



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Gambar Bagunan

Pedagogik : Pembelajaran Berbasis TIK
Profesional : Menggambar Sambungan Rangka Kuda-Kuda Baja

KELOMPOK
KOMPETENSI





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Gambar Bangunan

Penyusun :

Drs. Juniman Silalahi, M.Pd
UNP Padang
silalahijunimas@gmail.com
08126720156

Reviewer :

Dra. Maryati Jabar, M.Pd
UNP Padang
jabarmaryati@yahoo.co.id
085274566051

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

Modul Diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan ini diharapkan menjadi referensi dan acuan bagi penyelenggara dan peserta diklat dalam melaksanakan kegiatan sebaik-baiknya sehingga mampu meningkatkan kapasitas guru. Modul ini disajikan 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 modul ini, mudah-mudahan modul ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi dalam diklat PKB.

Jakarta, Maret 2016
Direktur Jenderal Guru dan
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

DAFTAR ISI

Cover.....	i
Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi.....	iii
Daftar Gambar.....	iv
Daftar Tabel.....	v
Pendahuluan.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	3
C. Peta Kompetensi.....	3
D. Ruang Lingkup.....	5
E. Saran Cara Penggunaan Modul.....	6
Kegiatan Pembelajaran 1.....	7
A. Tujuan.....	7
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	7
C. Uraian Materi.....	7
D. Aktivitas Pembelajaran.....	22
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	23
F. Rangkuman.....	23
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	24
H. Kunci Jawaban.....	24
Kegiatan Pembelajaran 2.....	26
A. Tujuan.....	26
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	26
C. Uraian Materi.....	26
D. Aktivitas Pembelajaran.....	50
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	51
F. Rangkuman.....	53
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	53

H. Kunci Jawaban.....,	53
Kegiatan Pembelajaran 3.....	58
A. Tujuan.....	58
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	58
C. Uraian Materi.....	58
D. Aktivitas Pembelajaran.....	75
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	76
F. Rangkuman.....	77
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	78
H. Kunci Jawaban.....,	78
Kegiatan Pembelajaran 4.....	82
A. Tujuan.....	82
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	82
C. Uraian Materi.....	82
D. Aktivitas Pembelajaran.....	89
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	90
F. Rangkuman.....	90
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	91
H. Kunci Jawaban.....,	91
Kegiatan Pembelajaran 5.....	93
A. Tujuan.....	93
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	93
C. Uraian Materi.....	93
D. Aktivitas Pembelajaran.....	98
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	99
F. Rangkuman.....	100
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	100
H. Kunci Jawaban.....,	100
Kegiatan Pembelajaran 6.....	102

A. Tujuan.....	102
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	102
C. Uraian Materi.....	102
D. Aktivitas Pembelajaran.....	108
 Kegiatan Pembelajaran 7.....	 110
A. Tujuan.....	110
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	110
C. Uraian Materi.....	110
D. Aktivitas Pembelajaran.....	128
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	128
F. Rangkuman.....	129
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	130
H. Kunci Jawaban.....,	130
 Kegiatan Pembelajaran 8.....	 133
A. Tujuan.....	133
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	133
C. Uraian Materi.....	133
D. Aktivitas Pembelajaran.....	147
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	148
F. Rangkuman.....	148
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	148
H. Kunci Jawaban.....,	148
 Penutup.....	 150
A. Evaluasi	150
B. Daftar Pustaka.....	150

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang memiliki 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 dan bermartabat wajib melakukan Pengembangan Keprofesian berkelanjutan (PKB) sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen.

Pengembangan keprofesian berkelanjutan (PKB) adalah 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 kompetensi guru dan tenaga kependidikan secara keseluruhan, berurutan dan terencana, mencakup bidang-bidang yang berkaitan dengan profesinya didasarkan pada kebutuhan individu guru dan tenaga kependidikan.

Modul Guru Pembelajar Teknik Gambar Bangunan Kelompok Kompetensi E ini dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional. Kompetensi pedagogik, membahas tentang pembelajaran berbasis TIK. Kompetensi profesional, membahas tentang menggambar sambungan rangka kuda-kuda baja.

Modul ini merupakan substansi materi pelatihan yang dikemas dalam suatu unit program pembelajaran yang terencana guna membantu pencapaian peningkatan kompetensi yang didesain dalam bentuk *printed materials* (bahan tercetak). Modul ini berbeda dengan handout, buku teks, atau bahan tertulis lainnya yang sering digunakan dalam kegiatan pelatihan guru, seperti diktat, makalah, atau ringkasan materi/bahan sajian pelatihan. Modul ini pada intinya merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang menuntut peserta pelatihan untuk belajar lebih mandiri dan aktif. Modul ini digunakan pada kelompok kompetensi E baik yang dilakukan melalui diklat

oleh lembaga pelatihan tertentu maupun melalui kegiatan kolektif guru yang terbagi menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi.

Manfaat penggunaan modul ini yaitu:

- a. Mengatasi kelemahan sistem pembelajaran konvensional dalam pelatihan.

Melalui modul Diklat ini peserta pelatihan diharapkan dapat berusaha untuk mencari dan menggali sendiri informasi secara lebih aktif dan mengoptimalkan semua kemampuan dan potensi belajar yang dimilikinya.

- b. Meningkatkan konsentrasi belajar peserta pelatihan.

Konsentrasi belajar dalam kegiatan pelatihan guru menjadi amat penting agar peserta pelatihan tidak mengalami kesulitan pada saat harus menyelesaikan tugas-tugas atau latihan yang disarankan. Sistem pelatihan dengan menggunakan modul dapat mewujudkan proses belajar dengan konsentrasi yang lebih meningkat.

- b. Meningkatkan motivasi belajar peserta pelatihan.

Dengan menggunakan modul ini kegiatan pembelajaran dapat disesuaikan dengan kesempatan dan kecepatan belajarnya masing-masing, sehingga peran motivasi belajar akan menjadi indikator utama yang dapat mendukung peserta pelatihan dalam mencapai kompetensi pelatihan secara tuntas (*mastery*).

- c. Meningkatkan kreativitas instruktur/fasilitator/narasumber dalam mempersiapkan pembelajaran individual.

Melalui penggunaan modul seorang instruktur/fasilitator/narasumber dituntut untuk lebih kreatif dalam mempersiapkan rencana pembelajaran secara individual. Seorang instruktur/fasilitator/narasumber pelatihan guru harus mampu berfikir secara kreatif untuk menetapkan pengalaman belajar apa yang harus diberikan agar dapat dirasakan oleh peserta pelatihan yang mempelajari modul tersebut.

B. Tujuan

Modul Guru Pembelajar Teknik Gambar Bangunan Kelompok Kompetensi E ini disusun untuk meningkatkan kualitas layanan dan mutu pendidikan di SMK Teknologi Keahlian Teknik Gambar Bangunan serta mendorong guru untuk senantiasa memelihara dan meningkatkan kompetensi secara terus menerus sesuai dengan profesinya. Secara khusus bertujuan untuk: (1) Meningkatkan kompetensi guru untuk mencapai standar kompetensi yang ditetapkan dalam peraturan perundangan yang berlaku; (2) Memenuhi kebutuhan guru dalam peningkatan kompetensi sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni; (3) Meningkatkan komitmen guru dalam melaksanakan tugas pokok dan fungsinya sebagai tenaga profesional; dan (4) Menumbuhkembangkan rasa cinta dan bangga sebagai penyandang profesi guru.

C. Peta Kompetensi

Pemetaan kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional dari modul ini didasarkan pada mata pelajaran yang diampu yang difokuskan pada kelompok peminatan paket keahlian (C3). Adapun dasar hukum yang dirujuk dalam penyusunan peta kompetensi dalam modul ini adalah Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru.

Pemetaan kompetensi diperoleh dengan melakukan analisis terhadap pencapaian kompetensi yang diharapkan. Analisis ini menghasilkan Diagram Pencapaian Kompetensi. Diagram pencapaian kompetensi merupakan tahapan atau tata urutan logis kompetensi yang diajarkan dan dilatihkan kepada peserta diklat dalam kurun waktu yang dibutuhkan. Diagram pencapaian kompetensi dibuat untuk setiap kelompok muatan/objek kompetensi yang sejenis (mata pelajaran yang diampu).

Setelah analisis dan diagram pencapaian kompetensi, maka dilakukan analisis untuk sinkronisasi pencapaian kompetensi, yakni antara kelompok kompetensi pedagogik dengan kompetensi profesional. Peta kompetensi

Modul Guru Pembelajar Teknik Gambar Bangunan Kelompok Kompetensi E ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Peta Modul Guru Pembelajar Teknik Gambar Bangunan Kelompok Kompetensi E

KOMPETENSI UTAMA	KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI GURU	INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI
Pedagogik	5 Memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran	5.1 Memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran yang diampu	5.1.1 Macam-macam teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran dijelaskan sesuai dengan kegunaannya
Profesional	20.1 Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.	20.2 Merencanakan konstruksi gelagar, kantilever dan rangka batang	20.2.7 Memeriksa syarat kesetimbangan gaya pada tumpuan akibat bekerjanya beban pada konstruksi sesuai hukum Newton III
			20.2.10 Menentukan cara menggambar bidng D, N dan momen gelagar dan kantilever yang ditumpu pada ujung-ujungnya
			20.2.11 Menerapkan cara menghitung besar dan arah gaya pada rangka batang secara grafis Menentukan cara menggambar bidng D, N dan momen gelagar dan kantilever yang ditumpu pada ujung-ujungnya
			20.2.12 Menentukan cara perhitungan besar momen kelembaman penampang balok secara analitis
		20.3 Membuat gambar kerja Konstruksi Bangunan	20.3.11 Membuat gambar kerja pada sambungan rangka kuda-kuda baja (profil dan ringan)
		20.4 Mengelola dan menggambar hasil data pengukuran untuk pekerjaan konstruksi bangunan	20.4.3 Menganalisis data hasil pengukuran horisontal dan vertikal 20.4.4 Mengolah data hasil pengukuran untuk mendesain bangunan
20.11 Membuat gambar bangunan menggunakan perangkat lunak	20.11.6 Menganalisis fungsi dan cara rendering pada gambar obyek 3 dimensi dengan perangkat lunak		

D. Ruang Lingkup

Modul ini disusun dalam delapan kegiatan pembelajaran sesuai indikator pencapaian kompetensi yang ada dan dikelompokkan menjadi dua, yaitu kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional. Kompetensi pedagogik, berisi kegiatan pembelajaran 1 membahas tentang macam-macam teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran. Kompetensi profesional, terdiri dari kegiatan pembelajaran 2 membahas tentang syarat kesetimbangan gaya pada tumpuan akibat bekerjanya beban pada konstruksi sesuai hukum Newton III. Kegiatan pembelajaran 2 membahas tentang cara menggambar bidang D, N dan momen lentur. Kegiatan pembelajaran 3 membahas tentang cara menghitung besar dan arah gaya pada rangka batang secara grafis dan menentukan cara menggambar bidang D, N dan momen lentur. Kegiatan pembelajaran 4 membahas tentang cara perhitungan besar momen kelembaman penampang balok secara analitis. Kegiatan pembelajaran 5 membahas tentang membuat gambar kerja pada sambungan rangka kuda-kuda baja (profil dan ringan). Kegiatan pembelajaran 6 membahas tentang analisis data hasil pengukuran horisontal dan vertikal. Kegiatan pembelajaran 7 membahas tentang pengolahan data hasil pengukuran untuk mendesain bangunan. Kegiatan pembelajaran 8 membahas tentang analisis fungsi dan cara rendering pada gambar obyek 3 dimensi dengan perangkat lunak.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

1. Pahami setiap materi kegiatan pembelajaran dengan membaca secara cermat dan teliti, kemudian kerjakan soal-soal latihan/kasus/tugas yang diberikan sebagai sarana evaluasi.
2. Catatlah kesulitan yang anda dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada Fasilitator atau Widyaiswara pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah referensi lainnya yang berhubungan dengan materi modul agar anda mendapatkan tambahan pengetahuan.

3. Untuk menjawab soal latihan/kasus/tugas yang diberikan usahakan memberi jawaban yang singkat, jelas dan kerjakan sesuai dengan kemampuan anda setelah mempelajari modul ini.
4. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bilamana perlu konsultasikan hasil tersebut pada Fasilitator atau Widyaiswara.
5. Siapkan semua peralatan yang mendukung pelaksanaan kegiatan Diklat Guru Teknik Gambar Bangunan kelompok kompetensi E.
6. Ikuti prosedur dan langkah-langkah kerja secara urut sebagaimana tercantum dalam modul ini.
7. Bila ada yang meragukan segera konsultasikan dengan Fasilitator atau Widyaiswara.
8. Mengawali dan mengakhiri pekerjaan senantiasa dengan berdo'a agar diberikan kelancaran, perlindungan dan keselamatan dari Tuhan Yang Maha Kuasa.

Kegiatan Pembelajaran 1

MACAM-MACAM TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI

A. Tujuan

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran yang ada dalam modul diklat ini anda diharapkan dapat memanfaatkan macam-macam teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Macam-macam teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran dijelaskan sesuai dengan kegunaannya.

C. Uraian Materi

1. Perkembangan Teknologi informasi dan komunikasi

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi sangat berdampak positif bagi kemajuan dunia pendidikan dewasa ini, khususnya teknologi komputer dan internet, baik dalam hal perangkat keras maupun perangkat lunak banyak memberikan tawaran dan pilihan bagi dunia pendidikan untuk menunjang proses pembelajaran. Keunggulan yang ditawarkan bukan saja terletak pada faktor kecepatan untuk mendapatkan informasi namun juga fasilitas multi media yang dapat membuat belajar lebih menarik, visual dan interaktif.

Dengan adanya perkembangan dalam bidang pembelajaran sebagaimana diuraikan di atas, maka proses pembelajaran tradisional-konvensional yang terjadi dalam ruangan kelas pada era desentralisasi dan globalisasi lambat laun namun pasti akan mengalami kehilangan bentuk.

Di samping itu, dalam kenyataannya pada skala yang lebih besar, kegiatan belajar tradisional-konvensional membutuhkan biaya yang cukup

besar dalam penyiapan infrastrukturnya (ruangan, laboratorium, perpustakaan, meubel, media pembelajaran, dan lain-lain). Dengan kondisi seperti itu, maka dewasa ini banyak pihak penyelenggara pendidikan mulai melirik penerapan konsep *distance learning* sebagai alternatif pembelajaran yang dianggap lebih efektif dan efisien, terutama sekali sebagai pengaruh munculnya perkembangan yang sangat pesat yang terjadi dalam bidang teknologi telekomunikasi dan teknologi informasi.

Berbagai teknologi dan aplikasi tercipta dalam upaya mendukung kegiatan operasional kehidupan manusia maupun organisasi, termasuk kegiatan belajar dan mengajar. Kemajuan teknologi yang menyatukan kemajuan komputasi, televisi, radio, dan telepon menjadi satu kesatuan (terintegrasi) terbentuk sebagai suatu revolusi informasi dan komunikasi global. Revolusi ini terwujud dari kemajuan teknologi di bidang komputer pribadi, komunikasi data dan kompresi, bandwidth, data storage dan data access, integrasi multimedia dan jaringan komputer. Teknologi Informasi dapat menjadi alat pendorong ke arah kemajuan bangsa.

Salah satu dampak terbesar adalah perkembangan pembangunan di bidang pendidikan. Hal yang merupakan jembatan menuju bangsa yang maju di mana masyarakat dapat memiliki alat-alat yang membantu mereka mengembangkan usaha dan menikmati hasilnya secara mudah, murah dan merata. Sesuatu yang merupakan kerangka akses untuk semua orang dalam mengarungi abad 21 ini.

Teknologi Informasi dan komunikasi dapat membantu memberi perubahan besar di banyak negara. Dalam era global sekarang ini tidak ada lagi sekat dalam hal akses informasi sehingga semua lapisan masyarakat mempunyai kesempatan yang sama untuk mengembangkan diri dalam segala aspek kehidupan. Tentunya kita sebagai masyarakat Indonesia tidak dapat menolak terhadap "*booming*" Teknologi Informasi dan komunikasi ini.

Peranan dunia pendidikan menjadi pintu utama untuk menyaring, mentransfer dan memberikan *constraints* sehingga nilai-nilai tradisional yang positif tidak mudah terkikis bahkan kita berharap dapat bergabung

secara sinergis. Tentunya tugas kita sernua untuk sama-sama berpikir mencari format terbaik bagaimana memanfaatkan dan mengevaluasi peranan Teknologi Informasi dan komunikasi dalam meningkatkan kualitas pendidikan di tanah air tercinta ini.

Perkembangan peradaban manusia diiringi dengan perkembangan cara penyampaian informasi (yang selanjutnya dikenal dengan istilah Teknologi Informasi). Mulai dari gambar-gambar yang tak bermakna di dinding-dinding gua, peletakkan tonggak sejarah dalam bentuk prasasti sampai diperkenalkannya dunia arus informasi yang kemudian dikenal dengan nama internet. Informasi yang disampaikan pun berkembang dari sekedar menggambarkan keadaan sampai taktik bertempur.

Khusus penggunaan Internet untuk kepeduan pendidikan yang semakin meluas terutama di negara-negara maju, merupakan fakta yang menunjukkan bahwa dengan media ini memang dimungkinkan diselenggarakannya proses belajar mengajar yang lebih efektif. Hal itu terjadi karena dengan sifat dan karakteristik Internet yang cukup khas, sehingga diharapkan bisa digunakan sebagai media pembelajaran sebagaimana media lain telah dipergunakan sebelumnya seperti radio, televisi, CD ROM Interkatif dan lain-lain.

Pernanfaatan internet sebagai bagian dari kegiatan pembelajaran di sekolah tidak semudah yang dibayangkan, karena banyak hal yang harus dipelajari, diperhatikan dan dilakukan dengan sungguh-sungguh sebelum menerapkannya. Sebagai media yang diharapkan akan menjadi bagian dari suatu proses belajar mengajar di sekolah, internet harus mampu memberikan dukungan bagi terselenggaranya proses komunikasi interaktif antara guru dengan siswa sebagaimana yang dipersyaratkan dalam suatu kegiatan pembelajaran. Kondisi yang harus mampu didukung oleh internet tersebut terutama berkaitan dengan strategi pembelajaran yang akan dikembangkan, yang kalau dijabarkan secara sederhana, bisa diartikan sebagai kegiatan komunikasi yang dilakukan untuk mengajak siswa mengadakan tugas-tugas dan membantu siswa dalam memperoleh pengetahuan yang dibutuhkan dalam rangka mengerjakan tugas-tugas tersebut.

Strategi pembelajaran yang meliputi pengajaran, diskusi, membaca, penugasan, presentasi dan evaluasi, secara umum keterlaksanaannya tergantung tiga mode dasar dialog/komunikasi sebagai berikut:

- a. Dialog/komunikasi antara guru dengan siswa
- b. dialog/komunikasi antara siswa dengan sumber belajar
- c. dialog/komunikasi di antara siswa

Apabila ketiga aspek tersebut diselenggarakan dengan komposisi yang serasi, maka diharapkan akan terjadi proses pembelajaran yang optimal. Perancangan suatu pembelajaran dengan mengutamakan keseimbangan antara ketiga dialog/komunikasi tersebut sangat penting pada lingkungan pembelajaran berbasis web.

Sesungguhnya internet merupakan media yang bersifat multi-rupa, pada satu sisi internet bisa digunakan untuk berkomunikasi secara interpersonal misalnya dengan menggunakan e-mail dan chat sebagai sarana berkomunikasi antar pribadi (*one-to-one communications*), di sisi lain dengan e-mail pengguna bisa melakukan komunikasi dengan lebih dari satu orang atau sekelompok pengguna yang lain (*one-to-many communications*). Bahkan internet juga memiliki kemampuan memfasilitasi kegiatan diskusi dan kolaborasi oleh sekelompok orang.

Di samping itu dengan kemampuannya untuk menyelenggarakan komunikasi tatap muka (*teleconference*), memungkinkan pengguna internet dapat berkomunikasi secara audiovisual sehingga dimungkinkan terselenggaranya komunikasi verbal maupun non-verbal secara *real-time*. Secara nyata internet dapat digunakan dalam setting pembelajaran di sekolah, karena memiliki karakteristik yang khas yaitu (1) sebagai media interpersonal maupun media massa yang memungkinkan terjadinya komunikasi *one-to-one* maupun *one-to-many*; (2) memiliki sifat interkatif; dan (3) memungkinkan terjadinya komunikasi secara sinkron (*synchronous*) maupun tertunda (*asynchronous*), sehingga memungkinkan terselenggaranya ketiga jenis dialog/komunikasi yang merupakan syarat terselenggaranya suatu proses pembelajaran.

2. Macam-macam teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran

Peralatan teknologi Informasi, antara lain:

a. Cash Register

Cash Register yaitu alat yang digunakan untuk memperoleh informasi pembayaran di kasir (mesin penghitung uang).



Gambar 1.1. Cash Register

b. Kalkulator

Kalkulator itu alat yang digunakan untuk memperoleh informasi hasil perhitungan angka.



Gambar 1.2. Kalkulator

c. Komputer

Komputer yaitu alat berupa *hardware* dan *software*, digunakan untuk membantu mengolah data menjadi informasi dan menyimpannya untuk ditampilkan dilain waktu. Informasi yang dihasilkan komputer dapat berupa tulisan, gambar, suara, video dan animasi.



Gambar 1.3. Komputer

d. Laptop /Notebook

Laptop/Notebook yaitu peralatan yang fungsinya sama dengan komputer tetapi bentuknya praktis dapat dilipat dan dibawa ke mana saja, karena menggunakan bantuan baterai charger sehingga dapat digunakan tanpa menggunakan listrik.



Gambar 1.4. Laptop /Notebook

e. Deskbook

Deskbook yaitu peralatan sejenis komputer yang bentuknya praktis yaitu CPU menyatu dengan Monitor sehingga mudah diletakan diatas meja tanpa memakan banyak tempat tetapi masih harus menggunakan listrik langsung. Karena belum dilengkapi batterai.



Gambar 1.5. Deskbook

f. Personal Digital Assistant (PDA)

Personal Digital Assistant (PDA) atau komputer genggam yaitu peralatan sejenis komputer tetapi bentuknya sangat mini sehingga dapat dimasukkan ke dalam saku. Manfaatnya hampir sama dengan komputer dapat mengolah data, bahkan sekarang banyak PDA yang juga dapat berfungsi sebagai Handphone (PDA Phone). PDA pertama kali muncul pada tahun 1986 dengan diluncurkannya The Psion Organiser II. PDA pertama ini berbentuk seperti komputer genggam yang dilengkapi dengan *keyboard* dan layar kecil.



Gambar 1.6. Personal Digital Assistant (PDA)

g. Kamus Elektronik

Kamus Elektronik yaitu peralatan elektronik yang digunakan untuk untuk menterjemahkan antar bahasa.



Gambar 1.7. Kamus Elektronik

h. MP4 Player

MP4 Player yaitu peralatan yang digunakan sebagai media penyimpanan data sekaligus sebagai alat pemutar video dan music serta game.



Gambar 1.8. MP4 Player

i.. Kamera digital

Kamera digital yaitu perlatan yang digunakan untuk menyimpan gambar atau video dengan menggunakan metode penyimpanan secara digital atau disk.



Gambar 1.9. Kamera digital

j. Alqur'an Digital

Alqur'an Digital yaitu perlatan yang digunakan untuk menyimpan data berisi Alqur'an yang dapat mengeluarkan tulisan dan suara.



Gambar 1.10. Alqur'an Digital

k. Flash disk

Flash disk yaitu media penyimpanan data yang berbentuk Universal Serial Bus (USB) tetapi dapat menyimpan data dalam jumlah banyak.



Gambar 1.11. Flash disk

l. MP3 Player

MP3 Player yaitu perlatan yang dapat menyimpan data sekaligus dapat digunakan untuk memutar music dan mendengarkan radio.



Gambar 1.12. MP3 Player

m. Televisi

Televisi yaitu peralatan teknologi yang digunakan untuk menyampaikan informasi dalam bentuk gambar bergerak / video secara langsung. Sebuah sistem elektronik yang dapat menerima pesan atau sinyal berupa gambar dan suara melalui gelombang. Televisi ditemukan oleh Gottlieb Paul Nipkow pada tahun 1860-1940. Macam-macam televisi dibedakan menjadi televisi digital dan analog. Televisi digital adalah sebuah teknologi yang diterapkan pada sinyal siaran televisi atau jenis televisi yang menggunakan modulasi digital dan sistem kompresi untuk menyiarkan sinyal video, audio, dan data ke pesawat televisi.



Gambar 1.13. Televisi

n. Radio

Radio yaitu peralatan elektronik digunakan untuk menyampaikan informasi berupa suara dari stasiun pemancar melalui frekuensi yang telah ditetapkan. Dalam sebuah radio, terdapat tiga komponen yang mendukung yaitu sistem pemancar, sumber suara, dan antena pemancar.



Gambar 1.14. Radio

o. Koran

Koran yaitu media cetak yang digunakan untuk menyampaikan informasi berupa tulisan dan gambar yang terbit setiap hari.



Gambar 1.15. Koran

p. Majalah

Majalah yaitu media cetak yang digunakan untuk menyampaikan informasi berupa tulisan dan gambar yang terbit secara rutin setiap minggu atau bulan.



Gambar 1.16. Majalah

3. Teknologi Komunikasi

Teknologi Komunikasi adalah suatu alat atau perangkat yang menggabungkan aspek sosial yang memungkinkan setiap individu dapat mendapatkan, mengirimkan, dan saling bertukar informasi dengan individu-individu lainnya. Dengan demikian, setiap individu dapat mencari informasi atau data yang dibutuhkan dengan teknologi komunikasi.

Saat ini banyak jenis perangkat atau alat yang dapat digunakan sebagai komunikasi. Banyak teknologi komunikasi yang berkembang dengan cepat dengan dukungan teknologi yang ada saat ini. Salah satu contohnya adalah teknologi komunikasi melalui media internet. Sesuatu hal yang dapat digolongkan kedalam teknologi komunikasi adalah:

- a. Teknologi komunikasi dapat di implementasikan dalam suatu alat
- b. Teknologi komunikasi dilahirkan oleh sebuah struktur sosial,ekonomi dan politik
- c. Teknologi komunikasi membawa nilai yang berasal dari struktur ekonomi, sosial dan politik tertentu
- d. Teknologi komunikasi meningkatkan kemampuan indera manusia terutama kemampuan mendengar dan melihat.

Peralatan teknologi komunikasi, antara lain:

a. Telephone

Telephone yaitu peralatan teknologi yang digunakan untuk berkomunikasi antara dua orang dengan menggunakan suara. Asal-usul dari kata telepon sendiri berasal dari bahasa Yunani, yaitu *tele*: jauh dan *phone*: suara. Telepon pertama ditemukan oleh Alexander Graham Bell pada tahun 1876. Sampai saat ini, teknologi ini mengalami perkembangan dan kemajuan yang sangat pesat. Telephone terbagi menjadi tiga macam, yaitu:

- 1) Fixphone (deskphone), yaitu alat komunikasi yang berbentuk Pesawat Sambungan Tekan Nomor dengan menggunakan kabel yang sifatnya permanen yang tidak bisa dipindah tempat yang tidak ada kabel jaringannya. Contoh jenis telephone ini adalah telephone yang dipakai dirumah-rumah atau kantor menggunakan kabel telkom.



Gambar 1.17. Fixphone

- 2) Phone Celluler (*handphone*) yaitu alat komunikasi tanpa kabel yang berupa pesawat celuler yang bentuknya cukup kecil yang dapat dibawa pergi sampai keluar kota. Pesawat celluler ini harus menggunakan kartu jaringan agar dapat digunakan .sering disebut dengan handphone karena pesawat ini digunakan cukup ditaruh ditangan . contoh Telephone jenis ini ada 2 macam, yaitu GSM seperti Mentari Simpati,XI, Matrik,dan CDMA seperti Flexi, Fren, Esia, Starone,Ceria adapun merek-merek yang sering digunakan adalah Nokia, Siemens, Samsung, Sony Ericsson, Mito dan lain-lain.



Gambar 1.18. Phone Celluler

- 3) Fixphone celluler (wirless deskphone) yaitu perlatan komunikasi yang berbentuk telephone duduk tanpa kabel yang dapdipindah ketempat lain. Telepon jenis ini harus menggunakan kartu jaringan khusus CDMA seperti flexi, ceria, fren atau Esia.



Gambar 1.19. Fixphone celluler

2. Faximile (fotocopy jarak jauh)

Faximile(fotocopy jarak jauh) yaitu perlatan komunikasi yang digunakan untuk mengirim tulisan kepada sesama alat tersebut melalui sambungan telephone. Contoh merek : Brother: Canon, HP, Epson dll.



Gambar 1.20. Faximile

Peralatan teknologi Informasi, antara lain:

a. Telegraph

Telegraph yaitu peralatan komunikasi yang digunakan untuk mengirim sandi melalui jaringan telephone. Telegram berisi kombinasi kode yang ditransmisikan oleh alat yang disebut telegraf, dengan menggunakan kabel-kabel yang menghubungkan satu lokasi dengan lokasi yang lain melalui bawah laut. Peralatan ini cikal bakal teknologi modern. Telegram berasal dari bahasa Yunani yaitu tele: jauh dan grapien: menulis. Telegram ditemukan pada tahun 1837 di Amerika Serikat yaitu Samuel F.B Morse bersama dengan asistennya Alexander Bain. Fungsi dari telegram adalah mengirim sebuah pesan yang dinyatakan dalam bentuk sandi morse.



Gambar 1.21. Telegraph

b. Pager (Penyeranta)

Pager (Penyeranta) yaitu peralatan komunikasi yang digunakan untuk menerima pesan teks melalui jaringan tanpa kabel. Radio panggil ini pertama kali diciptakan oleh Multitone Electronic pada tahun 1956 di Rumah sakit St. Thomas, London. Dipakai oleh dokter-dokter yang sedang bertugas dalam kondisi darurat, sejak itu radio panggil berkembang, jutaan pesan dikirimkan kepada orang-orang yang membutuhkan informasi cepat.



Gambar 1.22. Pager

c. Walky talky

Walky talky yaitu peralatan komunikasi antara dua orang menggunakan pesawat khusus (HT) tanpa kabel menggunakan gelombang 11 meter atau 2 meter. Komunikasi alat ini tidak memerlukan biaya atau tarif ,namun komunikasinya secara bergantian dan dapat didengarkan oleh orang lain pada gelombang yang sama. Komunikasi jenis ini sering dinamakan brik-brikan ,dan yang sering menggunakan komunikasi dengan alat ini adalah pihak kepolisian dilapangan.



Gambar 1.23. Walky talky

d. Internet Mesenger

Internet Mesenger yaitu komunikasi antara satu orang dengan orang lain menggunakan teks, suara atau video dengan komputer, komunikasi jenis ini dapat dilakukan dengan satu orang atau beberapa orang sekaligus (confenece) .komunikasi jenis ini selain menggunakan teks (chatting) tetapi juga dapat menggunakan suara (voice) bahkan sekarang dapat juga menggunakan streaming (Messenger dengan webcam).



Gambar 1.24. Internet Mesenger

e. Email

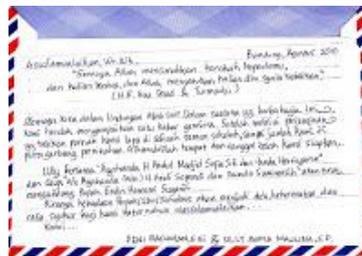
Email adalah media komunikasi yang digunakan untuk berkirim surat atau data melalui internet. Komunikasi melalui email lebih efisien selain tidak perlu membayar proses pengirimannya sangat cepat sampai. Contoh Perusahaan pembuat email: Yahoo, Plasa, Hotmail, Gmail, Mailcity dan sebagainya.



Gambar 1.25. Email

f. Surat POS

Surat POS yaitu media pengiriman surat biasa melalui jasa pengiriman paket pos, biasanya pengiriman pos memakan waktu yang lebih lama, karena pengirim harus mengetahui alamat surat dengan jelas.



Gambar 1.26. Surat Pos

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Pahami setiap materi kegiatan pembelajaran dengan membaca secara cermat dan teliti, kemudian kerjakan soal-soal latihan/kasus/tugas yang diberikan sebagai sarana evaluasi.
2. Catatlah kesulitan yang anda dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada Fasilitator atau Widyaiswara pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah

referensi lainnya yang berhubungan dengan materi modul agar anda mendapatkan tambahan pengetahuan.

3. Untuk menjawab soal latihan/kasus/tugas yang diberikan usahakan memberi jawaban yang singkat, jelas dan kerjakan sesuai dengan kemampuan anda setelah mempelajari modul ini.
4. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bilamana perlu konsultasikan hasil tersebut pada Fasilitator atau Widyaiswara.
5. Siapkan semua peralatan yang mendukung pelaksanaan kegiatan Diklat Guru Teknik Teknik Gambar Bangunan kelompok kompetensi E.
6. Ikuti prosedur dan langkah-langkah kerja secara urut sebagaimana tercantum dalam modul ini.
7. Bila ada yang meragukan segera konsultasikan dengan Fasilitator atau Widyaiswara.
8. Mengawali dan mengakhiri pekerjaan senantiasa dengan berdo'a agar diberikan kelancaran, perlindungan dan keselamatan dari Tuhan Yang Maha Kuasa.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Jelaskan pengertian Elektronik Learning (*e-Learning*)
2. Bagaimana karakteristik pembelajaran melalui teknologi informasi.
3. Mengapa belajar melalui internet lebih efektif dibandingkan belajar secara konvensional!.
4. Jelaskan faktor-faktor pendukung terlenggaranya pembelajaran melalui teknologi informasi.

F. Rangkuman

Teknologi Informasi dan komunikasi adalah suatu alat atau perangkat yang menggabungkan aspek sosial yang memungkinkan setiap individu dapat mendapatkan, mengirimkan, dan saling bertukar informasi dengan individu-

individu lainnya. Dengan demikian, setiap individu dapat mencari informasi atau data yang dibutuhkan dengan teknologi komunikasi.

Salah satu teknologi yang mengalami perkembangan pesat adalah internet. Internet dapat digunakan dalam setting pembelajaran di sekolah, karena memiliki karakteristik yang khas yaitu (1) sebagai media interpersonal maupun media massa yang memungkinkan terjadinya komunikasi *one-to-one* maupun *one-to-many*; (2) memiliki sifat interkatif; dan (3) memungkinkan terjadinya komunikasi secara sinkron (*synchronous*) maupun tertunda (*asynchronous*), sehingga memungkinkan terselenggaranya ketiga jenis dialog/komunikasi yang merupakan syarat terselenggaranya suatu proses pembelajaran.

G. Umpan Balik/Tindak Lanjut

Setelah mempelajari modul ini anda diharapkan dapat memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran yang diampu.

H. Kunci Jawaban

1. Pengertian e-Learning:
 - a. E-Learning adalah pembelajaran melalui pemanfaatan teknologi komputer atau internet.
 - b. E-Learning adalah penggunaan jalinan kerja teknologi untuk mendesain, mengirim, memilih, mengorganisir pembelajaran.
 - c. E-Learning adalah pembelajaran yang dapat terjadi di internet.
 - d. E-Learning adalah dinamik, beroperasi pada waktu yang nyata, kolaborasi individu dan konprehensif.
2. Sebagai media interpersonal, memiliki sifat interaktif, memungkinkan terjadinya komunikasi secara sinkron maupun tertunda.

3. Mampu mengatasi berbagai persoalan pembelajaran, hemat waktu dan biaya, sumber belajar tidak bergantung pada guru dan mendorong siswa berkreasi dan berinovasi.
4. Dukungan yang datang dari intitusi, masyarakat, guru, siswa, dan teknologi.

Kegiatan Pembelajaran 2

SYARAT KESETIMBANGAN GAYA PADA TUMPUAN

A. Tujuan

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran yang ada dalam modul diklat ini anda diharapkan dapat memeriksa syarat kesetimbangan gaya pada tumpuan akibat bekerjanya beban pada konstruksi sesuai hukum Newton III.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

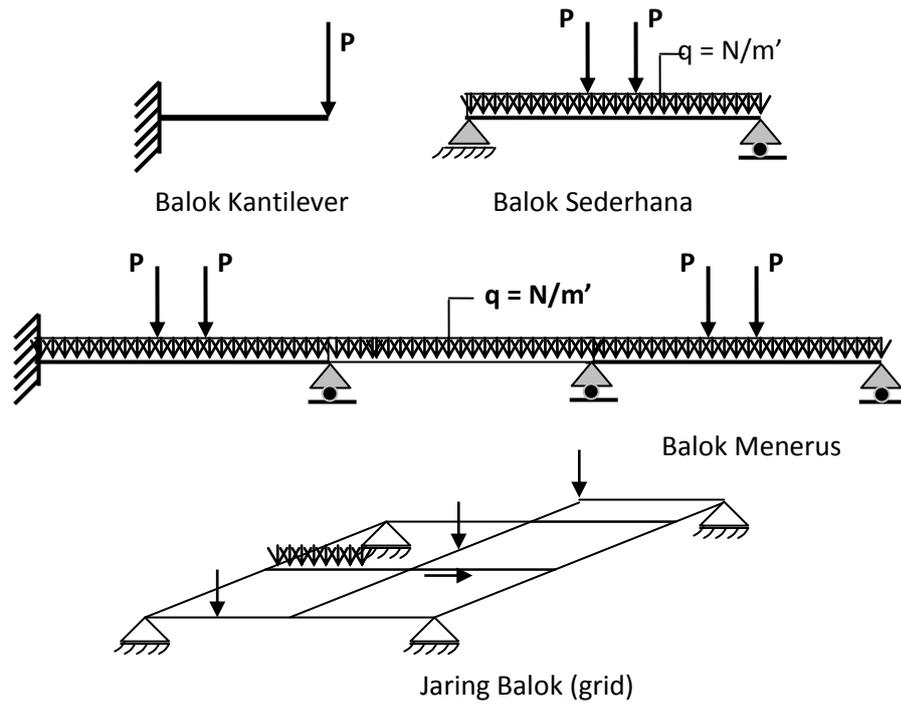
Memeriksa syarat kesetimbangan gaya pada tumpuan akibat bekerjanya beban pada konstruksi sesuai hukum Newton III.

