

TEORI STRUKTUR BANGUNAN

Studi Kasus: Mixed Use Building



Teori Struktur Bangunan
Studi Kasus: Mixed Use Building

Hendra Fahrudin Siregar, S.T., M.T.
Dr. Dadang Subarna, S.Si., M.Si.
Melly Andriana, S.T., M.T.
M. Ali Tami Purba



PT. ARSIL REKA ENGINEERING

UU No. 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta
Fungsi dan sifat hak cipta Pasa 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- a. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- b. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- c. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- d. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Ketentuan Pidana Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000,00 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

Teori Struktur Bangunan
Studi Kasus: Mixed Use Building

Penulis:

Hendra Fahrudin Siregar, S.T., M.T.
Dr. Dadang Subarna, S.Si., M.Si.
Melly Andriana, S.T., M.T.
M. Ali Tami Purba

ISBN:

Editor:

Miftahul Jannah, S.E.

Desain Sampul dan Tata Letak:

Khairul Ihsan, S.Kom.

Penerbit:

PT. ARSIL REKA ENGINEERING

55 Halaman; 15,5x23 cm

Cetakan pertama, Oktober 2024

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang
memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk apa pun
tanpa izin penerbit

PT.ARSIL REKA ENGINEERING

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penayang, Kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya kepada kami, sehingga kami dapat menyelesaikan Buku Monograf yang berjudul “Teori Struktur Bangunan Studi Kasus: Mixed Use Building” Buku ini disusun dengan maksimal dan mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu kami menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan Buku Monograf ini.

Terlepas dari semua itu, kami menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasanya. Oleh karena itu dengan tangan terbuka kami menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar kami dapat memperbaiki buku ini. Akhir kata kami berharap semoga Buku Monograf berjudul “Teori Struktur Bangunan Studi Kasus: Mixed Use Building” ini dapat memberikan manfaat maupun inspirasi terhadap pembaca.

Medan, November 2024

Tim Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
BAB 1 ARSITEKTUR MODERN	1
1.1 Sistem Struktur Bangunan.....	1
1.2 Sejarah Perkembangan Struktur	1
1.3 Klasifikasi Struktur	7
1.4 Elemen Utama Struktur Bangunan.....	9
1.5 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Struktur	13
BAB 2 MACAM-MACAM GAYA DALAM STRUKTUR BANGUNAN	15
2.1 Proses Analisis	15
2.2 Aksi Gaya Eksternal Pada Struktural	16
2.3 Fenomena Struktural Dasar	18
2.4 Kestabilan Struktur.....	19
2.5 Pemodelan Struktur	22
BAB 3 MIXED USE BUILDING	26
3.1 Definisi Mixed Use Building	26
3.2 Sejarah, Ciri-ciri dan Manfaat Mixed Use Building	28
BAB 4 HUBUNGAN STRUKTUR DAN ARSITEKTUR.....	30
BAB 5 STUDI KASUS: ANALISA STRUKTUR BANGUNAN MIXED USE AL-AMIN LIVING LAB DAN INDUSTRIAL PARK DI DESA SAMPE CITA, KECAMATAN KUTALIMBARU.....	35
5.1 Deksripsi Proyek Struktur Bangunan Mixed Use Al-Amin Living Lab dan Industrial Park	35
5.2 Analisa Struktur.....	36
5.3 Penulangan Struktur	39
5.4 Penulangan Frame Struktur (Balok & Kolom)	43
DAFTAR PUSTAKA.....	53
BIOGRAFI PENULIS.....	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 5.1 Desain Penulangan Pelat Lantai & Dag	43

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Struktur <i>post and lintel</i> Bangunan Batu di Mesir.....	2
Gambar 1.2 Struktur <i>post and lintel</i> Bangunan Parthenon.....	3
Gambar 1.3 Struktur lengkung pada Bangunan di Roma	4
Gambar 1.4 Struktur lengkung kubah Bangunan.....	5
Gambar 1.5 Penampang sistem struktur pada bangunan katedral.....	5
Gambar 1.6 Struktur rangka baja Menara Eiffel, Paris	6
Gambar 1.7 Klasifikasi Elemen Struktur	8
Gambar 1.8 Klasifikasi Struktur Menurut Mekanisme Transfer Beban	9
Gambar 1.9 Jenis-Jenis Elemen Struktur	10
Gambar 2.1 Aksi Gaya-Gaya Pada Tinjauan Struktur	17
Gambar 2.2 Keruntuhan Struktur dan Respon Struktur Mencegah Runtuh.....	18
Gambar 2.3 Analisa Kestabilan Struktur	20
Gambar 2.4 Contoh Komponen Struktur untuk Bangunan yang Umum	21
Gambar 2.5 Pemisahan Elemen Struktural	22
Gambar 2.6 Berbagai Jenis Hubungan dan Pemodelannya	24
Gambar 2.7 Pendekatan Pemodelan Pembebanan pada Struktur Plat	25
Gambar 4.1 Ornametasi Struktur : Parthenon,	
Athena (kiri) dan Pallazo Valmarana, Vicenza (kanan).....	31
Gambar 4.2 Struktur Sebagai Ornamen : Kanopi pada Kantor Pusat Llyods (kiri)	
dan Renault Headquarters, Swindon UK (kanan	32
Gambar 4.3 Struktur sebagai Arsitektur: Crystal Palace (kiri), Patera Building (tengah)	
dan John Hancock Building (kanan	32
Gambar 4.4 Struktur sebagai Penghasil Bentuk: Villa Savoye (kiri)	
dan Chrysler Building (kanan)	33
Gambar 4.5 Struktur yang diabaikan: Museum Guggenheim di Bilbao (kiri)	
dan Notre Dame du Haunt, Ronchamp (kanan)	34
Gambar 5.1 Reaksi Perletakan	36
Gambar 5.2 Bending Momen Diagram (BMD)	37
Gambar 5.3 Shear Force Diagram (SFD).....	38
Gambar 5.4 M11 Pelat Lantai 2	39
Gambar 5.5 M11 Dag Atap	40

Gambar 5.6	M22 Pelat Lantai 2	41
Gambar 5.7	M22 Dag Atap	42
Gambar 5.8	Longitudinal Reinforcement Portal Grid-1	44
Gambar 5.9	Longitudinal Reinforcement Portal Grid-2	45
Gambar 5.10	Longitudinal Reinforcement Portal Grid-4	46
Gambar 5.11	Longitudinal Reinforcement Portal Grid-5	46
Gambar 5.12	<i>Longitudinal Reinforcement Portal Grid-A</i>	47
Gambar 5.13	<i>Longitudinal Reinforcement Portal Grid-B</i>	48
Gambar 5.14	<i>Longitudinal Reinforcement Portal Grid-C</i>	49
Gambar 5.15	<i>Longitudinal Reinforcement Portal Grid-D</i>	50
Gambar 5.16	<i>Longitudinal Reinforcement Portal Grid-E</i>	51
Gambar 5.17	<i>Longitudinal Reinforcement Portal Grid-F</i>	52

BAB 1

ARSITEKTUR MODERN

Capaian Pembelajaran:
1. Mahasiswa dapat mengetahui dan memahami Sistem Struktur Bangunan.
2. Mahasiswa dapat mengetahui dan memahami Sejarah Perkembangan Struktur dan Klasifikasi Struktur.
3. Mahasiswa dapat mengetahui dan memahami Elemen Utama Struktur Bangunan.
Waktu: 90 Menit

1.1 Sistem Struktur Bangunan

Struktur bangunan adalah bagian dari sebuah sistem bangunan yang bekerja untuk menyalurkan beban yang diakibatkan oleh adanya bangunan di atas tanah. Fungsi struktur dapat disimpulkan untuk memberi kekuatan dan kekakuan yang diperlukan untuk mencegah sebuah bangunan mengalami keruntuhan. Struktur merupakan bagian bangunan yang menyalurkan beban-beban. Beban-beban tersebut menumpu pada elemen-elemen untuk selanjutnya disalurkan ke bagian bawah tanah bangunan, sehingga beban-beban tersebut akhirnya dapat di tahan.

1.2 Sejarah Perkembangan Struktur

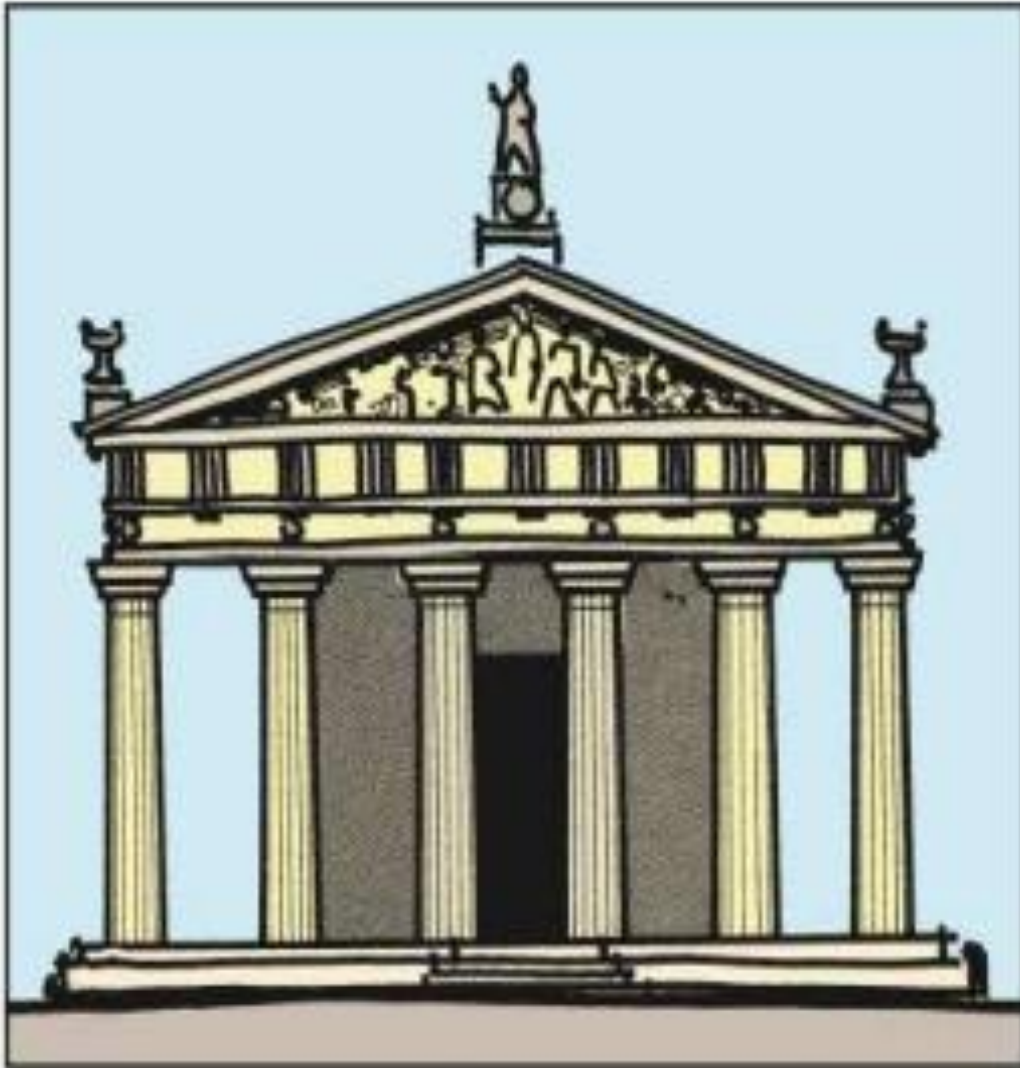
Secara singkat sejarah teknik struktur dapat dijelaskan melalui perubahan-perubahan sistem struktur dari penggunaan desain coba-coba yang digunakan oleh Mesir dan Yunani kuno hingga sistem struktur canggih yang digunakan saat ini. Perubahan bentuk struktur berhubungan erat dengan penggunaan material, teknologi konstruksi, pengetahuan perencana pada perilaku struktur atau analisis struktur, hingga keterampilan pekerja konstruksinya. Keberhasilan terbesar para ahli teknik Mesir adalah digunakannya batu-batu yang berasal dari sepanjang sungai Nil untuk membangun kuil dan piramid. Karena kemampuan daya dukung batu yang rendah dan kualitas yang sangat tidak menentu, yang disebabkan adanya retak-retak dalam dan rongga-rongga, maka bentang balok-balok tersebut harus sependek mungkin untuk mempertahankan kerusakan akibat lentur (Gambar 1.1). Oleh karenanya sistem *post-and-lintel* yaitu balok batu masif bertumpu pada kolom batu yang relatif tebal, memiliki kapasitas terbatas untuk menahan beban-beban horizontal atau beban eksentrik vertikal, bangunan-bangunan menjadi relatif rendah.



Sumber: Bautechnik Fachunde, 2007

Gambar 1.1 Struktur *post and lintel* Bangunan Batu di Mesir

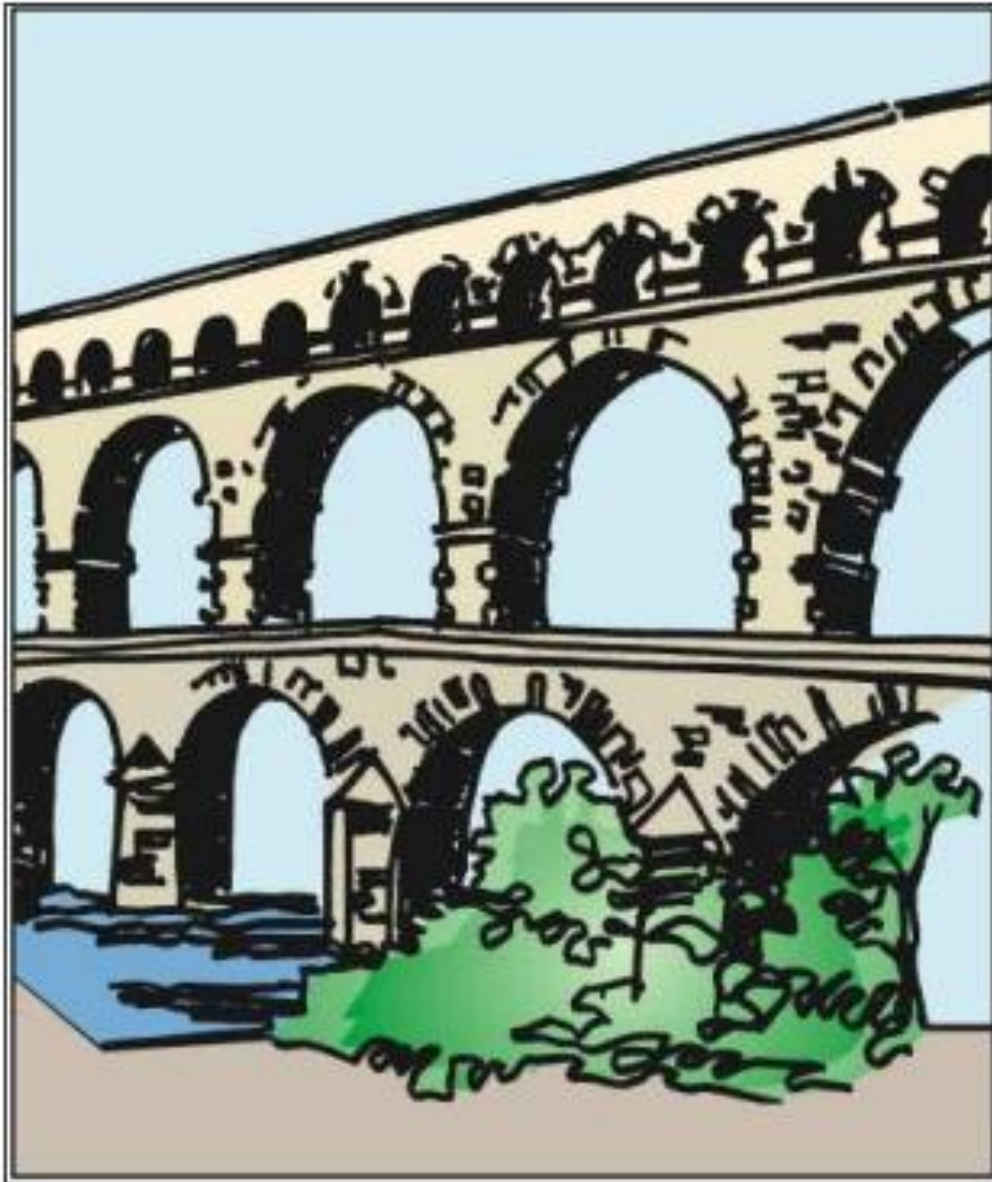
Untuk stabilitas kolom harus dibuat tebal, dengan pertimbangan bahwa kolom ramping akan lebih mudah roboh dibandingkan dengan kolom tebal. Yunani, lebih tertarik dengan kolom batu dengan penampilan yang lebih halus (Gambar 1.2), menggunakan tipe yang sama dengan *post-and-lintel* sistem pada bangunan Parthenon. Hingga awal abad 20-an, lama setelah konstruksi *post-and-lintel* digantikan oleh baja dan rangka beton, para arsitek melanjutkan dengan menutup fasad kuil Yunani klasik pada bagian penerima bangunan-bangunan. Tradisi klasik jaman Yunani kuno sangat mempengaruhi masa-masa setelah pemerintahan mundur.



Sumber: Bautechnik Fachunde, 2007

Gambar 1.2 Struktur post and lintel Bangunan Parthenon

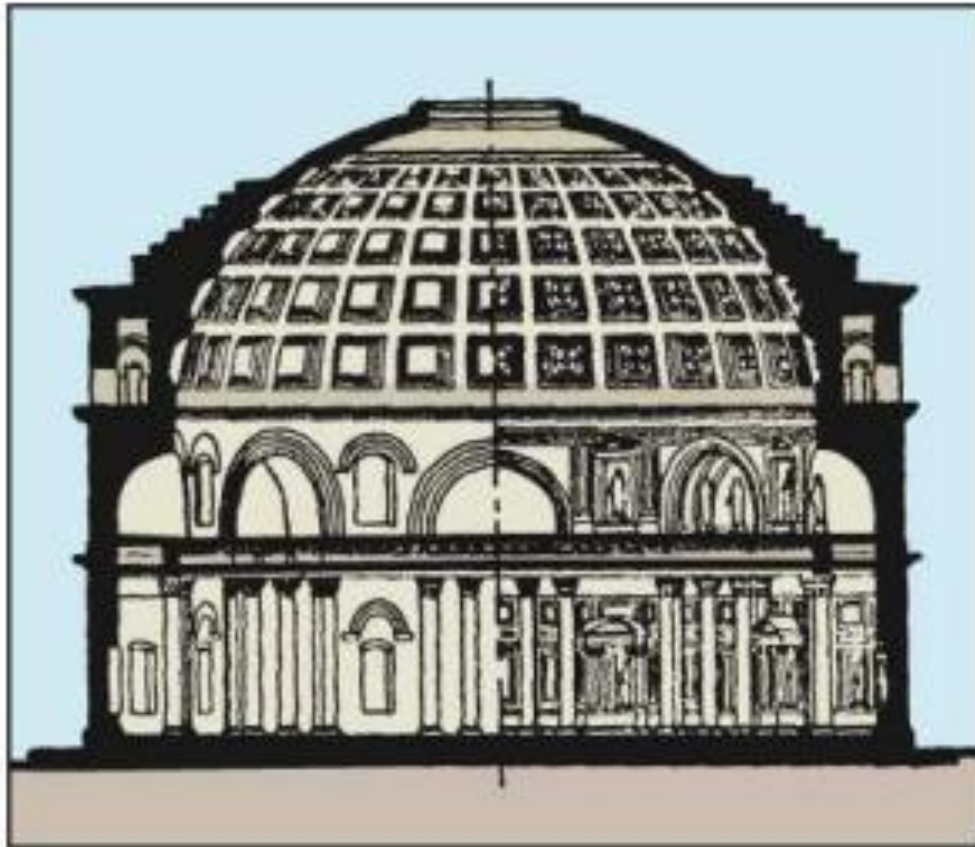
Sebagai pembangun berbakat, para teknisi Roma menggunakan struktur lengkung secara luas, seperti yang sering ditemui dalam deret-deret bentuk bertingkat pada stadion (*coliseum*), terowongan air, dan jembatan (Gambar 1.3). Bentuk lengkung dari busur memungkinkan bentang bersih yang lebih panjang dari yang bisa diterapkan pada bangunan dengan konstruksi pasangan batu *post-and-lintel*. Stabilitas bangunan lengkung mensyaratkan: 1) seluruh penampang bekerja menahan gaya tekan akibat kombinasi beban-beban keseluruhan, 2) *abutmen* atau dinding akhir mempunyai kemampuan yang cukup untuk Orang-orang Roma mengembangkan metode pembentukan pelingkup ruang interior dengan kubah batu, seperti terlihat pada Pantheon yang ada di Roma.



