

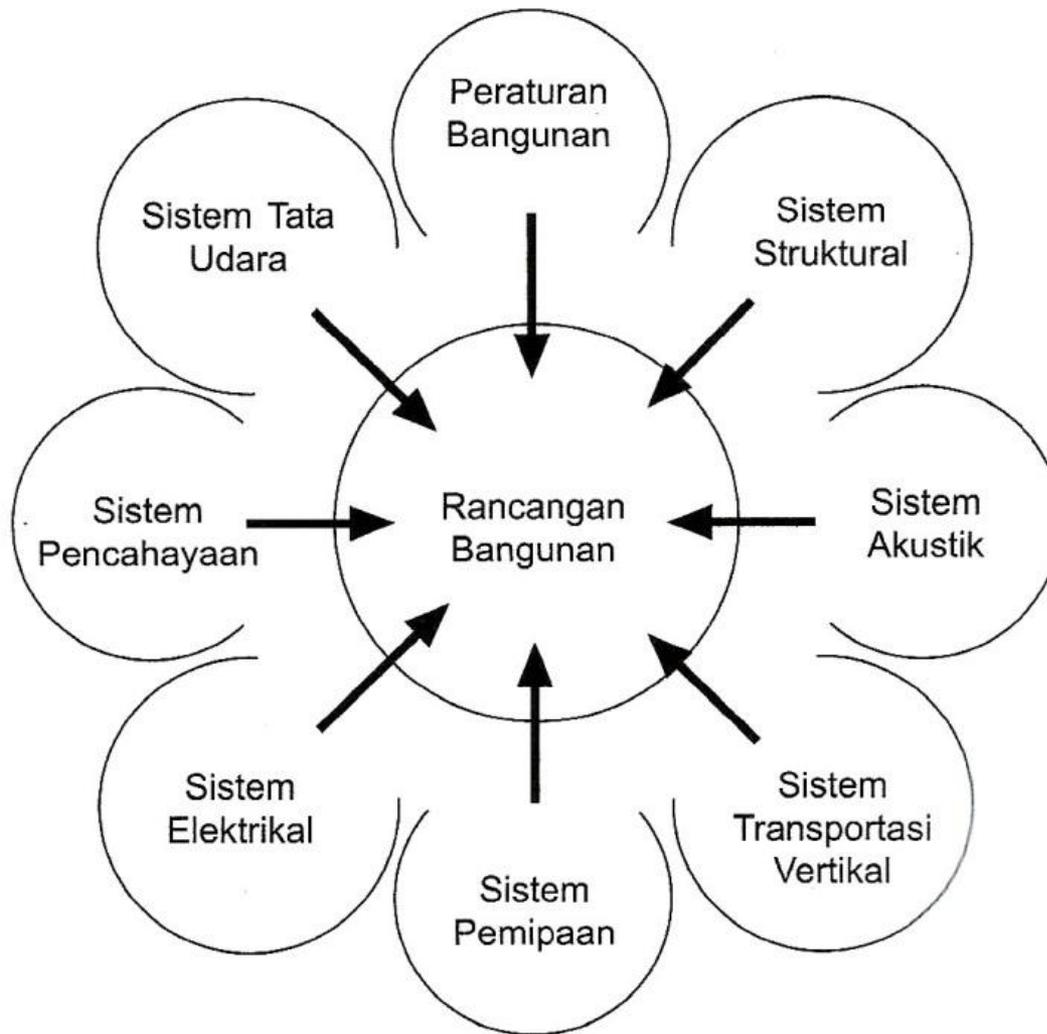
minggu 7 Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi

pendekatan rancangan

STRUKTUR BANGUNAN TINGGI

Ndaru Hario Sutaji

Perancangan Bangunan Tinggi



Aplikasi teknologi dan Sistem Bangunan secara terpadu untuk menghasilkan bangunan tinggi yang lebih peduli lingkungan. Butuh strategi yang menjadikan tercapainya integrasi sistem bangunan.

LOAD DISTRIBUTION SYSTEM :

All type of loads can be considered as_

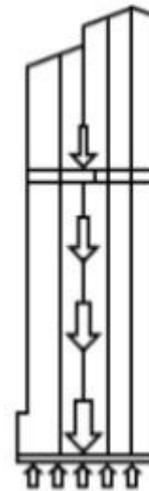
- Vertical load &
- Lateral load

Vertical loads transfer through_

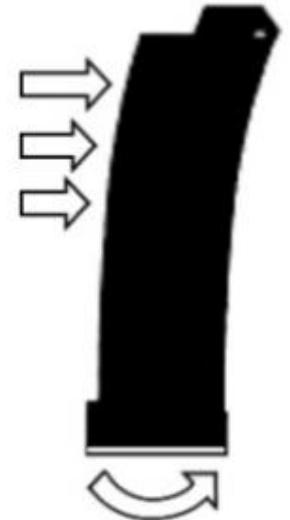
- Bearing wall
- Column
- Core
- Diagonal frame

Lateral loads transfer through_

- Shear wall
- Slab → Core
- Beam → Core/Column
- Diagonal Frame



GRAVITY LOADS



LATERAL LOADS

Structural member:

Beam :

Beam is a rigid structural member designed to **carry** and **transfer** loads across spaces to supporting elements.

Column :

A rigid relatively slender structural member designed primarily to **support axial compressive loads** applied at the member ends.

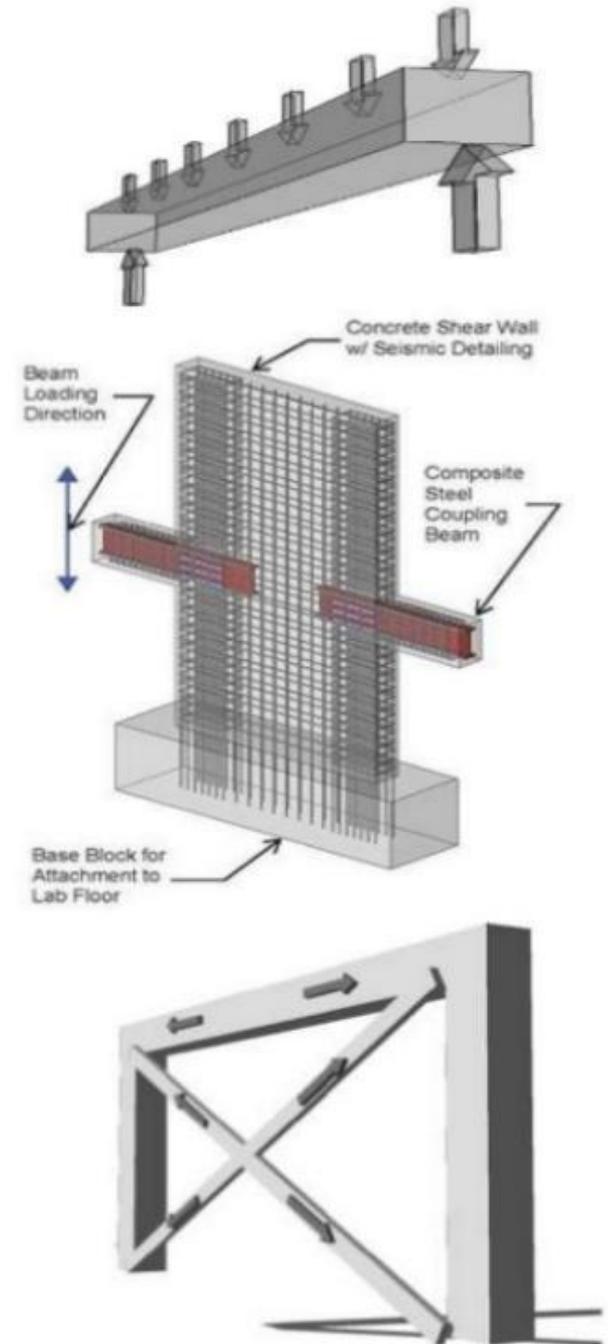
In high rise buildings it can be used as **mega column**, **concrete filled tubular (CFT)** etc.

Shear wall:

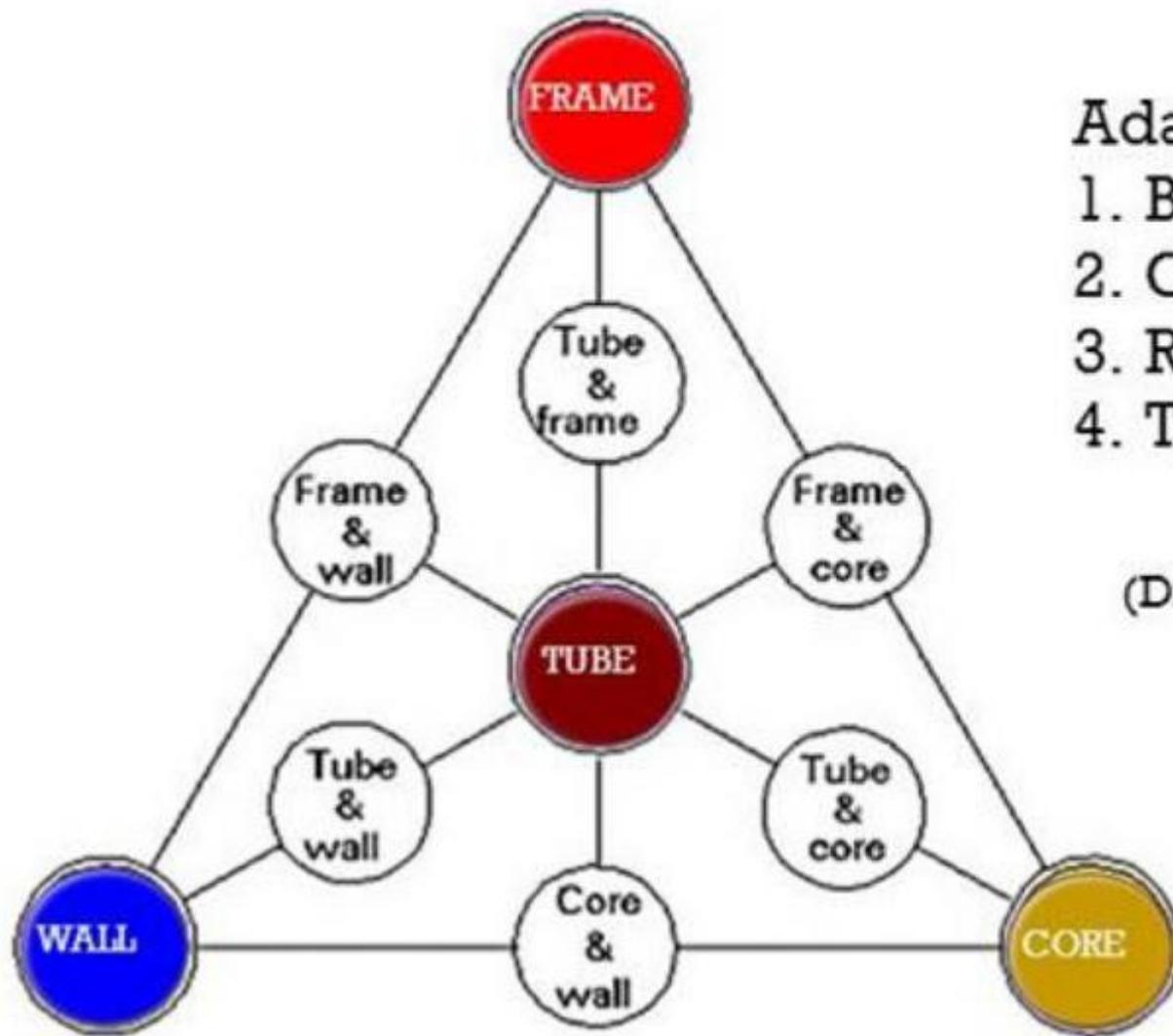
A **vertical diaphragm** or **wall** acting as a thin, deep cantilever beam in loads to the ground foundation.

Bracing :

It is a structural element for **positioning**, **supporting**, **strengthening** or **restraining** the member of a structural frame.



+ Klasifikasi sistem struktur bangunan tinggi



- Ada 4 kelompok dasar:
1. Bearing Wall
 2. Core
 3. Rangka
 4. Tabung

(Drosdov, Lishak, 1978)

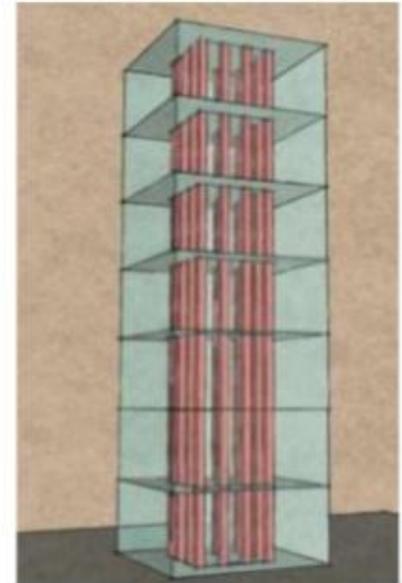
Interior and exterior classification is based on the **distribution of the components of the primary lateral load-resisting system** over the building.

INTERIOR STRUCTURES

By clustering steel columns and beams in the core, engineers create a stiff backbone that can resist tremendous wind forces. The inner core is used as an elevator shaft, and the design allows lots of open space on each floor.

Interior structure

1. Rigid Frames
2. Shear Wall Hinged Frames
3. Shear Wall (or Shear Truss) - Frame Interaction System
4. Outrigger Structures

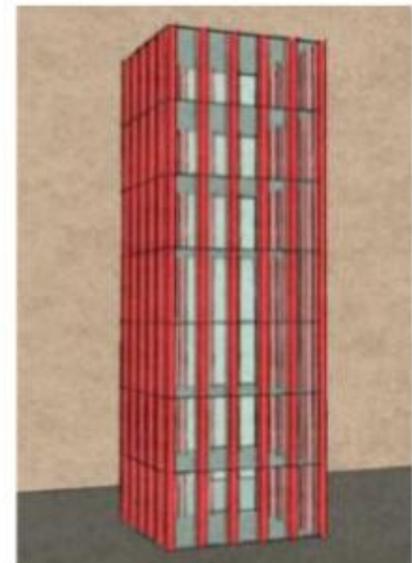


EXTERIOR STRUCTURES

In newer skyscrapers, like the Sears Tower in Chicago, engineers moved the columns and beams from the core to the perimeter, creating a hollow, rigid tube as strong as the core design, but weighing much, much less.

Exterior structure

1. Tube
2. Diagrid
3. Space Truss Structures
4. Super frames
5. Exo-skeleton



Perancangan Bangunan Tinggi

STRATEGI PERANCANGAN

Pendekatan Pertama

Berdasarkan kepedulian atas bahaya menipisnya lapisan OZON yang mengakibatkan efek rumah kaca (*pendekatan arsitektur ekologis/hijau /biologis, pemilihan penggunaan material-material yang tidak mengakibatkan bertambah tipisnya lapisan Ozon, dsb.*)

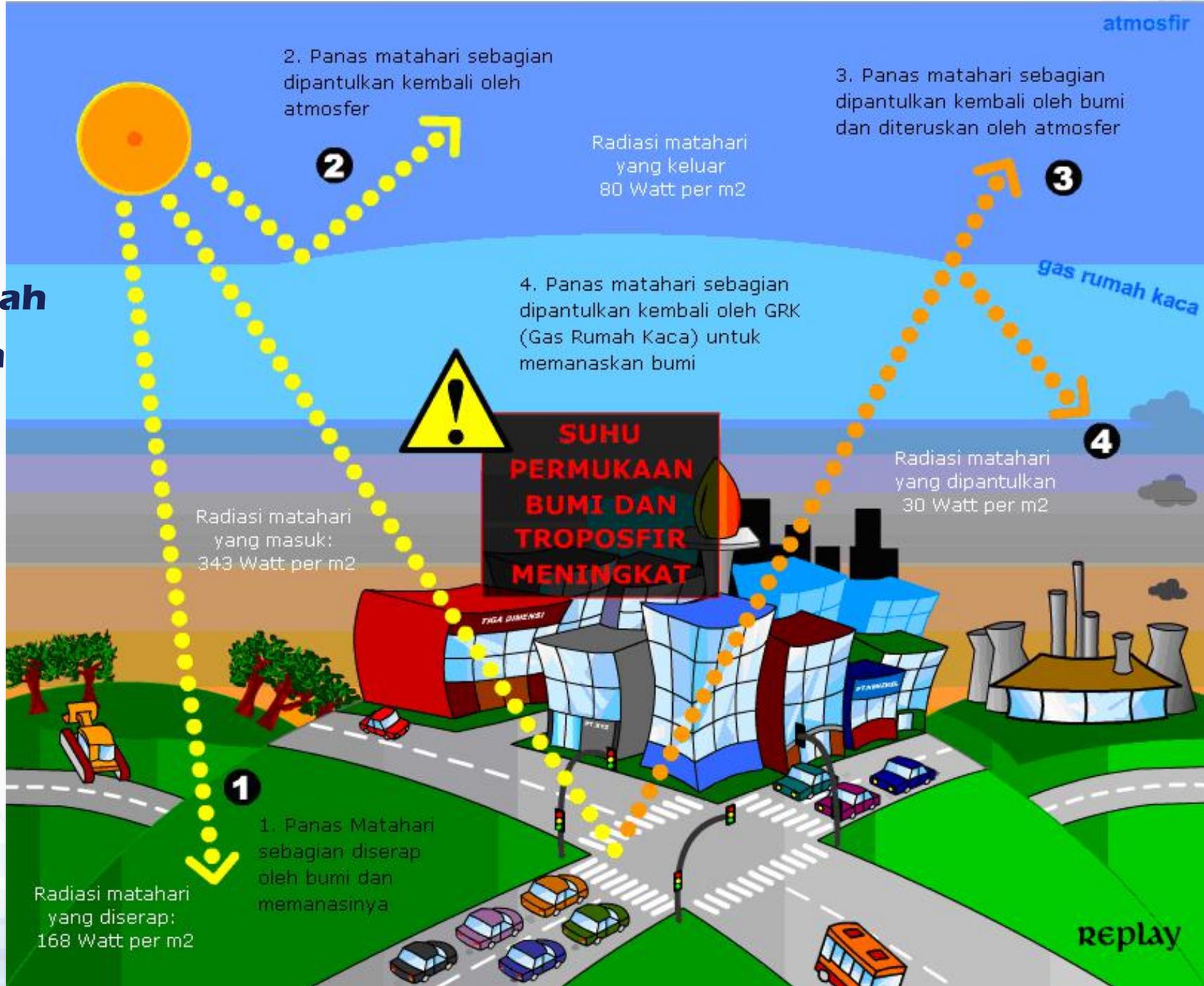
Pendekatan Kedua

Berdasarkan penghematan atas penggunaan sumber daya alam yang ada di bumi (*misal penggunaan listrik saat bangunan beroperasi, listrik dihasilkan dari pembangkit minyak dan batu bara*)

Pendekatan Ketiga

Berdasarkan kecermatan penyediaan ruang dan tata ruang, termasuk ruang untuk utilitas bangunan (*seperti ketepatan serta efisiensi program keseluruhan ruang*)

Efek Rumah Kaca



Katagori dan Kriteria GREENSHIP

1. Tepat Guna Lahan (Appropriate Site Development-ASD)

Basic Green Area; Site Selection; Community Accesibility; Public Transportation; Bicycle Facility; Site Landscaping; Micro Climate; Stormwater Management

2. Efisiensi dan Konservasi Energi (Energy Efficiency and Conservation-EEC)

Electrical Sub Metering; OTTV Calculation; Energy Efficiency Measures; Natural Lighting; Ventilation; Climate Change Impact; On Site Renewable Energy

3. Konservasi Air (Water Conservation-WAC)

Water Metering; Water Calculation; Water Use Reduction; Water Fixtures; Water Recycling; Alternative Water Resources; Rainwater Harvesting
Water Efficiency Landscaping

4. Sumber dan Siklus Material (Material Resources and Cycle-MRC)

Fundamental Refrigerant; Building and Material Reuse; Environmentally Friendly Material; Non ODS Usage; Certified Wood; Prefab Material; Regional Material

5. Kesehatan dan Kenyamanan dalam Ruang (Indoor Health and Comfort-IHC)

Outdoor Air Introduction; CO₂ Monitoring; Environmental Tobacco Smoke Control; Chemical Pollutant; Outside View; Visual Comfort; Thermal Comfort; Acoustic Level

6. Manajemen Lingkungan Bangunan (Building Environment Management-BEM)

Basic Waste Management; GP as a Member of Project Team; Pollution of Construction Activity; Advanced Waste Management; Proper Commisioning
Green Building Submission Data; Fit Out Agreement; Occupant Survey

Perancangan Bangunan Tinggi

LUAS LANTAI

BANGUNAN EFEKTIF

Perhitungan program ruang yang memperhatikan luas lantai yang dibutuhkan untuk kegiatan penghuni/pengguna (luas netto), luas lantai yang dibutuhkan untuk sirkulasi (vertikal dan horisontal), luasan untuk peralatan MEP, luasan yang ditempati oleh struktur bangunan (kolom, dinding geser juga Core).

