagian jenis baja karbon ?

#### F. Rangkuman

Struktur baja telah lama digunakan sebagai konstruksi bangunan gedung dan hingga saat menjadi pilihan sebagai bahan utama struktur. Hal ini dikarenakan baja mempunyai sifat-sifat yang lebih unggul dibandingkan material struktur lain seperti beton dan katy. Diantara keunggulan struktur baja antara lain :

- Mempunyai kekuatan tinggi

- Relatif lebih ringan
- Kemudahan penyambungan baik dengan baut, paku keling maupun las,
- Cepat dalam pemasangan
- Dapat dibentuk menjadi profil yang diinginkan
- Kekuatan terhadap fatik
- Kemungkinan untuk penggunaan kembali setelah pembongkaran
- Masih bernilai meskipun tidak digunakan kembali sebagai elemen struktur
- Adaptif terhadap prefabrikasi.

Namun selain kelebihan tentu ada kekurangan struktur baja diantaranya :

- Biaya pemeliharaan lebih tinggi terkait karena sifatnya rentan korosi dan biaya perlindungan kebakaran
- Rentan terhadap buckling / tekuk

Baja struktur dikelompokkan dalam: baja karbon multi -fungsi (A36), baja karbon struktur (A529), baja karbon kekuatan tinggi dengan bahan tambahan rendah (A572), baja struktur tahan korosi kekuatan tinggi dengan bahan tambahan rendah (A242 dan A588), dan pelat baja dengan pendinginan dan penempaan (A514 dan A852).

Standar umum serta ketentuan–ketentuan Teknis perencanaan dan Pelaksanaan struktur baja untuk bangunan gedung, atau struktur bangunan lain yang mempunyai kesamaan karakter dengan struktur gedung. Tata cara ini mencakup:

1. Ketentuan-ketentuan minimum untuk merencanakan, fabrikasi, mendirikan bangunan, dan modifikasi atau renovasi pekerjaan struktur baja, sesuai dengan metode perencanaan keadaan batas.
2. Perencanaan struktur bangunan gedung atau struktur lainnya, termasuk keran yang terbuat dari baja.

Macam-macam profil jenis baja yang sering digunakan dalam konstruksi bangunan adalah *Wide Flange* (WF), *U Channel* ( Kanal U, UNP), *C Channel* (Kanal C, CNP), *RHS* ( *Rectangular Hollow Section* ), *SHS* ( *Square Hollow Section* ) dan *Steel Pipa* ( Pipa Baja, Pipa Hitam, Pipa Galvanis, Pipa Seamless, Pipa Welded ).

## G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Waktu proses pembelajaran berlangsung, guru hendaknya mengamati kegiatan siswa. Pada saat ini umpan balik dapat dilakukan sebagai berikut :

- 1) Ketika siswa mengajukan pertanyaan, biasakan janganlah langsung dijawab oleh guru, beri kesempatan siswa lainya untuk memberikan jawaban atau untuk didiskusikan dengan teman temannya. Komentar datang dari berbagai pihak sehingga terjadi pembicaraan antara guru dengan siswa, dan siswa dengan siswa. Dengan diskusi semacam ini, siswa yang bertanya akan mengetahui bagaimana cara pemecahannya.
- 2) Pada waktu diskusi berlangsung, guru hendaknya melibatkan diri agar dapat mengetahui proses berpikir siswa dalam memahami suatu konsep.
- 3) Dari pajangan ( hasil karya siswa yang dipajang ), guru dapat melihat kekurangan dan kelemahan siswa. Kemudian guru memberikan komentar dan petunjuk untuk memperbaikinya. Mungkin juga komentar datang dari temannya.

### Pada Pekerjaan Siswa

Pekerjaan siswa yang terdapat pada buku latihan atau pekerjaan yang telah dipajangkan merupakan hasil usaha siswa berdasarkan kemampuannya masing-masing. Mereka ingin mengetahui seberapa jauh pekerjaannya dinilai oleh guru atau temannya. Dalam hal ini, guru hendaknya memberikan pujian kepada siswa yang hasil pekerjaannya benar/baik. Jika hasil pekerjaan siswa salah, janganlah sekali- kali mengatakan: "Ini salah!" Sebab, hal ini akan mengurangi semangat siswa untuk belajar. Tetapi katakanlah kepada para siswa : "Baik, coba beri tahu Bapak/Ibu bagaimana kamu mengerjakan/ menyelesaikan masalah ini!" Selain tidak mengurangi semangat belajar siswa, kata-kata tersebut dapat melatih siswa untuk bertanggung- jawabkan hasil perbuatannya. Siswa dituntut untuk mengemukakan alasan mengapa ia berbuat demikian.

Terhadap siswa yang melakukan kesalahan/ mendapat kesulitan, guru hendaknya membantu bagaimana memecahkan masalah yang dihadapi.



Petunjuk ataupun saran dapat diberikan dalam bentuk lisan atau tulisan dan siswa merasakan bahwa pekerjaannya mendapat perhatian dari gurunya.

Terhadap hasil pekerjaan siswa, guru harus memberikan tanggapan bagaimana pendapatnya mengenai hasil tersebut dan saran atau komentar apa yang perlu disampaikan.

Dengan demikian, siswa akan terdorong untuk berusaha membuat yang lebih baik lagi. Usaha yang lebih baik lagi ialah hasil pekerjaan siswa yang dipajang digunakan sebagai alat bantu/ sumber pembelajaran. Siswa merasa bangga karena pekerjaannya dihargai dan ia akan berusaha lebih giat lagi untuk meningkatkan pekerjaannya.

Hasil Tes sebagai Umpan Balik Siswa, Guru, dan Orang Tua

## **Kegiatan Pembelajaran 3**

Pembelajaran kedua ini tentang analisa tentang Jenis dan Fungsi Struktur Bangunan

### **A. Tujuan Pembelajaran**

Tujuan dari pembelajaran 2 ini adalah menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Agar hal tersebut dapat dikuasai pada modul Konstruksi Baja Kelompok Kompetensi B ini pembelajaran 3 yang dimaksud adalah memahami jenis-jenis dan fungsi struktur bangunan.

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

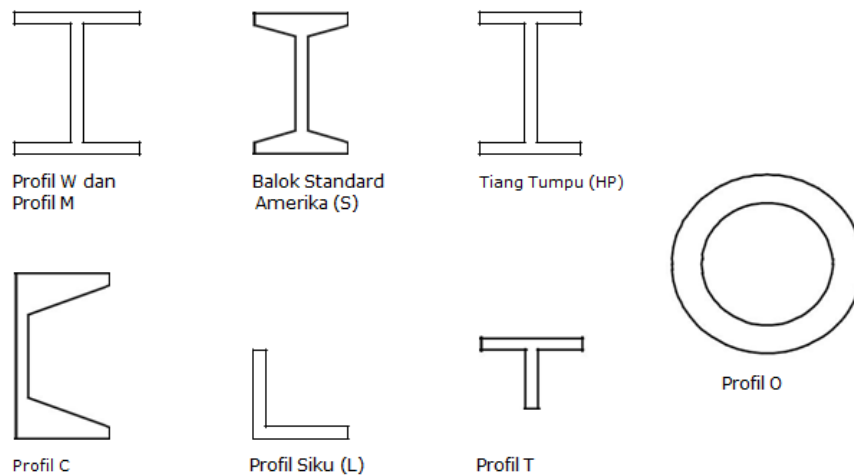
Indikator Pencapaian Kompetensi pada pembelajaran kedua adalah menguraikan prinsip-prinsip struktur konstruksi baja. Kemudian menganalisis jenis dan fungsi struktur bangunan berdasarkan karakteristik.

### **C. Uraian Materi**

#### **C.1 Prinsip-prinsip Struktur Konstruksi Baja**

##### **Profil Baja Standar**

Terdapat banyak jenis bentuk profil baja struktural yang tersedia di pasaran. Semua bentuk profil tersebut mempunyai kelebihan dan kelemahan tersendiri. Beberapa jenis profil baja menurut AISC bagian I diantaranya adalah profil IWF, tiang tumpu (HP), O, C, profil siku (L), dan profil T seperti terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Profil baja

Profil IWF terutama digunakan sebagai elemen struktur balok dan kolom. Semakin tinggi profil ini, maka semakin ekonomis untuk banyak aplikasi. Profil M mempunyai penampang melintang yang pada dasarnya sama dengan profil W, dan juga mempunyai aplikasi yang sama.

Profil S adalah balok standard Amerika. Profil ini memiliki bidang flens yang miring, dan web yang relative lebih tebal. Profil ini jarang digunakan dalam konstruksi, tetapi masih digunakan terutama untuk beban terpusat yang sangat besar pada bagian flens.

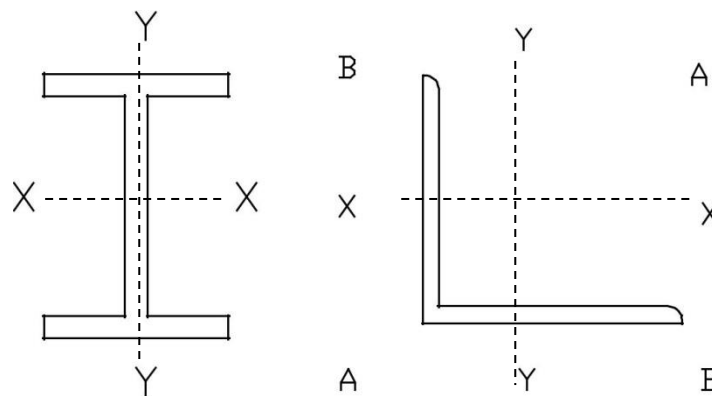
Profil HP adalah profil jenis penumpu (bearing type shape) yang mempunyai karakteristik penampang agak bujursangkar dengan flens dan web yang hampir sama tebalnya. Biasanya digunakan sebagai fondasi tiang pancang. Bisa juga digunakan sebagai balok dan kolom, tetapi umumnya kurang efisien.

Profil C atau kanal mempunyai karakteristik flens pendek, yang mempunyai kemiringan permukaan dalam sekitar 1 : 6. Aplikasinya biasanya digunakan sebagai penampang tersusun, bracing tie, ataupun elemen dari bukan rangka (frame opening).

Profil siku atau profil L adalah profil yang sangat cocok untuk digunakan sebagai bracing dan batang tarik. Profil ini biasa digunakan secara gabungan, yang lebih dikenal sebagai profil siku ganda. Profil ini sangat baik untuk digunakan pada struktur truss.

### Sumbu utama

Sumbu utama adalah sumbu yang menghasilkan inersia maksimum atau minimum. Sumbu yang menghasilkan inersia maksimum dinamakan sumbu kuat, dan yang menghasilkan inersia minimum disebut sumbu lemah. Sumbu simetri suatu penampang selalu merupakan sumbu utama, namun sumbu utama belum tentu sumbu simetri (Padosbajayo, 1994).

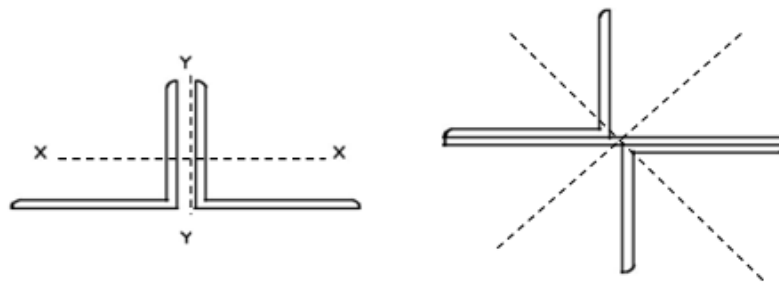


Gambar 3.2 Sumbu utama profil baja

Sumbu X-X dan Y-Y untuk profil I gambar 2.2 adalah sumbu simetri, karenanya sumbu-sumbu tersebut merupakan sumbu utama. Sumbu X-X dan Y-Y. Untuk profil siku Gambar 3.2 bukan sumbu simetri dan bukan sumbu utama. Sumbu – sumbu utama profil siku adalah sumbu A-A (sumbu kuat) dan sumbu B-B (sumbu lemah).

### Sumbu bahan dan sumbu bebas bahan

Sumbu bahan adalah sumbu yang memotong semua elemen bahan, sedangkan sumbu bebas bahan adalah yang sama sekali tidak memotong elemen bahan atau hanya memotong sebagian elemen bahan. Sumbu X-X untuk Gambar 3.3 adalah sumbu bahan. Sedangkan sumbu Y-Y adalah sumbu bebas bahan. Pada profil siku ganda yang disusun saling membelakangi, inersia arah sumbu Y ( $I_y$ ) dipastikan akan selalu bernilai lebih besar (lebih dominan) daripada inersia arah sumbu X ( $I_x$ ), berapapun jarak antara dua profil tersebut.



Gambar 3.3 Sumbu bahan dan sumbu bebas bahan

## C.2 Sifat Bahan Baja

Sifat baja yang terpenting dalam penggunaannya sebagai bahan konstruksi adalah kekuatannya yang tinggi, dibandingkan dengan bahan lain seperti kayu, dan sifat keliatannya, yaitu kemampuan untuk berdeformasi secara nyata baik dalam tegangan, dalam regangan maupun dalam kompresi sebelum kegagalan, serta sifat homogenitas yaitu sifat keseragaman yang tinggi.

Baja merupakan bahan campuran besi (Fe), 1,7% zat arang atau karbon (C), 1,65% mangan (Mn), 0,6% silikon (Si), dan 0,6% tembaga (Cu). Baja dihasilkan dengan menghaluskan bijih besi dan logam besi tua bersama-sama dengan bahan tambahan pencampur yang sesuai, dalam tungku temperatur tinggi untuk menghasilkan massa-massa besi yang besar, selanjutnya dibersihkan untuk menghilangkan kelebihan zat arang dan kotoran-kotoran lain.

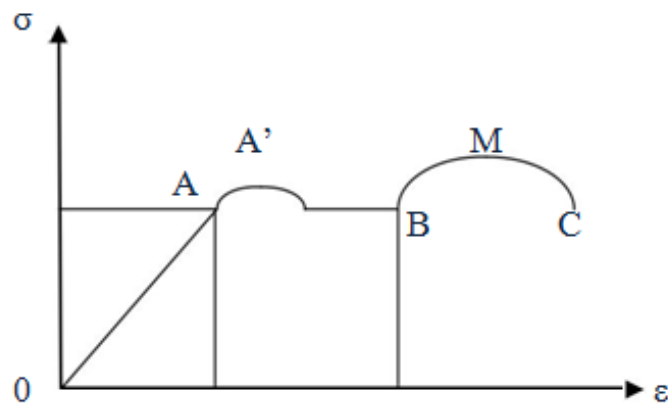
Berdasarkan persentase zat arang yang dikandung, baja dapat dikategorikan sebagai berikut :

- a) Baja dengan persentase zat arang rendah (*low carbon steel*) yakni lebih kecil dari 0,15%
- b) Baja dengan persentase zat arang ringan (*mild carbon steel*) yakni 0,15% - 0,29%
- c) Baja dengan persentase zat arang sedang (*medium carbon steel*) yakni 0,3% - 0,59%
- d) Baja dengan persentase zat arang tinggi (*high carbon steel*) yakni 0,6% - 1,7%

Baja untuk bahan struktur termasuk ke dalam baja yang persentase zat arang yang ringan (*mild carbon steel*), semakin tinggi kadar zat arang yang terkandung di dalamnya, maka semakin tinggi nilai tegangan lelehnya. Sifat-sifat bahan struktur yang paling penting dari baja adalah sebagai berikut :

- a) Modulus elastisitas (E) berkisar antara 193000 Mpa sampai 207000Mpa. Nilai untuk design lazimnya diambil 210000 Mpa.
- b) Modulus geser (G) dihitung berdasarkan persamaan :  $G = E/2(1+\mu)$   
Dimana :  $\mu$  = angka perbandingan poisson  
Dengan mengambil  $\mu = 0,30$  dan  $E = 210000$  Mpa, akan memberikan  $G = 810000$  Mpa.
- c) Koefisien ekspansi ( $\alpha$ ), diperhitungkan sebesar :  $\alpha = 11,25 \times 10^{-6}$  per °C
- d) Berat jenis baja ( $\gamma$ ), diambil sebesar  $7,85$  t/m<sup>3</sup>.

Untuk mengetahui hubungan antara tegangan dan regangan pada baja dapat dilakukan dengan uji tarik di laboratorium. Sebagian besar percobaan atas baja akan menghasilkan bentuk hubungan tegangan dan regangan seperti Gambar 3.4 di bawah ini :



Gambar 3.4 Hubungan tegangan untuk ujitarik baja lunak

Keterangan gambar:  $\sigma$  = tegangan baja  $\epsilon$  = regangan baja ; A = titik proporsional  
A'= titik batas elastis ; B = titik batas plastis M = titik runtuh ; C = titik putus

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa sampai titik A hubungan tegangan dengan regangan masih linier atau keadaan masih mengikuti hukum Hooke.

Kemiringan garis OA menyatakan besarnya modulus elastisitas E. Diagram regangan untuk baja lunak umumnya memiliki titik leleh atas (*upper yield point*), yaitu daerah leleh datar. Secara praktis, letak titik leleh atas ini, A' tidaklah terlalu berarti sehingga pengaruhnya sering diabaikan. Titik A' sering juga disebut sebagai titik batas elastis (*elasticity limit*). Sampai batas ini bila gaya tarik dikerjakan pada batang baja maka batang tersebut akan berdeformasi. Selanjutnya bila gaya itu dihilangkan maka batang akan kembali ke bentuk semula. Dalam hal ini batang tidak mengalami deformasi permanen.

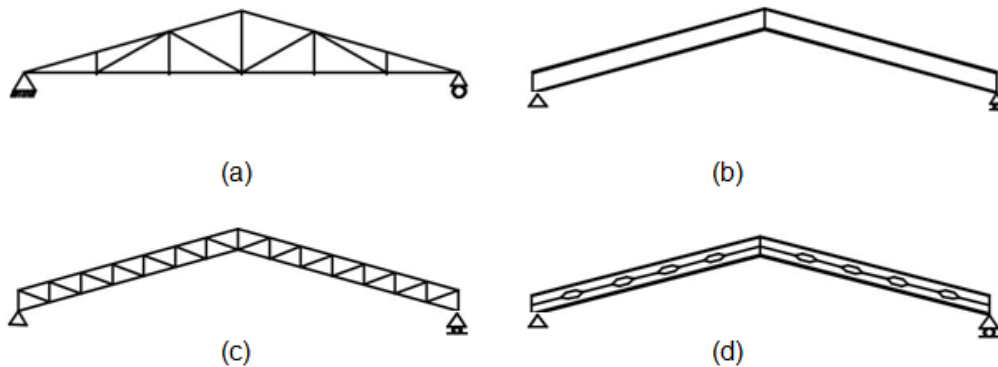
Bila beban yang bekerja bertambah, maka akan terjadi penambahan regangan tanpa adanya penambahan tegangan. Sifat pada daerah AB inilah yang disebut sebagai keadaan plastis. Lokasi titik B, yaitu titik batas plastis tidaklah pasti tetapi sebagai perkiraan dapat ditentukan yakni terletak pada regangan 0,014.

Daerah BC merupakan daerah *strain hardening*, dimana penambahan regangan akan diikuti dengan sedikit penambahan tegangan. Disamping itu, hubungan tegangan dengan regangan tidak lagi bersifat linier. Kemiringan garis setelah titik B ini didefinisikan sebagai  $E_z$ . Di titik M, yaitu regangan berkisar antara 20% dari panjang batang, tegangannya mencapai nilai maksimum yang disebut sebagai tegangan tarik batas (*ultimate tensile strength*). Akhirnya bila beban semakin bertambah besar lagi maka titik C batang akan putus.

Tegangan leleh adalah tegangan yang terjadi pada saat mulai meleleh. Sehingga dalam kenyataannya, sulit untuk menentukan besarnya tegangan leleh, sebab perubahan dari elastisitas menjadi plastis seringkali besarnya tidak tetap.

### C.3 Type Struktur Penyangga Atap Baja (Struktur Kuda-kuda Baja)

Perhatikan Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5. Type struktur rangka baja (konstruksi rangka kap)

Gambar 3.5 a diatas disebut rangka batang dengan diagonal turun. Teoritis batang-batang diagonal ini akan mengalami gaya tarik sehingga dimensinya bisa kecil. Batang vertikal akan merupakan batang tekan dan didimensi terhadap gaya tekan yang sangat dipengaruhi oleh  $l_k$  = panjang tekuknya. Teoritis pula dibandingkan dengan type b maka penurunan (deflection) pada rangka kuda-kuda type a akan lebih besar, tetapi sebaliknya dimensi batang tekan akan lebih kecil karena  $l_k$  lebih kecil.