Sumber: Bautechnik Fachunde, 2007

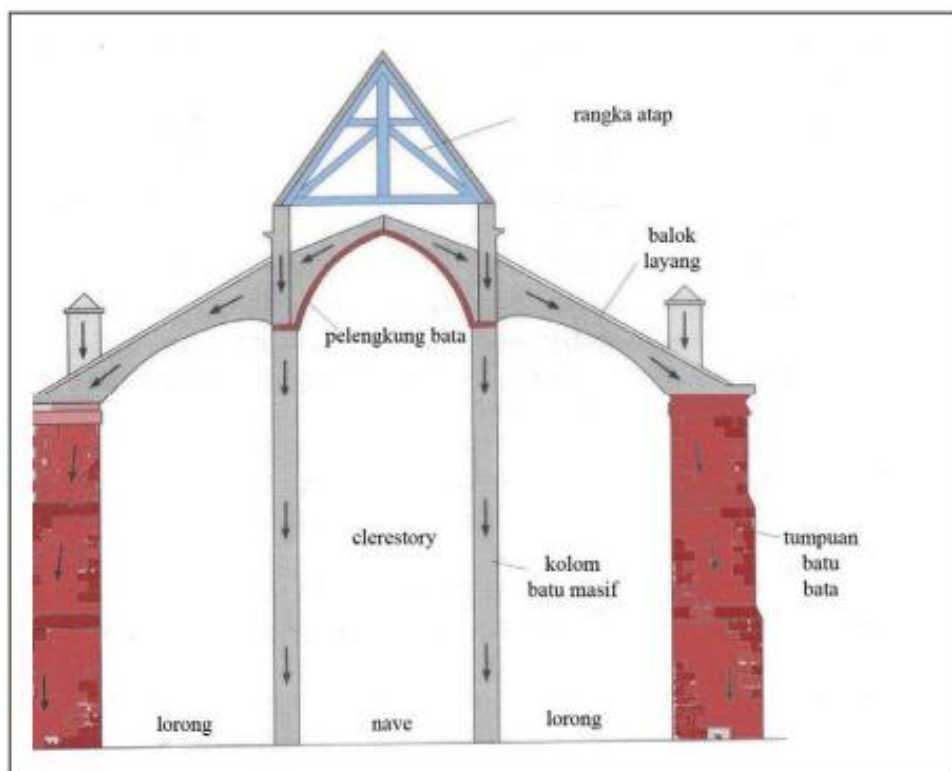
Gambar 1.3 Struktur lengkung pada Bangunan di Roma

Selama periode Gothic banyak bangunan-bangunan katedral megah seperti Chartres dan Notre Dame, bentuk lengkung diperhalus dengan hiasan-hiasan yang banyak dan berlebihan, bentuk-bentuk yang ada menjadi semakin lebar (Gambar 1.4). Ruang-ruang atap dengan lengkungan tiga dimensional juga ditunjukkan pada konstruksi atap-atap katedral. Elemen-elemen batu yang melengkung atau disebut *flying buttresses*, yang digunakan bersama dengan tiang-tiang penyangga dari kolom batu yang tebal atau dinding yang menyalurkan gaya dari kubah atap ke tanah (Gambar 1.5). Bidang teknik pada periode ini menghasilkan pengalaman yang tinggi berdasar pada apa yang dipelajari ahli bangunan dan mengajarkan pada murid-muridnya, selanjutnya ketrampilan ini diturunkan pada generasi-generasi selanjutnya.



Sumber: Bautechnik Fachunde, 2007

Gambar 1.4 Struktur lengkung kubah Bangunan

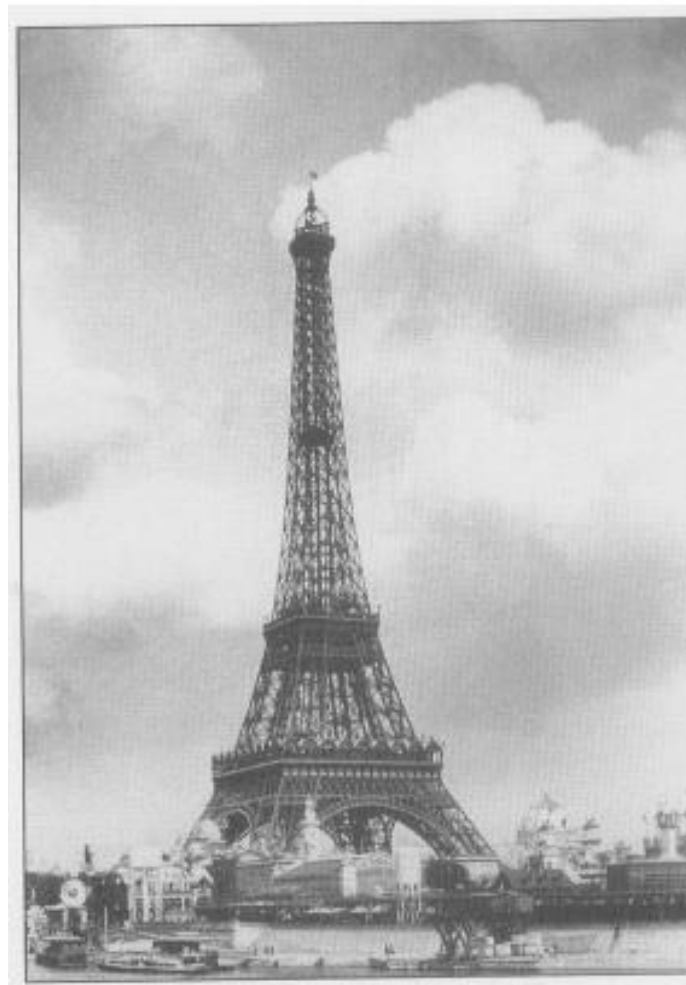


Sumber: Leet, 2002

Gambar 1.5 Penampang sistem struktur pada bangunan katedral

Meskipun katedral dan istana-istana megah didirikan selama beberapa abad di Eropa tetapi tidak ada perubahan yang signifikan pada teknologi konstruksi, hingga diproduksi besi tuang sebagai bahan komersial pada pertengahan abad ke-18. Bahan ini memungkinkan ahli teknik untuk mendesain bangunan dengan sederhana tetapi dengan balok-balok yang kuat, kolom-kolom dengan penampang yang lebih solid. Hal ini memungkinkan desain struktur yang ringan dengan bentang yang lebih panjang dan bukaan-bukaan yang lebih lebar. Dinding penahan yang masif digunakan untuk konstruksi batu yang tidak memerlukan bentang panjang. Pada akhirnya, baja dengan kemampuan menahan gaya tarik yang tinggi dan tekan yang besar memungkinkan konstruksi dari struktur-struktur yang tinggi hingga saat ini untuk gedung pencakar langit (*skyscraper*).

Pada akhir abad ke-19, Eifel, seorang ahli teknik Perancis yang banyak membangun jembatan baja bentang panjang mengembangkan inovasinya untuk Menara Eifel, yang dikenal sebagai simbol kota Paris (Gambar 1.6). Dengan adanya pengembangan kabel baja tegangan tinggi, para ahli teknik memungkinkan membangun jembatan gantung dengan bentang panjang.



Sumber: Leet, 2002

Gambar 1.6 Struktur rangka baja Menara Eifel, Paris

Penambahan tulangan baja pada beton memungkinkan para ahli untuk mengganti beton tanpa tulangan menjadi lebih kuat, dan menjadikan elemen struktur lebih liat (*ductile*). Beton bertulang memerlukan cetakan sesuai dengan variasi bentuk yang diinginkan. Sejak beton bertulang menjadi lebih monolit yang berarti bahwa aksi beton dan baja menjadi satu kesatuan unit, maka beton bertulang memiliki kemampuan yang lebih tidak terbatas.

Pengembangan metode analisis memungkinkan perencana memprediksikan gaya-gaya dalam pada konstruksi beton bertulang, desain merupakan semi empiris dimana perhitungan didasarkan pada penelitian pada pengamatan perilaku dan pengujian-pengujian, serta dengan menggunakan prinsip-prinsip mekanika. Pada awal tahun 1920-an dengan menggunakan momen distribusi oleh Hardy Cross, para ahli menerapkan teknik yang relatif sederhana untuk menganalisis struktur. Perencana menjadi lebih terbiasa menggunakan momen distribusi untuk menganalisis rangka struktur yang tidak terbatas, dan menggunakan beton bertulang sebagai material bangunan yang berkembang pesat. Dikenalnya teknik las pada akhir abad ke-19 memungkinkan penyambungan elemen baja dan menyederhanakan konstruksi rangka kaku baja. Selanjutnya, pengelasan menggantikan plat-plat sambung berat dan sudut-sudut yang menggunakan paku keling. Saat ini perkembangan komputer dan penelitian-penelitian dalam ilmu bahan menghasilkan perubahan besar dari ahli-ahli teknik struktur dalam pengembangan pendukung khusus struktur. Pengenalan komputer dan pengembangan metode matriks untuk balok, pelat dan elemen bidang permukaan memungkinkan perencana menganalisis struktur yang kompleks dengan cepat dan akurat.

1.3 Klasifikasi Struktur

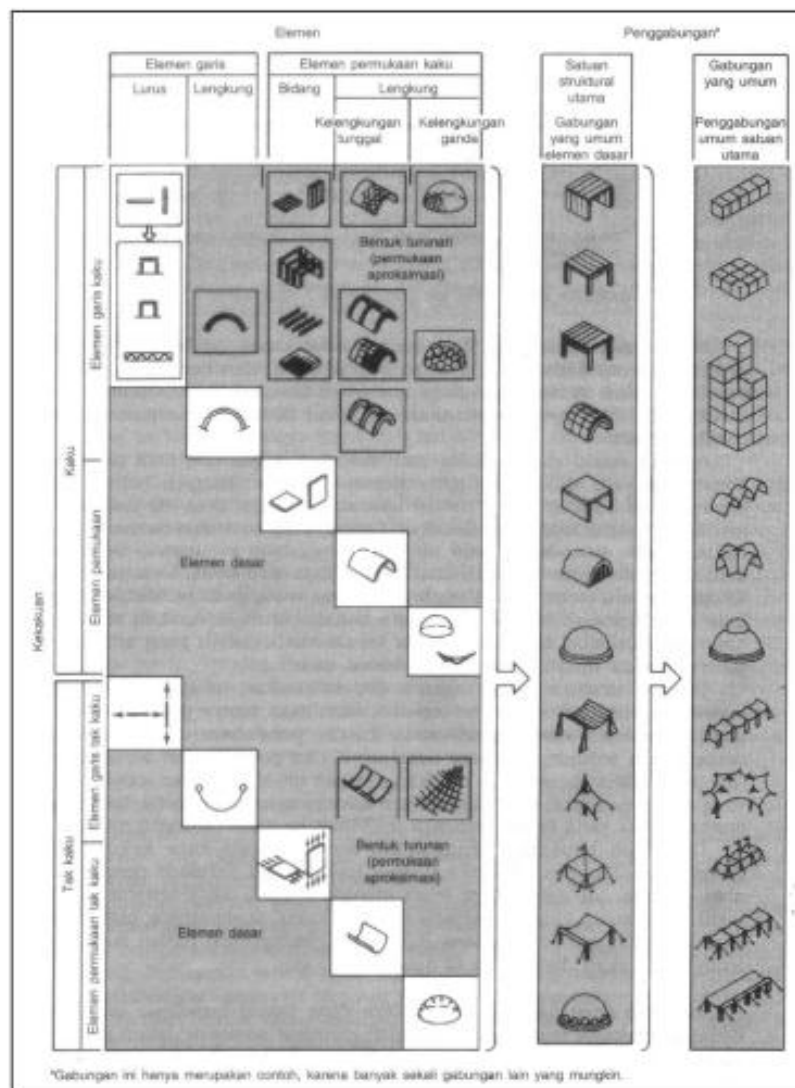
Untuk dapat memahami suatu bidang ilmu termasuk struktur bangunan, maka pengetahuan tentang bagaimana kelompok-kelompok dalam struktur dibedakan, diurutkan, dan dinamakan secara sistematis sangat diperlukan. Pengetahuan tentang kriteria dan kemungkinan hubungan dari bentuk-bentuk menjadi dasar untuk mengklasifikasikan struktur bangunan. Metode umum yang sering digunakan adalah mengklasifikasikan elemen struktur dan sistemnya menurut bentuk dan sifat fisik dasar dari suatu konstruksi, seperti pada Gambar 1.7. Klasifikasi struktur berdasarkan geometri atau bentuk dasarnya:

- Elemen garis atau elemen yang disusun dari elemen-elemen garis, adalah klasifikasi elemen yang panjang dan langsing dengan potongan melintangnya lebih kecil dibandingkan ukuran panjangnya. Elemen garis dapat dibedakan atas garis lurus dan garis lengkung.

- Elemen permukaan adalah klasifikasi elemen yang ketebalannya lebih kecil dibandingkan ukuran panjangnya. Elemen permukaan, dapat berupa datar atau lengkung. Elemen permukaan lengkung bisa berupa lengkung tunggal ataupun lengkung ganda

Klasifikasi struktur berdasarkan karakteristik kekakuannya elemennya:

- Elemen kaku, biasanya sebagai batang yang tidak mengalami perubahan bentuk yang cukup besar apabila mengalami gaya akibat beban-beban.
- Elemen tidak kaku atau fleksibel, misalnya kabel yang cenderung berubah menjadi bentuk tertentu pada suatu kondisi pembebanan. Bentuk struktur ini dapat berubah drastis sesuai perubahan pembebanannya. Struktur fleksibel akan mempertahankan keutuhan fisiknya meskipun bentuknya berubah-ubah.

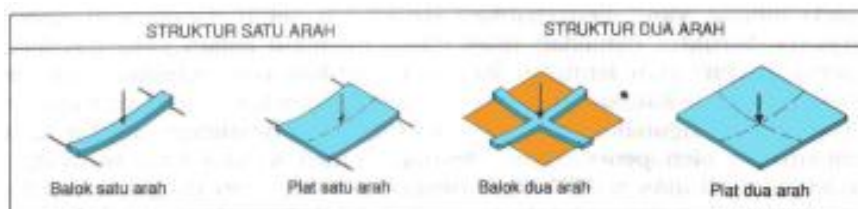


Sumber: Schodek, 1999

Gambar 1.7 Klasifikasi Elemen Struktur

Berdasarkan susunan elemen, dibedakan menjadi 2 sistem seperti diilustrasikan pada Gambar 1.8:

- Sistem satu arah, dengan mekanisme transfer beban dari struktur untuk menyalurkan ke tanah merupakan aksi satu arah saja. Sebuah balok yang terbentang pada dua titik tumpuan adalah contoh sistem satu arah.
- Sistem dua arah, dengan dua elemen bersilangan yang terletak di atas dua titik tumpuan dan tidak terletak di atas garis yang sama. Suatu pelat bujur sangkar datar yang kaku dan terletak di atas tumpuan pada tepi-tepinya



Sumber: Schodek, 1999

Gambar 1.8 Klasifikasi Struktur Menurut Mekanisme Transfer Beban

Berdasarkan material pembentuknya, dibedakan:

- Struktur kayu
- Struktur baja
- Struktur beton, dll.

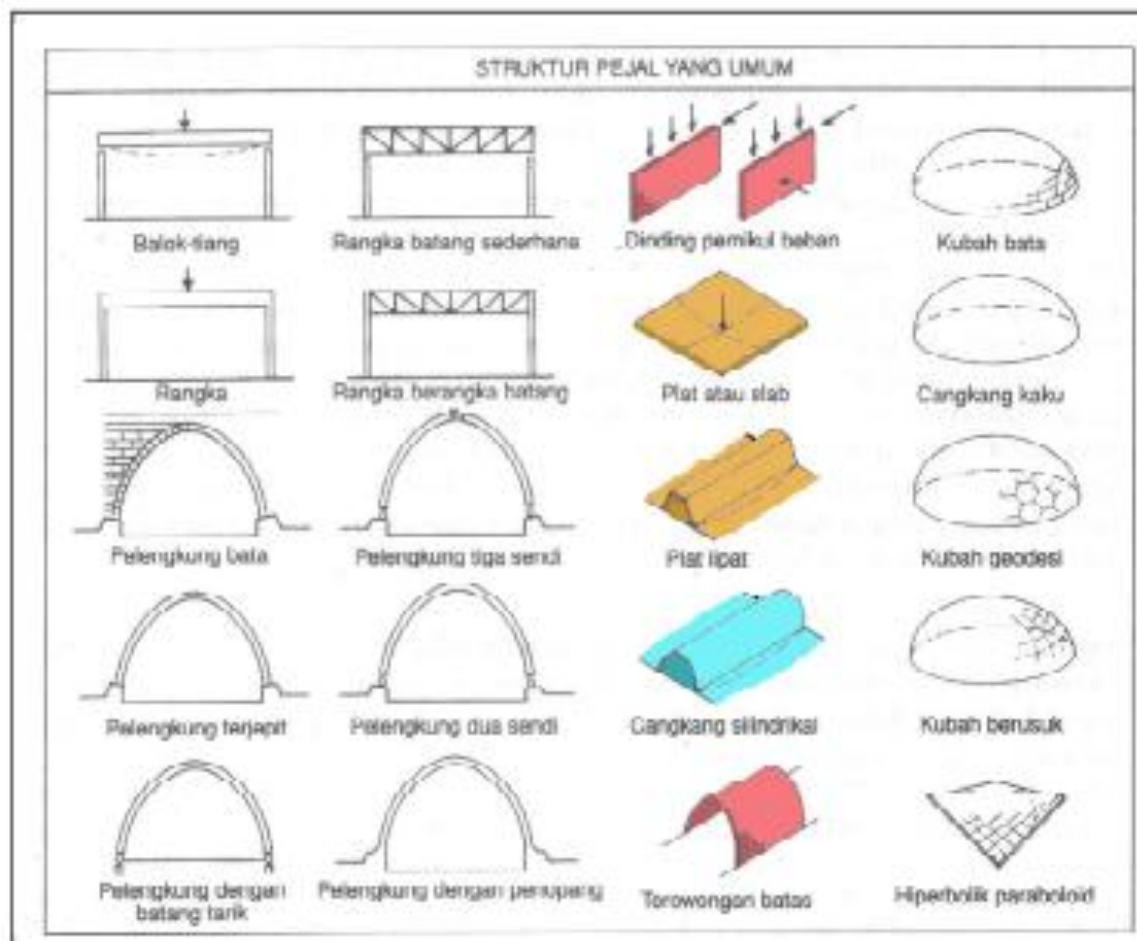
1.4 Elemen Utama Struktur Bangunan

Elemen-elemen struktur utama seperti pada Gambar 1.9, dikelompokkan menjadi tiga kelompok utama, yaitu:

- Elemen kaku yang umum digunakan: balok, kolom, pelengkung, pelat datar, pelat berkelengkungan tunggal dan cangkang.
- Elemen tidak kaku atau fleksibel: kabel, membran atau bidang berpelengkung tunggal maupun ganda.
- Elemen-elemen yang merupakan rangkaian dari elemen-elemen tunggal: rangka, rangka batang, kubah, dan jaring.

a) Balok dan Kolom

Struktur yang dibentuk dengan cara meletakkan elemen kaku horizontal di atas elemen kaku vertikal. Elemen horizontal (balok) memikul beban yang bekerja secara transversal dari panjangnya dan menyalurkan beban tersebut ke elemen vertikal (kolom) yang menumpunya. Kolom dibebani secara aksial oleh balok, dan akan menyalurkan beban tersebut ke tanah. Balok akan melentur sebagai akibat dari beban yang bekerja secara transversal, sehingga balok sering disebut memikul beban secara melentur. Kolom tidak melentur ataupun melendut karena pada umumnya mengalami gaya aksial saja. Pada suatu bangunan struktur balok dapat merupakan balok tunggal di atas tumpuan sederhana ataupun balok menerus. Pada umumnya balok menerus merupakan struktur yang lebih menguntungkan dibanding balok bentangan tunggal di atas dua tumpuan sederhana.