TABEL 2.1 Nisbah Luas Netto terhadap Luas Lantai Bruto

Fungsi Bangunan	Koefisien
Apartemen	0,64
Asrama	0,65
Auditorium	0,70
Balai Pertemuan Umum	0,58
Bank	0,72
Bangunan Institusional/Administrasi	0,67
Gedung Parkir	0,85
Gudang	0,93
Hotel	0,63
Museum	0,80
Pengadilan	0,61
Perbelanjaan/Pertokoan	0,81
Perkantoran	0,80
Perpustakaan	0,76
Restoran	0,70
Rumah Sakit	0,55
Sekolah (Laboratorium)	0,59
Sekolah (Ruang Peragaan Biologi)	0,62
Sekolah (Ruang Kelas)	0,66

Perancangan Bangunan Tinggi

LUAS LANTAI BANGUNAN EFEKTIF

Kadang-kadang luasan lantai bruto ditentukan berdasarkan okupansi dari fungsi bangunan (per unit)

TABEL 2.2 Rancangan Luas Bruto sesuai Fungsi per Unit Okupansi

Fungsi Bangunan	Unit	Luas Bruto (m ²)
Apartemen	Unit	80,0
Asrama	Tempat Tidur	18,5
Auditorium	Kursi	2,5
Bioskop/Teater	Kursi	1,5
Gedung Parkir	Mobil	33,5
Hotel	Kamar	85,0
Rumah Sakit	Tempat Tidur	30,0
Restoran	Kursi	3,0
Sekolah Dasar	Murid	7,0
Sekolah Lanjutan Pertama	Murid	10,0
Sekolah Menengah Umum	Murid	12,0

Perancangan Bangunan Tinggi

LUAS LANTAI BANGUNAN EFEKTIF

Contoh :
Bangunan
Hotel

Klasifikasi Hotel	Luas Kamar (m ²)	Luas Lantai Bruto per Kamar (m ²)	Jumlah Kamar Minimal
Bintang 5	36 (4,5 × 8)	150	500
Bintang 4	32 (4 × 8)	120	400
Bintang 3	30 (4 × 7,5)	100	300
Bintang 2	28 (4 × 7)	80	200
Bintang 1	24 (4 × 6)	60	100

Selanjutnya, kamar dalam hotel dibagi dalam beberapa jenjang, sebagaimana tertera dalam Tabel 2.4.

TABEL 2.4 Jenjang Jenis Kamar Hotel

Jenis Kamar	Koefisien terhadap Kamar Standar
Junior Suite	1,50 ×
Standard Suite	2,00 ×
Deluxe Suite	4,00 ×
Super Deluxe Suite	4,00 ×
Presidential Suite	6,00 ×

Perancangan Bangunan Tinggi

LUAS LANTAI BANGUNAN EFEKTIF

Contoh : Bangunan

Hotel

$$L_{km-bruto} = \left(\frac{1}{1,10} + \frac{1}{1,25} \right) \cdot (\Sigma_{kamar}) \cdot (L_{kamar})$$

Persamaan 2.1.

di mana: Σ kamar adalah jumlah kamar yang akan disediakan.

L_{kamar} adalah luas netto kamar tidur (Tabel 2.3)

Di samping kebutuhan luas lantai untuk kamar tidur, diperlukan pula ruangan-ruangan bagi kebutuhan penunjang kegiatan produktif (restoran, *banquete*, toko, dan lain-lain):

$$L_{penj-prod} = 40\% L_{km-bruto}$$

Persamaan 2.2.

Dengan demikian jumlah luas lantai produktif menjadi:

$$L_{prod} = L_{km-bruto} + L_{penj-prod}$$

Persamaan 2.3.

Perancangan Bangunan Tinggi

LUAS LANTAI BANGUNAN EFEKTIF

Contoh :

Bangunan Hotel

Selanjutnya, kebutuhan lantai non-produktif (ruangan pengelolaan hotel, mekanikal & elektrik, dan lain-lain) mengikuti:

$$L_{prod} : L_{non-prod} = 60\% : 40\% \quad \text{Persamaan 2.4.}$$

Atau:

$$L_{non-prod} = \frac{2}{3} L_{prod} \quad \text{Persamaan 2.5.}$$

Jadi, luas lantai bruto untuk hotel adalah:

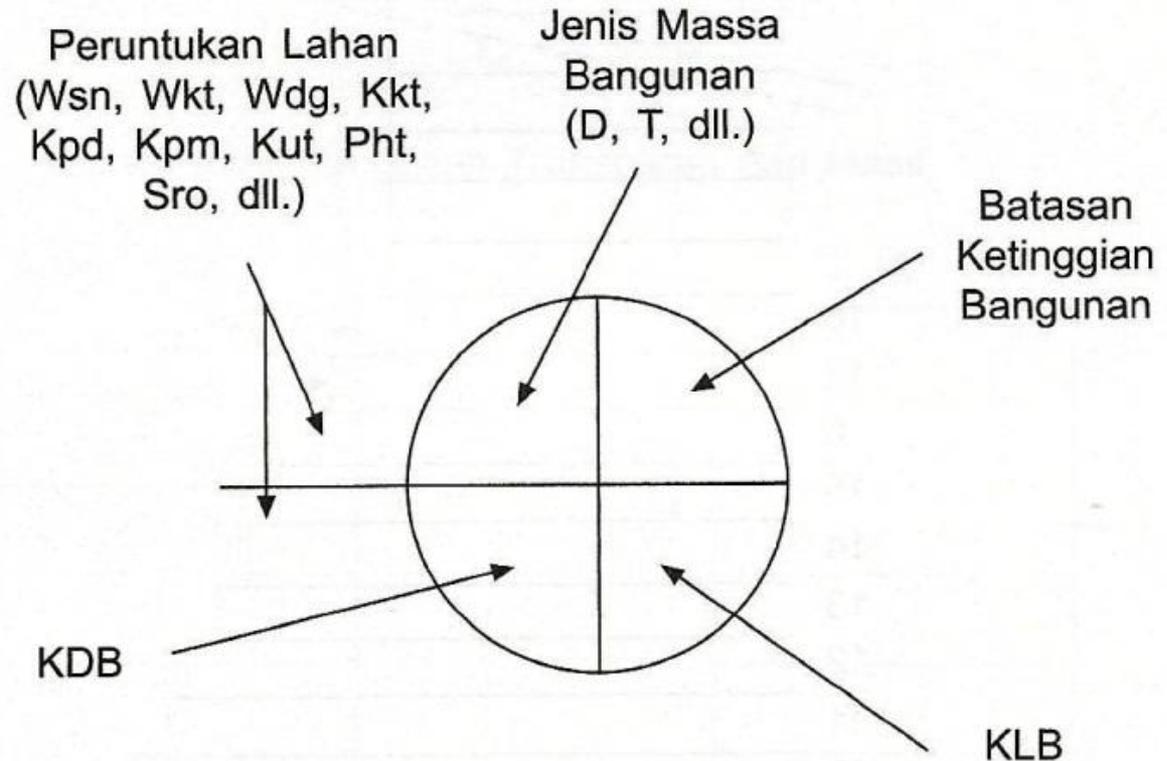
$$L_{bruto} = L_{prod} + L_{non-prod} \quad \text{Persamaan 2.6.}$$

Perancangan Bangunan Tinggi

BATASAN DAN KETENTUAN PERUNTUKAN

KDB, KLB, KDH, GSB, GSJ, Koefisien Tapak Basement (KTB), maksimum ketinggian lantai, Jarak bebas antar bangunan.

IMB yang mengacu pada RTBL

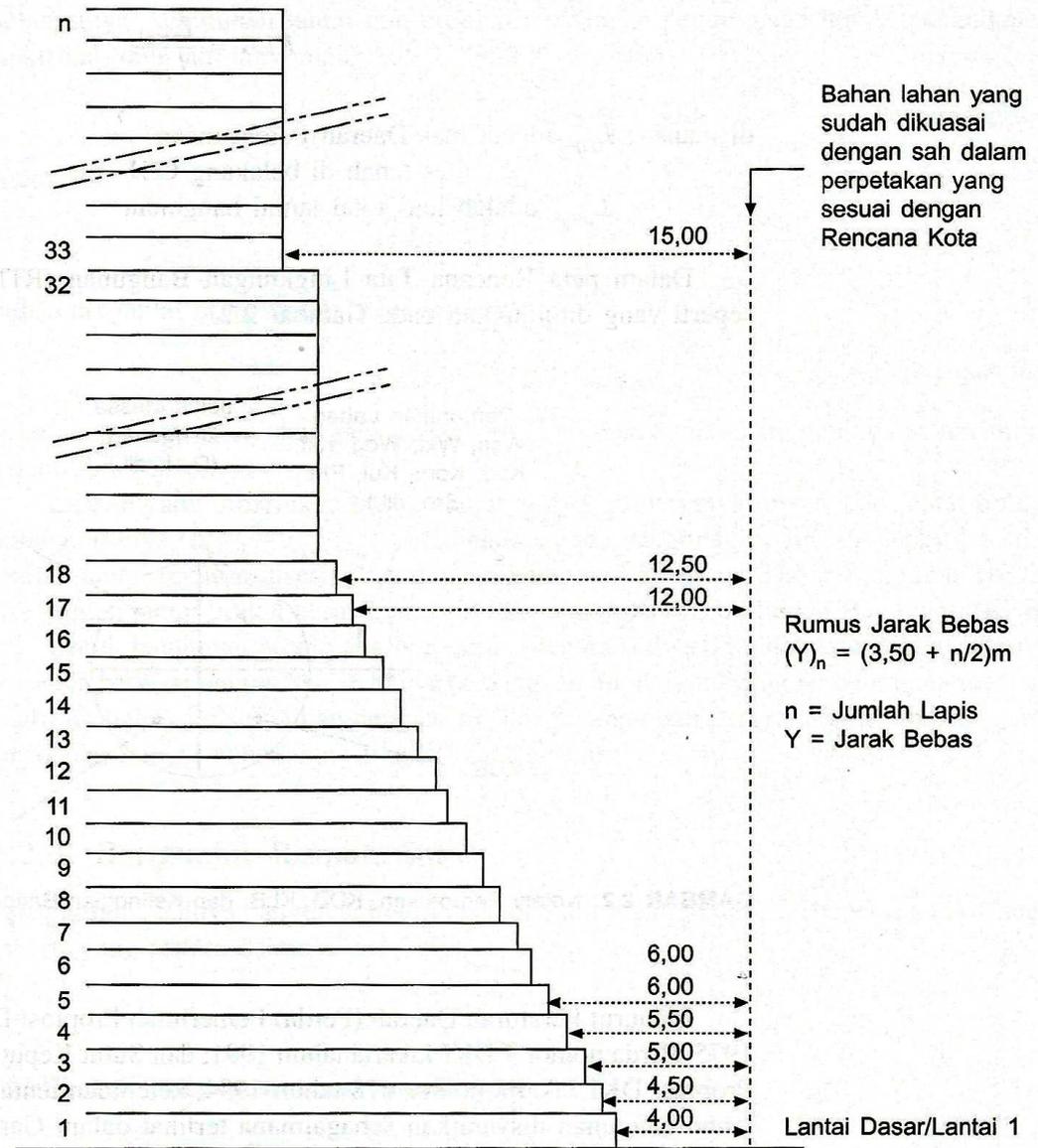


Notasi Peruntukan, KDB, KLB, dan Ketinggian Bangunan

Perancangan Bangunan Tinggi di DKI Jakarta

PERDA PEMPROV DKI JAKARTA

Perda Pemprov DKI Jakarta Nomer 4 tahun 1975, Perda Nomer 7 tahun 1991, Surat Keputusan Gubernur Pemprov DKI Jakarta nomor 678 tahun 1994, ketentuan tentang jarak bebas dan lantai-lantai bangunan :

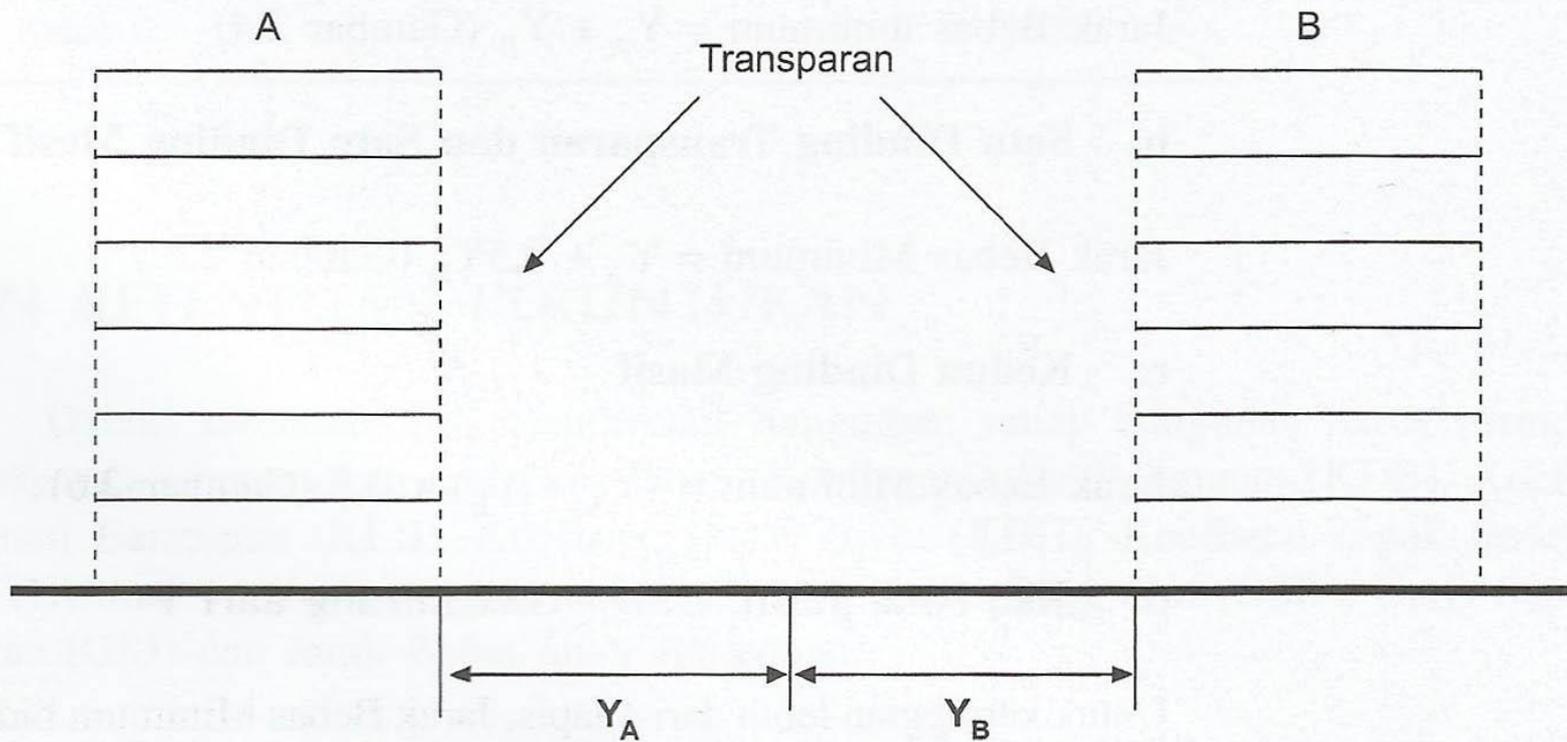


GAMBAR 2.3 Jarak Bebas dan Ketinggian Bangunan

Perancangan Bangunan Tinggi di DKI Jakarta

PERDA PEMPROV DKI JAKARTA

Perda Pemprov DKI Jakarta Nomer 4 tahun 1975, Perda Nomer 7 tahun 1991, Surat Keputusan Gubernur Pemprov DKI Jakarta nomor 678 tahun 1994, ketentuan tentang jarak bebas

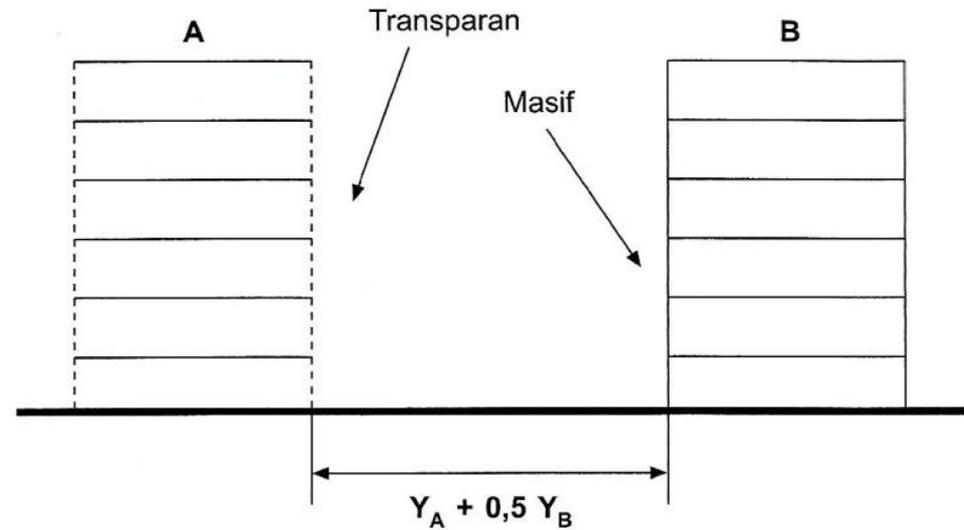


GAMBAR 2.4 Jarak Bebas Dua Bangunan Transparan

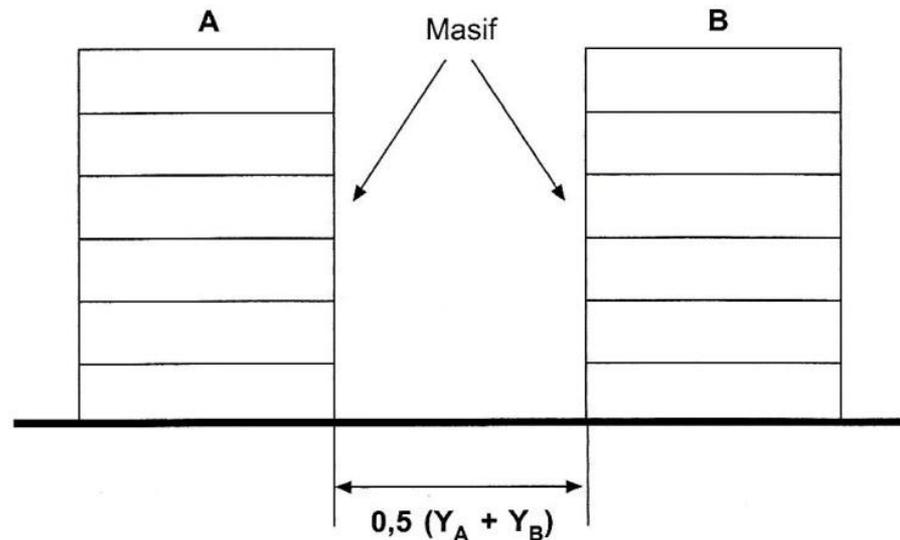
Perancangan Bangunan Tinggi di DKI Jakarta

PERDA PEMPROV DKI JAKARTA

Perda Pemprov DKI Jakarta Nomer 4 tahun 1975, Perda Nomer 7 tahun 1991, Surat Keputusan Gubernur Pemprov DKI Jakarta nomor 678 tahun 1994, ketentuan tentang jarak bebas



GAMBAR 2.5 Jarak Bebas antar Bangunan Transparan dan Masif



GAMBAR 2.6 Jarak Bebas Dua Bangunan Masif

Perancangan Bangunan Tinggi di DKI Jakarta

Untuk Ketinggian Bangunan empat lapis, Jarak Bebas Minimum bidang terluar Massa Bangunan dengan $GSJ = \text{nilai GSB}$ (Gambar 2.7.)

PERDA PEMPROV DKI

JAKARTA

Perda Pemprov DKI Jakarta Nomer 4 tahun 1975, Perda Nomer 7 tahun 1991, Surat Keputusan Gubernur Pemprov DKI Jakarta nomor 678 tahun 1994, ketentuan tentang jarak bebas.

untuk ketinggian 4 lapis, jarak bebas min bid terluar massa bangunan dengan $GSJ = \text{nilai GSB}$



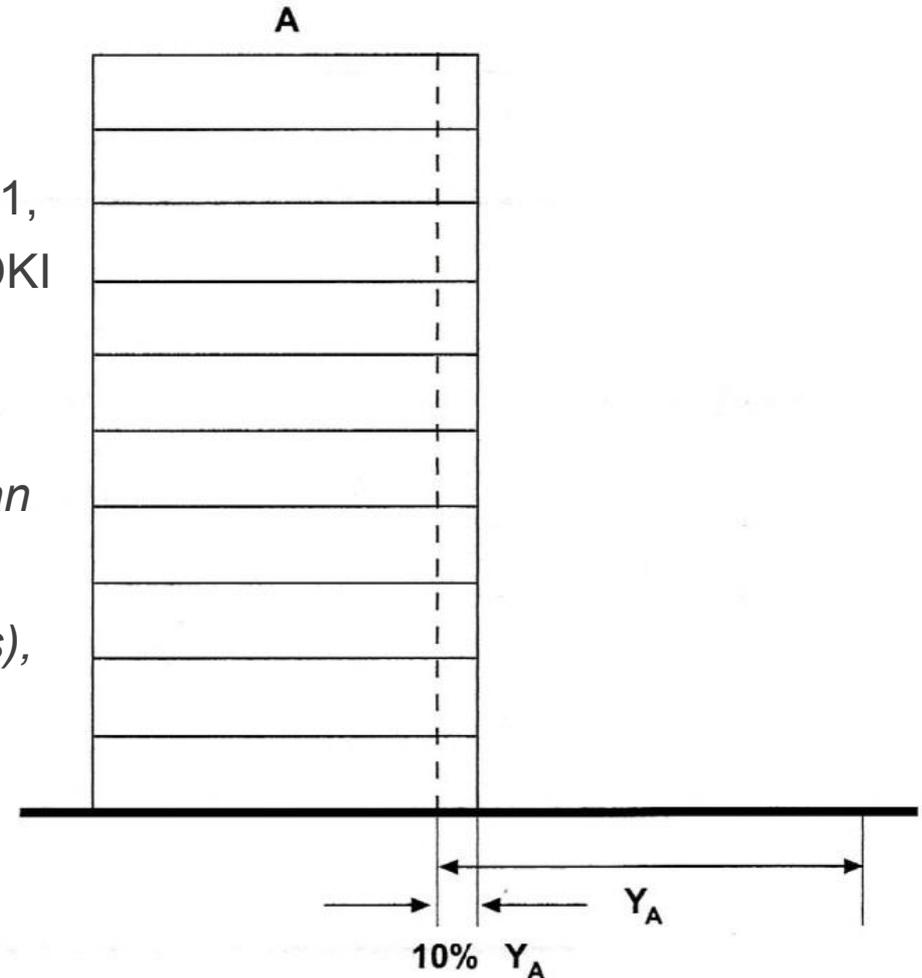
GAMBAR 2.7 Jarak $GSB - GSJ < Y$

Perancangan Bangunan Tinggi di DKI Jakarta

PERDA PEMPROV DKI JAKARTA

Perda Pemprov DKI Jakarta Nomer 4 tahun 1975, Perda Nomer 7 tahun 1991, Surat Keputusan Gubernur Pemprov DKI Jakarta nomor 678 tahun 1994, ketentuan tentang jarak bebas.