Gambar b diatas merupakan gambar kuda – kuda yang menggunakan profil I sebagai batang utamanya. Sehingga sangat diperlukan penggunaan profil yang cukup besar untuk menghindari deflection yang besar.

Gambar c diatas merupakan rangka batang yang menggunakan profil silinder biasa pada bagian tengahnya dengan rangka batang naik turun, pada batang atas dan bawah menggunakan profil CNP double.

Gambar d diatas merupakan gambar kuda – kuda profil castella atau honey comb, di mana pada bagian tengah atau di badan profil tersebut dilubangi.

Gambar e diatas disebut type polencieau atau rasuk prancis. Rangka batang terdiri dari dua bagian, yang ditinggikan ditengah, dihubungkan oleh batang tarik (batang t) batang-batang tekan relatif kecil panjang tekuknya sehingga dimensi lebih kecil. Rangka – rangka anak memikul beban setempat sehingga dimensi



batang sangat hemat. Sebaliknya batang h dalam gambar e memerlukan dimensi yang cukup besar. Seperti diterangkan dimuka, type rangka "polencieau" sangat tepat untuk konstruksi aula sederhana serta gudang. (Inti sari Kuliah Konstruksi Baja II, Ir. Patar M. Pasaribu, Dipl Trop, 1992)

## C.4 Pembebanan Struktur

### C.4.1 Kombinasi Beban Rencana

Berdasarkan SNI 2002, struktur baja harus mampu memikul semua kombinasi pembebanan dibawah ini :

- a)  $1,4 D$
- b)  $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (La \text{ atau } H)$
- c)  $1,2 D + 1,6 (La \text{ atau } H) + (\gamma_{LL} \text{ atau } 0,8 W)$
- d)  $1,2 D + 1,3 W + \gamma_{LL} + 0,5 (La \text{ atau } H)$
- e)  $1,2 D \pm (1,3 W \text{ atau } 1,0 E)$

$D$  adalah beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan layan tetap.  $L$  adalah beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut.  $La$  adalah beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak.  $H$  adalah beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air.  $W$  adalah beban angin.  $E$  adalah beban gempa, yang ditemukan menurut SNI 03 – 1726 – 2002, atau penggantinya.  $\gamma_L = 0,5$  bila  $L < 5$  kPa, dan  $\gamma_L = 1$  bila  $L \geq 5$  kPa.

### C.4.2 Faktor Reduksi $\phi$ Untuk Keadaan Kekuatan Batas

Untuk berbagai pertimbangan keamanan, nilai daya dukung nominal komponen struktur ( $N_n$ ) harus dikalikan suatu faktor reduksi. Nilai faktor reduksi ini untuk setiap kondisi struktur. Menurut SNI 2002, nilai – nilai faktor reduksi  $\phi$  disajikan dalam Tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 3.1 Faktor reduksi  $\phi$  untuk keadaan kekuatan batas Sumber SNI 2002

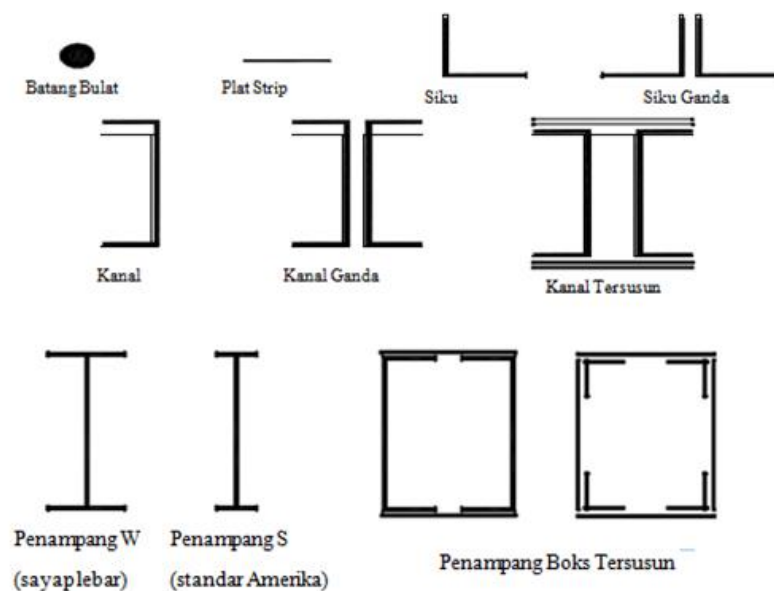
Kapasitas Rencana Untuk	Faktor Reduksi $\phi$
Komponen yang memikul lentur :	
<input type="checkbox"/> Balok	0,9
<input type="checkbox"/> Pelat badan yang memikul geser	0,9
<input type="checkbox"/> Pelat badan pada tumpuan	0,9
<input type="checkbox"/> pengaku	0,9
Komponen yang memikul gaya tekan aksial :	
<input type="checkbox"/> Kuat penampang	0,85
<input type="checkbox"/> Kuat komponen struktur	0,85
Komponen yang memikul gaya tarik aksial :	
<input type="checkbox"/> Terhadap kuat tarik leleh	0,9
<input type="checkbox"/> Terhadap kuat tarik fraktur	0,75
Komponen yang menerima aksi – aksi kombinasi :	
<input type="checkbox"/> Kuat lentur atau geser	0,9
<input type="checkbox"/> Kuat tarik	0,9
<input type="checkbox"/> Kuat tekan	0,85
Komponen yang menerima aksi – aksi kombinasi :	
<input type="checkbox"/> Kuat tekan	0,85
<input type="checkbox"/> Kuat tumpu beton	0,6
<input type="checkbox"/> Kuat lentur dengan distribusi tegangan plastik	0,85
<input type="checkbox"/> Kuat lentur dengan distribusi tegangan elastik	0,9
Sambungan baut :	
<input type="checkbox"/> Baut yang memikul geser	0,75
<input type="checkbox"/> Baut yang memikul tarik	0,75
<input type="checkbox"/> Baut yang memikul kombinasi tarik dan geser	0,75
<input type="checkbox"/> Lapis yang memikul tumpu	0,75
Sambungan las :	
<input type="checkbox"/> Las tumpul penetrasi penuh	0,9
<input type="checkbox"/> Las sudut dan las tumpul penetrasi sebagian	0,75
<input type="checkbox"/> Las pengisi	0,75

### C.5 Batang Tarik

Batang tarik adalah batang yang mendukung tegangan tarik yang diakibatkan oleh bekerjanya gaya tarik pada ujung-ujung batang. Kestabilan batang ini sangat baik sehingga tidak perlu lagi ditinjau dalam perencanaan. Batang tarik biasa digunakan pada struktur rangka atap, struktur jembatan rangka, struktur jembatan gantung, pengikat gording, dan penggantung balkon. Pemanfaatan batang tarik juga telah dikembangkan untuk sistem dinding, struktur atap gantung, dan batang prategangan struktur rangka batang bentang panjang.

Terdapat beberapa tipe batang tarik yang biasa digunakan, seperti tali kawat, batang bulat dengan ujung bandul berulir, batang mata, dan plat sambungan pasak. Batang – batang tersebut merupakan batang tarik efisiensi tinggi namun tidak dapat mendukung beban tekan. Selain tipe diatas, terdapat juga profil – profil struktural dan profil tersusun yang dapat dilihat pada Gambar 3.6. Batang tarik tipe ini terutama dipakai dalam struktur rangka batang (*truss*). Batang tarik tersusun digunakan bila :

- a) Kapasitas tarik tunggal tidak memadai
- b) Kekakuan profil tunggal tidak memadai
- c) Detail sambungan memerlukan bentuk tampang lintang tertentu



Gambar 3.6 Bentuk-bentuk tampang penampang tarik

Menurut SNI 2002, pembatasan kelangsingan untuk batang – batang yang direncanakan terhadap tarik dibatasi sebesar 240 untuk batang primer, dan 300 untuk batang sekunder.

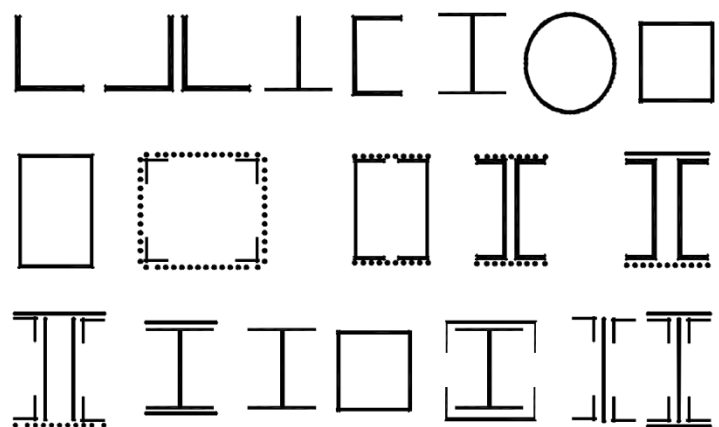
## C.6 Batang Tekan

Batang tekan (*compression member*) adalah elemen struktur yang mendukung gaya tekan aksial. Batang tekan banyak dijumpai pada struktur bangunan sipil

seperti gedung, bangunan, dan menara. Pada struktur gedung, batang tekan sering dijumpai sebagai kolom, sedangkan pada struktur rangka batang (jembatan atau kuda – kuda) dapat berupa batang tepi, batang diagonal, batang vertikal, dan batang – batang pengekang (*bracing*).

Berdasarkan kelangsingannya, batang tekan atau kolom dapat digolongkan dalam tiga jenis, yaitu kolom langsing (*slender column*), kolom sedang (*medium column*), dan kolom gemuk/pendek (*stoky column*). Berbeda dengan batang tarik, kestabilan batang tekan kurang baik dan perlu diperhitungkan dalam perencanaan. Batang akan mengalami kegagalan akibat tekuk (*buckling*). Batang gemuk akan mengalami kegagalan akibat tekuk dengan tegangan normal cukup besar, sedang tegangan lenturnya masih kecil. Hal yang sebaliknya akan terjadi pada batang langsing. Tampak di sini bahwa kuat tekan kolom dipengaruhi oleh kelangsingan. Semakin langsing suatu kolom, kuat tekannya semakin kecil.

Batang tekan dapat dirancang dengan profil tunggal maupun profil tersusun. Jika beban yang didukung relatif kecil dan kapasitas profil tunggal yang tersedia memenuhi, umumnya dipilih profil tunggal. Namun apabila beban yang didukung relatif besar, sedang kapasitas profil tunggal yang tersedia tidak memenuhi, dapat digunakan profil tersusun. Beberapa bentuk penampang yang dapat digunakan untuk batang tekan ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Bentuk – bentuk tampang penampang tekan

## C.7 Sambungan Struktur Baja

Sambungan dalam struktur baja merupakan bagian yang penting yang harus diperhitungkan secara cermat dalam perencanaannya, karena kegagalan pada struktur sambungan dapat mengakibatkan kegagalan pada keseluruhan struktur.

Pada prinsipnya, struktur sambungan diperlukan apabila:

- a) Batang standar tidak cukup panjang
- b) Sambungan yang dibuat untuk menyalurkan gaya dari yang satu ke bagian yang lainnya, misalnya pada sambungan antara balok dan kolom
- c) Sambungan pada struktur rangka batang, dimana batang – batang penyusun saling membentuk keseimbangan pada satu titik
- d) Pada tempat dimana terdapat perubahan dimensi penampang lintang batang, akibat perubahan besarnya gaya batang

Sambungan terdiri dari komponen sambungan (pelat pengisi, pelat buhul, pelat pendukung, dan pelat penyambung) dan alat penyambung (baut pengencang dan las). Adapun perencanaan sambungan struktur baja harus memenuhi syarat – syarat yang harus diperhatikan, seperti :

- a) Kuat, aman dan ekonomis
- b) Mudah dilaksanakan, baik saat pabrikasi maupun saat pemasangan
- c) Sebaiknya dihindari pemasangan beberapa alat sambung yang berbeda pada satu titik sambungan, dikarenakan kekakuan yang berbeda dari berbagai macam alat sambung
- d) Gaya dalam yang dialurkan berada dalam keseimbangan dengan gaya – gaya yang bekerja pada sambungan
- e) Deformasi pada sambungan masih berada dalam batas kapasitas deformasi sambungan
- f) Sambungan dan komponen yang berdekatan harus mampu memikul gaya
- g) gaya yang bekerja padanya (Padosbajayo, 1994)

Pada struktur rangka batang, sambungan diperlukan pada *joint – joint* pertemuan antar batang. Komponen struktur yang menyalurkan gaya – gaya pada sambungan, sumbu netralnya harus direncanakan untuk bertemu pada satu titik. Bila terdapat eksentrisitas pada sambungan, komponen struktur dan sambungannya harus dapat memikul momen yang diakibatkannya.

Berdasarkan sifat sambungannya, sambungan dapat diklasifikasikan menjadi sambungan kaku, sambungan semi kaku, dan sambungan sendi. Sedangkan berdasarkan jenis alat penyambungannya, sambungan baja dapat dibedakan menjadi sambungan baut dan sambungan las (SNI 2002).

### C.7.1 Sambungan Baut

Jenis baut yang biasa digunakan di Indonesia adalah baut hitam dan baut mutu tinggi. Menurut SNI 2002, sambungan baut berdasarkan tipe keruntuhannya dapat direncanakan sebagai :

- a) Sambungan tipe tumpu, adalah sambungan yang dibuat dengan menggunakan baut yang dikencangkan dengan tangan atau baut mutu tinggi yang dikencangkan untuk menimbulkan gaya tarik minimum yang disyaratkan, yang kuat rencananya dialurkan oleh gaya geser pada baut dan tumpuan pada bagian – bagian yang disambungkan
- b) Sambungan tipe friksi, adalah sambungan yang dibuat dengan menggunakan baut mutu tinggi yang dikencangkan untuk menimbulkan tarikan baut minimum yang disyaratkan sedemikian rupa sehingga gaya – gaya geser rencana disalurkan melalui jepitan yang bekerja dalam bidang kontak

Yang perlu diperhatikan dalam sambungan baut adalah bahwa dalam suatu potongan, jumlah luas lubang tidak boleh lebih dari 15% dari luas penampang utuh.

Jarak antar pusat lubang baut tidak boleh kurang dari 3 kali diameter nominal baut. Sedangkan jarak minimum dari pusat baut ke tepi pelat atau pelat sayap profil tidak boleh kurang 1,5 kali diameter nominal baut (SNI 2002)

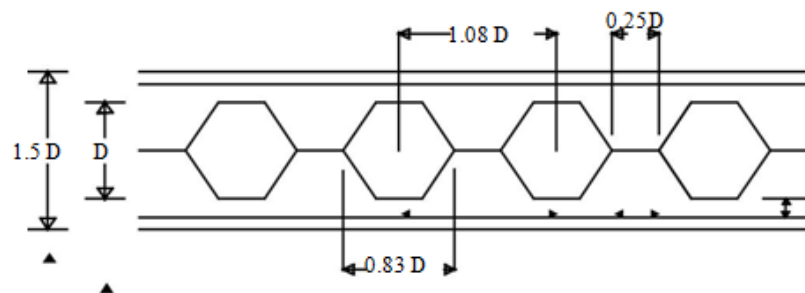
Pemasangan baut dilakukan pada sumbu berat profil, sehingga tidak menimbulkan momen pada struktur. Apabila pemasangan baut tidak terdapat pada satu baris, maka harus diatur sehingga menghasilkan momen yang minimal.

### C.7.2 Sambungan Las

Selain menggunakan alat sambung baut, baja dapat pula disambungkan dengan menggunakan las. Alat sambung las ini cukup banyak digunakan, karena mudah dalam penggunaannya, serta tidak memerlukan perlubangan baja, sehingga kekuatan baja tidak berkurang. Perencanaan alat sambung las ini meliputi penentuan tebal dan panjang las.

### C.8 Castella Beam

Profil Castella ini merupakan profil IWF standard yang bagian badannya dipotong sedemikian rupa. Dapat dilihat pada gambar 3.8, dua bagian balok IWF yang dipotong pada bagian tengahnya dilas bersama – sama, sehingga membentuk  $1,5 D$  dari Balok IWF yang dibentuk.



Gambar 3.8 Castella beam

Peningkatan biaya atas fabrikasi pemotongan dan terjadi pengurangan berat dibandingkan dengan balok solid IWF . Balok castella dapat digunakan pada rentang yang panjang, seperti pada atap.

Void pada bagian badan balok ini berguna untuk pemasangan instalasi listrik serta untuk saluran AC pada gedung. Sehingga sangat ekonomis bila menggunakan balok castella (*The Construction of Building*, Wiley Blackwell jilid 4).

Balok castella yang biasa digunakan dalam pembangunan dan sejenisnya, dari tipe umum memiliki web antara dua flens, di mana web tidak kontinyu tetapi biasanya heksagonal lubang di dalamnya. secara tradisional terbuat dari

standard universal IWF. balok IWF memiliki kedalaman web yang dua pertiga web yang diinginkan ketinggian Castella. Web kemudian dipotong, misalnya menggunakan burner oxy-acetylene, di baris yang terus-menerus mendefinisikan serangkaian garis-garis yang sama berlubang pada sisi lain, sama jarak sejajar dengan centreline dari web, masing-masing pasangan yang berdekatan memiliki garis yang sama bergabung dengan garis yang lebih lanjut adalah dua kali panjang garis yang sama dan cenderung ke centreline dari web, alternatif garis lebih lanjut berada di sudut yang sama dan berlawanan dengan centreline dari web. Kedua bagian balok kemudian dipisahkan dan bergerak relatif terhadap satu sama lain dengan jarak cukup untuk mendekatkan garis yang sama, dan setelah itu berdekatan garis sama bagian dari web yang dilas kembali bersama lagi. Hal ini menghasilkan berkas satu setengah kali kedalaman asli balok universal, tetapi memiliki bobot yang sama karena kenyataan bahwa sekarang ada sejumlah lubang heksagonal di web.

Castella dikenal hanya dibuat dengan castellations heksagonal atau persegi. Bentuk square dihindari struktural kinerja yang kurang baik daripada castellations heksagonal. Bahkan tiang-tiang castella tradisional dengan castellation heksagonal memiliki batas struktural yang lebih rendah karena adanya sudut-sudut yang berdekatan bentuk heksagonal atas dan bawah flens.

Menurut penemuan yang sekarang ada disediakan metode menghasilkan balok castella yang terdiri dari langkah-langkah untuk mengambil berkas universal, membuat kontinu pertama dipotong sepanjang web, membuat memotong kedua web di sepanjang garis tengah berbeda dari garis memotong pertama, seperti untuk menentukan bagian-bagian bujursangkar berbaring di sisi lain dari web centreline dan setidaknya sebagian bergabung lengkung bagian ujung yang paling dekat berbatasan bujursangkar bagian, memisahkan bagian memotong batang, dan pengelasan pada bagian garis tengah bersama-sama di daerah yang dibentuk oleh bujursangkar penjajaran dari dua bagian.

Pemotongan adalah lebih baik dicapai dengan menggunakan oxy-acetylene pembakar seperti produksi tradisional castella berseri-seri. Penggunaan pendekatan pemotongan ganda penemuan bentuk memungkinkan untuk diproduksi yang sampai sekarang tidak mungkin. Secara khusus, balok castella dapat diproduksi dengan lingkaran atau lubang berbentuk oval. Hal ini penting



untuk alasan aesthetic sejak banyak bangunan tiang tersebut tidak tercakup oleh langit-langit palsu tetapi yang tersisa pada tampilan.

Harus ditunjukkan bahwa lubang melingkar dapat diproduksi dalam berkas universal hanya dengan memotong yang sama keluar dari balok web. Namun, berkas mendalam pada kasus ini akan ada lebih besar daripada yang asli berkas universal dan akan diperlemah oleh materi hilang. Metode penemuan lubang tersebut memungkinkan dapat dihasilkan dari balok universal mengarah ke castella lebih mendalam daripada yang asli balok universal IWF, dan begitu kuat daripada berkas aslinya.