Sumber: Schodek, 1999

Gambar 1.9 Jenis-Jenis Elemen Struktur

b) Rangka

Struktur rangka secara sederhana sama dengan jenis balok-tiang (*post-and-beam*), tetapi dengan aksi struktural yang berbeda karena adanya titik hubung kaku antar elemen vertikal dan elemen horizontalnya. Kekakuan titik hubung ini memberi kestabilan terhadap gaya lateral. Pada sistem rangka ini, balok maupun kolom akan melentur sebagai akibat adanya aksi beban pada struktur. Pada struktur rangka panjang setiap elemen terbatas, sehingga biasanya akan dibuat dengan pola berulang.

c) Rangka Batang

Rangka batang (*trusses*) adalah struktur yang dibuat dengan menyusun elemen linier berbentuk batang-batang yang relatif pendek dan lurus menjadi pola-pola segitiga. Rangka batang yang terdiri atas elemen-elemen diskrit akan melendut secara keseluruhan apabila mengalami pembebanan seperti halnya balok yang terbebani transversal. Setiap elemen batangnya tidak melentur tetapi hanya akan mengalami gaya tarik atau tekan saja.

d) Pelengkung

Pelengkung adalah struktur yang dibentuk oleh elemen garis yang melengkung dan membentang antara dua titik. Struktur ini umumnya terdiri atas potongan-potongan kecil yang mempertahankan posisinya akibat adanya pembebanan. Bentuk lengkung dan perilaku beban merupakan hal pokok yang menentukan apakah struktur tersebut stabil atau tidak. Kekuatan struktur tergantung dari bahan penyusunnya serta beban yang akan bekerja padanya. Contoh struktur pelengkung adalah pelengkung yang dibentuk dari susunan bata. Bentuk struktur pelengkung yang banyak digunakan pada bangunan modern adalah pelengkung kaku (*rigid arch*). Struktur ini hampir sama dengan pelengkung bata tetapi terbuat dari material kaku. Struktur pelengkung kaku dapat menahan beban aksial lebih baik tanpa terjadi lendutan atau bengkokan pada elemen strukturnya, jika dibandingkan dengan pelengkung bata.

e) Dinding dan Plat

Pelat datar dan dinding adalah struktur kaku pembentuk permukaan. Suatu dinding pemikul beban dapat memikul beban baik beban yang bekerja dalam arah vertikal maupun beban lateral seperti beban angin maupun gempa. Jika struktur dinding terbuat dari susunan material kecil seperti bata, maka kekuatan terhadap beban dalam arah tegak lurus menjadi sangat terbatas. Struktur pelat datar digunakan secara horizontal dan memikul beban sebagai lentur dan meneruskannya ke tumpuan. Struktur pelat dapat terbuat dari beton bertulang ataupun baja. Pelat horizontal dapat dibuat dengan pola susunan elemen garis yang kaku dan pendek, dan bentuk segitiga tiga dimensi digunakan untuk memperoleh

kekakuan yang lebih baik. Struktur pelat dapat berupa pelat lipat (*folded plate*) yang merupakan pelat kaku, sempit, panjang, yang digabungkan di sepanjang sisi panjangnya dan digunakan dengan bentang horizontal.

f) Cangkang silindrikal dan terowongan

Cangkang silindrikal dan terowongan merupakan jenis struktur pelat satu-kelengkungan. Struktur cangkang memiliki bentang longitudinal dan kelengkungannya tegak lurus terhadap diameter bentang. Struktur cangkang yang cukup panjang akan berperilaku sebagai balok dengan penampang melintang adalah kelengkungannya. Bentuk struktur cangkang ini harus terbuat dari material kaku seperti beton bertulang atau baja. Terowongan adalah struktur berpelengkung tunggal yang membentang pada arah transversal. Terowongan dapat dipandang sebagai pelengkung menerus.

g) Kubah dan Cangkang Bola

Kubah dan cangkang bola merupakan bentuk struktur berkelengkungan ganda. Bentuk kubah dan cangkang dapat dipandang sebagai bentuk lengkungan yang diputar. Umumnya dibentuk dari material kaku seperti beton bertulang, tetapi dapat pula dibuat dari tumpukan bata. Kubah dan cangkang bola adalah struktur yang sangat efisien yang digunakan pada bentang besar, dengan penggunaan material yang relatif sedikit. Struktur bentuk kubah dapat juga dibuat dari elemen-elemen garis, kaku, pendek dengan pola yang berulang, contohnya adalah kubah geodesik.

h) Kabel

Kabel adalah elemen struktur fleksibel. Bentuk struktur kabel tergantung dari basar dan perilaku beban yang bekerja padanya. Struktur kabel yang ditarik pada kedua ujungnya, berbentuk lurus saja disebut tierod. Jika pada bentangan kabel terdapat beban titik eksternal maka bentuk kabel akan berupa segmen-segmen garis. Jika beban yang dipikul adalah beban terbagi merata, maka kabel akan berbentuk lengkungan, sedangkan berat sendiri struktur kabel akan menyebabkan bentuk lengkung yang disebut catenary-curve.

i) Membran, Tenda dan Jaring

Membran adalah lembaran tipis dan fleksibel. Tenda biasanya dibentuk dari permukaan membran. Bentuk strukturnya dapat berbentuk sederhana maupun kompleks dengan menggunakan membran-membran. Untuk permukaan dengan kelengkungan ganda seperti permukaan bola, permukaan aktual harus tersusun dari segmen-segmen yang jauh lebih kecil karena umumnya membran hanya tersedia dalam bentuk lembaran-lembaran datar. Membran fleksibel yang dipakai pada permukaan dengan menggantungkan pada sisi

cembung berarah ke bawah, atau jika berarah keatas harus ditambahkan mekanisme tertentu agar bentuknya dapat tetap. Mekanisme lain adalah dengan menarik membran agar mempunyai bentuk tertentu. Jaring adalah permukaan tiga dimensi yang terbuat dari sekumpulan kabel lengkung yang melintang.

1.5 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Struktur

1. Kriteria Desain Struktur

Untuk melakukan desain dan analisis struktur perlu ditetapkan kriteria yang dapat digunakan untuk menentukan bahwa struktur sesuai dengan manfaat penggunaannya. Beberapa kriteria desain struktur:

- Kemampuan layan (*serviceability*) Struktur harus mampu memikul beban rancangan secara aman, tanpa kelebihan tegangan pada material dan mempunyai batas deformasi dalam batas yang diizinkan. Kemampuan layan meliputi:
 - Kriteria kekuatan yaitu pemilihan dimensi serta bentuk elemen struktur pada taraf yang dianggap aman sehingga kelebihan tegangan pada material (misalnya ditunjukkan adanya keretakan) tidak terjadi.
 - variasi kekakuan struktur yang berfungsi untuk mengontrol deformasi yang diakibatkan oleh beban. Deformasi merupakan perubahan bentuk bagian struktur yang akan tampak jelas oleh pandangan mata, sehingga sering tidak diinginkan terjadi. Kekakuan sangat tergantung pada jenis, besar, dan distribusi bahan pada sistem struktur. Untuk mencapai kekakuan struktur sering kali diperlukan elemen struktur yang cukup banyak bila dibandingkan untuk memenuhi syarat kekuatan struktur.
 - gerakan pada struktur yang juga berkaitan dengan deformasi. Kecepatan dan percepatan aktual struktur yang memikul beban dinamis dapat dirasakan oleh pemakai bangunan, dan dapat menimbulkan rasa tidak nyaman. Pada struktur bangunan tinggi terdapat gerakan struktur akibat beban angin. Untuk itu diperlukan kriteria mengenai batas kecepatan dan percepatan yang diizinkan. Kontrol akan tercapai melalui manipulasi kekakuan struktur dan karakteristik redaman.

- Efisiensi

Kriteria efisiensi mencakup tujuan untuk mendesain struktur yang relatif lebih ekonomis. Indikator yang sering digunakan pada kriteria ini adalah jumlah material yang diperlukan untuk memikul beban. Setiap sistem struktur dapat memerlukan material yang berbeda untuk memberikan kemampuan layan struktur yang sama. Penggunaan volume yang minimum sebagai kriteria merupakan konsep yang penting bagi arsitek maupun perencana struktur.

- Konstruksi

Tinjauan konstruksi juga akan mempengaruhi pilihan struktural. Konstruksi merupakan kegiatan perakitan elemen-elemen atau material-material struktur. Konstruksi akan efisien apabila materialnya mudah dibuat dan dirakit. Kriteria konstruksi sangat luas mencakup tinjauan tentang cara atau metode untuk melaksanakan struktur bangunan, serta jenis dan alat yang diperlukan dan waktu penyelesaian. Pada umumnya perakitan dengan bagian-bagian yang bentuk dan ukurannya mudah dikerjakan dengan peralatan konstruksi yang ada merupakan hal yang dikehendaki.

- Ekonomis

Harga merupakan faktor yang menentukan pemilihan struktur. Konsep harga berkaitan dengan efisiensi bahan dan kemudahan pelaksanaannya. Harga total sesuatu struktur sangat bergantung pada banyak dan harga material yang digunakan, serta biaya tenaga kerja pelaksana konstruksi, serta biaya peralatan yang diperlukan selama pelaksanaan.

- Lain-lain

Selain faktor yang dapat diukur seperti kriteria sebelumnya, kriteria relatif yang lebih subyektif juga akan menentukan pemilihan struktur. Peran struktur untuk menunjang tampilan dan estetika oleh perancang atau arsitek bangunan termasuk faktor yang juga sangat penting dalam pertimbangan struktur.

BAB 2

MACAM-MACAM GAYA DALAM STRUKTUR BANGUNAN

Capaian Pembelajaran
1. Mahasiswa dapat mengetahui dan memahami Macam-Macam Gaya Dalam Struktur Bangunan.
Waktu: 90 Menit

2.1 Proses Analisis

Langkah-langkah dasar proses analisis struktur dilaksanakan dengan tujuan untuk menentukan kekuatan struktur sesuai kondisi yang direncanakan. Secara umum, langkah-langkah dasar proses analisis adalah:

1. Menentukan perilaku struktur, menganalisis menjadi elemen-elemen dasar, serta membuat model kondisi batas elemen sehingga keadaan gabungan struktur yang sesungguhnya dapat direpresentasikan. Pemodelan menggunakan anggapan mengenai gaya dan momen pada elemen struktur tersebut. Pemodelan yang digunakan dapat sederhana misalnya balok di atas tumpuan sederhana, atau pemodelan yang cukup rumit misalnya balok pada struktur rangka yang mempunyai titik hubung kaku, dan yang mengharuskan peninjauan struktur secara lebih luas yang melibatkan bagian-bagian struktur yang lain.
2. Menentukan sistem gaya eksternal yang bekerja pada struktur yang ditinjau. Hal ini sering melibatkan langkah-langkah seperti bagaimana beban penggunaan yang bekerja pada permukaan yang dipikul oleh elemen-elemen struktural dapat disalurkan ke tanah. Hal ini diperlukan untuk mengetahui bagian mana dari beban total yang dipikul oleh setiap elemen struktur yang berhubungan. Dengan demikian cukup atau tidaknya kebutuhan elemen struktur dapat diketahui.
3. Menentukan dan menerapkan prinsip-prinsip keseimbangan, momen dan gaya-gaya reaksi yang timbul sebagai akibat adanya gaya-gaya eksternal. Untuk struktur statis tertentu dengan menerapkan persamaan-persamaan keseimbangan statika, yaitu $F_x=0$, $F_y=0$, dan $M_o=0$. Untuk model struktur yang lebih kompleks adalah struktur statis tak tentu maka diperlukan metode penyelesaian khusus.

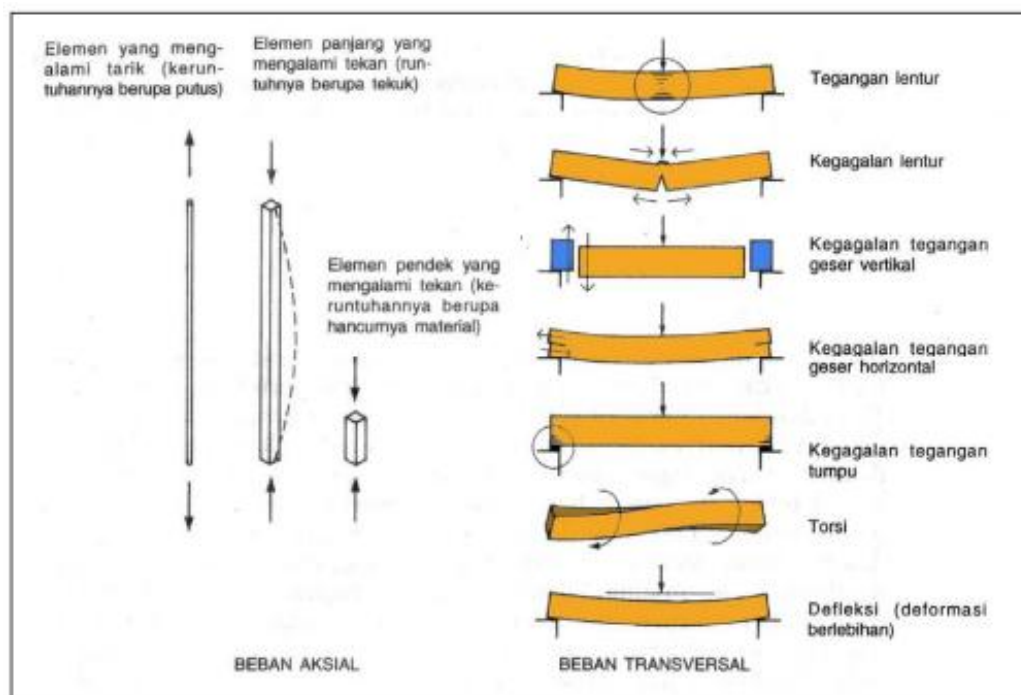
4. Menentukan perilaku-perilaku momen dan gaya internal yang timbul dalam struktur sebagai akibat gaya-gaya eksternal. Pada elemen-elemen kaku linear seperti balok pada umumnya, hal ini melibatkan penentuan besar dan distribusi momen secara geser internal dalam struktur.
5. Menentukan kekuatan elemen struktur agar cukup kuat untuk memikul gaya-gaya internal tersebut tanpa mengalami kelebihan tegangan maupun deformasi. Hal ini berarti melibatkan perhitungan tegangan yang terkait dengan gaya internal yang ada serta membandingkan tegangan tersebut dengan tegangan yang aman untuk dipikul oleh material yang digunakan. Perkiraan tegangan aktual memerlukan tinjauan jumlah dan distribusi material dalam struktur.

2.2 Aksi Gaya Eksternal Pada Struktural

Aksi gaya eksternal pada struktur menyebabkan timbulnya gaya internal di dalam struktur. Gaya internal yang paling umum adalah berupa gaya tarik, tekan, lentur, geser, torsi dan tumpu. Pada gaya internal selalu berkaitan dengan timbulnya tegangan dan regangan. Tegangan adalah ukuran intensitas gaya per satuan luas (N/mm^2 atau Mpa), sedangkan regangan adalah ukuran deformasi (mm/mm).

- **Gaya tarik** adalah gaya yang mempunyai kecenderungan untuk menarik elemen hingga putus. Kekuatan elemen tarik tergantung pada luas penampang elemen atau material yang digunakan. Elemen yang mengalami tarik dapat mempunyai kekuatan yang tinggi, misalnya kabel yang digunakan untuk struktur bentang panjang. Kekuatan elemen tarik umumnya tergantung dari panjangnya. Tegangan tarik terdistribusi merata pada penampang elemen.
- **Gaya tekan** cenderung untuk menyebabkan hancur atau tekuk pada elemen. Elemen pendek cenderung hancur, dan mempunyai kekuatan yang relatif setara dengan kekuatan elemen tersebut apabila mengalami tarik. Sebaliknya kapasitas pikul beban elemen tekan panjang akan semakin kecil untuk elemen yang semakin panjang. Elemen tekan panjang dapat menjadi tidak stabil dan secara tiba-tiba menekuk pada taraf beban kritis. Ketidakstabilan yang menyebabkan elemen tidak dapat menahan beban tambahan sedikit pun bisa terjadi tanpa kelebihan pada material. Fenomena ini disebut tekuk (*buckling*). Adanya fenomena tekuk ini maka elemen tekan yang panjang tidak dapat memikul beban yang sangat besar.

- **Lentur** adalah keadaan gaya kompleks yang berkaitan dengan melenturnya elemen (biasanya balok) sebagai akibat adanya beban transversal. Aksi lentur menyebabkan serat-serat pada sisi elemen memanjang, mengalami tarik dan pada sisi lainnya akan mengalami tekan. Jadi keadaan tarik maupun tekan terjadi pada penampang yang sama. Tegangan tarik dan tekan bekerja dalam arah tegak lurus permukaan penampang. Kekuatan elemen yang mengalami lentur tergantung distribusi material pada penampang dan juga jenis material. Respon adanya lentur pada penampang mempunyai bentuk-bentuk khusus yang berbeda-beda.



Sumber: Schodek, 1999

Gambar 2.1 Aksi Gaya-Gaya Pada Tinjauan Struktur

- **Geser** adalah keadaan gaya yang berkaitan dengan aksi gaya-gaya berlawanan arah yang menyebabkan satu bagian struktur tergelincir terhadap bagian di dekatnya. Tegangan akan timbul (disebut tegangan geser) dalam arah tangensial permukaan yang tergelincir. Tegangan geser umumnya terjadi pada balok.
- **Torsi** adalah puntir. Tegangan tarik maupun tekan akan terjadi pada elemen yang mengalami torsi.
- **Tegangan tumpu** terjadi antara bidang muka kedua elemen apabila gaya-gaya disalurkan dari satu elemen ke elemen yang lain. Tegangan-tegangan yang terjadi mempunyai arah tegak lurus permukaan elemen.

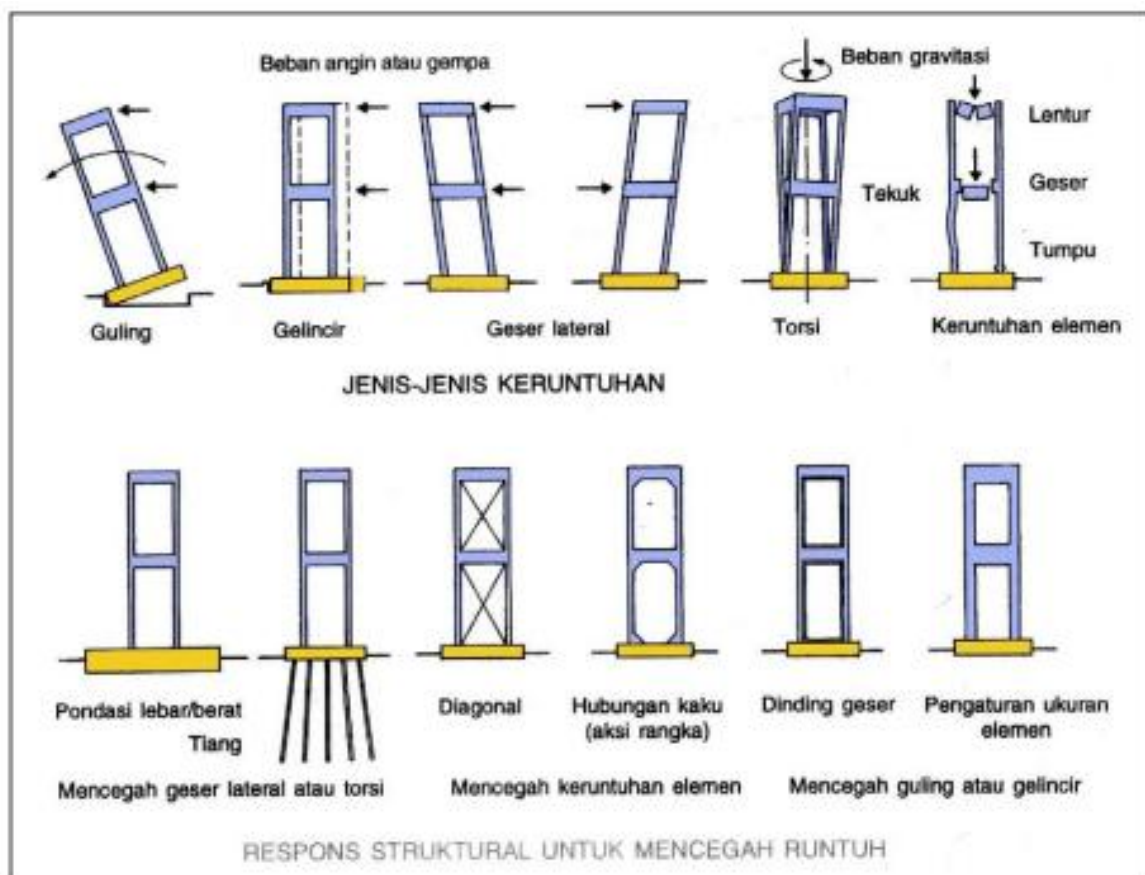
2.3 Fenomena Struktural Dasar

1. Kestabilan Menyeluruh

Suatu struktur dapat terguling, tergelincir, atau terpuntir relatif terhadap dasarnya terutama apabila mengalami beban horizontal seperti angin dan gempa, seperti pada Gambar 2.2 Struktur yang relatif tinggi atau struktur yang memiliki dasar yang relatif kecil akan mudah terguling. Ketidak seimbangan terhadap berat sendiri dapat menyebabkan terjadinya guling. Penggunaan pondasi kaku yang lebar dapat mencegah tergulingnya bangunan, selain itu penggunaan elemen-elemen pondasi seperti tiang-tiang yang mampu memikul gaya tarik.

2. Kestabilan Hubungan

Suatu bagian struktur yang tidak tersusun atau terhubung dengan baik akan dapat runtuh secara internal. Mekanisme dasar-dinding pemikul beban, aksi rangka atau dengan penambahan elemen diagonal dapat digunakan untuk membuat struktur menjadi stabil.