Jika denah lantai dasar suatu bangunan sampai dengan denah lantai tertinggi membentuk bidang vertikal (yang lurus), maka jarak bebas minimum dikurangi sebesar 10% dari ketentuan

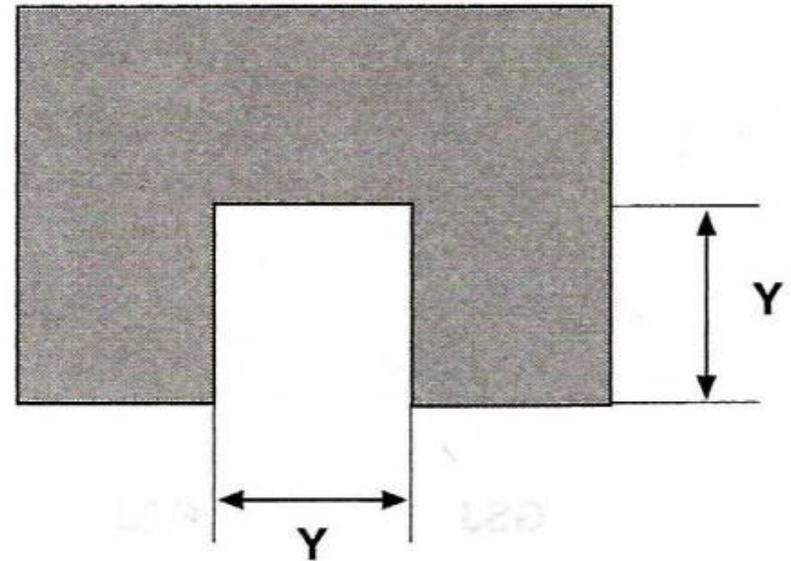


GAMBAR 2.8 Lantai Dasar sampai Lantai Tertinggi Vertikal

Perancangan Bangunan Tinggi di DKI Jakarta

PERDA PEMPROV DKI JAKARTA

Perda Pemprov DKI Jakarta Nomer 4 tahun 1975, Perda Nomer 7 tahun 1991, Surat Keputusan Gubernur Pemprov DKI Jakarta nomor 678 tahun 1994, ketentuan tentang jarak bebas. *Apabila suatu massa bangunan mempunyai denah berbentuk U atau H dan bila lekukan melebihi Y maka bangunan tersebut dianggap dua massa bangunan dan antar kedua massa tersebut ada lebar minium lekukan = Y*



GAMBAR 2.9 Bangunan dengan Bentuk Denah 'U' atau 'H'

Perancangan Bangunan Tinggi di DKI Jakarta

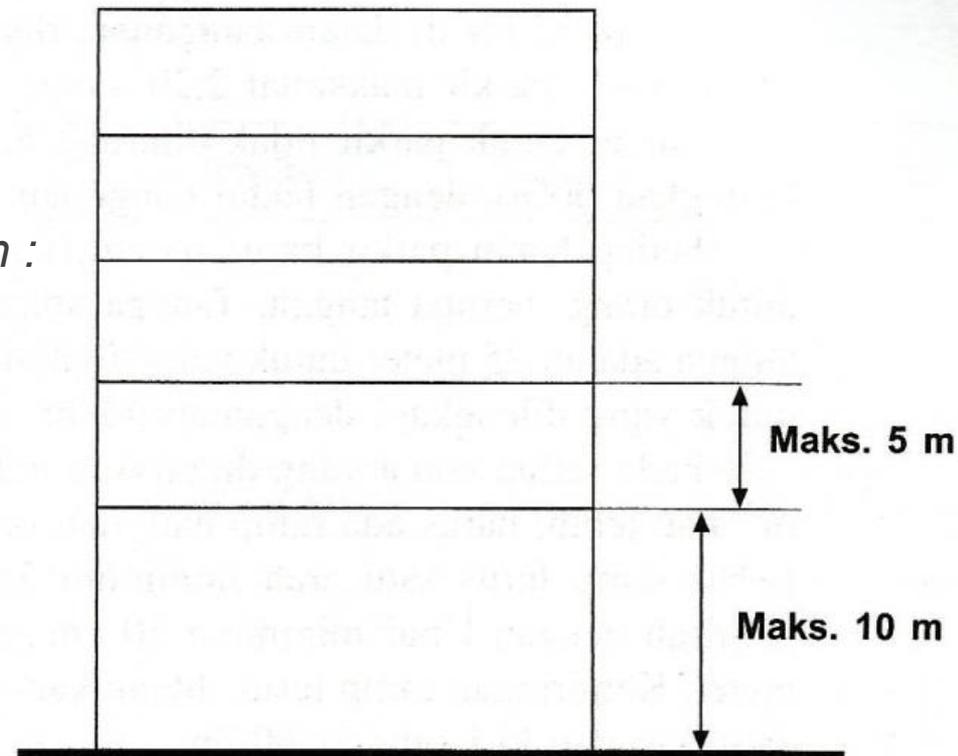
PERDA PEMPROV DKI JAKARTA

Perda Pemprov DKI Jakarta Nomer 4 tahun 1975, Perda Nomer 7 tahun 1991, Surat Keputusan Gubernur Pemprov DKI Jakarta nomor 678 tahun 1994, ketentuan tentang jarak bebas.

Ketentuan lain adalah jarak lantai ke lantai :

Jika pada bangunan terdapat basemen :

- 1) jarak basemen tidak boleh kurang dari 3 meter dari pagar pekarangan.*
- 2) Lantai dasar tidak boleh lebih tinggi dari 1,2 meter*
- 3) kemiringan ramp tidak boleh melebihi 1:7*
- 4) Jarak ketinggian bebas basemen minimum 2,10m*



GAMBAR 2.10 Jarak Maksimum antar Lantai Bangunan

Perancangan Bangunan Tinggi di DKI Jakarta

STANDAR PARKIR

Tempat parkir kendaraan merupakan fasilitas yang perlu disediakan oleh bangunan dan jika jumlah tempat parkir yang disediakan melebihi 20 kendaraan, maka harus disediakan ruang duduk untuk istirahat sopir dengan ukuran minimal 2x3m. Halaman parkir harus ada pohon peneduh dan perkerasan harus menggunakan bahan yang dapat meresap air lantai untuk parkir tidak dihitung KLB dsb.

Penggunaan	Predikat	Standar Parkir 1 (satu) mobil
Apartemen		Setiap 1 unit
Bangunan Olah Raga		Setiap 15 penonton/kursi
Bioskop	Kelas A - I Kelas A - II Kelas A - III	Setiap 7 kursi Setiap 10 kursi Setiap 15 kursi
Gedung Pertemuan/ Konvensi	Padat Tidak padat	Setiap 4 m ² lantai bruto Setiap 10 m ² lantai bruto
Hotel	Bintang 4 - 5 Bintang 2 - 3 Bintang 1 ke bawah	Setiap 5 unit kamar Setiap 7 unit kamar Setiap 10 unit kamar
Pasar	Tingkat Kota Tingkat Wilayah Tingkat Lingkungan	Setiap 100 m ² lantai bruto Setiap 200 m ² lantai bruto Setiap 300 m ² lantai bruto
Perdagangan/Toko		Setiap 60 m ² lantai bruto
Pergudangan		Setiap 200 m ² lantai bruto
Perguruan Tinggi		Setiap 200 m ² lantai bruto
Perkantoran		Setiap 100 m ² lantai bruto
Restoran/Hiburan	Kelas I Kelas II	Setiap 10 m ² lantai bruto Setiap 20 m ² lantai bruto
Rumah Sakit	VIP Kelas I Kelas II	Setiap 1 tempat tidur Setiap 5 tempat tidur Setiap 10 tempat tidur
Sekolah		Setiap 100 m ² lantai bruto

Keterangan:

- Lantai netto : lantai yang efektif digunakan
- Lantai bruto : seluruh luas lantai, termasuk WC, gudang, selasar/koridor, tangga, dan lain-lain.

PERTIMBANGAN UMUM PERENCANAAN STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT TINGGI

Pemilihan struktur untuk bangunan bertingkat tinggi tidak hanya berdasarkan atas pemahaman struktur dalam konteksnya semata. Pemilihannya lebih ke arah faktor fungsi dikaitkan dengan kebutuhan budaya, sosial, ekonomi dan teknologi. Struktur hanyalah satu di antara berbagai pertimbangan

1. Pertimbangan umum ekonomi
2. Kondisi tanah
3. Rasio tinggi-lebar suatu bangunan
4. Pertimbangan fabrikasi dan pembangunan
5. Pertimbangan mekanis
6. Pertimbangan tingkat bahaya kebakaran
7. Pertimbangan setempat
8. Ketersediaan dan harga bahan konstruksi utama



- STRUKTUR BANGUNAN TINGGI

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

Sistem struktur dalam proses perancangannya selalu menghadapi beberapa kendala, diantaranya:

((1))Persyaratan Arsitektural

((2))Sistem Mekanikal, Elektrikal dan Kesehatan Masyarakat

((3))Metode Konstruksi

((4))Aspek Ekonomi

Dalam berbagai sistem struktur baik yang menggunakan bahan beton bertulang, baja maupun komposit, selalu ada komponen (**subsystem**) yang dikelompokkan dalam “**sistem untuk menahan gaya gravitasi**” dan “**sistem untuk menahan gaya lateral**”

lihat gambar :

LOAD DISTRIBUTION SYSTEM :

All type of loads can be considered as_

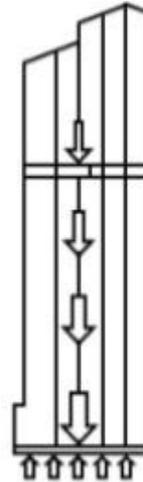
- Vertical load &
- Lateral load

Vertical loads transfer through_

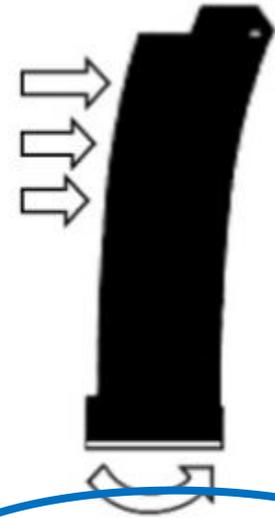
- Bearing wall
- Column
- Core
- Diagonal frame

Lateral loads transfer through_

- Shear wall
- Slab → Core
- Beam → Core/Column
- Diagonal Frame



GRAVITY LOADS



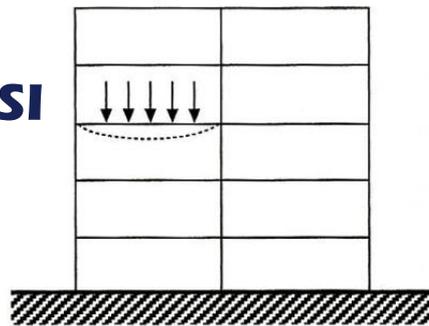
LATERAL LOADS

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

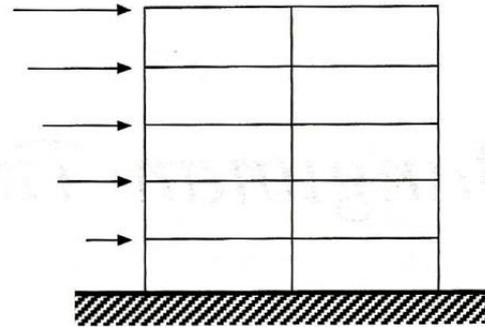
**SISTEM
PENAHAN
GAYA
GRAVITASI**

dan

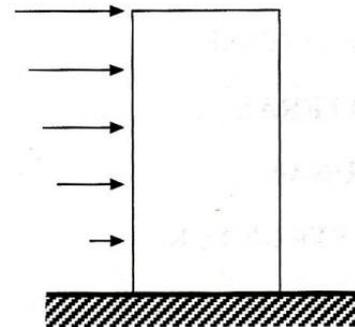
**SISTEM
PENAHAN
GAYA
LATERAL**



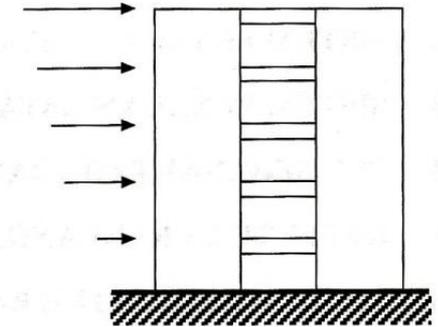
Sistem Struktur Penahan Gaya Gravitasi



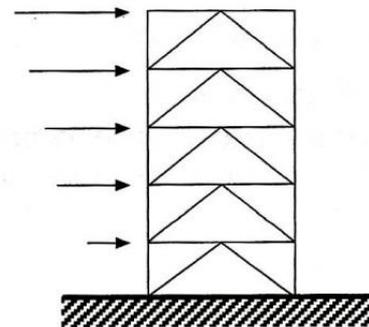
Portal Penahan Momen



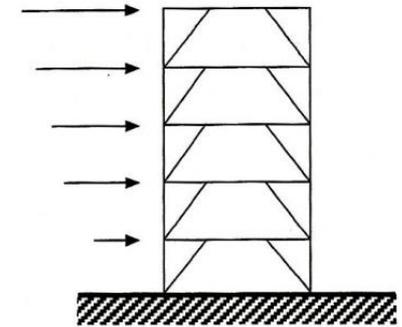
Dinding Geser-Kantilever



Dinding Geser-Kopel



Rangka Pengaku-Konsentris



Rangka Pengaku-Ekstentris

Sistem Struktur Penahan Gaya Lateral



SISTEM PENAHAN GAYA GRAVITASI

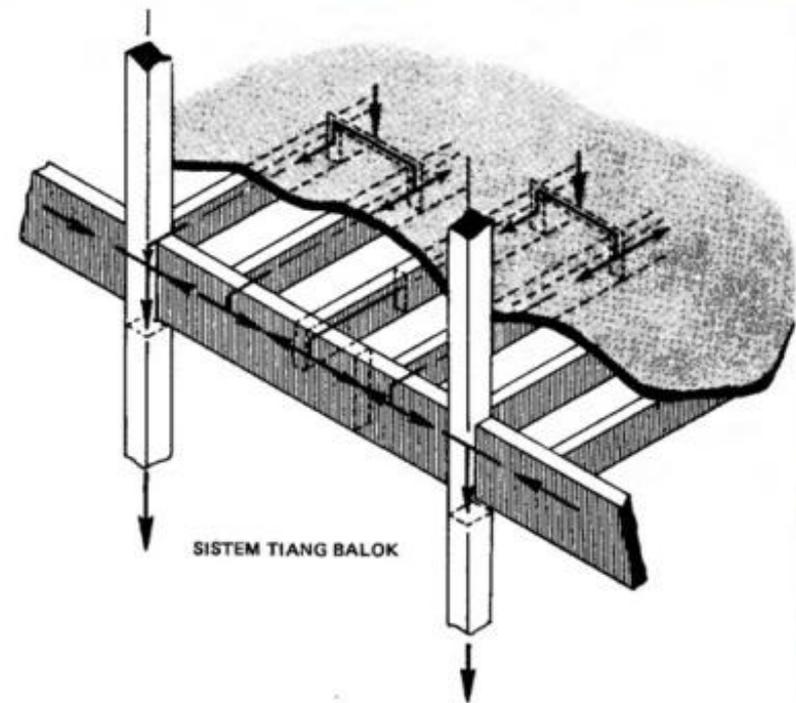
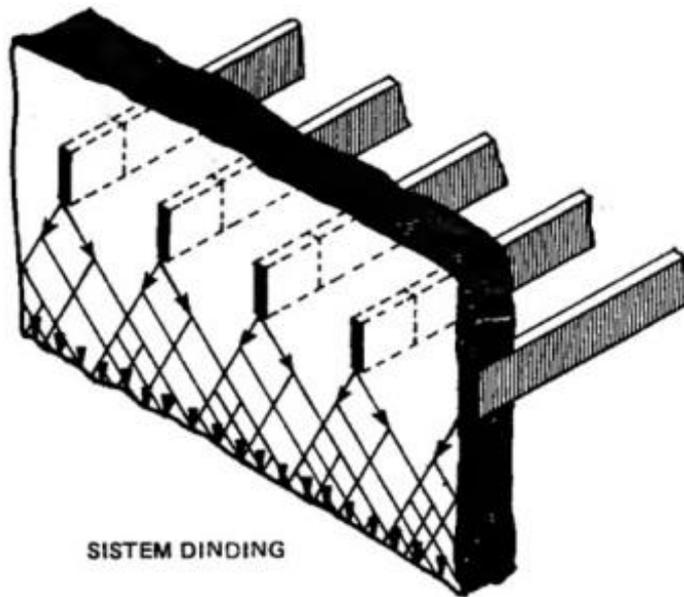
- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA GRAVITASI

BIDANG STRUKTUR

Penyebaran Gaya-gaya Vertikal

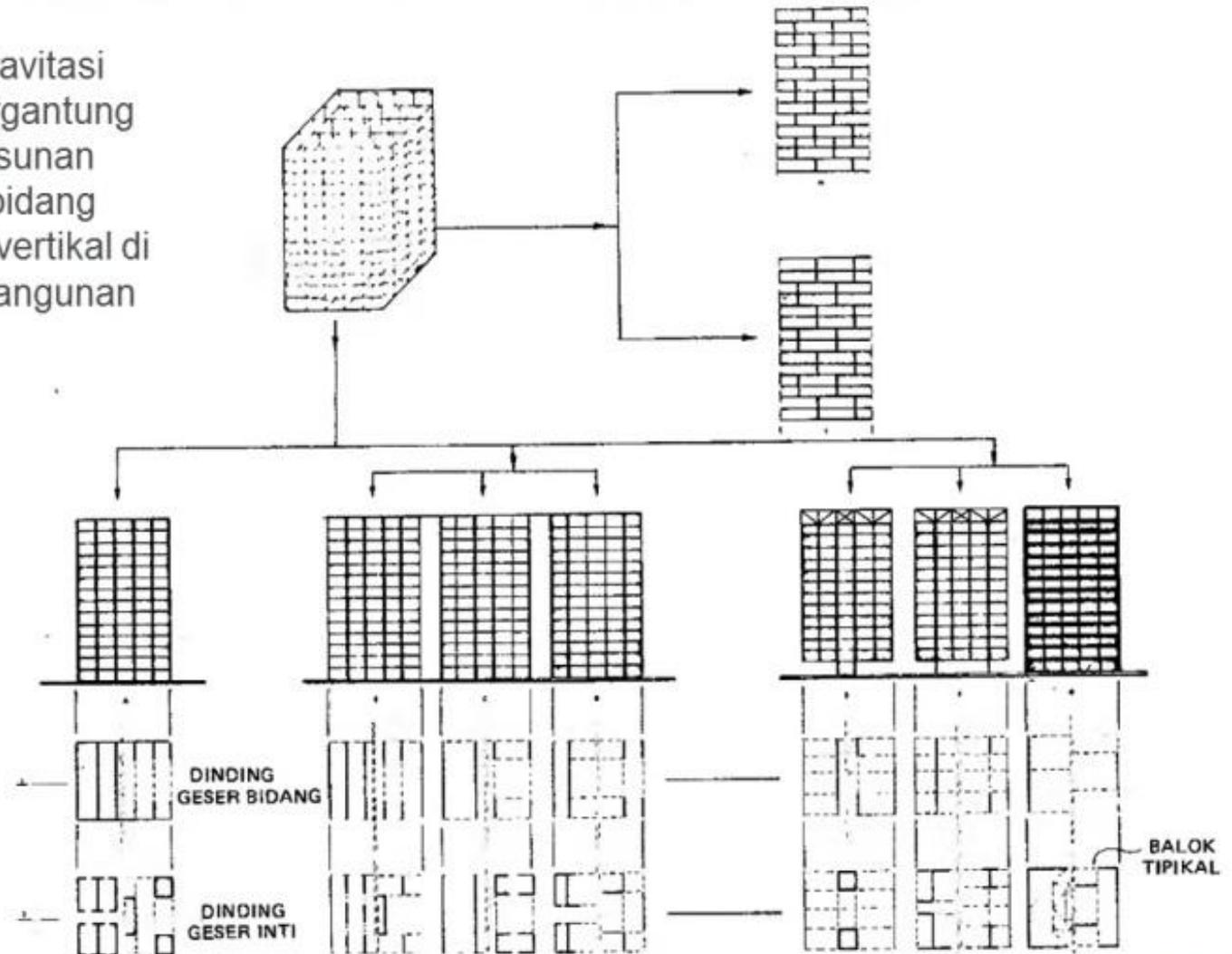
Beban gravitasi yang bekerja pada suatu bangunan harus diteruskan melalui bidang vertikal menerus atau membentuk sudut dengan permukaan tanah. Bidang-bidang vertikal ini bisa berupa jenis rangka tiang dan balok (post and beam) atau sistem dinding yang bisa padat atau berangka (gambar).



- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM STRUKTUR VERTIKAL

Aliran gravitasi jelas bergantung pada susunan bidang-bidang struktur vertikal di dalam bangunan



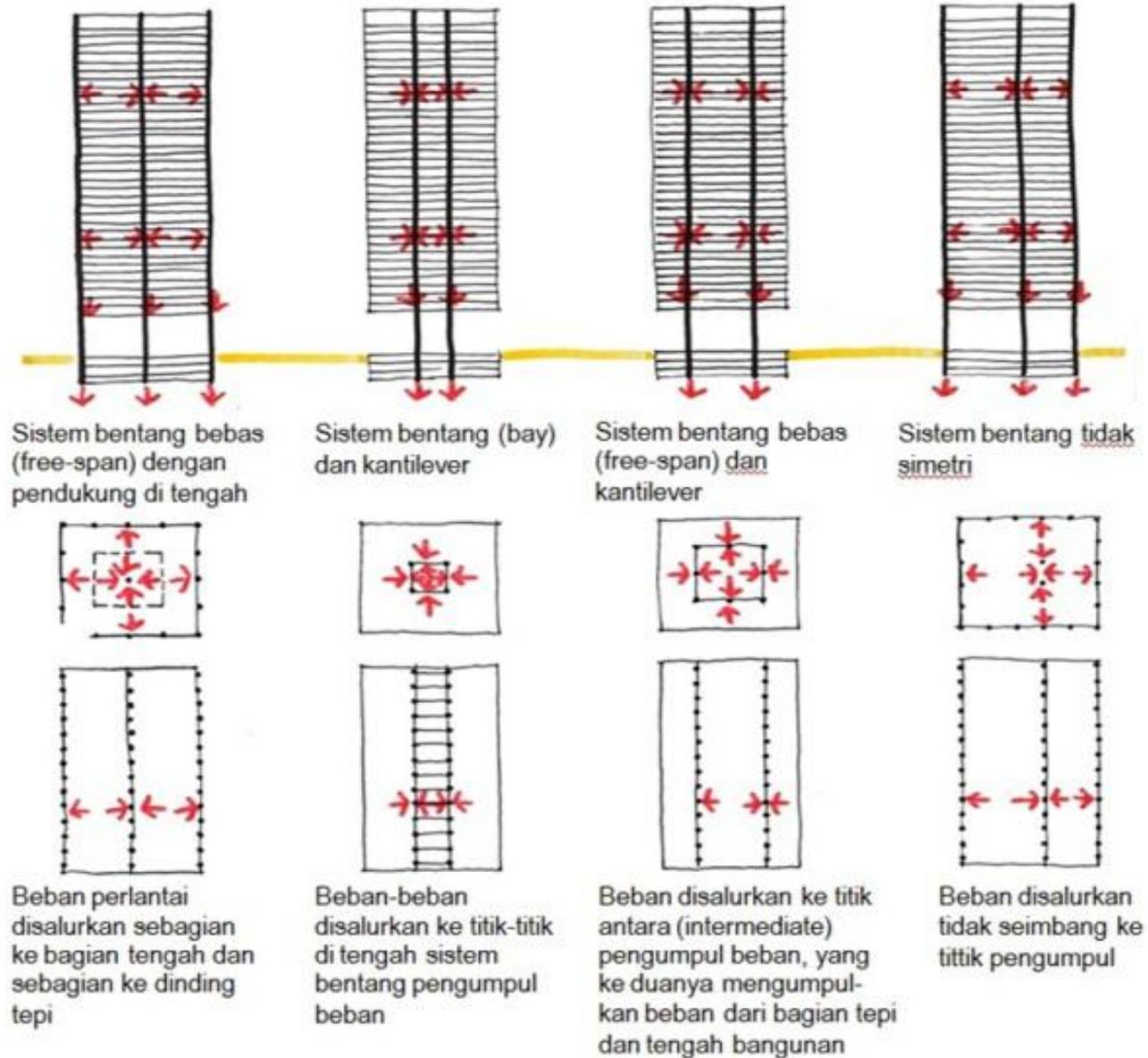
**SISTEM
PENAHAN
GAYA
GRAVITASI**

- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA GRAVITASI

PRINSIP PENYA LURAN BEBAN

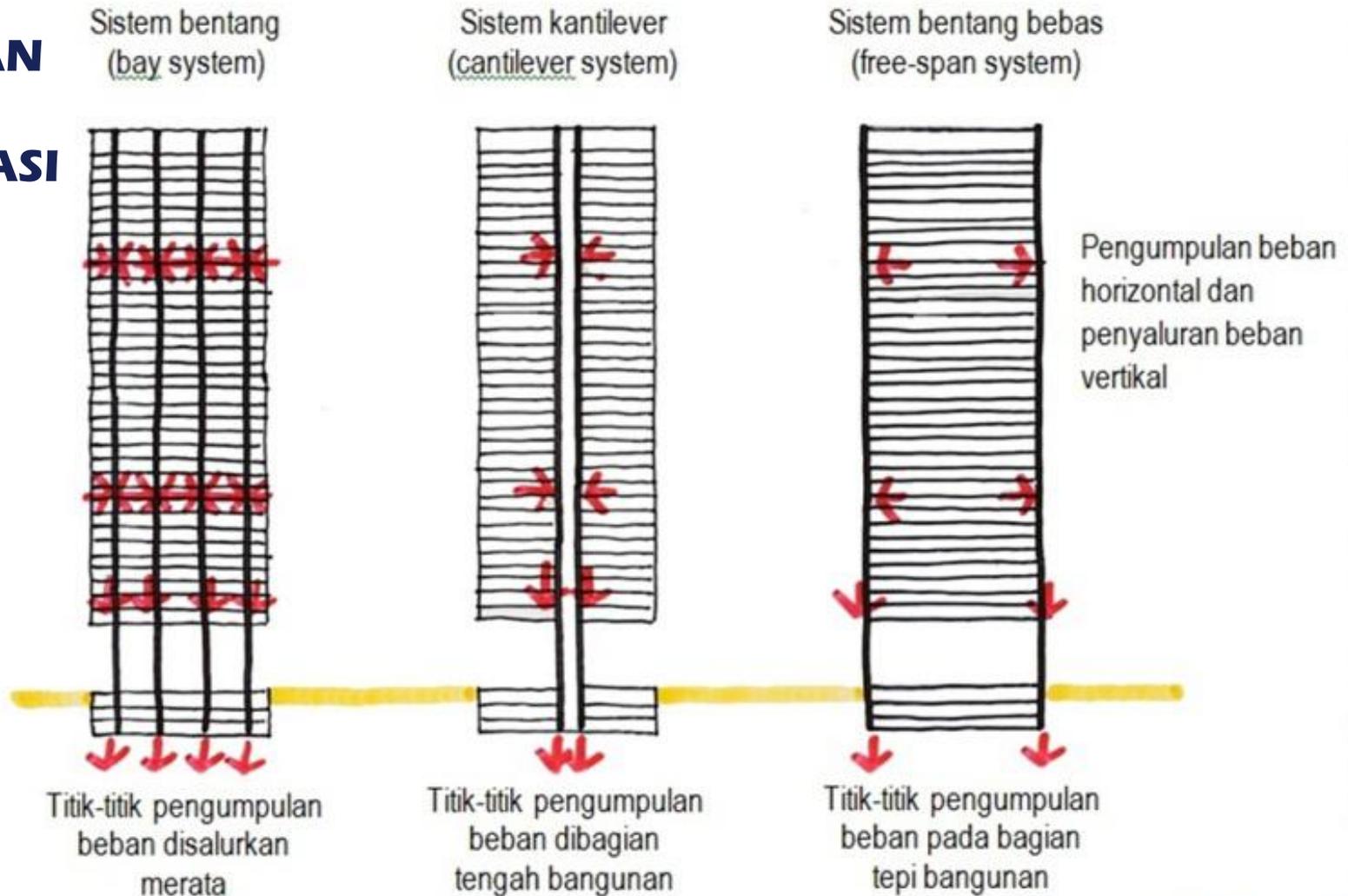
Sistem gabungan/komposit penyaluran beban pada struktur vertikal



■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA GRAVITASI

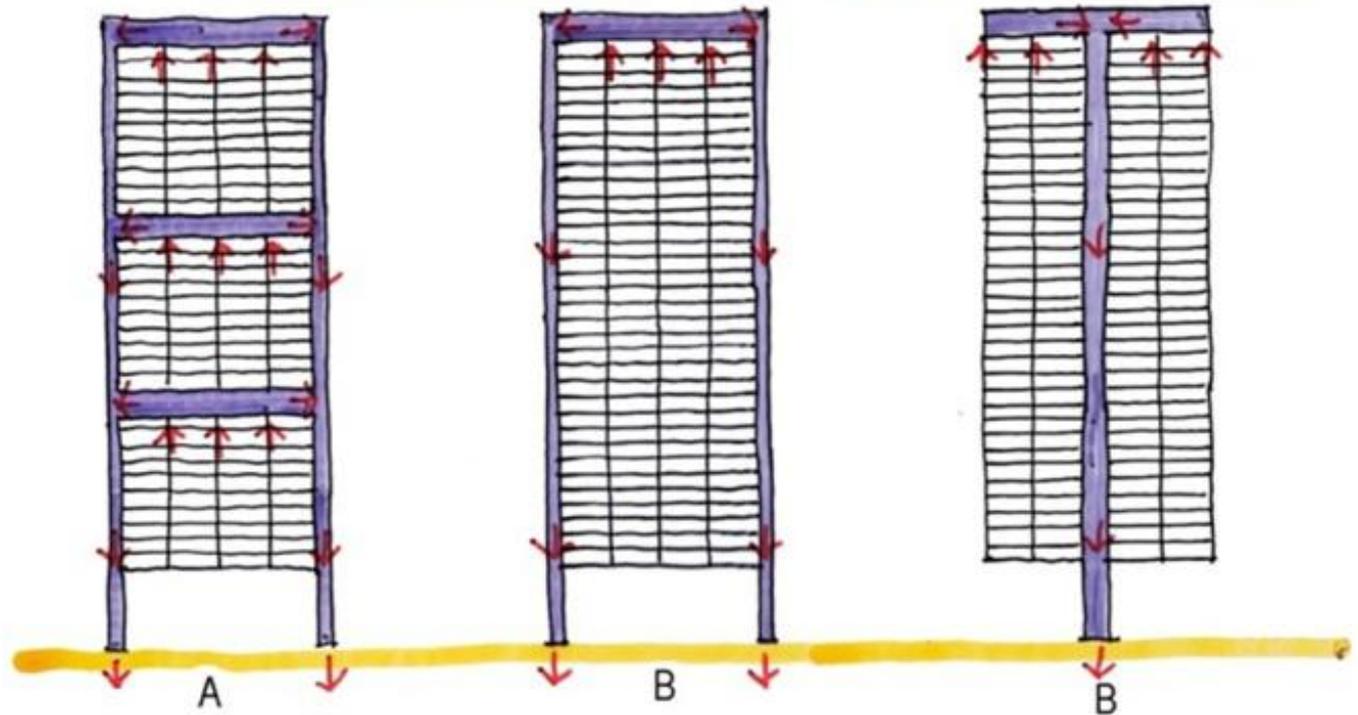
Prinsip dasar sistem penyaluran beban pada struktur vertikal:



- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM DENGAN PEMBEBANAN VERTIKAL TIDAK LANGSUNG PADA TIPE BENTANG (BAY-TYPE) SISTEM GANTUNG (SUSPENSION) PADA STRUKTUR VERTIKAL

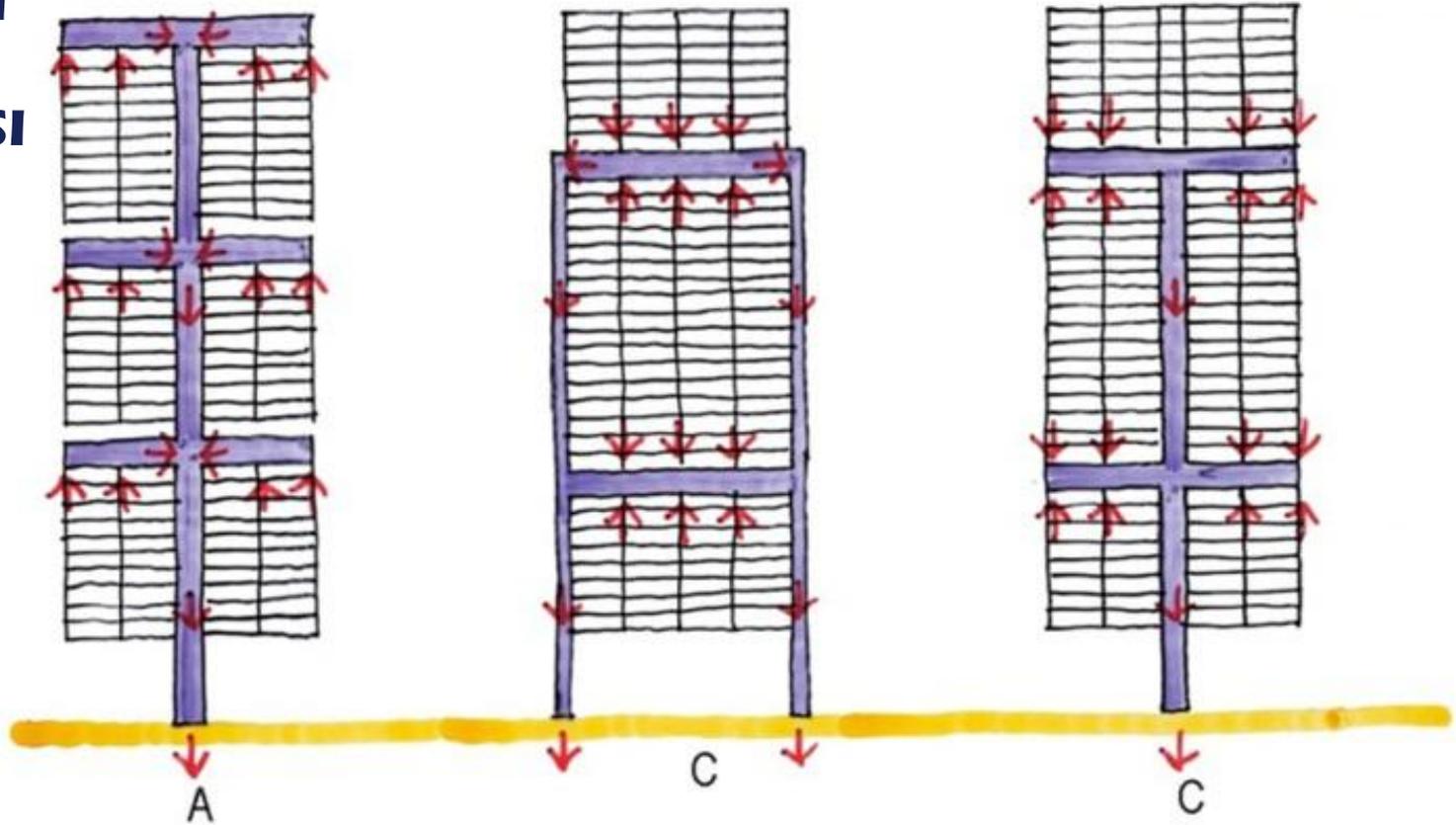
- A. Sistem dengan beberapa lantai gantung pada balok di tengah
- B. Sistem dengan gantung yang menerus
- C. Sistem dengan kombinasi penggantung dan pendukung pada beberapa kelompok lantai



**SISTEM
PENAHAN
GAYA
GRAVITASI**

- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

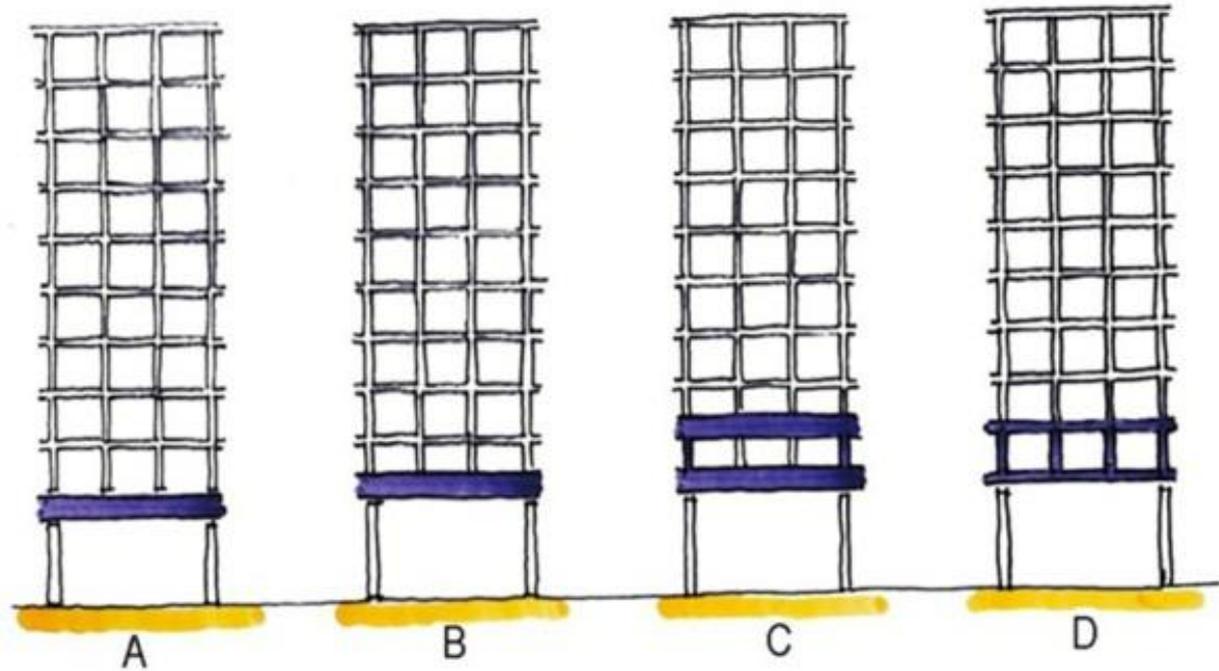
**SISTEM
PENAHAN
GAYA
GRAVITASI**



- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA GRAVITASI

SISTEM PENERIMA BEBAN KOLOM DIATAS MUKA TANAH

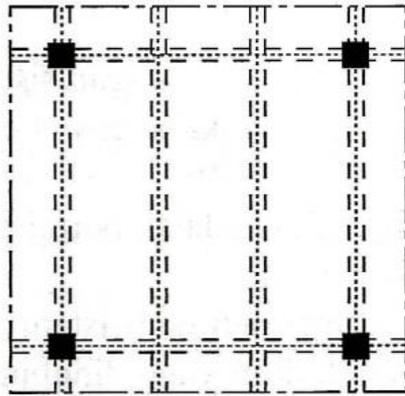


Keterangan:

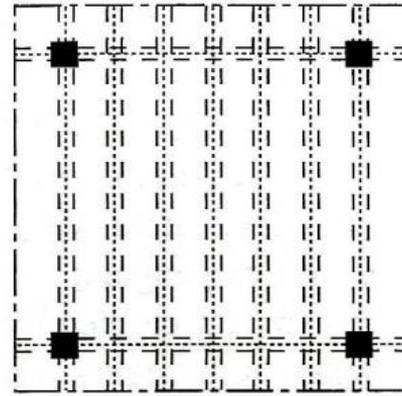
- A. Balok sprandel di bawah pelat lantai
- B. Balok sprandel di atas pelat lantai
- C. Balok sprandel pada 2 lantai
- D. Panel ganda (multi-panel) berbentuk rangka sebagai balok sprandel

- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

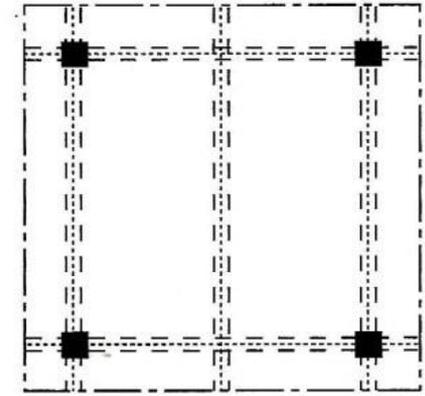
**SISTEM
PENAHAN
GAYA
GRAVITASI**



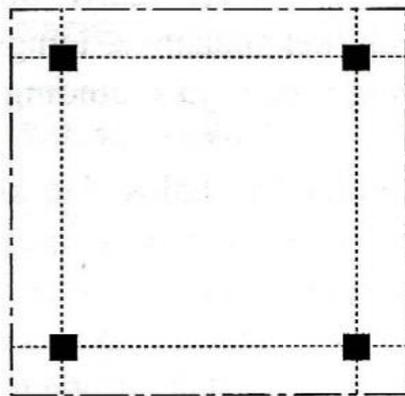
Pelat Satu Arah
(One Way Slab)



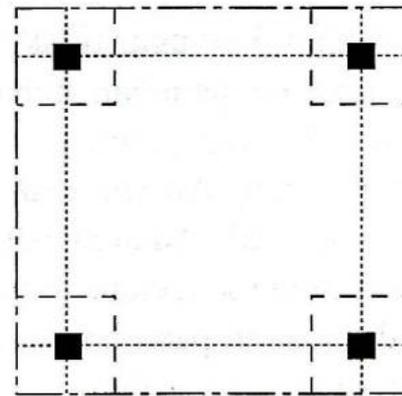
Pelat Rusuk Satu Arah
(One Way Rib Slab)