Memotong kedua mungkin akan terus-menerus atau discontinuous. Ketika memotong kedua kontinu maka dipotong desirably pertama terdiri dari pluralitas bagian bujursangkar dengan panjang yang sama secara substansial berlubang pada salah satu sisi centreline dari web dan pluralitas bagian lengkung serupa masing-masing bergabung dengan ujung terdekat bujursangkar yang bersebelahan melintasi bagian dan dua kali yang centreline dari web, pusat dari semua bagian bujursangkar yang secara substansial sama ditempatkan di sepanjang berkas universal oleh jarak tertentu, dan yang kedua adalah cermin memotong gambar dipotong pertama sehubungan dengan centreline batang tetapi pengungsi longitudinal dari pertama dipotong dengan jarak yang sama dengan setengah jarak tertentu. Bagian yang lengkung mungkin kemudian lebih baik berupa setengah lingkaran atau semi-elips. (US Patent 4894898 – Method of making castellated beams)

#### D. Aktivitas Pembelajaran

Kegiatan belajar mengajar agar penguasaan materi baja yang diampu dapat tercapai dengan:

- Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode dan teknik agar siswa dapat menerima dan menguasai teori/materi yang diberikan
- Melakukan proses pembelajaran dengan memastikan tingkat pemahaman siswa terhadap materi telah seragam dan melakukan aktivitas pembelajaran berdasarkan tingkat pemahaman tersebut.

- Pemahaman yang dimaksud adalah siswa telah mengetahui faktor yang mempengaruhi struktur bangunan berdasarkan kriteria desain dan pembebanan serta siswa telah mampu menguraikan prinsip – prinsip struktur konstruksi baja.
- Siswa memahami pembebanan yang bekerja pada konstruksi baja.
- Menjelaskan kepada siswa tentang penggunaan profil WF dan C (kanal) atau spesifikasi profil baja yang sering digunakan dalam konstruksi baja.
- Memberikan pemahaman kepada siswa bahwa dalam suatu perencanaan konstruksi baja perlu diketahui jenis profil dan spesifikasi bahan yang tersedia sehingga dalam desain bisa disesuaikan dengan yang ada. Hal ini dapat mempermudah pemasangan, mencegah penambahan biaya, waktu dan demobilisasi
- Pemahaman bahwa sebelum dikeluarkan gambar kerja perlu dilakukan survei lapangan.
- Melakukan penilaian secara rutin pada siswa dalam menyelesaikan tugas yang diberikan.

### E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Sebutkan jenis-jenis profil dan pemakaiannya?
2. Jelaskan apa artinya sumbu utama, sumbu bahan pada baja profil?
3. Jelaskan tentang batang tarik dan batang tekan pada struktur baja?
4. Jelaskan tentang sambungan baja.

### F. Rangkuman

Struktur bangunan adalah bagian dari sebuah sistem bangunan yang bekerja untuk menyalurkan beban oleh adanya bangunan diatas tanah. Fungsi struktur dapat disimpulkan untuk memberikan kekuatan dan kekakuan yang di perlukan untuk mencegah sebuah bangunan mengalami sebuah keruntuhan. Struktur merupakan bagian bangunan yang merupakan bagian bangunan yang menyalurkan beban. Beban beban tersebut menumpu pada elemen elemen untuk selanjutnya di salurkan kebagian bawah tanah bangunan sehingga beban beban tersebut akhirnya dapat di tahan

Konstruksi rangka baja adalah suatu konstruksi yang dibuat dari susunan batang-batang baja yang membentuk kumpulan segitiga, dimana setriap pertemuan beberapa batang disambung pada alat pertemuan/simpul dengan menggunakan alat penyambung (bout,paku keeling dan las lumer). Pelaksanaan Fabrikasi, pengerjaannya melalui beberapa proses-proses produksi setahap demi setahap, itu dinamakan proses *cutting*, proses *drilling*, proses *assembling*, proses *welding*, proses *finishing*, proses *marking*, proses *blasting*, proses *painting*.

Struktur rangka baja terdiri dari balok induk, balok anak dan kolom baja struktural yang digunakan untuk membangun rangka bermacam-macam struktur mencakup bangunan satu lantai sampai gedung pencakar langit.

Standar umum serta ketentuan–ketentuan Teknis perencanaan dan Pelaksanaan struktur baja untuk bangunan gedung, atau struktur bangunan lain yang mempunyai kesamaan karakter dengan struktur gedung. Tata cara ini mencakup:

1. Ketentuan-ketentuan minimum untuk merencanakan, fabrikasi, mendirikan bangunan, dan modifikasi atau renovasi pekerjaan struktur baja, sesuai dengan metode perencanaan keadaan batas.
2. Perencanaan struktur bangunan gedung atau struktur lainnya, termasuk keran yang terbuat dari baja.

Macam-macam profil jenis baja yang sering digunakan dalam konstruksi bangunan adalah *Wide Flange (WF)*, *U Channel (Kanal U, UNP)*, *C Channel (Kanal C, CNP)*, *RHS (Rectangular Hollow Section)*, *SHS (Square Hollow Section)* dan *Steel Pipa (Pipa Baja, Pipa Hitam, Pipa Galvanis, Pipa Seamless, Pipa Welded)*.

Sambungan dalam struktur baja merupakan bagian yang penting yang harus diperhitungkan secara cermat dalam perencanaannya, karena kegagalan pada struktur sambungan dapat mengakibatkan kegagalan pada keseluruhan struktur.

## G.Umpun Balik dan Tindak Lanjut

Waktu proses pembelajaran berlangsung, guru hendaknya mengamati kegiatan siswa. Pada saat ini umpun balik dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Ketika siswa mengajukan pertanyaan, biasakan janganlah langsung dijawab oleh guru, beri kesempatan siswa lainya untuk memberikan jawaban atau untuk didiskusikan dengan teman temannya. Komentar datang dari berbagai pihak sehingga terjadi pembicaraan antara guru dengan siswa, dan siswa dengan siswa. Dengan diskusi semacam ini, siswa yang bertanya akan mengetahui bagaimana cara pemecahannya.
2. Pada waktu diskusi berlangsung, guru hendaknya melibatkan diri agar dapat mengetahui proses berpikir siswa dalam memahami suatu konsep.
3. Dari pajangan ( hasil karya siswa yang dipajang ), guru dapat melihat kekurangan dan kelemahan siswa. Kemudian guru memberikan komentar dan petunjuk untuk memperbaikinya. Mungkin juga komentar datang dari temannya.

### Pada Pekerjaan Siswa

Pekerjaan siswa yang terdapat pada buku latihan atau pekerjaan yang telah dipajangkan merupakan hasil usaha siswa berdasarkan kemampuannya masing-masing. Mereka ingin mengetahui seberapa jauh pekerjaannya dinilai oleh guru atau temannya. Dalam hal ini, guru hendaknya memberikan pujian kepada siswa yang hasil pekerjaannya benar/baik. Jika hasil pekerjaan siswa salah, janganlah sekali- kali mengatakan: "Ini salah!" Sebab, hal ini akan mengurangi semangat siswa untuk belajar. Tetapi katakanlah kepada para siswa : "Baik, coba beri tahu Bapak/Ibu bagaimana kamu mengerjakan/ menyelesaikan masalah ini!" Selain tidak mengurangi semangat belajar siswa, kata-kata tersebut dapat melatih siswa untuk mempertanggung- jawabkan hasil perbuatannya. Siswa dituntut untuk mengemukakan alasan mengapa ia berbuat demikian.

Terhadap siswa yang melakukan kesalahan/ mendapat kesulitan, guru hendaknya membantu bagaimana memecahkan masalah yang dihadapi.

Petunjuk ataupun saran dapat diberikan dalam bentuk lisan atau tulisan dan siswa merasakan bahwa pekerjaannya mendapat perhatian dari gurunya.

Terhadap hasil pekerjaan siswa, guru harus memberikan tanggapan bagaimana pendapatnya mengenai hasil tersebut dan saran atau komentar apa yang perlu disampaikan.

Dengan demikian, siswa akan terdorong untuk berusaha membuat yang lebih baik lagi. Usaha yang lebih baik lagi ialah hasil pekerjaan siswa yang dipajang digunakan sebagai alat bantu/ sumber pembelajaran. Siswa merasa bangga karena pekerjaannya dihargai dan ia akan berusaha lebih giat lagi untuk meningkatkan pekerjaannya.

Hasil Tes sebagai Umpan Balik Siswa, Guru, dan Orang Tua.

## Kegiatan Pembelajaran 4

Pembelajaran ketiga ini mengenai penguasaan ilmu ukur tanah yang terkait dengan perencanaan pembangunan konstruksi baja yaitu menerapkan teknik pengoperasian alat sipat datar (*leveling*) dan alat sipat ruang (*theodolit*).

### A. Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari pembelajaran 4 ini adalah menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Agar hal tersebut dapat dikuasai pada modul Konstruksi Baja Kelompok Kompetensi B ini pembelajaran 4 yang dimaksud adalah menguasai ilmu ukur tanah yang terkait dengan perencanaan pembangunan konstruksi baja.

### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator Pencapaian Kompetensi pada pembelajaran ketiga adalah siswa dapat menerapkan teknik pengoperasian alat sipat datar (*leveling*) dan alat sipat ruang (*theodolit*).

### C. Uraian Materi

#### C.1 Metode Pengukuran Trigonometris

Pengukuran kerangka dasar vertikal metode trigonometris pada prinsipnya adalah perolehan beda tinggi melalui jarak langsung teropong terhadap beda tinggi dengan memperhitungkan tinggi alat, sudut vertikal (*zenith* atau *inklinasi*) serta tinggi garis bidik yang diwakili oleh benangtengah rambu ukur. Alat theodolite, target dan rambu ukur semua berada diatas titik ikat.

Prinsip awal penggunaan alat theodolite sama dengan alat sipat datar yaitu kita harus menyetel gelembung nivo terlebih dahulu baru kemudian membaca unsur-unsur pengukuran yang lain. Jarak langsung dapat diperoleh melalui bacaan optis benang atas dan benang bawah atau menggunakan alat pengukuran jarak elektronik yang sering dikenal dengan nama EDM (*Elektronik Distance Measurement*). Untuk menentukan beda tinggi dengan cara

trigonometris di perlukan alat pengukur sudut (Theodolit) untuk dapat mengukur sudut sudut tegak. Sudut tegak dibagi dalam dua macam, ialah sudut miring  $m$  dan sudut zenith  $z$ , sudut miring  $m$  diukur mulai dari keadaan mendatar, sedang sudut zenith  $z$  diukur mulai dari keadaan tegak lurus yang selalu ke arah zenith alam.

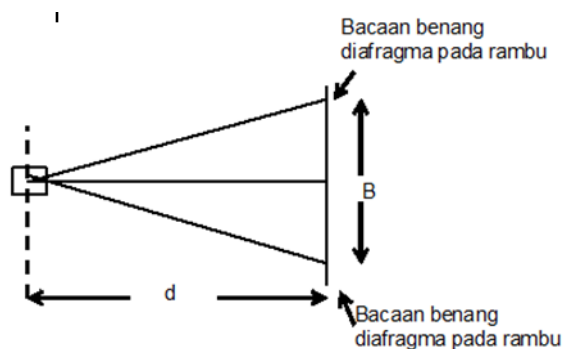
Dengan alat sifat datar (waterpass atau level) ataupun theodolit, jarak dapat ditentukan dengan cara optik seperti terlihat pada Gambar 4.1.

Dari gambar 4.1 diketahui:

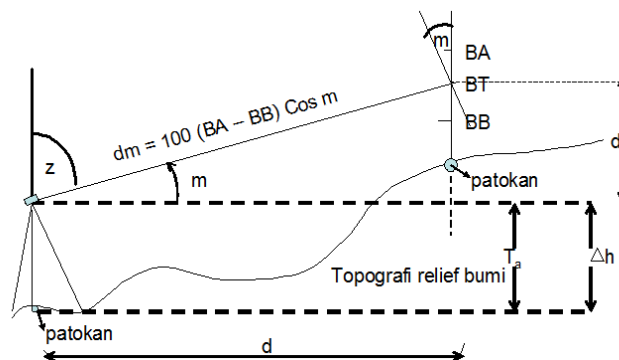
$$d = \text{jarak datar} = C \times B = C (BA - BB)$$

Biasanya  $C = 100$  (tergantung alat) dan  $B = BA - BB$ ;  $BA =$  benang atas dan  $BB =$  benang bawah.

Jika teropong theodolit dalam kondisi miring maka situasinya dapat digambarkan seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1. Prinsip jarak optik



Gambar 4.2. Pengukuran tachimetri

Jarak miring  $dm$  adalah  $dm = 100 (BA - BB) \cos m$

Jarak datar  $d$  menjadi  $d = 100 (BA - BB) \cos^2 m$

Jarak vertikal  $dv$  adalah  $dv = 100 (BA - BB) \sin m \cos m$

Beda tinggi kedua titik  $\Delta h$  adalah  $\Delta h = dv + T_a - BT$ ,

di mana  $T_a$  = tinggi alat, dan  $BT$  = benang tengah

Perlu diingat bahwa  $t$  = sudut zenith dan  $m$  = sudut miring dan  $z = 90 - m$ .

Jadi jika yang dibaca adalah sudut zenith  $z$  bukan sudut miring  $m$ , maka rumusnya dapat berubah menjadi:

$$dm = 100 (BA - BB) \sin z$$

$$d = 100 (BA - BB) \sin^2 z$$

$$dv = 100 (BA - BB) \cos z \sin z$$

$$\Delta h = 50 (BA - BB) \sin 2z + T_a - BT$$

## C.2 Pengukuran Kerangka Dasar Horizontal

Untuk mendapatkan hubungan mendatar titik-titik yang diukur di atas permukaan bumi maka perlu dilakukan pengukuran mendatar yang disebut dengan istilah pengukuran kerangka dasar Horizontal. Jadi untuk hubungan mendatar diperlukan data sudut mendatar yang diukur pada skafa lingkaran yang letaknya mendatar.

Bagian-bagian dari pengukuran kerangka dasar horizontal adalah:

- Metode Poligon
- Metode Triangulasi
- Metode Trilaterasi
- Metode Kuadrilateral
- Metode pengikatan ke muka
- Metode pengikatan ke belakang cara Collins dan Cassini



## Metode pengukuran poligon

Poligon digunakan apabila titik-titik yang akan di cari koordinatnya terletak memanjang sehingga terbentuk segi banyak (poligon). Pengukuran dan Pemetaan Poligon merupakan salah satu pengukuran dan pemetaan kerangka dasar horizontal yang bertujuan untuk memperoleh koordinat planimetris (X,Y) titik-titik pengukuran. Pengukuran poligon sendiri mengandung arti salah satu metode penentuan titik diantara beberapa metode penentuan titik yang lain. Untuk daerah yang relatif tidak terlalu luas, pengukuran cara poligon merupakan pilihan yang sering di gunakan, karena cara tersebut dapat dengan mudah menyesuaikan diri dengan keadaan daerah/lapangan.

Penentuan koordinat titik dengan cara poligon ini membutuhkan:

a. Koordinat awal

Bila diinginkan sistem koordinat terhadap suatu sistim tertentu, haruslah dipilih koordinat titik yang sudah diketahui misalnya: titik triangulasi atau titik-titik tertentu yang mempunyai hubungan dengan lokasi yang akan dipatokkan. Bila dipakai system koordinat lokal pilih salah satu titik, BM kemudian beri harga koordinat tertentu dan titik tersebut dipakai sebagai acuan untuk titik-titik lainnya.

b. Koordinat akhir

Koordinat titik ini di butuhkan untuk memenuhi syarat Geometri hitungan koordinat dan tentunya harus di pilih titik yang mempunyai sistem koordinat yang sama dengan koordinat awal.

c. Azimuth awal

Azimuth awal ini mutlak harus diketahui sehubungan dengan arah orientasi dari system koordinat yang dihasilkan dan pengadaan datanya dapat di tempuh dengan dua cara yaitu sebagai berikut :

- Hasil hitungan dari koordinat titik -titik yang telah diketahui dan akan dipakai sebagai titik acuan system koordinatnya.
- Hasil pengamatan astronomis (matahari). Pada salah satu titik poligon sehingga didapatkan azimuth ke matahari dari titik yang bersangkutan. Dan selanjutnya dihasilkan azimuth kesalah satu

poligon tersebut dengan ditambahkan ukuran sudut mendatar (azimuth matahari)

d. Data ukuran sudut dan jarak

Sudut mendatar pada setiap stasiun dan jarak antara dua titik kontrol perlu diukur di lapangan.

Data ukuran tersebut, harus bebas dari sistematis yang terdapat (ada alat ukur) sedangkan salah sistematis dari orang atau pengamat dan alam di usahakan sekecil mungkin bahkan kalau bisa di tiadakan. Berdasarkan bentuknya poligon dapat dibagi dalam dua bagian, yaitu :

a. Poligon berdasarkan visualnya:

- poligon tertutup

b. Poligon berdasarkan geometriknnya:

- poligon terikat sempurna
- poligon terikat sebagian
- poligon tidak terikat

Untuk mendapatkan nilai sudut-sudut dalam atau sudut-sudut luar serta jarak mendatar antara titik-titik poligon diperoleh atau diukur di lapangan menggunakan alat pengukur jarak yang mempunyai tingkat ketelitian tinggi. Poligon digunakan apabila titik-titik yang akan dicari koordinatnya terletak memanjang sehingga membentuk segi banyak (poligon).

Metode poligon merupakan bentuk yang paling baik di lakukan pada bangunan karena memperhitungkan bentuk kelengkungan bumi yang pada prinsipnya cukup di tinjau dari bentuk fisik di lapangan dan geometriknnya. Cara pengukuran polygon merupakan cara yang umum dilakukan untuk pengadaan kerangka dasar pemetaan pada daerah yang tidak terlalu luas sekitar (20 km x 20 km). Berbagai bentuk poligon mudah dibentuk untuk menyesuaikan dengan berbagai bentuk medan pemetaan dan keberadaan titik – titik rujukan maupun pemeriksa. Tingkat ketelitian sistem koordinat yang diinginkan dan keadaan medan lapangan pengukuran merupakan faktor-faktor yang menentukan dalam menyusun ketentuan poligon kerangka dasar.

Tingkat ketelitian umum dikaitkan dengan jenis dan atau tahapan pekerjaan yang sedang dilakukan. Sistem koordinat dikaitkan dengan keperluan pengukuran

pengikatan. Medan lapangan pengukuran menentukan bentuk konstruksi pilar atau patok sebagai penanda titik di lapangan dan juga berkaitan dengan jarak selang penempatan titik.

### C.3 Kesalahan-kesalahan pada Survei dan Pemetaan

Pengukuran merupakan proses yang mencakup tiga hal atau bagian yaitu benda ukur, alat ukur dan pengukur atau pengamat. karena ketidak sempurnaan masing-masing bagian ini ditambah dengan pengaruh lingkungan maka bisa dikatakan bahwa tidak ada satu pun pengukuran yang memberikan ketelitian yang absolut.

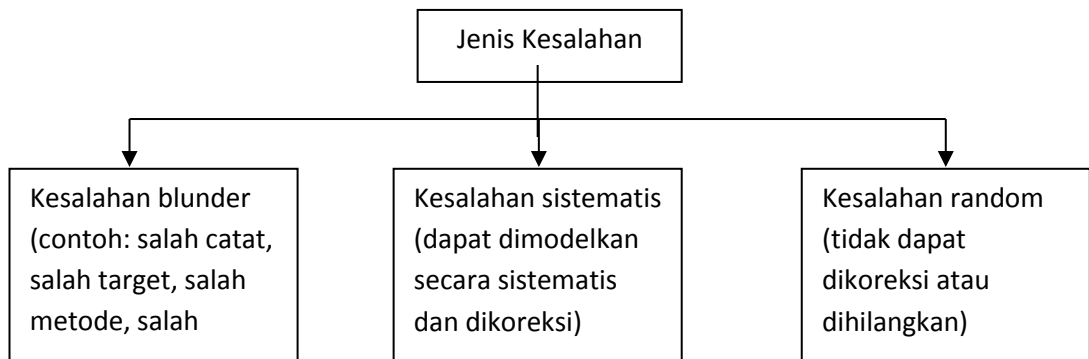
Ketelitian bersifat relatif yaitu kesamaan atau perbedaan antara harga hasil pengukuran dengan harga yang dianggap benar, karena yang absolut benar tidak diketahui. Setiap pengukuran, dengan kecermatan yang memadai, mempunyai ketidaktelitian yaitu adanya kesalahan yang berbeda-beda, tergantung pada kondisi alat ukur, benda ukur, metoda pengukuran dan kecakapan si pengukur.