C. Uraian Materi

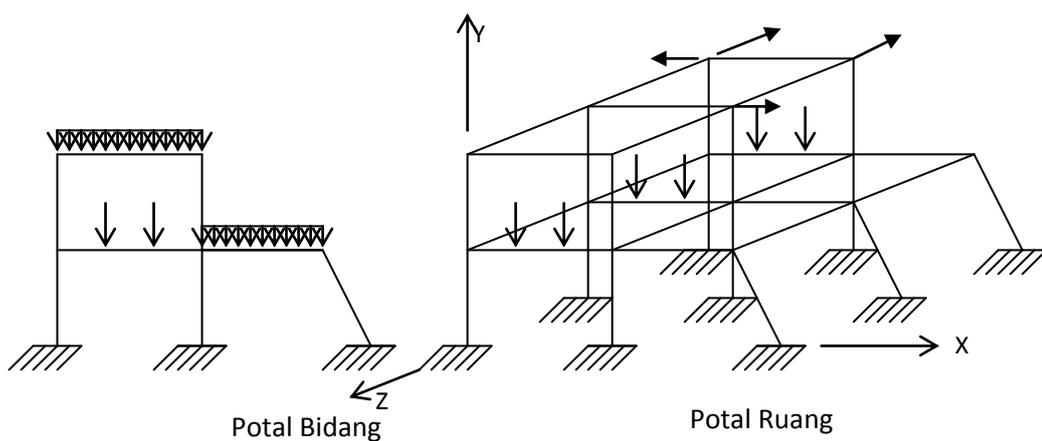
1. Pendahuluan

Sebagian besar struktur digolongkan atas balok (gelagar), rangka kaku (portal), dan rangka batang (truss). Balok (gelagar), yaitu batang struktural yang terletak di atas tumpuan, dirancang untuk mampu mendukung atau menahan muatan/beban vertikal dan horizontal maupun miring (Gambar 2.1). Rangka kaku (portal), yaitu struktur yang terdiri dari batang vertikal dan horizontal maupun miring, masing-masing dihubungkan dengan sambungan kaku (disebut titik simpul atau titik buhul). Struktur ini dirancang sedemikian untuk mampu mendukung atau menahan muatan/beban vertikal dan horizontal maupun miring (Gambar 2.2). Rangka batang (truss), yaitu struktur yang dibentuk atas beberapa segi tiga batang, yang semua batang dihubungkan oleh titik-titik simpul yang dianggap sendi. Dengan demikian, momen pada batang tersebut dapat diabaikan atau dihilangkan (Gambar 2.3.).

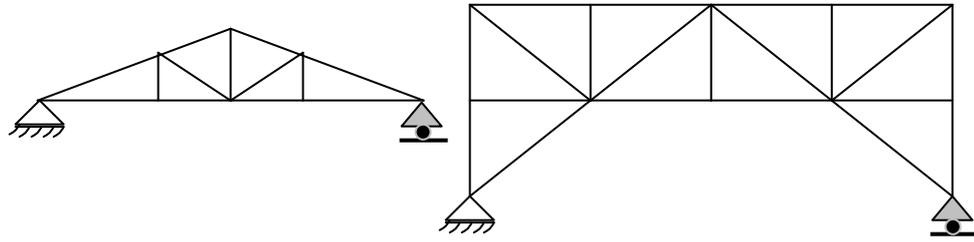
Umumnya analisis struktur menggunakan dasar statika. Statika dapat dibedakan menjadi dua, yaitu statis tertentu dan statis tak tentu. Struktur dikategorikan sebagai statis tertentu dan statis tak tentu tergantung jenis dan banyak tumpuan yang digunakan serta banyak reaksi tumpuan yang harus diketahui.



Gambar 2.1. Balok (Gelagar)

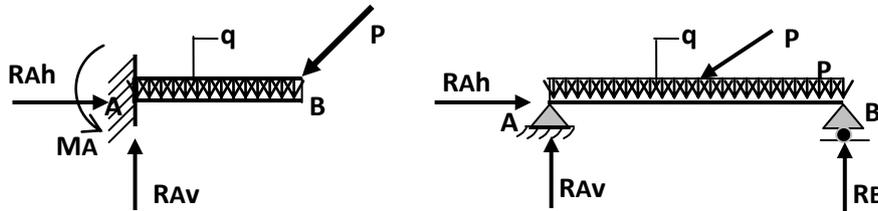


Gambar 2.2. Rangka Kaku (Portal)

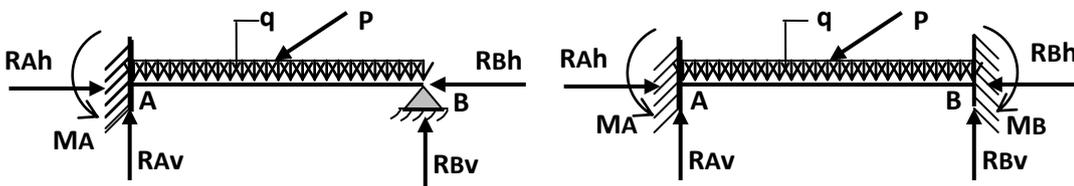


Gambar 2.3. Rangka Batang (Truss)

Untuk tinjauan sebidang atau dua dimensi, apabila jumlah reaksi tumpuan tidak lebih dari tiga dan dapat diketahui atau dihitung dengan persamaan keseimbangan statika (tiga syarat keseimbangan: $\Sigma V=0$, $\Sigma H=0$, dan $\Sigma M=0$), maka struktur dikategorikan sebagai struktur statis tertentu. Sebaliknya, jika jumlah reaksi tumpuan lebih dari tiga sehingga tidak dapat diketahui atau dihitung langsung dengan bantuan persamaan keseimbangan statika, maka struktur dikategorikan sebagai statis tak tentu. Untuk jelasnya dapat dilihat Gambar 2.4 dan 2.5. berikut ini.



Gambar 2.4. Balok Statis Tertentu



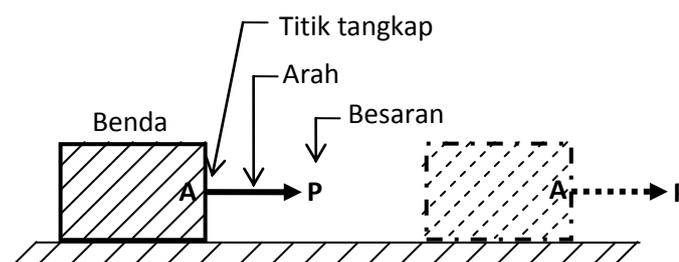
Gambar 2.5. Balok Statis Tak Tertentu

Mengingat statika hanya memberikan tiga syarat keseimbangan untuk sebuah sistem gaya-sejajar sebidang, maka yang dapat ditentukan hanyalah tiga reaksi saja. Setiap reaksi tambahan adalah berlebih, disebut sebagai derajat ketidaktentuan statis. Misalnya, suatu struktur memiliki lima reaksi, maka struktur tersebut bersifat statis tak tentu derajat ke dua. Dengan kata lain, derajat ketidaktentuan struktur sama dengan dua.

2. Gaya dan Momen

Gaya ialah suatu kekuatan yang menyebabkan bergeraknya suatu benda yang semula dalam keadaan diam. Atau sebaliknya, suatu kekuatan yang menyebabkan diamnya suatu benda yang semula dalam keadaan bergerak. Gaya dapat dinyatakan sebagai sebuah vektor yang memiliki titik tangkap, besaran, dan arah. Titik tangkap merupakan posisi atau tempat dimana vektor bekerja. Besaran dinyatakan dengan panjang garis yang digambar dengan skala tertentu, dan arah merupakan sudut yang dibentuk vektor terhadap titik tangkapnya. Untuk jelasnya dapat dilihat seperti pada Gambar 2.6.

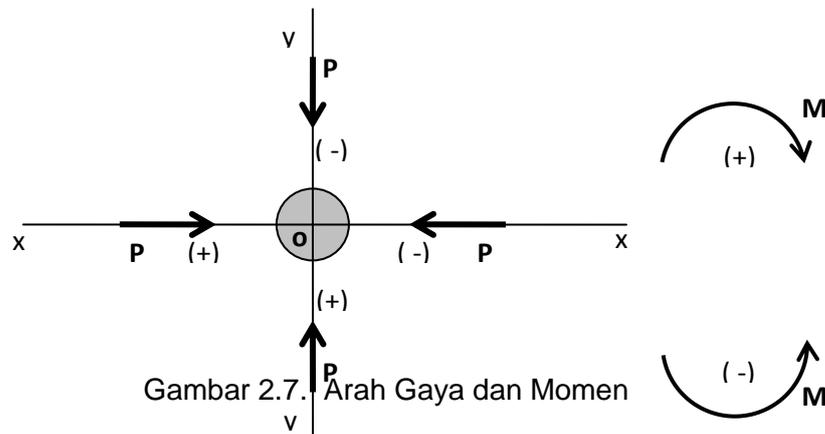
Gaya dapat digambarkan atau dilukis menggunakan skala gaya (misalnya $1 \text{ kN} = 1 \text{ cm}$), dapat dijumlahkan (resultan gaya), dan dapat diuraikan menjadi komponen x dan y.



Gambar 2.6. Pengaruh Gaya Terhadap Gerakan Benda

Untuk menentukan nilai positif atau negatif suatu gaya/vektor dapat dipedomani ketentuan pada titik koordinat salib sumbu. Gaya/vektor dinyatakan positif apabila mengarah ke kanan maupun ke atas, sebaliknya gaya/vektor dinyatakan negatif apabila mengarah ke kiri maupun ke bawah. Begitu pula dengan momen, dinyatakan positif apabila searah putaran jarum

jam. Sebaliknya dinyatakan negatif apabila berlawanan dengan arah jarum jam (lihat Gambar 2.7.).



3. Tumpuan

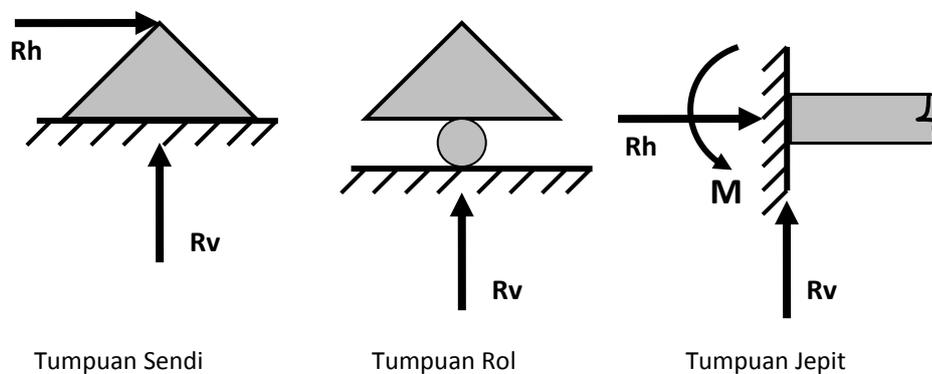
Pembebanan yang diterapkan pada suatu struktur dapat ditransmisikan melalui berbagai komponen struktur ke sejumlah titik tertentu yang disebut dukungan atau perletakan atau lebih dikenal dengan tumpuan. Tumpuan dapat diklasifikasi menjadi tiga jenis, yaitu tumpuan sendi atau engsel, tumpuan rol, dan tumpuan jepit. Ketiga jenis tumpuan ini masing-masing memiliki persyaratan tertentu dalam penggunaannya (lihat Gambar 2.8).

Tumpuan sendi atau engsel membolehkan elemen strukturnya berotasi secara bebas, tetapi tidak dapat bertranslasi ke arah manapun. Dengan demikian, titik tumpu tersebut tidak dapat memberikan tahanan momen, tetapi dapat memberikan tahanan gaya pada arah manapun. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa tumpuan ini mampu menahan gaya vertikal dan horizontal atau gaya miring, namun tidak dapat memberikan tahanan momen.

Tumpuan rol dapat juga berotasi dengan bebas dan dapat menahan translasi tetapi hanya pada arah yang tegak lurus bidang tumpuan (baik mendekati maupun menjauhi tumpuan). Tumpuan rol ini tidak memberikan tahanan gaya dalam arah sejajar dengan bidang tumpuan. Secara

sederhana dapat dikatakan bahwa tumpuan rol hanya mampu menahan gaya vertikal (tidak mampu menahan gaya horizontal maupun momen).

Selanjutnya, tumpuan jepit dapat menahan rotasi maupun translasi ke arah manapun. Dengan demikian, tumpuan ini dapat memberikan tahanan momen dan gaya dalam arah sembarang. Secara sederhana dapat dinyatakan bahwa tumpuan jepit memiliki kemampuan untuk menerima gaya vertikal, horizontal atau miring, dan momen.



Gambar 2.8. Jenis-jenis Tumpuan

4. Reaksi Tumpuan

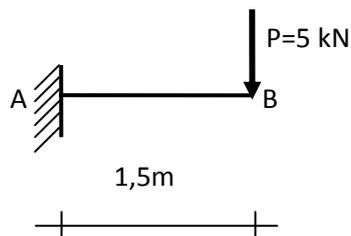
Reaksi tumpuan adalah kemampuan suatu tumpuan untuk menahan gaya atau beban yang bekerja di atasnya, sehingga tumpuan senantiasa stabil. Menurut hukum Newton III, secara umum dinyatakan bahwa apabila ada aksi maka akan ada reaksi yang besarnya sama dengan arah berlawanan. Dengan kata lain, hukum ini menyatakan bahwa apabila suatu benda memberikan gaya pada benda lain, maka benda kedua akan selalu memberikan gaya yang sama besar dan berlawanan arah terhadap benda pertama.

Sebagai contoh, apabila balok dengan salah satu ujung tumpuan terjepit kaku sedangkan ujung lainnya bebas (balok kantilever) menahan suatu beban, maka besar reaksi tumpuan dapat dihitung dengan persamaan keseimbangan statika, yaitu: $\sum V=0$, . Dengan $\sum V= 0$, berarti semua gaya vertikal harus sama dengan nol agar terjadi keseimbangan.

Dengan kata lain, aksi yang vertikal sama dengan reaksi yang vertikal. Melalui persamaan ini dapat dikontrol benar tidaknya hasil perhitungan reaksi tumpuan yang telah diperoleh (misalnya $R_A + R_B = P$ total).

Contoh 1:

Hitung reaksi tumpuan untuk balok kantilever dengan beban terpusat seperti pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Contoh 1

Penyelesaian:

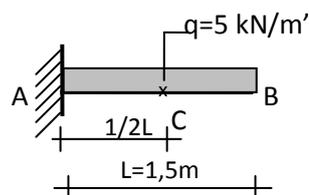
Reaksi tumpuan: $\Sigma V=0$; $R_A - P = 0$

$$R_A = P = 5 \text{ kN}$$

Dengan $\Sigma V=0$, berarti semua gaya vertikal harus sama dengan nol agar terjadi keseimbangan. Dengan kata lain, aksi yang vertikal sama dengan reaksi yang vertikal.

Contoh 2:

Hitung reaksi tumpuan untuk balok kantilever dengan beban merata seperti pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10. Contoh 2

Penyelesaian:

Reaksi tumpuan: $\Sigma V=0$; $RA - q \cdot 1,5 = 0$

$$RA = q \cdot 1,5$$

$$= 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kN}$$

Dengan $\Sigma V= 0$, berarti semua gaya vertikal harus sama dengan nol agar terjadi keseimbangan. Dengan kata lain, aksi yang vertikal sama dengan reaksi yang vertikal.

Balok Sederhana:

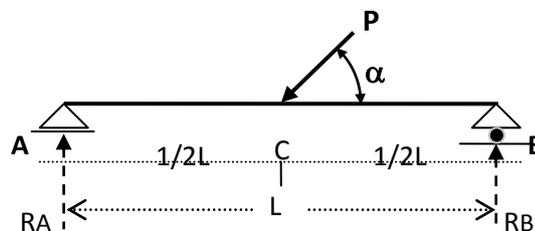
Sebagai contoh, apabila balok dengan dua tumpuan sederhana sendi dan rol menahan suatu beban, maka besar reaksi tumpuan dapat dihitung dengan persamaan keseimbangan statika, yaitu: $\Sigma V=0$, $\Sigma H=0$, dan $\Sigma M=0$. Dengan $\Sigma V= 0$, berarti semua gaya vertikal harus sama dengan nol agar terjadi keseimbangan. Dengan kata lain, aksi yang vertikal sama dengan reaksi yang vertikal. Melalui persamaan ini dapat dikontrol benar tidaknya hasil perhitungan reaksi tumpuan yang telah diperoleh (misalnya $RA + RB = P$ total). Dapat juga digunakan untuk menentukan salah satu besar reaksi tumpuan bila reaksi tumpuan yang satunya sudah diketahui.

Dengan $\Sigma M= 0$ berarti semua gaya baik vertikal, horizontal, maupun miring setelah dikalikan dengan jarak masing-masing terhadap tumpuan sebelahnya harus sama dengan nol agar terjadi keseimbangan. Dengan kata lain, jumlah gaya-gaya dikali jarak masing-masing terhadap titik tumpuan sama dengan nol. Melalui persamaan $\Sigma M = 0$, dilakukan tinjauan untuk arah ke kiri dan arah ke kanan. Tinjauan arah ke kiri menggunakan persamaan $\Sigma MB=0$, artinya semua gaya diarahkan (dikalikan) jaraknya terhadap titik tumpuan B harus sama dengan nol agar terjadi keseimbangan. Melalui persamaan ini dapat diketahui besar reaksi tumpuan A (RA). Begitu pula dengan tinjauan arah ke kanan menggunakan persamaan $\Sigma MA=0$, artinya semua gaya diarahkan (dikalikan) jaraknya terhadap titik tumpuan A harus sama dengan nol agar terjadi

keseimbangan. Melalui persamaan ini dapat diketahui besar reaksi tumpuan B (RB).

Dengan $\Sigma H = 0$, berarti semua gaya horizontal harus sama dengan nol agar terjadi keseimbangan. Artinya, aksi yang horizontal sama dengan reaksi yang horizontal. Melalui persamaan ini dapat ditentukan besar reaksi tumpuan arah horizontal (biasanya apabila terdapat beban yang arahnya horizontal pada tumpuan engsel atau jepit, misalnya RAh).

Untuk menghitung reaksi tumpuan pada balok sederhana dengan beban terpusat seperti pada Gambar 2.11, dapat dilakukan sebagai berikut:



Gambar 2.11. Balok Sederhana dengan Beban Terpusat

a. Sebelum menghitung besar reaksi tumpuan sebenarnya, lebih dulu diasumsikan terdapat reaksi tumpuan RA dan RB positif yang dilukis dalam bentuk vektor. Selanjutnya, dengan bantuan persamaan keseimbangan statika besar reaksi tumpuan sebenarnya dapat diperoleh.

b. Reaksi tumpuan A dihitung dengan persamaan keseimbangan statika di titik B, yaitu: $\Sigma M_B = 0$; $RA \cdot L - P \cdot \sin \alpha \cdot \frac{1}{2}L = 0$
 $RA = \frac{1}{2}P \sin \alpha$

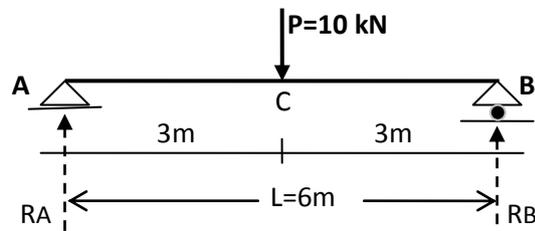
c. Reaksi tumpuan B dihitung dengan persamaan keseimbangan statika di titik A, yaitu: $\Sigma M_A = 0$; $-RB \cdot L + P \cdot \sin \alpha \cdot \frac{1}{2}L = 0$
 $RB = \frac{1}{2}P \sin \alpha$

- d. Kontrol hasil yang diperoleh dengan ketentuan hukum Newton III, bahwa aksi harus sama dengan reaksi. Gunakan bantuan salah satu persamaan keseimbangan statika, yaitu: $\Sigma V = 0$; $RA + RB - P = 0$

$$\frac{1}{2}P \sin \alpha + \frac{1}{2}P \sin \alpha - P \sin \alpha = 0 \text{ (Ok)}$$

Contoh 1:

Diketahui balok sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.12, hitung dan lukislah bidang gaya lintang, dan momen lenturnya.



Gambar 2.12. Contoh 1

Penyelesaian:

$$\Sigma MB = 0 ; RA \cdot L - P \cdot 3 = 0$$

$$RA = \frac{P \cdot 3}{L} = \frac{10 \cdot 3}{6} = 5 \text{ kN}$$

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

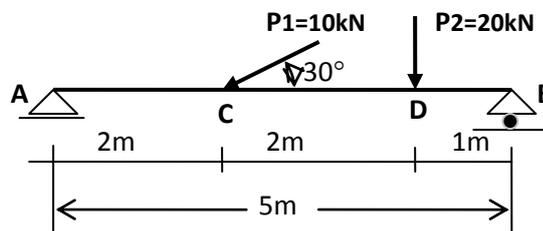
$$RB = \frac{P \cdot 3}{L} = \frac{10 \cdot 3}{6} = 5 \text{ kN}$$

Dengan $\Sigma M = 0$ berarti semua gaya baik vertikal, horizontal, maupun miring setelah dikalikan dengan jarak masing-masing terhadap tumpuan sebelumnya harus sama dengan nol agar terjadi keseimbangan. Dengan kata lain, jumlah gaya-gaya dikali jarak masing-masing terhadap titik tumpuan sama dengan nol. Melalui persamaan $\Sigma M = 0$, dilakukan tinjauan untuk arah ke kiri dan arah ke kanan. Tinjauan arah ke kiri menggunakan

persamaan $\Sigma MB=0$, artinya semua gaya diarahkan (dikalikan) jaraknya terhadap titik tumpuan B harus sama dengan nol agar terjadi keseimbangan. Melalui persamaan ini dapat diketahui besar reaksi tumpuan A (R_A). Begitu pula dengan tinjauan arah ke kanan menggunakan persamaan $\Sigma MA=0$, artinya semua gaya diarahkan (dikalikan) jaraknya terhadap titik tumpuan A harus sama dengan nol agar terjadi keseimbangan. Melalui persamaan ini dapat diketahui besar reaksi tumpuan B (R_B).

Contoh 2:

Diketahui balok sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.13, hitung dan lukislah bidang gaya geser, gaya normal, dan momen lenturnya.



Gambar 2.13. Contoh 2

Penyelesaian:

$$\Sigma H = 0 ; \quad R_{Ah} - P_1 \cdot \cos 30^\circ = 0$$

$$R_{Ah} = 10 \cdot 0,866 = 8,660 \text{ kN}$$

Dengan $\Sigma H = 0$, berarti semua gaya horizontal harus sama dengan nol agar terjadi keseimbangan. Artinya, aksi yang horizontal sama dengan reaksi yang horizontal. Melalui persamaan ini dapat ditentukan besar reaksi tumpuan arah horizontal (biasanya apabila terdapat beban yang arahnya horizontal pada tumpuan engsel atau jepit, misalnya R_{Ah}).

$$\Sigma M_B = 0 ; R_{Av} \cdot L - P_1 \sin 30^\circ \cdot 3 - P_2 \cdot 1 = 0$$

$$R_{Av} = \frac{P_1 \cdot \sin 30^\circ \cdot 3 + P_2 \cdot 1}{L}$$

$$= \frac{10 \cdot 0,5 \cdot 3 + 20 \cdot 1}{5}$$

$$= 7 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_A = 0 ; -R_B \cdot L + P_2 \cdot 4 + P_1 \sin 30^\circ \cdot 2 = 0$$

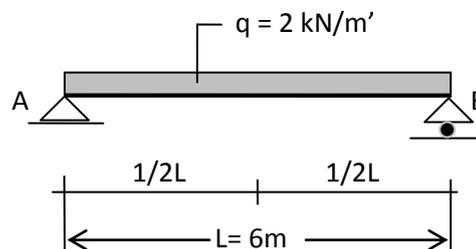
$$R_B = \frac{P_2 \cdot 4 + P_1 \sin 30^\circ \cdot 2}{L}$$

$$= \frac{20 \cdot 4 + 10 \cdot 0,5 \cdot 2}{5}$$

$$= 18 \text{ kN}$$

Contoh 3:

Diketahui balok sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.14, hitunglah besar reaksi pada tumpuan A dan B.



Gambar 2.14. Contoh Soal 1

Penyelesaian:

$$\Sigma MB = 0 ; RA \cdot L - q \cdot L \cdot 1/2 \cdot L = 0$$

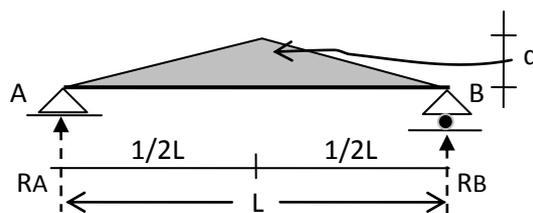
$$\begin{aligned} RA &= \frac{1/2 \cdot q \cdot L^2}{L} \\ &= \frac{1/2 \cdot 2 \cdot 6^2}{6} = 6 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\Sigma MA = 0 ; -RB \cdot L + q \cdot L \cdot 1/2 \cdot L = 0$$

$$\begin{aligned} RB &= \frac{1/2 \cdot q \cdot L^2}{L} \\ &= \frac{1/2 \cdot 2 \cdot 6^2}{6} = 6 \text{ kN} \end{aligned}$$

Balok Sederhana dengan Beban Segitiga

Untuk menghitung gaya-gaya internal (gaya-gaya dalam) suatu balok sederhana dengan beban segitiga seperti pada Gambar 2.15, dapat dilakukan sebagai berikut:



Gambar 2.15. Balok Sederhana dengan Beban Segitiga

1. Sebelum menghitung besar reaksi tumpuan sebenarnya, lebih dulu diasumsikan terdapat reaksi tumpuan RA dan RB positif yang dilukis dalam bentuk vektor. Selanjutnya, dengan bantuan persamaan keseimbangan statika besar reaksi tumpuan sebenarnya dapat diperoleh.

2. Reaksi tumpuan A dihitung dengan persamaan keseimbangan statika di titik B, yaitu: $\Sigma M_B = 0$; $RA \cdot L - q \cdot \frac{1}{2}L \cdot \frac{1}{2}L = 0$

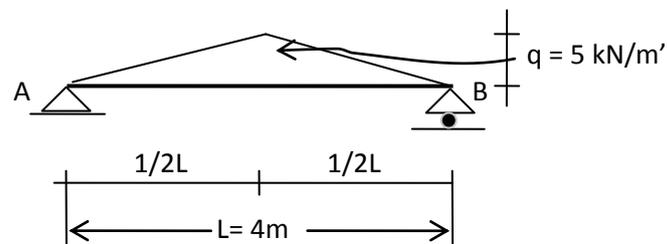
$$RA = \frac{1}{4}qL$$
3. Reaksi tumpuan B dihitung dengan persamaan keseimbangan statika di titik A, yaitu: $\Sigma M_A = 0$; $-RB \cdot L + q \cdot \frac{1}{2}L \cdot \frac{1}{2}L = 0$

$$RB = \frac{1}{4}qL$$
4. Kontrol hasil yang diperoleh dengan ketentuan hukum Newton III, bahwa aksi harus sama dengan reaksi. Gunakan bantuan salah satu persamaan keseimbangan statika, yaitu: $\Sigma V = 0$; $RA + RB - q \cdot L = 0$

$$\frac{1}{4}qL + \frac{1}{4}qL - \frac{1}{2}qL = 0 \text{ (OK)}$$

Contoh Soal 1:

Diketahui balok sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.16, hitung dan lukislah bidang gaya geser, dan momen lenturnya.



Gambar 2.16. Contoh Soal 1

Penyelesaian:

Untuk menentukan reaksi tumpuan RA dan RB , beban segitiga q dapat diubah menjadi beban terpusat Q yang bekerja pada titik berat segi tiga.

$$Q = \frac{1}{2} \cdot q \cdot L \rightarrow \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 4 = 10 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_B = 0 ; \quad RA \cdot L - Q \cdot \frac{1}{2}L = 0$$

$$RA = \frac{\frac{1}{2} \cdot Q \cdot L}{L} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 4}{4}$$

$$= 5 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_A = 0; \quad -R_B \cdot L + Q \cdot \frac{1}{2}L = 0$$

$$R_B = \frac{\frac{1}{2} \cdot Q \cdot L}{L} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 4}{4}$$

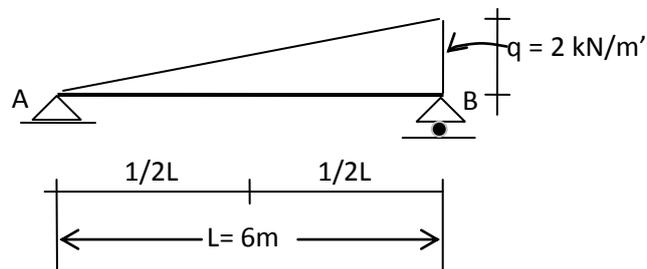
$$= 5 \text{ kN}$$

$$\text{Kontrol: } \Sigma V = 0; \quad R_A + R_B - (\frac{1}{2} \cdot q \cdot L) = 0$$

$$5 + 5 - (\frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 4) = 0 \text{ (ok)}$$

Contoh Soal 2:

Diketahui balok sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.17, hitung dan lukislah bidang gaya geser, dan momen lenturnya.



Gambar 2.17. Contoh Soal 2

Penyelesaian:

Untuk menentukan reaksi tumpuan R_A dan R_B , beban segitiga q dapat diubah menjadi beban terpusat Q yang bekerja di titik berat segi tiga.

$$Q = \frac{1}{2} \cdot q \cdot L$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 6 = 6 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_B = 0; \quad R_A \cdot L - Q \cdot \frac{1}{3}L = 0$$

$$R_A = \frac{\frac{1}{3} \cdot Q \cdot L}{L} = \frac{\frac{1}{3} \cdot 6 \cdot 6}{6}$$

$$= 2 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_A = 0; \quad -R_B \cdot L + Q \cdot \frac{2}{3} \cdot L = 0$$

$$R_B = \frac{\frac{2}{3} \cdot Q \cdot L}{L} = \frac{\frac{2}{3} \cdot 6 \cdot 6}{6}$$

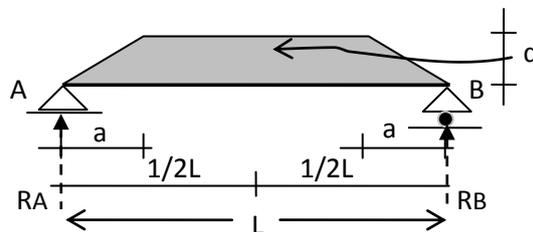
$$= 4 \text{ kN}$$

$$\text{Kontrol: } \Sigma V = 0; \quad R_A + R_B - (1/2 \cdot q \cdot L) = 0$$

$$2 + 4 - (1/2 \cdot 2 \cdot 6) = 0 \text{ (Ok)}$$

Balok Sederhana dengan Beban Trapesium

Untuk menghitung gaya-gaya internal (gaya-gaya dalam) suatu balok sederhana dengan beban trapesium seperti pada Gambar 2.18, dapat dilakukan sebagai berikut:



Gambar 2.18. Balok Sederhana dengan Beban Trapesium

1. Sebelum menghitung besar reaksi tumpuan sebenarnya, lebih dulu diasumsikan terdapat reaksi tumpuan R_A dan R_B positif yang dilukis dalam bentuk vektor. Selanjutnya, dengan bantuan persamaan keseimbangan statika besar reaksi tumpuan sebenarnya akan dapat diperoleh.
2. Reaksi tumpuan A dihitung dengan persamaan keseimbangan statika di titik B, yaitu: $\Sigma M_B = 0$;

$$R_A \cdot L - (L + (L - 2a)) \cdot \frac{1}{2}q \cdot \frac{1}{2}L = 0$$

$$R_A \cdot L - (\frac{1}{4} qL^2 + \frac{1}{4} qL^2 - \frac{1}{2}q \cdot L \cdot a) = 0$$

$$R_A = \frac{1}{2}qL - \frac{1}{2}qa$$

3. Reaksi tumpuan B dihitung dengan persamaan keseimbangan statika di titik A, yaitu: $\Sigma M_A = 0$; $-R_B \cdot L + (L + (L - 2a)) \cdot \frac{1}{2}q \cdot \frac{1}{2}L = 0$

$$-R_B \cdot L + (\frac{1}{4} qL^2 + \frac{1}{4} qL^2 - \frac{1}{2}q \cdot L \cdot a) = 0$$

$$R_B = \frac{1}{2}qL - \frac{1}{2}qa$$

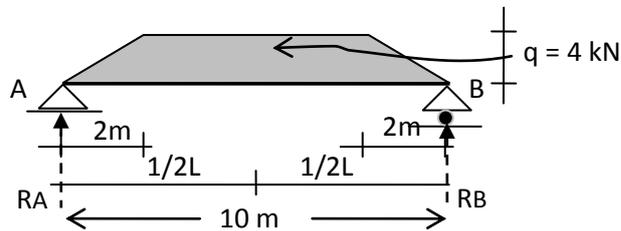
4. Kontrol hasil yang diperoleh dengan ketentuan hukum Newton III, bahwa aksi harus sama dengan reaksi. Gunakan bantuan salah satu persamaan keseimbangan statika, yaitu: $\Sigma V = 0$; $R_A + R_B - (L+(L-2a)) \cdot \frac{1}{2} q = 0$

$$(\frac{1}{2}qL - \frac{1}{2}qa) + (\frac{1}{2}qL - \frac{1}{2}qa) - (\frac{1}{2}qL + \frac{1}{2}qL - q \cdot a) = 0$$

$$qL - qa - qL + qa = 0 \text{ (Ok)}$$

Contoh Soal 1:

Diketahui balok sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada gambar 2.19, Hitung dan lukislah bidang gaya geser, dan momen lenturnya.



Gambar 2.19. Contoh Soal 1

Penyelesaian:

Reaksi tumpuan A dihitung dengan persamaan keseimbangan statika di titik

B, yaitu: $\Sigma M_B = 0$; $R_A \cdot L - (L + (L - 2a)) \cdot \frac{1}{2}q \cdot \frac{1}{2}L = 0$

$$R_A \cdot 10 - (10 + 6) \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 5 = 0$$

$$R_A = 16 \text{ kN}$$

Reaksi tumpuan B dihitung dengan persamaan keseimbangan statika di titik

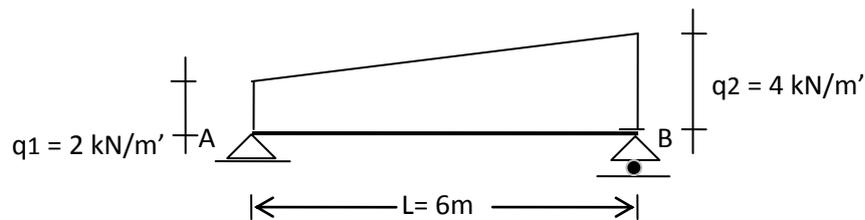
A, yaitu: $\Sigma M_A = 0$; $- R_B \cdot L + (L + (L - 2a)) \cdot \frac{1}{2}q \cdot \frac{1}{2}L = 0$

$$- R_B \cdot 10 + (10 + 6) \cdot \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 5 = 0$$

$$R_B = 16 \text{ kN}$$

Contoh Soal 2:

Diketahui balok sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.20, hitung dan lukislah bidang gaya geser, dan momen lenturnya.