Sumber: Schodek, 1999

Gambar 2.2 Keruntuhan Struktur dan Respon Struktur Mencegah Runtuh

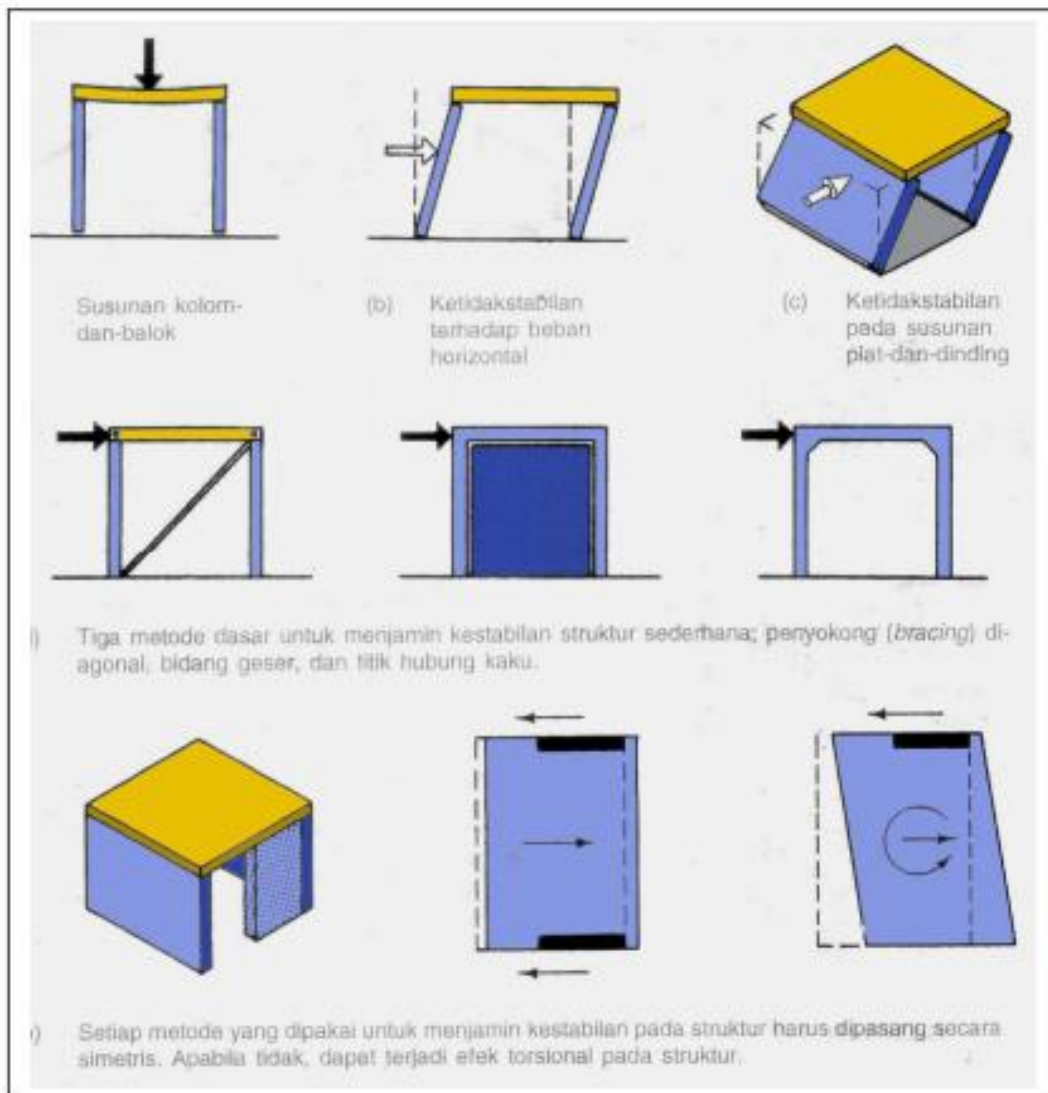
3. Kekuatan dan Kekakuan Elemen

Permasalahan kekuatan dan kekakuan elemen struktural berkaitan akibat tarik, tekan, lentur, geser, torsi, gaya tumpuan, atau deformasi berlebihan yang timbul secara internal dalam struktur karena adanya beban yang diterima. Adanya beban dan gaya juga menimbulkan tegangan-tegangan pada material elemen struktural tersebut.

2.4 Kestabilan Struktur

Kestabilan struktur diperlukan untuk menjamin adanya kestabilan bangunan pada segala kondisi pembebanan yang mungkin terjadi. Semua struktur akan mengalami perubahan bentuk atau deformasi apabila mengalami pembebanan. Pada struktur yang stabil, deformasi yang terjadi akibat beban pada umumnya kecil, dan gaya internal yang timbul dalam struktur mempunyai kecenderungan mengembalikan bentuk struktur ke bentuk semula apabila beban dihilangkan. Pada struktur yang tidak stabil, deformasi yang terjadi akan cenderung bertambah selama struktur dibebani, sistem tidak memberikan gaya-gaya internal untuk mengembalikan bentuk struktur ke bentuk semula. Struktur yang tidak stabil mudah mengalami keruntuhan (*collapse*) secara menyeluruh dan seketika begitu dibebani.

Stabilitas struktur merupakan hal yang sulit, karena sistem struktur merupakan gabungan dari elemen-elemen diskrit. Suatu struktur kolom balok merupakan sistem struktur yang stabil untuk beban-beban vertikal (Gambar 2.3a). Pada perubahan pembebanan yang menimbulkan gaya horizontal maka sistem struktur akan mengalami deformasi (Gambar 2.3b). Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem tidak memiliki kemampuan untuk menahan baban horizontal, serta tidak memiliki mekanisme yang dapat mengembalikan ke bentuk semula apabila beban horizontal tersebut dihilangkan. Sistem struktur ini merupakan sistem yang tidak stabil, dan merupakan awal terjadinya keruntuhan.



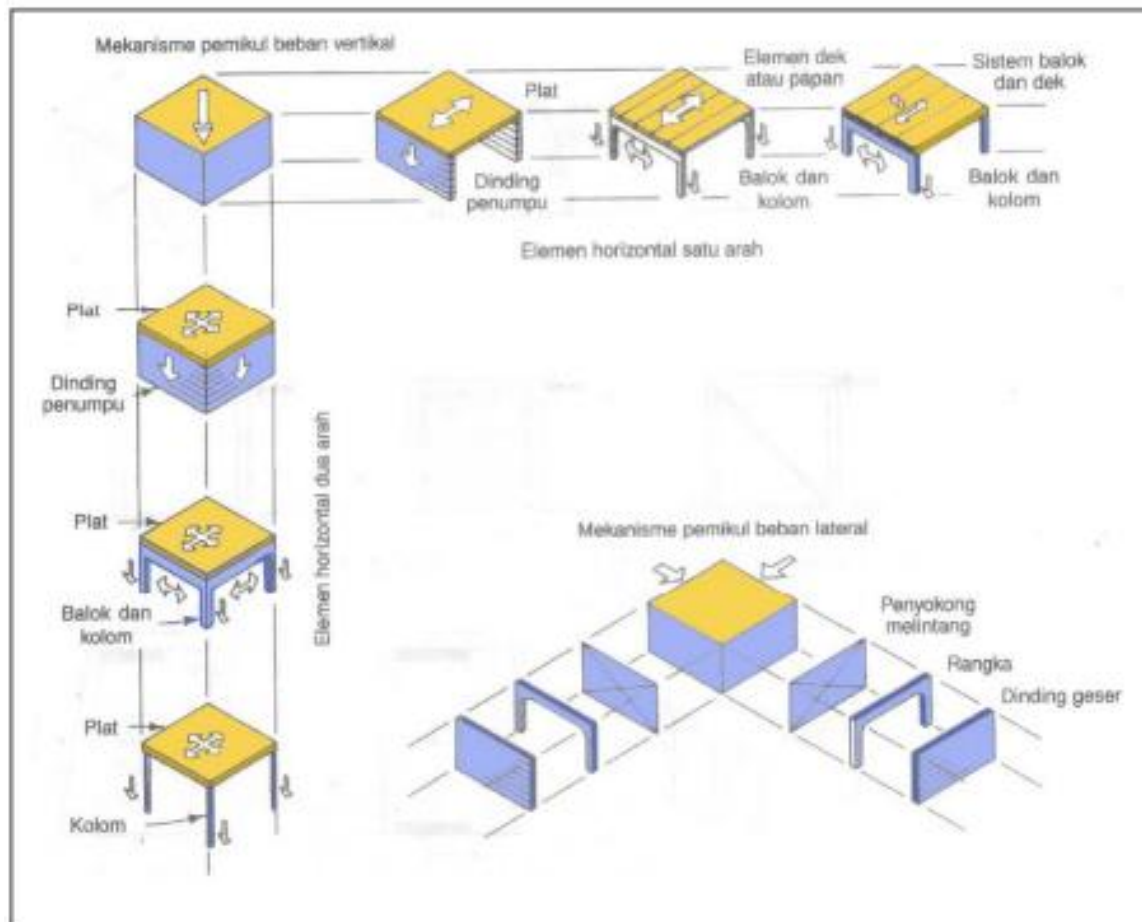
Sumber: Schodek, 1999

Gambar 2.3 Analisa Kestabilan Struktur

Cara untuk membentuk sistem struktur menjadi sistem yang stabil.

- Penambahan elemen diagonal pada struktur, dengan demikian struktur tidak akan mengalami deformasi menjadi jajaran genjang. Elemen diagonal harus tidak mengalami perubahan besar pada panjangnya pada saat mengalami deformasi karena beban horizontal, sehingga elemen diagonal harus dirancang cukup untuk menahan beban tersebut.
- Menggunakan dinding geser. Elemennya berupa elemen permukaan bidang kaku yang dapat menahan deformasi akibat beban horizontal. Elemen bidang permukaan kaku dapat terbuat dari konstruksi beton bertulang atau dinding bata, baik dinding penuh atau sebagian. Ukuran dinding tergantung pada besar gaya yang bekerja padanya.

- membentuk hubungan antara elemen struktur sedemikian rupa sehingga perubahan sudut yang terjadi berharga konstan untuk suatu kondisi pembebanan yang diterimanya. Hal ini dapat dilakukan dengan membuat titik hubung kaku antara elemen struktur pada sudut pertemuan antara elemen struktur tersebut. Struktur yang menggunakan titik hubung kaku untuk menjamin kestabilan sering disebut sebagai rangka (*frame*).



Sumber: Schodek, 1999

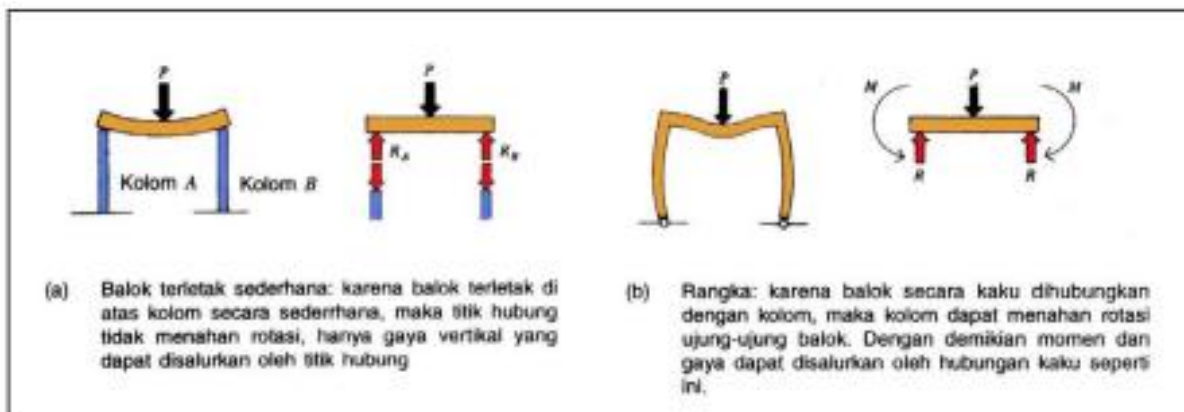
Gambar 2.4 Contoh Komponen Struktur untuk Bangunan yang Umum

Untuk menjamin kestabilan struktur selain menggunakan cara-cara yang telah disebutkan, dapat pula menggunakan penggabungan dari cara-cara mendasar tersebut, misalnya elemen struktur dihubungkan secara kaku dan mempunyai elemen diagonal (Gambar 2.4). Hal ini akan semakin memperbesar derajat kestabilan atau kestatis-tak-tentuannya.

Pada rakitan komponen struktur, salah satu atau lebih komponen yang menjamin kestabilan harus digunakan agar struktur tidak runtuh secara lateral. Satu elemen struktur dapat didesain dengan menggunakan satu cara yang menjamin stabilitas struktur untuk satu arah lateral, dan cara yang lain untuk arah yang lainnya.

2.5 Pemodelan Struktur

Struktur dibagi ke dalam elemen-elemen yang lebih mendasar dengan cara memisahnya pada hubungan antara elemen-elemen struktur, kemudian mengganti aksi elemen dengan sekumpulan gaya-gaya dan momen yang mempunyai efek ekuivalen. Dalam hal ini gaya yang dimodelkan adalah gaya-gaya reaksi. Contoh sederhana pemodelan struktur untuk perletakan balok sederhana atau model rangka seperti pada Gambar 2.5.



Sumber: Schodek, 1999

Gambar 2.5 Pemisahan Elemen Struktural

Pemodelan efektif bergantung pada pengidentifikasian perilaku nyata struktural pada titik hubung elemen-elemen struktur. Untuk memudahkan analisis, titik hubung dapat dimodelkan dalam jenis-jenis dasar hubungan yaitu titik sendi, rol atau jepit. Dalam menentukan model yang paling mendekati kondisi nyata di lapangan, diperlukan pertimbangan yang sangat matang.

Langkah awal menganalisis suatu titik hubung adalah dengan menyelidiki apakah titik tersebut dapat meneruskan rotasi pada suatu elemen struktur ke elemen lainnya akibat adanya suatu beban. Jika titik hubung tidak meneruskan rotasi maka pemodelannya adalah sendi atau rol.

Perbedaan antara sendi dan rol adalah pada arah penyaluran gaya. Apabila penyaluran gaya ke sembarang arah maka pemodelannya adalah sendi, sedangkan jika penyalurannya pada satu arah saja maka pemodelannya menggunakan rol.

Apabila titik hubung dapat meneruskan rotasi, ada momen pada masing-masing ujung elemen struktur, titik hubung ini disebut titik hubung kaku (*rigid joints*). Titik hubung kaku selalu mempertahankan sudut antar elemen-elemen struktur. Titik hubung kaku seperti yang terlihat pada Gambar 2.6(f) merupakan bagian dari satu rangka namun dapat mengalami translasi dan rotasi sebagai satu kesatuan. Jika elemen struktur terjepit kaku dan tidak membolehkan adanya translasi maupun rotasi antar ujung elemen maka titik hubung disebut hubungan ujung jepit Gambar 2.6(o).

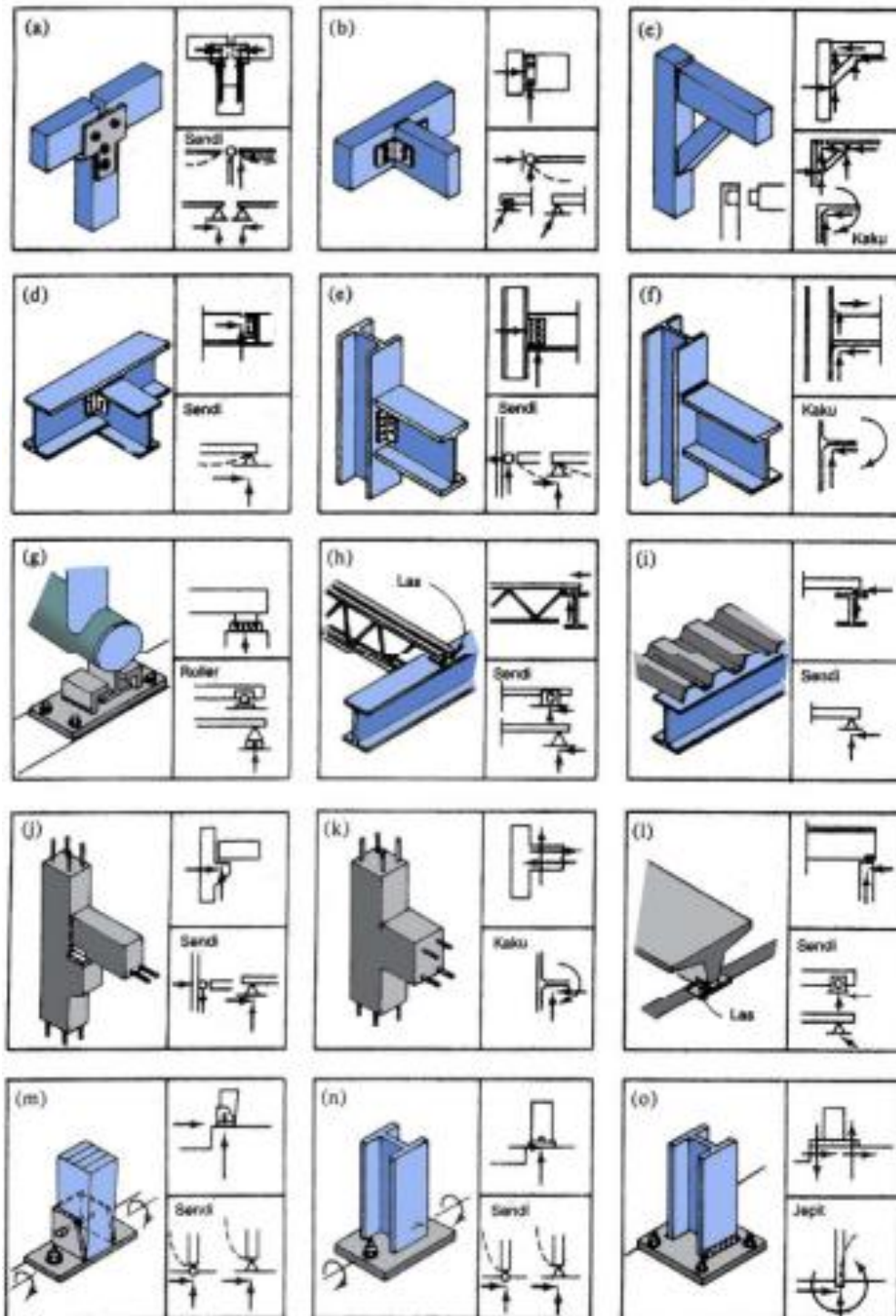
Perbedaan antara titik hubung sendi dan jepit kadang sulit untuk ditentukan secara langsung. Biasanya apabila satu elemen struktur dihubungkan dengan yang lainnya pada satu titik saja, maka titik hubung tersebut adalah sendi. Jika elemen struktur terhubung di dua titik yang berjarak jauh, maka titik hubung tersebut dikatakan kaku. Gambar 2.6(c) dan (f) mengilustrasikan dua elemen struktur baja flens lebar yang dihubungkan dengan dua cara berbeda. Gambar 2.6(e) menunjukkan hubungan sendi yang dihubungkan hanya pada satu titik. Gambar 2.6(f) menunjukkan las yang menggabungkan flens dan web kedua elemen struktur menyebabkan titik hubung tersebut menjadi kaku.

Pada struktur nyata, titik hubung rol ada yang bisa dan ada yang tidak bisa menahan gerak ke atas. Rol dapat dibuat menahan gerak ke atas seperti yang terlihat pada Gambar 2.6(g).

Selain perilaku berbagai titik hubung, perlu juga diperhatikan persyaratan minimum mengenai jumlah dan jenis hubungan struktur dengan arah. Kumpulan titik hubung struktur harus mampu mempertahankan persamaan keseimbangan dasar $\sum F_x=0$, $\sum F_y=0$, dan $\sum M_o=0$. Sebagai ilustrasi adalah sebuah balok tidak dapat terletak di atas dua tumpuan rol. Disamping karena apabila balok diberi beban horizontal maka struktur akan bertranslasi pada arah horizontal, atau model struktur ini tidak dapat memenuhi persamaan $\sum F_x=0$.

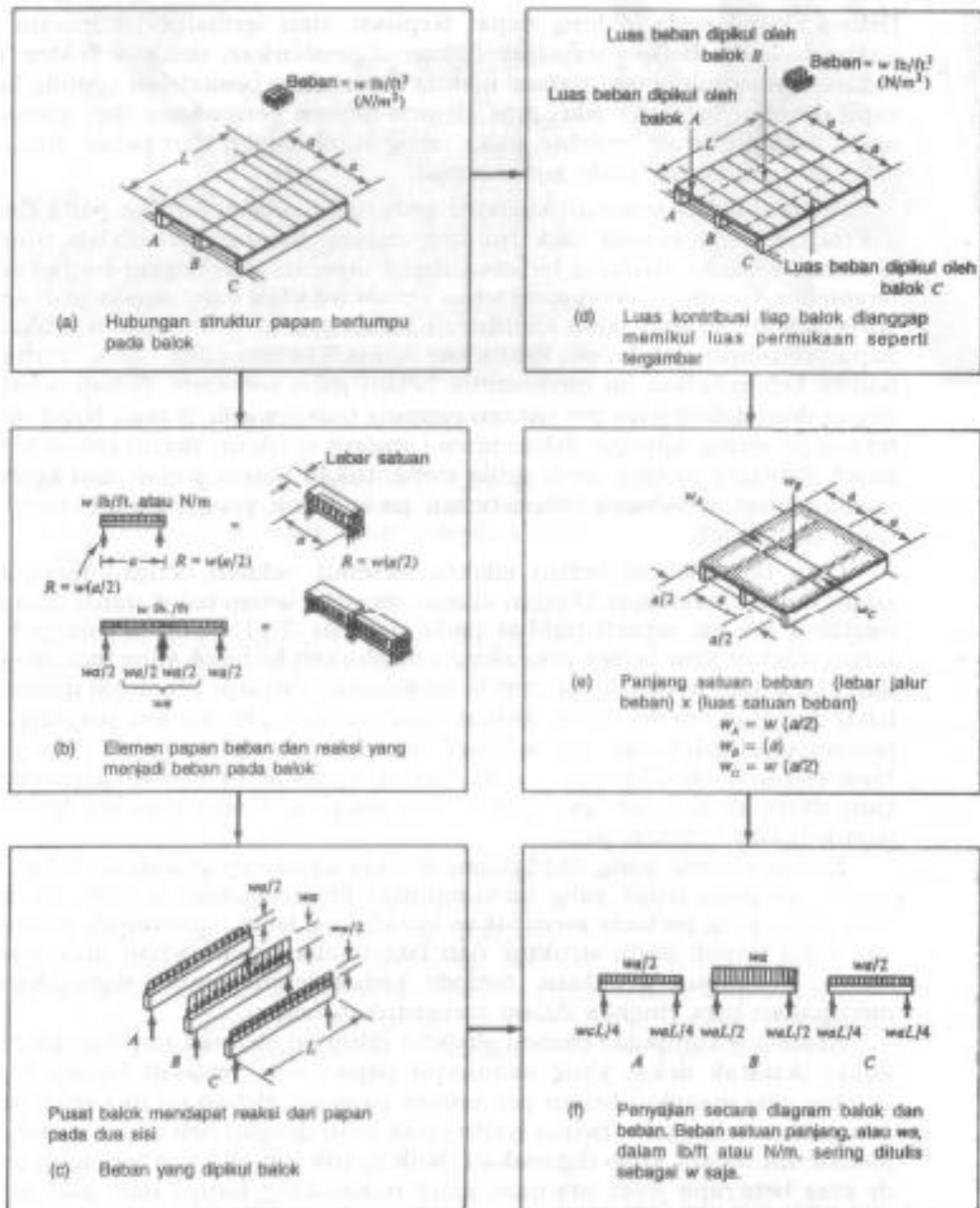
Pada pemodelan yang diakibatkan adanya beban eksternal, beban aktual pada suatu struktur dapat terpusat atau terdistribusi merata pada suatu luasan. Beban terpusat dapat digambarkan dengan vektor gaya, sedangkan beban merata diperlukan pemodelan jika luasan yang ditinjau terdiri atas elemen-elemen permukaan dan garis. Setiap elemen akan mengambil bagian dari beban total yang bekerja, bergantung pada susunan elemen-elemen strukturnya.