Kesalahan dalam pengukuran–pengukuran yang dinyatakan dalam persyaratan bahwa:

- a. Pengukuran tidak selalu tepat,
- b. Setiap pengukuran mengandung galat,
- c. Harga sebenarnya dari suatu pengukuran tidak pernah diketahui,
- d. Kesalahan yang tepat selalu tidak diketahui

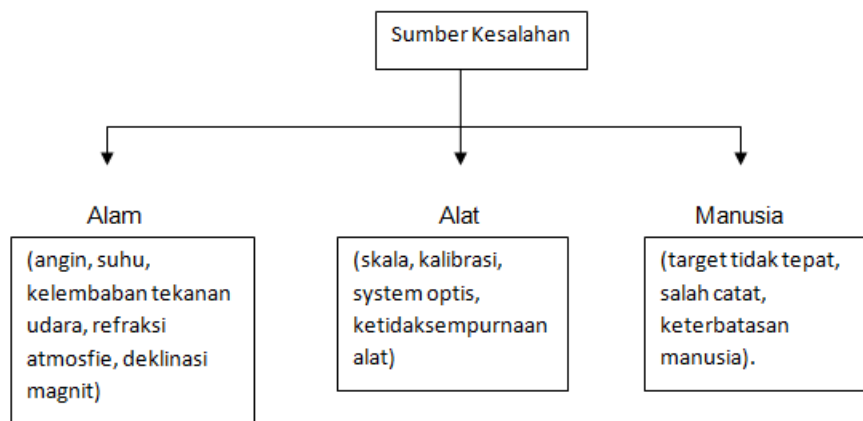
Adapun sumber–sumber kesalahan yang menjadi penyebab kesalahan pengukuran adalah seperti terlihat pada Gambar 4.3 sebagai berikut:

- a. Alam; perubahan angin, suhu, kelembaban udara, pembiasan cahaya, gaya berat dan deklinasi magnetik.
- b. Alat; ketidak sempurnaan konstruksi atau penyetelan instrumen.
- c. Pengukur; keterbatasan kemampuan pengukur dalam merasa, melihat dan meraba.



Gambar 4.3. Diagram Jenis kesalahan

Sedangkan sumber kesalahan juga ada 3 yaitu seperti yang ditunjukkan Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Sumber kesalahan

Kondisi alam walaupun pada dasarnya merupakan suatu fungsi yang berlanjut, akan tetapi mempunyai karakteristik yang dinamis. Hal inilah yang menyebabkan banyak aplikasi pada bidang pengukuran dan pemetaan. Pengukuran dan pemetaan banyak tergantung dari alam.

Pelaksanaan pekerjaan dan pengukuran jarak, sudut, dan koordinat titik pada foto udara juga diperlukan suatu instrumen pengukuran yang prosedurnya untuk mengupayakan kesalahan yang kecil. Dan jika diantara kesalahan itu terjadi maka pengukuran dan pengumpulan data harus di ulang.

Kesalahan terjadi karena salah mengerti permasalahan, kelalaian, atau pertimbangan yang buruk. Kesalahan dapat diketemukan dengan mengecek

secara sistematis seluruh pekerjaan dan dihilangkan dengan jalan mengulang sebagian atau bahkan seluruh pekerjaan.

Dalam melaksanakan ukuran datar akan selalu terdapat "Kesalahan". Kesalahan-kesalahan ini disebabkan baik karena kekhilapan maupun karena kita manusia memang tidak sempurna dalam menciptakan alat-alat.

Kesalahan pada pengukuran dengan Waterpass

1. Kesalahan Surveyor:

- a) Kekeliruan dalam membaca angka pada rambu dapat diatasi dengan membaca ketiga benang diafragma.
- b) Kekeliruan penulis dalam mencatat data ukur.
- c) Karena kesalahan pemegang rambu waktu menempatkan rambu di atas titik sasaran.

2. Kesalahan Alat:

- a) Karena garis bidik tidak sejajar dengan garis arah nivo. Hal ini dapat dihindarkan dengan menempatkan alat di tengah-tengah rambu belakang dan rambu muka ( $d_p = d_m$ ) atau usahakan jumlah jarak rambu belakang = jumlah jarak muka.
- b) Kesalahan karena Garis Nol Skala dan kemiringan Rambu. Misalnya letak garis nol skala pada rambu A dan B tidak betul, maka hasil pembacaan pada rambu A harus di koreksi  $K_a$  dan pada rambu B sebesar  $K_b$ . Misalnya dalam keadaan rambu tegak pembacaan akan menunjukkan angka  $a$ , sedangkan pembacaan pada waktu rambu miring sebesar  $\alpha$ . Dari penelitian pengaruh miringnya rambu tidak dapat dihilangkan sehingga agar mendapatkan hasil beda tinggi yang lebih baik haruslah di gunakan nivo rambu yang baik.

3. Kesalahan Akibat Alam:

- a. Akibat refraksi cahaya, Sinar cahaya yang datang dari rambu ke alat penyipat datar karena melaluilapisan-lapisan udara yang berbeda baik kepadatan, tekanan maupun suhunya maka sinar

yang datang bukanlah lurus melainkan melengkung. Misalkan pembacaan rambu karena melengkungnya sinar adalah  $b'$  dan  $m'$ . Pembacaan seharusnya yang mendatar adalah  $b$  dan  $m$ . Agar mendapatkan harga  $b$  dan  $m$  yang mendatar maka harus di beri koreksi sebesar  $bb'$  dan  $mm'$  sehingga beda tinggi :  $\Delta tab = b - a = (b' + b' b) - (m' + m' m) = (b' - m') + (b' b + m' m)$  Bila  $(b' b - mm') = 0$  atau  $b' b = m' m$ , maka  $tab = b' - m'$ .  $b' b$  akan sama dengan  $m' m$  bila jarak dari alat penyipat datar ke rambu belakang sama dengan jarak ke rambu muka ( $db = dm$ ) Dengan demikian pengaruh refraksasi dapat di hilangkan bila jarak belakang sama dengan jarak muka atau jumlah jarak belakang sama dengan jumlah jarak muka.

- b. Kesalahan akibat lengkungan Bumi, sesuai dengan prinsip dasar pengukuran beda tinggi, maka beda tinggi antara titik A dan B sama dengan jarak antara bidang nivo melalui titik A dan bidang nivo yang melalui b. Pengaruh kelengkungan bumi pada rambu belakang adalah  $bb''$  sedangkan pada rambu muka adalah  $mm''$ .
- c. Kesalahan akibat masuknya statip Sipat Datar terlalu dalam ke tanah, Alat penyipat datar selama pengukuran mungkin saja bergerak kesamping ataupun ke bawah, sehingga gelembung nivo pada alat penyipat datar tidak di tengah lagi, dengan demikian garis bidik tidak mendatar lagi. Meskipun demikian alat penyipat datar dapat saja bergerak ke dalam tanah tetapi gelembung nivo tetap di tengah. Masuknya statip penyipat datar kedalam tanah akan memberi pengaruh pada hasil pengukuran. Pengaruh masuknya statip penyipat datar ke dalam tanah dapat di hilangkan dengan cara pengukuran sebagai berikut:-
  - Baca rambu belakang, kemudian rambu muka,
  - Alat penyipat datar di pindah,
  - Baca rambu muka, kemudian rambu belakang.

- d. Kesalahan karena panasnya sinar matahari dan getaran udara, Alat penyipat datar apabila selalu kena sinar matahari maka akan menimbulkan perubahan pada gelembung nivo sehingga akan mengakibatkan kesalahan pada hasil pengukuran. Untuk menghindari hal tersebut pada waktu pengukuran alat penyipat datar harus di lindungi dengan payung. Pengaruh getaran udara ini dapat di hindari dengan melakukan pengukuran pada waktu lapisan udara tenang yaitu waktu pagi dan sore.

#### C.4 Ketelitian Leveling

Ketelitian levelling dari suatu waterpass ditentukan oleh suatu bilangan yang menyatakan kesalahan menengah untuk tiap kilometer waterpassing tunggal. Kesalahan menengah ini dapat dihitung dari:

- Selisih antara pengukuran pergi dan pulang per-seksi
- Selisih antara pengukuran pergi dan pulang per-trayek
- Kesalahan penutup wp-keliling

Kesalahan menengah dari hasil pengukuran yang di peroleh dari pukul rata pengukuran pergi dan pulang adalah:

$$m = \sqrt{\pi^2/2}$$

Untuk waterpassing teliti harga  $m$  hendaknya di bawah 1 mm, untuk waterpassing lainnya  $m$  terletak antara 1 dan 3 mm. Kesalahan menengah dari satu selisih antara 2 pengukuran tersebut adalah :

$$mS = \sqrt{2\pi^2}$$

Selisih antara waterpassing pergi dan pulang yang di perbolehkan adalah 3 m S (3 kali kesalahan menengah adalah batas-batas toleransi. Menurut ilmu hitung kemungkinan, selisih di atas 3 m S terjadi satu kali di antara 370 pengamatan. Karena kans ini begitu kecil, maka dalam praktek di anggap selisih lebih besar dari 3 m S tidak terjadi).

### C.4.1 Kesalahan Sistem Unit

Ada dua sistem yang biasa dipakai, yaitu sistem English dan sistem internasional. Tabel 4.1 sampai Tabel 4.3 menjabarkan konversi yang diperlukan untuk satuan panjang, luas, volume dan sudut. Konversi satuan lain juga dilengkapi di dalam tabel tersebut.

Tabel 4.1. Konversi satuan panjang, luas, volume dan sudut

<p><b>Panjang</b></p> <p>1 millimeter (mm) = 1000 mikrometer (<math>\mu\text{m}</math>)</p> <p>1 sentimeter (cm) = 10 mm</p> <p>1 meter (m) = 100 cm</p> <p>1 m = 39,37 inches</p> <p>1 m = 3,280833333 ft</p> <p>1 kilometer (km) = 1000 m</p> <p>1 km = 0,62137 miles</p> <p>1 in = 25,4 mm</p> <p>1 ft = 304,8 mm</p> <p>1 m = 3,280839895 ft</p> <p>1 mile = 5280 ft</p> <p>1 nautical mile = 6076,10 ft = 1852 m</p> <p>1 fathom = 6 ft</p> <p><b>Volume</b></p> <p>1 m<sup>3</sup> = 35,31 ft<sup>3</sup></p> <p>1 yd<sup>2</sup> = 27 ft<sup>3</sup> = 0,7646 m<sup>3</sup></p> <p>1 liter = 0,264 gal [U.S.]</p> <p>1 liter = 0,001<sup>3</sup></p>	<p><b>Luas</b></p> <p>1 m<sup>2</sup> = 10,76 ft<sup>2</sup></p> <p>1 km<sup>2</sup> = 247,1 acres</p> <p>1 hektar (ha) = 2,471 acres</p> <p>1 acre = 43,560 ft<sup>2</sup></p> <p>1 acre = 4.046,9 m<sup>2</sup></p> <p>1 ft<sup>2</sup> = 0,09290 m<sup>2</sup></p> <p>1 ft<sup>2</sup> = 144 in<sup>2</sup></p> <p>1 in<sup>2</sup> = 6,452 cm<sup>2</sup></p> <p>1 mile<sup>2</sup> = 640 acres</p> <p><b>Sudut</b></p> <p>1 revolusi = 360 degrees = <math>2\pi</math> radians</p> <p>1<sup>0</sup> (derajat) = 60' (menit)</p> <p>1' = 60 " (detik)</p> <p>1" = 0,017453292 radians</p> <p>1 radian = 57,29577951<sup>0</sup> = 57<sup>0</sup>17'44,806"</p> <p>1 radian = 206.264,8062"</p> <p>1 revolusi = 400 grads</p> <p>tan 1" = sin 1" = 0,000004848</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



1 gal [U.S.] = 3,785 litres 1 ft <sup>3</sup> = 7,481 gal [U.S] 1 gal [Imperial] = 4,546 liter = 1,201 gal [U.S.]	$\pi = 3,141592654$  <b>Konversi lain</b> 1 gram (g) = 0,035 oz 1 kilogram (kg) = 1000 g = 2,20 lb 1 ton = 2000 lb = 2 kips = 907 kg 1 m/dtk = 3,28 ft/dtk 1 km/jam = 0,911 ft/dtk = 0,621 mi/dtk
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabel 4.2. Frekuensi signal GPS

Code	Frequency (Mhz)
C/A	1.023
P	10.23
L1	1575.42
L2	1227.60

Tabel 4.3. Parameter ellipsoid

<u>Ellipsoid</u>	<u>Semimajor Axis (a)</u> (m)	<u>Semiminor Axis (b)</u> (m)	<u>Flattening (1/f)</u> (m)
Clarke, 1866	6,378,206.4	6,356,583.8	294,97870
GRS 80	6,378,137.000	6,356,752.314	298,257222101
WGS 84	6,378,137.000	6,356,752.314	298,257223563

### C.4.2 Angka signifikan

Angka-angka signifikan dalam satu pengamatan adalah angka-angka tentu ditambah dengan sebuah angka estimasi (tak tentu). Contoh, sebuah pengukuran dengan mistar menghasilkan angka 15,75 cm. Tiga angka pertama di hasil pengukuran tersebut adalah tentu dan angka terakhir adalah pembulatan atau tak tentu.

- Contoh 2 angka signifikan: 25; 2,5; 0,25; 0,0025; 0,0020
- Contoh 3 angka signifikan: 412; 41,2; 0,000412; 0,0410
- Contoh 4 angka signifikan: 6532; 65,32; 0,0006532; 65,00.

Penulisan yang lebih tepat adalah dengan perkalian 10 pangkat. Misalnya sebagai berikut:

- 2 angka signifikan:  $2,2 \times 10^3$
- 3 angka signifikan:  $2,50 \times 10^3$
- 4 angka signifikan:  $2,500 \times 10^4$

Penulisan juga harus konsisten setelah angka-angka diproses melalui perhitungan matematik, seperti:

$$\begin{array}{r} 45,5401 \\ 1,05 \\ \hline 263,0 \\ \hline 309,5901 \end{array} +$$

Tulis jawabannya 309,6

$$\begin{array}{r} 458 \\ \hline 2,1 \\ \hline 455,9 \end{array} -$$

Tulis jawabannya 456

### C.4.3 Pembulatan Angka

Prosedur pembulatan angka adalah sebagai berikut:

- a. Jika digit yang akan dibuang kecil dari 5, maka angka dituliskan tanpa digit tersebut. Contoh, 463,24 dibulatkan menjadi 463,2.
- b. Jika yang akan dibuang adalah 5, maka angka genap terdekat yang dituliskan sebelum angka 5 tersebut. Contoh, 463,25 dibulatkan menjadi 463,2 dan 463,35 dibulatkan menjadi 463,4.
- c. Jika digit yang akan dibuang besar dari 5, maka angka yang dituliskan dengan digit sebelum digit yang dibuat ditambah 1. Contoh, 463,766 dibulatkan menjadi 463,77.

Ingat bahwa pembulatan seharusnya dilakukan di akhir setelah komputasi berjalan. Misalnya dapat dilihat di bawah ini:

$$\begin{array}{r}
 46,7418 \\
 1,03 \\
 \hline
 375,0 \\
 422,7718 \\
 \text{Jawabannya: } 422,8
 \end{array}$$

↑  
benar

$$\begin{array}{r}
 46,7 \\
 1,0 \\
 \hline
 375,0 \\
 422,7 \\
 \text{Jawabannya: } 422,7
 \end{array}$$

↑  
salah

#### C.4.4 Kesalahan Versus Koreksi

Kesalahan  $e$  dapat disebut sebagai minus dari koreksi  $v$ . Koreksi sering juga disebut residu. Secara matematik hubungan antara kesalahan dan koreksi adalah sebagai berikut:

$$e = x - \hat{x}$$

$$v = \hat{x} - x$$

$$v = -e$$

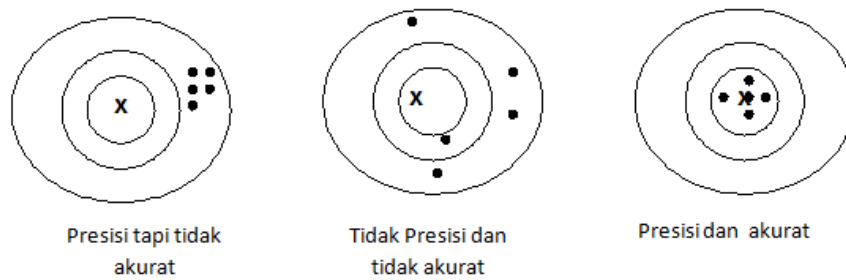
di mana  $x$  = nilai pengamatan dari suatu besaran ukuran dan  $\hat{x}$  = nilai yang dianggap benar dari besaran ukuran tersebut.

Perlu dicatat bahwa nilai sebenarnya dari suatu pengamatan biasanya tidak dapat diketahui dengan pasti. Oleh karenanya  $\hat{x}$  dalam persamaan di atas disebut sebagai nilai yang dianggap benar atau nilai yang paling mungkin.

#### C.4.5 Presisi Versus Akurasi

Presisi menunjukkan ketelitian dari tingkat kedekatan atau konsistensi dari satu ukuran dengan ukuran lainnya. Dengan kata lain bila diskrepansi kecil (perbedaan antara satu ukuran dengan ukuran lainnya) maka hasil ukuran memiliki presisi tinggi.

Akurasi menunjukkan ketelitian dari kedekatan dari besaran ukuran terhadap nilai sebenarnya atau yang dianggap benar. Perbedaan antara presisi dan akurasi dilukiskan pada Gambar 4.5 yang menggambarkan 3 hasil tembakan



Gambar 4.5 . Ilustrasi perbedaan presisi dan akurasi

### C.4.6 Nilai yang Paling Mungkin

Untuk kasus dimana sebuah besaran pengamatan diukur berulang-ulang secara independen, nilai yang paling mungkin  $\bar{x}$  adalah rata-rata aritmatik dari sejumlah ukuran  $x_i$

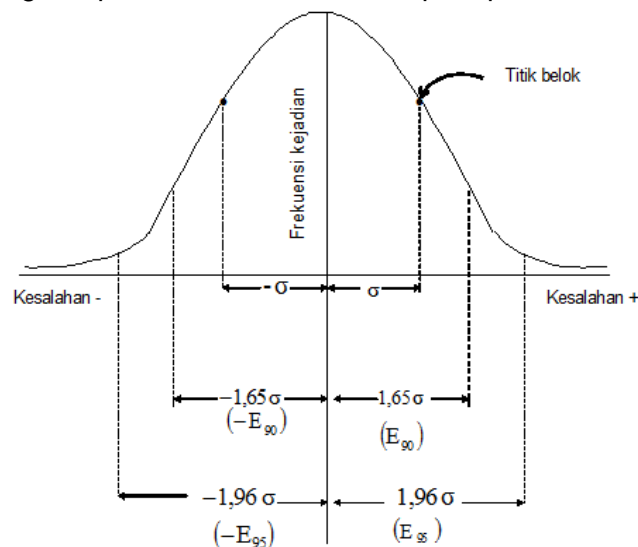
$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

di mana  $n$  = jumlah pengamatan.

Untuk kasus yang lebih kompleks di mana suatu besaran ditentukan oleh besaran-besaran lain, maka biasanya metode *Least-Squares* dipakai untuk menentukan nilai yang paling mungkin.

### C.4.7 Hukum Probabilitas Kesalahan

Jika kesalahan blunder dan kesalahan sistematis telah dapat dihilangkan, maka kesalahan random yang diperoleh dari pengamatan berulang-ulang dapat diasumsikan mengikuti pola distribusi normal, seperti pada Gambar 4.6



Gambar 4.6. Kurva distribusi normal kesalahan

Tiga hukum umum probabilitas kesalahan sesuai dengan Gambar 4.6 adalah:

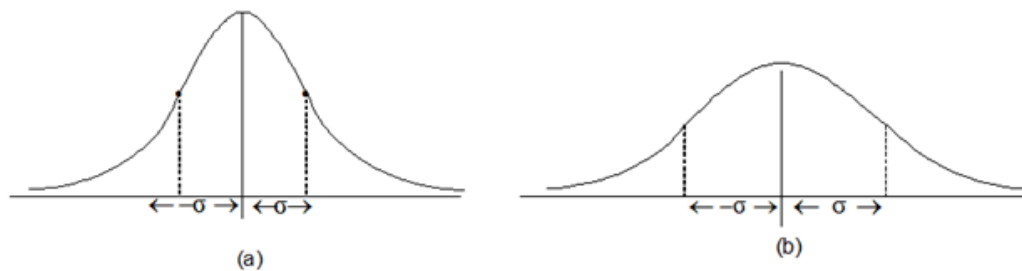
- a) Kesalahan kecil lebih sering terjadi dari kesalahan besar.
- b) Kesalahan yang sangat besar sangat jarang terjadi, dan bisa jadi adalah blunder.
- c) Kesalahan negatif dan positif pada nilai yang sama memiliki frekuensi yang sama. Dengan kata lain kejadiannya sama mungkinnya, atau disebut juga simetris.

#### C.4.8 Ukuran Presisi

Untuk mengekspresikan tingkat presisi dari satu kumpulan pengukuran, deviasi standar  $\sigma$  dan varian  $\sigma^2$  digunakan:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}}$$

Gambar 4.7 menunjukkan perbedaan antara pengukuran presisi tinggi dibanding dengan presisi rendah untuk satu besaran ukuran tertentu.