Gambar 2.20. Contoh Soal 2

Penyelesaian:

Untuk menentukan reaksi tumpuan RA dan RB, beban segitiga q1 dan q2 dapat diubah menjadi beban terpusat Q yang bekerja pada titik berat trapesium (lihat Gambar 3.43). Jarak titik berat trapesium dari tumpuan A dihitung dengan rumus berikut ini:

$$L1 = \frac{q1 + 2q2}{q1 + q2} \cdot L/3 = \frac{2 + 2 \cdot 4}{2 + 4} \cdot 6/3 = 3,333 \text{ m}$$

$$L2 = \frac{2q1 + q2}{q1 + q2} \cdot L/3 = \frac{2 \cdot 2 + 4}{2 + 4} \cdot 6/3 = 2,667 \text{ m}$$

$$Q = \frac{1}{2} \cdot (q1 + q2) \cdot L \rightarrow \\ = \frac{1}{2} \cdot (2 + 4) \cdot 6 = 18 \text{ kN}$$

$$\Sigma MB = 0; RA \cdot L - Q \cdot L2 = 0$$

$$RA = \frac{Q \cdot L2}{L} = \frac{18 \cdot 2,667}{6} \\ = 8 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_A = 0 ; \quad - R_B \cdot L + Q \cdot L_1 = 0$$

$$R_B = \frac{Q \cdot L_1}{L} = \frac{18 \cdot 3,333}{6}$$

$$= 10 \text{ kN}$$

$$\text{Kontrol: } \Sigma V = 0; \quad R_A + R_B - \frac{1}{2} \cdot (q_1 + q_2) \cdot L = 0$$

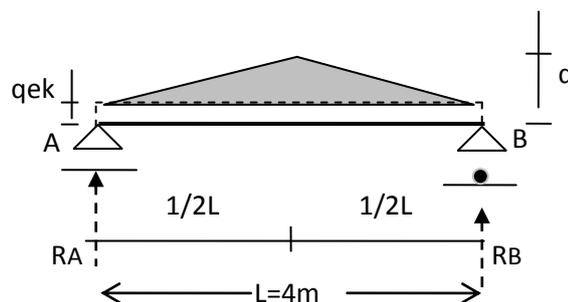
$$8 + 10 - \frac{1}{2} \cdot (2 + 4) \cdot 6 = 0 \quad (\text{Ok})$$

Merekayasa beban tidak merata q menjadi beban merata q ekivalen

Untuk mempermudah analisis struktur akibat beban tidak merata q dapat direkayasa menjadi beban merata q ekivalen. Umumnya kasus seperti ini banyak ditemui pada balok dengan beban pelat berbentuk segitiga atau trapesium. Untuk jelasnya dapat diikuti contoh kasus berikut ini.

Contoh kasus 1:

Diketahui balok seperti pada Gambar 2.21, menerima beban tidak merata berbentuk segitiga berasal dari pelat lantai sebesar $q_u = 9 \text{ kN/m}^2$. Rekayasalah beban tersebut menjadi beban merata ekivalen (qek).



Gambar 2.21. Hasil Analisis Contoh Soal 1

Penyelesaian:

Luas bidang segitiga = berat pelat lantai

$$\frac{1}{2} \cdot L \cdot q = q_u \cdot L$$

$$\frac{1}{2} \cdot 4 \cdot q = 9 \cdot 4$$

$$2q = 32$$

$$q = 18 \text{ kN/m}'$$

M maks beban segitiga = M maks beban merata ekivalen

$$\frac{1}{12} \cdot q \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot q_{ek} \cdot L^2$$

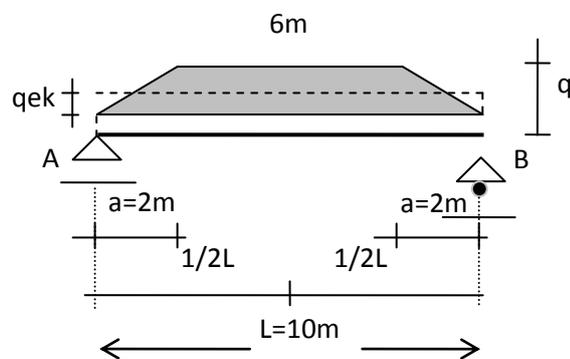
$$\frac{1}{12} \cdot 18 \cdot 4^2 = \frac{1}{8} \cdot q_{ek} \cdot 4^2$$

$$24 = 2 q_{ek}$$

$$q_{ek} = 12 \text{ kN/m}'$$

Contoh kasus 2:

Diketahui balok seperti pada Gambar 2.22, menerima beban tidak merata berbentuk segitiga berasal dari pelat lantai sebesar $q_u = 9 \text{ kN/m}^2$. Rekayasalah beban tersebut menjadi beban merata ekivalen (q_{ek}).



Gambar 2.22. Hasil Analisis Contoh Soal 2

Penyelesaian:

Luas bidang segitiga = berat pelat lantai

$$(6 + 10) \cdot \frac{1}{2}q = q_u \cdot L$$

$$8q = 9 \cdot 10$$

$$q = 11,25 \text{ kN/m}'$$

M maks beban trapesium = M maks beban merata ekuivalen

$$1/24. q (3L^2 - 4 a^2) = 1/8 .qek .L^2$$

$$1/24. 11,25 (3. 10^2 - 4 .2^2) = 1/8 .qek .10^2$$

$$133,125 = 12,5 qek$$

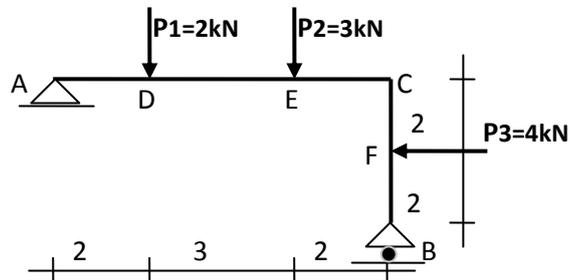
$$qek = 10,65 \text{ kN/m'}$$

Balok Bersudut:

Untuk memahami analisis struktur balok bersudut, dapat diikuti beberapa contoh soal berikut ini dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan yang bervariasi.

Contoh Soal 1:

Diketahui balok bersudut dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.23, hitunglah reaksi tumpuan.



Gambar 2.23. Contoh Soal 1

Penyelesaian:

$$\Sigma H = 0 ; \quad R_{Ah} - P_3 = 0$$

$$R_{Ah} = 4 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_B = 0 ; R_{Av} \cdot 7 + R_{Ah} \cdot 4 - P_1 \cdot 5 - P_2 \cdot 2 - P_3 \cdot 2 = 0$$

$$R_{Av} = \frac{-R_{Ah} \cdot 4 + P_1 \cdot 5 + P_2 \cdot 2 + P_3 \cdot 2}{7}$$

$$R_{Av} = \frac{-4 \cdot 4 + 2 \cdot 5 + 3 \cdot 2 + 4 \cdot 2}{7} = 1,143 \text{ kN}$$

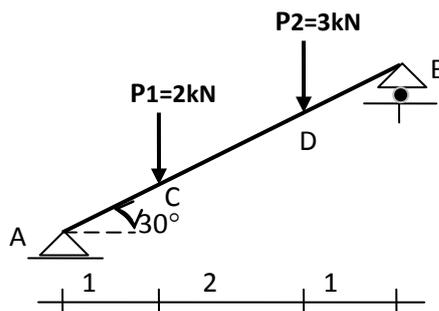
$$\Sigma M_A = 0 ; -R_B \cdot 7 + P_3 \cdot 2 + P_2 \cdot 5 + P_1 \cdot 2 = 0$$

$$R_B = \frac{+P_3 \cdot 2 + P_2 \cdot 5 + P_1 \cdot 2}{7}$$

$$R_B = \frac{4 \cdot 2 + 3 \cdot 5 + 2 \cdot 2}{7} = 3,857 \text{ kN}$$

Contoh Soal 2:

Diketahui balok bersudut dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.24, hitunglah reaksi tumpuan.



Gambar 2.24. Contoh Soal 2

Penyelesaian:

$$\Sigma M_B = 0 ; R_A \cdot 4 - P_1 \cdot 3 - P_2 \cdot 1 = 0$$

$$R_A = \frac{P_1 \cdot 3 + P_2 \cdot 1}{4}$$

$$R_A = \frac{2 \cdot 3 + 3 \cdot 1}{4} = 2,25 \text{ kN}$$

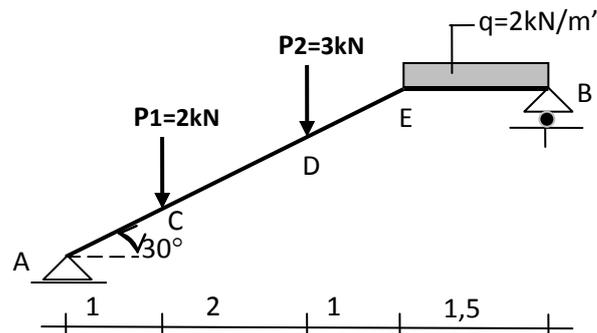
$$\Sigma M_A = 0 ; -R_B \cdot 4 + P_2 \cdot 3 + P_1 \cdot 1 = 0$$

$$R_B = \frac{P_2 \cdot 3 + P_1 \cdot 1}{4}$$

$$R_B = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 1}{4} = 2,75 \text{ kN}$$

Contoh Soal 3:

Diketahui balok bersudut dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.25, hitunglah reaksi tumpuan.



Gambar 2.25. Contoh Soal 3

Penyelesaian:

$$\sum M_B = 0 ; \quad R_A \cdot 5,5 - P_1 \cdot 4,5 - P_2 \cdot 2,5 - q \cdot 1,5 \cdot 0,75 = 0$$

$$R_A = \frac{P_1 \cdot 4,5 + P_2 \cdot 2,5 + q \cdot 1,5 \cdot 0,75}{5,5}$$

$$R_A = \frac{2 \cdot 4,5 + 3 \cdot 2,5 + 2 \cdot 1,5 \cdot 0,75}{5,5}$$

$$= 3,409 \text{ kN}$$

$$\sum M_A = 0 ; \quad -R_B \cdot 5,5 + q \cdot 1,5 \cdot 4,75 + P_2 \cdot 3 + P_1 \cdot 1 = 0$$

$$R_B = \frac{q \cdot 1,5 \cdot 4,75 + P_2 \cdot 3 + P_1 \cdot 1}{5,5}$$

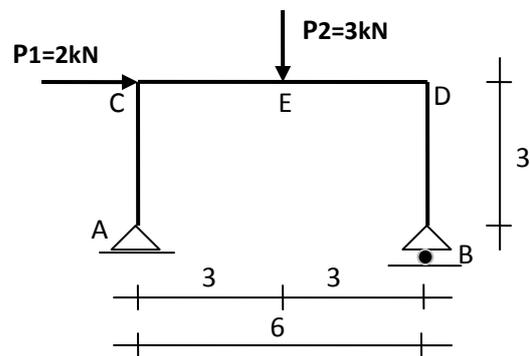
$$R_B = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 4,75 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 1}{5,5}$$

$$= 4,591 \text{ kN}$$

Portal Sederhana

Contoh Soal 1:

Diketahui struktur portal sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.26, hitung dan lukislah diagram gaya geser, gaya normal, dan momen lenturnya.



Gambar 2.26. Contoh Soal 1

Penyelesaian:

$$\Sigma H = 0 ; \quad R_{Ah} + P_1 = 0$$

$$R_{Ah} = - P_1 = -2 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_B = 0 ; R_{Av} \cdot 6 + R_{Ah} \cdot 0 + P_1 \cdot 3 - P_2 \cdot 3 = 0$$

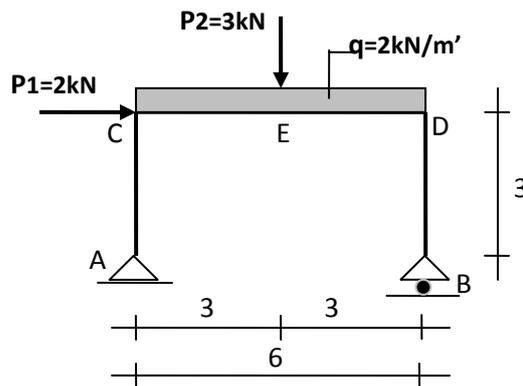
$$R_{Av} = \frac{-2 \cdot 0 - 2 \cdot 3 + 3 \cdot 3}{6} = 0,5 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_A = 0 ; -R_B \cdot 6 + P_2 \cdot 3 - P_1 \cdot 3$$

$$R_B = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 3}{6} = 2,5 \text{ kN}$$

Contoh Soal 2:

Diketahui struktur portal sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.27, hitung dan lukislah diagram gaya geser, gaya normal, dan momen lenturnya.



Gambar 2.27. Contoh Soal 2

Penyelesaian:

$$\Sigma H = 0 ; \quad R_{Ah} + P_1 = 0$$

$$R_{Ah} = - P_1 = -2 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_B = 0 ; \quad R_{Av} \cdot 6 + R_{Ah} \cdot 0 + P_1 \cdot 3 - q \cdot 6 \cdot 3 - P_2 \cdot 3 = 0$$

$$R_{Av} = \frac{-2 \cdot 0 - 2 \cdot 3 + 2 \cdot 6 \cdot 3 + 3 \cdot 3}{6} = 6,5 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_A = 0 ; \quad -R_B \cdot 6 + q \cdot 6 \cdot 3 + P_2 \cdot 3 + P_1 \cdot 3$$

$$R_B = \frac{2 \cdot 6 \cdot 3 + 3 \cdot 3 + 2 \cdot 3}{6} = 8,5 \text{ kN}$$

D. Aktivitas Pembelajaran

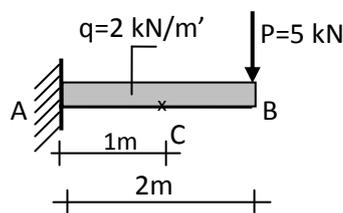
1. Pahami setiap materi kegiatan pembelajaran dengan membaca secara cermat dan teliti, kemudian kerjakan soal-soal latihan/kasus/tugas yang diberikan sebagai sarana evaluasi.
2. Catatlah kesulitan yang anda dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada Fasilitator atau Widyaiswara pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah

referensi lainnya yang berhubungan dengan materi modul agar anda mendapatkan tambahan pengetahuan.

3. Untuk menjawab soal latihan/kasus/tugas yang diberikan usahakan memberi jawaban yang singkat, jelas dan kerjakan sesuai dengan kemampuan anda setelah mempelajari modul ini.
4. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bilamana perlu konsultasikan hasil tersebut pada Fasilitator atau Widyaiswara.
5. Siapkan semua peralatan yang mendukung pelaksanaan kegiatan Diklat Guru Teknik Teknik Gambar Bangunan kelompok kompetensi E.
6. Ikuti prosedur dan langkah-langkah kerja secara urut sebagaimana tercantum dalam modul ini.
7. Bila ada yang meragukan segera konsultasikan dengan Fasilitator atau Widyaiswara.
8. Mengawali dan mengakhiri pekerjaan senantiasa dengan berdo'a agar diberikan kelancaran, perlindungan dan keselamatan dari Tuhan Yang Maha Kuasa.

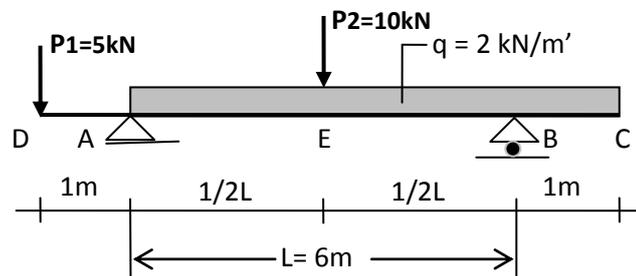
E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Hitunglah besar reaksi tumpuan dengan persamaan keseimbangan statika dari balok kantilever seperti pada Gambar 2.28.



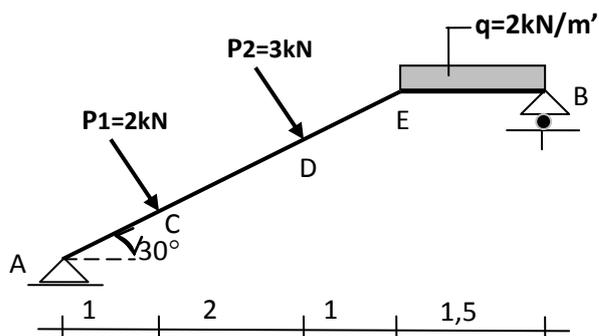
Gambar 2.28. Latihan 1

2. Diketahui balok sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.29, hitunglah besar reaksi tumpuan di titik A dan B dengan persamaan keseimbangan statika.



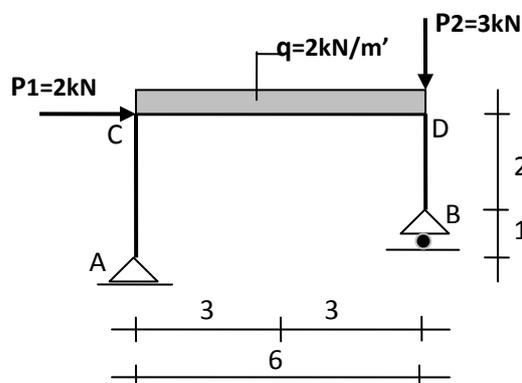
Gambar 2.29. Latihan 2

3. Diketahui balok bersudut dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.30, hitunglah besar reaksi tumpuan di titik A dan B dengan persamaan keseimbangan statika.



Gambar 2.30. Latihan 3

4. Diketahui struktur portal sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.31, hitunglah besar reaksi tumpuan di titik A dan B dengan persamaan keseimbangan statika.



Gambar 2.31. Latihan 4

F. Rangkuman

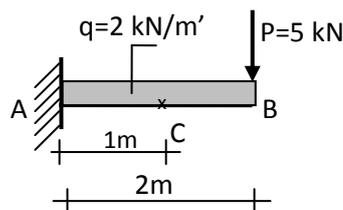
Reaksi tumpuan adalah kemampuan suatu tumpuan untuk menahan gaya atau beban yang bekerja di atasnya, sehingga tumpuan senantiasa stabil. Menurut hukum Newton III, secara umum dinyatakan bahwa apabila ada aksi maka akan ada reaksi yang besarnya sama dengan arah berlawanan. Dengan kata lain, hukum ini menyatakan bahwa apabila suatu benda memberikan gaya pada benda lain, maka benda kedua akan selalu memberikan gaya yang sama besar dan berlawanan arah terhadap benda pertama.

G. Umpan Balik/Tindak Lanjut

Setelah mempelajari modul ini anda diharapkan dapat merencanakan konstruksi gelagar, kantilever dan rangka batang.

H. Kunci Jawaban

1. Hitunglah besar reaksi tumpuan dengan persamaan keseimbangan statika dari balok kantilever seperti pada Gambar 2.32.



Gambar 2.32. Soal 1

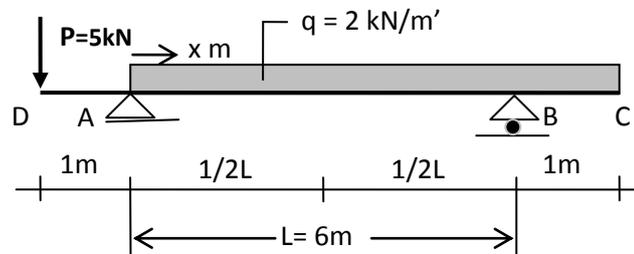
Penyelesaian:

$$\text{Reaksi tumpuan: } \Sigma V=0; RA - P - q \cdot 2 = 0$$

$$RA = P + q \cdot 2$$

$$= 5 + 2 \cdot 2 = 9 \text{ kN}$$

2. Diketahui balok sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.33, hitunglah besar reaksi tumpuan di titik A dan B dengan persamaan keseimbangan statika.



Gambar 2.33. Soal 2

Penyelesaian:

$$\Sigma M_B = 0 ; R_A \cdot L - P \cdot 7 - q \cdot L \cdot \frac{1}{2}L + q \cdot 1 \cdot 0,5 = 0$$

$$R_A = \frac{P \cdot 7 + \frac{1}{2}q \cdot L^2 - q \cdot 1 \cdot 0,5}{L}$$

$$= \frac{5 \cdot 7 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 6^2 - 2 \cdot 1 \cdot 0,5}{6}$$

$$= 11,667 \text{ kN}$$

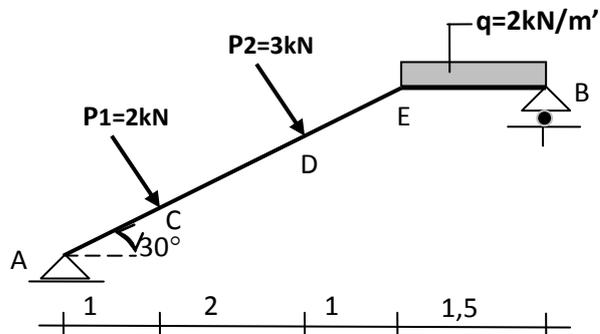
$$\Sigma M_A = 0 ; -R_B \cdot L + q \cdot 7 \cdot \frac{1}{2} \cdot 7 - P \cdot 1 = 0$$

$$R_B = \frac{\frac{1}{2}q \cdot 7^2 - P \cdot 1}{L}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 7^2 - 5 \cdot 1}{6}$$

$$= 7,333 \text{ kN}$$

3. Diketahui balok bersudut dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.34, hitunglah besar reaksi tumpuan di titik A dan B dengan persamaan keseimbangan statika.



Gambar 2.34. Contoh 3

Penyelesaian:

$$\sum H = 0 ; \quad R_{Ah} + P_1 \cdot \sin 30^\circ + P_2 \cdot \sin 30^\circ = 0$$

$$R_{Ah} = -2 \cdot 0,5 - 3 \cdot 0,5 = -2,5 \text{ kN}$$

$$h_1 = \operatorname{tg} 30^\circ \cdot 4 = 2,309 \text{ m};$$

$$h_2 = \operatorname{tg} 30^\circ \cdot 3 = 1,732 \text{ m};$$

$$h_3 = \operatorname{tg} 30^\circ \cdot 1 = 0,577 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \sum M_B = 0 ; & R_{Av} \cdot 5,5 + R_{Ah} \cdot 2,309 - P_1 \cdot \cos 30^\circ \cdot 4,5 - P_1 \cdot \sin 30^\circ \cdot 1,732 \\ & - P_2 \cdot \cos 30^\circ \cdot 2,5 - P_2 \cdot \sin 30^\circ \cdot 0,577 - q \cdot 1,5 \cdot 0,75 = 0 \\ & -R_{Ah} \cdot 2,309 + P_1 \cdot \cos 30^\circ \cdot 4,5 + P_1 \cdot \sin 30^\circ \cdot 1,732 \\ & + P_2 \cdot \cos 30^\circ \cdot 2,5 + P_2 \cdot \sin 30^\circ \cdot 0,577 + q \cdot 1,5 \cdot 0,75 \end{aligned}$$

$$R_{Av} = \frac{\quad}{5,5}$$

$$\begin{aligned} & -2,5 \cdot 2,309 + 2 \cdot 0,866 \cdot 4,5 + 2 \cdot 0,5 \cdot 1,732 \\ & + 3 \cdot 0,866 \cdot 2,5 + 3 \cdot 0,5 \cdot 0,577 + 2 \cdot 1,5 \cdot 0,75 \end{aligned}$$

$$R_{Av} = \frac{\quad}{5,5}$$

$$= 2,430 \text{ kN}$$

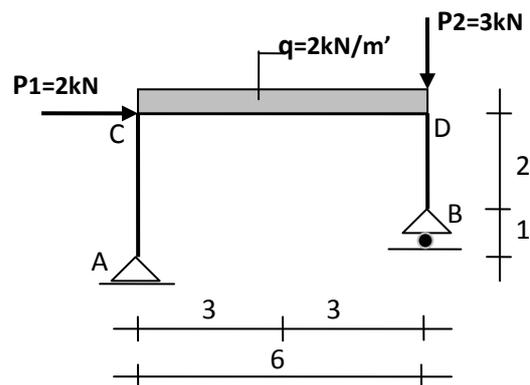
$$\Sigma M_A = 0 ; -R_B \cdot 5,5 + q \cdot 1,5 \cdot 4,75 + P_2 \cdot \cos 30^\circ \cdot 3 + P_2 \cdot \sin 30^\circ \cdot 1,732 + P_1 \cdot \cos 30^\circ \cdot 1 + P_1 \cdot \sin 30^\circ \cdot 0,577 = 0$$

$$R_B = \frac{q \cdot 1,5 \cdot 4,75 + P_2 \cdot \cos 30^\circ \cdot 3 + P_2 \cdot \sin 30^\circ \cdot 1,732 + P_1 \cdot \cos 30^\circ \cdot 1 + P_1 \cdot \sin 30^\circ \cdot 0,577}{5,5}$$

$$R_B = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 4,75 + 3 \cdot 0,866 \cdot 3 + 3 \cdot 0,5 \cdot 1,732 + 2 \cdot 0,866 \cdot 1 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0,577}{5,5}$$

$$= 4,9 \text{ kN}$$

4. Diketahui struktur portal sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 2.35, hitunglah besar reaksi tumpuan di titik A dan B dengan persamaan keseimbangan statika.



Gambar 2.35. Soal 4

Penyelesaian:

$$\Sigma H = 0 ; \quad R_{Ah} + P_1 = 0$$

$$R_{Ah} = -P_1 = -2 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_B = 0 ; R_{Av} \cdot 6 + R_{Ah} \cdot 1 + P_1 \cdot 2 - q \cdot 6 \cdot 3 = 0$$

$$R_{Av} = \frac{-2 \cdot 1 - 2 \cdot 2 + 2 \cdot 6 \cdot 3}{6}$$

$$= 5 \text{ kN}$$

$$\Sigma MA = 0 ; -RB \cdot 6 + P2 \cdot 3 + q \cdot 6 \cdot 3 + P1 \cdot 3$$

$$RB = \frac{3 \cdot 6 + 2 \cdot 6 \cdot 3 + 2 \cdot 3}{6}$$

$$= 10 \text{ kN}$$

Kegiatan Pembelajaran 3

MENENTUKAN CARA MENGGAMBAR BIDANG D, N, DAN MOMEN GELAGAR DAN KANTILEVER

A. Tujuan

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran yang ada dalam modul di kelas ini anda diharapkan dapat menentukan cara menggambar bidang D, N dan momen gelagar dan kantilever yang ditumpu pada ujung-ujungnya.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Menentukan cara menggambar bidang D, N dan momen gelagar dan kantilever yang ditumpu pada ujung-ujungnya.

C. Uraian Materi

1. Gaya Lintang

Gaya lintang atau disebut juga gaya geser merupakan gaya yang bekerja tegak lurus pada balok atau gelagar. Gaya lintang yang terjadi pada balok atau gelagar dihitung dengan memperhatikan kondisi pembebanan. Apabila balok hanya menerima beban terpusat maka gaya lintang pada balok akan merata dari satu titik ke titik lainnya, misalnya DA-B menunjukkan gaya lintang di titik A hingga titik B besarnya sama. Namun, apabila balok menerima beban merata atau beban kombinasi, maka gaya lintang pada balok akan berbeda di sepanjang balok. Oleh karena itu harus ditinjau di setiap jarak tertentu maupun di setiap titik kombinasi pembebanan, misalnya D_x menunjukkan gaya lintang di setiap titik x yang ditentukan, atau D_C (kiri) dan D_C (kanan) menunjukkan gaya lintang di titik C pada titik kombinasi beban.

Gaya lintang adalah gaya yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu memanjang balok atau gelagar. Gaya ini dapat menimbulkan pergeseran pada arah penampang melintang balok. Apabila suatu balok tidak mampu menahan pengaruh gaya lintang yang bekerja, maka dapat menyebabkan balok patah. Gaya lintang merupakan gaya internal (gaya dalam) yang tidak kelihatan dan bekerja di dalam balok, namun pengaruhnya yang kelihatan, seperti gejala retak miring di sekitar tumpuan. Untuk mengatasi pengaruh gaya geser pada balok beton bertulang, dapat dilakukan dengan memberi tulangan sengkang yang cukup rapat atau dengan kombinasi sengkang dan tulangan miring di sekitar tumpuan. Ditempatkan di sekitar tumpuan karena gaya lintang maksimum berada di titik tumpuan dan berkurang hingga menuju nol di tengah bentang.

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

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



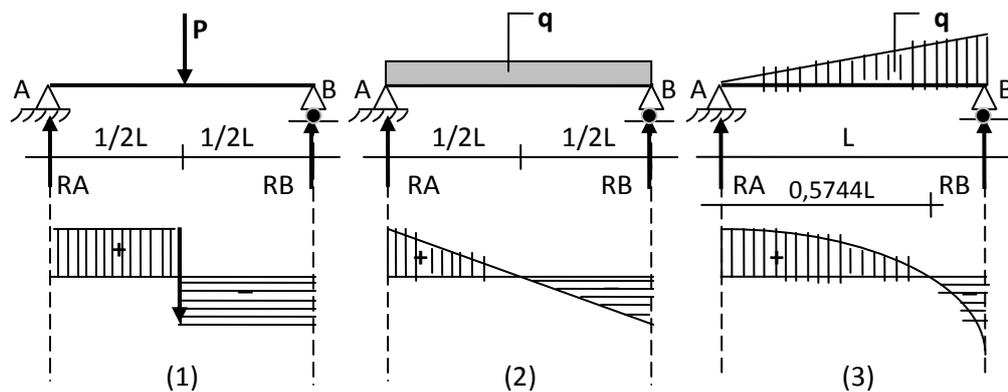
- Apabila gaya sebelah kiri arahnya ke bawah dan gaya sebelah kanan arahnya ke atas, maka gaya lintang negatif :



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

Diagram gaya lintang (bidang D) menunjukkan besar gaya lintang yang terjadi pada suatu balok. Bentuk diagram gaya lintang ini bervariasi tergantung pada pengaruh beban yang bekerja. Gambar 3.1 merupakan diagram gaya lintang, yaitu: (1) akibat beban terpusat, diagram gaya geser membentuk garis lurus sejajar dengan garis netral, (2) akibat beban

merata, diagram gaya lintang membentuk garis lurus miring, dan (3) akibat beban tidak merata (segitiga), diagram gaya lintang membentuk garis lengkung.

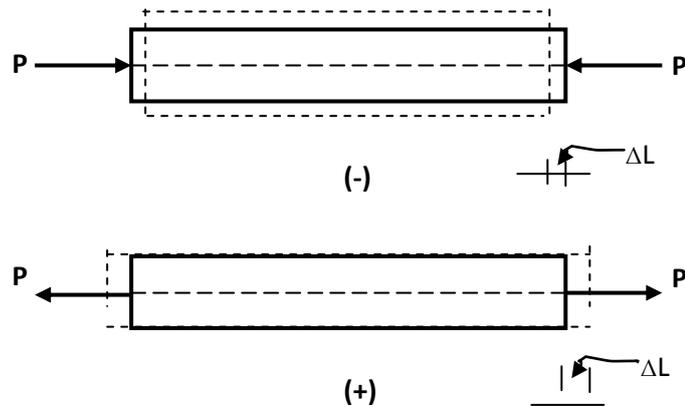


Gambar 3.1. Diagram Gaya Lintang (Bidang D)

2. Gaya Normal

Gaya normal merupakan gaya yang bekerja sejajar dengan sumbu memanjang balok atau gelagar. Gaya normal yang terjadi pada balok atau gelagar dihitung dengan memperhatikan kondisi pembebanan. Apabila pada balok tidak terdapat beban atau gaya yang horizontal atau miring maka tidak ada gaya normal (misalnya, $N_{A-B} = 0$). Namun, bila balok menerima gaya tekan horizontal, maka balok akan menderita tegangan tekan (-), sebaliknya balok yang menerima gaya tarik horizontal, maka balok akan menderita tegangan tarik (+).

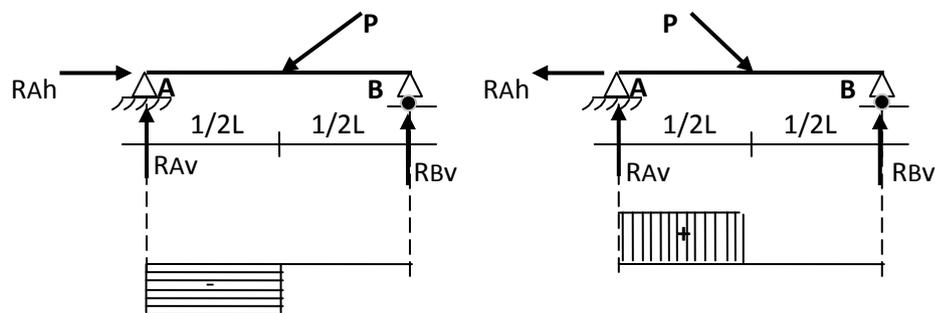
Gaya normal dapat mengakibatkan balok tertekan atau tertarik tergantung pada arah gaya (lihat Gambar 3.2). Apabila suatu balok tidak mampu menahan pengaruh gaya normal yang bekerja, maka balok akan mengalami perubahan dimensi dan dapat menyebabkan pecah.



Gambar 3.2. Pengaruh Gaya Normal pada Batang

Akibat gaya normal yang menekan balok, maka balok akan mengalami perpendekan sebesar ΔL . Demikian sebaliknya, akibat gaya normal yang menarik balok, maka balok akan mengalami perpanjangan sebesar ΔL .

Lukisan yang menunjukkan besar gaya normal yang bekerja pada suatu balok disebut diagram gaya normal (bidang N). Diagram ini berbentuk persegi panjang yang diletakkan di atas garis netral (+) atau di bawah garis netral (-). Gaya normal yang bekerja menekan balok dinyatakan sebagai gaya normal negatif (mengalami tegangan tekan, σ_{tk}), dan gaya normal yang bekerja menarik balok dinyatakan sebagai gaya normal positif (mengalami tegangan tarik, σ_{tr}). Untuk jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.3.



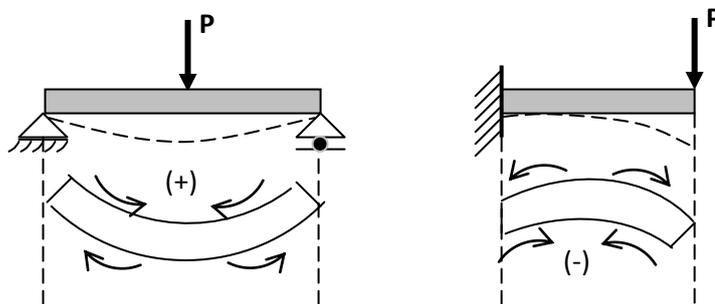
Gambar 3.3. Diagram Gaya Normal

3. Momen Lentur

Momen lentur merupakan gaya yang menyebabkan lendutan atau lenturan pada suatu batang atau balok. Besar momen lentur pada titik tertentu suatu batang atau balok sama dengan gaya dikali jarak (lengan) terhadap titik yang ditinjau dengan satuan kNm. Momen lentur dihitung di setiap titik sepanjang batang, misalnya MA menunjukkan momen lentur di titik A dan seterusnya hingga semua titik sepanjang balok ditinjau untuk selanjutnya dilukiskan dalam bentuk diagram atau diagram lentur.

Momen lentur ialah gaya lentur yang bekerja pada suatu balok atau batang. Besarnya momen lentur di suatu titik sama dengan gaya dikali jarak terhadap titik tersebut. Momen ini dapat mengakibatkan perubahan bentuk pada penampang. Apabila suatu balok tidak mampu menahan pengaruh momen lentur yang bekerja, maka balok tersebut akan mengalami perubahan bentuk menjadi melengkung dan akhirnya patah atau hancur (Gambar 3.4).

Untuk mengatasi pengaruh momen lentur pada balok beton bertulang, dapat dilakukan dengan memberi tulangan pokok atau tulangan utama pada daerah tarik (bagian serat yang mengalami gaya saling menarik) tergantung jenis momen yang dihasilkan (positif atau negatif). Apabila momen lentur positif, maka tulangan pokok ditempatkan di serat bawah balok. Sebaliknya, bila momen lentur negatif tulangan pokok ditempatkan di serat atas balok.

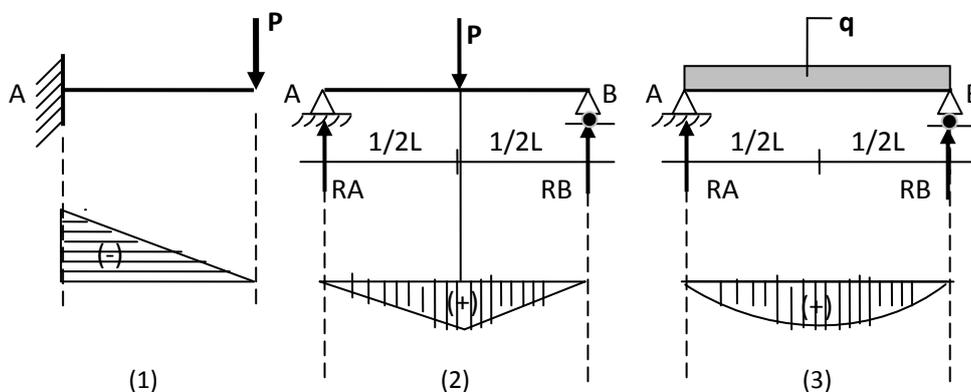


Gambar 3.4. Pengaruh Gaya Momen pada Balok

Lukisan yang menunjukkan besar momen lentur yang bekerja pada balok disebut diagram momen lentur (bidang M). Bentuk lukisan diagram momen lentur berbeda-beda sesuai jenis pembebanan atau gaya yang bekerja. Akibat beban terpusat, diagram momen lentur berbentuk segitiga seperti pada Gambar 3.5.(1) dan 3.5.(2). Akibat beban merata, diagram momen lentur berbentuk garis lengkung atau parabola seperti pada Gambar 3.5.(3).