Sebuah struktur plat sederhana yang tertumpu pada balok, dapat dimodelkan dengan sistem beban permukaan dari plat yang dipikul oleh sistem balok seperti pada gambar 2.7(a,b, dan c). Sedangkan pemodelan lain adalah berdasarkan konsep luas kontribusi, seperti pada gambar 2.7(d,e, dan f).



Sumber: Schodek, 1999

Gambar 2.6 Berbagai Jenis Hubungan dan Pemodelannya



Sumber: Schodek, 1999
Gambar 2.7 Pendekatan Pemodelan Pembebanan pada Struktur Plat

BAB 3

MIXED USE BUILDING

Capaian Pembelajaran
1. Mahasiswa dapat mengetahui dan memahami Definisi Mixed Use Building.
2. Mahasiswa dapat mengetahui dan memahami Sejarah Mixed Use Building.
3. Mahasiswa dapat mengetahui dan memahami Ciri-Ciri dan Manfaat Mixed Use Building.
Waktu: 90 Menit

3.1 Definisi Mixed Use Building

Mixed-use Building adalah bangunan yang memiliki multi fungsi atau fungsi lebih dari satu. Mixed-Use Building dapat terdiri dari satu atau beberapa massa bangunan yang saling berhubungan dengan fungsi yang berbeda.

Dalam Penataan ruang, Pemerintah telah membuat susunan Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2010 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang (Setiawan, 2010). Menurut peraturan yang dikeluarkan oleh Sekretariat Negara RI, pengelolaan lahan perancangan selain zonasi, ada ketentuan untuk mengendalikan perkembangan mixed use building (Setiawan, 2010). Oleh karena itu, kriteria penentuan kawasan campuran (mixed use) penting untuk disusun pedomannya. Adapun ketentuan ini menjadi penyusun RDTR (Rencana Detail Tata Ruang), sehingga dapat menetapkan kawasan peruntukan campuran dalam suatu kawasan perencanaan.

Dalam buku panduan milik City Council Adelaide, dijelaskan bahwa ada beberapa faktor pendukung dari keberhasilan suatu konsep perancangan percampuran (Council, 2002). Pada buku panduan tersebut, City Council Adelaide membagi kedalam beberapa preseden bangunan mixed use di kota Adelaide (Council, 2002). Adapun prinsip dasar dari pengembangan kawasan mixed use pada buku panduan adalah:

1. Pengembangan kompak (Compact Development), Pengembangan tidak hanya terpusat pada massa bangunan, tetapi juga melingkupi ruang publik (Council, 2002). Ruang publik dapat mendukung akses sirkulasi, mengurangi ketergantungan kendaraan bermotor, tingkat konsumsi lahan, penggunaan energi, dan polusi udara (Council, 2002).
2. Aksesibilitas (Accessibility) bagi pejalan kaki, termasuk didalamnya ada faktor keselamatan dan keamanan (Safety and Comfort) (Council, 2002). Membangun sistem sirkulasi di dalam kawasan perancangan untuk memberikan akses pejalan kaki yang aman dan nyaman (Council, 2002),
3. Jaringan antar jalan yang terhubung (Street Connections). Pada kawasan perancangan, bagian eksternal terhubung dengan kawasan adalah jalan yang melayani transportasi (Council, 2002). Sehingga, pembenahan jaringan jalan baik secara eksternal (luar kawasan) dan internal (di dalam kawasan) harus dapat terakses (Council, 2002). Akses tersebut juga meliputi ke sarana/fasilitas umum dan fungsi lain yang berdekatan (Council, 2002).
4. Pencegahan Kejahatan dan Keamanan (Crime Prevention and Security) dengan perencanaan dan solusi desain yang meningkatkan keselamatan publik (Council, 2002). Hal yang perlu diperhatikan pada perancangan adalah perkembangan kepadatan pada suatu wilayah akan meningkatkan kriminalitas (Council, 2002). Oleh karena itu, desain harus mengembangkan aspek :
 - Teritorialitas wilayah
 - Pengawasan
 - Kontrol Akses
 - kegiatan pendukung dan pemeliharaan
5. Menciptakan dan Melindungi Ruang Publik (Create and Secure Public Space) (Council, 2002). Membangun dan memelihara ruang publik seperti trotoar, plaza, taman, bangunan publik, dan tempat berkumpul dapat memfasilitasi komunitas pada kawasan (Council, 2002).
6. Parkir dan Penggunaan Lahan yang Efisien (Parking and Efficient Land Use) (Council, 2002). Merancang dan mengelola area parkir secara efisien (Council, 2002). Penerapan mixed use akan membatasi parkir, khususnya di daerah yang kegiatannya sangat padat (Council, 2002).

7. Desain Bangunan yang Manusiawi (Human Scaled Building Design) (Council, 2002). Merancang bangunan yang menarik secara estetika, nyaman bagi pejalan kaki, dan sesuai (kompatibel) dengan penggunaan lahan lainnya (Council, 2002). Elemen-elemen kunci yang perlu dipertimbangkan adalah ukuran bangunan, kesinambungan arsitektur antara bangunan horizontal dan vertikal, bentuk atap, ritme jendela dan pintu, serta hubungan antara bangunan dengan ruang publik seperti jalan, plaza, ruang terbuka lainnya, dan parkir umum (Council, 2002).

3.2 Sejarah, Ciri-ciri dan Manfaat Mixed Use Building

Pada mulanya, mixed use building ini berkembang di Amerika dengan istilah superblock. Superblock sendiri memiliki arti proyek-proyek yang berskala besar yang terletak di tengah kota yang mulai dibangun dan dikembangkan setelah selesainya Perang Dunia II. Pada umumnya, pola grid menjadi pola ruang yang banyak digunakan di kota-kota besar yang berada di Amerika. Lahan-lahan yang berbentuk petak-petak ini kemudian disebut blok. Beberapa blok yang digunakan untuk menampung berbagai macam aktivitas itu kemudian disebut superblock.

Proyek-proyek yang biasa dibangun pada superblock ini memiliki skala bangunan yang besar dan mampu menampung berbagai fungsi yang saling terintegrasi dan saling melengkapi antara yang satu dengan yang lain. Pada umumnya, fungsi yang digabungkan adalah fungsi hunian, perkantoran, pusat perbelanjaan, dan lain sebagainya.

Untuk membedakan mixed use building dengan bangunan jenis lain, berikut ini akan merupakan ciri-ciri dari mixed use building, yaitu (Schwanke et al, 2003; 4):

1. Mewadahi 2 fungsi bangunan atau lebih yang terdapat dalam kawasan tersebut, misalnya terdiri dari hotel, rumah sakit, sekolah, mall, apartment, dan pusat rekreasi
2. Terdapat pengintegrasian secara fisik dan fungsional terhadap fungsi-fungsi yang terdapat di dalamnya
3. Hubungan yang relatif dekat antar satu bangunan dengan bangunan lainnya dengan hubungan interkoneksi antar bangunan di dalamnya
4. Kehadiran pedestrian sebagai penghubung antar bangunan

Kehadiran mixed use building dalam konsep bangunan memiliki dampak yang positif bagi berbagai pihak. Menurut Danisworo (1996) terdapat 5 (lima) manfaat dari konsep mixed use building, yaitu:

1. Mendorong tumbuhnya kegiatan yang beragam secara terpadu dalam suatu wadah secara memadai.
2. Menghasilkan sistem sarana dan prasarana yang lebih efisien dan ekonomis
3. Memperbaiki sistem sirkulasi
4. Mendorong pemisahan yang jelas antara sistem transportasi
5. Memberikan kerangka yang luas bagi inovasi perancangan bangunan dan lingkungan

BAB 4

HUBUNGAN STRUKTUR DAN ARSITEKTUR

Capaian Pembelajaran

1. Mahasiswa dapat mengetahui dan memahami Hubungan Struktur dan Arsitektur

Waktu: 90 Menit

Menurut Angus J. MacDonald dalam bukunya “Structure and Architecture”, hubungan struktur dan arsitektur digolongkan menjadi: 1. Struktur yang diekspos dan struktur yang disembunyikan dari tampilannya. 2. Struktur yang dihargai, dimana bentuk yang diambil dinilai baik berdasarkan kriteria teknis dan struktur yang tidak dapat dihargai, dimana bentuknya ditentukan dengan perhitungan persyaratan struktur yang kurang.

Struktur	Yang Diekspos	Yang Disembunyikan
Yang Dihargai	Ornamentasi Struktur	Struktur sebagai penghasil bentuk
	Struktur sebagai arsitektur	
Yang Tidak Dihargai	Struktur sebagai ornamen	Struktur yang diabaikan

1. Ornamentasi Struktur

Kategori ini merupakan salah satu versi dimana bangunan hanya memiliki perlindungan struktur yang terlihat dengan beberapa penyesuaian yang minimum untuk alasan visual. Contohnya adalah kuil Parthenon, Athena.

Perlindungan struktur pada bangunan semakin disembunyikan dibalik bentuk ornamen yang tidak secara langsung berhubungan dengan fungsi strukturnya. Contohnya adalah Pallazo Valmarana, Vincenza. Pemisahan hubungan antara ornamen dengan fungsi struktur yang demikian membuat struktur dan pekerjaan estetika menjadi terpisah.

Teknologi strukturnya sebagai persyaratan dan menggunakannya dalam bentuk dasar bangunan. Arsitektur dipengaruhi secara mendasar oleh teknologi struktur yang digunakan. Pertimbangan teknologi tidak diizinkan untuk menghambat daya imajinasi arsitekturnya.



Gambar 4.1 Ornamenasi Struktur : Parthenon, Athena (kiri) dan Pallazo Valmarana, Vicenza (kanan)

2. Struktur Sebagai Ornamen

Hubungan antara struktur dan arsitektur dalam kategori ini meliputi manipulasi pada elemen struktur dengan kriteria visual sebagai kriteria utama. Kategori ini mementingkan efek visual. Proses desain lebih dikendalikan oleh pertimbangan visual dibandingkan pertimbangan teknis. Akibatnya kinerja struktur ini jauh dari ideal jika dinilai oleh kriteria teknis.

Struktur sebagai ornamen dapat dibedakan dalam tiga versi, sebagai berikut:

- Struktur digunakan secara simbolik. Struktur digunakan sebagai perbendaharaan visual yang dimaksudkan untuk menyampaikan ide tentang kemajuan dan dominasi teknologi di masa depan. Sering kali konteksnya tidak tepat dan struktur yang dihasilkan menjadi kurang baik secara teknis.
- Struktur sebagai respon terhadap keadaan buatan yang diciptakan. Pada bangunan jenis ini, bentuk struktur yang diekspos dibenarkan secara teknis, tetapi hanya sebagai solusi untuk permasalahan teknis yang tidak perlu yang diciptakan oleh para perencana bangunan.
- Struktur diekspresikan untuk menghasilkan bangunan yang menarik dengan menggunakan teknologi terkenal, tetapi dimana tujuan visual yang diinginkan tidak cocok dengan logika strukturalnya.



Gambar 4.2 Struktur Sebagai Ornamen : Kanopi pada Kantor Pusat Llyods (kiri) dan Renault Headquarters, Swindon UK (kanan)

Struktur bangunan diekspos namun tidak sempurna walaupun terlihat menarik secara visual. Struktur digunakan untuk menyampaikan ide teknis yang hebat (kebanyakan arsitektur teknologi tinggi masuk dalam kategori ini). Bentuk dan peranti visual yang dipakai bukan merupakan contoh teknologi yang sesuai dengan fungsinya.

3. Struktur Sebagai Arsitektur

Bangunan yang terdiri dari struktur dan hanya struktur. Bangunan dengan bentang yang sangat panjang dan sangat tinggi sering kali masuk dalam kategori ini. Bentuk bangunan ditentukan oleh kriteria teknis murni. Arsitektur selanjutnya merupakan apresiasi dari bentuk struktur murni.



Gambar 4.3 Struktur sebagai Arsitektur: Crystal Palace (kiri), Patera Building (tengah) dan John Hancock Building (kanan)

4. Struktur Sebagai Penghasil Bentuk

Struktur sebagai penghasil bentuk digunakan untuk menggambarkan hubungan antara struktur dan arsitektur dimana persyaratan struktural diizinkan untuk sangat kental mempengaruhi bentuk bangunan walaupun struktur tersebut sebenarnya tidak diekspos. Dalam jenis hubungan ini digunakan susunan elemen yang paling pantas secara struktur dan arsitektur disesuaikan dengannya.

Bentuk struktur yang dihasilkan dapat digunakan untuk disumbangkan pada suatu gaya arsitektur atau bentuk bangunan sangat ditentukan untuk memenuhi persyaratan struktural, kepentingan arsitektural diletakkan di tempat lain.



Gambar 4.4 Struktur sebagai Penghasil Bentuk: Villa Savoye (kiri) dan Chrysler Building (kanan)

Dalam jenis hubungan ini bentuk struktur yang diambil sangat pantas secara struktur, tetapi kepentingan arsitekturnya tidak berdekatan dengan fungsi strukturnya.

5. Struktur Yang Diabaikan Dalam Proses Pembuatan Bentuk Dan Bukan Bagian Dari Pembentukan Estetika

Sejak pengembangan teknologi struktur dengan menggunakan baja dan beton bertulang, maka memungkinkan untuk merencanakan bangunan tanpa mempertimbangkan bagaimana struktur tersebut dapat didukung dan dibangun setidaknya pada proses tahap persiapan atau pendahuluan.

Komputer digunakan untuk membantu perencanaan bentuk yang kompleks untuk digambarkan dan mengontrol proses pemotongan dan pembuatan benda. Pengenalan computer ini memberi arsitek kebebasan yang tak terbatas dalam menentukan bentuk bangunan.



Gambar 4.5 Struktur yang diabaikan: Museum Guggenheim di Bilbao (kiri) dan Notre Dame du Haut, Ronchamp (kanan)

Struktur dimaksudkan sebagai pendukung lapisan luar bangunan. Dalam arsitektur seperti ini, Insinyur struktur bertindak sebagai fasilitator.

BAB 5
STUDI KASUS: ANALISA STRUKTUR BANGUNAN MIXED USE AL-AMIN LIVING LAB DAN INDUSTRIAL PARK DI DESA SAMPE CITA, KECAMATAN KUTALIMBARU

Capaian Pembelajaran

1. Mahasiswa dapat mengetahui dan memahami Struktur Bangunan Mixed Use Al-Amin Living Lab Dan Industrial Park Di Desa Sampe Cita, Kecamatan Kutalimbaru

Waktu: 90 Menit

5.1 Deskripsi Proyek Struktur Bangunan Mixed Use Al-Amin Living Lab dan Industrial Park

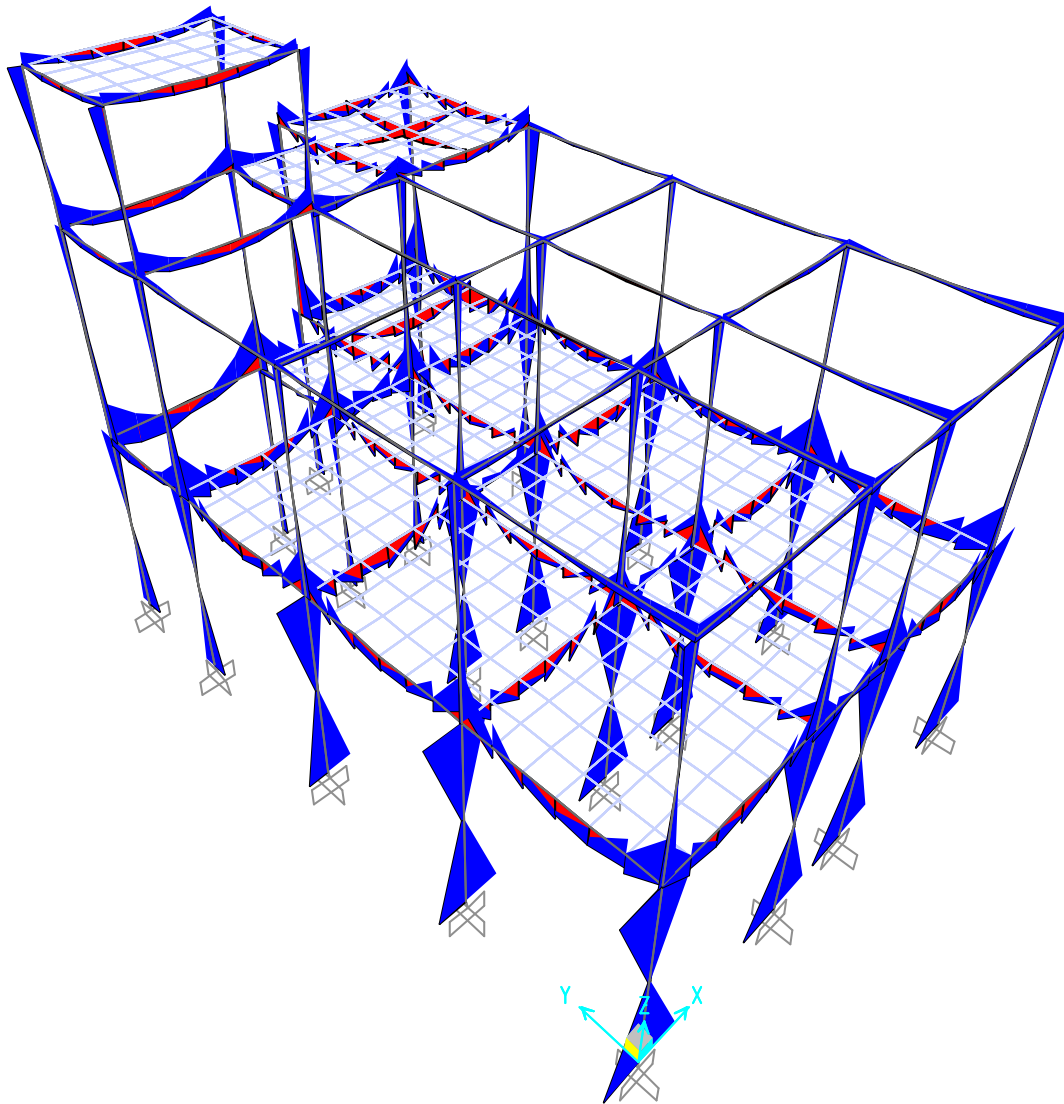
Kawasan Al-amin Science and Industrial Park diproyeksikan untuk menjadi pusat laboratorium lapangan dan workshop yang mengakomodir seluruh program studi yang ada di UNPAB. Selain itu Kawasan Al-amin Science and Industrial Park juga direncanakan untuk menjadi lokasi Ekoeduwisata (Ecoedutourism) yang berbasis pertanian dan pengolahan hasil pertanian. Ekoeduwisata yang diharapkan adalah menarik pengunjung untuk menikmati lokasi Kawasan Al-amin Science and Industrial Park dengan atraksi berbasis aktivitas lapangan dari program studi yang ada di UNPAB seperti kebun hortikultura, pembibitan, peternakan, pengelolaan limbah untuk pemanfaatan energi yang terbarukan hingga pengolahan pengemasan hasil kebun dan peternakan. Selain bertujuan untuk income generating kampus UNPAB, kegiatan Ekoeduwisata ini juga bertujuan untuk mengedukasi pengunjung serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui pembinaan UMKM.