Gambar 4.7. Kurva distribusi normal presisi tinggi (a) dan presisi rendah (b)

Standar deviasi  $\sigma$  membuat limit di mana pengamatan akan terjadi dengan probabilitas kesalahan ingin dinyatakan dengan probabilitasnya secara matematik, maka Persamaan berikut ini dapat digunakan.

$$E_p = C_p \sigma$$

di mana  $E_p$  kesalahan dengan probabilitas P (persen) dan  $C_p =$  konstanta probabilitas P. Sesuai dengan karakteristik  $\sigma$  pada distribusi normal, hubungan berikut di bawah dapat ditentukan:

$$E_{50} = 0,6745\sigma$$

$$E_{68,3} = 1\sigma$$

$$E_{90} = 1,6449\sigma$$

$$E_{95} = 1,9599\sigma$$

$$E_{100} \approx 3\sigma$$

Perlu dicatat bahwa baris terbawah pada diatas, biasanya menunjukkan toleransi maksimum dari suatu ukuran. Walaupun secara teoritis kesalahan sebesar apapun dapat terjadi, namun kesalahan lebih besar dari  $3\sigma$  biasanya dieleminasi ataupun diulang.

### C.4.9 Propagasi Kesalahan

Besaran yang dihitung dari besaran-besaran lain yang mengandung kesalahan tentu akan pula mengandung kesalahan. Teknik perhitungan kesalahan dari besaran yang dihitung tersebut merupakan teknik propagasi kesalahan. Jika sebuah besaran  $Y$  dihitung dari besaran pengamatan  $a, b, c \dots n$ , yang masing-masing independent dengan fungsi

$$Y = f(a, b, c, \dots, n)$$

maka kesalahan pada besaran hitungan  $Y$  adalah

$$E_y = \pm \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial a} E_a\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial b} E_b\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial c} E_c\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial n} E_n\right)^2}$$

di mana  $E_a$  = kesalahan pengamatan  $a$ ,  $E_n$  = kesalahan pengamatan  $n$ .

Jika formula guna menghitung  $Y$  adalah penjumlahan  $a, b$  dan  $c$

$$Y = a + b + c$$

maka kesalahan pada besaran  $Y$  adalah

$$E_y = \pm \sqrt{E_a^2 + E_b^2 + E_c^2}$$

Perlu dicatat bahwa  $a, b$  dan  $c$  adalah pengamatan yang independen. Jika kesalahan besaran pengamatan sama, maka kesalahan dari besaran hitungannya disebut kesalahan berderet. Kesalahan berderet adalah

$$E_{\text{deret}} = \pm \sqrt{E^2 + E^2 + E^2 + \dots} = \pm E\sqrt{n}$$

di mana  $n$  adalah jumlah pengamatan.

Propagasi kesalahan untuk perkalian dari dua pengamatan dihitung dengan cara yang berbeda. Jika besaran  $A$  dan  $B$  mempunyai kesalahan  $E_a$  dan  $E_b$ , maka perkalian  $Y = AB$  memiliki kesalahan

$$E_y = \pm \sqrt{A^2 E_b^2 + B^2 E_a^2}$$

Harga rata-rata juga punya kesalahan. Besar kesalahan harga rata-rata  $E_{\bar{x}}$  adalah:

$$E_{\bar{x}} = \frac{E_{\text{deret}}}{n} = \frac{E\sqrt{n}}{n} = \frac{E}{\sqrt{n}}$$

Deviasi standar harga rata-rata dengan demikian adalah:

$$\sigma_{\bar{x}} = (E_{68})_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n(n-1)}}$$

Untuk kesalahan harga rata-rata dengan persentase berbeda juga berlaku formula yang sama

$$(E_{90})_{\bar{x}} = \frac{E_{90}}{\sqrt{n}} = \pm 1,6449 \sqrt{\frac{\sum v^2}{n(n-1)}}$$

$$(E_{95})_{\bar{x}} = \frac{E_{95}}{\sqrt{n}} = \pm 1,9599 \sqrt{\frac{\sum v^2}{n(n-1)}}$$

#### C.4.10 Berat Pengamatan

Berat (atau bobot) pengamatan  $W_a$  berbanding terbalik terhadap tingkat presisi  $\sigma_a^2$  atau

$$W_a \propto \frac{1}{\sigma_a^2}$$

Jadi semakin presisi (nilai variannya  $\sigma^2$  kecil) pengukuran maka semakin berat pengukuran (nilai  $W$  nya besar). Nilai rata-rata dari besaran yang memiliki berat yang berbeda dapat dihitung dengan

$$\bar{x}_w = \frac{\sum W_x}{W}$$



### C.5 Pengecekan Ketegakan Tower Crane Menggunakan *Theodolite*

*Surveyor* melakukan pengukuran dilapangan untuk menentukan titik-titik pemancangan sesuai dengan gambar, Kemudian menggunakan alat Theodolit untuk mengecek ketegakan pemancangan. Pengecekan ketegakan dapat juga dilakukan secara manual dengan menggunakan Lot bandul besi yang di gantung dari atas sisi tiang pancang. Tiang Pancang diangkat tegak lurus, kemudian posisi ujung *drive Hammer* dinaikkan dan topi paal dimasukkan pada kepala tiang pancang. Ketegakan Posisi tiang pancang di kontrol dengan menggunakan 2 (dua) buah Theodolit yang dipasang dari dua arah dan melakukan kontrol setiap 2 meter pemancangan. Pemancangan dilakukan sampai pada kedalaman yang ditentukan. Tiang Pancang yang tersisa diatas elevasi rencana dikelupas ujung betonnya, sehingga tersisa tulangan yang berfungsi sebagai stik besi untuk dihubungkan dengan Pile Cap pada bangunan gedung atau abudmen untuk Jembatan. Kesalahan yang terjadi pada saat pemancangan dikarenakan ketidakakuratan mutu beton tiang pancang, ketidak tegakan tiang pancang dan juga pada saat pengangkatan tidak pada titik angkatnya sehingga tiang bisa patah.

### D. Aktivitas Pembelajaran

Kegiatan belajar mengajar agar penguasaan materi baja yang diampu dapat tercapai dengan:

- Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode dan teknik agar siswa dapat menerima dan menguasai teori/materi yang diberikan
- Melakukan proses pembelajaran dengan memastikan tingkat pemahaman siswa terhadap materi telah seragam dan melakukan aktivitas pembelajaran berdasarkan tingkat pemahaman tersebut.
- Pemahaman yang dimaksud adalah siswa menguasai ilmu ukur tanah yang terkait dengan perencanaan pembangunan konstruksi baja serta siswa mampu menerapkan teknik pengoperasian alat sipat datar (leveling) dan alat sipat ruang (theodolit)
- Memberikan contoh penggunaan leveling dan theodolit pada pekerjaan tiang tower dimana saat pemasangan harus dicek ketegakan minimal dari dua sisi arah yang berbeda dan angka kesalahan yang diizinkan 0,5 mm.

- Melakukan penilaian secara rutin pada siswa dalam menyelesaikan tugas yang diberikan

#### E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Apa saja yang dibutuhkan dalam penentuan koordinat titik pada pengukuran dengan cara poligon.
2. Sebutkan kesalahan-kesalahan dalam pengukuran dan sumber-sumber kesalahannya.

#### F. Rangkuman

- Pengecekan Ketegakan *Tower Crane* Menggunakan Theodolite  
Surveyor melakukan pengukuran dilapangan untuk menentukan titik-titik pemancangan sesuai dengan gambar, Kemudian menggunakan alat Theodolit untuk mengecek ketegakan pemancangan.
- Pengecekan ketegakan dapat juga dilakukan secara manual dengan menggunakan Lot bandul besi yang di gantung dari atas sisi tiang pancang. Tiang Pancang diangkat tegak lurus, kemudian posisi ujung drive Hamer dinaikkan dan topi paal dimasukkan pada kepala tiang pancang.
- Ketegakan Posisi tiang pancang di kontrol dengan menggunakan 2 (dua) buah Theodolit yang dipasang dari dua arah dan melakukan kontrol setiap 2 meter pemancangan. Pemancangan dilakukan sampai pada kedalaman yang ditentukan. Tiang Pancang yang tersisa diatas elevasi rencana dikelupas ujung betonnya, sehingga tersisa tulangan yang berfungsi sebagai stik besi untuk dihubungkan dengan *Pile Cap* pada bangunan gedung atau abudmen untuk Jembatan. Kesalahan yang terjadi pada saat pemancangan dikarenakan ketidak akuratan mutu beton tiang pancang, ketidak tegakan tiang pancang dan juga pada saat pengangkatan tidak pada titik angkatnya sehingga tiang bisa patah.

## G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Waktu proses pembelajaran berlangsung, guru hendaknya mengamati kegiatan siswa. Pada saat ini umpan balik dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Ketika siswa mengajukan pertanyaan, biasakan janganlah langsung dijawab oleh guru, beri kesempatan siswa lainya untuk memberikan jawaban atau untuk didiskusikan dengan teman temannya. Komentar datang dari berbagai pihak sehingga terjadi pembicaraan antara guru dengan siswa, dan siswa dengan siswa. Dengan diskusi semacam ini, siswa yang bertanya akan mengetahui bagaimana cara pemecahannya.
2. Pada waktu diskusi berlangsung, guru hendaknya melibatkan diri agar dapat mengetahui proses berpikir siswa dalam memahami suatu konsep.
3. Dari pajangan ( hasil karya siswa yang dipajang ), guru dapat melihat kekurangan dan kelemahan siswa. Kemudian guru memberikan komentar dan petunjuk untuk memperbaikinya. Mungkin juga komentar datang dari temannya.

### Pada Pekerjaan Siswa

Pekerjaan siswa yang terdapat pada buku latihan atau pekerjaan yang telah dipajangkan merupakan hasil usaha siswa berdasarkan kemampuannya masing-masing. Mereka ingin mengetahui seberapa jauh pekerjaannya dinilai oleh guru atau temannya. Dalam hal ini, guru hendaknya memberikan pujian kepada siswa yang hasil pekerjaannya benar/baik. Jika hasil pekerjaan siswa salah, janganlah sekali- kali mengatakan: "Ini salah!" Sebab, hal ini akan mengurangi semangat siswa untuk belajar. Tetapi katakanlah kepada para siswa : "Baik, coba beri tahu Bapak/Ibu bagaimana kamu mengerjakan/ menyelesaikan masalah ini!" Selain tidak mengurangi semangat belajar siswa, kata-kata tersebut dapat melatih siswa untuk bertanggung- jawabkan hasil perbuatannya. Siswa dituntut untuk mengemukakan alasan mengapa ia berbuat demikian.

Terhadap siswa yang melakukan kesalahan/ mendapat kesulitan, guru hendaknya membantu bagaimana memecahkan masalah yang dihadapi.

Petunjuk ataupun saran dapat diberikan dalam bentuk lisan atau tulisan dan siswa merasakan bahwa pekerjaannya mendapat perhatian dari gurunya.

Terhadap hasil pekerjaan siswa, guru harus memberikan tanggapan bagaimana pendapatnya mengenai hasil tersebut dan saran atau komentar apa yang perlu disampaikan.

Dengan demikian, siswa akan terdorong untuk berusaha membuat yang lebih baik lagi. Usaha yang lebih baik lagi ialah hasil pekerjaan siswa yang dipajang digunakan sebagai alat bantu/ sumber pembelajaran. Siswa merasa bangga karena pekerjaannya dihargai dan ia akan berusaha lebih giat lagi untuk meningkatkan pekerjaannya.

Hasil Tes sebagai Umpan Balik Siswa, Guru, dan Orang Tua.

## Kegiatan Pembelajaran 5

Pembelajaran kelima ini mengenai penguasaan ilmu pengetahuan teknologi dasar konstruksi baja.

### A. Tujuan Pembelajaran

Keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang ditempu. Agar hal tersebut dapat dikuasai pada modul Konstruksi Baja *Kelompok Kompetensi B* ini, pembelajaran yang dimaksud adalah memahami beberapa teknologi dasar konstruksi baja.

### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator Pencapaian Kompetensi pada pembelajaran kelima adalah dapat memahami dan menerapkan ilmu pengetahuan dasar tentang konstruksi baja.

### C. Uraian Materi

#### C.1 Memahami Bentuk-bentuk Baja dalam Struktur Konstruksi Baja

Baja dalam teknik konstruksi bangunan gedung terdapat dalam bermacam-macam bentuk sebagai berikut :

##### 1. Baja Pelat

Yaitu baja berupa pelat baik pelat lembaran maupun pelat strip dengan tebal antara 3 mm s.d 60 mm. Baja Pelat Lembaran terdapat dengan lebar antara 150 mm s.d 4300 mm dengan panjang 3 s.d 6 meter. Sedangkan Baja Pelat Strip biasanya dengan lebar £ 600 mm dengan panjang 3 s.d 6 meter. Permukaan baja pelat ada yang polos dan ada yang bermotif dalam berbagai bentuk motif. Namun untuk keperluan konstruksi pada umumnya digunakan baja pelat yang polos rata dengan lebar dapat dipotong sendiri sesuai dengan kebutuhan.

##### 2. Baja Profil

Yaitu baja berupa batangan (lonjoran) dengan penampang berprofil dengan bentuk tertentu dengan panjang pada umumnya 6 meter ( namun dapat dipesan di pabrik dengan panjang sampai 15 meter.

Adapun bentuk-bentuk profil penampang baja dapat dilihat/dipelajari dalam buku Daftar-Daftar Untuk Konstruksi Baja ( daftar baja lama ) dan Tabel Profil Konstruksi Baja ( daftar baja yang baru ).

Dalam daftar baja lama terdapat profil INP, Kanal, DIN, DiE, DiR, DiL,  $\frac{1}{2}$  INP,  $\frac{1}{2}$ DIN, Profil T, Profil L ( baja siku sama kaki dan tidak sama kaki ), batang profil segi empat sama sisi, dan batang profil bulat, juga daftar paku keling, baut, dan las.

Sedangkan daftar baja yang baru profil INP, DIN, DiE, DiR, DiL,  $\frac{1}{2}$ INP,  $\frac{1}{2}$  DIN, batang profil segi empat sama sisi, batang profil bulat, daftar paku keling, baut, dan las tidak ada, yang ada adalah : profil WF, Light Beam and Joists, H Bearing Piles, Structural Tees, Profil Kanal, Profil Siku ( sama kaki dan tidak sama kaki ), Daftar Faktor Tekuk (w), Light Lip Channels, Light Channel, Hollow Structural Tubings ( profil tabung segi empat ), Circular Hollow Sections ( profil tabung bulat ), serta tabel-tabel pelengkap lainnya.

Kedua daftar baja tersebut di atas masih tetap digunakan kedua-duanya karena saling melengkapi satu sama lain.

Untuk memahami profil-profil baja secara lebih mendetail maka pelajarilah secara teliti kedua daftar baja tersebut di atas dari beberapa buku referensi.

### 3. Baja Beton

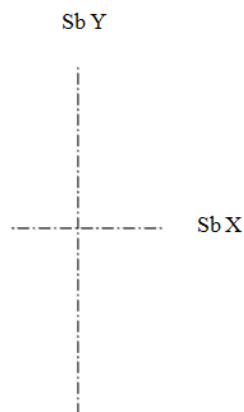
Yaitu baja yang digunakan untuk penulangan / pembedaan beton ( untuk konstruksi beton ). Pada umumnya berbentuk batangan / lonjoran dengan berbagai macam ukuran diameter, panjang 12 meter. Terdapat baja tulangan berpenampang bulat polos, juga baja tulangan yang diprofilkan.

## C.2 Cara Menggambar Profil Baja

Sebagai contoh berikut ini disajikan cara menggambar profil Baja Kanal 140x60.

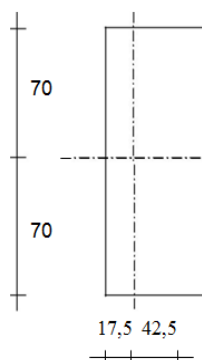
Langkah menggambar sebagai berikut :

1. Lukis dengan pensil garis sistim profil baja ( sumbu X dan sumbu Y ) saling tegak lurus satu sama lain seperti Gambar 5.1 berikut.



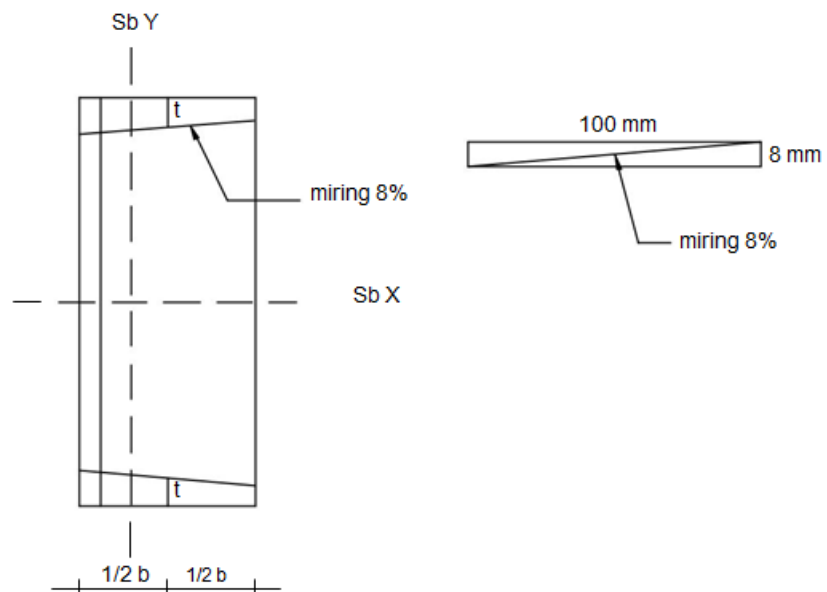
Gambar 5.1 Lukis bidang sumbu X-Y

2. Ukur dan lukis dengan pensil garis tinggi profil ( h ) dan lebar flens ( b ) dengan berpedoman Daftar Baja seperti pada Gambar 5.2 berikut



Gambar 5.2 Garis tinggi dan lebar

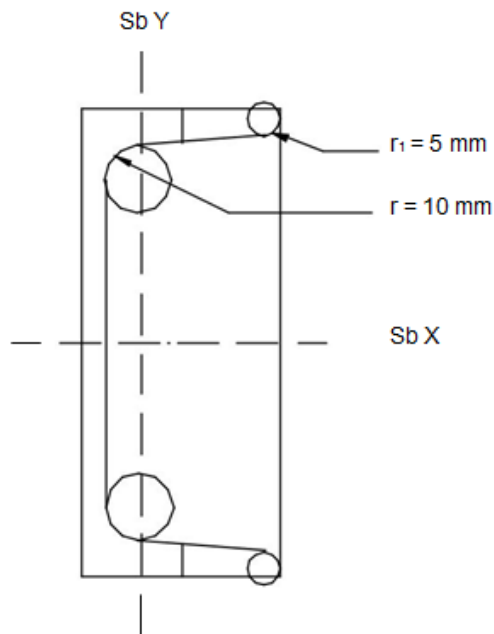
3. Ukur dan lukis dengan pensil garis tebal badan ( d ) dan tebal flens ( t ), tebal t diukur pada titik tengah lebar flens ( pada jarak  $\frac{1}{2}b$  ) kemudian lukis garis tebal flens miring 8% melalui titik ujung garis tebal t dan lukis garis ujung flens seperti terlihat pada Gambar 5.3



Gambar 5.3 Garis tebal badan dan flens

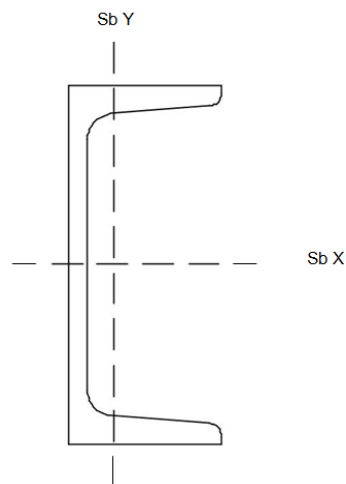
4. Lukis garis lengkung pada pertemuan sudut garis badan dan garis flens bagian dalam dengan bantuan mal lingkaran ( $r = 10 \text{ mm}$  atau  $20 \text{ mm}$ ), juga garis lengkung pada sudut flens bagian dalam dengan  $r_1 = 5 \text{ mm}$  atau  $\sim 10 \text{ mm}$  seperti pada Gambar 5.4 berikut.