Untuk menghindari kekeliruan saat menentukan momen lentur positif dan negatif perlu diperhatikan beberapa ketentuan sebagai berikut:

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

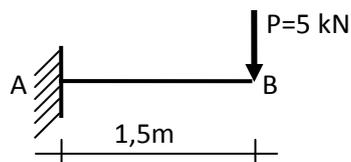


Gambar 3.5. Diagram Momen Lentur

Untuk memahami cara menggambar bidang D, N, dan momen gelagar dan kantilever dapat dijelaskan melalui contoh-contoh kasus berikut ini.

Contoh 1:

Hitunglah dan gambarkan bidang gaya lintang (D), dan momen lentur dari balok kantilever seperti pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Contoh Soal 1

Penyelesaian:

Reaksi tumpuan: $\Sigma V=0$; $RA - P = 0$

$$RA = P = 5 \text{ kN}$$

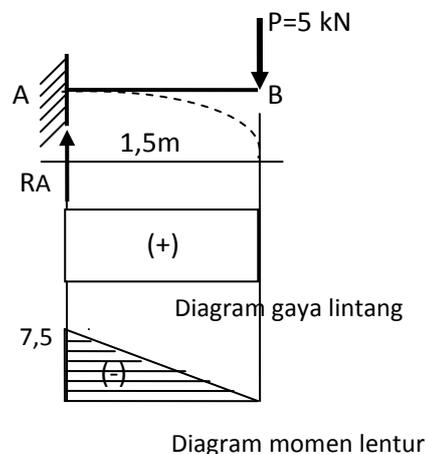
Gaya geser: $VA-B = RA = 5 \text{ kN}$

Momen lentur: $MB = 0$

$$MA = - (P \cdot 1,5)$$

$$= - (5 \cdot 1,5) = -7,5 \text{ Kn}$$

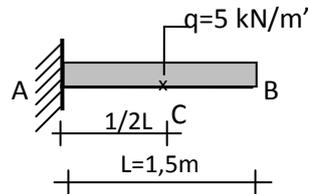
Hasil analisis di atas dapat dilukiskan sebagai berikut (lihat Gambar 3.7):



Gambar 3.7. Hasil Analisis Contoh 1

Contoh 2:

Hitunglah dan gambarkan bidang gaya lintang (D), dan momen lentur dari balok kantilever seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Contoh Soal 2

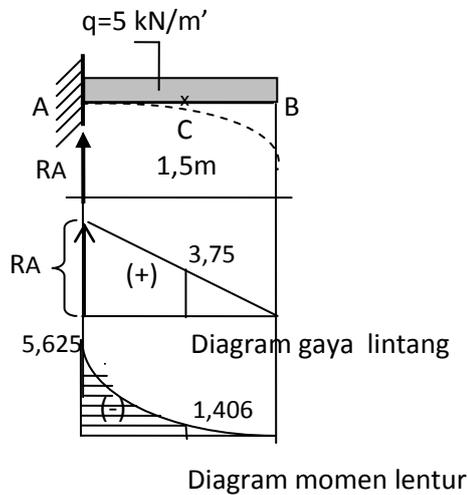
Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Reaksi tumpuan: } \Sigma V=0; \quad & RA - q \cdot 1,5 = 0 \\ & RA = q \cdot 1,5 \\ & = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya lintang:} \quad & DA = RA = 7,5 \text{ kN} \\ & DC = RA - q \cdot 0,75 \\ & = 7,5 - 5 \cdot 0,75 = 3,75 \text{ kN} \\ & DB = RA - q \cdot 1,5 \\ & = 7,5 - 5 \cdot 1,5 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen lentur:} \quad & MB = 0 \\ & MC = - (q \cdot 0,75 \cdot 0,375) \\ & = - (5 \cdot 0,75 \cdot 0,375) = -1,406 \text{ kNm} \\ & MA = - (q \cdot 1,5 \cdot 0,75) = - (5 \cdot 1,5 \cdot 0,75) = -5,625 \text{ kNm} \end{aligned}$$

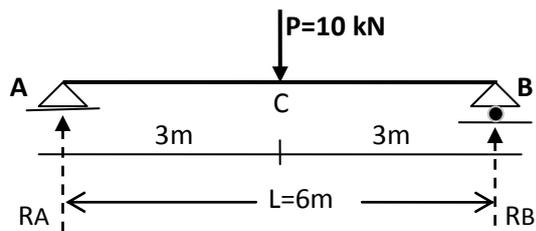
Hasil analisis di atas dapat dilukiskan sebagai berikut (lihat Gambar 3.9):



Gambar 3.9. Hasil Analisis Contoh 2

Contoh 3:

Diketahui balok sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 3.10, hitunglah dan gambarkan bidang gaya lintang, dan momen lenturnya.



Gambar 3.10. Contoh 3

Penyelesaian:

$$\sum M_B = 0 ; R_A \cdot L - P \cdot 3 = 0$$

$$R_A = \frac{P \cdot 3}{L} = \frac{10 \cdot 3}{6} = 5 \text{ kN}$$

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

$$RB = \frac{P \cdot 3}{L} = \frac{10 \cdot 3}{6} = 5 \text{ kN}$$

Gaya lintang:

$$VA-C = RA = 5 \text{ kN}$$

$$VC-B = RA - P$$

$$= 5 - 10 = -5 \text{ kN}$$

Momen lentur: $MA = 0$

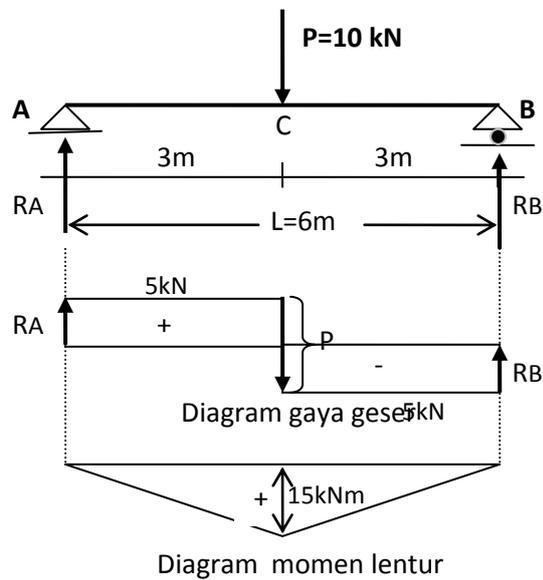
$$MC = RA \cdot 3$$

$$= 5 \cdot 3 = 15 \text{ kNm}$$

$$MB = RA \cdot 6 - P \cdot 3$$

$$= 5 \cdot 6 - 10 \cdot 3 = 0$$

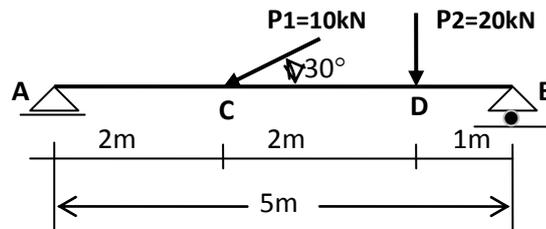
Hasil analisis di atas dapat dilukiskan sebagai berikut (Gambar 3.11):



Gambar 3.11. Hasil Analisis Contoh 3

Contoh 4:

Diketahui balok sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 3.12, hitunglah dan gambarkan bidang gaya lintang, gaya normal, dan momen lenturnya.



Gambar 3.12. Contoh 4

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \Sigma H = 0 ; \quad R_{Ah} - P_1 \cdot \cos 30^\circ &= 0 \\ R_{Ah} &= 10 \cdot 0,866 = 8,660 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\Sigma M_B = 0 ; R_{Av} \cdot L - P_1 \sin 30^\circ \cdot 3 - P_2 \cdot 1 = 0$$

$$\begin{aligned} R_{Av} &= \frac{P_1 \cdot \sin 30^\circ \cdot 3 + P_2 \cdot 1}{L} \\ R_{Av} &= \frac{10 \cdot 0,5 \cdot 3 + 20 \cdot 1}{5} = 7 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\Sigma M_A = 0 ; -R_B \cdot L + P_2 \cdot 4 + P_1 \sin 30^\circ \cdot 2 = 0$$

$$\begin{aligned} R_B &= \frac{P_2 \cdot 4 + P_1 \sin 30^\circ \cdot 2}{L} \\ R_B &= \frac{20 \cdot 4 + 10 \cdot 0,5 \cdot 2}{5} = 18 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya lintang:

$$D_{A-C} = R_{Av} = 7 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} D_{C-D} &= R_{Av} - P_1 \cdot \sin 30^\circ \\ &= 7 - 10 \cdot 0,5 = 2 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_{D-B} &= R_{Av} - P_1 \sin 30^\circ - P_2 \\ &= 7 - 10 \cdot 0,5 - 20 \\ &= -18 \text{ kN (-}R_B) \end{aligned}$$

Gaya normal:

$$N_{A-C} = R_{Ah} = -8,660 \text{ kN } (\sigma_{tk})$$

Momen lentur:

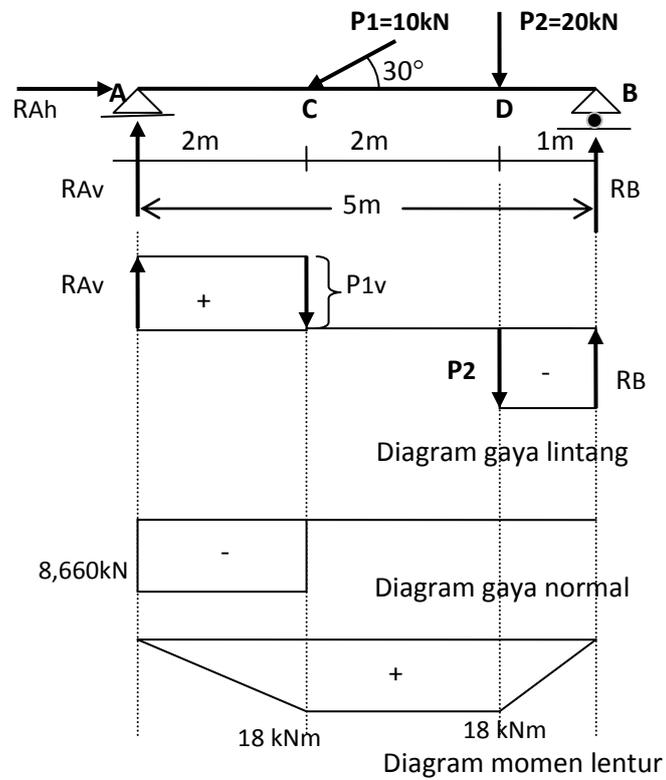
$$M_A = 0$$

$$M_C = R_{Av} \cdot 2 = 7 \cdot 2 = 18 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} M_D &= R_{Av} \cdot 4 - P_1 \sin 30^\circ \cdot 2 \\ &= 7 \cdot 4 - 10 \cdot 0,5 \cdot 2 = 18 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_B &= R_{Av} \cdot 5 - P_1 \sin 30^\circ \cdot 3 - P_2 \cdot 1 \\ &= 7 \cdot 5 - 10 \cdot 0,5 \cdot 3 - 20 \cdot 1 = 0 \end{aligned}$$

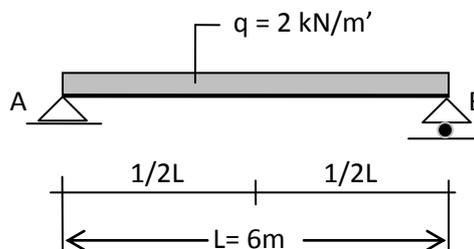
Hasil analisis di atas dapat dilukiskan sebagai berikut (Gambar 3.13):



Gambar 3.13. Hasil Analisis Contoh 4

Contoh 5:

Diketahui balok sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 3.14, hitunglah dan gambarkan bidang gaya lintang, dan momen lenturnya.



Gambar 3.14. Contoh 5

Penyelesaian:

$$\Sigma MB = 0 ; RA \cdot L - q \cdot L \cdot 1/2 \cdot L = 0$$

$$RA = \frac{1/2 \cdot q \cdot L^2}{L} = \frac{1/2 \cdot 2 \cdot 6^2}{6} = 6 \text{ kN}$$

$$\Sigma MA = 0 ; -RB \cdot L + q \cdot L \cdot 1/2 \cdot L = 0$$

$$RB = \frac{1/2 \cdot q \cdot L^2}{L} = \frac{1/2 \cdot 2 \cdot 6^2}{6} = 6 \text{ kN}$$

Gaya lintang:

$$DA = RA = 6 \text{ kN}$$

$$Dx = RA - q \cdot x$$

$$x = 0 \text{ m} \rightarrow 6 - 2 \cdot 0 = 6 \text{ kN} = (RA)$$

$$x = 1 \text{ m} \rightarrow 6 - 2 \cdot 1 = 4 \text{ kN}$$

$$x = 2 \text{ m} \rightarrow 6 - 2 \cdot 2 = 2 \text{ kN}$$

$$x = 3 \text{ m} \rightarrow 6 - 2 \cdot 3 = 0 \text{ kN}$$

$$x = 4 \text{ m} \rightarrow 6 - 2 \cdot 4 = -2 \text{ kN}$$

$$x = 5 \text{ m} \rightarrow 6 - 2 \cdot 5 = -4 \text{ kN}$$

$$x = 6 \text{ m} \rightarrow 6 - 2 \cdot 6 = -6 \text{ kN} (-RB)$$

Momen lentur: $MA = 0$

$$Mx = RA \cdot x - 1/2 \cdot q \cdot x^2$$

$$x = 0 \text{ m} \rightarrow 6 \cdot 0 - 1/2 \cdot 2 \cdot 0 = 0$$

$$x = 1 \text{ m} \rightarrow 6 \cdot 1 - 1/2 \cdot 2 \cdot 1^2 = 5 \text{ kNm}$$

$$x = 2 \text{ m} \rightarrow 6 \cdot 2 - 1/2 \cdot 2 \cdot 2^2 = 8 \text{ kNm}$$

$$x = 3 \text{ m} \rightarrow 6 \cdot 3 - 1/2 \cdot 2 \cdot 3^2 = 9 \text{ kNm}$$

$$x = 4 \text{ m} \rightarrow 6 \cdot 4 - 1/2 \cdot 2 \cdot 4^2 = 8 \text{ kNm}$$

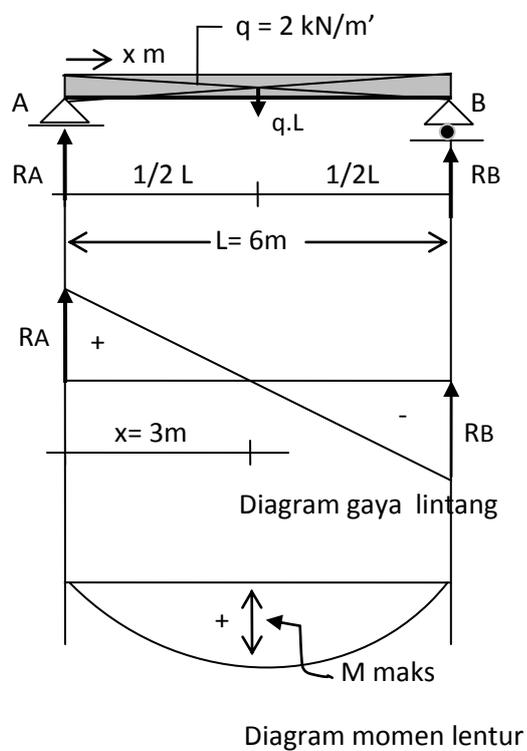
$$x = 5 \text{ m} \rightarrow 6 \cdot 5 - 1/2 \cdot 2 \cdot 5^2 = 5 \text{ kNm}$$

$$x = 6 \text{ m} \rightarrow 6 \cdot 6 - 1/2 \cdot 2 \cdot 6^2 = 0 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}
 M \text{ maks} \rightarrow V_x = 0 &\Rightarrow RA - q \cdot x = 0 \\
 6 - 2 \cdot x &= 0 \\
 x &= 3\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M \text{ maks} &= RA \cdot x - 1/2 \cdot q \cdot x^2 \\
 &= 6 \cdot 3 - 1/2 \cdot 2 \cdot 3^2 \\
 &= 9 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

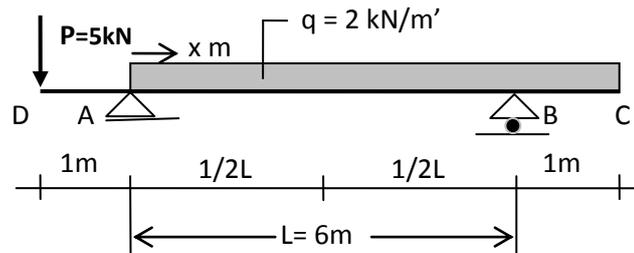
Hasil analisis di atas dapat dilukiskan sebagai berikut (Gambar 3.15):



Gambar 3.15. Hasil Analisis Contoh 5

Contoh 6:

Diketahui balok sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 3.16, hitunglah dan gambarkan bidang gaya lintang, dan momen lenturnya.



Gambar 3.16. Contoh 6

Penyelesaian:

$$\sum M_B = 0 ; R_A \cdot L - P \cdot 7 - q \cdot L \cdot \frac{1}{2} \cdot L + q \cdot 1 \cdot 0,5 = 0$$

$$R_A = \frac{P \cdot 7 + \frac{1}{2} \cdot q \cdot L^2 - q \cdot 1 \cdot 0,5}{L}$$

$$= \frac{5 \cdot 7 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 6^2 - 2 \cdot 1 \cdot 0,5}{6}$$

$$= 11,667 \text{ kN}$$

$$\sum M_A = 0 ; -R_B \cdot L + q \cdot 7 \cdot \frac{1}{2} \cdot 7 - P \cdot 1 = 0$$

$$R_B = \frac{\frac{1}{2} \cdot q \cdot 7^2 - P \cdot 1}{L}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 7^2 - 5 \cdot 1}{6} = 7,333 \text{ kN}$$

Gaya lintang: $DD-A = -P = 5 \text{ kN}$

$$DA = -P + R_A = -5 + 11,667$$

$$= 6,667 \text{ kN}$$

$$Dx = -P + RA - q \cdot x$$

$$x = 0 \text{ m} \rightarrow -5 + 11,667 - 2 \cdot 0 = 6,667 \text{ kN}$$

$$x = 1 \text{ m} \rightarrow -5 + 11,667 - 2 \cdot 1 = 4,667 \text{ kN}$$

$$x = 2 \text{ m} \rightarrow -5 + 11,667 - 2 \cdot 2 = 2,667 \text{ kN}$$

$$x = 3 \text{ m} \rightarrow -5 + 11,667 - 2 \cdot 3 = 0,667 \text{ kN}$$

$$x = 4 \text{ m} \rightarrow -5 + 11,667 - 2 \cdot 4 = -1,333 \text{ kN}$$

$$x = 5 \text{ m} \rightarrow -5 + 11,667 - 2 \cdot 5 = -3,333 \text{ kN}$$

$$x = 6 \text{ m} \rightarrow -5 + 11,667 - 2 \cdot 6 = -5,333 \text{ kN (VB kiri)}$$

$$DB \text{ kanan} = -P + RA - q \cdot L + RB$$

$$= -5 + 11,667 - 2 \cdot 6 + 7,333 = 2 \text{ kN}$$

$$DC = -P + RA - q \cdot 7 + RB$$

$$= -5 + 11,667 - 2 \cdot 7 + 7,333$$

$$= 0$$

Momen lentur: $MD = 0$

$$MA = -P \cdot 1 = -5 \cdot 1 = -5 \text{ kNm}$$

$$Mx = -P \cdot (1+x) + RA \cdot x - \frac{1}{2} \cdot q \cdot x^2$$

$$x = 0 \text{ m} \rightarrow -5 \cdot 1 + 11,667 \cdot 0 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 0 = -5 \text{ kNm}$$

$$x = 1 \text{ m} \rightarrow -5 \cdot 2 + 11,667 \cdot 1 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 1^2 = 2,667 \text{ kNm}$$

$$x = 2 \text{ m} \rightarrow -5 \cdot 3 + 11,667 \cdot 2 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2^2 = 4,334 \text{ kNm}$$

$$x = 3 \text{ m} \rightarrow -5 \cdot 4 + 11,667 \cdot 3 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3^2 = 6 \text{ kNm}$$

$$x = 4 \text{ m} \rightarrow -5 \cdot 5 + 11,667 \cdot 4 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 4^2 = 5,668 \text{ kNm}$$

$$x = 5 \text{ m} \rightarrow -5 \cdot 6 + 11,667 \cdot 5 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 5^2 = 3,335 \text{ kNm}$$

$$x = 6 \text{ m} \rightarrow -5 \cdot 7 + 11,667 \cdot 6 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 6^2 = -1 \text{ kNm (MB)}$$

$$MC = -P \cdot 8 + RA \cdot 7 - \frac{1}{2} \cdot q \cdot 7^2 + RB \cdot 1$$

$$= -5 \cdot 8 + 11,667 \cdot 7 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 7^2 + 7,333 \cdot 1$$

$$= 0$$

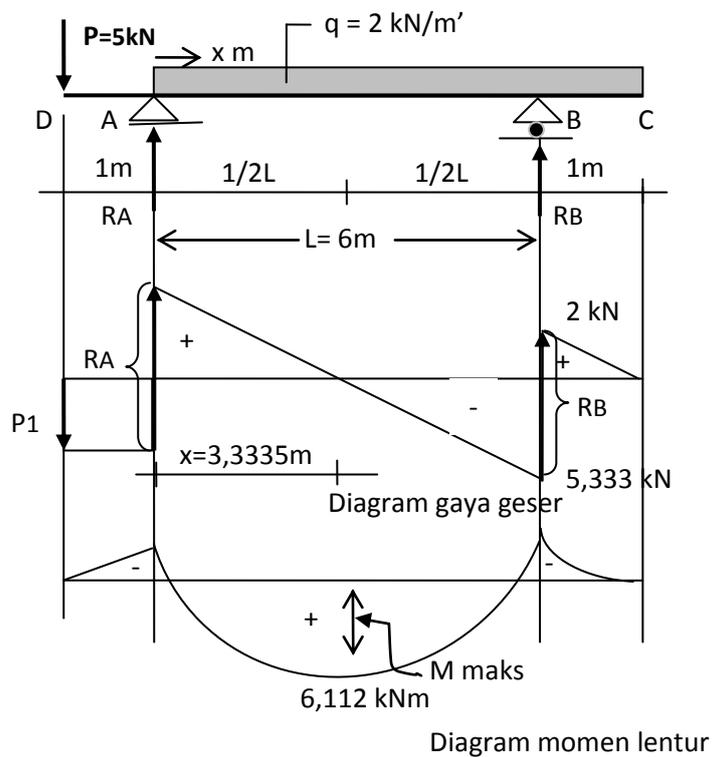
$$M \text{ maks} \rightarrow Dx = 0 \Leftrightarrow -P + RA - q \cdot x = 0$$

$$-5 + 11,667 - 2 \cdot x = 0$$

$$x = 3,3335 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\text{maks}} &= -P \cdot (1+x) + R_A \cdot x - \frac{1}{2} \cdot q \cdot x^2 \\
 &= -5 \cdot 4,3335 + 11,667 \cdot 3,3335 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3,3335^2 \\
 &= 6,112 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Hasil analisis di atas dapat dilukiskan sebagai berikut (Gambar 3.17):



Gambar 3.17. Hasil Analisis Contoh 6

D. Aktivitas Pembelajaran

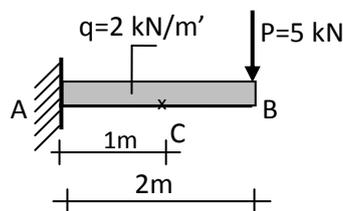
1. Pahami setiap materi kegiatan pembelajaran dengan membaca secara cermat dan teliti, kemudian kerjakan soal-soal latihan/kasus/tugas yang diberikan sebagai sarana evaluasi.
2. Catatlah kesulitan yang anda dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada Fasilitator atau Widyaiswara pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah

referensi lainnya yang berhubungan dengan materi modul agar anda mendapatkan tambahan pengetahuan.

3. Untuk menjawab soal latihan/kasus/tugas yang diberikan usahakan memberi jawaban yang singkat, jelas dan kerjakan sesuai dengan kemampuan anda setelah mempelajari modul ini.
4. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bilamana perlu konsultasikan hasil tersebut pada Fasilitator atau Widyaiswara.
5. Siapkan semua peralatan yang mendukung pelaksanaan kegiatan Diklat Guru Teknik Teknik Gambar Bangunan kelompok kompetensi E.
6. Ikuti prosedur dan langkah-langkah kerja secara urut sebagaimana tercantum dalam modul ini.
7. Bila ada yang meragukan segera konsultasikan dengan Fasilitator atau Widyaiswara.
8. Mengawali dan mengakhiri pekerjaan senantiasa dengan berdo'a agar diberikan kelancaran, perlindungan dan keselamatan dari Tuhan Yang Maha Kuasa.

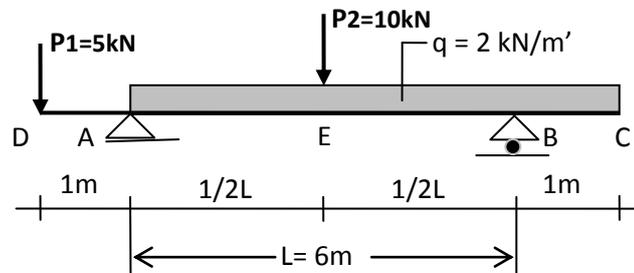
E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Jelaskan pemahaman anda terhadap gaya lintang (bidang D), gaya normal (bidang N), dan momen lentur (bidang M).
2. Hitunglah dan gambarkan bidang gaya lintang, dan momen lentur dari balok kantilever seperti pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18. Soal Latihan 2

3. Diketahui balok sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 3.19, hitunglah dan gambarkan bidang gaya lintang, dan momen lenturnya.



Gambar 3.19. Soal Latihan 3

E. Rangkuman

1. Gaya lintang adalah gaya yang bekerja tegak lurus terhadap sumbu memanjang balok atau gelagar. Gaya ini dapat menimbulkan pergeseran pada arah penampang melintang balok. Bidang gaya lintang (bidang D) di lukis di atas garis netral apabila bernilai positif atau sebaliknya jika bernilai negatif digambarkan di bawah garis netral.
2. Gaya normal merupakan gaya yang bekerja sejajar dengan sumbu memanjang balok atau gelagar. Gaya normal yang terjadi pada balok atau gelagar dihitung dengan memperhatikan kondisi pembebanan. Apabila pada balok tidak terdapat beban atau gaya yang horizontal atau miring maka tidak ada gaya normal (misalnya, $N_{A-B} = 0$). Namun, bila balok menerima gaya tekan horizontal, maka balok akan menderita tegangan tekan (-), sebaliknya balok yang menerima gaya tarik horizontal, maka balok akan menderita tegangan tarik (+). Bidang gaya normal (bidang N) di lukis di atas garis netral apabila bernilai positif atau sebaliknya jika bernilai negatif digambarkan di bawah garis netral.
3. Momen lentur merupakan gaya yang menyebabkan lendutan atau lenturan pada suatu batang atau balok. Besar momen lentur pada titik tertentu suatu batang atau balok sama dengan gaya dikali jarak (lengan) terhadap titik

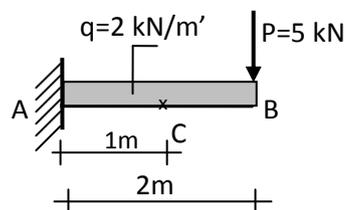
yang ditinjau dengan satuan kNm. Bidang momen lentur (bidang M) di lukis di atas garis netral apabila bernilai negatif atau sebaliknya jika bernilai positif digambarkan di bawah garis netral.

G. Umpan Balik/Tindak Lanjut

Setelah mempelajari modul ini anda diharapkan dapat menentukan cara menggambar bidang D, N dan momen gelagar dan kantilever yang ditumpu pada ujung-ujungnya.

H. Kunci Jawaban

1. Gaya lintang (bidang D) merupakan gaya yang bekerja tegak lurus terhadap arah memanjang balok, biasanya nilai maksimum gaya lintang terdapat pada tumpuan. Gaya normal (bidang N) merupakan gaya yang bekerja sejajar dengan arah memanjang batang dalam bentuk tarik maupun tekan. Sedangkan momen lentur (bidang M) adalah gaya dikali jarak pada titik tertentu. Besar momen lentur di suatu titik sama dengan besar gaya dikalikan jarak terhadap titik yang ditinjau.
2. Hitunglah dan gambarkan bidang gaya lintang, dan momen lentur dari balok kantilever seperti pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20. Soal Latihan 2

Penyelesaian:

Reaksi tumpuan: $\Sigma V=0$; $RA - P - q \cdot 2 = 0$

$$\begin{aligned} RA &= P + q \cdot 2 \\ &= 5 + 2 \cdot 2 = 9 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya lintang: $DA = RA = 9 \text{ kN}$

$$\begin{aligned} DC &= RA - q \cdot 1 \\ &= 9 - 2 \cdot 1 = 7 \text{ kN} \end{aligned}$$

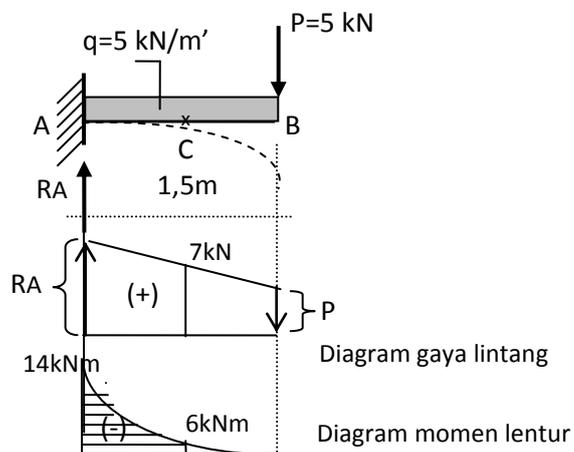
$$\begin{aligned} DB &= RA - q \cdot 2 \\ &= 9 - 2 \cdot 2 = 5 \text{ kN} \end{aligned}$$

Momen lentur: $MB = 0$

$$\begin{aligned} MC &= - (q \cdot 1 \cdot 0,5 + P \cdot 1) \\ &= - (2 \cdot 1 \cdot 0,5 + 5 \cdot 1) = -6 \text{ kNm} \end{aligned}$$

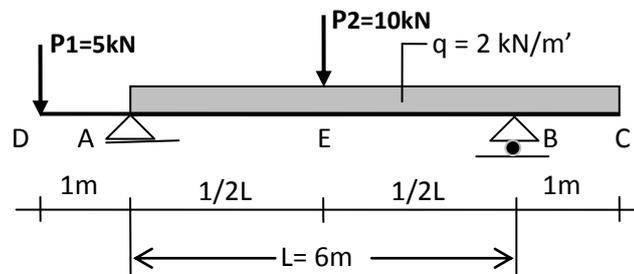
$$\begin{aligned} MA &= - (q \cdot 2 \cdot 1 + P \cdot 2) \\ &= - (2 \cdot 2 \cdot 1 + 5 \cdot 2) = -14 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Hasil analisis di atas dapat dilukiskan sebagai berikut (lihat Gambar 3.21):



Gambar 3.21. Hasil Analisis Soal Latihan 2

3. Diketahui balok sederhana dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 3.22, hitunglah dan gambarkan gaya lintang, dan momen lenturnya.



Gambar 3.22. Contoh Soal Latihan 3

Penyelesaian:

$$\Sigma M_B = 0 ; RA \cdot L - P1 \cdot 7 - q \cdot L \cdot \frac{1}{2} \cdot L - P2 \cdot 3 + q \cdot 1 \cdot 0,5 = 0$$

$$RA = \frac{P1 \cdot 7 + \frac{1}{2} \cdot q \cdot L^2 + P2 \cdot 3 - q \cdot 1 \cdot 0,5}{L}$$

$$= \frac{5 \cdot 7 + \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 6^2 + 10 \cdot 3 - 2 \cdot 1 \cdot 0,5}{6}$$

$$= 16,667 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_A = 0 ; -RB \cdot L + q \cdot 7 \cdot \frac{1}{2} \cdot 7 + P2 \cdot 3 - P1 \cdot 1 = 0$$

$$RB = \frac{\frac{1}{2} \cdot q \cdot 7^2 + P2 \cdot 3 - P1 \cdot 1}{L}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 7^2 + 10 \cdot 3 - 5 \cdot 1}{6}$$

$$= 12,333 \text{ kN}$$

Gaya lintang:

$$D-D-A = -P1 = 5 \text{ kN}$$

$$D-A = -P1 + RA = -5 + 16,667 = 11,667 \text{ kN}$$

$$D-E \text{ kiri} = -P1 + RA - q \cdot \frac{1}{2} \cdot L$$

$$= -5 + 16,667 - 2 \cdot 3 = 5,667 \text{ kN}$$

$$D-E \text{ kanan} = -P1 + RA - q \cdot \frac{1}{2} \cdot L - P2$$

$$= -5 + 16,667 - 2 \cdot 3 - 10 = -4,333 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB kiri} &= -P_1 + R_A - q \cdot L - P_2 \\
 &= -5 + 16,667 - 2 \cdot 6 - 10 = -10,333 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB kanan} &= -P_1 + R_A - q \cdot L - P_2 + R_B \\
 &= -5 + 16,667 - 2 \cdot 6 - 10 + 12,333 = 2 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DC} &= -P_1 + R_A - q \cdot 7 - P_2 + R_B \\
 &= -5 + 16,667 - 2 \cdot 7 - 10 + 12,333 = 0
 \end{aligned}$$

Momen lentur: $M_D = 0$

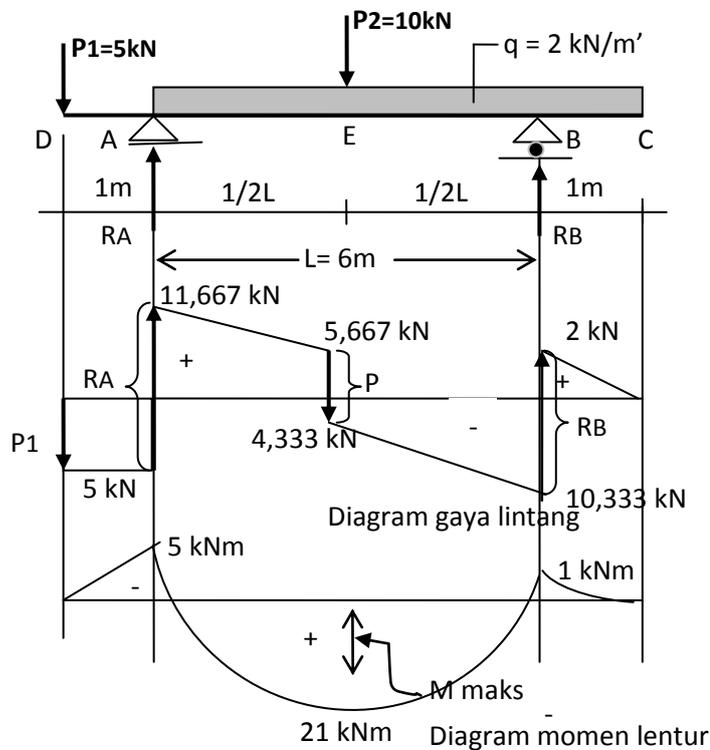
$$M_A = -P_1 \cdot 1 = -5 \cdot 1 = -5 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}
 M_E &= -P_1 \cdot 4 + R_A \cdot 1/2L - q \cdot 1/2L \cdot 1/4L \\
 &= -5 \cdot 4 + 16,667 \cdot 3 - 2 \cdot 3 \cdot 1,5 = -21 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_B &= -P_1 \cdot 7 + R_A \cdot L - q \cdot L \cdot 1/2L - P_2 \cdot 3 \\
 &= -5 \cdot 7 + 16,667 \cdot 6 - 2 \cdot 6 \cdot 3 - 10 \cdot 3 = -1 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_C &= -P_1 \cdot 8 + R_A \cdot 7 - q \cdot 7 \cdot 3,5 - P_2 \cdot 4 + R_B \cdot 1 \\
 &= -5 \cdot 8 + 16,667 \cdot 7 - 2 \cdot 7 \cdot 3,5 - 10 \cdot 4 + 12,333 \cdot 1 = 0
 \end{aligned}$$

Hasil analisis di atas dapat dilukiskan sebagai berikut (Gambar 3.23):



Gambar 3.23 Hasil Analisis Soal Latihan 3

Kegiatan Pembelajaran 4

MENGHITUNG BESAR DAN ARAH GAYA BATANG SECARA GRAFIS

A. Tujuan

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran yang ada dalam modul diklat ini anda diharapkan dapat menerapkan cara menghitung besar dan arah gaya batang secara grafis.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Menerapkan cara menghitung besar dan arah gaya batang secara grafis.