Untuk mendukung kegiatan yang akan dikembangkan di Kawasan Al-amin Science and Industrial Park ini perlu disediakan sebuah area yang menjadi pusat seluruh kegiatan di kawasan tersebut. Pada area pusat ini dibutuhkan fasilitas sarana dan prasarana yang dapat mengakomodasi kegiatan banyak orang. Sebagai ruang untuk berkumpul dan menjadi ruang display untuk hasil peternakan dan hasil pertanian Kawasan Al-amin Science and Industrial Park. Fasilitas yang disediakan berupa ruang terbuka besar berupa plaza, beberapa bangunan mixed use dan jembatan penghubung antar bangunan, yang perancangannya akan terbagi menjadi 4 bagian laporan perancangan yang masuk dalam hibah internal Universitas Pembangunan Panca Budi. Laporan perancangan ini menjelaskan tentang perancangan bangunan Mixed Use pada plaza utama Kawasan Al-amin Science and Industrial Park.

5.2 Analisa Struktur

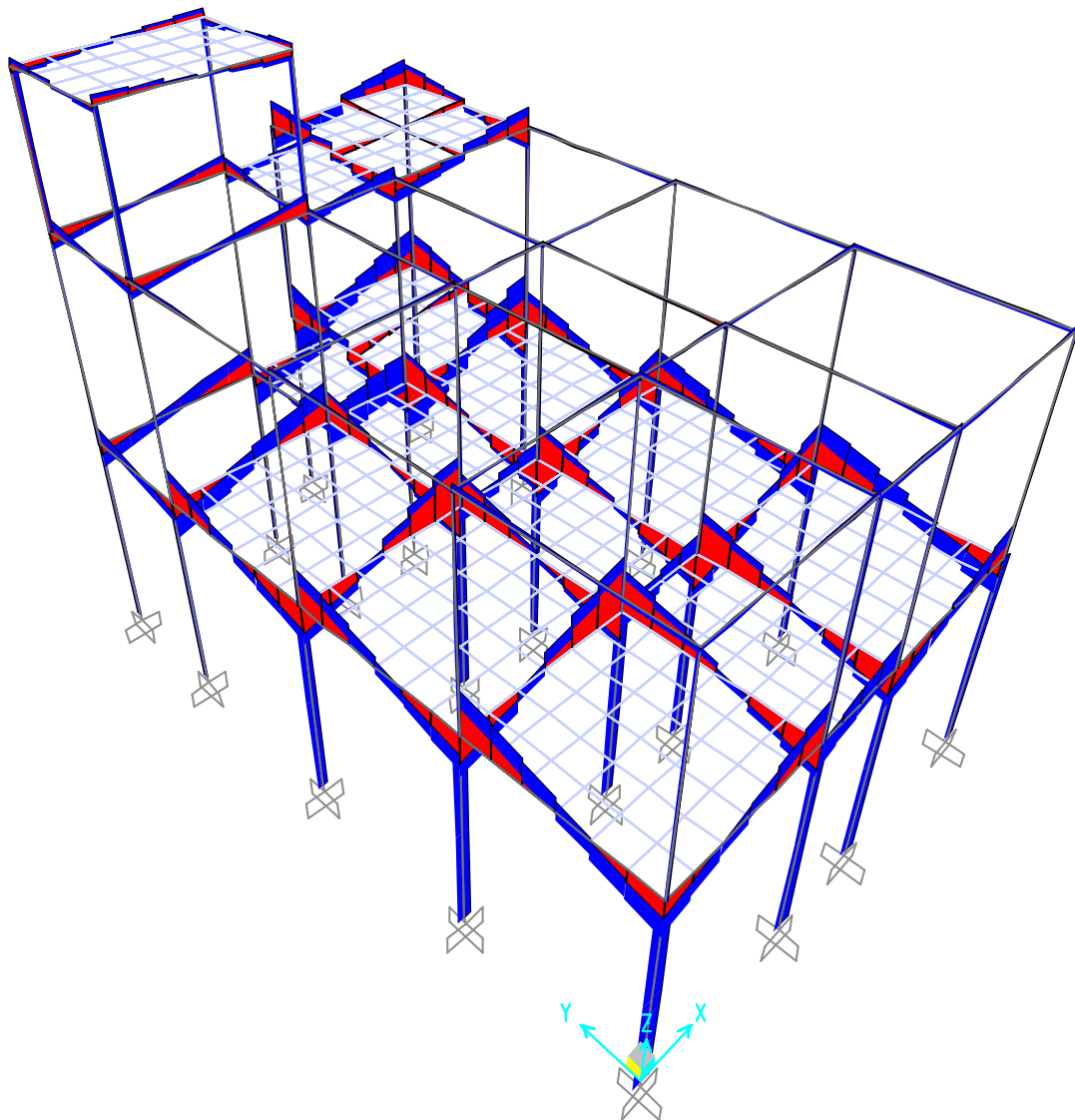
36

Output BMD dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 5.2 Bending Momen Diagram (BMD)

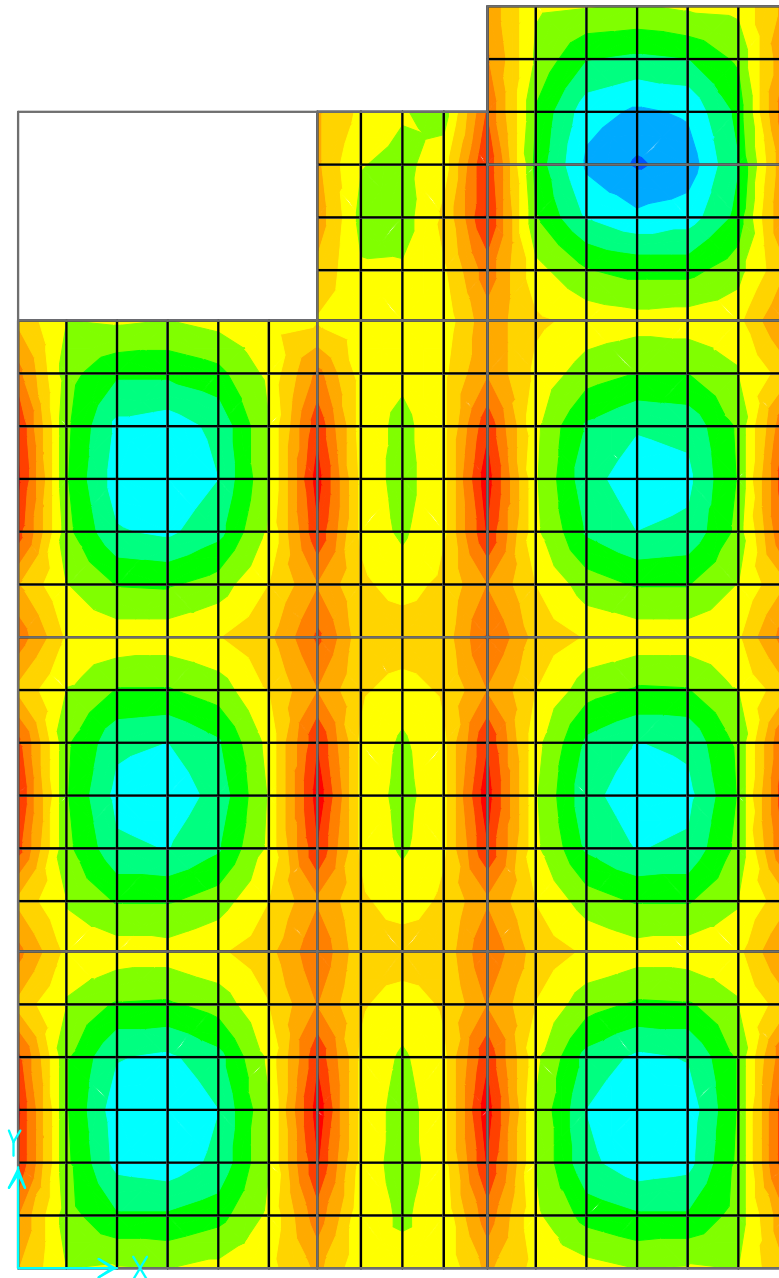
Output SFD dapat dilihat pada gambar berikut ini:



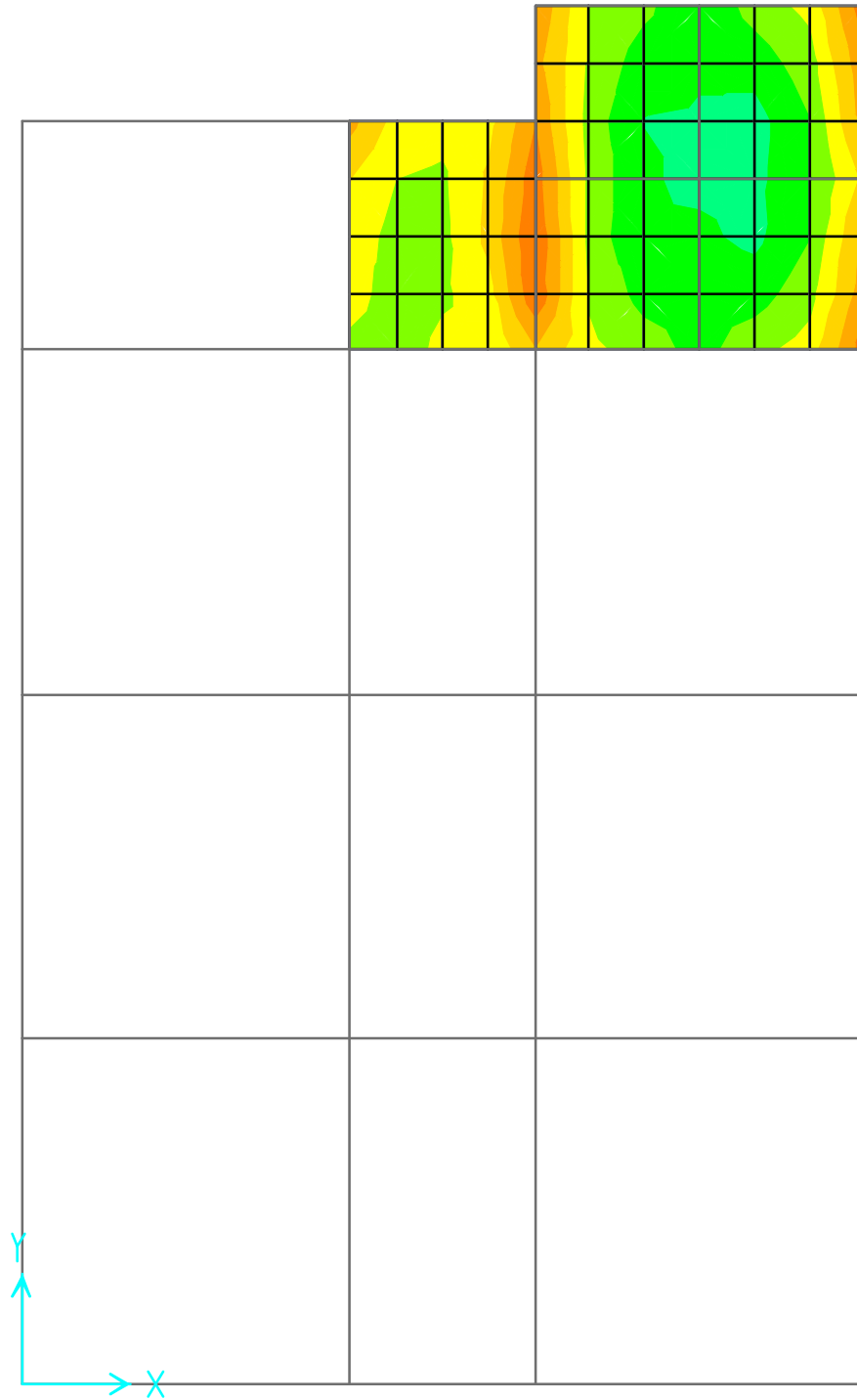
Gambar 5.3 Shear Force Diagram (SFD)

5.3 Penulangan Struktur

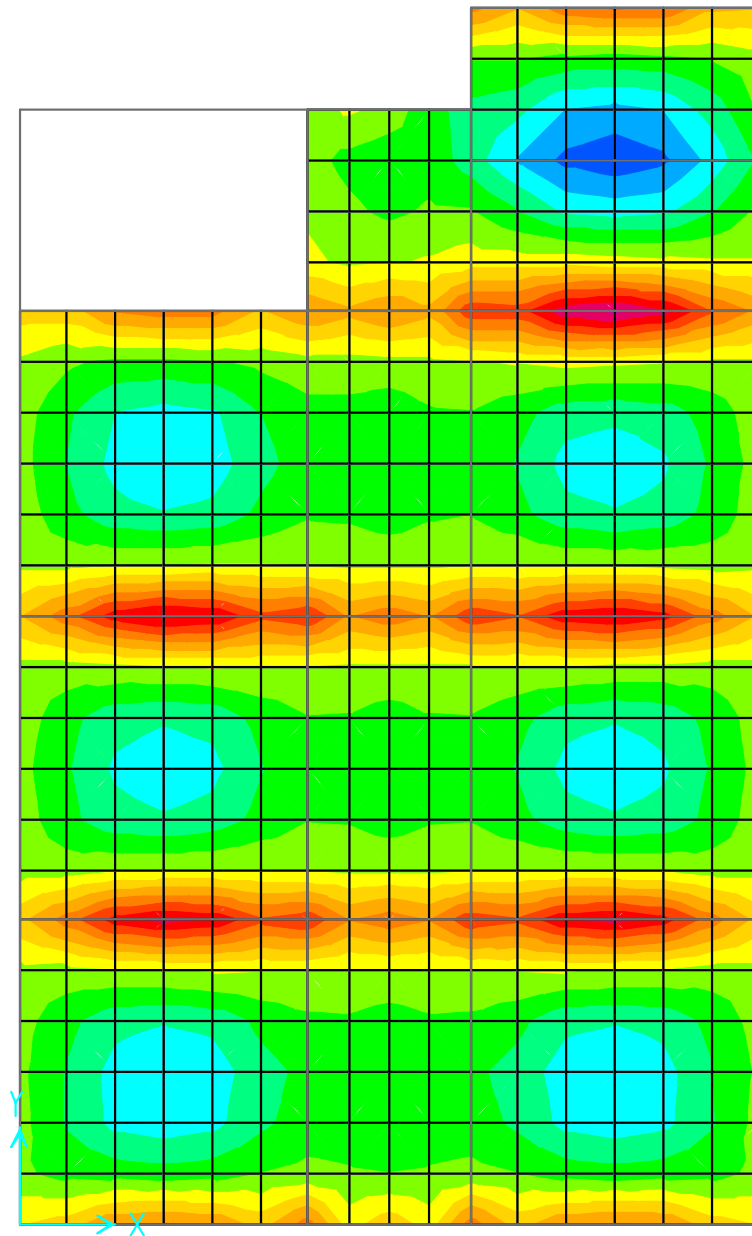
Pelat Lantai & Dag Menggunakan Baja Tulangan *Polos* Dengan Mutu $F_y = 240\text{mpa}$ ($\varnothing 8\text{mm}$). Selimut Beton Diambil 20 Mm. Dari Hasil Perancangan Didapatkan Beberapa Tipe Ketebalan Pelat Sesuai Dengan Beban-Beban Kerja Yang Harus Diakomodir Di Atasnya. Berikut Adalah Momen Yang Bekerja Pada Pelat Lantai & Dag.



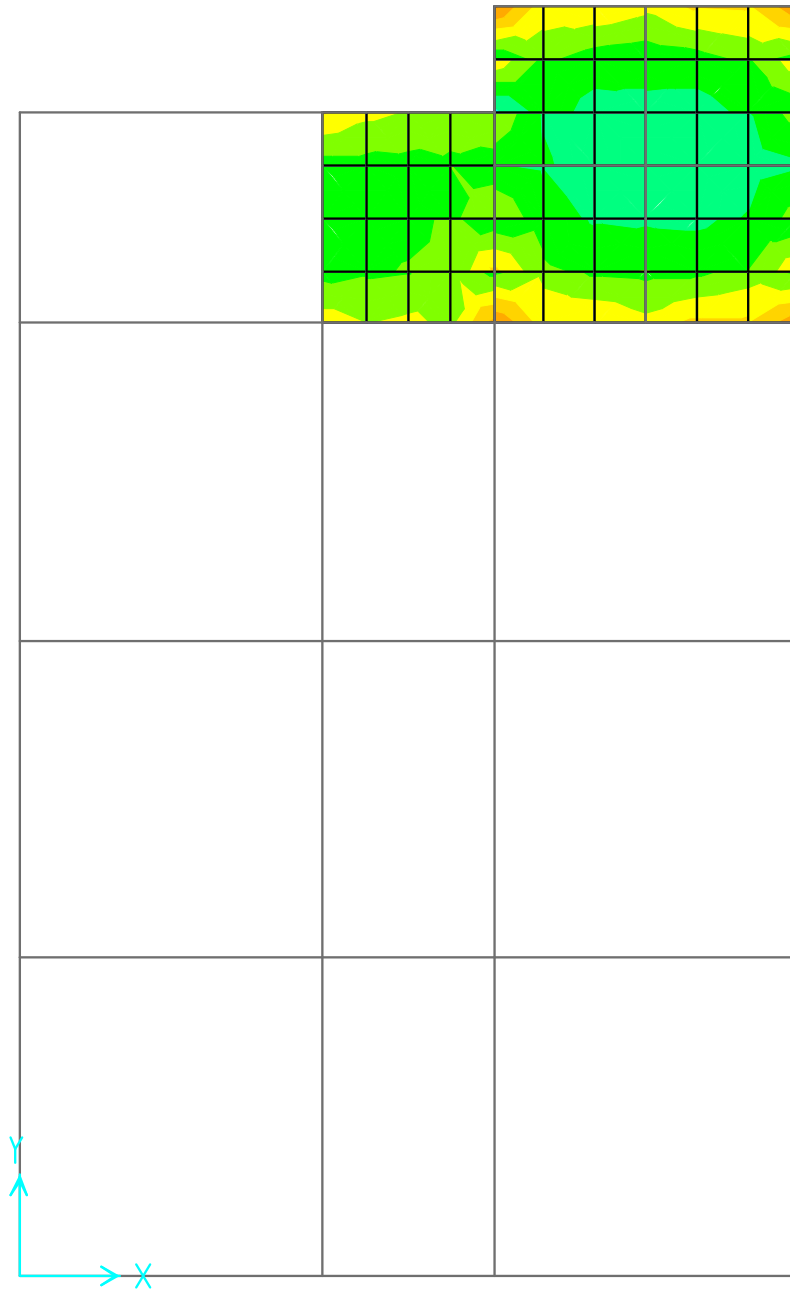
Gambar 5.4 M11 Pelat Lantai 2



Gambar 5.5 M11 Dag Atap



Gambar 5.6 M22 Pelat Lantai 2



Gambar 5.7 M22 Dag Atap

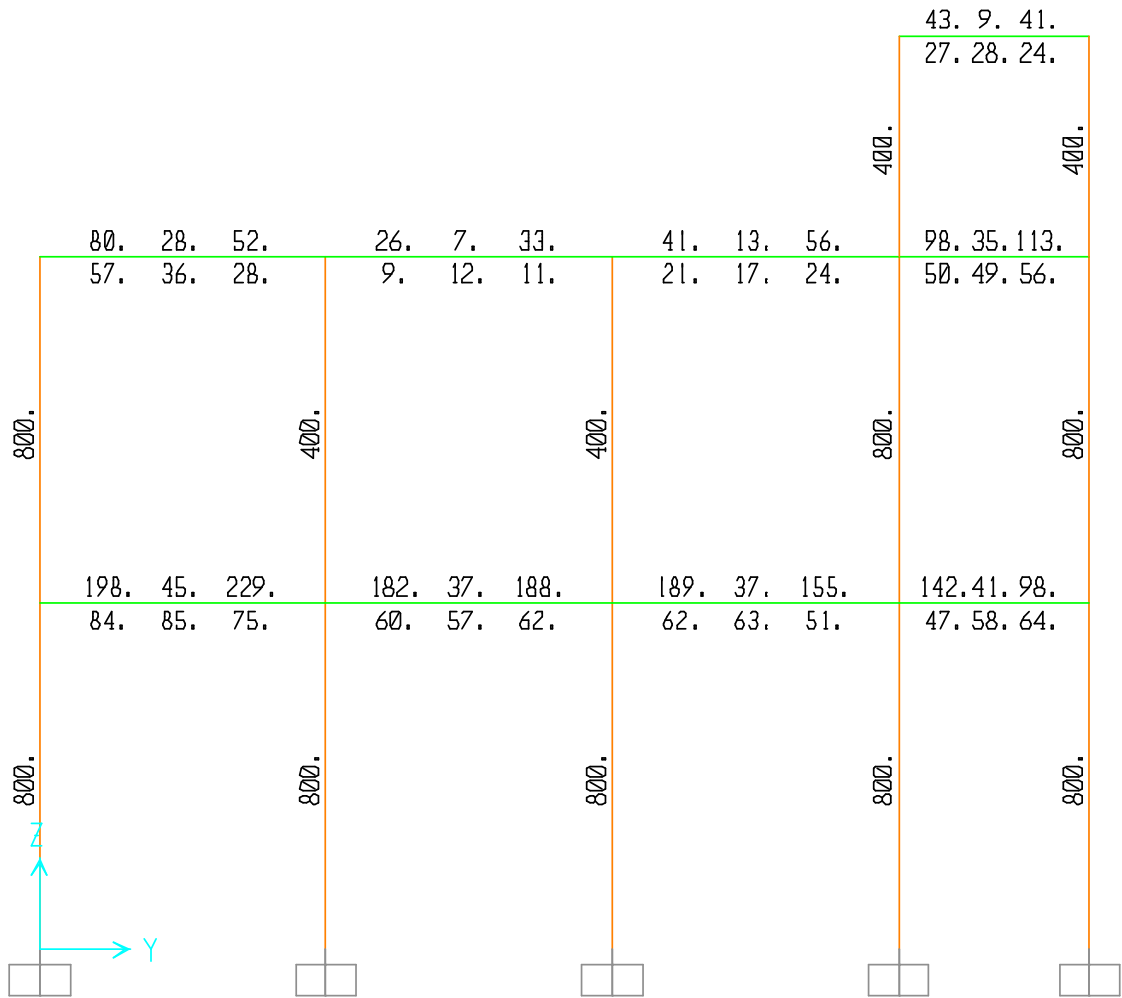
Berdasarkan momen yang bekerja pada pelat lantai dan dag diatas, maka dapat ditentukan diameter tulangan dan jarak antar tulangan yang dipakai sebagaimana dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.1 Desain Penulangan Pelat Lantai & Dag