Gambar 5.4 Garis lengkung sudut

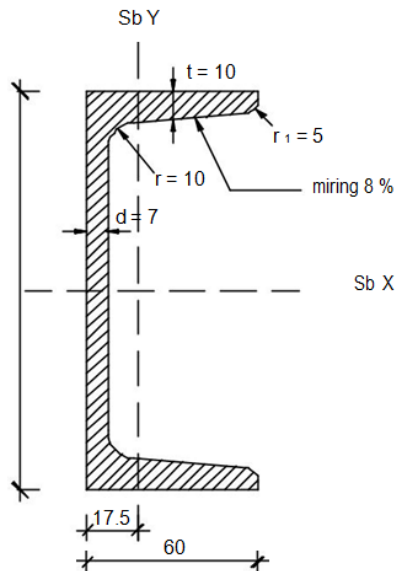
5. Lukis garis bentuk profil dengan rapido 0,3 mm dan garis sumbu dengan rapido 0,2 mm, kemudian hapus semua garis pensil seperti pada Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.5 Garis profil dan garis sumbu

6. Lukis garis arsiran penampang profil dengan rapido 0,2 mm miring  $45^{\circ}$  dengan jarak antar garis arsir stabil 1 mm. Kemudian beri

keterangan nama dan nomor profil, serta notasi ukuran lengkap seperti Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5.6 Profil kanal 140x60

### C.3 Pemberian Notasi Profil baja

Nama baja profil ditulis dengan kode profil diikuti dengan ukuran pokoknya. Berikut ini contoh-contoh penulisan nama baja profil menurut nomor profil yang bersangkutan :

1. Baja WF 250x125x6x9

Yaitu baja profil WF ( Wide Flange = sayap lebar ) dengan ukuran tinggi profil 250 mm, lebar sayap 125 mm, tebal badan 6 mm, dan tebal sayap 9 mm.

2. Baja KANAL 140x60x7x10

Yaitu baja profil kanal dengan ukuran tinggi profil 140 mm, lebar sayap (flens) 60 mm, tebal badan 7 mm, dan tebal sayap 10 mm. Kanal = Saluran = Parit

3. Baja L 60.60.6

Yaitu baja profil siku sama kaki dengan ukuran lebar kaki 60 mm dan tebal baja 6 mm.

4. Baja L 65.100.7

Yaitu baja profil siku tidak sama kaki dengan ukuran lebar kaki 65 mm dan 100 mm, tebal baja 7 mm.

5. Baja LIP C 125x50x20x3,2

Yaitu baja profil Lip Channel dengan ukuran tinggi profil 125 mm, lebar sayap 50 mm, panjang bungkukan sayap 20 mm, tebal baja 3,2 mm.

6. Baja LIGHT C 100x50x50x3,2

Yaitu baja profil Lidht Channel dengan tinggi profil 100 mm, lebar sayap 50 mm, tebal baja 3,2 mm. Baja ini hampir sama dengan Lip Channel tetapi tanpa ada bungkukan sayap.

7. Baja Tabung Segi Empat 100x100x3,2

Yaitu baja profil tabung segi empat dengan ukuran sisi luar 100 x 100 mm, tebal baja 3,2 mm.

8. Baja Tabung Bundar ~ 114,3x4,5

Yaitu baja profil tabung bundar ( pipa ) dengan ukuran diameter luar 114,3 mm dan tebal baja 4,5 mm.

#### D. Aktivitas Pembelajaran

Kegiatan belajar mengajar agar penguasaan materi baja yang diampu dapat tercapai dengan:

- Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode dan teknik agar siswa dapat menerima dan menguasai teori/materi yang diberikan
- Melakukan proses pembelajaran dengan memastikan tingkat pemahaman siswa terhadap materi telah seragam dan melakukan aktivitas pembelajaran berdasarkan tingkat pemahaman tersebut.
- Pemahaman yang dimaksud adalah siswa mampu merencanakan dan menerapkan pengetahuan dasar teknologikonstruksi baja dalam merencanakan struktur gedung baja nantinya. .

- Melakukan latihan menggambar potongan melintang berbagai jenis profil baja sesuai ketentuan yang ada
- Melakukan penilaian secara rutin pada siswa dalam menyelesaikan tugas yang diberikan

#### E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Sebutkan bentuk-bentuk baja dalam konstruksi baja?
2. Sebutkan apa maksudnya profil baja . Baja L 65.100.7?

#### F. Rangkuman

- Bentuk dari material baja bermacam-macam ada yang berbentuk profil, pelat, dan baja untuk penulangan beton yang pada umumnya berpenampang bulat dengan diaeter tertentu.
- Dalam penggambaran profil baja harus mengikuti ketentuan yang berlaku sehingga jelas informasi mengenai dimensi panjang, lebar, tebal dan letak dari sumbu-sumbu penampangnya. Hal ini dimaksudkan supaya pada saat pelaksanaan konstruksi di lapangan tidak menimbulkan keraguan yang dapat merugikan.

#### G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Waktu proses pembelajaran berlangsung, guru hendaknya mengamati kegiatan siswa. Pada saat ini umpan balik dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Ketika siswa mengajukan pertanyaan, biasakan janganlah langsung dijawab oleh guru, beri kesempatan siswa lainnya untuk memberikan jawaban atau untuk didiskusikan dengan teman temannya. Komentar datang dari berbagai pihak sehingga terjadi pembicaraan antara guru dengan siswa, dan siswa dengan siswa. Dengan diskusi semacam ini, siswa yang bertanya akan mengetahui bagaimana cara pemecahannya.
2. Pada waktu diskusi berlangsung, guru hendaknya melibatkan diri agar dapat mengetahui proses berpikir siswa dalam memahami suatu konsep.

3. Dari pajangan ( hasil karya siswa yang dipajang ), guru dapat melihat kekurangan dan kelemahan siswa. Kemudian guru memberikan komentar dan petunjuk untuk memperbaikinya. Mungkin juga komentar datang dari temannya.

### Pada Pekerjaan Siswa

Pekerjaan siswa yang terdapat pada buku latihan atau pekerjaan yang telah dipajang merupakan hasil usaha siswa berdasarkan kemampuannya masing-masing. Mereka ingin mengetahui seberapa jauh pekerjaannya dinilai oleh guru atau temannya. Dalam hal ini, guru hendaknya memberikan pujian kepada siswa yang hasil pekerjaannya benar/baik. Jika hasil pekerjaan siswa salah, janganlah sekali-kali mengatakan: "Ini salah!" Sebab, hal ini akan mengurangi semangat siswa untuk belajar. Tetapi katakanlah kepada para siswa : "Baik, coba beri tahu Bapak/Ibu bagaimana kamu mengerjakan/ menyelesaikan masalah ini!" Selain tidak mengurangi semangat belajar siswa, kata-kata tersebut dapat melatih siswa untuk mempertanggung- jawabkan hasil perbuatannya. Siswa dituntut untuk mengemukakan alasan mengapa ia berbuat demikian.

Terhadap siswa yang melakukan kesalahan/ mendapat kesulitan, guru hendaknya membantu bagaimana memecahkan masalah yang dihadapi. Petunjuk ataupun saran dapat diberikan dalam bentuk lisan atau tulisan dan siswa merasakan bahwa pekerjaannya mendapat perhatian dari gurunya.

Terhadap hasil pekerjaan siswa, guru harus memberikan tanggapan bagaimana pendapatnya mengenai hasil tersebut dan saran atau komentar apa yang perlu disampaikan.

Dengan demikian, siswa akan terdorong untuk berusaha membuat yang lebih baik lagi. Usaha yang lebih baik lagi ialah hasil pekerjaan siswa yang dipajang digunakan sebagai alat bantu/ sumber pembelajaran. Siswa merasa bangga karena pekerjaannya dihargai dan ia akan berusaha lebih giat lagi untuk meningkatkan pekerjaannya. Hasil Tes sebagai Umpan Balik Siswa, Guru, dan Orang Tua.

## **Kegiatan Pembelajaran 6**

Pembelajaran keenam ini tentang analisa kebutuhan peralatan dan bahan dalam pekerjaan konstruksi baja

### **A. Tujuan Pembelajaran**

Tujuan dari pembelajaran 6 ini adalah menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Agar hal tersebut dapat dikuasai pada modul Konstruksi Baja Kelompok Kompetensi B ini pembelajaran 6 yang dimaksud adalah memahami apa saja peralatan atau bahan yang dibutuhkan pada pekerjaan konstruksi baja.

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

Indikator Pencapaian Kompetensi pada pembelajaran keenam adalah mampu menguraikandan menganalisis kebutuhan peralatan dan bahan yang dibutuhkan dalam pekerjaan konstruksi baja.

### **C. Uraian Materi**

#### **C.1 Pihak-pihak yang Terlibat Dalam Proyek Konstruksi Baja**

Sebelum membahas tentang alat dan bahan pada proyek konstruksi ada baiknya dikenalkan terlebih dahulu gambaran tentang organisasi sebuah proyek konstruksi. Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses tersebut tentunya melibatkan pihak-pihak terkait baik secara langsung maupun tidak langsung. Pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi antara lain:

1. Pemilik proyek (bouwheer/owner)
2. Konsultan perencanaan (consultant/designer)
3. Konsultan pengawasan (direksi/supervisor)

#### 4. Pelaksana (contractor)

Seluruh pihak yang terdapat didalam struktur organisasi tersebut memiliki fungsi dan tanggung jawab masing – masing yang berbeda, tetapi dalam pelaksanaannya saling terkait satu sama lain sehingga didalam pelaksanaan pekerjaannya akan memperoleh hasil yang baik.

##### a. Pemilik proyek (bouwheer/owner)

Pemilik proyek disebut juga pemberi tugas adalah seseorang atau instansi baik pemerintah maupun swasta yang memiliki proyek atau pekerjaan dan memberikannya kepada pihak lain yang mampu melaksanakannya sesuai dengan perjanjian kontrak kerja.

Untuk merealisasikan proyek, pemilik proyek mempunyai kewajiban pokok yaitu menyediakan dana untuk membiayai proyek. Berikut penjelasan mengenai tugas dan wewenang owner dalam pelaksanaan proyek konstruksi bangunan.

Tugas pemilik proyek atau owner :

- menyediakan biaya perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan proyek.
- Mengadakan kegiatan administrasi proyek.
- Memberikan tugas kepada kontraktor atau melaksanakan pekerjaan proyek.
- Meminta pertanggung jawaban kepada konsultan pengawas atau manajemen konstruksi ( MK )
- Menerima proyek yang sudah selesai dikerjakan oleh kontraktor.

Wewenang yang dimiliki pemilik proyek atau owner :

- Membuat surat perintah kerja ( SPK )
- Mengesahkan atau menolak perubahan pekerjaan yang telah direncanakan.
- Meminta pertanggungjawaban kepada para pelaksana proyek atas hasil pekerjaan konstruksi.
- Memutuskan hubungan kerja dengan pihak pelaksana proyek yang tidak

dapat melaksanakan pekerjaannya sesuai dengan isi surat perjanjian kontrak. misalnya pelaksanaan pembangunann dengan bentuk dan material yang tidak sesuai dengan RKS.

b. Konsultan perencanaan (consultan/designer)

Konsultan perencana adalah pihak yang ditunjuk oleh pemilik proyek untuk melaksanakan pekerjaan perencanaan, perencana dapat berupa perorangan atau badan usaha baik pemerintah maupun swasta. Tugas dan wewenang konsultan perencana dalam pelaksanaan proyek konstruksi adalah:

Tugas dari konsultan perencanaan :

- Mengadakan penyesuaian keadaan lapangan dengan keinginan pemilik bangunan.
- Membuat gambar kerja pelaksanaan.
- Membuat Rencana kerja dan syarat – syarat pelaksanaan bangunan (RKS) sebagai pedoman pelaksanaan.
- Membuat rencana anggaran biaya bangunan.
- Memproyeksikan keinginan – keinginan atau ide – ide pemilik ke dalam desain bangunan.
- Melakukan perubahan desain bila terjadi penyimpangan pelaksanaan pekerjaan dilapangan yang tidak memungkinkan desain terwujud di wujudkan.
- Mempertanggungjawabkan desain dan perhitungan struktur jika terjadi kegagalan konstruksi.

Wewenang konsultan perencana adalah:

- Mempertahankan desain dalam hal adanya pihak – pihak pelaksana bangunan yang melaksanakan pekerjaan tidak sesuai dengan rencana.
- Menentukan warna dan jenis material yang akan digunakan dalam pelaksanaan pembangunan.



c. Konsultan pengawas (direksi/supervisor/konsultan Manajemen Konstruksi (MK))

Konsultan pengawas adalah badan usaha atau perorangan yang ditunjuk oleh pemilik proyek untuk melaksanakan pekerjaan pengawasan. Konsultan pengawas dalam suatu proyek mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut:

Tugas konsultan pengawas adalah :

- Menyelenggarakan administrasi umum mengenai pelaksanaan kontrak kerja.
- Melaksanakan pengawasan secara rutin dalam perjalanan pelaksanaan proyek.
- Menerbitkan laporan prestasi pekerjaan proyek untuk dapat dilihat oleh pemilik proyek.
- Konsultan pengawas memberikan saran atau pertimbangan kepada pemilik proyek maupun kontraktor dalam proyek pelaksanaan pekerjaan.
- Mengoreksi dan menyetujui gambar shop drawing yang diajukan kontraktor sebagai pedoman pelaksanaan pembangunan proyek.
- Memilih dan memberikan persetujuan mengenai tipe dan merek yang diusulkan oleh kontraktor agar sesuai dengan harapan pemilik proyek namun tetap berpedoman dengan kontrak kerja konstruksi yang sudah dibuat sebelumnya.

Konsultan pengawas juga memiliki wewenang sebagai berikut:

- Memperingatkan atau menegur pihak pelaksana pekerjaan jika terjadi penyimpangan terhadap kontrak kerja.
- Menghentikan pelaksanaan pekerjaan jika pelaksana proyek tidak memperhatikan peringatan yang diberikan.
- Memberikan tanggapan atas usul pihak pelaksana proyek serta berhak memeriksa gambar shopdrawing pelaksana proyek.
- Melakukan perubahan dengan menerbitkan berita acara perubahan (site Instruction)

- Mengoreksi pekerjaan yang dilaksanakan oleh kontraktor agar sesuai dengan kontrak kerja yang telah disepakati sebelumnya.

d. Pelaksana (Kontraktor)

Pelaksanaan adalah suatu badan usaha atau badan hukum yang bergerak dalam bidang jasa konstruksi sesuai dengan keahlian dan kemampuannya yang mempunyai tenaga ahli teknik dan peralatan. Tugas dan tanggung jawab kontraktor sebagai pelaksana proyek yaitu :

- Memahami gambar desain dan spesifikasi teknis sebagai pedoman dalam melaksanakan pekerjaan dilapangan.
- Bersama dengan bagian engineering menyusun kembali metode pelaksanaan konstruksi dan jadwal pelaksanaan pekerjaan.
- Memimpin dan mengendalikan pelaksanaan pekerjaan dilapangan sesuai dengan persyaratan waktu, mutu dan biaya yang telah ditetapkan.
- Membuat program kerja mingguan dan mengadakan pengarahan kegiatan harian kepada pelaksana pekerjaan.
- Mengadakan evaluasi dan membuat laporan hasil pelaksanaan pekerjaan dilapangan.
- Membuat program penyesuaian dan tindakan turun tangan, apabila terjadi keterlambatan dan penyimpangan pekerjaan di lapangan.
- Bersama dengan bagian teknik melakukan pemeriksaan dan memproses berita acara kemajuan pekerjaan dilapangan.
- Melaksanakan pekerjaan sesuai dengan program kerja mingguan, metode kerja, gambar kerja dan spesifikasi teknik.
- Menyiapkan tenaga kerja sesuai dengan jadwal tenaga kerja dan mengatur pelaksanaan tenaga dan peralatan proyek.
- Mengupayakan efisiensi dan efektifitas pemakaian bahan, tenaga dan alat di lapangan.
- Membuat laporan harian tentang pelaksanaan dan pengukuran hasil

pekerjaan dilapangan.

- Mengadakan pemeriksaan dan pengukuran hasil pekerjaan dilapangan.

## C.2 Alat dan Bahan pada Proyek konstruksi Baja

Penyediaan alat kerja dan bahan bangunan serta tenaga kerja pada suatu proyek memerlukan manajemen yang baik untuk menunjang kelancaran pekerjaan. Penggunaan alat dan bahan yang dipilih, serta kebutuhan tenaga kerja harus sesuai dengan standar dan kondisi di lapangan.

Peralatan kerja yang digunakan terdiri dari alat-alat berat dan alat-alat pelengkap lainnya, baik yang digerakkan secara manual atau mekanis. Pemilihan jenis peralatan yang akan digunakan dalam suatu pekerjaan merupakan faktor penting yang mempengaruhi proses penyelesaian suatu pekerjaan secara cepat dan tepat. Pertimbangan dari segi biaya sehubungan dengan penggunaan peralatan harus tetap ada, artinya harus ada optimasi dari harga produksi per satuan waktu untuk setiap peralatan yang digunakan. Selama pelaksanaan pekerjaan di proyek, pemeliharaan dan perawatan peralatan terutama untuk alat-alat berat harus dilakukan secara rutin, sehingga kondisi alat selalu baik dan siap pakai. Hal ini sangat penting agar dalam pelaksanaan nanti tidak terhambat karena adanya kerusakan pada peralatan kerja.

Penyimpanan bahan-bahan bangunan perlu mendapat perhatian khusus, mengingat bahan yang sangat peka terhadap kondisi lingkungan, seperti semen dan tulangan yang sangat dipengaruhi oleh air dan udara. Penempatan bahan yang tepat dan seefisien mungkin juga perlu diperhatikan untuk dapat mempercepat dan mempermudah pekerjaan. Di samping itu, penempatan bahan yang baik dan tertata rapi akan mendukung efektifitas kerja dan keselamatan kerja. Pengaturan penyimpanan bahan-bahan bangunan dan peralatan pada suatu proyek menjadi tanggung jawab bagian logistik (*material management*) dan gudang (*warehouse*).

Bahan/material yang digunakan harus sesuai dengan RKS (Rencana Kerja dan Syarat- syarat Teknis) dan telah mendapat persetujuan dari konsultan MK

(Manajemen Konstruksi) dengan menunjukkan contoh-contohnya. Pihak konsultan MK memeriksa bahan/material yang datang secara langsung, apakah bahan itu sesuai dengan contoh atau tidak. Jika disetujui, maka pekerjaan dapat dilanjutkan, namun jika tidak, maka diganti sesuai dengan permintaan konsultan MK atau sesuai dengan RKS.

Tenaga kerja merupakan salah satu unsur penting dalam pelaksanaan suatu proyek karena pengaruhnya yang cukup besar terhadap biaya dan waktu penyelesaian suatu pekerjaan proyek. Namun perlu diperhatikan juga bahwa manusia merupakan sumber daya yang kompleks dan sulit diprediksi sehingga diperlukan adanya usaha dan pemikiran lebih mendalam dalam pengelolaan tenaga kerja. Dalam manajemen tenaga kerja terdapat proses pengambilan keputusan yang berhubungan dengan:

- a. Penentuan ukuran dan jumlah tenaga kerja.
- b. *Recruitment* dan pembagian tenaga kerja kedalam kelompok kerja.
- c. Komposisi tenaga kerja untuk setiap jenis pekerjaan.
- d. Pengendalian jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan selama proyek berlangsung.
- e. Perencanaan, scheduling, pengarahan dan pengawasan kegiatan tenaga kerja.

Bahan konstruksi yang akan digunakan juga harus melalui beberapa prosedur terlebih dahulu.

Dalam pelaksanaan suatu pekerjaan konstruksi, tentunya diperlukan alat-alat penunjang yang akan turut menentukan keberhasilan suatu proyek konstruksi. Bangunan gedung tingkat tinggi (*high rise building*) dalam pelaksanaannya memerlukan dukungan peralatan berat. Pengadaan peralatan konstruksi dilakukan dengan 2 cara yaitu:

- Pengadaan yang dilakukan sendiri oleh pihak kontraktor, yaitu dengan menggunakan peralatan yang dimilikinya sendiri berupa inventaris perusahaan ataupun yang dibeli saat proyek berjalan.