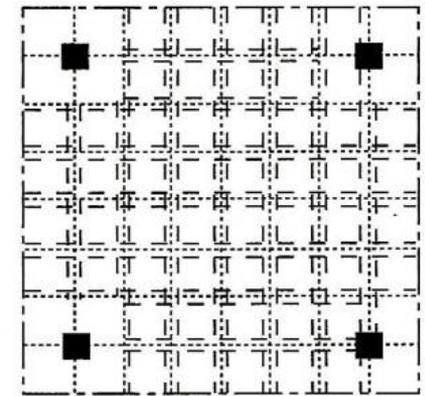
Pelat Dua Arah
(Two Way Slab on Beam)



Pelat Tanpa Balok-Tanpa
Kepala Kolom
(Flat Plate)



Pelat Tanpa Balok-Dengan
Kepala Kolom
(Flat Slab)



Pelat Rusuk Dua Arah
(Waffle Slab)

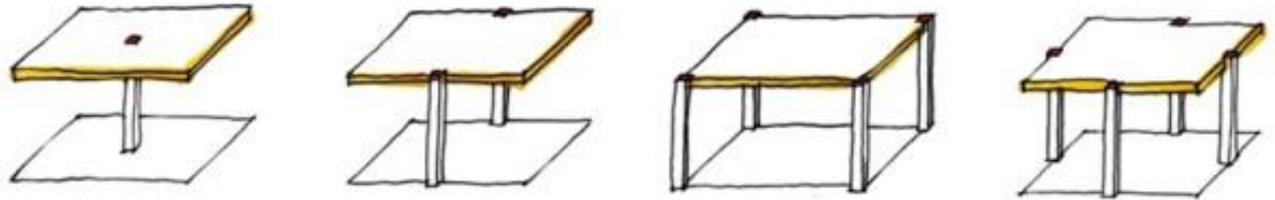
GAMBAR 3.2 Struktur Lantai

- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA GRAVITASI

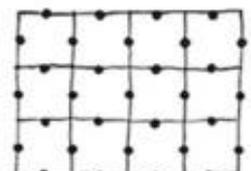
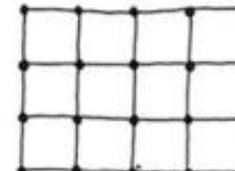
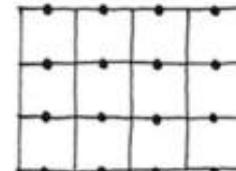
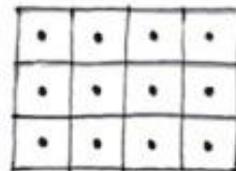
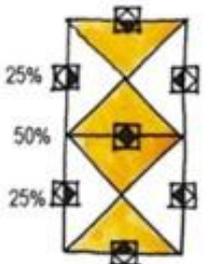
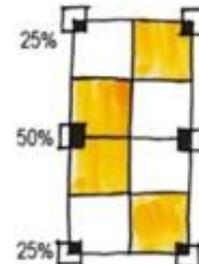
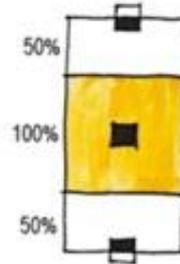
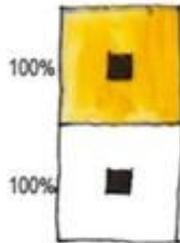
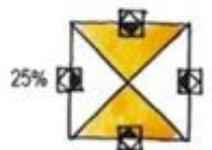
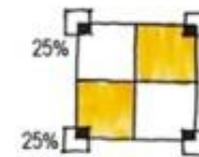
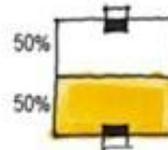
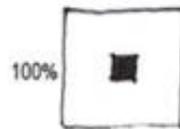
PENYALURAN BEBAN VERTIKAL PADA SISTEM BENTANG PERSEGI (SQUARE BAY SYSTEM)

Lokasi titik-titik pengumpulan beban kaitannya dengan unit bentang (bay)



Posisi beban unit bentang pertitik pada pengumpulan beban

PRINSIP PENYALURAN URAN BEBAN



12 unit ↔ 12 kolom

12 unit ↔ 16 kolom

12 unit ↔ 20 kolom

12 unit ↔ 31 kolom

- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA GRAVITASI

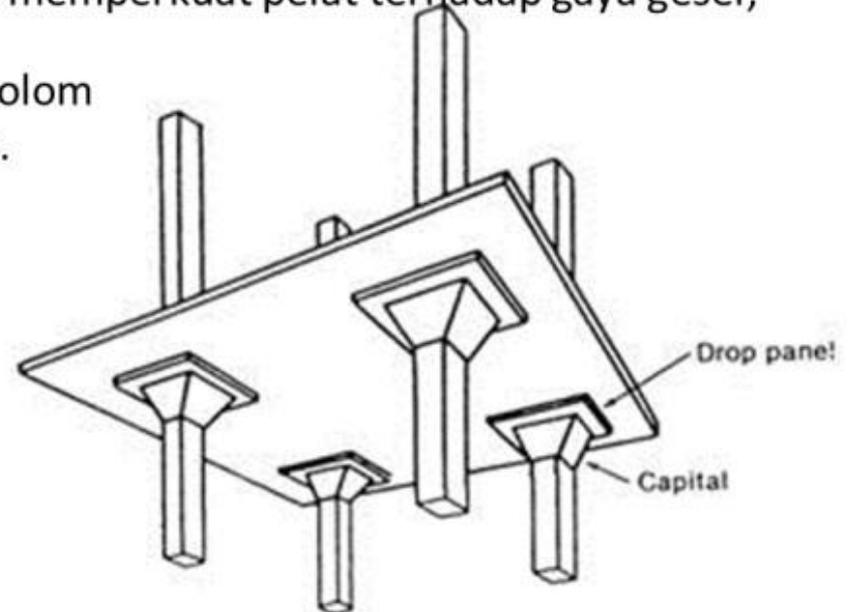
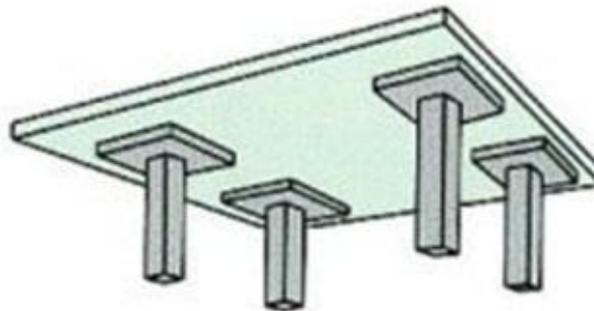
SISTEM PLAT LANTAI

Beberapa tipe pelat lantai yang banyak digunakan pada konstruksi diantaranya :

a. Sistem Lantai Flat Slab

Sistem Flat Slab, merupakan pelat beton bertulang yang langsung ditumpu oleh kolom-kolom tanpa adanya balok-balok. Biasanya digunakan untuk intensitas beban yang tidak terlalu besar dan bentang yang kecil. Pada daerah kritis di sekitar kolom penumpu, biasanya diberi penebalan (drop panel) untuk memperkuat pelat terhadap gaya geser, pons dan lentur.

Flat Slab tanpa diberi kepala kolom (drop panel) disebut flat plate.



■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA GRAVITASI

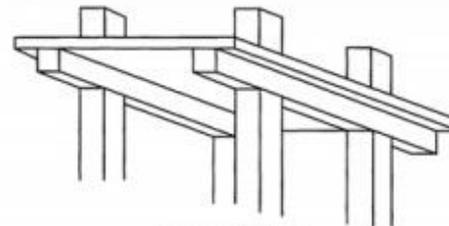
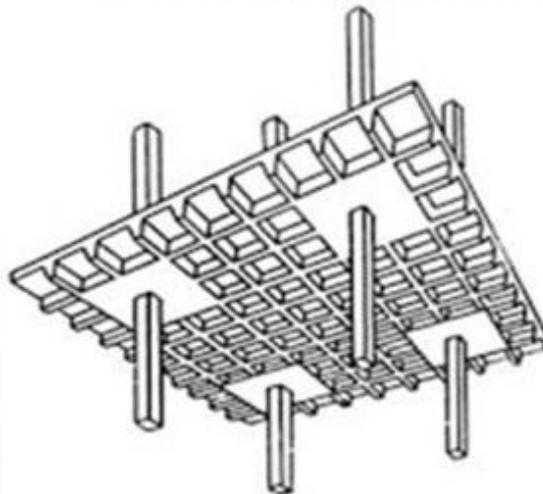
Beberapa tipe pelat lantai yang banyak digunakan pada konstruksi diantaranya :

b. Sistem Lantai Grid (Waffle System)

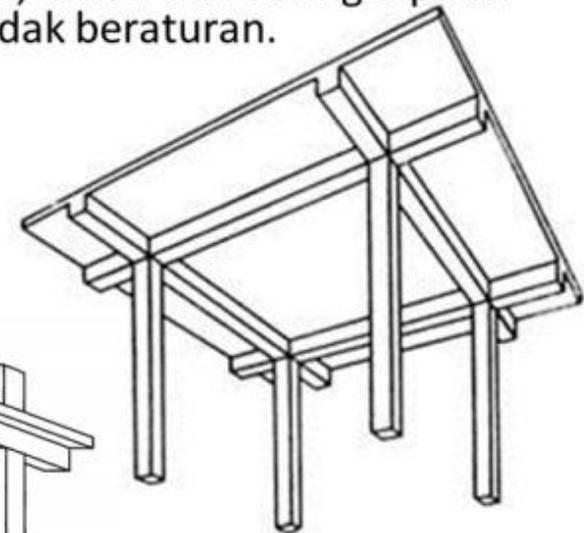
Sistem lantai Grid (*Waffle system*) mempunyai balok-balok yang saling bersilangan dengan jarak yang relatif rapat, dengan pelat atas yang tipis.

c. Sistem Pelat dan Balok

Sistem pelat lantai ini terdiri dari lantai (*slab*) menerus yang ditumpu oleh balok-balok monolit, yang umumnya ditempatkan pada jarak 3,0m hingga 6,0 m. Sistem ini banyak dipakai, kokoh dan sering dipakai untuk menunjang sistem pelat lantai yang tidak beraturan.



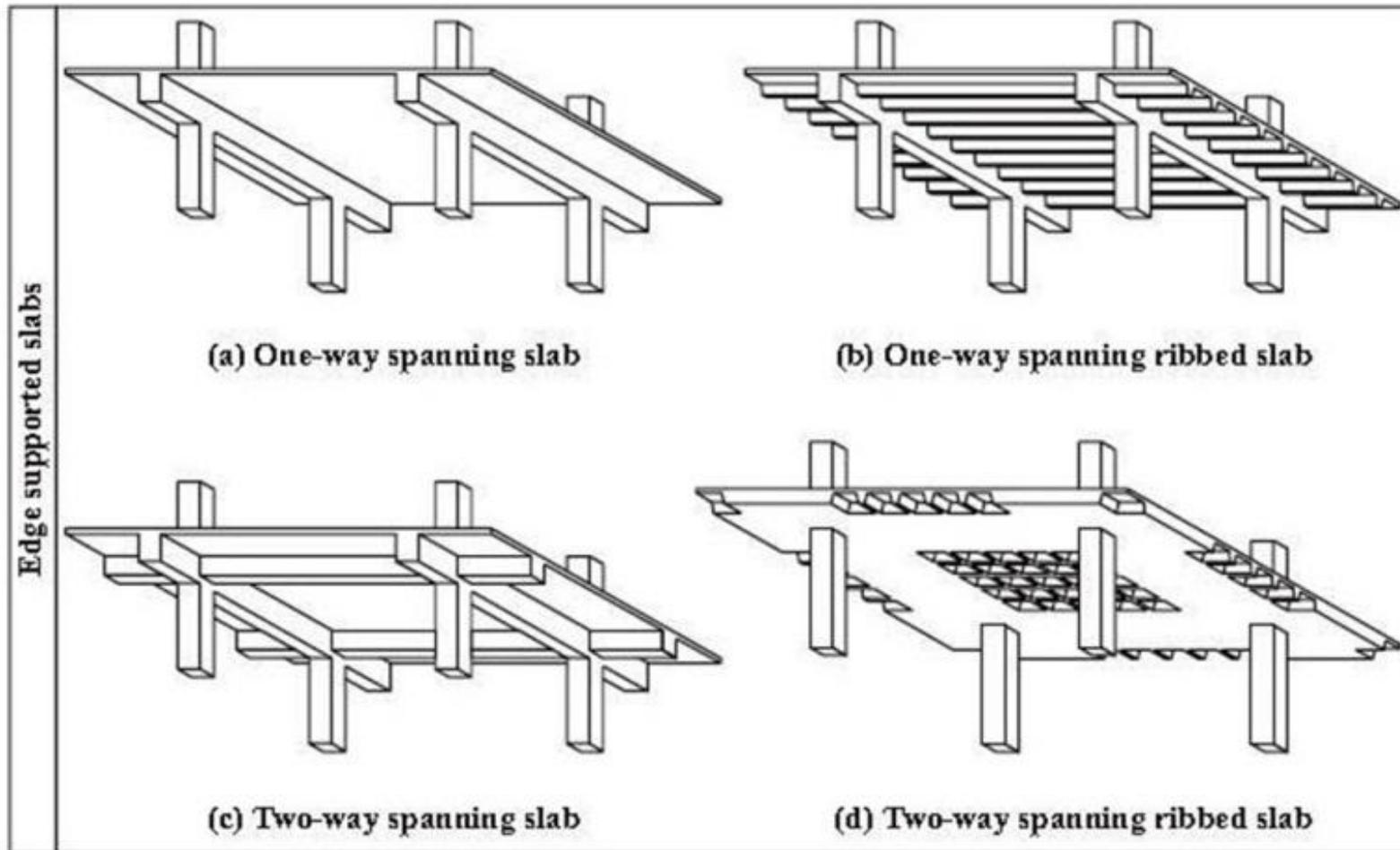
(a) one-way slab with beams



- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA GRAVITASI

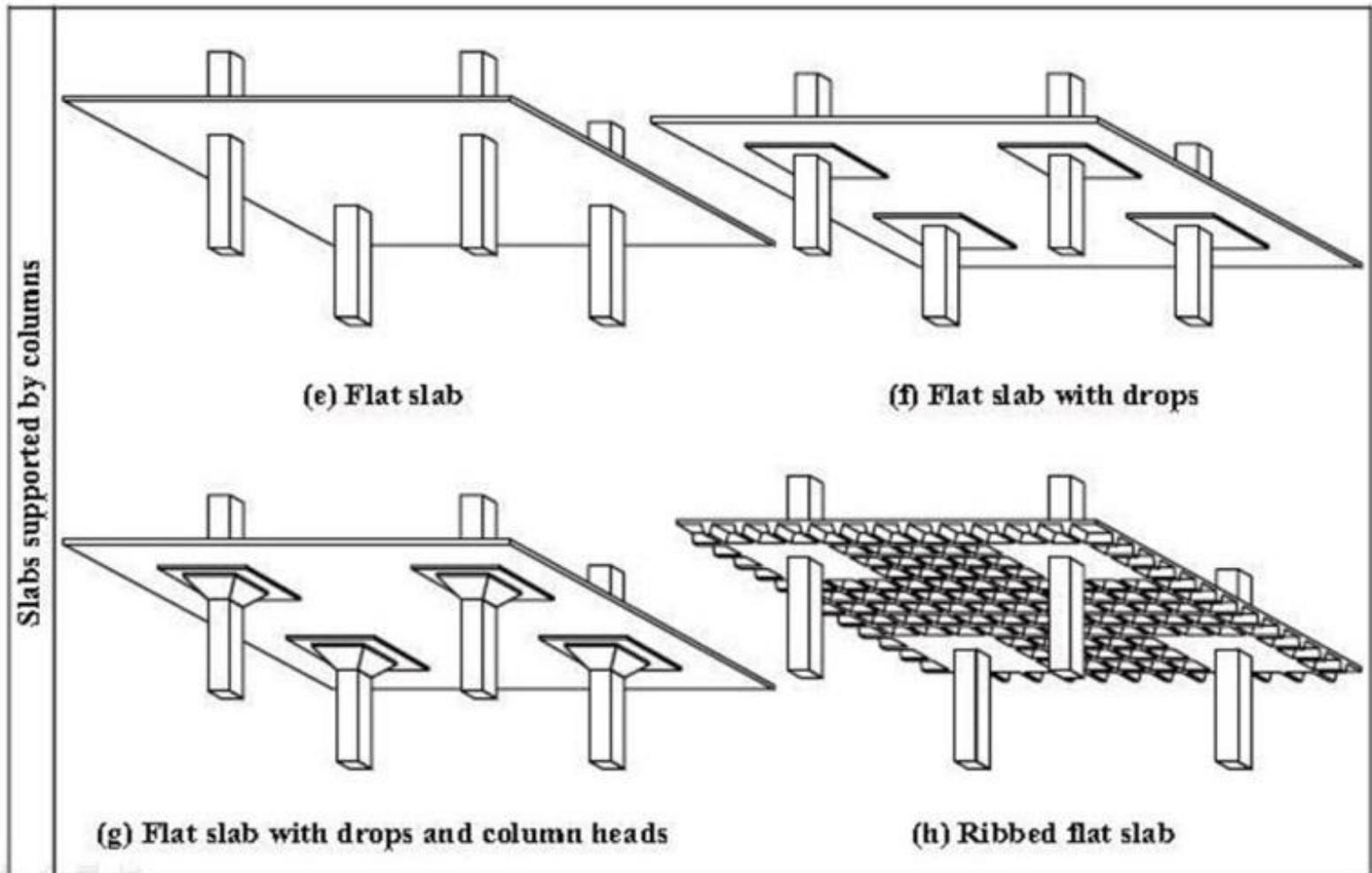
Beberapa tipe pelat lantai yang banyak digunakan pada konstruksi diantaranya :



- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA GRAVITASI

Beberapa tipe pelat lantai yang banyak digunakan pada konstruksi diantaranya :



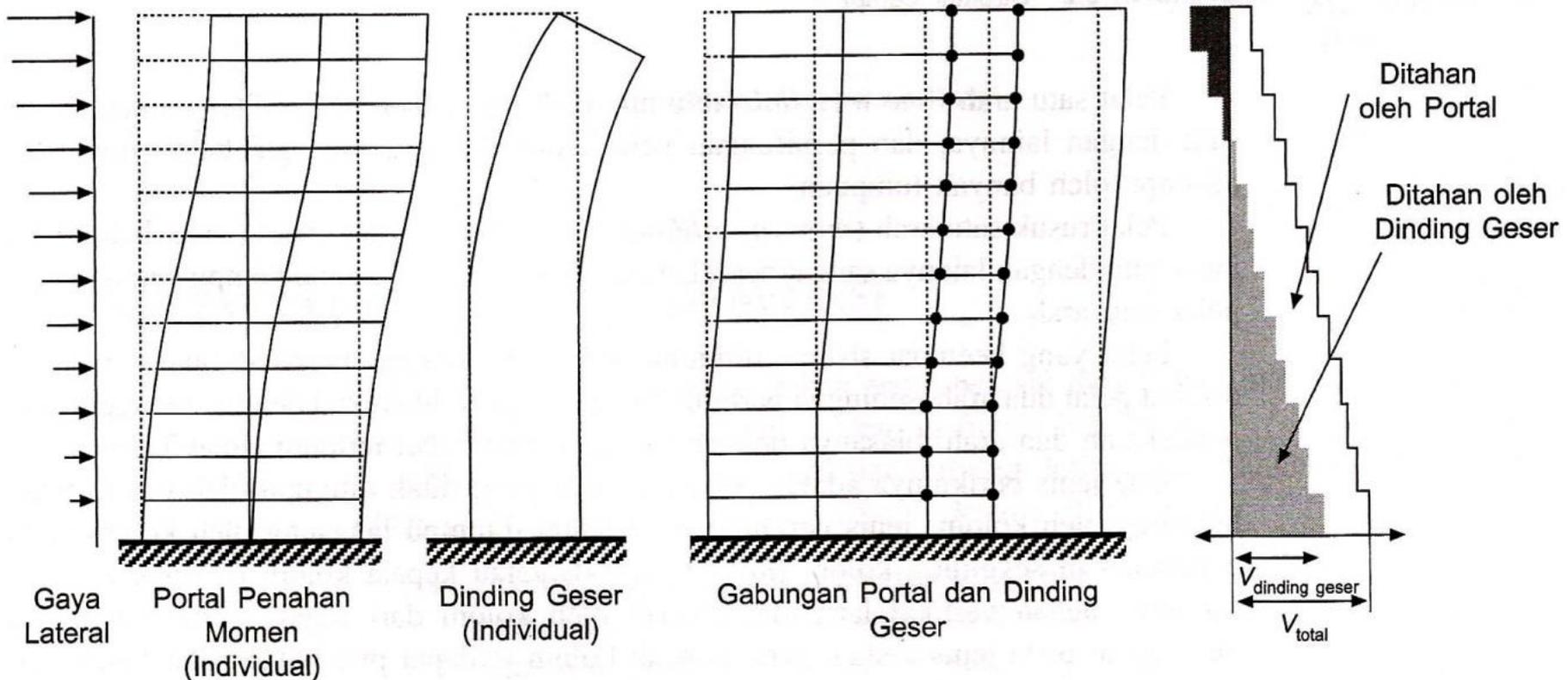


SISTEM PENAHAN GAYA LATERAL

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA LATERAL

Hal yang penting pada struktur bangunan tinggi adalah stabilitas dan kemampuannya untuk menahan gaya lateral (angin dan gempa). *Beban angin lebih terkait pada dimensi ketinggian bangunan, sedang beban gempa lebih terkait pada massa bangunan.*



GAMBAR 3.3

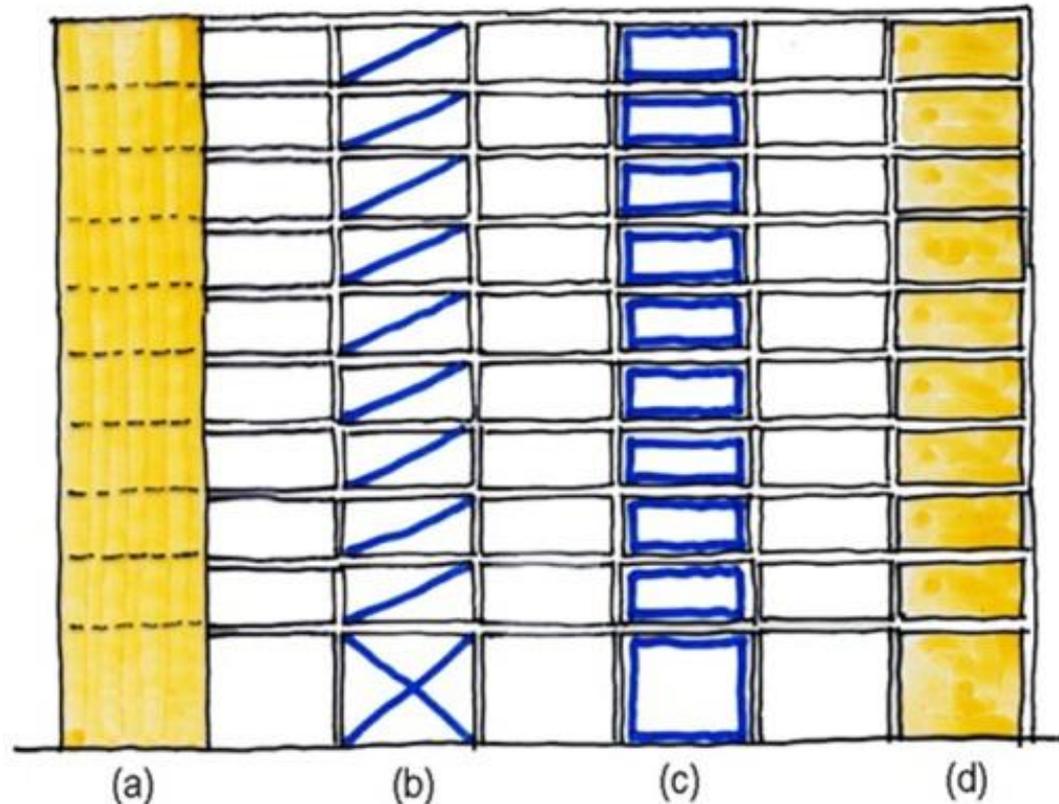
Perilaku Sistem Gabungan Penahan Gaya Lateral

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA LATERAL

Hal yang penting pada struktur bangunan tinggi adalah stabilitas dan kemampuannya untuk menahan gaya lateral (angin dan gempa).