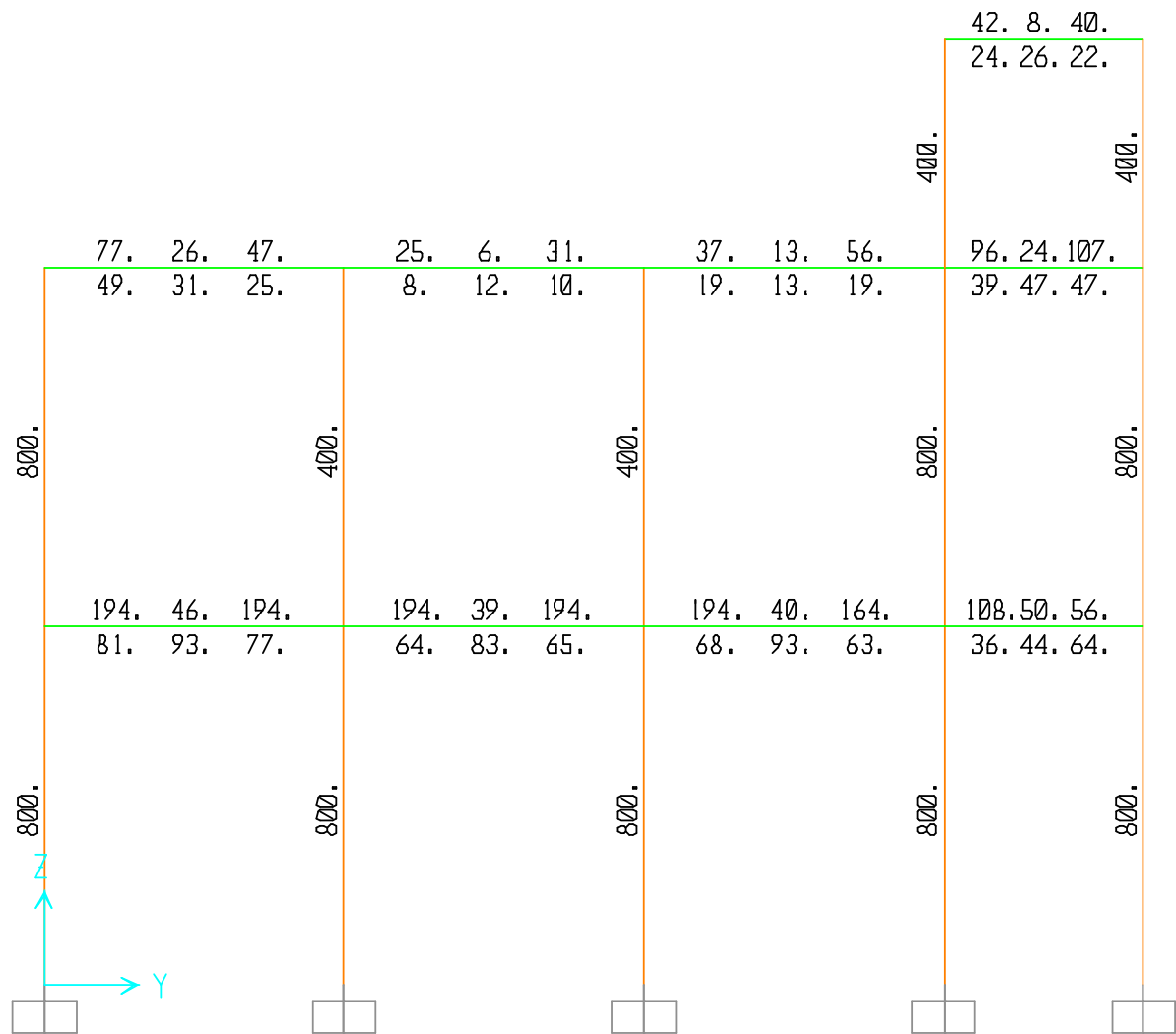
Tebal Pelat	Nama Tulangan	Daerah	Mu kNm	ϕ mm	Jarak mm	Luas mm ²	Mutu Beton f_c'	Mutu Baja f_y	Tebal Efektif Pelat (d)	ϕ Mn kNm	a mm	Cek Kapasitas	Di Pasang
PELAT LANTAI-2													
120	Tulangan Arah X	Tumpuan	1.75	8	150	335.10	22.83	240	100	7.09	4.15	OK	P 8 - 150
		Lapangan	2.39	8	150	335.10	22.83	240	100	7.09	4.15	OK	P 8 - 150
	Tulangan Arah Y	Tumpuan	4.14	8	150	335.10	22.83	240	100	7.09	4.15	OK	P 8 - 150
		Lapangan	2.98	8	150	335.10	22.83	240	100	7.09	4.15	OK	P 8 - 150
DAG ATAP													
120	Tulangan Arah X	Tumpuan	1.32	8	150	335.10	22.83	240	100	7.09	4.15	OK	P 8 - 150
		Lapangan	1.29	8	150	335.10	22.83	240	100	7.09	4.15	OK	P 8 - 150
	Tulangan Arah Y	Tumpuan	1.22	8	150	335.10	22.83	240	100	7.09	4.15	OK	P 8 - 150
		Lapangan	1.39	8	150	335.10	22.83	240	100	7.09	4.15	OK	P 8 - 150

5.4 Penulangan Frame Struktur (Balok & Kolom)

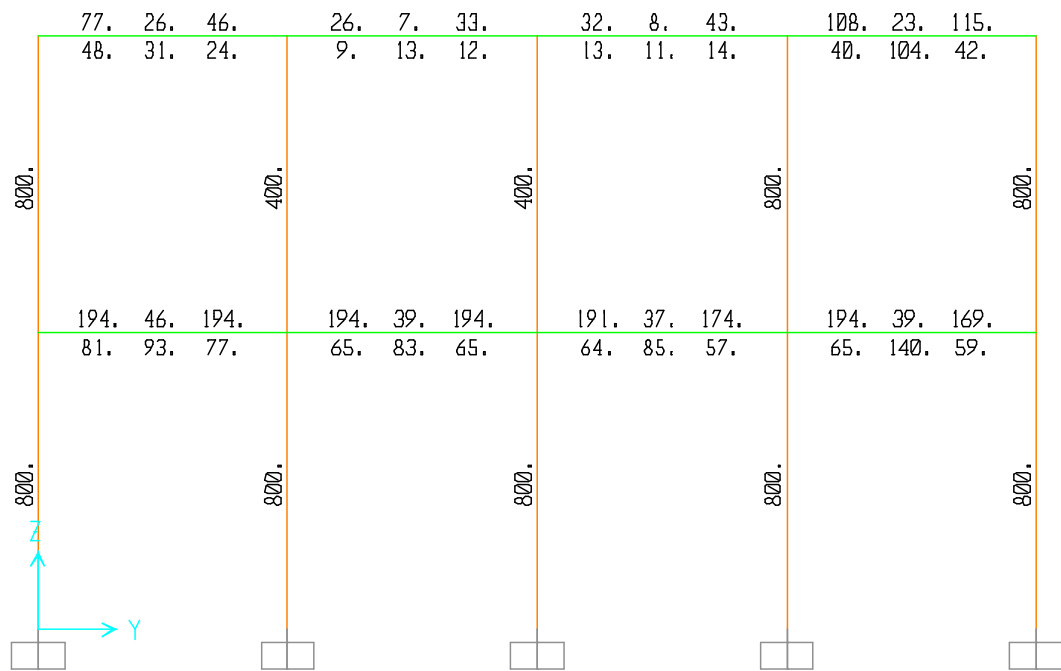
Perhitungan penulangan dilakukan dengan menggunakan metode desain kapasitas (*capacity strength design*) sesuai dengan SNI 2847-2019. Konsep desain kapasitas yang dimaksud yaitu dengan mengendalikan terbentuknya sendi-sendi plastis pada lokasi-lokasi yang telah ditentukan lebih dahulu. Program SAP2000 dapat langsung menghitung kelayakan dimensi struktur dan luas tulangan yang dibutuhkan dari hasil proses program input. Pada program SAP2000, peraturan beton yang digunakan merupakan peraturan beton di Amerika Serikat ACI-318-05/IBC 2003 yang dalam beberapa hal berbeda dengan peraturan beton di Indonesia SNI 2847-20219. Untuk itu perlu dilakukan penyesuaian dengan peraturan yang berlaku di Indonesia. Gaya dalam dari program SAP2000 dipilih dari kombinasi pembebanan yang menghasilkan momen lapangan dan momen tumpuan pada bidang muka kolom yang paling maksimal. Tulangan lentur dan tulangan geser balok dapat dibaca langsung dari keluaran program SAP2000 dalam bentuk informasi luas tulangan yang diperlukan, sebagaimana dapat dilihat pada gambar berikut.



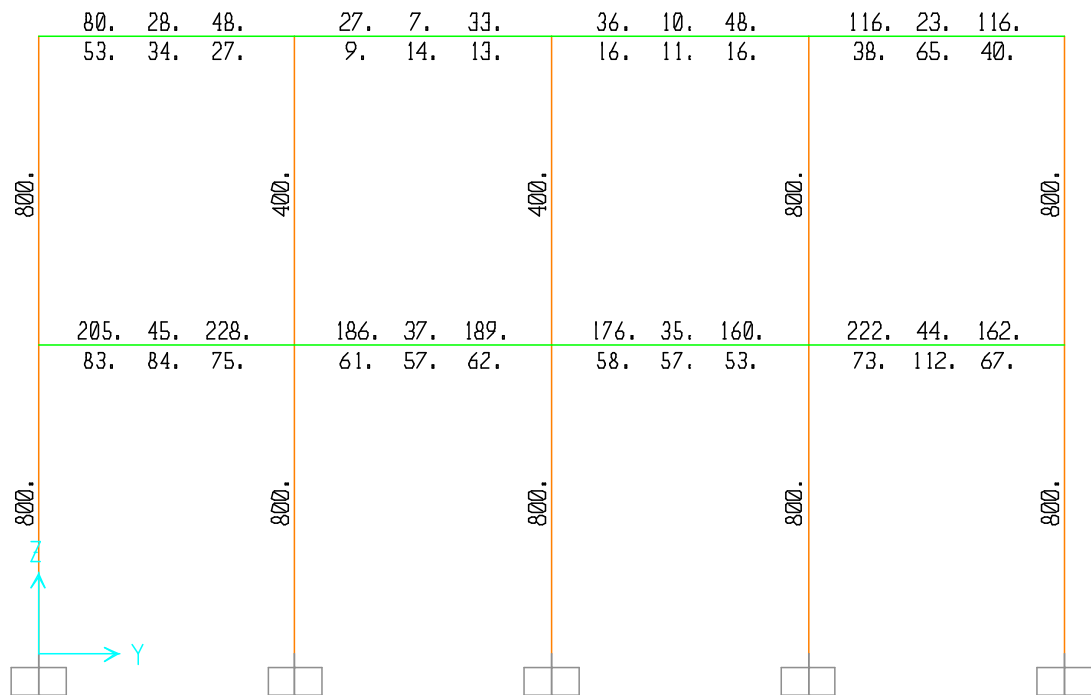
Gambar 5.8 Longitudinal Reinforcement Portal Grid-1



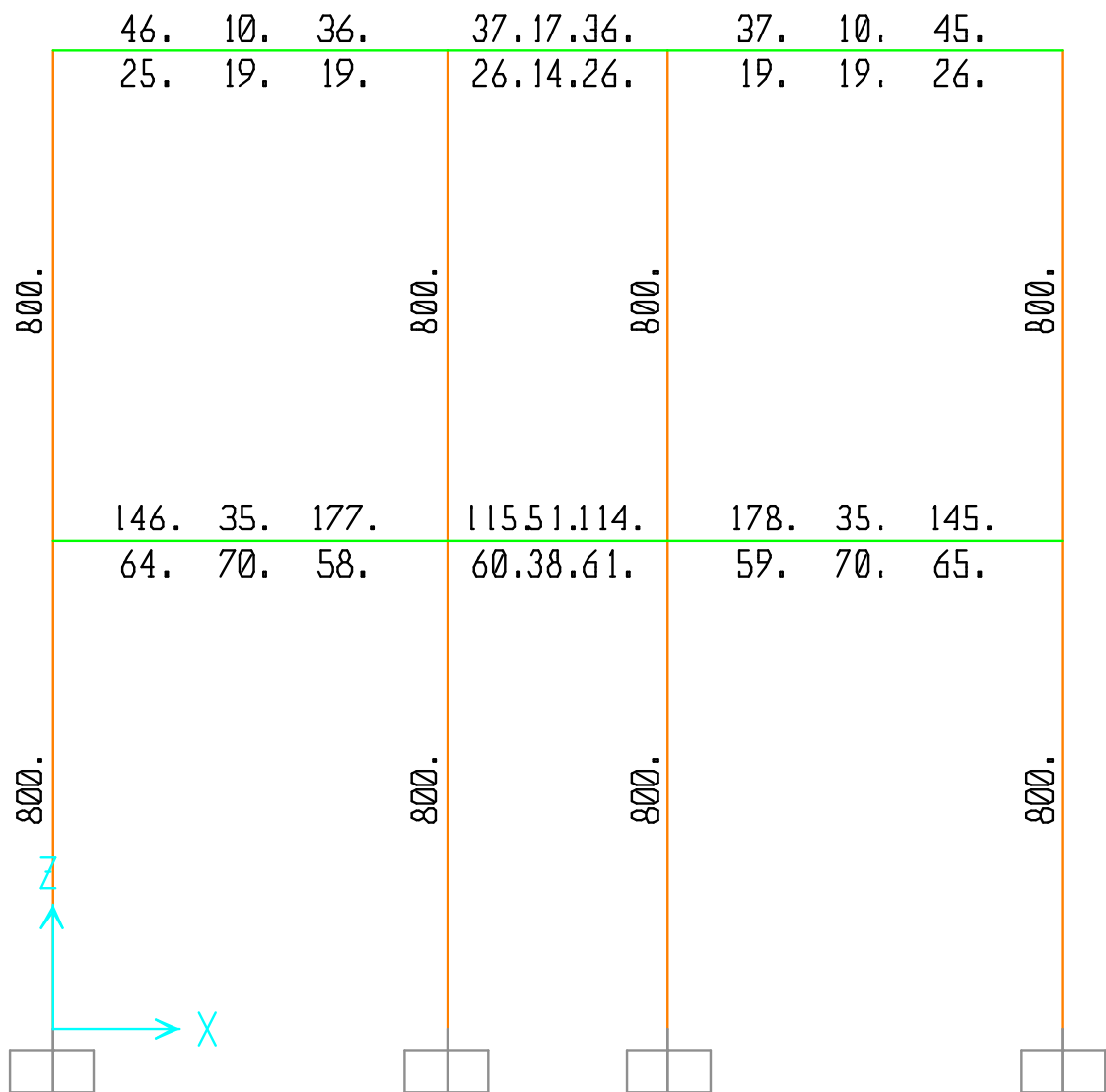
Gambar 5.9 Longitudinal Reinforcement Portal Grid-2



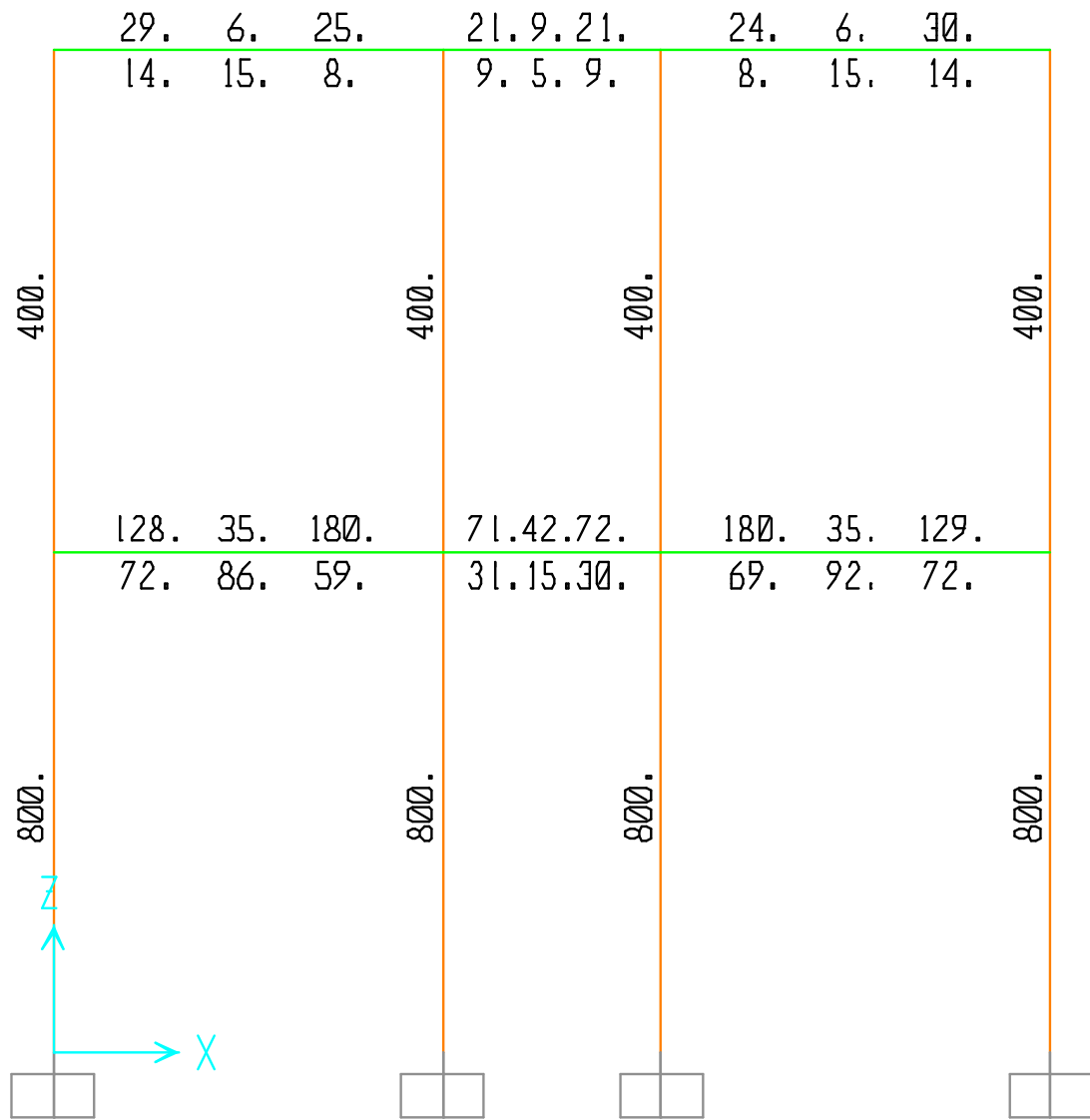
Gambar 5.10 Longitudinal Reinforcement Portal Grid-4