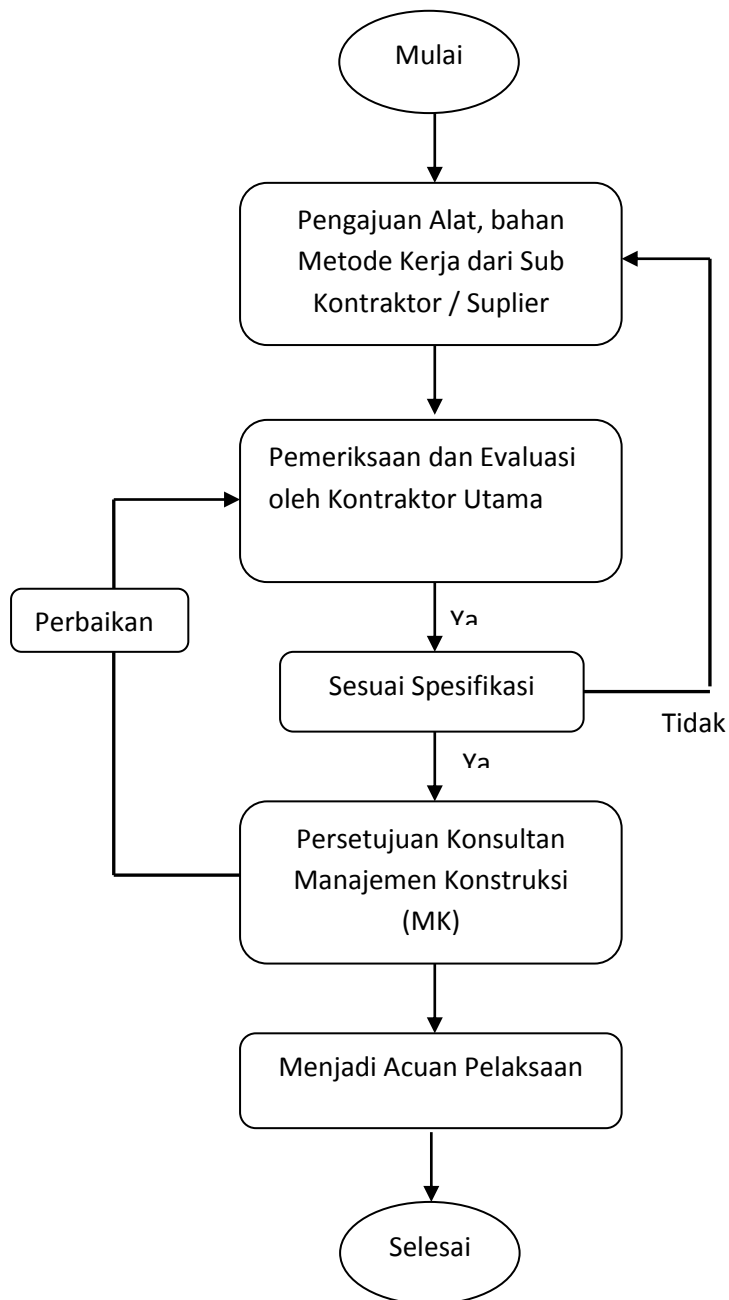
- Pengadaan yang dilakukan dengan melibatkan pihak luar, yakni pihak pemilik persewaan peralatan konstruksi. Cara ini harus dilakukan jika pihak kontraktor tidak memiliki sendiri peralatan-peralatan konstruksi tertentu yang perlu untuk digunakan dalam pembangunan proyek, sehingga harus menyewa dari pihak luar.

Ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemesanan bahan/material, yaitu:

- a. Identifikasi jenis dan jumlah bahan. Pemesanan suatu bahan harus didahului dengan proses pengamatan dan pemilihan bahan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan desain. Setelah diketahui spesifikasi bahan yang digunakan, maka dilanjutkan dengan penentuan jumlah bahan yang dibutuhkan untuk setiap pekerjaan konstruksi. Perhitungan jumlah kebutuhan bahan disesuaikan dengan rencana pekerjaan yang nantinya akan dibagi berdasarkan satuan yang tersedia di pasaran, dalam hal ini bahan yang disediakan oleh *supplier*.
- b. Pertimbangan akan kualitas bahan biasanya didasarkan pada nama baik produsen dan *supplier* yang menyediakan bahan bermutu baik, yang telah diketahui oleh kontraktor.
- c. Faktor harga menjadi hal yang perlu dipertimbangkan karena semakin murah harga bahan maka biaya pengeluaran proyek dapat diperkecil. Hal ini tentu saja akan menguntungkan kontraktor. Saat kontraktor memutuskan untuk menggunakan bahan dengan harga termurah, aspek kualitas bahan tidak boleh dikesampingkan.

Waktu pengiriman bahan sejak pemesanan dilakukan juga harus menjadi pertimbangan. Walaupun lokasi *supplier* dekat dengan proyek, namun jika pihak *supplier* tidak tanggap merespon pemesanan dan pendistribusian bahan, maka ada kemungkinan *schedule* akan terganggu akibat keterlambatan pengadaan bahan.

Bahan konstruksi yang akan digunakan juga harus melalui beberapa prosedur terlebih dahulu, Adapun prosedur tersebut adalah seperti pada Gambar 6.1 berikut :



Gambar 6.1 Prosedur pengajuan alat, bahan, metode kerja

#### D. Aktivitas Pembelajaran

Kegiatan belajar mengajar agar penguasaan materi baja yang diampu dapat tercapai dengan:

- Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode dan teknik agar siswa dapat menerima dan menguasai teori/materi yang diberikan

- Melakukan proses pembelajaran dengan memastikan tingkat pemahaman siswa terhadap materi telah seragam dan melakukan melakukan aktivitas pembelajaran berdasarkan tingkat pemahaman tersebut.
- Pemahaman yang dimaksud adalah siswa mampu merencanakan dan menerapkan analisa kebutuhan alat dan bahan pada pekerjaan struktur baja nantinya.
- Melakukan penilaian secara rutin pada siswa dalam menyelesaikan tugas yang diberikan

#### E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Sebutkan pihak-pihak yang terlibat dalam pekerjaan konstruksi baja?
2. Sebutkan beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemesanan barang?

#### F. Rangkuman

- Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek. Dalam rangkaian kegiatan tersebut terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses tersebut tentunya melibatkan pihak-pihak terkait baik secara langsung maupun tidak langsung.
- Penyediaan alat kerja dan bahan bangunan serta tenaga kerja pada suatu proyek memerlukan manajemen yang baik untuk menunjang kelancaran pekerjaan. Penggunaan alat dan bahan yang dipilih, serta kebutuhan tenaga kerja harus sesuai dengan standar dan kondisi di lapangan.

#### G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Waktu proses pembelajaran berlangsung, guru hendaknya mengamati kegiatan siswa. Pada saat ini umpan balik dapat dilakukan sebagai berikut :



1. Ketika siswa mengajukan pertanyaan, biasakan janganlah langsung dijawab oleh guru, beri kesempatan siswa lainya untuk memberikan jawaban atau untuk didiskusikan dengan teman temannya. Komentar datang dari berbagai pihak sehingga terjadi pembicaraan antara guru dengan siswa, dan siswa dengan siswa. Dengan diskusi semacam ini, siswa yang bertanya akan mengetahui bagaimana cara pemecahannya.
2. Pada waktu diskusi berlangsung, guru hendaknya melibatkan diri agar dapat mengetahui proses berpikir siswa dalam memahami suatu konsep.
3. Dari pajangan ( hasil karya siswa yang dipajang ), guru dapat melihat kekurangan dan kelemahan siswa. Kemudian guru memberikan komentar dan petunjuk untuk memperbaikinya. Mungkin juga komentar datang dari temannya.

#### Pada Pekerjaan Siswa

Pekerjaan siswa yang terdapat pada buku latihan atau pekerjaan yang telah dipajangkan merupakan hasil usaha siswa berdasarkan kemampuannya masing-masing. Mereka ingin mengetahui seberapa jauh pekerjaannya dinilai oleh guru atau temannya. Dalam hal ini, guru hendaknya memberikan pujian kepada siswa yang hasil pekerjaannya benar/baik. Jika hasil pekerjaan siswa salah, janganlah sekali- kali mengatakan: "Ini salah!" Sebab, hal ini akan mengurangi semangat siswa untuk belajar. Tetapi katakanlah kepada para siswa : "Baik, coba beri tahu Bapak/Ibu bagaimana kamu mengerjakan/ menyelesaikan masalah ini!" Selain tidak mengurangi semangat belajar siswa, kata-kata tersebut dapat melatih siswa untuk mempertanggung- jawabkan hasil perbuatannya. Siswa dituntut untuk mengemukakan alasan mengapa ia berbuat demikian.

Terhadap siswa yang melakukan kesalahan/ mendapat kesulitan, guru hendaknya membantu bagaimana memecahkan masalah yang dihadapi. Petunjuk ataupun saran dapat diberikan dalam bentuk lisan atau tulisan dan siswa merasakan bahwa pekerjaannya mendapat perhatian dari gurunya.

Terhadap hasil pekerjaan siswa, guru harus memberikan tanggapan bagaimana pendapatnya mengenai hasil tersebut dan saran atau komentar apa yang perlu disampaikan.

Dengan demikian, siswa akan terdorong untuk berusaha membuat yang lebih baik lagi. Usaha yang lebih baik lagi ialah hasil pekerjaan siswa yang dipajang digunakan sebagai alat bantu/ sumber pembelajaran. Siswa merasa bangga karena pekerjaannya dihargai dan ia akan berusaha lebih giat lagi untuk meningkatkan pekerjaannya.

Hasil Tes sebagai Umpan Balik Siswa, Guru, dan Orang Tua.

## **Kegiatan Pembelajaran 7**

Pembelajaran ketujuh adalah tentang merencanakan keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup K3LH pada pekerjaan konstruksi baja.

### **A. Tujuan Pembelajaran**

Tujuan dari pembelajaran 7 ini adalah menguasai materi, struktur, konsep dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Agar hal tersebut dapat dikuasai pada modul Konstruksi Baja Kelompok Kompetensi B ini pembelajaran 7 yang dimaksud adalah memahami bagaimana merencanakan keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup K3LH pada pekerjaan konstruksi baja.

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

Indikator Pencapaian Kompetensi pada pembelajaran keenam adalah mampu Merencanakan keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup K3LH pada pekerjaan konstruksi baja.

### **C. Uraian Materi**

#### **C.1 Ketentuan Pelaksanaan K3**

Setiap pelaku proyek konstruksi harus memenuhi ketentuan dan kewajiban umum pelaksanaan K3 di lingkungan proyek konstruksi. Kewajiban umum di sini dimaksudkan kewajiban umum bagi perusahaan penyedia Jasa Konstruksi, yaitu:

- a. Penyedia Jasa berkewajiban untuk mengusahakan agar tempat kerja, peralatan, lingkungan kerja dan tata cara kerja diatur sedemikian rupa sehingga tenaga kerja terlindungi dari resiko kecelakaan.
- b. Penyedia Jasa menjamin bahwa mesin-mesin peralatan, kendaraan atau alat-alat lain yang akan digunakan atau dibutuhkan sesuai dengan

peraturan keselamatan kerja, selanjutnya barang-barang tersebut harus dapat dipergunakan secara aman.

- c. Penyedia Jasa turut mengadakan pengawasan terhadap tenaga kerja, agar tenaga kerja tersebut dapat melakukan pekerjaan dalam keadaan selamat dan sehat.
- d. Penyedia Jasa menunjuk petugas keselamatan kerja yang karena jabatannya di dalam organisasi Penyedia Jasa, bertanggung jawab mengawasi koordinasi pekerjaan yang dilakukan untuk menghindarkan resiko bahaya kecelakaan.
- e. Penyedia Jasa memberikan pekerjaan yang cocok untuk tenaga kerja sesuai dengan keahlian, umur, jenis kelamin dan kondisi fisik/kesehatannya.
- f. Sebelum pekerjaan dimulai Penyedia Jasa menjamin bahwa semua tenaga kerja telah diberi petunjuk terhadap bahaya dari pekerjaannya masing-masing dan usaha pencegahannya, untuk itu Penyedia Jasa dapat memasang papan-papan pengumuman, papan-papan peringatan serta sarana-sarana pencegahan yang dipandang perlu.
- g. Orang tersebut bertanggung jawab pula atas pemeriksaan berkala terhadap semua tempat kerja, peralatan, sarana-sarana pencegahan kecelakaan, lingkungan kerja dan cara-cara pelaksanaan kerja yang aman.
- h. Hal-hal yang menyangkut biaya yang timbul dalam rangka penyelenggaraan keselamatan dan kesehatan kerja menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

## C.2 Organisasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Penyedia Jasa Konstruksi harus menugaskan secara khusus Ahli K3 dan tenaga K3 untuk setiap proyek yang dilaksanakan. Tenaga K3 tersebut harus masuk dalam struktur organisasi pelaksanaan konstruksi setiap proyek, dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. Petugas keselamatan dan kesehatan kerja harus bekerja secara penuh (*full-time*) untuk mengurus dan menyelenggarakan keselamatan dan kesehatan kerja.
- b. Pengurus dan Penyedia Jasa yang mengelola pekerjaan dengan mempekerjakan pekerja dengan jumlah minimal 100 orang atau kondisi dari sifat proyek memang memerlukan, diwajibkan membentuk unit pembina K3.
- c. Panitia pembina keselamatan dan kesehatan kerja tersebut ini merupakan unit struktural dari organisasi penyedia jasa yang dikelola oleh pengurus atau penyedia jasa.
- d. Petugas keselamatan dan kesehatan kerja tersebut bersama-sama dengan panitia pembina keselamatan kerja ini bekerja sebaik-baiknya, dibawah koordinasi pengurus atau Penyedia Jasa, serta bertanggung jawab kepada pemimpin proyek.
- e. Penyedia jasa harus mekukan hal-hal sebagai berikut :
  - Memberikan panitia pembina keselamatan dan kesehatan kerja fasilitas-fasilitas dalam melaksanakan tugas mereka.
  - Berkonsultasi dengan panitia pembina keselamatan dan kesehatan kerja dalam segala hal yang berhubungan dengan keselamatan dan kesehatan kerja dalam proyek.
  - Mengambil langkah-langkah praktis untuk memberi efek pada rekomendasi dari panitia pembina keselamatan dan kesehatan kerja.
- f. Jika 2 (dua) atau lebih Penyedia Jasa bergabung dalam suatu proyek mereka harus bekerja sama membentuk kegiatan kegiatan keselamatan dan kesehatan kerja.

### C.3 Laporan Kecelakaan

Salah satu tugas pelaksana K3 adalah melakukan pencatatan atas kejadian yang terkait dengan K3, dimana :

- a. Setiap kejadian kecelakaan kerja atau kejadian yang berbahaya harus dilaporkan kepada Instansi yang terkait.
- b. Laporan tersebut harus meliputi statistik yang akan menunjukkan hal-hal sebagai berikut :
  - Menunjukkan catatan kecelakaan dari setiap kegiatan kerja, pekerja masing-masing dan
  - Menunjukkan gambaran kecelakaan-kecelakaan dan sebab-sebabnya.

#### C.4 Keselamatan Kerja & Pertolongan Pertama pada Kecelakaan

Organisasi untuk keadaan darurat dan pertolongan pertama pada kecelakaan harus dibuat sebelumnya untuk setiap proyek yang meliputi seluruh pegawai/petugas pertolongan pertama pada kecelakaan dan peralatan, alat-alat komunikasi dan alat-alat lain serta jalur transportasi, dimana :

1. Tenaga kerja harus diperiksa kesehatannya.
  - a. Sebelum atau beberapa saat setelah memasuki masa kerja pertama kali (pemeriksaan kesehatan sebelum masuk kerja dengan penekanan pada kesehatan fisik dan kesehatan individu),
  - b. Secara berkala, sesuai dengan risiko-risiko yang ada pada pekerjaan tersebut.
2. Tenaga kerja di bawah umur 18 tahun harus mendapat pengawasan kesehatan khusus, meliputi pemeriksaan kembali atas kesehatannya secara teratur.
3. Data yang diperoleh dari pemeriksaan kesehatan harus dicatat dan disimpan untuk referensi.
4. Pertolongan pertama jika terjadi kecelakaan atau penyakit yang tiba-tiba, harus dilakukan oleh Dokter, Juru Rawat atau seorang yang terdidik dalam pertolongan pertama pada kecelakaan (PPPK).

5. Alat-alat PPPK atau kotak obat-obatan yang memadai, harus disediakan di tempat kerja dan dijaga agar tidak dikotori oleh debu, kelembaban udara dan lain-lain.
6. Alat-alat PPPK atau kotak obat-obatan harus berisi paling sedikit dengan obat untuk kompres, perban, antiseptik, plester, gunting dan perlengkapan gigitan ular.
7. Alat-alat PPPK dan kotak obat-obatan harus tidak berisi benda-benda lain selain alat-alat PPPK yang diperlukan dalam keadaan darurat.
8. Alat-alat PPPK dan kotak obat-obatan harus berisi keterangan-keterangan/instruksi yang mudah dan jelas sehingga mudah dimengerti.
9. Isi dari kotak obat-obatan dan alat PPPK harus diperiksa secara teratur dan harus dijaga supaya tetap berisi (tidak boleh kosong).
10. Kereta untuk mengangkat orang sakit (tandu) harus selalu tersedia.
11. Jika tenaga kerja dipekerjakan di bawah tanah atau pada keadaan lain, alat penyelamat harus selalu tersedia di dekat tempat mereka bekerja.
12. Jika tenaga kerja dipekerjakan di tempat-tempat yang menyebabkan adanya risiko tenggelam atau keracunan, alat-alat penyelamatan harus selalu tersedia di dekat tempat mereka bekerja.
13. Persiapan-persiapan harus dilakukan untuk memungkinkan mengangkut dengan cepat, jika diperlukan untuk petugas yang sakit atau mengalami kecelakaan ke rumah sakit atau tempat berobat lainnya.
14. Petunjuk / informasi harus diumumkan / ditempel di tempat yang baik dan strategis yang memberitahukan antara lain :
  - Tempat yang terdekat dengan kotak obat-obatan, alat-alat PPPK, ruang PPPK, ambulans, tandu untuk orang sakit, dan tempat dimana dapat dicari petugas K3.

- Tempat telepon terdekat untuk menelepon/memanggil ambulans, nomor telepon dan nama orang yang bertugas dan lain-lain.
- Nama, alamat, nomor telepon Dokter, rumah sakit dan tempat penolong yang dapat segera dihubungi dalam keadaan darurat.

### C.5 Pembiayaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Biaya operasional kegiatan keselamatan dan kesehatan kerja harus sudah diantisipasi sejak dini yaitu pada saat Pengguna Jasa mempersiapkan pembuatan desain dan perkiraan biaya suatu proyek.. Sehingga pada saat pelelangan menjadi salah satu item pekerjaan yang perlu menjadi bagian evaluasi dalam penetapan pemenang lelang. Selanjutnya Penyedia Jasa harus melaksanakan prinsip-prinsip kegiatan kesehatan dan keselamatan kerja termasuk penyediaan prasarana, sumberdaya manusia dan pembiayaan untuk kegiatan tersebut dengan biaya yang wajar, oleh karena itu baik Penyedia Jasa dan Pengguna Jasa perlu memahami prinsip-prinsip keselamatan dan kesehatan kerja ini agar dapat melakukan langkah persiapan, pelaksanaan dan pengawasannya.

### D. Aktivitas Pembelajaran

Kegiatan belajar mengajar agar penguasaan materi baja yang diampu dapat tercapai dengan:

- Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode dan teknik agar siswa dapat menerima dan menguasai teori/materi yang diberikan
- Melakukan proses pembelajaran dengan memastikan tingkat pemahaman siswa terhadap materi telah seragam dan melakukan aktivitas pembelajaran berdasarkan tingkat pemahaman tersebut.
- Pemahaman yang dimaksud adalah siswa mampu merencanakan dan menerapkan analisa kebutuhan alat dan bahan pada pekerjaan struktur baja nantinya.



- Melakukan penilaian secara rutin pada siswa dalam menyelesaikan tugas yang diberikan

#### E. Latihan/Kasus/Tugas

Bagaimana aturan pelaporan kecelakaan kerja oleh Pelaksana K3?

#### F. Rangkuman

Setiap pelaku proyek konstruksi harus memenuhiketentuan dan kewajiban umum pelaksanaan K3 di lingkungan proyek konstruksi. Kewajiban umum di sini dimaksudkan kewajiban umum bagi perusahaan penyedia Jasa Konstruksi.

Biaya operasional kegiatan keselamatan dan kesehatan kerja harus sudah diantisipasi sejak dini yaitu pada saat Pengguna Jasa mempersiapkan pembuatan desain dan perkiraan biaya suatu proyek.. Sehingga pada saat pelelangan menjadi salah satu item pekerjaan yang perlu menjadi bagian evaluasi dalam penetapan pemenang lelang.