C. Uraian Materi

Untuk menghitung besar dan arah gaya batang secara grafis dapat dilakukan dengan metode Cremona. Berdasarkan ketentuan keseimbangan yang dapat dilakukan secara grafis yaitu dengan melukis satu poligon gaya untuk setiap titik simpul, akan dapat ditentukan gaya batang pada suatu titik simpul sembarang. Apabila telah diketahui satu gaya batang akan dapat dicari dua gaya batang lainnya.

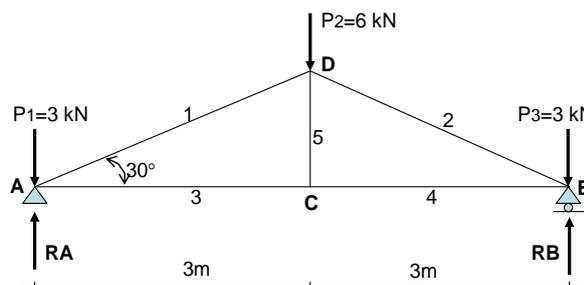
Menurut Cremona, kita harus memperhatikan suatu jurusan pemasangan gaya pada poligon gaya, misalnya selalu dalam arah jarum jam. Untuk poligon gaya pada titik simpul lainnya digunakan sebagian dari poligon gaya sebelumnya. Dengan demikian, kita dapat memperoleh lukisan poligon gaya yang tertutup (seimbang) hingga dengan mudah dapat diketahui hasilnya apakah betul atau salah. Jika poligon gaya tidak tertutup maka hasil lukisan Cremona salah. Gaya batang dengan arah menuju titik simpul dinyatakan sebagai batang tekan (-) sedangkan gaya batang dengan arah meninggalkan titik simpul dinyatakan sebagai batang tarik (+).

Proses analisis :

1. Tentukan skala gaya dan jarak, misalnya $10 \text{ kN} = 1 \text{ cm}$, dan $1 \text{ m} = 1 \text{ cm}$.
2. Hitung reaksi tumpuan, R_A dan R_B dengan bantuan lukisan kutub.
3. Tinjau titik simpul dengan maksimal 2 batang yang belum diketahui gaya batangnya. Biasanya hal ini ditemukan pada simpul tumpuan.
4. Urutan lukisan gaya-gaya batang selalu dilakukan terhadap titik-titik simpul yang mengarah ke sebelah kanan (searah putaran jarum jam).
5. Lukislah gaya-gaya batang tersebut dengan poligon gaya yang tertutup untuk tiap titik simpul hingga sambung menyambung dan akhirnya lukisan Cremona menjadi tertutup. Untuk mudahnya pada lukisan Cremona kita beri nomor dan jenis batang untuk gaya-gaya batang yang sudah dilukis.
6. Ukur panjang masing-masing gaya batang dengan mistar dan kalikan dengan skala yang digunakan. Selanjutnya, hasil yang diperoleh dibuat dalam tabel gaya-gaya batang.

Contoh Kasus 1:

Diketahui struktur rangka batang (*Truss*) dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 4.1, hitunglah gaya batang dengan metode Cremona.



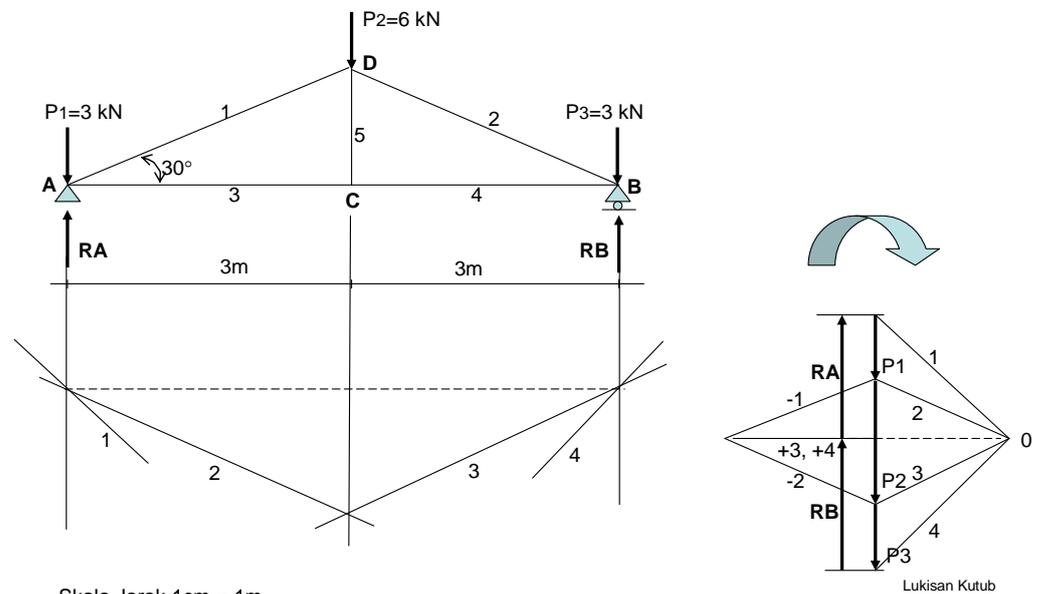
Gambar 4.1. Rangka Kuda-kuda

Penyelesaian :

Reaksi tumpuan R_A dan R_B dicari dengan bantuan lukisan kutub. Selanjutnya, besar gaya-gaya batang diperoleh dengan meninjau titik-titik simpul yang bersangkutan menggunakan lukisan Cremona dengan urutan tinjauan sebagai berikut:

Daftar Urutan Lukisan Cremon

Simpul	Segi banyak gaya
A	(RA) – (P1) – 1 – 3
C	(3) – 5 – 4
D	(1) – (P2) – 2 – (5)
B	(4) – (2) – (P3) – (RB)



Skala Jarak 1 cm = 1 m
 Skala gaya 1 cm = 3 kN

Lukisan Cremona

Gambar 4.2. Penyelesaian contoh kasus 1

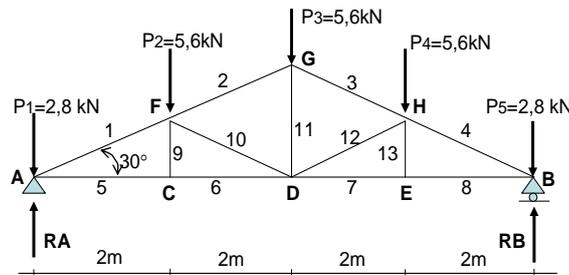
Hasil lukisan Cremona selanjutnya diukur dengan mistar dan dikalikan dengan skala gaya yang digunakan, sebagai berikut:

Daftar Gaya Batang :

No. Batang	Lukisan Cremona (cm)	Gaya-gaya Batang (kN)	
		Tarik (+)	Tekan (-)
1 = 2	2,0		6
3 = 4	1,73	5,19	
5	0	0	

Contoh Kasus 2 :

Diketahui struktur rangka batang (*Tuss*) dengan bentuk, dimensi, dan pembebanan seperti pada Gambar 4.3, hitunglah gaya batang dengan metode Cremona.



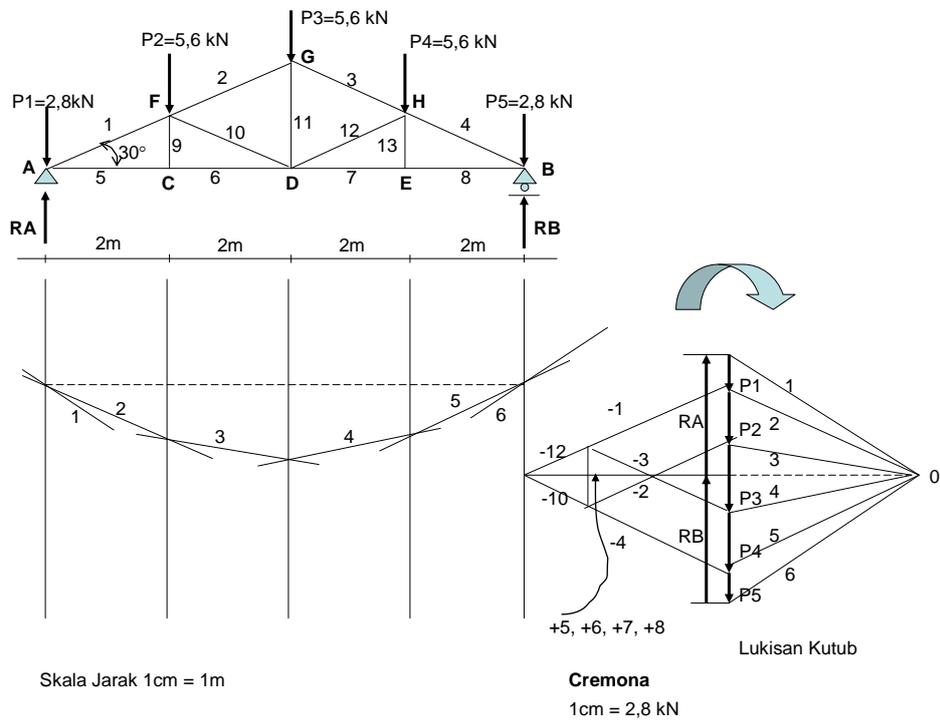
Gambar 4.3. Rangka Kuda-kuda (contoh kasus 2)

Penyelesaian :

Reaksi tumpuan RA dan RB dicari dengan bantuan lukisan kutub. Selanjutnya, besar gaya-gaya batang diperoleh dengan meninjau titik-titik simpul yang bersangkutan menggunakan lukisan Cremona dengan urutan tinjauan sebagai berikut:

Daftar Urutan Lukisan Cremona

Simpul	Segi banyak gaya
A	(RA) – (P1) – 1 – 5
C	(5) – 9 – 6
F	(1) – (P2) – 2 – 10
G	(2) – (P3) – 3 – 11
D	(6) – (10) – (11) – 12 – 7
E	(7) – 13 – 8
H	(13) – (12) – (3) – (P4) – 4
B	(RB) – (8) – (4) – (P5)



Gambar 4.4. Penyelesaian contoh kasus 2

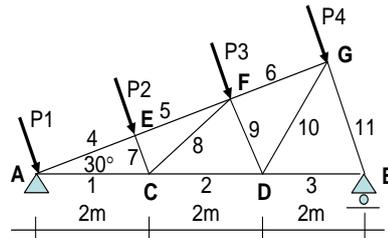
Hasil lukisan Cremona selanjutnya diukur dengan mistar dan dikalikan dengan skala gaya yang digunakan, sebagai berikut:

Daftar Gaya Batang :

No.Batang	LukisanCremona (cm)	Gaya-gaya Batang (kN)	
		Tarik (+)	Tekan (-)
1 = 4	6,0		16,8
2 = 3	4,0		11,2
5 = 6	5,2	14,56	
7 = 8	5,2	14,56	
9 = 13	0	0	
10 = 12	2,0		5,6
11	2,0		5,6

Contoh Kasus 3 :

Diketahui struktur rangka batang (*Truss*) menerima beban $P_1 = P_4 = 5\text{kN}$ dan $P_2 = P_3 = 10\text{kN}$ dengan bentuk, dan dimensi seperti pada Gambar 4.5, hitunglah gaya batang dengan metode Cremona



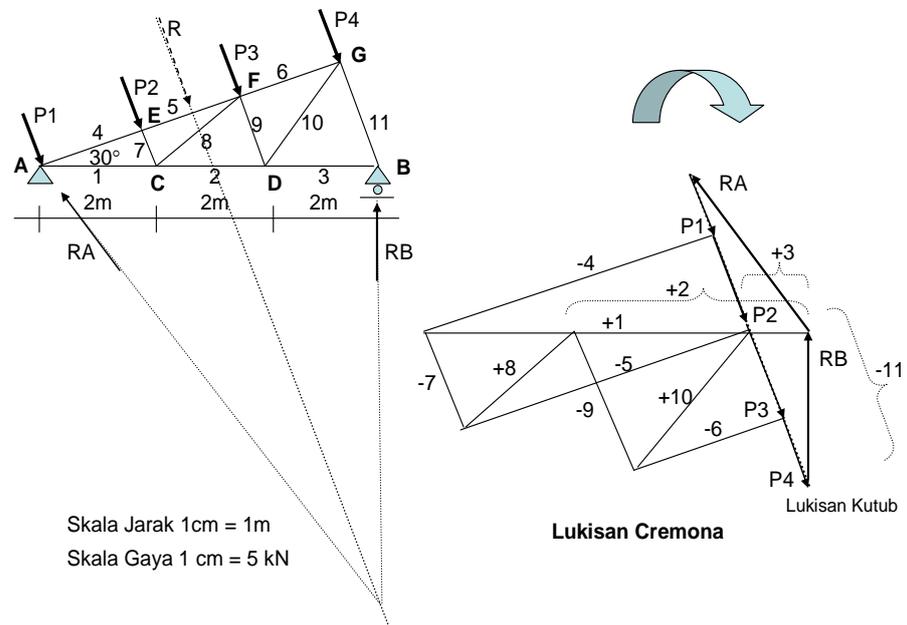
Gambar 4.5. Rangka Kuda-kuda (contoh kasus 3)

Penyelesaian :

Reaksi tumpuan R_A dan R_B dicari dengan bantuan lukisan kutub. Selanjutnya, besar gaya-gaya batang diperoleh dengan meninjau titik-titik simpul yang bersangkutan menggunakan lukisan Cremona dengan urutan tinjauan sebagai berikut:

Daftar Urutan Lukisan Cremona

Simpul	Segi banyak gaya
A	$(R_A) - (P_1) - 4 - 1$
E	$(4) - (P_2) - 5 - 7$
C	$(1) - (7) - 8 - 2$
F	$(5) - (P_3) - 6 - 9 - (8)$
G	$(6) - (P_4) - (11) - 10$
D	$(2) - (9) - (10) - 3$
B	$(R_B) - (3) - (11)$



Gambar 4.6. Penyelesaian contoh kasus 3

Hasil lukisan Cremona dicatat pada daftar gaya batang, dengan cara mengukur masing-masing batang hasil lukisan dengan mistar serta mengalikannya dengan skala gaya yang digunakan, sebagai berikut:

Daftar Gaya Batang :

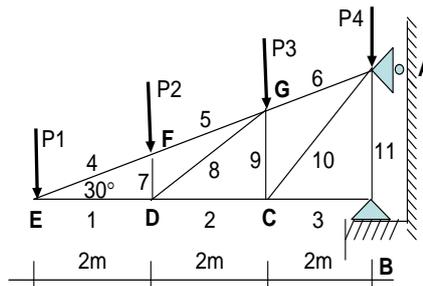
No.Batang	LukisanCremona (cm)	Gaya-gaya Batang (kN)	
		Tarik (+)	Tekan (-)
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Pahami setiap materi kegiatan pembelajaran dengan membaca secara cermat dan teliti, kemudian kerjakan soal-soal latihan/kasus/tugas yang diberikan sebagai sarana evaluasi.
2. Catatlah kesulitan yang anda dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada Fasilitator atau Widyaiswara pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah referensi lainnya yang berhubungan dengan materi modul agar anda mendapatkan tambahan pengetahuan.
3. Untuk menjawab soal latihan/kasus/tugas yang diberikan usahakan memberi jawaban yang singkat, jelas dan kerjakan sesuai dengan kemampuan anda setelah mempelajari modul ini.
4. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bilamana perlu konsultasikan hasil tersebut pada Fasilitator atau Widyaiswara.
5. Siapkan semua peralatan yang mendukung pelaksanaan kegiatan Diklat Guru Teknik Teknik Gambar Bangunan kelompok kompetensi E.
6. Ikuti prosedur dan langkah-langkah kerja secara urut sebagaimana tercantum dalam modul ini.
7. Bila ada yang meragukan segera konsultasikan dengan Fasilitator atau Widyaswara.
8. Mengawali dan mengakhiri pekerjaan senantiasa dengan berdo'a agar diberikan kelancaran, perlindungan dan keselamatan dari Tuhan Yang Maha Kuasa.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Diketahui struktur rangka batang (*Truss*) menerima beban $P_1 = P_4 = 5\text{kN}$ dan $P_2 = P_3 = 10\text{kN}$ dengan bentuk, dan dimensi seperti pada Gambar 4.7, hitunglah gaya batang dengan metode Cremona.



Gambar 4.7. Rangka Kuda-kuda

F. Rangkuman

Besar dan arah gaya batang secara grafis dapat dilakukan dengan metode Cremona. Berdasarkan ketentuan keseimbangan yang dapat dilakukan secara grafis yaitu dengan melukis satu poligon gaya untuk setiap titik simpul, akan dapat ditentukan gaya batang pada suatu titik simpul sembarang. Apabila telah diketahui satu gaya batang akan dapat dicari dua gaya batang lainnya.

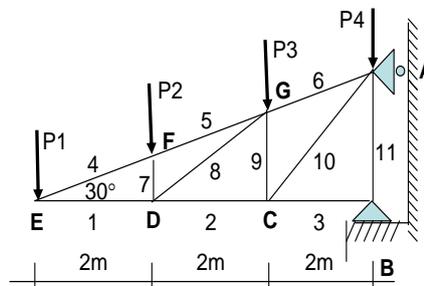
Menurut Cremona, kita harus memperhatikan suatu jurusan pemasangan gaya pada poligon gaya, misalnya selalu dalam arah jarum jam. Untuk poligon gaya pada titik simpul lainnya digunakan sebagian dari poligon gaya sebelumnya. Dengan demikian, kita dapat memperoleh lukisan poligon gaya yang tertutup (seimbang) hingga dengan mudah dapat diketahui hasilnya apakah betul atau salah. Jika poligon gaya tidak tertutup maka hasil lukisan Cremona salah. Gaya batang dengan arah menuju titik simpul dinyatakan sebagai batang tekan (-) sedangkan gaya batang dengan arah meninggalkan titik simpul dinyatakan sebagai batang tarik (+).

G. Umpan Balik/Tindak Lanjut

Setelah mempelajari modul ini anda diharapkan dapat menerapkan cara menghitung besar dan arah gaya batang secara grafis.

H. Kunci Jawaban

Diketahui struktur rangka batang (*Truss*) menerima beban $P_1 = P_4 = 5\text{kN}$ dan $P_2 = P_3 = 10\text{kN}$ dengan bentuk, dan dimensi seperti pada Gambar 4.8, hitunglah gaya batang dengan metode Cremona



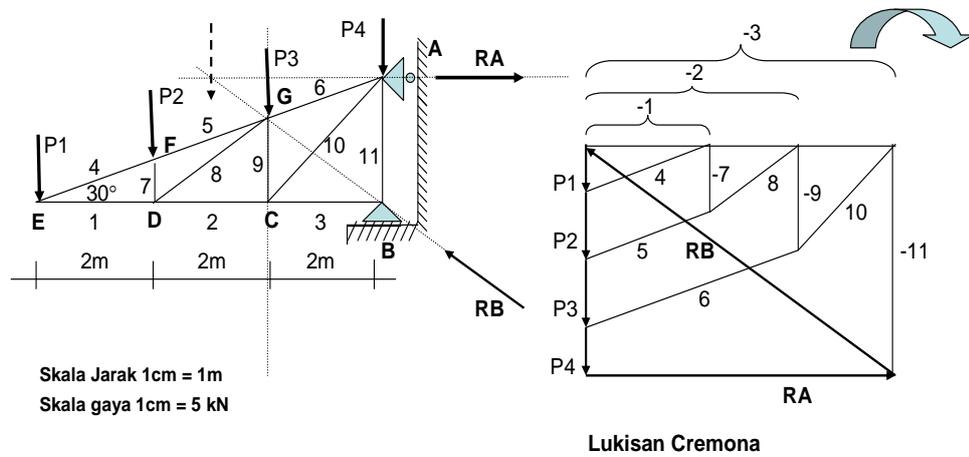
Gambar 4.8. Rangka Kuda-kuda

Penyelesaian :

Reaksi tumpuan RA dan RB dicari dengan bantuan lukisan kutub. Selanjutnya, besar gaya-gaya batang diperoleh dengan meninjau titik-titik simpul yang bersangkutan menggunakan lukisan Cremona dengan urutan tinjauan sebagai berikut:

Daftar Urutan Lukisan Cremona

Simpul	Segi banyak gaya
A	(RA) – (P1) – 4 – 1
E	(4) – (P2) – 5 - 7
C	(1) – (7) – 8 – 2
F	(5) – (P3) – 6 – 9 – (8)
G	(6) – (P4) – (11) – 10
D	(2) – (9) – (10) - 3
B	(RB) – (3) – (11)



Gambar 4.9. Penyelesaian Latihan

Hasil lukisan Cremona dicatat pada daftar gaya batang, dengan cara mengukur masing-masing batang hasil lukisan dengan mistar serta mengalikannya dengan skala gaya yang digunakan, sebagai berikut:

Daftar Gaya Batang :

No.Batang	LukisanCremona (cm)	Gaya-gaya Batang (kg)	
		Tarik (+)	Tekan (-)
1
2
3
4	
5	
6	
7
8	
9
10	
11

Kegiatan Pembelajaran 5

MENGHITUNG BESAR MOMEN KELEMBAMAN PENAMPANG BALOK SECARA ANALITIS

A. Tujuan

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran yang ada dalam modul diklat ini anda diharapkan dapat menerapkan menentukan cara perhitungan besar momen kelembaman penampang balok secara analitis.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

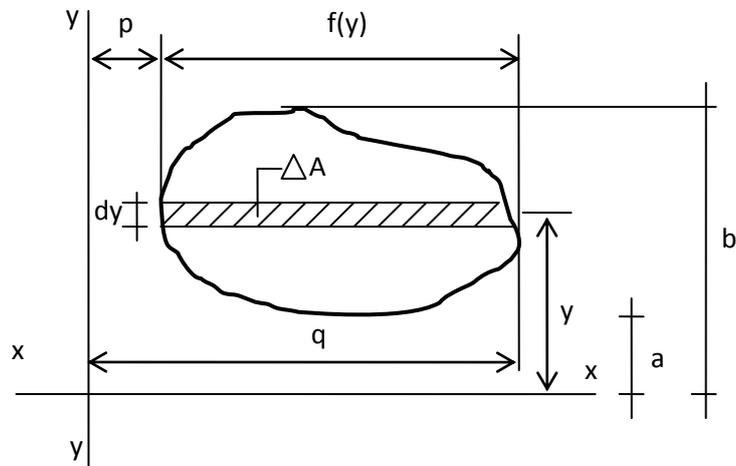
Menentukan cara perhitungan besar momen kelembaman penampang balok secara analitis.

C. Uraian Materi

Momen Inersia

Momen inersia (I) disebut juga sebagai momen kelembaman, dijumpai pada perhitungan lentur. Dalam menggunakan rumus-rumus lenturan, momen inersia I dari daerah irisan penampang terhadap sumbu netral harus ditentukan lebih dulu. Nilai momen inersia ditentukan dengan integrasi terhadap seluruh luas irisan penampang batang. Momen inersia untuk rumus lenturan ini dihitung terhadap sumbu netral daerah irisan penampang. Sumbu ini harus melalui titik berat daerah irisan penampang. Untuk irisan-irisan yang simetris, sumbu netral tersebut tegak lurus pada sumbu simetris.

Langkah awal untuk mengevaluasi momen inersia I suatu penampang benda adalah dengan lebih dahulu mengetahui titik berat benda beraturan. Kemudian suatu integrasi dapat dilakukan terhadap sumbu horizontal melalui titik berat luas benda tersebut (lihat Gambar 5.1).



Gambar 5.1. Momen Inersia Penampang Benda

Gambar Momen Inersia (7.1) di atas, kita bagi luas bidang penampangnya menjadi bagian-bagian kecil ΔA lalu dikalikan dengan kuadrat jarak dari luas kecil ke suatu garis sumbu (semua titik dari tiap ΔA dianggap mempunyai jarak yang sama terhadap garis sumbu), maka diperoleh momen inersia (I) bidang terhadap garis sumbu, yaitu:

$I_x = \sum \Delta A \cdot y^2$. Jika luas bagian kecil bidang di atas:

$\Delta A = f(y) \cdot dy$, maka:

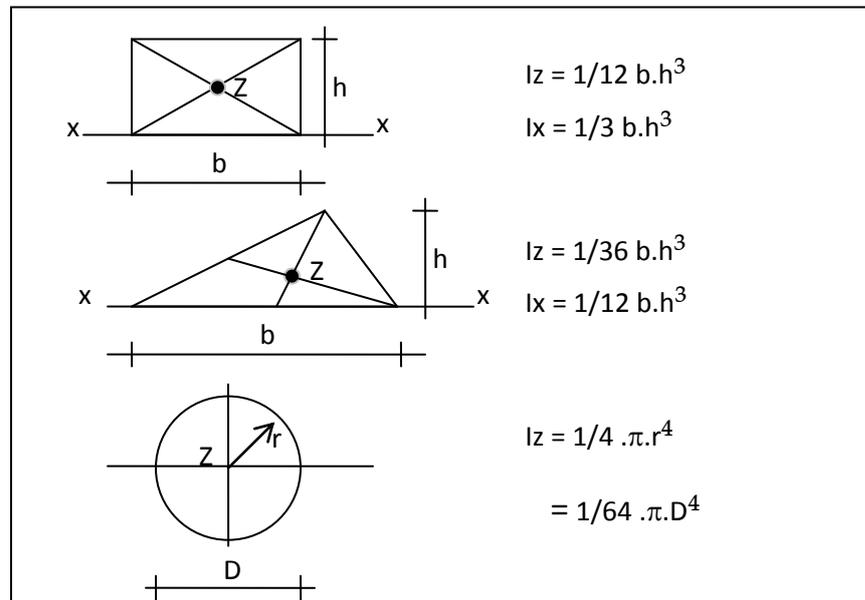
$I_x = \sum y^2 \cdot f(y) \cdot dy$. Mengingat lajur luas ΔA tidak akan pernah keluar dari garis sumbu, maka y akan bervariasi di antara a dan b . Dengan bantuan integral kita dapat menentukan momen inersia (momen kelembaman) suatu bidang penampang dengan rumus sebagai berikut:

$$I_x = \int_b^a y^2 \cdot f(y) \cdot dy$$

$$I_y = \int_p^q x^2 \cdot f(x) \cdot dx$$

Momen Inersia Bidang Beraturan

Berdasarkan rumus di atas dapat ditentukan besar momen inersia (momen kelembaman) bidang-bidang tertentu yang beraturan sebagai berikut:



Gambar 5.2. Momen Inersia Bidang Tertentu

Hubungan momen inersia terhadap dua sumbu sejajar:

Hubungan momen inersia (momen kelembaman) terhadap dua sumbu sejajar merupakan suatu dalil pergeseran (lihat Gambar 5.3). Digunakan untuk menentukan momen inersia pada titik tertentu (tidak melalui titik berat bidang), yaitu:

$$I_x = \Sigma \Delta A \cdot y^2$$

$$\text{jika } y = y_1 + y_2, \text{ maka } I_x = \Sigma \Delta A \cdot (y_1 + y_2)^2$$

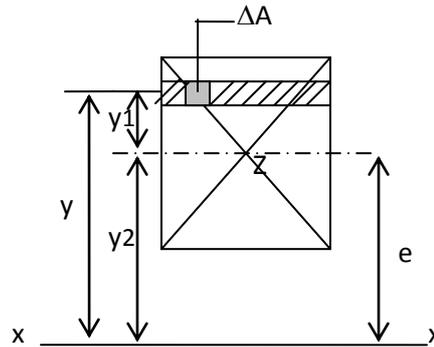
$$I_x = \Sigma \Delta A \cdot (y_1^2 + 2y_1 \cdot y_2 + y_2^2)$$

$$I_x = \Sigma \Delta A \cdot y_1^2 + \Sigma \Delta A \cdot 2y_1 \cdot y_2 + \Sigma \Delta A \cdot y_2^2$$

Menurut teori, titik berat momen statis terhadap titik berat ($\Sigma \Delta A \cdot y_1$) sama dengan nol. Jadi: $I_x = \Sigma \Delta A \cdot y_1^2 + \Sigma \Delta A \cdot y_2^2$ dapat ditulis menjadi:

$$I_x = I_z + A \cdot e^2 \quad \rightarrow \quad I_x = 1/12 \cdot b \cdot h^3 + A \cdot e^2$$

$$\rightarrow \quad I_y = 1/12 \cdot b^3 \cdot h + A \cdot e^2$$

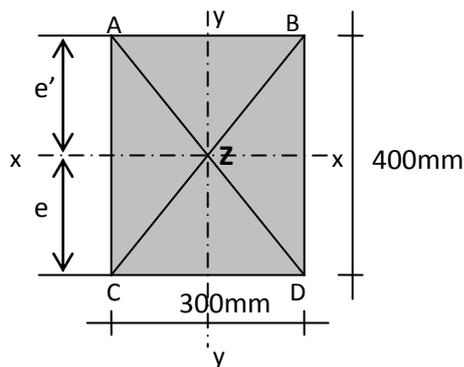


Gambar 5.3. Hubungan Momen Inersia Terhadap Dua Sumbu Sejajar

Contoh Soal

Soal 1 :

Diketahui suatu penampang balok persegi panjang 300 x 400 mm seperti pada Gambar 5.4, hitunglah momen inersia I_z , I_{AB} , dan I_{CD} .



Gambar 5.4. Penampang Balok Persegi

Penyelesaian:

1) Tentukan letak titik berat penampang:

$$Z_{x,y} = Z_{150, 200}$$

2) Tentukan momen inersia pada garis netral:

$$I_z = 1/12 \cdot b \cdot h^3$$

$$= 1/12 \cdot 300 \times 400^3 = 1,6 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

3) Momen inersia terhadap serat atas:

$$I_{AB} = I_z + A \cdot e^2$$

$$= 1,6 \cdot 10^9 + 300 \cdot 400 \cdot 200^2 = 6,4 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

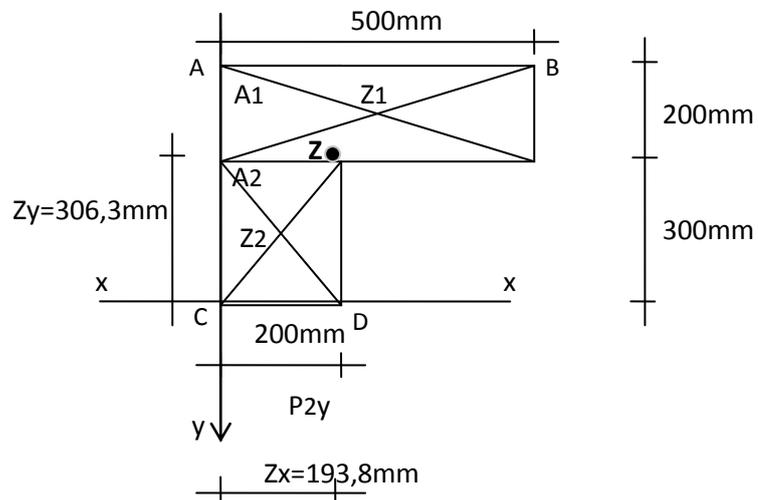
4) Momen inersia terhadap serat bawah:

$$I_{CD} = I_z + A \cdot e^2$$

$$= 1,6 \cdot 10^9 + 300 \cdot 400 \cdot 200^2 = 6,4 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

Soal 2 :

Diketahui suatu penampang balok berbentuk L, seperti pada Gambar 5.5 hitunglah momen inersia I_z , I_{AB} , dan I_{CD}



Gambar 5.5. Penampang Balok – L

Penyelesaian:

1). Tentukan letak titik berat penampang:

$$\begin{aligned} Z_y &= \frac{(100000 \cdot 400) + (60000 \cdot 150)}{(100000 + 60000)} \\ &= 306,3 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_x &= \frac{(100000 \cdot 250) + (60000 \cdot 100)}{(100000 + 60000)} \\ &= 193,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

2). Tentukan momen inersia pada garis netral:

$$\begin{aligned} I_z &= [(1/12 \cdot 500 \cdot 200^3) + (500 \cdot 200 \cdot 93,7^2)] + \\ &\quad [(1/12 \cdot 200 \cdot 300^3) + (200 \cdot 300 \cdot 156,3^2)] \\ &= 3127 \cdot 10^6 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

3). Momen inersia terhadap serat atas:

$$\begin{aligned} I_{AB} &= I_z + A \cdot e^2 \\ &= [3127 \cdot 10^6 + (160000 \cdot 193,7^2)] \\ &= 0,913 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

4). Momen inersia terhadap serat bawah:

$$\begin{aligned} I_{CD} &= I_z + A \cdot e^2 \\ &= [3127 \cdot 10^6 + (160000 \cdot 306,3^2)] \\ &= 1,814 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

D. Aktivitas Pembelajaran

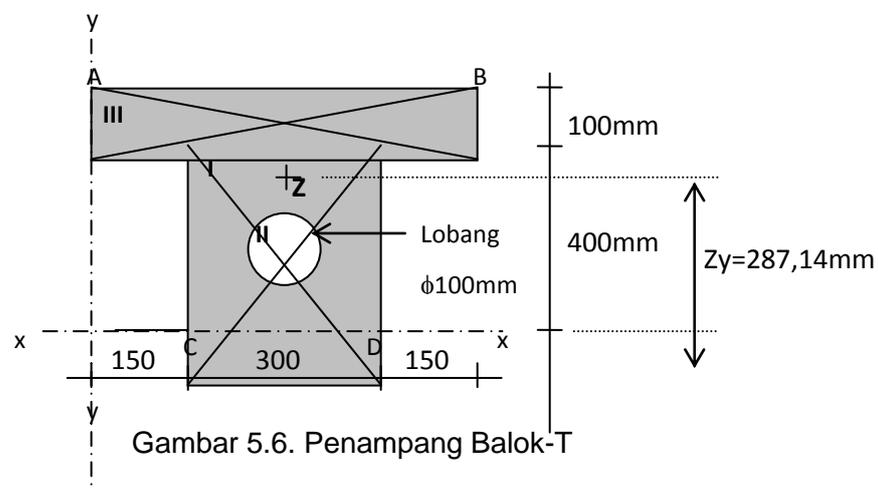
1. Pahami setiap materi kegiatan pembelajaran dengan membaca secara cermat dan teliti, kemudian kerjakan soal-soal latihan/kasus/tugas yang diberikan sebagai sarana evaluasi.
2. Catatlah kesulitan yang anda dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada Fasilitator atau Widyaiswara pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah

referensi lainnya yang berhubungan dengan materi modul agar anda mendapatkan tambahan pengetahuan.

3. Untuk menjawab soal latihan/kasus/tugas yang diberikan usahakan memberi jawaban yang singkat, jelas dan kerjakan sesuai dengan kemampuan anda setelah mempelajari modul ini.
4. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bilamana perlu konsultasikan hasil tersebut pada Fasilitator atau Widyaiswara.
5. Siapkan semua peralatan yang mendukung pelaksanaan kegiatan Diklat PKB Guru Teknik Teknik Gambar Bangunan Grade 5.
6. Ikuti prosedur dan langkah-langkah kerja secara urut sebagaimana tercantum dalam modul ini.
7. Bila ada yang meragukan segera konsultasikan dengan Fasilitator atau Widyaiswara.
8. Mengawali dan mengakhiri pekerjaan senantiasa dengan berdo'a agar diberikan kelancaran, perlindungan dan keselamatan dari Tuhan Yang Maha Kuasa.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Diketahui suatu penampang balok berbentuk T, seperti pada Gambar 5.6 hitunglah momen inersia I_z , I_{AB} , dan I_{CD}



Gambar 5.6. Penampang Balok-T

F. Rangkuman

Momen inersia (I) disebut juga sebagai momen kelembaman, dijumpai pada perhitungan lentur. Langkah awal untuk mengevaluasi momen inersia I suatu penampang benda adalah dengan lebih dahulu mengetahui titik berat benda beraturan. Hubungan momen inersia (momen kelembaman) terhadap dua sumbu sejajar merupakan suatu dalil pergeseran digunakan untuk menentukan momen inersia pada titik tertentu (tidak melalui titik berat bidang), dengan rumus:

$$I_x = I_z + A \cdot e^2$$

dimana: I_x = Momen inersia arah x

I_z = Momen inersia di titik berat penampang total

A = Luas penampang total

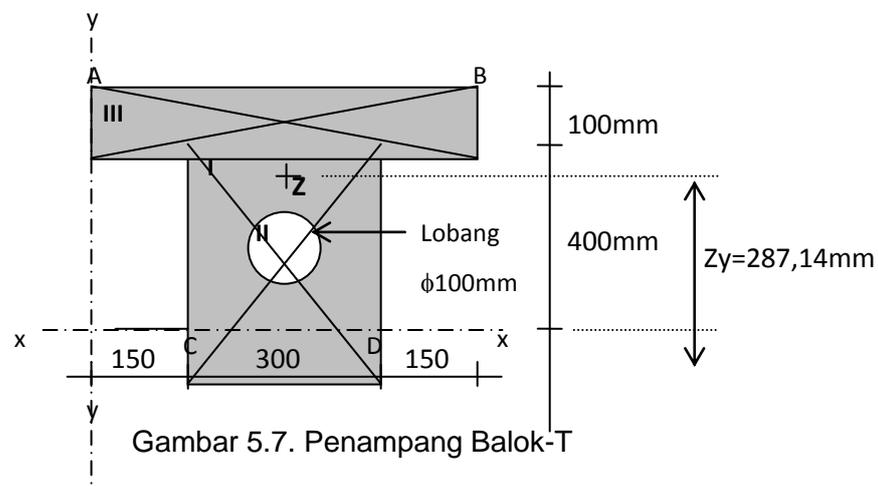
e = eksentrisitas (jarak titik berat penampang total terhadap arah x yang di tinjau).