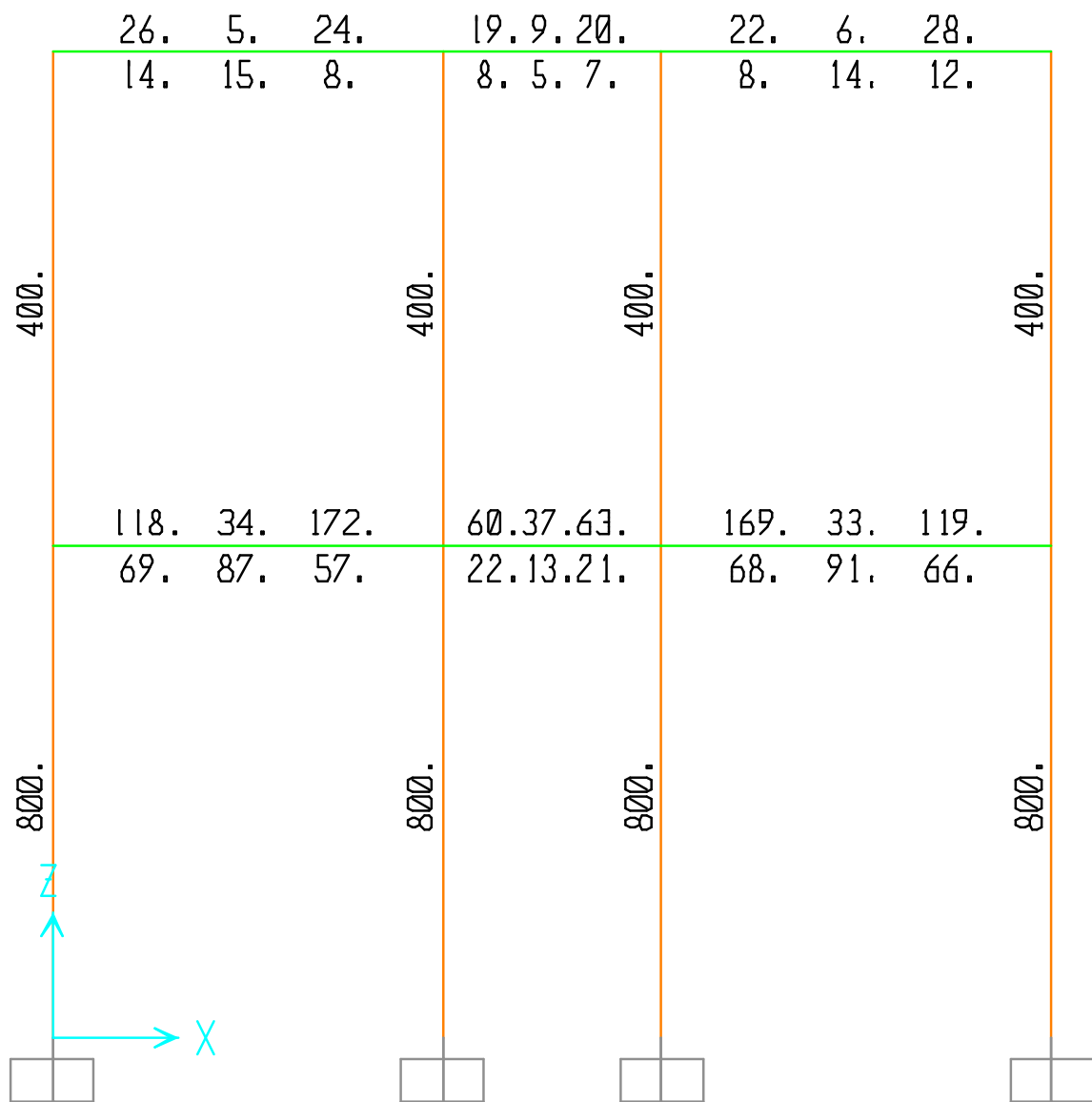
Gambar 5.11 Longitudinal Reinforcement Portal Grid-5



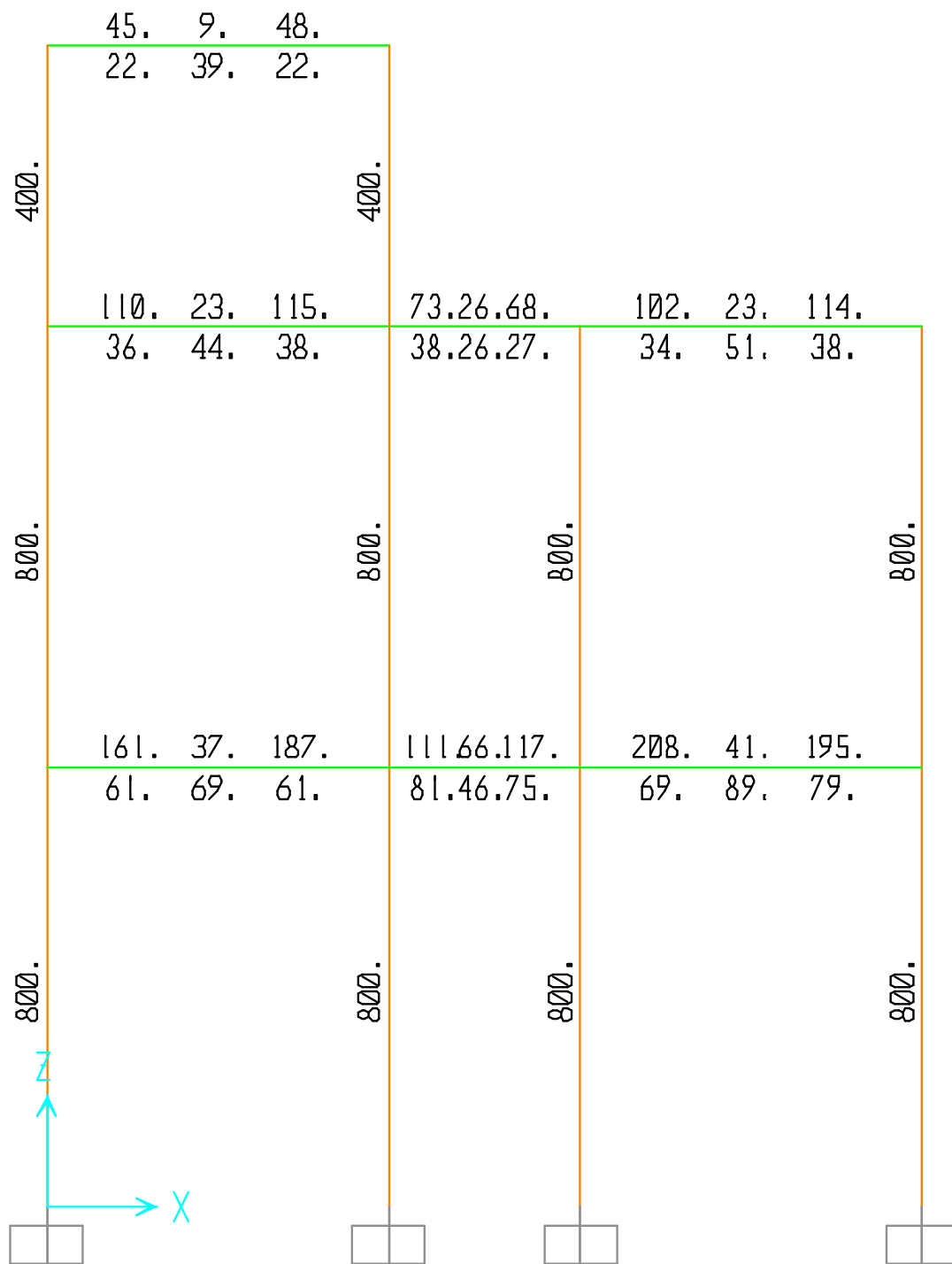
Gambar 5.12 Longitudinal Reinforcement Portal Grid-A



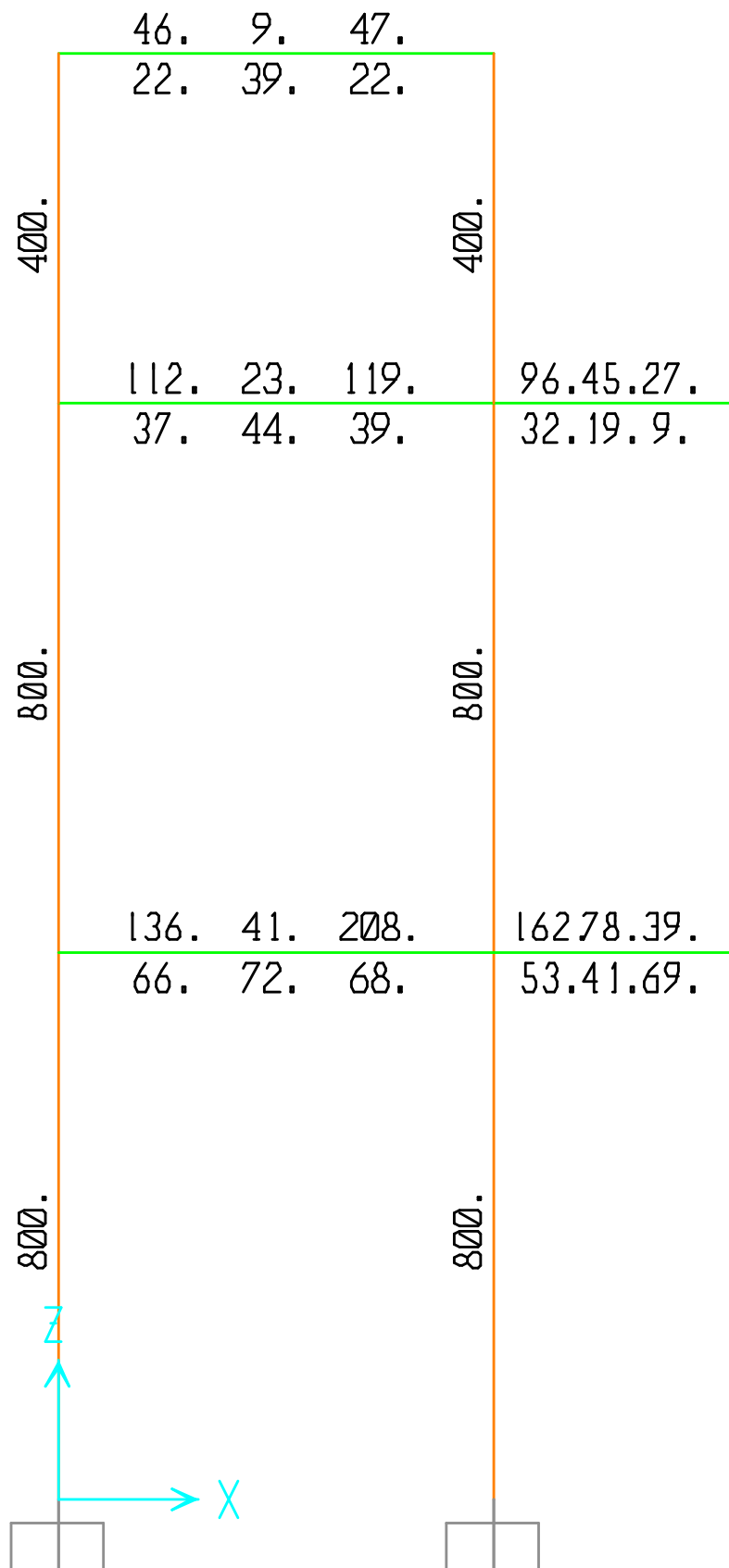
Gambar 5.13 Longitudinal Reinforcement Portal Grid-B



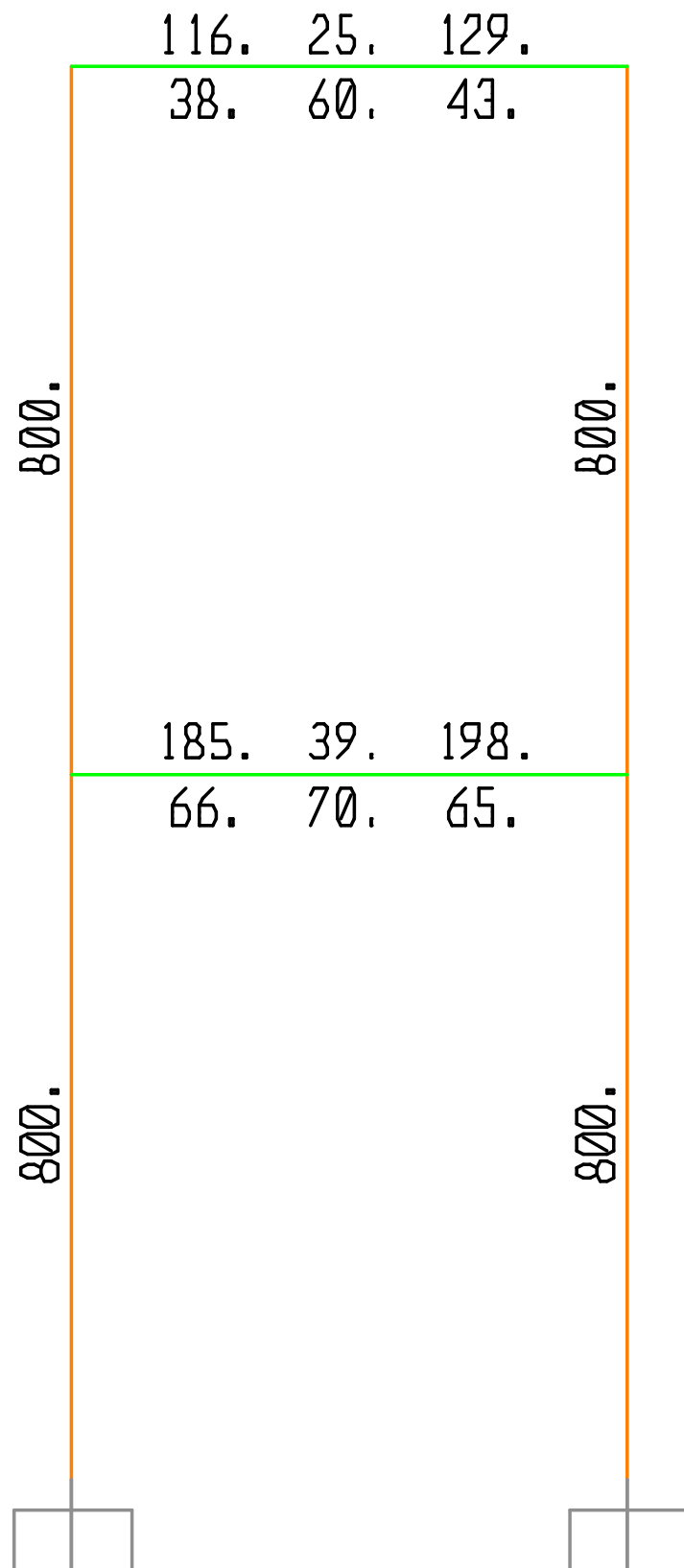
Gambar 5.14 Longitudinal Reinforcement Portal Grid-C



Gambar 5.15 Longitudinal Reinforcement Portal Grid-D



Gambar 5.16 Longitudinal Reinforcement Portal Grid-E



Gambar 5.17 Longitudinal Reinforcement Portal Grid-F

DAFTAR PUSTAKA

- Aharonian, F., Akhperjanian, A. G., Aye, K.-M., Bazer-Bachi, A. R., Beilicke, M., Benbow, W., Berge, D., Berghaus, P., Bernlöhner, K., & Bolz, O. (2004). Calibration of cameras of the HESS detector. *Astroparticle Physics*, 22(2), 109–125.
- Bechthold, Martin. 2008. *Innovative Surface Structure: Technology and Applications*. New York: Taylor & Francis.
- BPS Deli Serdang. (2021). *Kecamatan Sunggal Dalam Angka*.
- Charleson, Andrew W. 2005. *Structure as Architecture*. Oxford: Architectural Press
- Chen, Wai-Fah & M. Lui, Eric (2005). *Handbook of Structural Engineering*. CRC Press LLC.
- Ching, Francis DK & Cassandra, Adams (2001). *Building Construction Illustrated*, third edition. John Wiley & Sons, Inc.
- Council, F. F., & Council, N. R. (2002). *Learning from our buildings: A state-of-the-practice summary of post-occupancy evaluation* (Vol. 145). National Academies Press.
- Dewobroto, W. (2005). Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover. *Universitas Pelita Harapan*.
- Farisa, N. A., & Widati, L. W. (2017). *Analisa Profitabilitas, Likuiditas, Pertumbuhan Penjualan, Struktur Aktiva Dan Kebijakan Dividen Terhadap Struktur Modal*.
- Fitri, R., & Siregar, H. F. (2023). Pelatihan Pembuatan Kursi Taman Ecobrick Sebagai Material Hardscape Berbahan Dasar Plastik. *Amaliah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2), 301-306.
- Hibbeler, Russell C (2002). *Structural Analysis*, fifth edition. Prentice Hall.
- Hodgkinson, Allan (1977). *AJ Handbook of Building Structure*. London. The Architecture Press.
- Macdonald, Angus J. (2002). *Struktur dan Arsitektur*, edisi kedua. Jakarta. Erlangga
- Merritt FS & Roger L Brocken Brough (1999). *Structural Steel Designer's Handbook*. McGraw-Hill. Millais, Malcolm (1999). *Building Structures, A conceptual approach*. London. E&FN Spoon.
- Novalinda, N. (2023). Kajian Prinsip Arsitektur Hijau pada Pasar Baru di Pangkalan Kerinci. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(2), 13562-13574.
- Nuraini, C., Alamsyah, B., & Negoro, S. A. (2022, August). Spatial Concept Of Housing Environment Based-On Sabb Principle As Indigenous Knowledge On Covid-19 Disaster Mitigation In Mandailing Natal. In *Proceeding International Conference Keputeraan Prof. H. Kadirun Yahya* (Vol. 1, No. 1, pp. 72-84).

- Paena, M., Syamsuddin, R., & Tandipayuk, H. (2020). Analisa Struktur Komunitas Fitoplankton dan Potensi Penggunaannya sebagai Bioindikator Limbah Organik di Teluk Labuange, Sulawesi Selatan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 15(2), 129–139.
- Pantow, M. S. R., Murni, S., & Trang, I. (2015). Analisa pertumbuhan penjualan, ukuran perusahaan, return on asset, dan struktur modal terhadap nilai perusahaan yang tercatat di indeks lq 45. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 3(1).
- Rangkuty, D. M., & Hidayat, M. (2021). Does Foreign Debt have an Impact on Indonesia's Foreign Exchange Reserves?. *Ekuilibrium: Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Ekonomi*, 16(1), 85-93.
- Salvadori, Mario & Levy, Matthys (1986). *Disain Struktur dalam Arsitektur*. Jakarta. Erlangga.
- Setiawan, S. A., & Woyanti, N. (2010). *Pengaruh umur, pendidikan, pendapatan, pengalaman kerja dan jenis kelamin terhadap lama mencari kerja bagi tenaga kerja terdidik di kota Magelang*. Universitas Diponegoro.
- Sholeh, M. N. (2021). *Analisa Struktur SAP2000 v22*. Pustaka Pranala.
- Siregar, H. F., Fitri, R., & Andiani, R. (2023). Sosialisasi Status Mutu Air Babar Sari dalam Perencanaan Eco-Tech-Edu Wisata Al-Amin Living Lab dan Industrial Park. *JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT*, 90-93.
- Sumargo, P. S. (2003). Penerapan Konsep Mixed-Use dalam Pengembangan Kawasan Kota. *Depok: KILAS Jurnal Arsitektur FTUI*. Hal, 58.
- Sutarman, E., & Bendatu, M. (2013). *Analisa Struktur*.
- Wisdianti, D., Rangkuty, D. M., & Prasetya, M. R. (2023). Pemanfaatan Ruang Terbuka Bawah Fly Over Kota Medan Sebagai Taman Kota. *JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT*, 86-89.

BIOGRAFI PENULIS

Hendra Fahrudin Siregar adalah seorang Dosen Tetap Program Studi Arsitektur Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi Medan aktif sejak tahun 2017. Pendidikan S-1 diselesaikan pada tahun 2006 pada Program Studi Teknik Sipil kampus Universitas Diponegoro. Pendidikan S-2 diselesaikan pada tahun 2010 pada Program Studi Manajemen Proyek kampus Universitas Indonesia. Dan aktif sebagai Konsultan Pemerintah/Swasta pada bidang ilmu dan keahliannya.

Dadang Subarna menyelesaikan Pendidikan S1 di UNPAD, S2 di ITB dan S3 di IPB dan pernah mengikuti Pendidikan post graduate di India, Australia dan Italia. Beberapa pelatihan dalam dan luar negeri pernah diikuti. Pengalaman kerja pertama sebagai Field Engineer di Perusahaan Multinasional tahun 1994 lalu tahun 1996 PNS di Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional sampai tahun 2018 pensiun dini karena tidak diizinkan pengajuan mutasi. Setelah menjadi dosen honorer di beberapa universitas, saat ini selain sebagai Dosen di UNPAB juga sebagai Executive Council Member/Senior Researcher di Asian Climate and Environmental Policy Studies (CACEPS) Ontario Kanada.

Melly Andriana lahir di Lhoksukon, 28 Juli 1969. Menyelesaikan pendidikan jenjang S-1 di Institut Teknologi Medan pada tahun 1997. Dan menyelesaikan pendidikan jenjang S-2 di Universitas Islam Indonesia pada tahun 2003. Mengajar mata kuliah menggambar Teknik (2016-2017), Manajemen dan Kebijakan Proyek (2017-sekarang) mengajar di Universitas Pembangunan Panca Budi sejak tahun 2014 sampai dengan sekarang.

Teori Struktur Bangunan Studi Kasus: Mixed Use Building adalah buku yang dikembangkan dari hasil penelitian oleh Hendra Fahrudin Siregar, Dadang Subarna, Melly Andriana, dan M. Ali Tami Purba.

Struktur bangunan adalah bagian dari sebuah sistem bangunan yang bekerja untuk menyalurkan beban yang diakibatkan oleh adanya bangunan di atas tanah. Fungsi struktur dapat disimpulkan untuk memberi kekuatan dan kekakuan yang diperlukan untuk mencegah sebuah bangunan mengalami keruntuhan. Struktur merupakan bagian bangunan yang menyalurkan beban-beban. Beban-beban tersebut menumpu pada elemen-elemen untuk selanjutnya disalurkan ke bagian bawah tanah bangunan, sehingga beban-beban tersebut akhirnya dapat di tahan.

Buku ini berisi tentang definisi Struktur Bangunan, Macam-macam Gaya dalam Struktur Bangunan, Mixed Use Building dan Hubungan Struktur dan Arsitektur. Dalam buku ini juga dilengkapi dengan Studi Kasus: Analisa Struktur Bangunan Mixed Use Al-Amin Living Lab Dan Industrial Park Di Desa Sampe Cita, Kecamatan Kutalimbaru. Buku ini disusun secara sistematis dan dengan konsep yang mudah dipahami bagi pembaca.