#### G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Waktu proses pembelajaran berlangsung, guru hendaknya mengamati kegiatan siswa. Pada saat ini umpan balik dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Ketika siswa mengajukan pertanyaan, biasakan janganlah langsung dijawab oleh guru, beri kesempatan siswa lainya untuk memberikan jawaban atau untuk didiskusikan dengan teman temannya. Komentar datang dari berbagai pihak sehingga terjadi pembicaraan antara guru dengan siswa, dan siswa dengan siswa. Dengan diskusi semacam ini, siswa yang bertanya akan mengetahui bagaimana cara pemecahannya.
2. Pada waktu diskusi berlangsung, guru hendaknya melibatkan diri agar dapat mengetahui proses berpikir siswa dalam memahami suatu konsep.
3. Dari pajangan ( hasil karya siswa yang dipajang ), guru dapat melihat kekurangan dan kelemahan siswa. Kemudian guru memberikan komentar dan petunjuk untuk memperbaikinya. Mungkin juga komentar datang dari temannya.

## Pada Pekerjaan Siswa

Pekerjaan siswa yang terdapat pada buku latihan atau pekerjaan yang telah dipajangkan merupakan hasil usaha siswa berdasarkan kemampuannya masing-masing. Mereka ingin mengetahui seberapa jauh pekerjaannya dinilai oleh guru atau temannya. Dalam hal ini, guru hendaknya memberikan pujian kepada siswa yang hasil pekerjaannya benar/baik. Jika hasil pekerjaan siswa salah, janganlah sekali-kali mengatakan: "Ini salah!" Sebab, hal ini akan mengurangi semangat siswa untuk belajar. Tetapi katakanlah kepada para siswa : "Baik, coba beri tahu Bapak/Ibu bagaimana kamu mengerjakan/ menyelesaikan masalah ini!" Selain tidak mengurangi semangat belajar siswa, kata-kata tersebut dapat melatih siswa untuk mempertanggung- jawabkan hasil perbuatannya. Siswa dituntut untuk mengemukakan alasan mengapa ia berbuat demikian.

Terhadap siswa yang melakukan kesalahan/ mendapat kesulitan, guru hendaknya membantu bagaimana memecahkan masalah yang dihadapi. Petunjuk ataupun saran dapat diberikan dalam bentuk lisan atau tulisan dan siswa merasakan bahwa pekerjaannya mendapat perhatian dari gurunya.

Terhadap hasil pekerjaan siswa, guru harus memberikan tanggapan bagaimana pendapatnya mengenai hasil tersebut dan saran atau komentar apa yang perlu disampaikan.

Dengan demikian, siswa akan terdorong untuk berusaha membuat yang lebih baik lagi. Usaha yang lebih baik lagi ialah hasil pekerjaan siswa yang dipajangkan digunakan sebagai alat bantu/ sumber pembelajaran. Siswa merasa bangga karena pekerjaannya dihargai dan ia akan berusaha lebih giat lagi untuk meningkatkan pekerjaannya.

Hasil Tes sebagai Umpan Balik Siswa, Guru, dan Orang Tua.

## Kunci Jawaban

### A. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 1

1. Jenis gaya berdasarkan penyebarannya :

- a. Gaya terpusat
- b. Gaya terbagi rata
- c. Gaya terbagi rata segitiga
- d. Gaya terbagi nonlinear

2. Penyelesaian :

- Resultan pada sumbu X,

$$\begin{aligned}R_x &= F_x = F_1 \cos \alpha + K_2 \cos \beta + K_3 \cos \varnothing \\&= (6) \cdot \cos 140^\circ + (8) \cdot \cos 20^\circ + (3) \cdot \cos 300^\circ \\&= -4,596 + 7,518 + 1,500\end{aligned}$$

$$R_x = +4,422 \text{ ton (kekanan).}$$

- Resultan pada sumbu Y,

$$\begin{aligned}R_y &= K_y = K_1 \sin \alpha + K_2 \sin \beta + K_3 \sin \varnothing \\&= (6) \cdot \sin 140^\circ + (8) \cdot \sin 20^\circ + (3) \cdot \sin 300^\circ \\&= 3,857 + 2,736 - 2,598\end{aligned}$$

$$R_y = +3,995 \text{ ton (keatas)}$$

- Resultan total,

$$R = \sqrt{(R_x^2 + R_y^2)} = \sqrt{((4,422)^2 + (3,995)^2)} = 5,959 \text{ ton}$$

- Arah resultan,

$$\begin{aligned}\tan \gamma &= R_y / R_x \\&= 3,995 / 4,422 = 0,90344\end{aligned}$$

$$\gamma = \arctan (0,90344) = 42^\circ 05' 45''$$

- Letak titik tangkap gaya resultan pada sumbu X dan Y.

Momen terhadap sumbu X,

$$M_x = F_{1x} \cdot y_1 + F_{2x} \cdot y_2 + F_{3x} \cdot y_3$$

$$= (6) \cdot \cos 140^\circ \cdot (2) + (8) \cdot \cos 20^\circ \cdot (4) + (3) \cdot \cos 300^\circ \cdot (3)$$

$$= -9,193 + 30,070 + 4,500$$

$$M_x = 25,378 \text{ t.m}'.$$

Momen terhadap sumbu Y,

$$M_y = F_{1y} \cdot x_1 + F_{2y} \cdot x_2 + F_{3y} \cdot x_3$$

$$= (6) \cdot \sin 140^\circ \cdot (2) + (8) \cdot \sin 20^\circ \cdot (4) + (3) \cdot \sin 300^\circ \cdot (3)$$

$$= 7,713 + 10,945 - 12,990$$

$$M_y = 5,668 \text{ t.m}'.$$

Koordinat titik tangkap dapat dihitung sebagai berikut

$$M_x = R_x \cdot y_s$$

$$y_s = M_x / R_x$$

$$y_s = 25,378 / 4,422$$

$$y_s = 5,740 \text{ m}$$

$$M_y = R_y \cdot x_s$$

$$x_s = M_y / R_y$$

$$x_s = 5,668 / 3,995$$

$$x_s = 1,419 \text{ m}.$$

Maka pada koordinat titik tangkap pada  $x_s, y_s$  (1,419 ; 5,740 )

## B. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 2

1. Sebutkan kelebihan dan kekurangan baja sebagai struktur ?  
Diantara kelebihan baja antara lain

- Mempunyai kekuatan tinggi
- Relatif lebih ringan
- Kemudahan penyambungan baik dengan baut, paku keling maupun las,
- Cepat dalam pemasangan
- Dapat dibentuk menjadi profil yang diinginkan
- Kekuatan terhadap fatik
- Kemungkinan untuk penggunaan kembali setelah pembongkaran
- Masih bernilai meskipun tidak digunakan kembali sebagai elemen struktur
- Adaptif terhadap prefabrikasi.

Kekurangan struktur baja diantaranya :

- Biaya pemeliharaan lebih tinggi terkait karena sifatnya rentan korosi dan biaya perlindungan kebakaran
- Rentan terhadap buckling / tekuk
- Mahal dalam penanganan dan pengiriman material

2. Apa yang dimaksud daktilitas ?

Daktilitas didefinisikan sebagai sifat material untuk menahan deformasi yang besar tanpa keruntuhan terhadap beban tarik. Suatu elemen baja yang diuji terhadap tarik akan mengalami pengurangan luas penampang dan akan terjadi perpanjangan sebelum terjadi keruntuhan. Sebaliknya pada material keras dan getas (brittle) akan hancur terhadap beban kejut. SNI 03-1729-2002 mendefinisikan daktilitas sebagai kemampuan struktur atau komponennya untuk melakukan deformasi inelastis bolak-balik berulang (siklis) di luar batas titik leleh pertama, sambil mempertahankan sejumlah besar kemampuan daya dukung bebannya.

3. Apa artinya IWF 100x100x17,2 ?

IWF 100x100x17,2 adalah profil *wide-flange* dengan lebar flens 100 mm, tinggi profil 100 mm, dan berat per meter 17,2 kg.

4. Sebutkan pembagian jenis baja karbon ?

Kekuatan baja karbon ditentukan oleh kadar karbon dan mangan. Proporsi kimia dari baja ini adalah: 1,7% karbon, 1,65% mangan, 0,60% silikon, dan 0,60% tembaga. Baja ini dibagi menjadi empat kategori tergantung pada kadar karbonnya.

- Baja karbon rendah < 0,15 %
- Baja lunak 0,15 – 0,29%. (Baja karbon struktur termasuk dalam kategori ini).
- Baja karbon medium 0,30 – 0,59%.
- Baja karbon tinggi 0,60 – 1,70%.

### C. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 3

#### 1. Sebutkan jenis-jenis profil dan pemakaiannya?

Terdapat banyak jenis bentuk profil baja struktural yang tersedia di pasaran. Semua bentuk profil tersebut mempunyai kelebihan dan kelemahan tersendiri. Beberapa jenis profil baja menurut AISCM bagian I diantaranya adalah profil IWF, tiang tumpu (HP), O, C, profil siku (L), dan profil T. Profil IWF terutama digunakan sebagai elemen struktur balok dan kolom. Semakin tinggi profil ini, maka semakin ekonomis untuk banyak aplikasi. Profil M mempunyai penampang melintang yang pada dasarnya sama dengan profil W, dan juga mempunyai aplikasi yang sama. Profil S adalah balok standard Amerika. Profil ini memiliki bidang flens yang miring, dan web yang relative lebih tebal. Profil ini jarang digunakan dalam konstruksi, tetapi masih digunakan terutama untuk beban terpusat yang sangat besar pada bagian flens. Profil HP adalah profil jenis penumpu (bearing type shape) yang mempunyai karakteristik penampang agak bujursangkar dengan flens dan web yang hampir sama tebalnya. Biasanya digunakan sebagai fondasi tiang pancang. Bisa juga digunakan sebagai balok dan kolom, tetapi umumnya kurang efisien. Profil C atau kanal mempunyai karakteristik flens pendek, yang mempunyai kemiringan permukaan dalam sekitar 1 : 6. Aplikasinya biasanya digunakan sebagai penampang tersusun, bracing tie, ataupun elemen dari bukan rangka (frame opening). Profil siku atau profil L adalah profil yang sangat cocok untuk digunakan sebagai bracing dan batang tarik. Profil ini biasa

digunakan secara gabungan, yang lebih dikenal sebagai profil siku ganda. Profil ini sangat baik untuk digunakan pada struktur truss.

2. Jelaskan apa artinya sumbu utama dan sumbu bahan pada baja profil?

Sumbu utama adalah sumbu yang menghasilkan inersia maksimum atau minimum. Sumbu yang menghasilkan inersia maksimum dinamakan sumbu kuat, dan yang menghasilkan inersia minimum disebut sumbu lemah. Sumbu simetri suatu penampang selalu merupakan sumbu utama, namun sumbu utama belum tentu sumbu simetri. Sumbu bahan adalah sumbu yang memotong semua elemen bahan, sedangkan sumbu bebas bahan adalah yang sama sekali tidak memotong elemen bahan atau hanya memotong sebagian elemen bahan

3. Jelaskan tentang batang tarik dan batang tekan pada struktur baja?

Batang tarik adalah batang yang mendukung tegangan tarik yang diakibatkan oleh bekerjanya gaya tarik pada ujung-ujung batang. Kestabilan batang ini sangat baik sehingga tidak perlu lagi ditinjau dalam perencanaan. Batang tarik biasa digunakan pada struktur rangka atap, struktur jembatan rangka, struktur jembatan gantung, pengikat gording, dan penggantung balkon. Pemanfaatan batang tarik juga telah dikembangkan untuk sistem dinding, struktur atap gantung, dan batang prategangan struktur rangka batang bentang panjang.

Batang tekan (*compression member*) adalah elemen struktur yang mendukung gaya tekan aksial. Batang tekan banyak dijumpai pada struktur bangunan sipil seperti gedung, bangunan, dan menara. Pada struktur gedung, batang tekan sering dijumpai sebagai kolom, sedangkan pada struktur rangka batang (jembatan atau kuda – kuda) dapat berupa batang tepi, batang diagonal, batang vertikal, dan batang – batang pengekang (*bracing*)

4. Jelaskan tentang sambungan baja.

Sambungan dalam struktur baja merupakan bagian yang penting yang harus diperhitungkan secara cermat dalam perencanaannya, karena kegagalan pada struktur sambungan dapat mengakibatkan kegagalan pada keseluruhan struktur.

Pada prinsipnya, struktur sambungan diperlukan apabila:

- a) Batang standar tidak cukup panjang
- b) Sambungan yang dibuat untuk menyalurkan gaya dari yang satu ke bagian yang lainnya, misalnya pada sambungan antara balok dan kolom
- c) Sambungan pada struktur rangka batang, dimana batang – batang penyusun saling membentuk keseimbangan pada satu titik

Pada tempat dimana terdapat perubahan dimensi penampang lintang batang, akibat perubahan besarnya gaya batang.

#### D. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 4

1. Apa saja yang dibutuhkan dalam penentuan koordinat titik pada pengukuran dengan cara poligon.

Penentuan koordinat titik dengan cara poligon ini membutuhkan:

- a. Koordinat awal

Bila diinginkan sistem koordinat terhadap suatu sistim tertentu, haruslah dipilih koordinat titik yang sudah diketahui misalnya: titik triangulasi atau titik-titik tertentu yang mempunyai hubungan dengan lokasi yang akan dipatokkan. Bila dipakai system koordinat lokal pilih salah satu titik, BM kemudian beri harga koordinat tertentu dan titik tersebut dipakai sebagai acuan untuk titik-titik lainnya.

- b. Koordinat akhir

Koordinat titik ini di butuhkan untuk memenuhi syarat Geometri hitungan koordinat dan tentunya harus di pilih titik yang mempunyai sistem koordinat yang sama dengan koordinat awal.

- c. Azimuth awal



Azimuth awal ini mutlak harus diketahui sehubungan dengan arah orientasi dari system koordinat yang dihasilkan dan pengadaan datanya dapat di tempuh dengan dua cara yaitu sebagai berikut :

- Hasil hitungan dari koordinat titik -titik yang telah diketahui dan akan dipakai sebagai titik acuan system koordinatnya.
- Hasil pengamatan astronomis (matahari). Pada salah satu titik poligon sehingga didapatkan azimuth ke matahari dari titik yang bersangkutan. Dan selanjutnya dihasilkan azimuth kesalah satu poligon tersebut dengan ditambahkan ukuran sudut mendatar (azimuth matahari)

d. Data ukuran sudut dan jarak

Sudut mendatar pada setiap stasiun dan jarak antara dua titik kontrol perlu diukur di lapangan.

2. Sebutkan kesalahan-kesalahan dalam pengukuran dan sumber-sumber kesalahannya.

Kesalahan dalam pengukuran–pengukuran yang dinyatakan dalam persyaratan bahwa:

- a) Pengukuran tidak selalu tepat,
- b) Setiap pengukuran mengandung galat,
- c) Harga sebenarnya dari suatu pengukuran tidak pernah diketahui,
- d) Kesalahan yang tepat selalu tidak diketahui

Adapun sumber–sumber kesalahan yang menjadi penyebab kesalahan pengukuran adalah sebagai berikut:

- a) Alam; perubahan angin, suhu, kelembaban udara, pembiasan cahaya, gaya berat dan deklinasi magnetik.
- b) Alat; ketidak sempurnaan konstruksi atau penyetulan instrumen.
- c) Pengukur; keterbatasan kemampuan pengukur dalam merasa, melihat dan meraba.

## E. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 5

1. Sebutkan bentuk-bentuk baja dalam konstruksi baja?

Bentu-bentuk baja antara lain bentuk ptofil (ada WF, LIP C, LIGHT C, L, Bundar, persegi dll)

2. Sebutkan apa maksudnya profil baja . Baja L 75.100.8?

Yaitu baja profil siku tidak sama kaki dengan ukuran lebar kaki 75 mm dan 100 mm, tebal baja 8 mm.

## F. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 6

1. Sebutkan pihak-pihak yang terlibat dalam pekerjaan konstruksi baja?

Pihak yang terlibat tersebut antara lain

- Pemilik
- Konsultan Perencana
- Konsultan Pengawas / Konsultan MK
- Kontraktor / Sub Kontraktor

2. Sebutkan beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemesanan barang?

Faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemesanan bahan/material, yaitu:

- a. Identifikasi jenis dan jumlah bahan. Pemesanan suatu bahan harus didahului dengan proses pengamatan dan pemilihan bahan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan desain. Setelah diketahui spesifikasi bahan yang digunakan, maka dilanjutkan dengan penentuan jumlah bahan yang dibutuhkan untuk setiap pekerjaan konstruksi. Perhitungan jumlah kebutuhan bahan disesuaikan dengan rencana pekerjaan yang nantinya akan dibagi berdasarkan satuan yang tersedia di pasaran, dalam hal ini bahan yang disediakan oleh *supplier*.

- b. Pertimbangan akan kualitas bahan biasanya didasarkan pada nama baik produsen dan *supplier* yang menyediakan bahan bermutu baik, yang telah diketahui oleh kontraktor.
- c. Faktor harga menjadi hal yang perlu dipertimbangkan karena semakin murah harga bahan maka biaya pengeluaran proyek dapat diperkecil. Hal ini tentu saja akan menguntungkan kontraktor. Saat kontraktor memutuskan untuk menggunakan bahan dengan harga termurah, aspek kualitas bahan tidak boleh dikesampingkan.

## G. Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 7

Bagaimana aturan pelaporan kecelakaan kerja oleh Pelaksana K3?

Salah satu tugas pelaksana K3 adalah melakukan pencatatan atas kejadian yang terkait dengan K3, dimana :

- a. Setiap kejadian kecelakaan kerja atau kejadian yang berbahaya harus dilaporkan kepada Instansi yang terkait.
- b. Laporan tersebut harus meliputi statistik yang akan menunjukkan hal-hal sebagai berikut :
  - Menunjukkan catatan kecelakaan dari setiap kegiatan kerja, pekerja masing-masing dan
  - Menunjukkan gambaran kecelakaan-kecelakaan dan sebab-sebabnya.

### III. PENUTUP

Materi pokok dalam modul Teknik Konstruksi Baja Kelompok Kompetensi B ini disusun dengan memperhatikan aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan di tempat kerja agar dapat melakukan pekerjaan dengan kompeten. Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan berdasarkan kompetensi adalah penguasaan individu secara nyata di tempat kerja. Dalam Sistem Pelatihan Berbasis Kompetensi, fokusnya tertuju kepada pencapaian kompetensi dan bukan pada pencapaian atau pemenuhan waktu tertentu. Dengan demikian maka dimungkinkan setiap peserta pelatihan memerlukan atau menghabiskan waktu yang berbeda-beda dalam mencapai suatu kompetensi tertentu.

Target kompetensi dan hasil pembelajaran yang diharapkan dapat dicapai melalui modul ini meliputi kompetensi pedagogi dan kompetensi profesional pada Teknik Konstruksi Baja Kelompok Kompetensi B. Setelah mempelajari materi pembelajaran pedagogi tentang pengembangan Pengembangan Strategi Pembelajaran yang terkait dengan mata pelajaran pada Analisis Ilmu Konstruksi Bangunan Baja, dan materi pembelajaran profesional tentang penguasaan materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran pada keahlian Teknik Konstruksi Baja Kelompok Kompetensi B.

Jika peserta belum mencapai kriteria ketuntasan minimal pada usaha atau kesempatan pertama, maka akan diberikan program remedial. Program remedial ini memberikan kesempatan kembali kepada peserta diklat untuk mencapai kriteria ketuntasan minimal.

Bagi pesertadiklat yang dinyatakan telah mencapai kriteria ketuntasan minimal yang dipersyaratkan dapat melanjutkan ke kompetensi selanjutnya hingga menuntaskan sepuluh kompetensi diklat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *Baja Profil I-beam Proses Canai Panas*. SNI 07-0329-2005.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*. SNI 03-1729-2002.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung*. SNI-1726-2002.
- Dewobroto, Wiryanto. 2004. *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan SAP2000*. Jakarta : PT.Elex Media Komputindo.
- Dewobroto, Wiryanto. 2013. *Komputer Rekayasa Struktur dengan SAP2000*. Jakarta : Lumina.
- Dewobroto, Wiryanto. 2015. *Struktur Baja Perilaku, Analisis & Desain – AISC 2010*. Jakarta : Lumina.
- Oentoeng, 2000, *Struktur Baja*, Penerbit Andi Yogyakarta
- Salmon, Charles G, dkk. 1990. *Struktur Baja Desain dan Perilaku*. Madison : Erlangga.
- Schodek, Daniel L. 1999. *Struktur, Edisi Kedua*. Jakarta : Erlangga.
- Setiawan, Agus. 2003. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD, Edisi Kedua*. Jakarta : Erlangga.
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Jakarta : Erlangga.
- Sumargo, 2009, *Perancangan Struktur Baja Metode LRFD Elemen Aksial*, Buku I Bahan Ajar, Politeknik Negeri Bandung