G. Umpan Balik/Tindak Lanjut

Setelah mempelajari modul ini diharapkan para guru peserta diklat dapat menentukan cara perhitungan besar momen kelembaman penampang balok secara analitis.

H. Kunci Jawaban

Diketahui suatu penampang balok berbentuk T, seperti pada Gambar 5.7 hitunglah momen inersia I_z , I_{AB} , dan I_{CD}



Penyelesaian:

1). Tentukan letak titik berat penampang:

$$Z_y = \frac{(300 \cdot 400 \cdot 200) - (\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 100^2 \cdot 200) + (600 \cdot 100 \cdot 450)}{(300 \cdot 400) - (\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 100^2) + (600 \cdot 100)}$$
$$= 287,14 \text{ mm}$$

2). Tentukan momen inersia pada garis netral:

$$I_z = [(1/12 \cdot 300 \cdot 400^3) + (300 \cdot 400 \cdot 87,14^2)] - [(1/20 \cdot 100^4) + (1/4 \cdot 3,14 \cdot 100^2 \cdot 87,14^2)] + [(1/12 \cdot 600 \cdot 100^3) + (600 \cdot 100 \cdot 162,86^2)]$$
$$= 4087970064 \text{ mm}^4$$

3). Momen inersia terhadap serat atas:

$$I_{AB} = I_z + A \cdot e^2$$
$$= [4087970064 + \{((300 \cdot 400) - (\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 100^2) + (600 \cdot 100)) \cdot 212,86^2\}]$$
$$= 1,19 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$$

4). Momen inersia terhadap serat bawah:

$$I_{CD} = I_z + A \cdot e^2$$
$$= [4087970064 + \{((300 \cdot 400) - (\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 100^2) + (600 \cdot 100)) \cdot 287,14^2\}]$$
$$= 1,83 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$$

Kegiatan Pembelajaran 6

MEMBUAT GAMBAR KERJA PADA SAMBUNGAN RANGKA KUDA-KUDA BAJA (PROFIL DAN RINGAN)

A. Tujuan

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran yang ada dalam modul diklat ini anda diharapkan dapat membuat gambar kerja konstruksi bangunan yaitu membuat gambar kerja pada sambungan rangka kuda-kuda baja (profil dan ringan).

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Membuat gambar kerja pada sambungan rangka kuda-kuda baja (profil dan ringan).

C. Uraian Materi

Kuda-kuda baja dengan bentang kecil sampai kuda-kuda bentang besar dapat dilaksanakan. Berbeda dengan bahan kayu jika sudah bentang besar mengalami kesulitan. Bentuk kuda-kuda baja yang banyak dipakai antara lain:

1. Kuda-kuda Jerman
2. Kuda-kuda Inggris dengan diagonal tarik
3. Kuda-kuda Inggris dengan diagonal tekan
4. Kuda-kuda Belgia
5. Kuda-kuda Poloncean Rangkap
6. Kuda-kuda Poloncean Majemuk
7. Kuda-kuda Poloncean Tunggal
8. Kuda-kuda berpetak
9. Kuda-kuda gergaji
10. Kuda-kuda Level

Perkuatan-perkuatan yang dipakai pada setiap pertemuan antara batang-batang rangka kuda-kuda, biasanya:

1. baut ----- kurang kaku
2. paku keling ----- cukup kaku
3. las ----- kaku sekali

Penggunaan paku keling dan baut harus memenuhi syarat-syarat:

1. Jarak minimum antara as paku keling dan as paku keling $3 d$
2. Jarak minimum antara as baut dengan as baut senesar $3 \frac{1}{2} d$
3. Jarak maksimum antara as ke as (paku keling dan baut) $7 d$
4. Jarak dari ujung profil ke as paku keling/baut minimum $1 \frac{1}{2} d$
5. d adalah garis tengah (paku keling/baut bagian ulir dalam)
6. Setiap pertemuan antara profil dengan profil minimum 2 buah paku keling atau baut dan maksimum setiap satu baris 5 buah.

Jika menggunakan las sebagai penguat suatu konstruksi, pada pertemuan las harus memenuhi syarat:

1. Jika tebal las = a
2. Panjang las minimum 40 mm atau $5 - 10 a$
3. Panjang las maksimum $40 a$
4. Tebal las maksimum diambil sama dengan tebal profil yang disambung dan yang paling tipis.

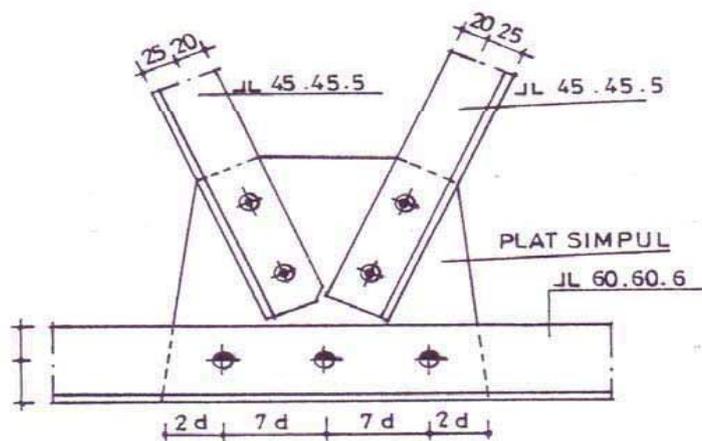
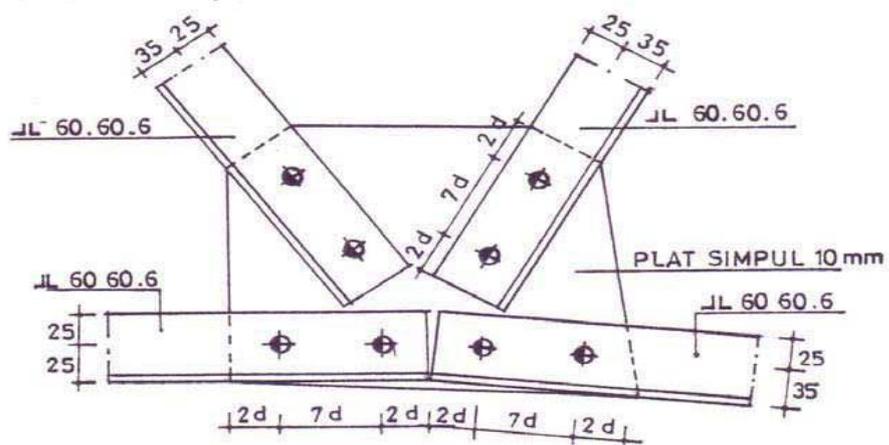
Cara menggambar

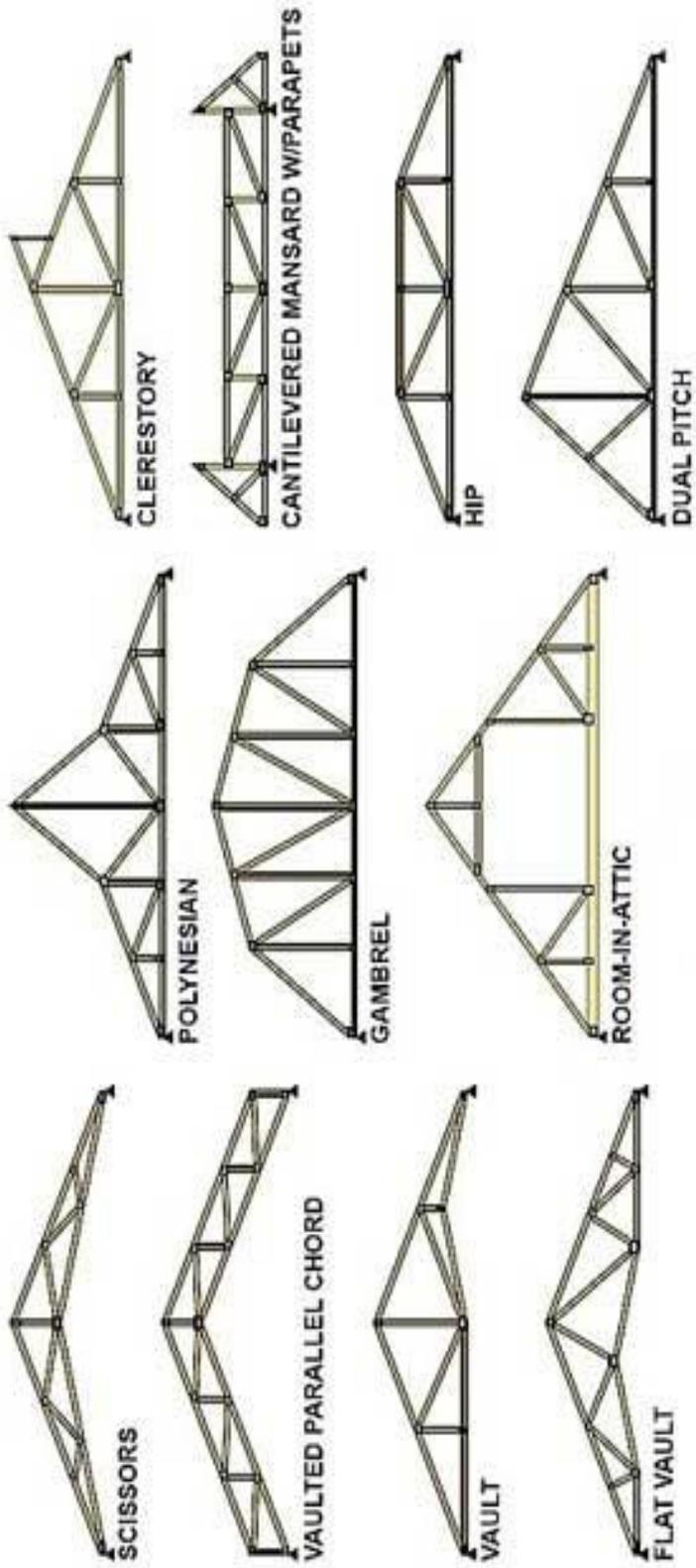
Dalam menggambar konstruksi baja perlu mendapatkan perhatian tentang garis sistim yaitu:

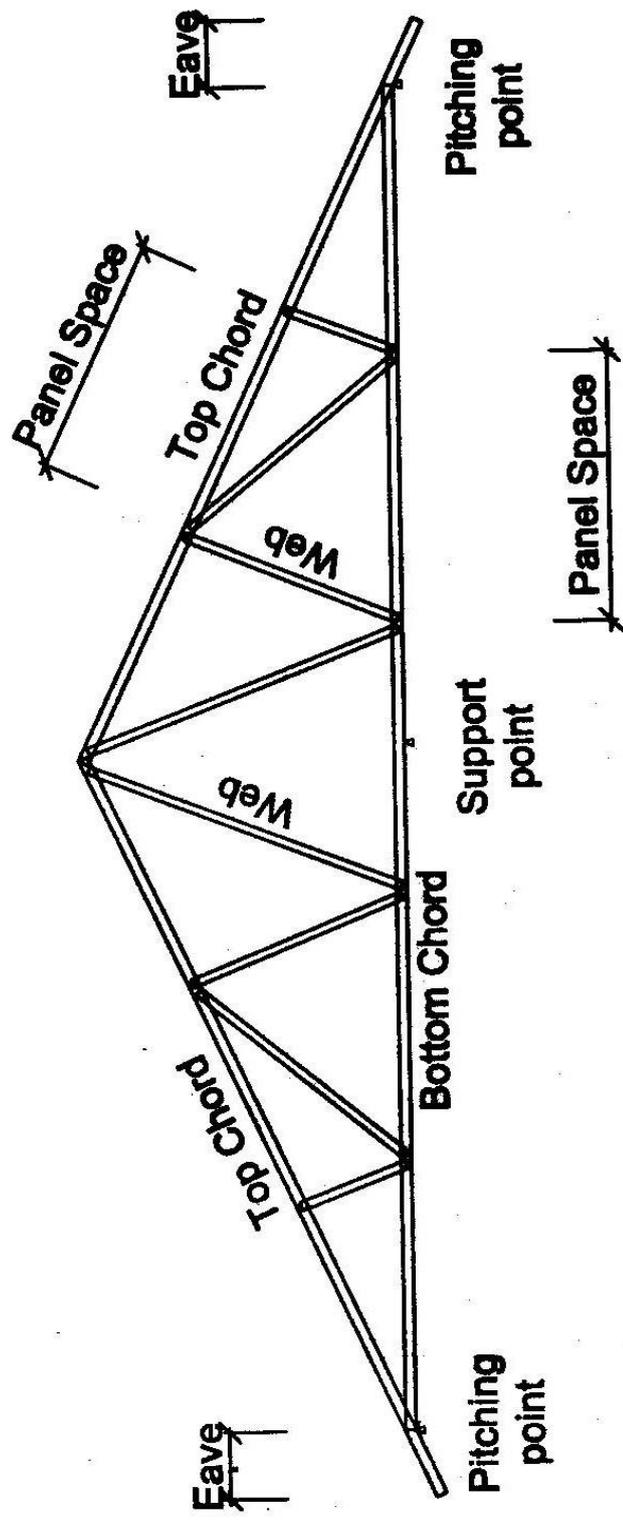
1. Garis sistim profil yang mempunyai bentuk frofil yang simetris dipakai garis beratnya
2. Garis sistim untuk profil yang tidak simetris, ada 2 cara yaitu apabila baut dan paku keling yang dipakai:

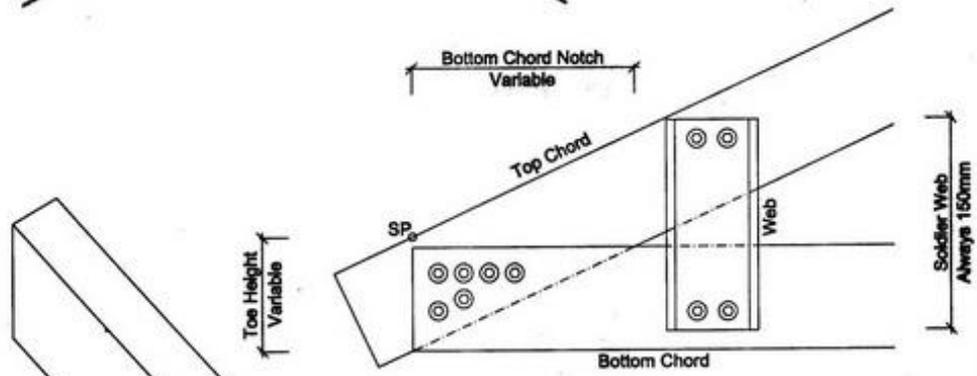
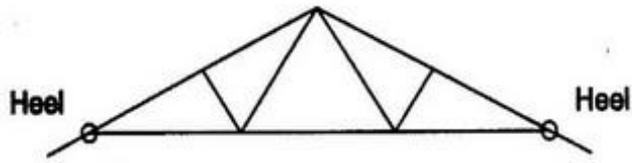
- a. Garis sistimnya dibuat pada garis berat profil
- b. Garis sistimnya dibuat tepat pada garis berat paku keling/baut

Pada gambar konstruksi baja bentuk-bentuk penguatnya digambarkan dengan simbol-simbol sesuai dengan diameter penguat yang dipakai.



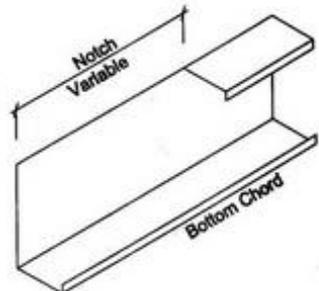
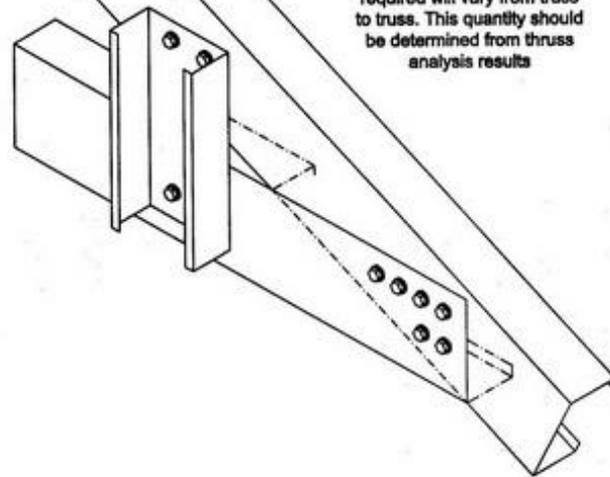




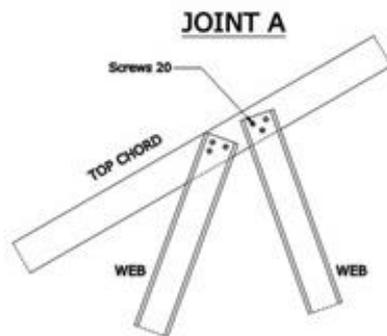
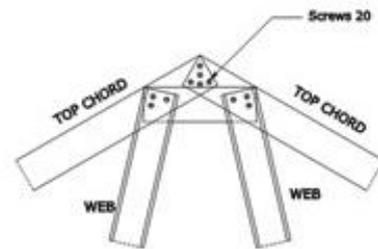
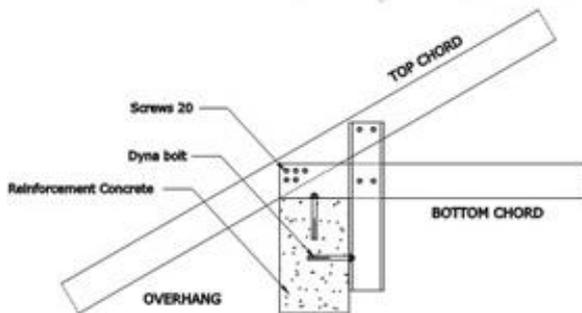
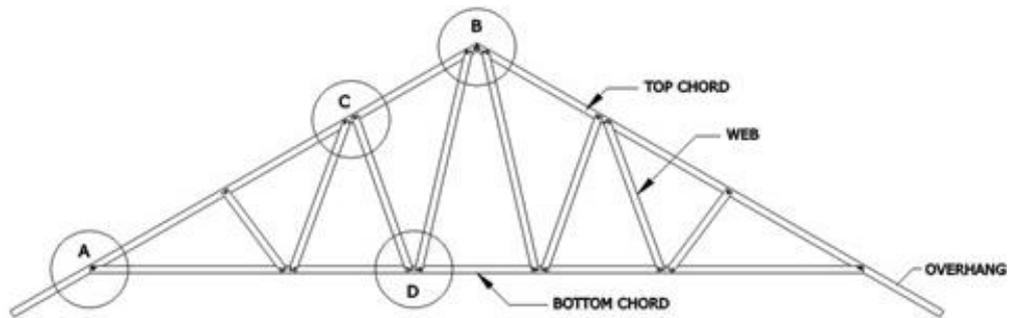


The actual number of screws required will vary from truss to truss. This quantity should be determined from truss analysis results

A minimum of 2x12-14x20mm tek screws required to each end of each web

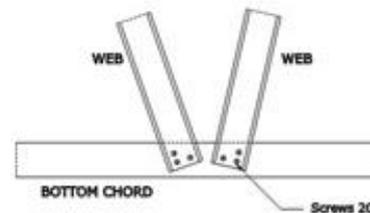


Processed Bottom Chord



JOINT B

JOINT C



JOINT D

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Pahami setiap materi kegiatan pembelajaran dengan membaca secara cermat dan teliti, kemudian kerjakan soal-soal latihan/kasus/tugas yang diberikan sebagai sarana evaluasi.
2. Catatlah kesulitan yang anda dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada Fasilitator atau Widyaiswara pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah referensi lainnya yang berhubungan dengan materi modul agar anda mendapatkan tambahan pengetahuan.

3. Untuk menjawab soal latihan/kasus/tugas yang diberikan usahakan memberi jawaban yang singkat, jelas dan kerjakan sesuai dengan kemampuan Anda setelah mempelajari modul ini.
4. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bilamana perlu konsultasikan hasil tersebut pada Fasilitator atau Widyaiswara.
5. Siapkan semua peralatan yang mendukung pelaksanaan kegiatan Diklat Guru Teknik Teknik Gambar Bangunan kelompok kompetensi E.
6. Ikuti prosedur dan langkah-langkah kerja secara urut sebagaimana tercantum dalam modul ini.
7. Bila ada yang meragukan segera konsultasikan dengan Fasilitator atau Widyaiswara.
8. Mengawali dan mengakhiri pekerjaan senantiasa dengan berdo'a agar diberikan kelancaran, perlindungan dan keselamatan dari Tuhan Yang Maha Kuasa.

Kegiatan Pembelajaran 7

MENGELOLA DAN MENGGAMBAR HASIL DATA PENGUKURAN UNTUK PEKERJAAN KONSTRUKSI BANGUNAN

A. Tujuan

Setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran yang ada dalam modul diklat ini anda diharapkan dapat mengelola dan menggambar hasil data pengukuran untuk pekerjaan konstruksi bangunan.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menganalisis data hasil pengukuran horisontal dan vertikal.
2. Mengolah data hasil pengukuran untuk mendesain bangunan.

C. Uraian Materi

1. Menganalisis data hasil pengukuran horisontal dan vertikal

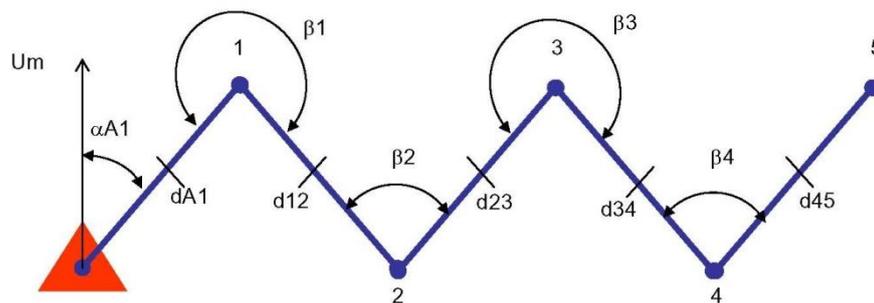
Menganalisis hasil pengukuran horizontal dan vertikal sangat erat kaitannya dengan perhitungan koordinat, luas (perencanaan tapak) dan perhitungan volume galian atau timbunan pada suatu lahan yang akan dibangun suatu bangunan baik perumahan maupun gedung. Hasil pengukuran horizontal dan vertikal juga dapat digunakan untuk pekerjaan arsitektur lainnya, salah satu contohnya perancangan taman. Pengukuran luas dan volume dapat dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya:

a. Metode Poligon Terbuka.

Poligon terbuka ialah poligon yang titik awal dan titik akhirnya merupakan titik yang berlainan (bukan satu titik yang sama). Metode polygon adalah salah satu teknik menentukan posisi horizontal suatu

titik dimana titik awal pengukuran dengan titik lainnya dihubungkan satu sama lain. Pada poligon terbuka titik awal dan titik akhir tidak bertemu jadi hubungannya satu sama lain hanya bisa dipergunakan untuk mengukur sudut dan jarak.

Metode poligon terbuka dapat dilihat dengan jelas pada gambar 7.1 berikut ini



Gambar 7.1. Metoda Poligon Terbuka

Sumber: Adi, 2011

Pengukuran kerangka horizontal dengan poligon terbuka merupakan salah satu metode pengukuran dan pemetaan. Kerangka dasar horizontal yang juga bertujuan untuk memperoleh titik koordinat (x,y) pada setiap titik-titik pengukurannya.

Secara geometris dan matematis), poligon terbuka terdiri atas serangkaian garis yang berhubungan tetapi titik awal atau terakhir tidak bertemu atau terikat sebagaimana seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.

Poligon terbuka biasanya digunakan untuk :

- 1) Pembuatan jalan raya
- 2) Perancangan saluran irigasi
- 3) Perancangan jalur kabel listrik tegangan tinggi
- 4) Perancangan kabel telkom
- 5) Pembangunan rel kereta api

Ada dua macam analisis yang bisa didapatkan dengan metode untuk poligon terbuka, yaitu :

- 1) Peningkatan azimut
- 2) Peningkatan koordinat

Ada beberapa ciri dari poligon terbuka, diantaranya:

- 1) Tidak ada ikatan sama sekali,
- 2) Ikatan titiknya hanya terikat azimut saja.
- 3) Ikatan titiknya terikat azimut.
- 4) Ikatan titiknya terikat koordinat.

Dalam menentukan koordinat –koordinat titik poligon terbuka diperlukan sudut poligon (α) dan jarak, maka dalam pratikum diukur sama dengan selisih sudut jurusan akhir dengan sudut jurusan awal ditambah dengan kelipatan dari 180° .

- 1) Cek Bt = $\frac{1}{2} (ba + bb)$
- 2) Jarak optis = $(ba - bb) \times 100 \rightarrow$ jarak biasa
 $= (ba - bb) \times \cos 2\alpha \times 100 \rightarrow$ bila mempunyai sudut vertikal

- 3) Bila pengukuran dilakukan muka belakang

$$4) \text{ Jarak optis} = \frac{\text{Jarak muka} + \text{jarak belakang}}{2}$$

- 5) Cek jarak optis akan dipakai rumus toleransi.

$$S1 = 0,008 \sqrt{D + 0,0003D + 0,05} \quad (\text{daerah datar atau kemiringan } 3\%)$$

$$S2 = 0,010 \sqrt{D + 0,0004D + 0,005} \quad (\text{daerah lereng atau kemiringan } 3-10 \%)$$

$$S3 = 0,012 \sqrt{D + 0,0005D + 0,005} \quad (\text{daerah curam atau kemiringan besar dari } 10\%)$$

Tergantung pada keadaan/kemiringan tanah atau

$$K = \frac{\sum \Delta y}{\sum D} \times D \text{ masing - masing}$$

$$K = \frac{\sum \Delta x}{\sum D} \times D \text{ masing - masing}$$

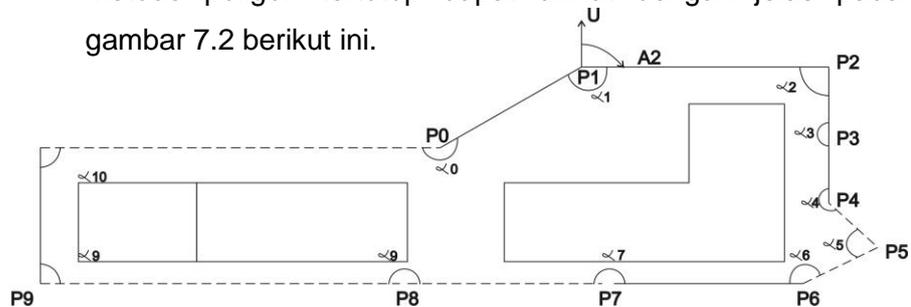
- 1) Azimuth = azimuth awal + sudut yang diukur $\pm f \pm 180^\circ$
- 2) Cek azimuth = azimuth akhir - azimuth awal + n . 180°
n = kelipatan
- 3) $\Delta X = d. \sin t$
 $\Delta Y = d. \cos t \rightarrow t = \text{sudut azimuth}$
- 4) Koordinat titik
X = koordinat titik diketahui + X f \pm (koreksi)
Y = koordinat titik diketahui + Y f \pm (koreksi)
- 5) Cek koordinat titik
X = koordinat akhir - koordinat awal = $\sum \Delta X$
Y = koordinat akhir - koordinat awal = $\sum \Delta Y$

b. Poligon Tertutup

Poligon tertutup ialah poligon titik awal dan akhirnya bertemu. Poligon tertutup sering disebut poligon kring (kring poligon). Keuntungan dari pengukuran metoda poligon tertutup yaitu,

- 1) Koreksi sudut dapat dicari dengan $(n-2) 180^\circ$.
- 2) Adanya koreksi koordinat dengan konsekuensi logis yakni jumlah selisih absis dan jumlah selisih ordinat sama dengan nol.

Metode poligon tertutup dapat dilihat dengan jelas pada gambar 7.2 berikut ini.



Gambar 7.2. Metoda Poligon Tertutup

Sumber: Bahan Ajar Survey dan Pemetaan UNP, 2011

Keuntungan inilah yang menyebabkan orang senang bentuk polygon tertutup. Namun, terdapat juga kelemahan poligon tertutup ialah bila ada kesalahan yang proporsional dengan jarak (salah satu salah sistematis) tidak akan ketahuan. Dengan kata lain walaupun ada kesalahan tersebut, poligon tertutup tersebut kelihatannya baik juga. Jarak-jarak yang diukur secara elektronik sangat mudah dihindangi kesalahan seperti itu, yaitu kalau ada kesalahan frekuensi gelombang. Pada poligon tertutup garis-garis kembali ke titik awal, jadi dapat membentuk segi banyak.

Pengukuran dengan sistem poligon tertutup pada prinsipnya adalah untuk menghitung luas areal berdasarkan koordinat titik daerah yang luas dan sangat kompleks. Rumus – rumus yang dipakai dalam perhitungan adalah sebagai berikut :

$$1) \text{ Cek } Bt = \frac{1}{2} (ba + bb)$$

$$2) \text{ Jarak optis } = (ba - bb) \times 100 \rightarrow \text{ jarak biasa}$$

$$= (ba - bb) \times \cos 2\alpha \times 100 \rightarrow \text{ bila mempunyai sudut vertikal}$$

3) Bila pengukuran dilakukan muka belakang .

$$\text{Jarak optis} = \frac{\text{Jarak muka} + \text{jarak belakang}}{2}$$

4) Cek jarak optis akan dipakai rumus toleransi.

$$S1 = 0,008 \sqrt{D + 0,0003D + 0,05} \quad (\text{daerah datar atau kemiringan } 3\%)$$

$$S2 = 0,010 \sqrt{D + 0,0004D + 0,005} \quad (\text{daerah lereng atau kemiringan } 3-10 \%)$$

$$S3 = 0,012 \sqrt{D + 0,0005D + 0,005} \quad (\text{daerah curam atau kemiringan besar dari } 10\%)$$

Tergantung pada keadaan atau kemiringan tanah atau

$$K = \frac{\Sigma \Delta . y}{\Sigma D} \times D \text{ masing – masing}$$

$$K = \frac{\Sigma \Delta . x}{\Sigma D} \times D \text{ masing – masing}$$

5) Koreksi sudut Σ sudut diukur = $(n - 2) \times 180^\circ \pm f$

Toleransi sudut lihat tabel sudut poligon (dalam kota)

$$T = 0,4 \sqrt{n} \quad n = \text{banyak titik.}$$

a) Azimuth = (azimuth awal + sudut yang diukur $\pm 180^\circ$)
= (azimuth awal + 180° – sudut yang diukur)

b) Azimuth awal – azimuth akhir = 0

c) $\Delta X = d \cdot \sin t$

$$\Delta Y = d \cdot \cos t \rightarrow t = \text{sudut azimuth}$$

d) $\Sigma d \sin t = 0$ dan $\Sigma d \cos t = 0$

Bila $\Sigma d \sin t \neq 0$ dan $\Sigma d \cos t \neq 0$, maka harus $\pm f$

f = koreksi (didapatkan dengan membagikan kelebihan atau kekurangan dari total Δx kepada masing-masing garis poligon. Hal yang sama juga berlaku untuk Δy).

Koreksi dilakukan jika total Δx dan total Δy tidak sama dengan 0.

e) Koordinat titik

$$X = \text{koordinat titik diketahui} + X \pm f$$

$$Y = \text{koordinat titik diketahui} + Y \pm f$$

Luas areal (L)

f) $2L = \Sigma X_n (Y_{n-1} - Y_{n+1})$

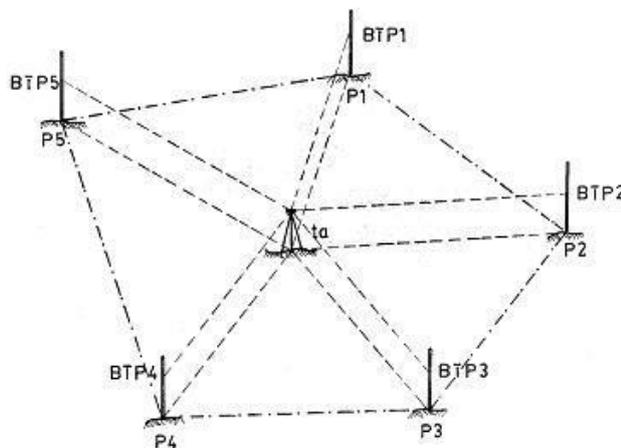
Y_{n-1} = Titik dibelakang titik yang ditinjau

Y_{n+1} = Titik didepan titik yang ditinjau.

2. Mengolah data hasil pengukuran untuk mendesain bangunan

a) Analisis Kubikasi Metode Polar

Mendatarakan suatu areal atau lahan memerlukan pengukuran untuk menentukan tapak (luas) kemudian ketinggian masing-masing patok untuk mendapatkan volume galian atau timbunan yang diperlukan sesuai rencana. Pengukuran menentukan tapak dan volume tersebut dapat dilakukan dengan sistem polar, sehingga hasil pengukuran membentuk suatu bidang segitiga-segitiga beraturan. Menentukan tapak dengan sistem polar memerlukan sudut polar atau sudut pusat. Pengukuran sudut dilakukan dari arah utara magnetis bumi dengan menggunakan kompas. Metode pengukuran polar dapat dilihat dengan jelas pada gambar 7.3 berikut ini.



Gambar 7.3. Metoda Polar

Sumber: *UNNES Pembelajaran Online Ukur Tanah, 2007*

Rumus-rumus yang dipakai adalah sebagai berikut:

$$1) \text{ Cek } bt = \frac{b_a + b_b}{2}$$

$$2) \text{ Jarak optis} = (b_a - b_b) \times 100$$

3) Toleransi jarak optis dengan rumus seperti tercantum pada labsheet sebelumnya.

- 4) Beda tinggi = tinggi pesawat (Ta) – bt
- 5) Tinggi titik = Tinggi titik pusat + beda tinggi
- 6) Sudut α_1 = bacaan sudut P2 – bacaan sudut P1 (lihat gambar).

$$\text{Luas } \Delta AP_1P_2 = \frac{1}{2} (AP_1 \times AP_2) \sin \alpha_1$$

$$\text{Luas areal} = \Sigma \text{ luas}$$

- 7) Volume = luas datar x tinggi galian/timbunan timbunan rata-rata (h)

$$h = \frac{\text{tinggi titik rencana} - \text{tinggi masing-masing titik}}{\text{jumlah titik}}$$

misalnya : Tinggi titik hasil pengukuran A = a, P1 = b, P2 = c, P3 = d, P4 = e, dst.

Tanah didatarkan. Misalnya s = tinggi titik rencana.

$$h = \frac{(s - a) + (s - b) + (s - c) + (s - d) + (s - e)}{n}$$

$$h = \text{tinggi galian/timbunan rata-rata}$$

S = tinggi rencana

T = tinggi masing-masing titik

n = banyak titik pengukuran

Volume (galian atau timbunan) = h x luas datar

Sebagai catatan, metode polar hanya bisa digunakan pada areal terbuka yang bebas tanpa ada bangunan atau halangan yang dapat menghalangi pengukuran.

b) Analisis Kubikasi Metode Keliling

Pengukuran dengan cara keliling dimulai dan diakhiri pada titik yang sama. Metode ini dipakai untuk mengukur luas dan kubikasi pada daerah yang terhalang bangunan di tengahnya. sehingga hasil pengukuran ketinggian titik awal harus sama dengan titik

akhir. Pengukuran dengan metode keliling dapat dilihat dengan jelas pada gambar 7.4 berikut ini.



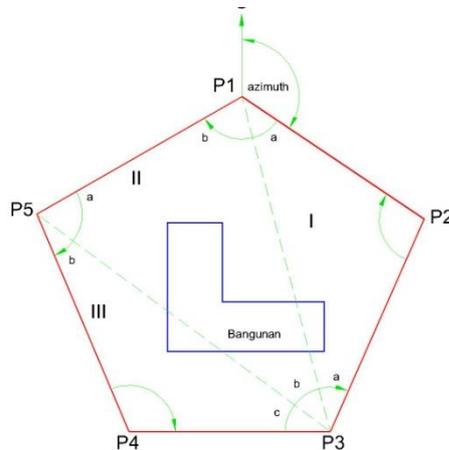
Gambar 7.4. Cara mengukur luas tanah dengan theodolite
Sumber Jasasipil.com, 2014

Dalam pengukuran alat ditempatkan diatas setiap titik dan diarahkan ke titik muka (M) dan titik belakang (B), sehingga jarak, beda tinggi setiap titik akan didapat dua kali dengan tanda berlawanan sehingga hasil pengukuran seharusnya mempunyai hasil sama.