Beban angin lebih terkait pada dimensi ketinggian bangunan, sedang beban gempa lebih terkait pada massa bangunan.



Sistem stabilisasi beban lateral karena pengaruh angin pada struktur bentang (bay-type):

- (a) Dinding geser (sistem surface-aktif)
- (b) Pengait/pengaku angin (wind-bracing) – (sistem vektor-aktif)
- (c) Rangka angin (wind-frame) – (sistem bulk-aktif)
- (d) Diafragma rangka (sistem surface aktif)

- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA LATERAL

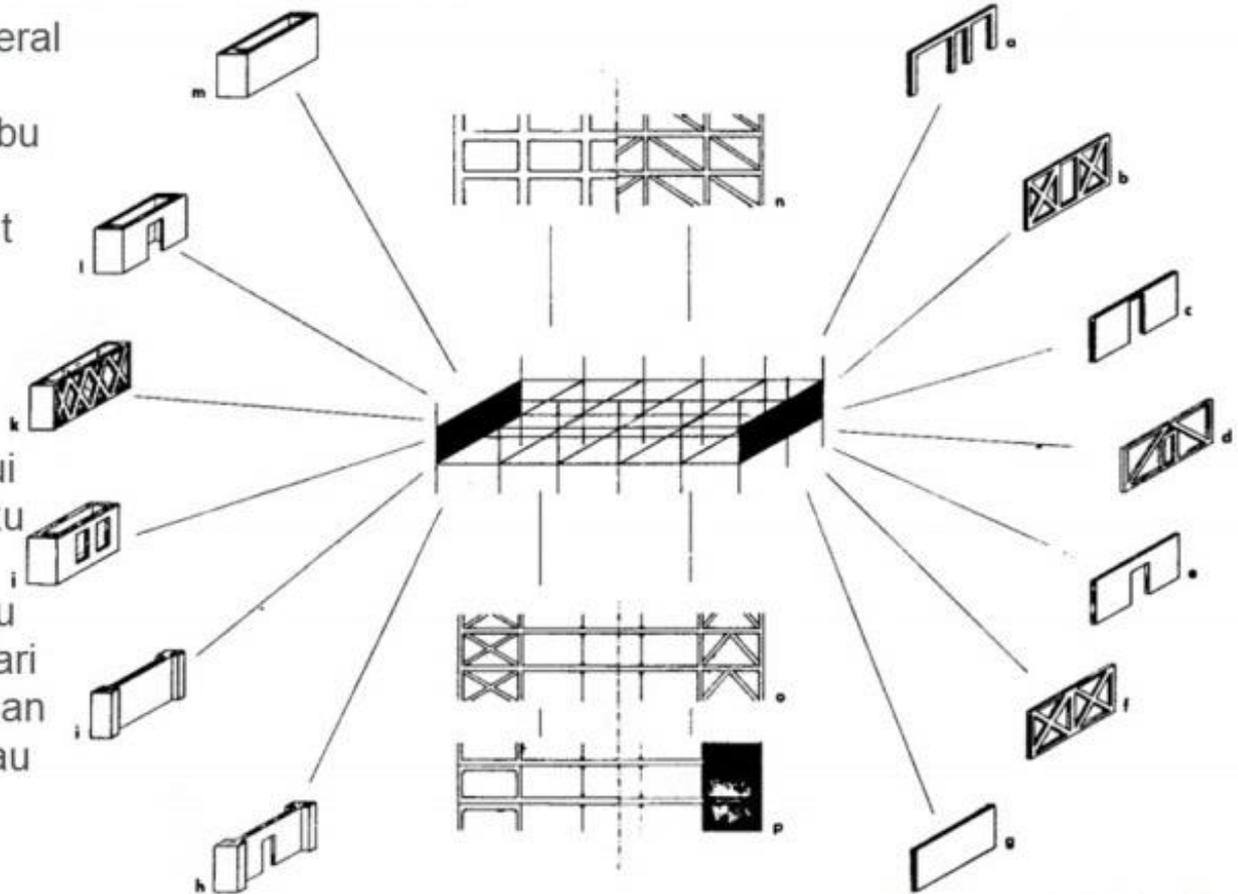
BIDANG STRUKTUR

Penyebaran Gaya-gaya Lateral

› Sistem Penyebaran Lateral Dasar

Penyebaran lateral gaya-gaya sepanjang sumbu memanjang bangunan dapat dicapai melalui berbagai cara:

- (1) melawan secara terus-menerus melalui aksi rangka kaku atau truss
- (2) memperkaku trave tertentu dari bangunan dengan rangka kaku atau dinding padat



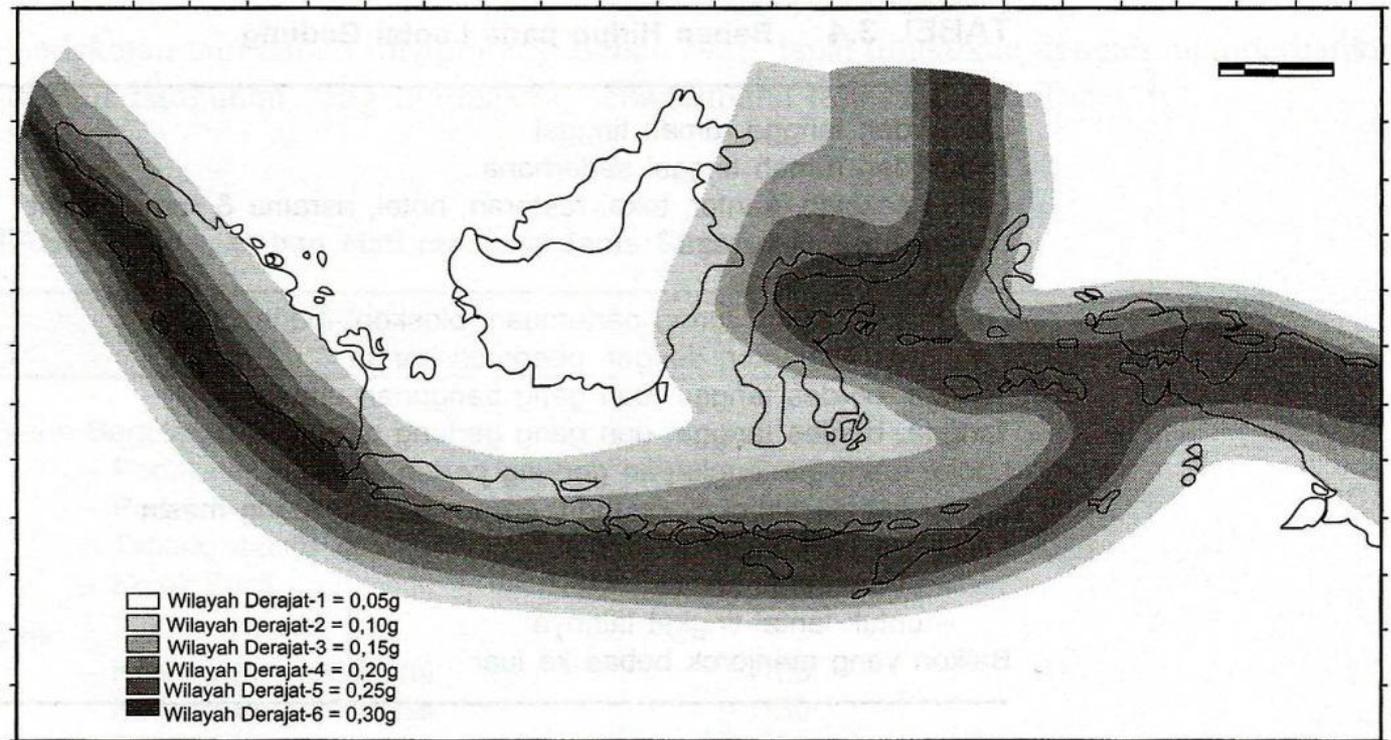
■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA LATERAL (gempa)

Hal yang penting pada struktur bangunan tinggi adalah stabilitas dan kemampuannya untuk menahan gaya lateral (angin dan gempa). ***Beban gempa lebih terkait pada massa bangunan.***

a. Koefisien Gempa Dasar

Koefisien dasar gempa harus ditentukan dari Gambar 3.5 dan Gambar 3.4 untuk wilayah gempa. Dengan memakai waktu getar alami (T) struktur seperti ditentukan:



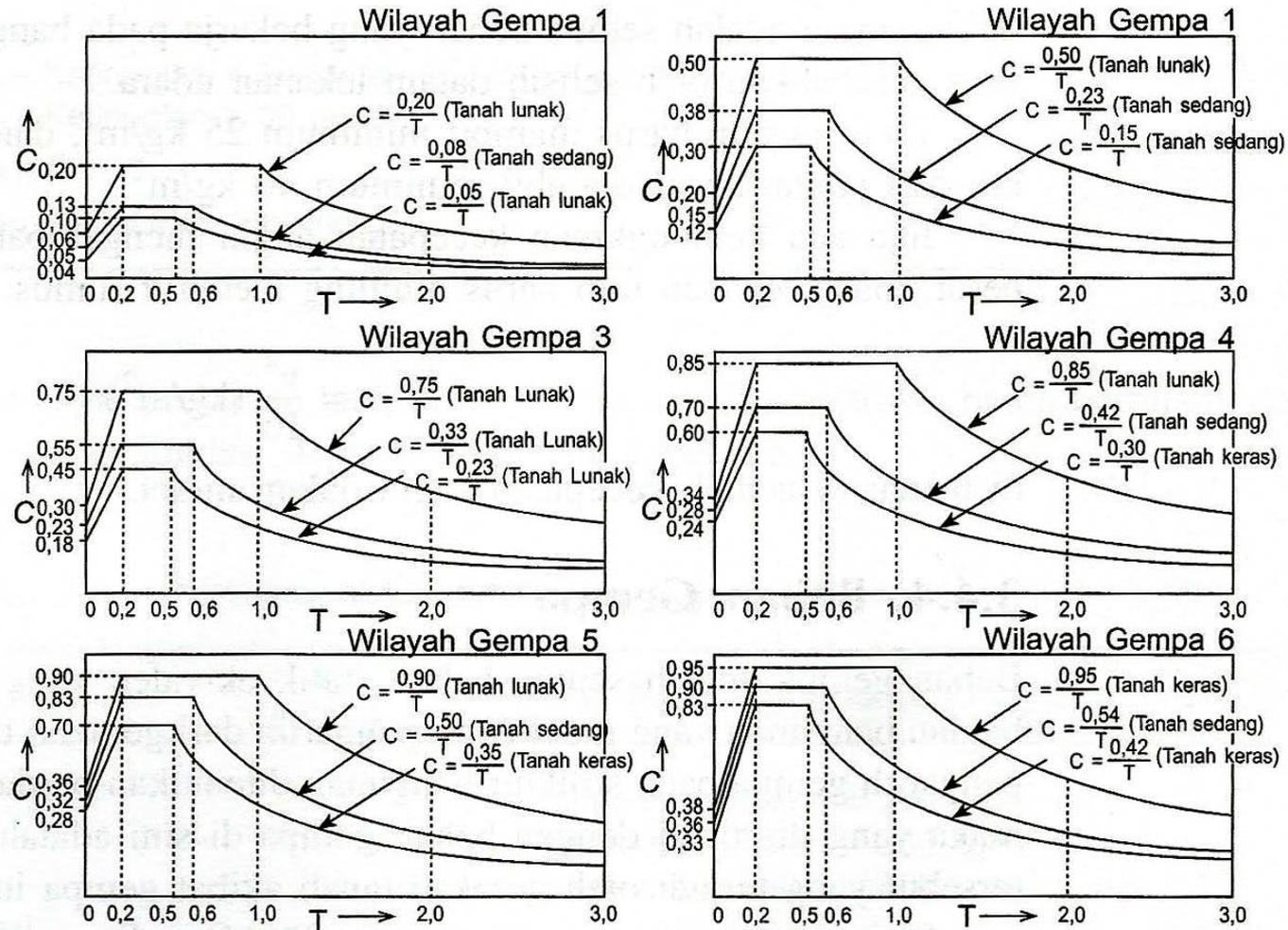
GAMBAR 3.4

Wilayah Gempa di Indonesia

- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA LATERAL (gempa)

Hal yang penting pada struktur bangunan tinggi adalah stabilitas dan kemampuannya untuk menahan gaya lateral (angin dan gempa). **Beban gempa lebih terkait pada massa bangunan.**



GAMBAR 3.5 Koefisien Gempa Dasar – C

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA LATERAL (gempa)

Hal yang penting pada struktur bangunan tinggi adalah stabilitas dan kemampuannya untuk menahan gaya lateral (angin dan gempa). ***Beban gempa lebih terkait pada massa bangunan.***

TABEL 3.5 Faktor Keutamaan – I

Jenis Gedung	I_1	I_2	I
Gedung Umum (hunian, niaga dan kantor)	1,0	1,0	1,0
Monumen dan bangunan monumental	1,0	1,6	1,6
Gedung Penting (Rumah Sakit, Instalasi Air Bersih, Pembangkit Tenaga Listrik, Pusat Penyelamatan Keadaan Darurat, Fasilitas Radio dan Televisi)	1,4	1,0	1,4
Gedung tempat penyimpanan bahan Berbahaya (gas, bahan bakar minyak, asam, dan bahan beracun)	1,6	1,0	1,6
Cerobong, Tangki, dan Menara	1,5	1,0	1,5

Catatan:

- I_1 adalah Faktor Keutamaan untuk menyesuaikan periode ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung.
- I_2 adalah Faktor Keutamaan untuk menyesuaikan periode ulang gempa dengan penyesuaian umur gedung tersebut.
- I adalah nilai yang dapat dikalikan 80% untuk bangunan gedung yang ijin penggunaannya diterbitkan sebelum berlakunya standar ini.

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA LATERAL (gempa)

TABEL 3.6. Faktor Daktilitas, Reduksi Gempa dan Tahanan Lebih Struktur

Sistem dan subsistem Struktur Gedung	Uraian Sistem Pemikul Beban Gempa	μ_m	R_m	f
Dinding Penumpu	Dinding geser beton bertulang	2,7	4,5	2,8
	Dinding dengan rangka baja ringan dan ' <i>bracing</i> ' tarik	1,8	2,8	2,2
Rangka	' <i>Bracing</i> ' memikul beban gravitasi	2,8	4,4	2,2
	- baja	2,8	4,4	2,2
	- beton bertulang (tidak untuk wilayah gempa 5 dan 6)	1,8	2,8	2,2
	Rangka ' <i>bracing</i> ' eksentris baja (RBE)	4,3	7,0	2,8
	Dinding geser beton bertulang	3,3	5,5	2,8
	Rangka ' <i>bracing</i> ' biasa:			
	- baja	3,6	5,6	2,2
	- beton bertulang (tidak untuk wilayah gempa 5 dan 6)	3,6	5,6	2,2
	Rangka ' <i>bracing</i> ' konsentris khusus			
	- baja	4,1	6,4	2,2
Rangka Pemikul Momen	Dinding geser beton bertulang:			
	- berangkai daktail	4,0	6,5	2,8
	- kantilever daktail penuh	3,6	6,0	2,8
	- kantilever daktail parsial	3,3	5,5	2,8
	Rangka pemikul momen khusus (SRPMK)			
	- baja	5,2	8,5	2,8
	- beton bertulang	5,2	8,5	2,8
Rangka pemikul momen menengah beton (SRPMM)	3,3	5,5	2,8	
Rangka pemikul momen biasa (SRPMB)	- baja	2,7	4,5	2,8
	- beton bertulang	2,1	3,5	2,8
	Rangka batang baja pemikul momen khusus (SRBPMK)	4,0	6,5	2,8

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

SISTEM PENAHAN GAYA LATERAL (gempa)

Sistem Ganda	Dinding geser			
	- Beton bertulang dengan SRPMK beton bertulang	5,2	8,5	2,8
	- beton bertulang dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
	- beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang	4,0	6,5	2,8
	RBE baja			
	- dengan SRPMK baja	5,2	8,5	2,8
	- dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
	Rangka 'bracing' biasa			
	- baja dengan SRPMK baja	4,0	6,5	2,8
	- baja dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
	- beton bertulang dengan SRPMK beton bertulang (tidak untuk wilayah gempa 5 dan 6)	4,0	6,5	2,8
	- beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang (tidak untuk wilayah gempa 5 dan 6)	2,6	4,2	2,8
	Rangka 'bracing' konsentris khusus			
	- baja dengan SRPMK baja	4,6	7,5	2,8
	- baja dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
Struktur Kolom Kantilever	Sistem struktur kolom kantilever	1,4	2,2	2,0
Interaksi Dinding Geser dengan Rangka	Beton bertulang biasa (tidak untuk wilayah gempa 3, 4, 5, dan 6)	3,4	5,5	2,8
Subsistem Tunggal	Rangka terbuka baja	5,2	8,5	2,8
	Rangka terbuka beton bertulang	5,2	8,5	2,8
	Rangka beton bertulang dengan balok pratekan (d disesuaikan dengan indeks baja total)	3,3	5,5	2,8
	Dinding geser beton bertulang berangkai daktail penuh	4,0	6,5	2,8
	Dinding geser beton bertulang kantilever daktail parsial	3,3	5,5	2,8