Jumlah sudut yang diukur harus = $(N-2) \times 180 ^\circ$, dimana: N = banyak titik. Dalam menghitung hasil pengukuran dipakai rumus- rumus sebagai berikut :

- 1) Cek bt = $\frac{1}{2} (ba + bb) \times 100$
- 2) Jarak optis P1 ke P2 = $(ba - bb) \times 100$
P2 ke P1 = $(ba - bb) \times 100$
P1 ke P2 = P2 ke P1
- 3) Cek jarak optis dengan rumus toleransi
- 4) Sudut P1 ($\alpha 1$) bacaan sudut P1 – bacaan sudut P2
- 5) Beda tinggi P1 ke P2 = tinggi pesawat di P1 – bt di P2

- 6) P2 ke P1 = tinggi pesawat di P2 dikurang bt di P1
- 7) Beda tinggi P1 ke P2 = P2 ke P1, bila berbeda hanya dibenarkan angka terakhir dibelakang koma (dalam mm) dan kemudian diambil rata-ratanya. Tanda diambil tanda pengukuran ke muka (P1 ke P2).
- 8) Ketinggian = tinggi titik yang diketahui + beda tinggi.
- 9) Luas areal pengukuran dibuat berbentuk segitiga-segitiga seperti yang terlihat pada gambar 7.5 berikut ini.



Gambar 7.5. Sket Analisis Metode Keliling

Sumber: Hasil Analisis, 2015

$$L.\Delta I = \frac{1}{2} (\text{Jrk } P1P2 \times \text{Jrk } P2P3) \sin \alpha_2$$

$$\text{Luas } \Delta II = \frac{1}{2} (\text{Jrk } P1P3 \times \text{Jrk } P1P5) \sin \alpha_{1b}$$

$$(P1P3)^2 = (P1P2)^2 + (P2P3)^2 - 2 (P1P2)(P2P3) \cos \alpha_2$$

$$\frac{P_1 P_3}{\sin \alpha_2} = \frac{P_2 P_3}{\sin \alpha_{1a}}$$

$$\sin \alpha_{1a} = \frac{P_2 P_3 \cdot \sin \alpha_2}{P_1 P_3} \rightarrow \alpha_{1a} = \text{dapat}$$

$$\alpha_{1b} = \alpha_1 - \alpha_{1a}$$

$$\text{Luas } \Delta III = \frac{1}{2} (\text{Jrk } P3P4 \times \text{Jrk } P4P5) \sin \alpha_4$$

$$\text{Luas areal} = \sum L \Delta$$

Luas bangunan = Panjang x Lebar (sisi x sisi)

Luas tanah kosong = Luas areal – Luas bangunan

$$h = \frac{(S - T.P_1) + (S - T.P_2) + (S - T.P_3) + (S - T.P_4) + (S - T.P_5)}{n}$$

h = tinggi galian/timbunan rata-rata

S = tinggi rencana

T = tinggi masing-masing titik

n = banyak titik pengukuran

Volume = luas datar x tinggi galian/timbunan rata-rata (h).

Misalnya :

Empat analisis pengukuran horizontal yang telah dijelaskan sebelumnya, yaitu: poligon terbuka, tertutup, metode polar dan keliling mengacu kepada perencanaan luas atau tapak, sedangkan untuk pengukuran vertikal suatu lahan atau areal dimaksudkan kepada pengukuran garis kontur.

c) Garis Kontur

Garis kontur adalah garis yang melukiskan bentuk permukaan tanah. Garis kontur adalah garis khayal pada suatu areal yang menghubungkan beberapa titik dengan ketinggian yang sama. Nama lain garis kontur adalah garis traches, garis tinggi dan garis tinggi horizontal. Secara luasnya, kontur adalah satu garis yang menghubungkan beberapa titik di permukaan bumi dengan ketinggian yang sama.

Aplikasi lebih lanjut dari garis kontur adalah untuk memberikan informasi tentang *slope* atau kemiringan tanah, irisan profil memanjang atau melintang permukaan tanah terhadap jalur proyek (bangunan) dan perhitungan galian serta timbunan (*cut and fill*) permukaan tanah asli yang ditinjau dari ketinggian vertikal garis atau bangunan. Garis kontur memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

- 1) Garis kontur berbentuk seperti kurva tertutup.
- 2) Garis kontur tidak memiliki cabang.
- 3) Garis kontur tidak akan saling berpotongan.
- 4) Garis kontur akan mengarah lebih ke arah hulu jika garis tersebut melewati sungai.
- 5) Garis kontur akan lebih mengarah ke jalan menurun jika garis tersebut melewati permukaan jalan.
- 6) Garis kontur akan tidak tergambar jika melewati bangunan.
- 7) Jika garis kontur tersebut rapat maka keadaan permukaan tanahnya adalah terjal.
- 8) Jika garis konturnya jarang maka keadaan permukaan yang digambarkan adalah landai
- 9) Interval garis kontur yang ditampilkan di peta kontur tergantung pada skala. Areal yang datar akan ditampilkan dengan interval 1/1000 dikalikan dengan nilai skala peta. Areal yang berbukit akan digambarkan dengan interval garis kontur 1/500 dikalikan dengan nilai skala peta. Sebagai tambahan, jika bergunung, maka interval garis kontur adalah 1/200 dikalikan dengan nilai skala peta.
- 10) Satu garis kontur mewakili satu ketinggian tertentu.
- 11) Garis kontur dengan ketinggian lebih rendah akan mengelilingi garis kontur yang lebih tinggi.
- 11) Garis kontur yang terangkai seperti huruf "U" menandakan punggung gunung.
- 12) Sedangkan garis kontur yang terangkai seperti huruf "V" menandakan suatu lembah/jurang

Garis-garis kontur merupakan cara yang sering dipakai untuk melukiskan bentuk permukaan tanah dan ketinggian pada peta (peta kontur), karena memberikan ketelitian yang lebih baik. Sebenarnya ada cara lain untuk melukiskan bentuk permukaan tanah yaitu dengan cara *hachures* dan *shading*.

Peta kontur merupakan hubungan atau kumpulan garis-garis kontur yang menggambarkan keadaan perbedaan tanah. Bentuk garis kontur pada suatu daerah tidak akan sama dengan daerah lainnya, tergantung pada keadaan permukaan tanah di daerah tersebut. Hal ini disebabkan karena perbedaan ketinggian titik-titik kontur tersebut.

Pengukuran titik-titik yang akan diteruskan menjadi garis kontur di lapangan harus memperhatikan penempatan titik-titik yang mana titik-titik tersebut harus berada pada setiap patahan tanah baik pada pinggir maupun dalam areal yang akan diukur. Penempatan alat diusahakan pada tempat yang strategis hingga semua areal dapat dibidik dari tempat alat. Sebaiknya titik pada tempat alat sudah diketahui ketinggiannya, bila belum diketahui maka harus dicari ketinggian berdasarkan titik triangulasi (titik yang telah diketahui ketinggiannya).

Dalam menggambar peta kontur yang harus diperhatikan adalah :

- 1) Ketinggian titik-titik
- 2) Jarak titik dari titik pusat (alat)
- 3) Skala gambar
- 4) Interval

Menganalisis garis kontur dapat dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya:

1) Sistem Polar

Sistem ini sangat sederhana dan biasa digunakan pada daerah yang tidak mempunyai perbedaan tinggi yang signifikan.

Analisis yang dipakai, yaitu:

- a) Ketinggian titik = tinggi titik diketahui \pm beda tinggi
- b) Beda tinggi = tinggi pesawat/alat – BT pada titik.
- c) Jarak = $(BA - BB) \times 100$
- d) Interval = $0,5 \times 1/1000 \times$ skala
- e) Skala gambar ditentukan sendiri

2) Sistem Tacheometry

Pengukuran garis kontur dengan metode *tacheometry* hampir sama dengan pengukuran garis kontur sistem polar, perbedaannya adalah alat yang dipakai. Alat yang dipakai pada metode ini adalah *theodolite*. Alat ini digunakan karena lokasi yang diukur sangat kompleks dengan perbedaan tinggi yang signifikan (daerah tak teratur). Analisis yang di pakai untuk pembuatan gambar atau peta konturnya, yaitu:

- a) Cek benang tengah (Bt) = (Ba + Bb) : 2
- b) Jarak optis = (Ba – Bb) x 100
- c) Jarak miring (O) = (Ba – Bb) x 100 cos α
- d) Jarak datar (S) = (Ba – Bb) x 100 cos² α
- e) Beda tinggi (V) = 50 (Ba – Bb) sin 2α

$$V = Y + (H1-H2)$$

H1 = tinggi pesawat

H2 = tinggi bacaan benang tengah

Y = beda tinggi antar bacaan benang tengah dengan garis bidik

$$Y = D \sin \alpha$$

1) Interval = $\frac{1}{2} \times \frac{1}{1000}$ x skala peta

2) Tinggi titik = tinggi titik tempat alat ± beda tinggi

a. Sistem *Grid and Raimetting*

Pengukuran garis kontur dengan sistem raimetting ini biasa dipakai untuk areal perkebunan. Dalam pengukuran, areal dibagi berupa kotak – kotak berdasarkan jarak tanam, sedangkan ketinggian diukur titik/tempat tanaman tersebut, sehingga garis bentuknya nanti akan ada melalui titik tanaman/antara tersebut. Untuk menentukan jarak/banyak garis kontur tergantung pada skala gambar dan interval.

Rumus – rumus yang dipakai untuk menentukan hal di atas adalah sebagai berikut:

- 1) Cek Bt = (Ba + Bb) : 2
 - 2) Jarak optis = (Ba – Bb) x 100
 - 3) Jarak miring = (Ba – Bb) x 100 cos α
 - 4) Jarak datar = (Ba – Bb) x 100 cos² α
 - 5) Beda tinggi = (Ta – Bt masing – masing titik)
 = 50 (Ba – Bb) sin 2 α
 = y + (H1 – H2)
- Ta (H1) = tinggi pesawat
 H2 = tinggi bacaan benang tengah
 Y = D sin α
- 6) Interval = 1/ 2 x 100 x skala gambar
 - 7) Tinggi titik = tinggi titik di ketahui ± beda tinggi

c. Pengolahan Hasil Pengukuran Horizontal dan Vertikal Dengan Perencanaan dan Perancangan Tapak

Skala ruang lingkup kerja bidang arsitektur dalam pengolahan hasil pengukuran horizontal dan vertikal adalah sebagai berikut :

- 1) Pemilihan tapak (menemukan tapak yang paling sesuai untuk suatu proyek atau kegiatan tertentu)
- 2) Evaluasi tapak (menganalisis kesesuaian suatu tapak tertentu untuk berbagai aktivitas yang berbeda)
- 3) Perancangan tapak (membuat penataan yang sesuai antara bangunan dan tapak, serta antara ruang-ruang luar diantara bangunan.

Perencanaan tapak (*site planning*) adalah seni menata lingkungan buatan manusia dan lingkungan alam guna menunjang kegiatan - kegiatan manusia. Konteks tapak dapat digolongkan sebagai :

- a. *exurban* (di luar pinggiran kota)
- b. *suburban* (pinggiran kota)
- c. *urban* (perkotaan)

Menurut Snyder dan Catanese dalam Dini (2012), perancangan tapak (*site planning*) diperlukan proses yang rasional dan kritis pada pemecahan persoalan arsitektur, seperti: pengidentifikasian potensi-potensi tapak, kendala - kendala, dan konsep - konsep rancangan. Perancangan dimulai dengan analisis tapak yang menghendaki perhatian yang sistematis akan tiga konteks utama:

- a. Konteks ruang dari tapak (alam dan buatan)
- b. Konteks perilaku (pola - pola kegiatan sosial ekonomi dari tapak dan lokalitas, dengan kebijaksanaan - kebijaksanaan pemerintah yang mempengaruhi pembangunan tapak)
- c. Konteks persepsi (persepsi dan penggunaan ruang)

Ada beberapa faktor yang digunakan dalam menganalisa tapak, diantaranya:

- a. Lokasi kegiatan - kegiatan yang berhubungan di daerah lokal dan daerah perkotaan
- b. Lokasi kegiatan yang tidak cocok di daerah lokal (ke dalam, ke luar dan dua arah) diantara kegiatan - kegiatan
- c. Frekuensi interaksi (tiap hari, tiap minggu, tiap bulan)
- d. Rute jalan masuk (pejalan kaki, bus, mobil dan kereta api)

Ada 3 Kriteria Pemilihan Tapak, yaitu:

- a. Hal yang pertama harus dilakukan perencana jika ingin merealisasikan proposal proyek ke dalam tapak adalah meneliti kesesuaian rencananya dengan struktur yang telah ada di tapak.
- b. Seorang arsitek harus bisa melihat semua struktur yang mungkin kurang sesuai dengan karakter struktur yang akan digunakan di lokasi tersebut.
- c. Hasil dari perencanaan struktur harus sesuai dengan karakter proyek yang diusulkan dalam proposal agar terjadi keharmonisan dalam tapak.

Suatu pembangunan dikatakan harmonis jika pembangunan tersebut sesuai dengan karakteristik alami tapak. Karakteristik tersebut dapat berupa: garis bentuk pepohonan, bentuk topografis, serta kontur lahan, misalnya lembah yang indah. Sekolah dengan taman bermain yang terletak dikawasan taman dekat pusat komunitas dan dapat dijangkau dengan aman melalui jalur pejalan kaki adalah contoh perencanaan tapak yang sesuai dengan karakteristik alami. Salah satu contoh lain adalah pabrik dengan unit produksi yang teratur, tangki-tangki, area penyimpanan, dan ruang parkir yang kesemuanya direncanakan berhubungan dengan memikirkan pendekatan kepada jalur pejalan kaki, jalur-jalur lalu lintas, atau dermaga pelabuhan. Berbagai pertimbangan diperlukan dalam pemilihan tapak, diantaranya:

- a. Luas tapak yang harus dibandingkan dengan luas bangunan lain atau fasilitas lain.
- b. Topografi lahan, seperti: pohon, pemandangan dan segala macam yang bergubungan dengan kondisi eksisting lahan perencanaan tapak.
- c. Kualitas lingkungan harus tetap terjaga.
- d. Dampak pembangunan tapak terhadap lingkungan sekitar.
- e. Bahaya yang harus dipertimbangkan, contohnya: banjir, longsor dan muka air tanah tinggi yang menyebabkan kelembaban pada bangunan.
- f. Pertimbangan gangguan lain berupa: kebisingan dan polusi udara yang diakibatkan dari kedekatan dengan pabrik-pabrik.
- g. Pertimbangan lingkungan yang mencakup analisis iklim mikro dan makro, ekosistem dan keterkaitannya, hidrologi, vegetasi, serta kondisi tanah bawah permukaan, Seperti tapak ditepi pantai dan pegunungan yang tidak mengganggu keseimbangannya.
- h. Kesesuaian terhadap rencana tata kota yang telah disetujui, seperti: rencana sementara atau beberapa kecenderungan dalam penggunaan tanah, penzanaan (zoning) dan

kemungkinan perubahannya. Kesesuaian ini harus mendapat persetujuan dari badan-badan perencanaan setempat.

- i. Ketersediaan pelayanan kota dalam bentuk pengumpulan dan pembuangan sampah, perlindungan terhadap bahaya kebakaran yang dipengaruhi oleh lokasi dan pencapaian tapak jalan, penerangan, pembersihan, pemeliharaan, penanaman pohon dan perlindungan keamanan polusi adalah hal yang perlu dipertimbangkan juga.
- j. Fasilitas lingkungan dan sosial, yaitu: fasilitas transportasi umum, rute, serta aksesibilitasnya terhadap tempat kerja, sekolah dan pusat kota.
- k. Pertimbangan mengenai daerah kumuh dan penggusuran harus dijadikan landasan perencanaan tapak. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan adalah jumlah keluarga penghuni, relokasi penduduk, pemindahan penduduk dan kondisi bangunan lama pada perencanaan tapak.
- l.

Rancangan tapak dapat menentukan jalan, mengendalikan arus, dan membentuk lingkungan. Contoh perancangan tapak yang dirancang dengan baik adalah Rencana Tapak untuk Radburn, New Jersey seperti yang terlihat pada gambar 7.6 berikut ini.



Gambar 7.6. Contoh Perancangan Tapak di New Jersey, Radburn.

Sumber : Dini, 2012

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Pahami setiap materi kegiatan pembelajaran dengan membaca secara cermat dan teliti, kemudian kerjakan soal-soal latihan/kasus/tugas yang diberikan sebagai sarana evaluasi.
2. Catatlah kesulitan yang anda dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada Fasilitator atau Widyaiswara pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah referensi lainnya yang berhubungan dengan materi modul agar anda mendapatkan tambahan pengetahuan.
3. Untuk menjawab soal latihan/kasus/tugas yang diberikan usahakan memberi jawaban yang singkat, jelas dan kerjakan sesuai dengan kemampuan anda setelah mempelajari modul ini.
4. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bilamana perlu konsultasikan hasil tersebut pada Fasilitator atau Widyaiswara.
5. Siapkan semua peralatan yang mendukung pelaksanaan kegiatan Diklat Guru Teknik Teknik Gambar Bangunan kelompok kompetensi E.
6. Ikuti prosedur dan langkah-langkah kerja secara urut sebagaimana tercantum dalam modul ini.
7. Bila ada yang meragukan segera konsultasikan dengan Fasilitator atau Widyaiswara.
8. Mengawali dan mengakhiri pekerjaan senantiasa dengan berdo'a agar diberikan kelancaran, perlindungan dan keselamatan dari Tuhan Yang Maha Kuasa.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Hitung kubikasi (galian atau timbunan) dengan metode polar dengan data-data berikut ini dan buatlah sket gambarnya.

Bacaan benang A ke P3

Ba =1,400

Bt =1,200

Bb =1,000

Bacaan benang A ke P4

Ba =1,300

Bt =1,200

Bb =1,100

$$\begin{aligned} \text{Sudut A-P1-P2} &= 85^\circ 00' 00'' \\ \text{Sudut A-P2-P3} &= 75^\circ 00' 00'' \\ \text{Sudut A-P3-P4} &= 88^\circ 00' 00'' \\ \text{Sudut A-P4-P1} &= 112^\circ 00' 00'' \end{aligned}$$

Titik A sebagai polar, Tinggi alat = 1,10 m, Ketinggian titik di A = 3,270 m dan tinggi titik rencana didatarkan + 1,500 m.

2. Apa yang dimaksud dengan garis kontur serta jelaskan berapa macam metode dalam menganalisis dan membuat garis kontur ?

F. Rangkuman

Menganalisis hasil pengukuran horizontal dan vertikal sangat erat kaitannya dengan perhitungan koordinat, luas (perencanaan tapak) dan perhitungan volume galian atau timbunan. Suatu lahan yang akan dibangun suatu bangunan baik perumahan maupun gedung harus melalui tahapan analisis- analisis luas, volume dalam berbagai metode. Hasil analisis- analisis ini diteruskan dan dikombinasikan untuk merancang mendesain bangunan melalui bentuk tapaknya.

Perhitungan luas dan volume dapat dilakukan dengan metode poligon tertutup, sistem keliling, sistem polar dan garis kontur. Sementara itu, sebagai tambahan untuk merencanakan tapak setelah hasil dari analisis- analisis metode tersebut perlu dipertimbangkan, hal-hal sebagai berikut:

Luas

1. Bentuk tapak itu sendiri
2. Topografi
3. Kualitas lingkungan
4. Kesesuaian dengan pola perkotaan
5. Ketersediaan pelayanan kota
6. Fasilitas lingkungan dan sosial
7. Pertimbangan pengurusan daerah kumuh (pemindahan atau relokasi)

G. Umpan Balik/Tindak Lanjut

Setelah mempelajari modul ini anda diharapkan dapat mengelola dan menggambar hasil data pengukuran untuk pekerjaan konstruksi bangunan.

H. Kunci Jawaban

1. A ke P1

$$\text{Jarak Optis} = (1,375 - 1,115) \times 100 = 26 \text{ m}$$

$$\Delta t \text{ (beda tinggi)} = 1,10 - 1,245 = - 0,145 \text{ m}$$

$$\text{Ketinggian Titik} = 3,270 - 0,145 = 3,125 \text{ m}$$

A ke P2

$$\text{Jarak Optis} = (1,412 - 1,208) \times 100 = 20,4 \text{ m}$$

$$\Delta t \text{ (beda tinggi)} = 1,10 - 1,310 = - 0,210 \text{ m}$$

$$\text{Ketinggian Titik} = 3,270 - 0,210 = 3,060 \text{ m}$$

A ke P3

$$\text{Jarak Optis} = (1,400 - 1,000) \times 100 = 40 \text{ m}$$

$$\Delta t \text{ (beda tinggi)} = 1,10 - 1,200 = - 0,100 \text{ m}$$

$$\text{Ketinggian Titik} = 3,270 - 0,100 = 3,170 \text{ m}$$

A ke P4

$$\text{Jarak Optis} = (1,300 - 1,100) \times 100 = 20 \text{ m}$$

$$\Delta t \text{ (beda tinggi)} = 1,10 - 1,200 = - 0,100 \text{ m}$$

$$\text{Ketinggian Titik} = 3,270 - 0,100 = 3,170 \text{ m}$$

$$\text{Sudut A-P1-P2} = 85^\circ 00' 00''$$

$$\text{Sudut A-P2-P3} = 75^\circ 00' 00''$$

$$\text{Sudut A-P3-P4} = 88^\circ 00' 00''$$

$$\text{Sudut A-P4-P1} = 112^\circ 00' 00''$$

$$\text{Total} = 360^\circ 00' 00''$$

$$\begin{aligned}
\text{Luas } \Delta \text{ A-P1-P2} &= 0,5 \times \text{A-P1} \times \text{A-P2} \sin \text{Sudut A-P1-P2} \\
&= 0,5 \times 26 \times 20,4 \sin 85^\circ 00' 00'' \\
&= 264,19 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Luas } \Delta \text{ A-P2-P3} &= 0,5 \times \text{A-P2} \times \text{A-P3} \sin \text{Sudut A-P2-P3} \\
&= 0,5 \times 20,4 \times 40 \sin 75^\circ 00' 00'' \\
&= 394,10 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Luas } \Delta \text{ A-P3-P4} &= 0,5 \times \text{A-P3} \times \text{A-P4} \sin \text{Sudut A-P3-P4} \\
&= 0,5 \times 40 \times 20 \sin 88^\circ 00' 00'' \\
&= 399,76 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Luas } \Delta \text{ A-P4-P1} &= 0,5 \times \text{A-P4} \times \text{A-P1} \sin \text{Sudut A-P4-P1} \\
&= 0,5 \times 20 \times 26 \sin 112^\circ 00' 00'' \\
&= 241,08 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Sigma \text{ Luas} &= 264,19 + 394,10 + 399,76 + 241,08 \\
&= 1299,13 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
h &= (1,5 - 3,125) + (1,5 - 3,060) + (1,5 - 3,170) + (1,5 - 3,170) \\
&= -6,525 \text{ m} \\
h &= -6,525 : 4 \\
&= -1,631 \text{ m (galian)}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V &= \Sigma \text{ luas} \times h \\
&= 1299,13 \times 1,631 \\
&= 2119,17 \text{ m}^3 \text{ (kubikasi galian)}
\end{aligned}$$

2. Garis kontur adalah garis yang melukiskan bentuk permukaan tanah. Garis kontur juga merupakan garis khayal pada suatu areal yang menghubungkan beberapa titik dengan ketinggian yang sama. Nama lain garis kontur adalah garis *traches*, garis tinggi dan garis tinggi horizontal. Secara luasnya, kontur adalah satu garis yang menghubungkan beberapa titik di permukaan bumi dengan ketinggian yang sama.

Menganalisis garis kontur dapat dilakukan dengan berbagai metode, diantaranya:

- a. Sistem Polar

Sistem ini sangat sederhana dan biasa digunakan pada daerah yang tidak mempunyai perbedaan tinggi yang signifikan.

- b. Sistem Tacheometry

Pengukuran garis kontur dengan metode *tacheometry* hampir sama dengan pengukuran garis kontur sistem polar, perbedaannya adalah alat yang dipakai. Alat yang dipakai pada metode ini adalah *theodolite*. Alat ini digunakan karena lokasi yang diukur sangat kompleks dengan perbedaan tinggi yang signifikan (daerah tak teratur).

- c. Sistem *Grid and Raimetting*

Pengukuran garis kontur dengan sistem *raimetting* ini biasa dipakai untuk areal perkebunan. Dalam pengukuran, areal dibagi berupa kotak – kotak berdasarkan jarak tanam, sedangkan ketinggian diukur titik/tempat tanaman tersebut, sehingga garis bentuknya nanti akan ada melalui titik tanaman/antara tersebut. Untuk menentukan jarak/banyak garis kontur tergantung pada skala gambar dan interval.

Kegiatan Pembelajaran 8

RENDERING PADA GAMBAR OBYEK 3 DIMENSI DENGAN PERANGKAT LUNAK

A. Tujuan Pembelajaran

Dengan diberikan modul tentang rendering pada gambar obyek 3 dimensi dengan perangkat lunak ini, anda diharapkan dapat mengetahui, memahami dan menerapkan fungsi dan cara rendering pada gambar obyek 3 dimensi dengan perangkat lunak AutoCAD

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Guru dapat mengetahui dan memahami berbagai perintah rendering pada gambar obyek 3 dimensi dengan perangkat lunak AutoCAD
2. Guru dapat mengetahui dan memahami langkah kerja rendering pada gambar obyek 3 dimensi dengan perangkat lunak AutoCAD
3. Guru dapat menerapkan langkah kerja rendering pada gambar obyek 3 dimensi dengan perangkat lunak AutoCAD

C. Uraian Materi

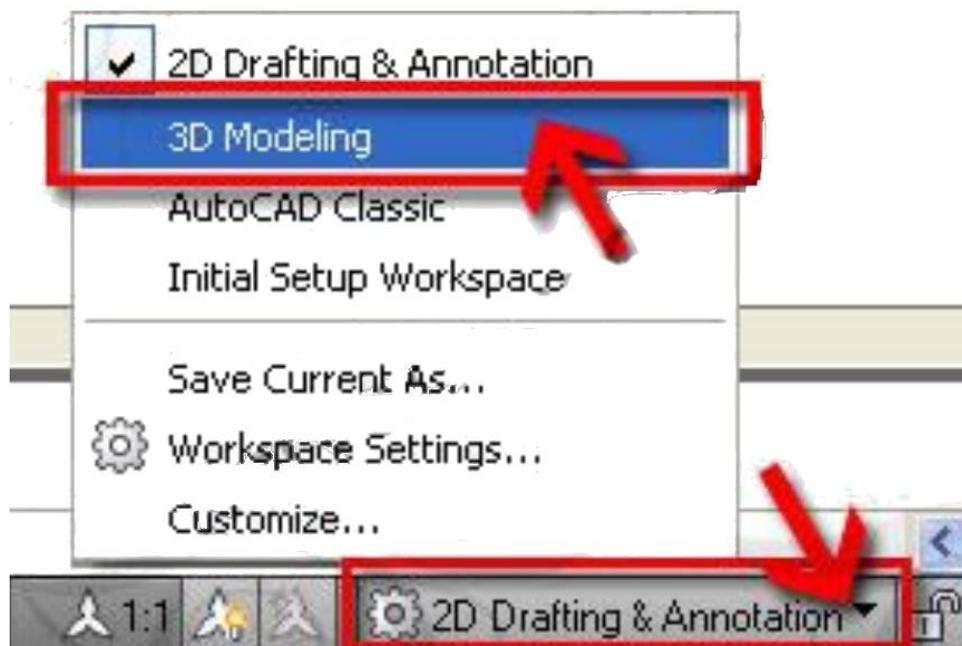
1. Pendahuluan

Suatu objek 3 dimensi yang telah digambar dengan menggunakan AutoCAD memerlukan warna dan tekstur agar terlihat lebih realistis dan indah sebagaimana bentuk aslinya. Rendering adalah salah satu teknik pemberian warna dan tekstur pada AutoCAD dengan memberikan jenis material pada obyek 3D seperti material kayu, pasir, besi dan lain-lain. Pada teknik rendering ini AutoCAD juga menyediakan fasilitas pencahayaan atau pemberian suatu efek cahaya pada suatu obyek 3D, pemberian efek latar belakang pada obyek tersebut, serta fasilitas sudut pandang.

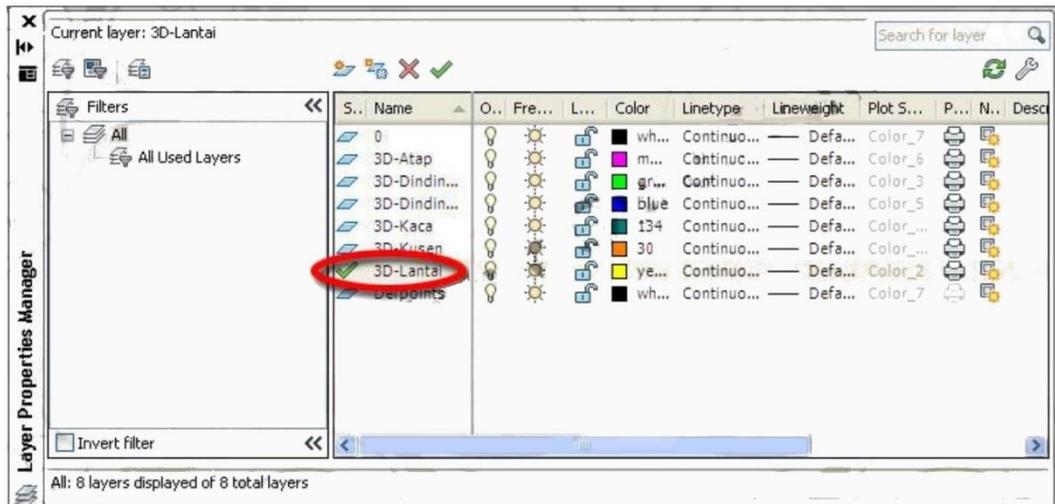
Gambar 3 dimensi yang telah dibuat dengan AutoCAD sebenarnya bisa dirender dengan menggunakan perangkat lunak lain seperti **3ds Max**, **SketchUp**, **Photoshop**, dan lain-lain. Setiap perangkat lunak menawarkan kelebihan masing-masing yang tentu juga diiringi dengan kelemahan masing-masing pula. Pada modul ini, rendering akan dilakukan dengan tetap menggunakan AutoCAD. Objek yang akan dirender adalah gambar 3 dimensi sebuah pos jaga.

2. Langkah Kerja

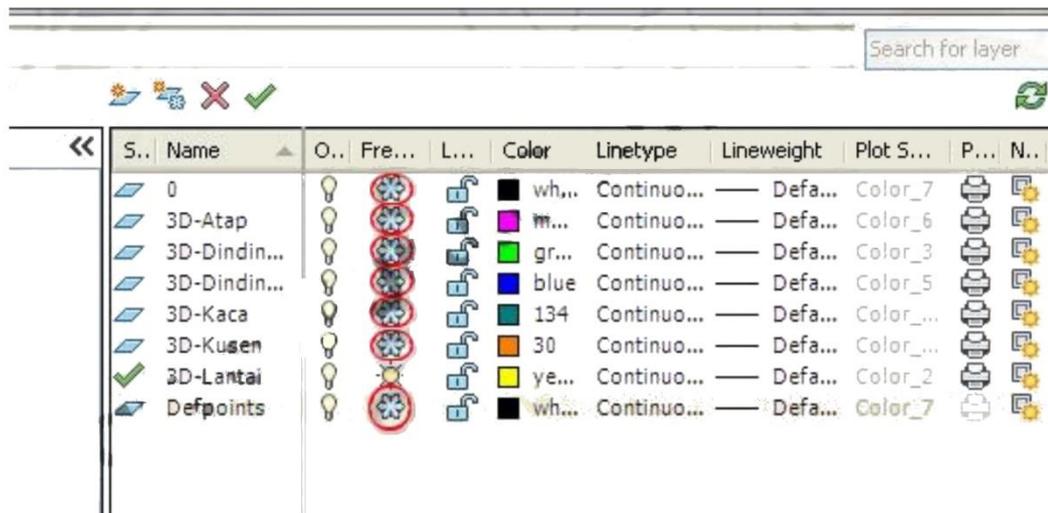
- a. Pastikan tampilan AutoCAD Anda sudah dalam workspace 3D Modeling, dengan cara klik **Workspace Switching** di bagian kanan bawah layar dan pilih **3D Modeling**, seperti gambar:



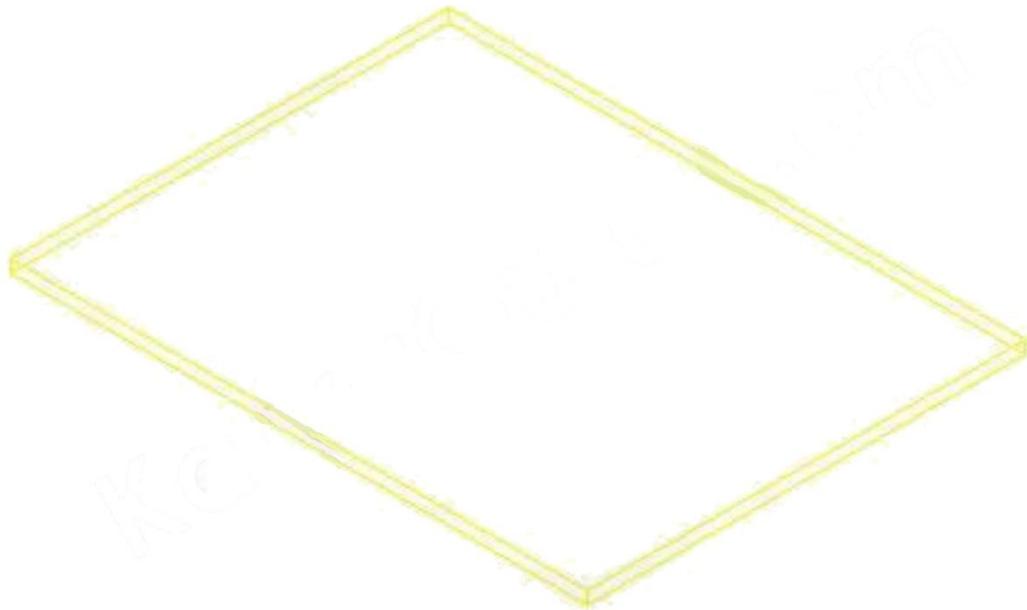
- b. Ketik perintah **Layer**, maka akan muncul jendela seperti di bawah ini. **Klik 2x** tulisan **3D-Lantai** untuk mengaktifkan layer tersebut.



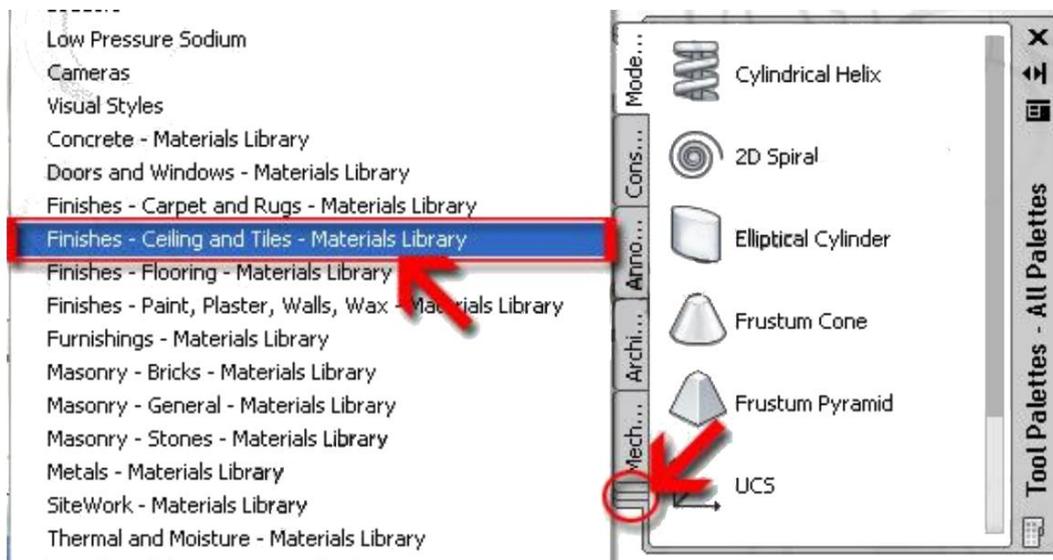
c. Sembunyikan semua layer yang ada, kecuali layer **3D-Lantai** dengan mengklik icon **Freeze** seperti terlihat pada gambar berikut ini.



Kemudian klik tanda silang untuk menutup jendela layer. Maka hanya obyek lantai yang muncul pada layar AutoCAD seperti gambar di bawah ini:



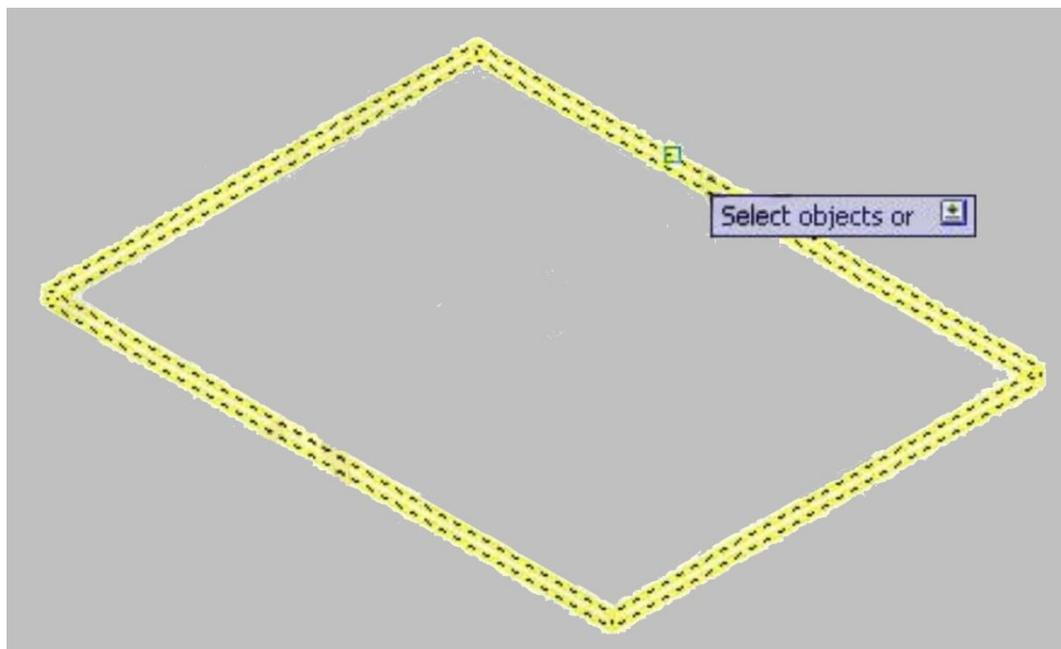
- d. Pemberian material akan dimulai pada obyek lantai. Munculkan Tool Palettes dengan mengetikkan perintah **ToolPalettes**. Aktifkan **Finishes – Ceiling and Tiles – Materials Library** dengan cara seperti terlihat pada gambar.



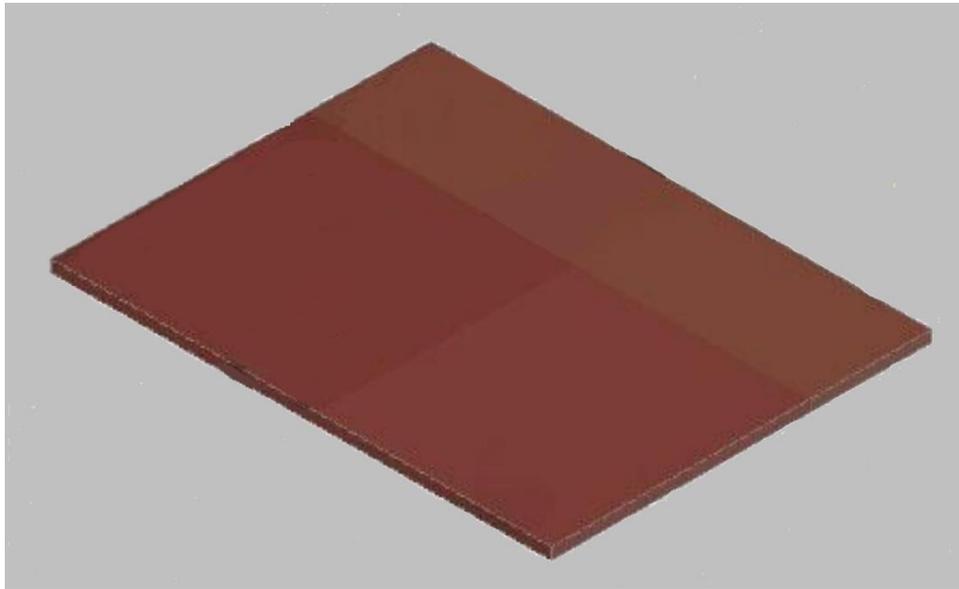
Pilih salah satu material yang ada, pada tutorial ini dipilih **Finishes.Tiling.Ceramic.Checker** seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



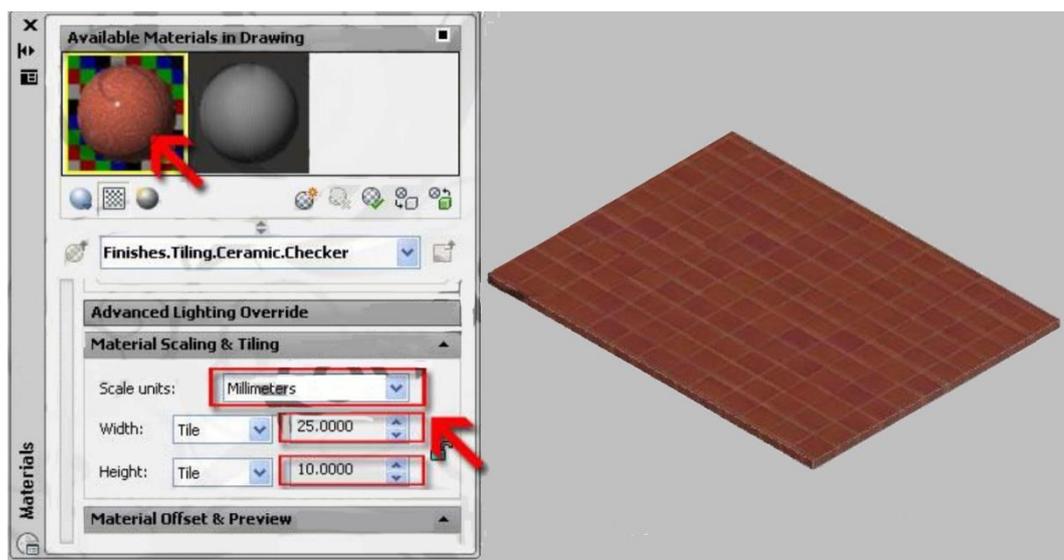
- e. Untuk memberikan material pada obyek lantai cukup menseleksi / klik kotak yang ada pada tampilan AutoCAD saat ini.



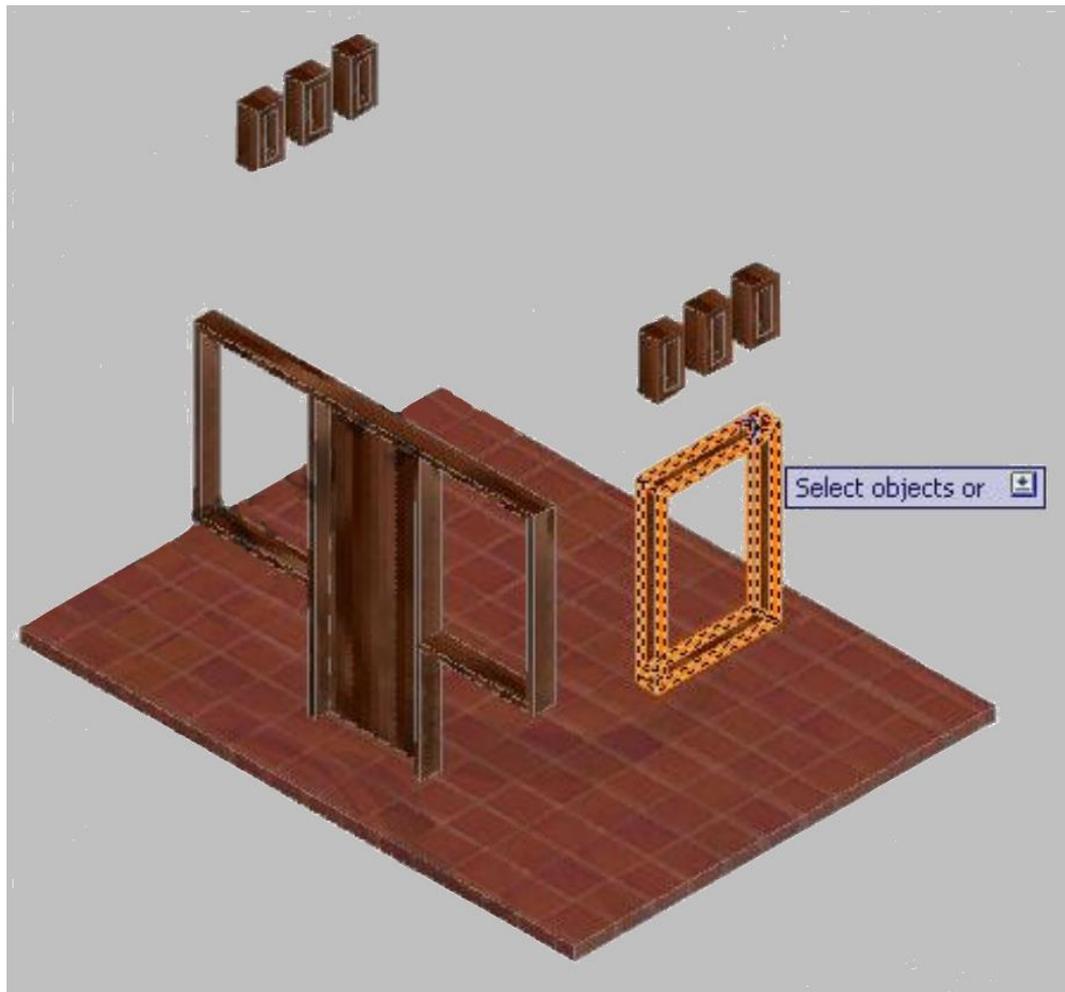
- f. Untuk melihat efek material pada lantai, ubah tampilan objek dari **wireframe** ke **realistic** dengan perintah **VisualStyles**. Gambar akan terlihat seperti di bawah ini.



- g. Terlihat bahwa skala ukuran keramik belum proporsional dibandingkan dengan skala ukuran lantai. Dibutuhkan penyesuaian skala material dengan cara mengetik perintah **Materials**, kemudian atur skala sesuai dengan kebutuhan pada bagian **Scale Units**, **Width**, **Height** pada kelompok perintah **Material Scaling & Tiling**.

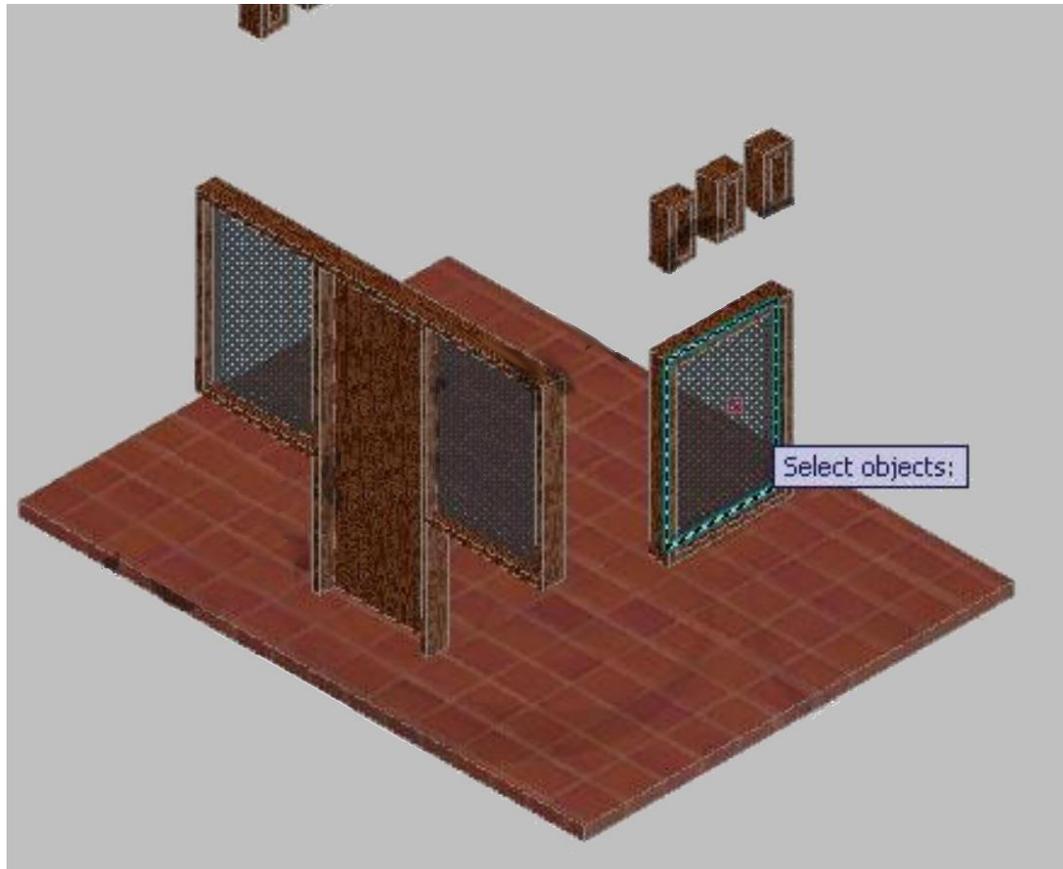


- h. Lanjutkan dengan memberi material pada objek berikutnya yaitu kusen. Aktifkan layer 3D-Kusen, lalu lakukan langkah-langkah seperti pemberian material pada lantai. Pada tutorial ini, material untuk kusen dipilih **Woods – Plastics.Finish Carpentry.Wood.Paneling.1** pada **Woods and Plastics – Materials Library**, sehingga hasilnya seperti gambar di bawah ini. Bila diperlukan, ubahlah skala material seperti pada cara pemberian material lantai di atas.

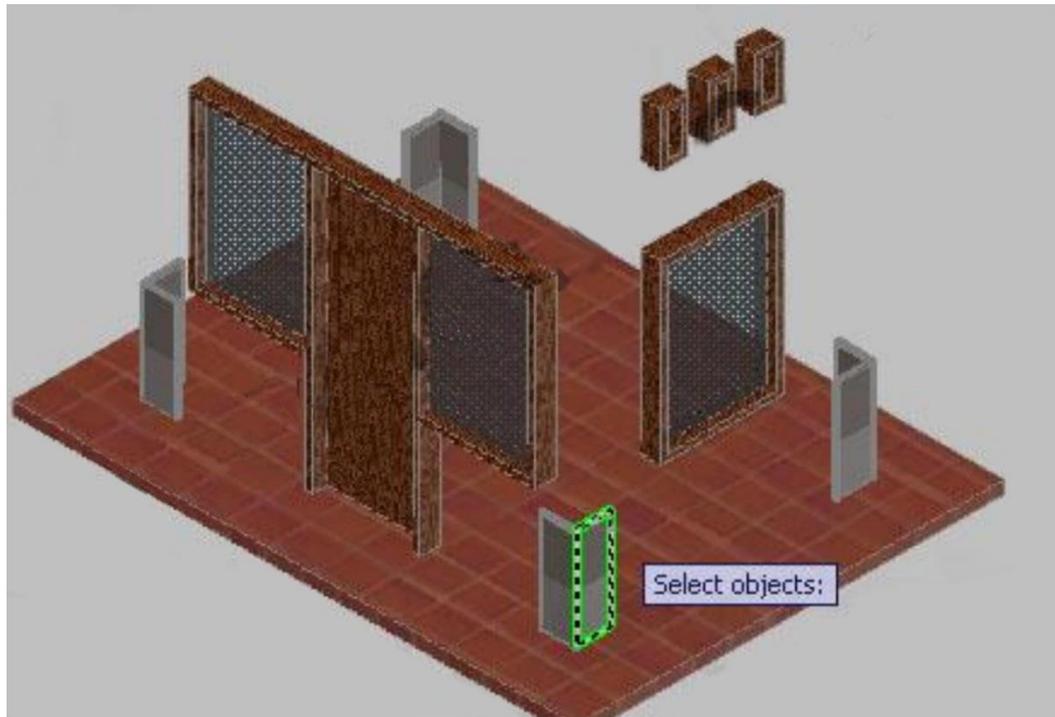


- i. Lanjutkan dengan memberi material pada objek berikutnya yaitu kaca jendela. Aktifkan layer **3D-Kaca**, lalu lakukan langkah-langkah seperti pemberian material pada lantai. Pada tutorial ini, material untuk kaca dipilih **Doors – Windows.Glazing.Glass.Spandrel** pada **Doors and Windows – Materials Library**, sehingga hasilnya seperti gambar di

bawah ini. Bila diperlukan, ubahlah skala material seperti pada cara pemberian material lantai dan kusen di atas.

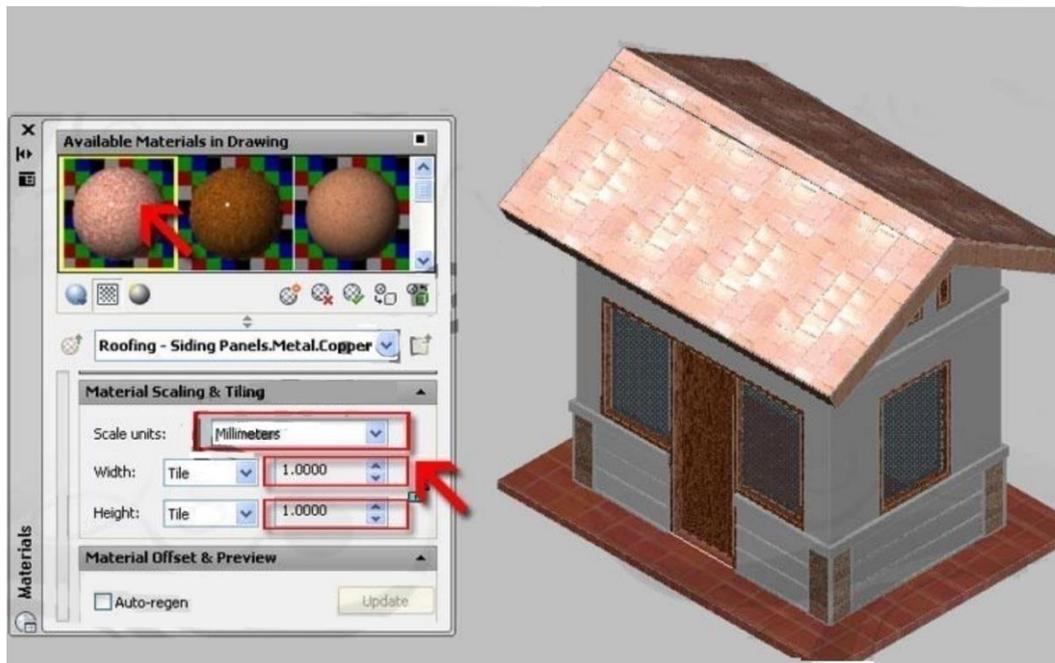


- j. Selanjutnya beri material pada objek dinding batu. Aktifkan layer **3D-Dinding Batu**, lalu lakukan langkah-langkah seperti pemberian material pada lantai. Pada tutorial ini, material untuk dinding batu dipilih **Masonry.Unit Masonry.Brick.Modular.Basket.Weave** pada **Masonry – Bricks – Materials Library**, sehingga hasilnya seperti gambar di bawah ini. Bila diperlukan, ubahlah skala material seperti pada cara pemberian material lantai dan kusen di atas.

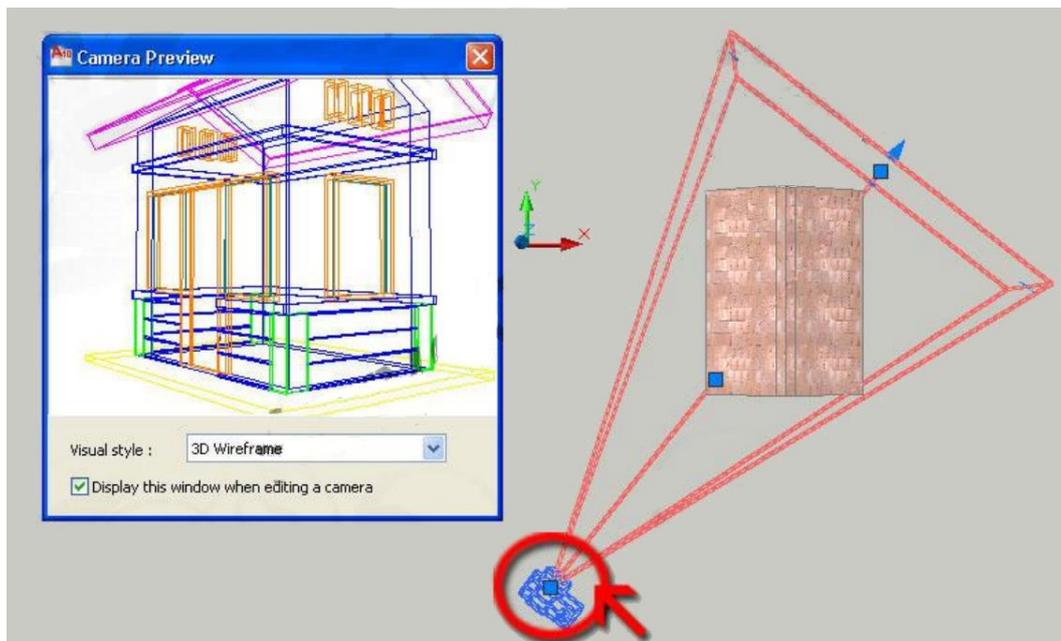


- k. Langkah berikutnya adalah memberi material pada objek dinding cat. Aktifkan layer **3D-Dinding Cat**, lalu lakukan langkah-langkah seperti pemberian material pada lantai. Pada tutorial ini, material untuk dinding cat dipilih **Finishes.Painting.Lacquer.White** pada **Finishes – Paint, Plaster, Walls, Wax – Materials Library**. Pilih semua obyek dinding cat untuk mengaplikasikan material yang sudah dipilih.

- l. Langkah berikutnya adalah memberi material pada objek atap. Aktifkan layer **3D-Atap**, lalu lakukan langkah-langkah seperti pemberian material pada lantai. Pada tutorial ini, material untuk atap dipilih **Thermal – Moisture.Roofing – Siding Panels.Metal.Copper** pada **Thermal and Moisture – Materials Library**. Bila diperlukan, ubahlah skala material seperti pada cara pemberian material lantai di atas. Untuk lisplank pilih salah satu material kayu. Hasilnya adalah seperti gambar di bawah ini.



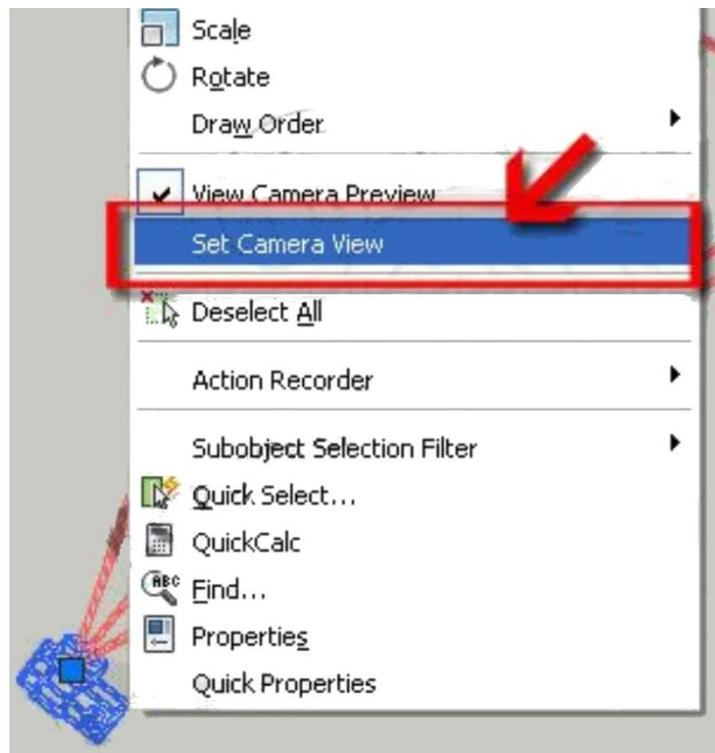
- m. Seluruh bagian bangunan sudah selesai diberi material. Langkah berikutnya adalah membuat kamera untuk melihat secara realistik objek 3D Pos Jaga ini. Gunakan perintah **Camera** kemudian atur letak dan penampakannya. Agar lebih mudah mengaturnya, lihat gambar dari tampak atas. Kemudian atur dengan tampak depan dan samping.



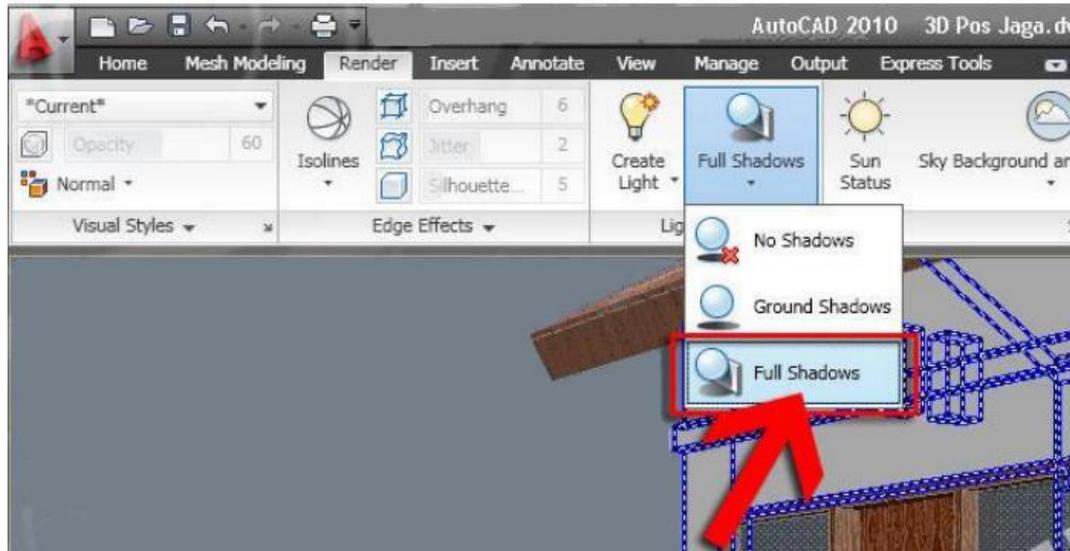
- n. Agar nanti hasil rendernya lebih bagus, Anda dapat menambahkan obyek rumput dengan perintah **Box** pada bagian bawah bangunan pos jaga dan memberikan material dan pengaturannya seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



- o. Setelah semua material dirasa sudah tepat, kembali ke kamera. Pilih **Camera** kemudian klik kanan di mouse, pilih **Set Camera View**.



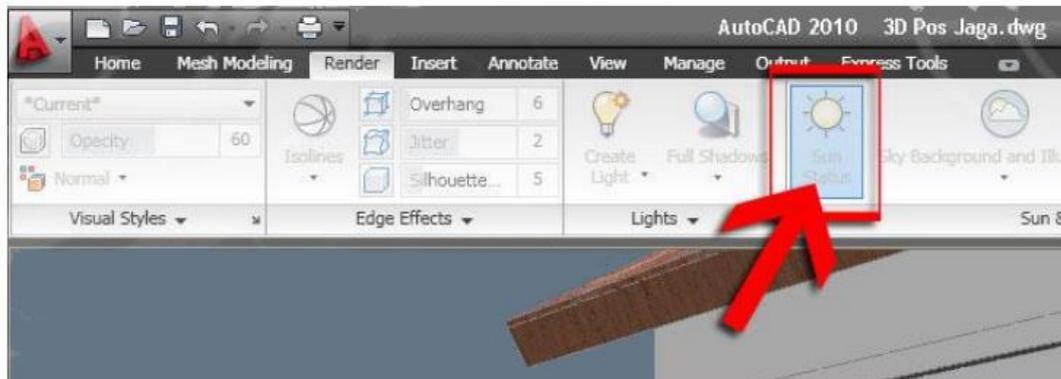
- p. Atur konfigurasi pencahayaan dengan cara klik Tab **Render**, pada area **Lights** aktifkan **Full Shadows**.



- q. Kemudian pada area **Sun & Location** aktifkan **Sky Background and Illumination**.



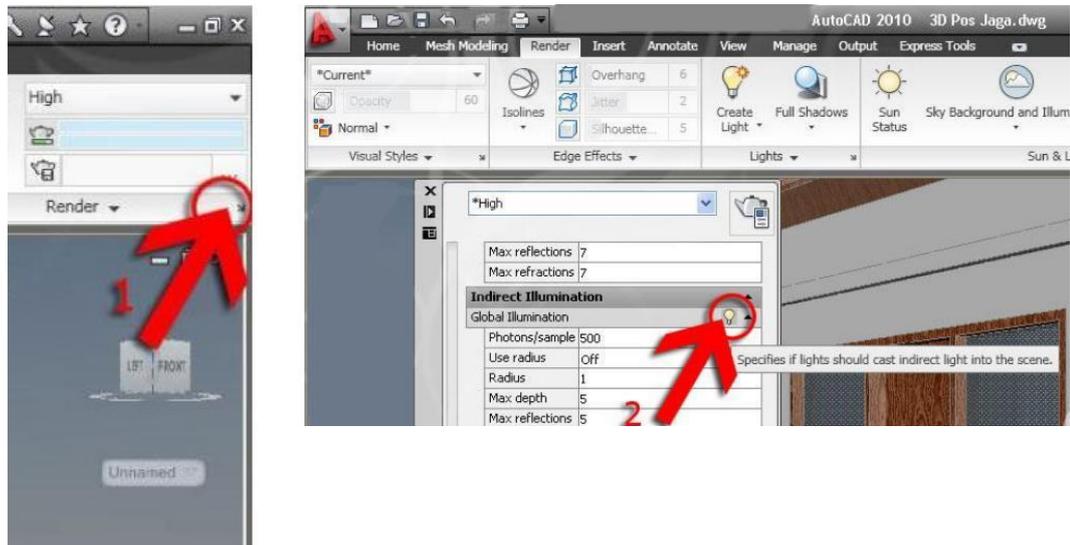
- r. Masih pada area **Sun & Location**, klik **Sun Status** kemudian pilih **Turn off the default lighting (recommended)** pada layar pilihan perintah yang muncul.



- s. Masih pada area **Sun & Location**, atur **Set Location, Date, Time** untuk menghasilkan pencahayaan yang sesuai dengan lokasi bangunan, tanggal pencahayaan (pada daerah Subtropis posisi dan intensitas cahaya matahari akan berbeda dari bulan ke bulan), dan jam pencahayaan. Pastikan **Materials / Textures On**.



- t. Aktifkan **Global Illumination** dengan mengklik icon lampu. Anda dapat memunculkan jendela **Advanced Render Settings** dengan mengklik tanda panah kecil paling pojok kanan atas layar seperti terlihat pada gambar langkah 1 di bawah ini.



- u. Pengaturan konfigurasi pencahayaan sudah selesai, proses rendering dapat dimulai dengan mengetik perintah **Render**. Proses ini akan memakan waktu tergantung file gambar yang dirender. Tunggu sampai proses selesai. Untuk menyimpan hasilnya silahkan klik **File Save**, tentukan lokasi penyimpanan dan berikan nama dan jenis filenya. Hasil akhir file render adalah seperti gambar di bawah ini.



- v. Proses rendering selesai.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang ada pada kegiatan pembelajaran mengenai rendering pada gambar obyek 3 dimensi dengan perangkat lunak ini antara lain adalah:

1. Mengamati:

Mengamati perintah-perintah yang digunakan dalam rendering pada gambar obyek 3 dimensi dengan perangkat lunak.

2. Menanyakan:

Mengkondisikan situasi belajar untuk membiasakan mengajukan pertanyaan secara aktif dan mandiri tentang rendering pada gambar obyek 3 dimensi dengan perangkat lunak.

3. Mencoba (eksperimen)

Mencoba melakukan rendering pada gambar obyek 3 dimensi dengan perangkat lunak.

4. Mengasosiasikan:

Mengkatagorikan informasi dan menentukan hubungannya, selanjutnya disimpulkan dengan urutan dari yang sederhana sampai pada yang lebih kompleks terkait rendering pada gambar obyek 3 dimensi dengan perangkat lunak.

5. Mengkomunikasikan :

Menyampaikan hasil konseptualisasi tentang rendering pada gambar obyek 3 dimensi dengan perangkat lunak dalam bentuk lisan, tulisan, diagram, bagan, gambar atau media lainnya.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Jelaskan langkah kerja untuk mengaplikasikan material pada bagian bangunan 3D.
2. Jelaskan perintah yang digunakan untuk mengubah skala material yang telah diaplikasikan pada bagian bangunan.
3. Jelaskan fungsi perintah **Set Location, Date, Time** pada area **Sun & Location** dalam tab perintah **Render**.

F. Rangkuman

1. Proses rendering dimulai dengan memilih file gambar 3D yang akan dirender.
2. Pekerjaan merender dilakukan pada workspace **3D Modeling**.
3. Langkah kerja dimulai dengan memberi material pada bagian-bagian bangunan yang akan dirender, satu persatu.
4. Setelah pemberian material selesai, dilanjutkan dengan pengaturan kamera dan pencahayaan (**lights**).
5. Terakhir dilakukan perintah **render** untuk melihat hasil rendering secara realistic.

G. Umpan Balik/Tindak Lanjut

Setelah mempelajari modul ini anda diharapkan dapat mengetahui, memahami dan menerapkan fungsi dan cara rendering pada gambar obyek 3 dimensi dengan perangkat lunak AutoCAD.

H. Kunci Jawaban

1. Langkah kerja untuk mengaplikasikan material pada bagian bangunan 3D adalah:

- a. Mengaktifkan layer bagian bangunan tersebut.
 - b. Memilih material pada Tool Palettes sesuai dengan kebutuhan.
 - c. Mengaplikasikan material pada bagian bangunan.
 - d. Mengatur skala material agar sesuai dengan skala bangunan.
2. Perintah yang digunakan untuk mengubah skala material yang telah diaplikasikan pada bagian bangunan adalah **Materials**, lalu atur skala sesuai dengan kebutuhan pada bagian **Scale Units, Width, Height** pada kelompok perintah **Material Scaling & Tiling**.
 3. Fungsi perintah **Set Location, Date, Time** pada area **Sun & Location** dalam tab perintah **Render** adalah untuk mengatur posisi matahari pada tanggal dan jam tertentu pada sebuah lokasi tertentu.

PENUTUP

A. Evaluasi

Modul ini ditulis sebagai sumber belajar yang dapat digunakan secara mandiri oleh peserta Diklat Guru Teknik Konstruksi Gambar Bangunan Kelompok Kompetensi E. Untuk keperluan diklat, lembaga diklat bisa menugaskan pesertanya mempelajari materi yang ada pada modul ini sebelum mengikuti diklat. Dengan demikian, diharapkan para peserta diklat akan terjadi diskusi yang hangat, lebih kreatif, dan aktif. Sebab pada dasarnya peserta yang sudah membaca sebelumnya akan menjadi aktif dalam berdiskusi.

Modul ini memuat kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional yang harus dikuasai oleh Guru Teknik Gambar Bangunan pada kelompok kompetensi E, yang secara keseluruhan dapat dituntaskan dalam delapan kali kegiatan pembelajaran.

Kami menyadari bahwa modul yang sampai ke tangan anda ini masih tidak terlepas dari berbagai kekurangan dan keterbatasan, maka untuk itu kritik dan saran konstruktif sangat diharapkan bagi penyempurnaannya di masa yang akan datang. Demikian hal ini disampaikan, semoga modul ini bermanfaat bagi kita semua. Atas saran dan kritiknya kami ucapkan terima kasih.

B. Daftar Pustaka

- Daniel L, Schodek. 1999. *Struktur*. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Dini. 2012. Perencanaan dan Perancangan Tapak. <http://diniputri15yahoom.blogspot.co.id/2012/05/perencanaan-dan-perancangan-tapak.html>. 12 Desember 2015.
- E.P. Popov. 1989. *Mekanika Teknik*. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Frick, Heinz. 1983. *Mekanika Teknik 1*. Penerbit Yayasan Kanisius: Jakarta.
- Hofsteede, Kramer dan Zeiruddin. 1982. *Ilmu Mekanika Teknik*. Penerbit Pradnya Paramita: Jakarta.
- Istimawan, Dipohusodo. 2001. *Analisis Struktur jilid 1*. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Jasasipil. 2014. *Cara mengukur luas tanah dengan theodolite*. <http://www.jasasipil.com/cara-mengukur-luas-tanah-dengan-theodolite.html>. 12 Desember 2015.
- J. Kwantes. 1985. *Mekanika Bangunan 1*. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- J.D. Todd. 1984. *Teori dan Analisis Struktur*. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Koes Hariatmo. 2013. *Training AutoCAD 2D & 3D Model + Realistik Rendering*. <https://karyaguru.files.wordpress.com/2013/08/ebook-training-AutoCAD-2d-3d-rendering.pdf>. Diakses 23 Desember 2015.
- Listiyono Budi. 2015. *Modul Pelatihan AutoCAD 2010 2D & 3D Lanjut*. Semarang: Balai Pengembangan Pendidikan Kejuruan Jawa Tengah.
- Silalahi, Juniman. 1991. *Mekanika Bangunan: Konstruksi Batang Statis Tertentu (Diktat)*. FPTK IKIP: Padang.
- Soemono. 1985. *Ilmu Gaya*. Penerbit Djambatan: Bandung.
- Universitas Gunadarma. 2008. *Perancangan Tapak*. http://rehulina.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/37425/2008Materi+Perancangan+Tapak_Bab+3.pdf. Jakarta.
- Wahana Komunitas Geografi SMA. 2011. *Pengertian Garis Kontur*. <http://geografi-geografi.blogspot.co.id/garis-kontur-sifat-dan-interpolasinya.html>. 12 Desember 2015.