- *Sistem*
- *Struktur*
- *Bangunan*

KETENTUAN RANCANGAN STRUKTUR

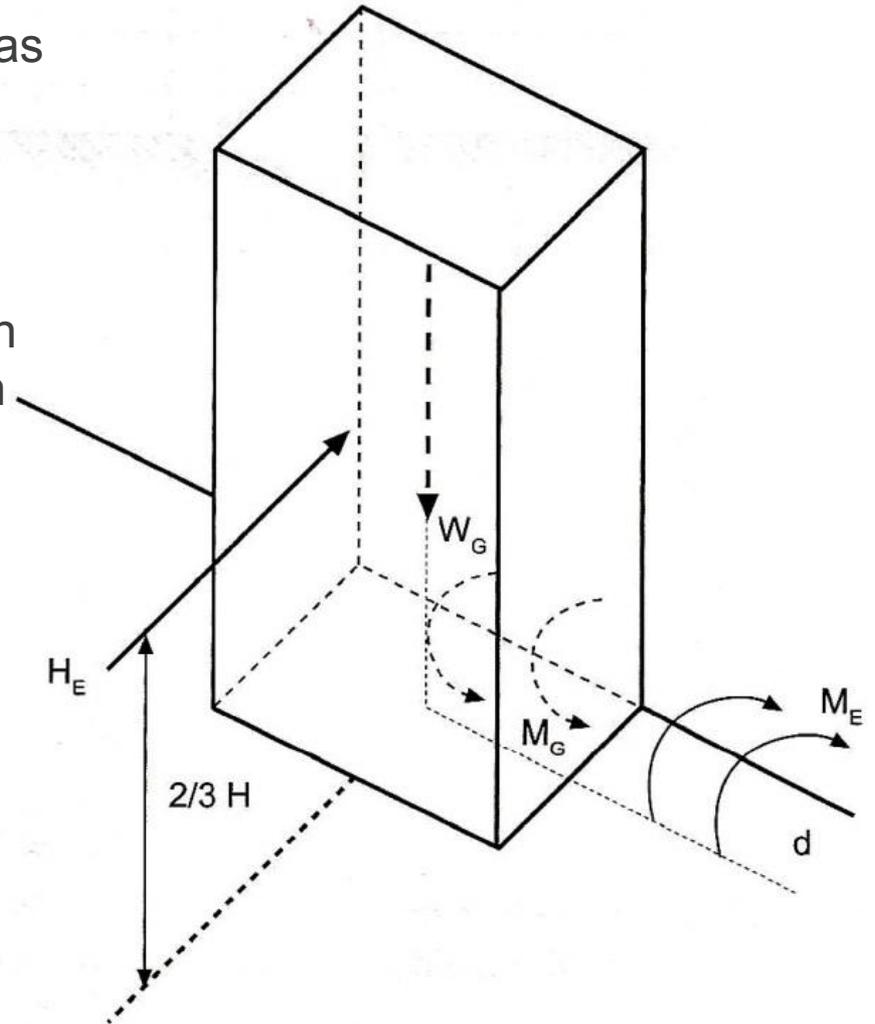
■ *Tinggi*
STABILITAS BANGUNAN

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

KETENTUAN RANCANGAN STRUKTUR

STABILITAS BANGUNAN

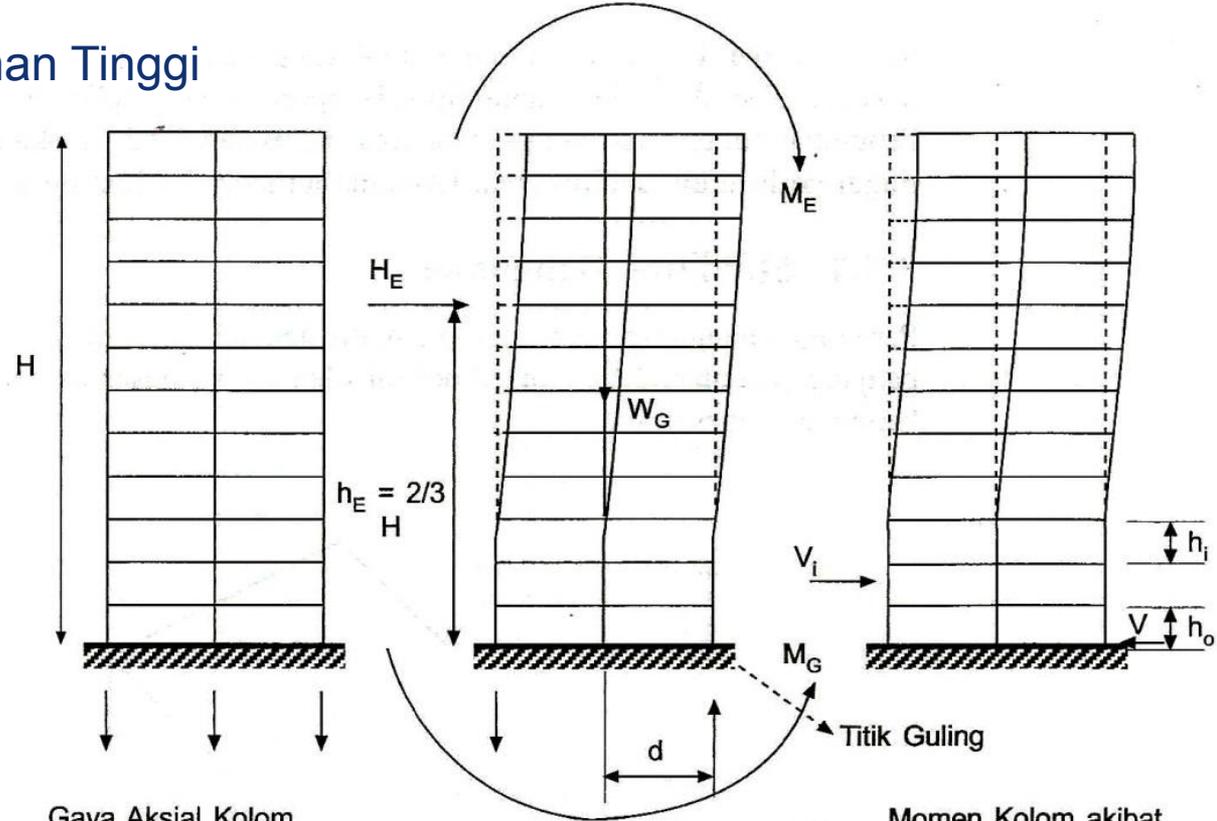
Aspek perancangan arsitektural, meliputi penentuan luas lantai dasar dan luas lantai tipikal, serta telah diuji kesesuaiannya dengan kebutuhan fungsional, batasan tata kota (KDB dan KLB). Maka pertama-tama bangunan tinggi perlu diuji stabilitasnya, terutama terhadap gempa.



■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

**KETENTUAN
RANCANGAN
STRUKTUR**

**STABILITAS
BANGUNAN
(berat sendiri)**



Gaya Aksial Kolom akibat Beban Mati (BM) ditambah Beban Hidup (BH)

Gaya Aksial Kolom akibat Momen Guling Gempa

Momen Kolom akibat Gaya Geser Gempa Tingkat:

$H_E =$ Resultan Gaya Gempa Tingkat
 $= V = C I K W_t$

$h_E = 2/3$ untuk Bangunan Berbentuk Prismatik

$M_E =$ Momen Guling Gempa
 $= H_E \times h_E$

$M_G =$ Momen Penahan Guling
 $= W_G \times d$

Kolom Lantai Dasar = $V \times h_o$

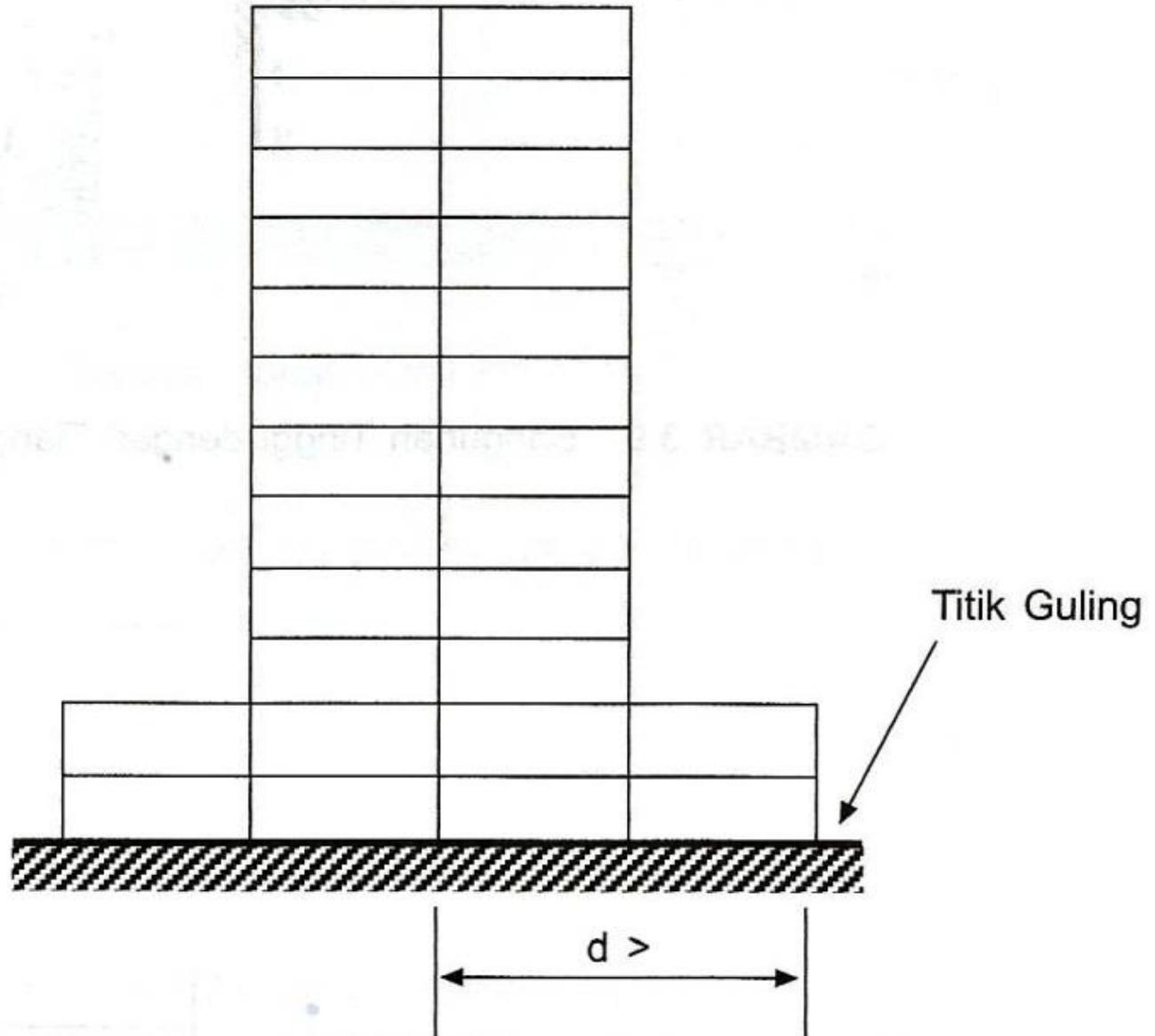
Kolom Lantai Tingkat = $V_1 \times 1/2 h_i$

Gaya Geser per Portal dibagi ke Kolom-kolom Sesuai Kekakuannya

- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

**KETENTUAN
RANCANGAN
STRUKTUR**

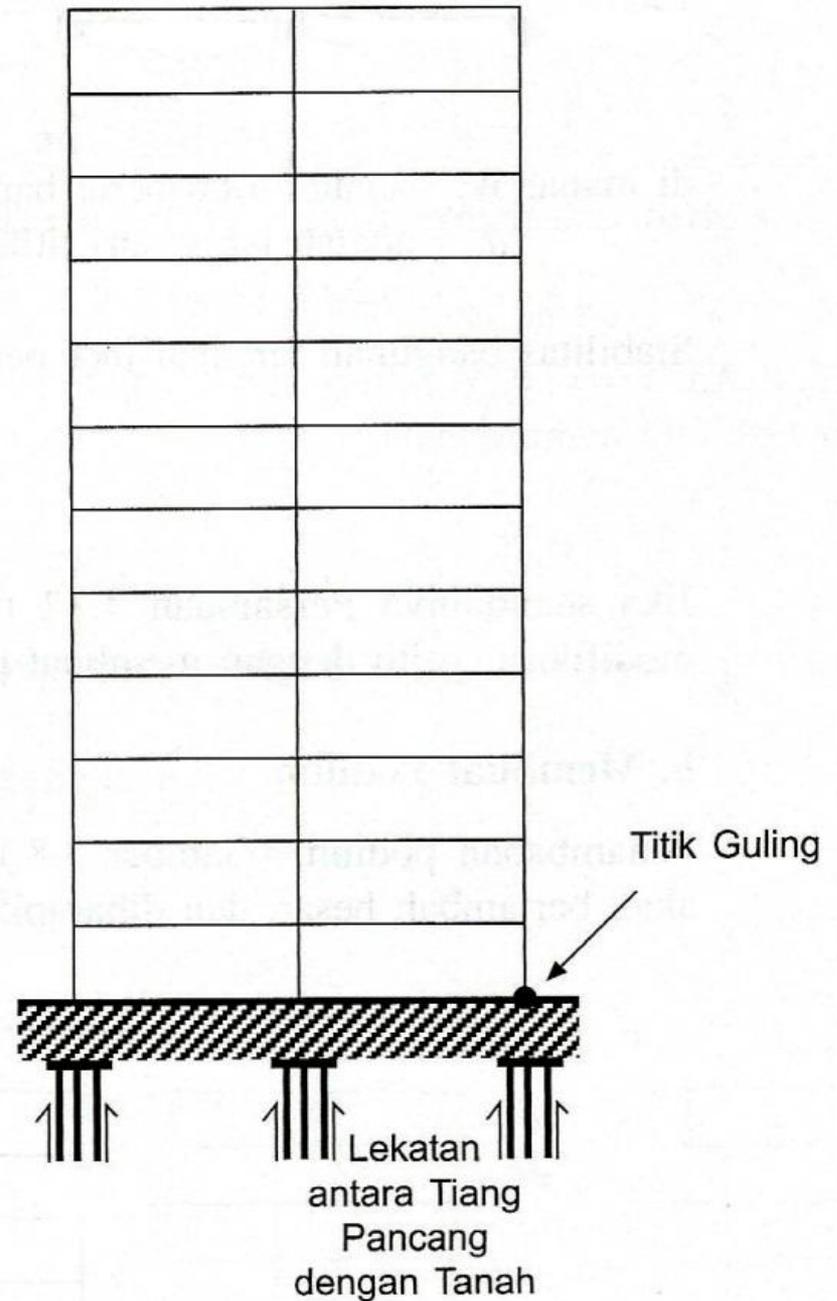
**STABILITAS
BANGUNAN
(dengan
membuat
podium)**



- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

KETENTUAN RANCANGAN STRUKTUR

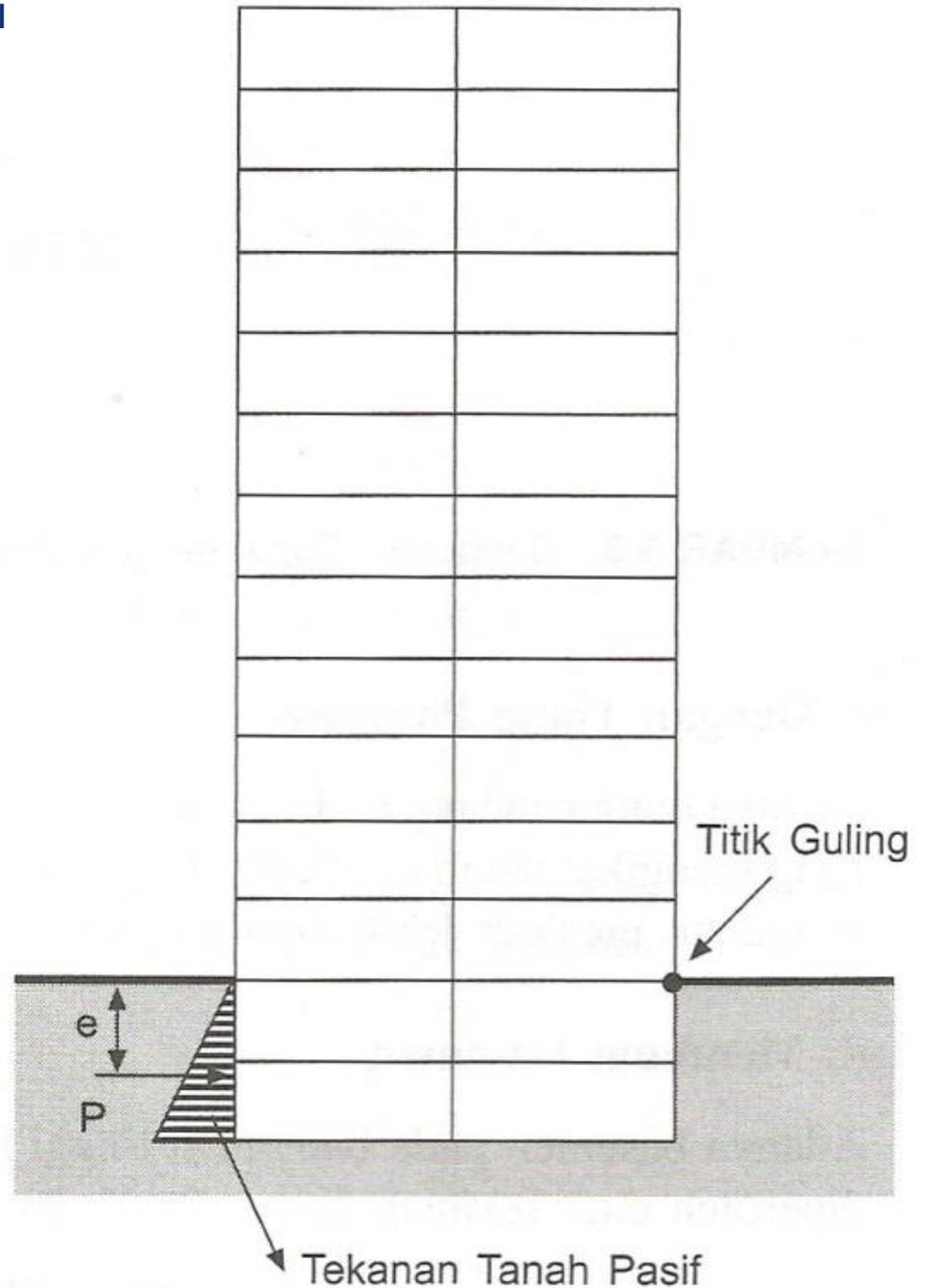
STABILITAS BANGUNAN (dengan tiang pancang)



- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

KETENTUAN RANCANGAN STRUKTUR

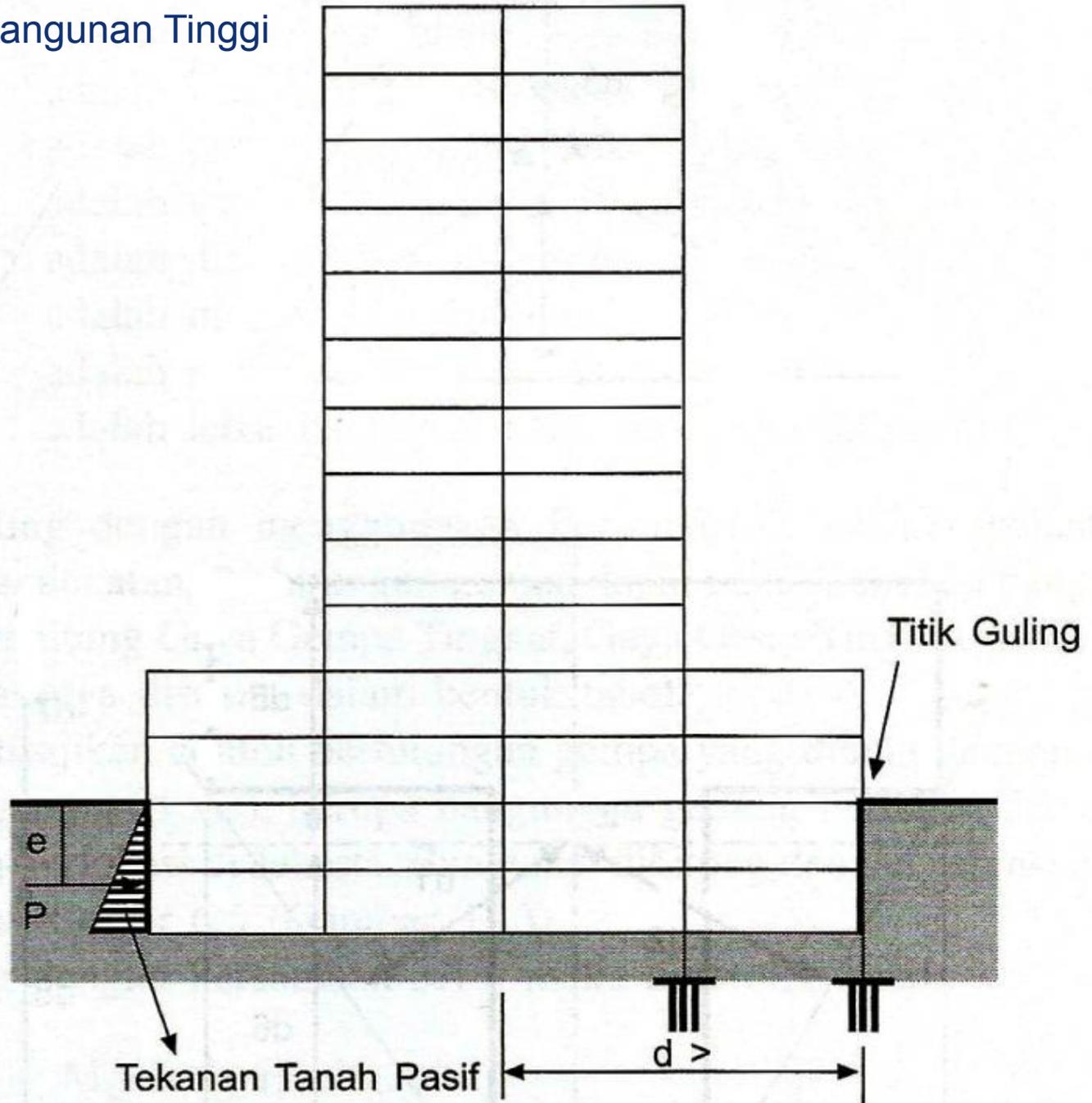
STABILITAS BANGUNAN (dengan membuat basemen)



- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

KETENTUAN RANCANGAN STRUKTUR

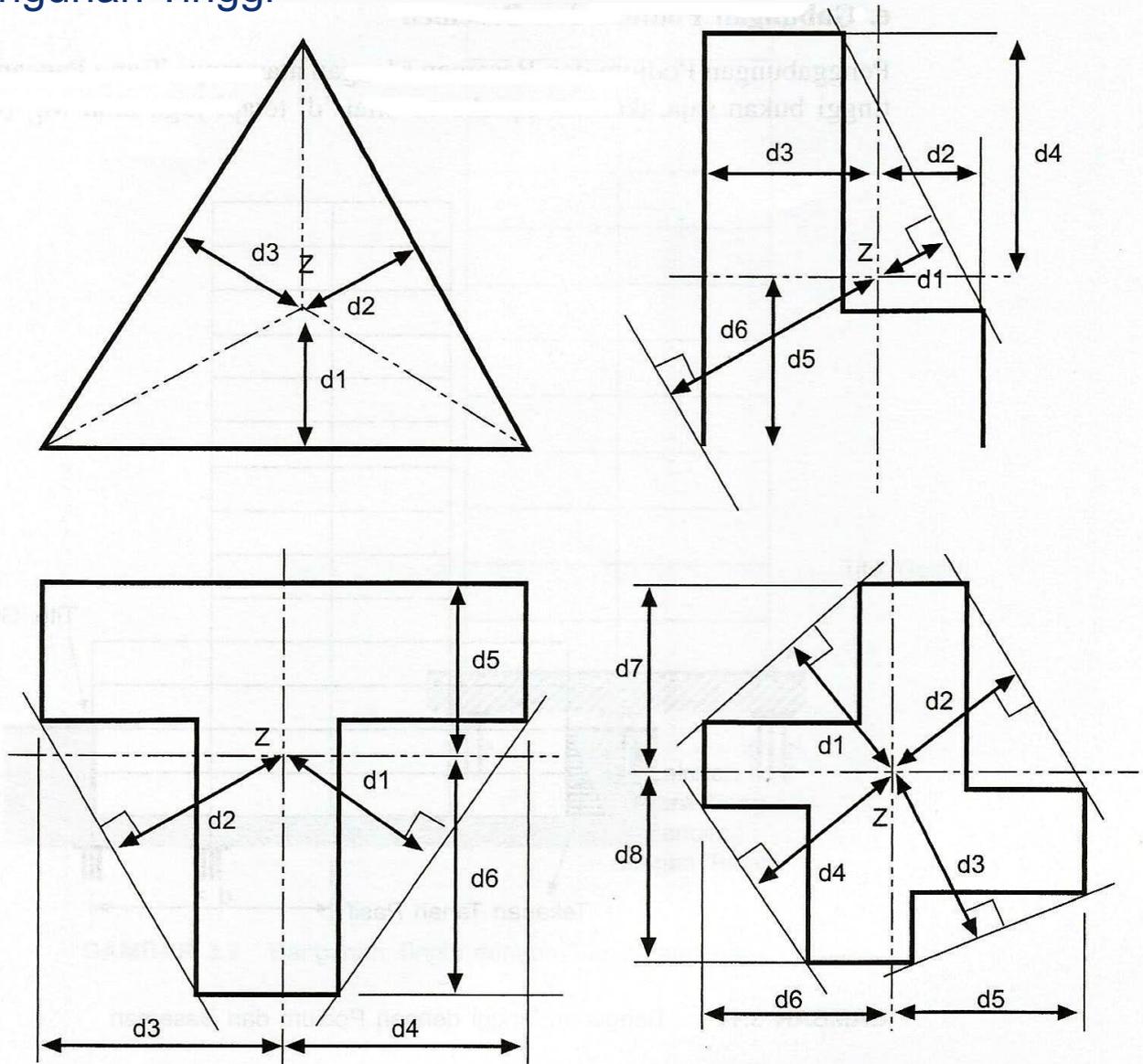
**STABILITAS
BANGUNAN
(dengan
membuat
gabungan
podium dan
basemen)**



■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

KETENTUAN RANCANGAN STRUKTUR

STABILITAS BANGUNAN (dengan pendekatan denah tipikal)



GAMBAR 3.12

Kemungkinan Guling pada Bangunan Tinggi dengan Denah Bukan Empat Persegi Panjang

KETENTUAN RANCANGAN STRUKTUR

**PERKIRAAN DIMENSI STRUKTUR
(elemen/ subsistem struktur horisontal)**

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

**KETENTUAN
RANCANGAN
STRUKTUR**

**PERKIRAAN
DIMENSI
STRUKTUR
(elemen/
subsistem
struktur
horizontal)**

Tingkat	Massa W_i (kg)	Tg. Lantai h_i (m)	$W_i \times h_i$	Gaya Gempa Tingkat - F_i (kg)	M. Tumbang ($M_a = F_i \times h_i$) (kgm)	Gaya Geser Tingkat - V_i (kg)	M. Tumbang Tingkat - M_i (kgm)
Lt. Atap	236.250	86	20.317.500	34.817			0
Lt. 20	255.150	82	20.922.300	35.853	2.939.942	34.817	1.003.801
Lt. 19	255.150	78	19.901.700	34.104	2.660.115	70.670	2.007.603
Lt. 18	255.150	74	18.881.100	32.355	2.394.278	104.774	3.011.404
Lt. 17	255.150	70	17.860.500	30.606	2.142.433	137.129	4.015.206
Lt. 16	255.150	66	16.839.900	28.857	1.904.579	167.735	5.019.007
Lt. 15	255.150	62	15.819.300	27.108	1.680.717	196.592	5.022.809
Lt. 14	255.150	58	14.798.700	25.359	1.470.846	223.700	7.026.610
Lt. 13	255.150	54	13.778.100	23.610	1.274.966	249.060	8.030.412
Lt. 12	255.150	50	12.754.500	21.862	1.093.078	272.670	9.034.213
Lt. 11	255.150	46	11.736.900	20.113	925.181	294.532	10.038.015
Lt. 10	255.150	42	10.716.300	18.364	771.276	314.645	11.041.816
Lt. 9	255.150	38	9.695.700	16.615	631.362	333.008	12.045.617
Lt. 8	255.150	34	8.675.100	14.866	505.439	349.623	13.049.419
Lt. 7	255.150	30	7.654.500	13.117	393.508	364.489	14.053.220
Lt. 6	255.150	26	6.633.900	11.368	295.568	377.605	15.057.022
Lt. 5	255.150	22	5.613.300	9.619	211.620	388.974	16.060.823
Lt. 4	255.150	18	4.592.700	7.870	141.663	398.593	17.064.625
Lt. 3	255.150	14	3.572.100	6.121	85.697	406.463	18.068.426
Lt. 2	255.150	10	2.551.500	4.372	43.723	412.584	19.072.220
Lt. 1	255.150	6	1.530.900	2.623	15.740	416.957	20.076.029
Lt. Dasar	255.150	0	0	0	0	419.580	21.581.731
Jumlah	5.594.400		244.849.500	419.580	21.581.731		

GAMBAR 3.13 Contoh Hasil Perhitungan Gempa

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

KETENTUAN RANCANGAN STRUKTUR

PERKIRAAN DIMENSI STRUKTUR (elemen/ subsistem struktur horisontal)

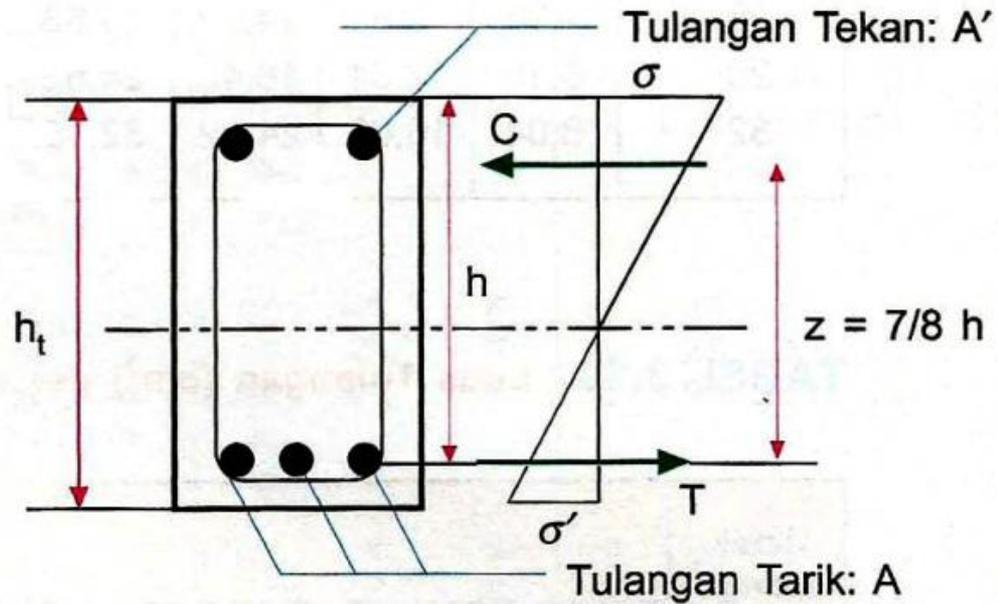
TABEL 3.7 Dimensi Perkiraan Nisbah Tinggi Elemen Struktur Horizontal dengan Bentangan

Jenis Elemen Struktur	Rata-rata	Maksimum	Bentang Tipikal (m)
Beton Bertulang:			
- Pelat masif	28	32	3 – 8
- Pelat dua arah	30	36	7 – 12
- Pelat wafel	20	24	10 – 14
- Rusuk	22	26	8 – 15
- Balok anak	16	20	5 – 14
- Balok induk	12	16	7 – 20
- Balok tertekuk (tidak lurus)	24	30	14 – 28
- Balok busur			
tinggi lengkungan	8	12	20 – 50
tinggi balok	30	40	
Baja:			
- Pelat dan Balok – I	18	24	5 – 20
- Rangka Batang Bidang	14	20	14 – 35
- Balok tertekuk (tidak lurus)	30	40	17 – 40
- Balok busur			
tinggi lengkungan	8	16	27 – 68
tinggi balok	40	50	
Beton Pra-Tegang:			
- Pelat masif	40	44	7 – 12
- Pelat dua arah	44	48	12 – 15
- Pelat wafel	28	32	12 – 24
- Pelat berongga	36	40	10 – 20
- Rusuk	32	36	14 – 20
- Balok anak	24	28	10 – 28
- Balok induk	20	24	14 – 30

- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

KETENTUAN RANCANGAN STRUKTUR

PERKIRAAN DIMENSI STRUKTUR (elemen/ subsistem struktur horizontal)

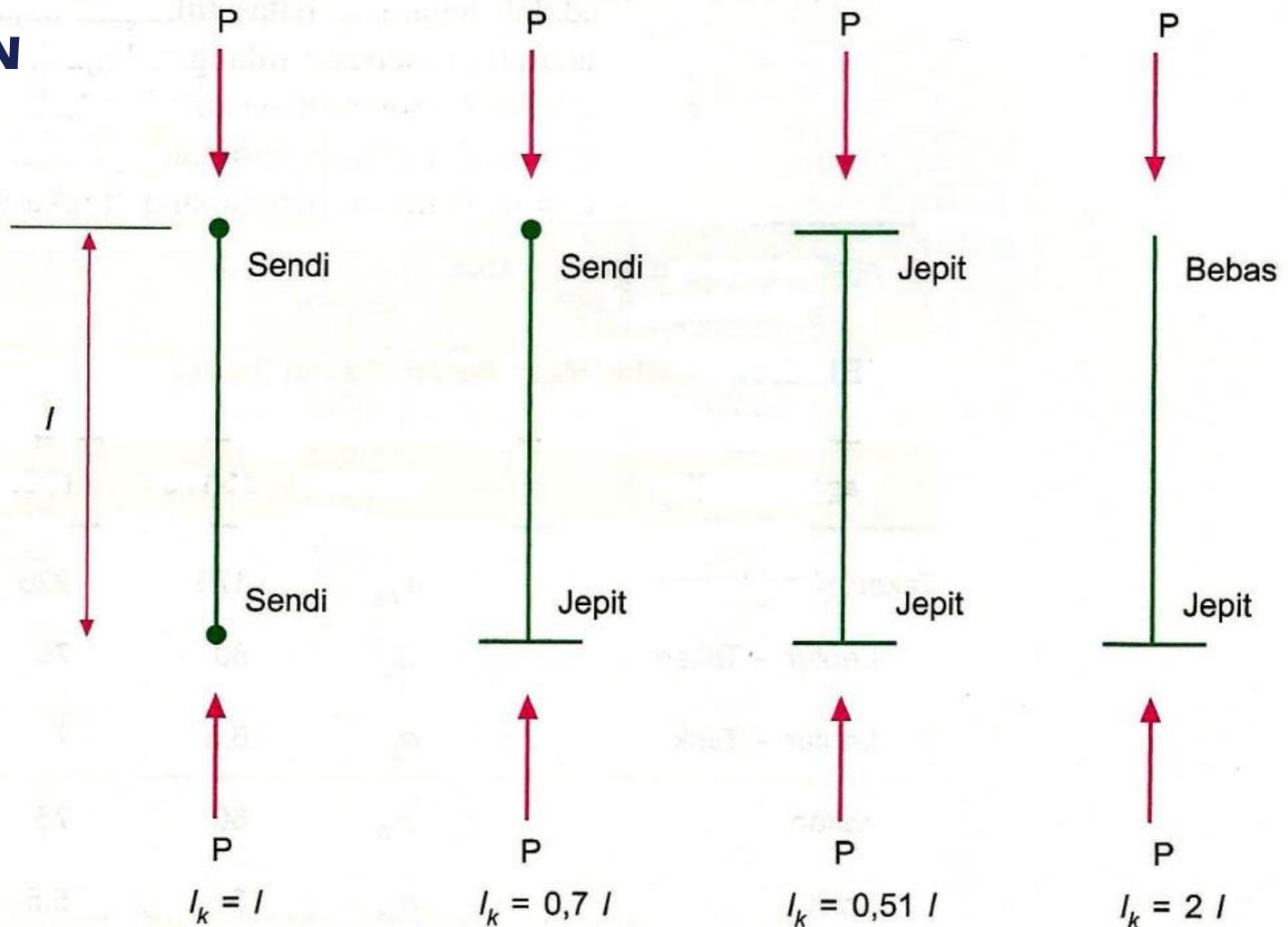


GAMBAR 3.14 Penampang Balok Segi Empat dengan Diagram Distribusi Tegangan

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

KETENTUAN RANCANGAN STRUKTUR

PERKIRAAN DIMENSI STRUKTUR (elemen/ subsistem struktur vertikal)

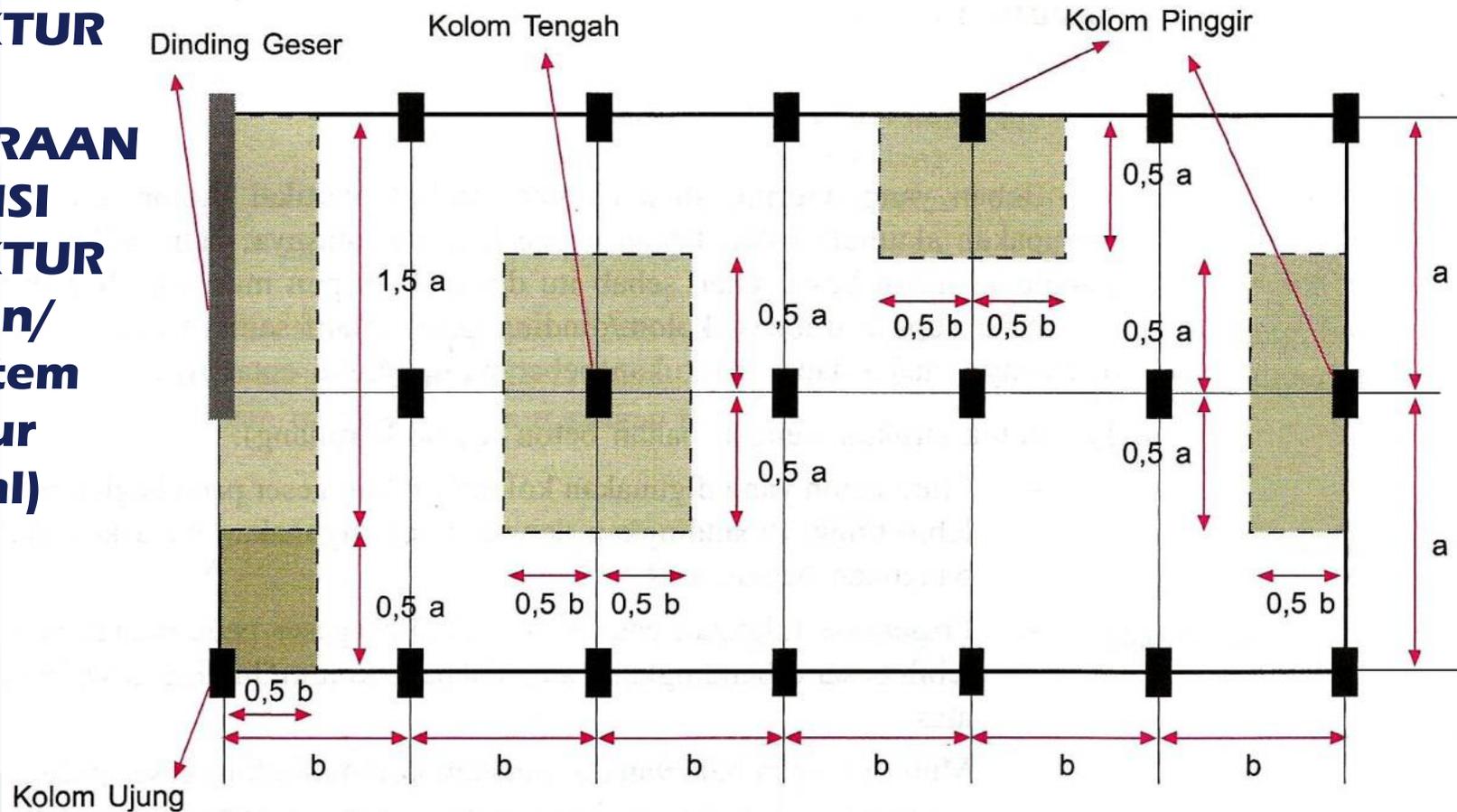


GAMBAR 3.15 Panjang Tekuk

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

KETENTUAN RANCANGAN STRUKTUR

PERKIRAAN DIMENSI STRUKTUR (elemen/ subsistem struktur vertikal)

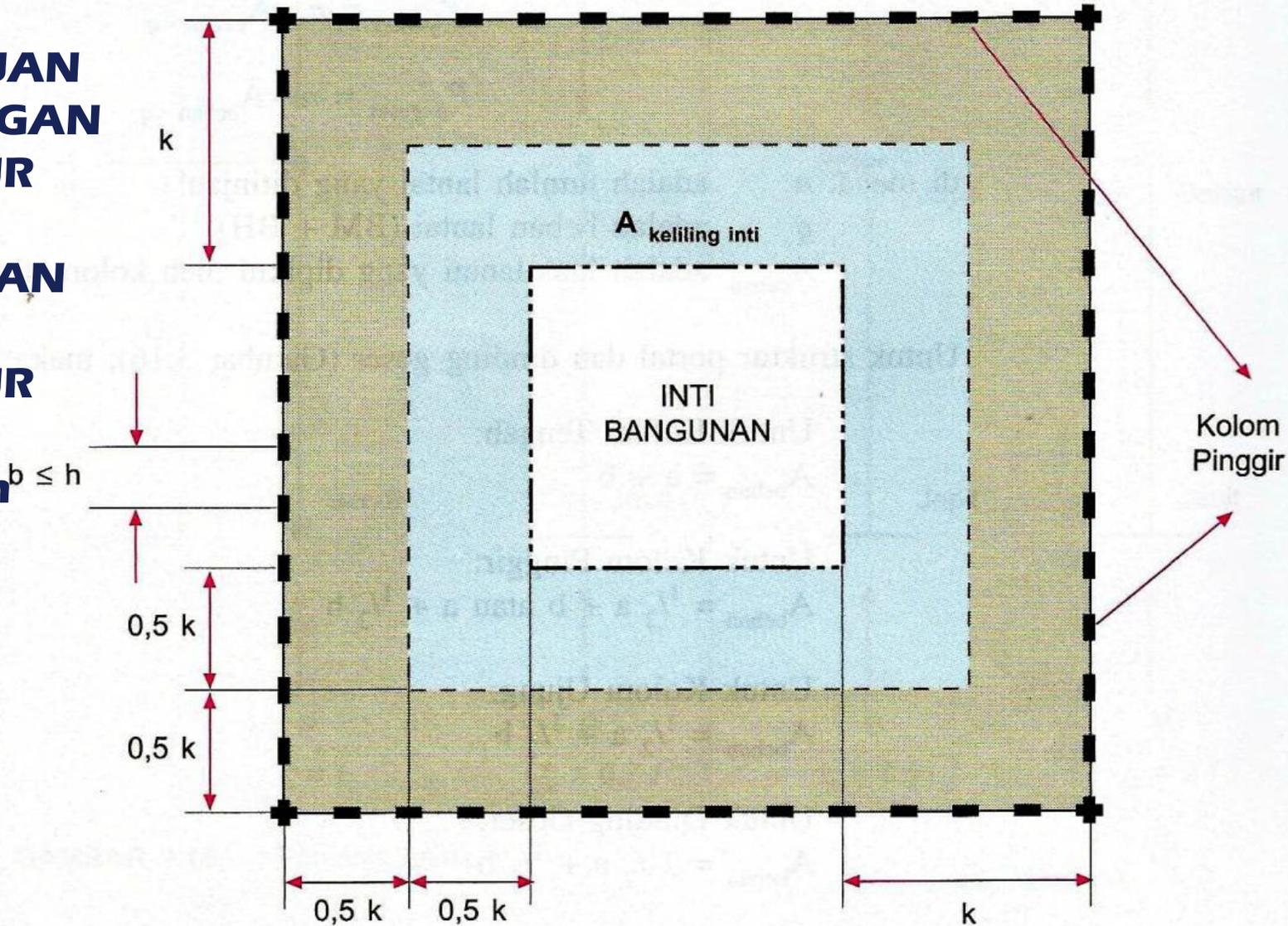


GAMBAR 3.16 Luas Lantai yang Dipikul Kolom

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

KETENTUAN RANCANGAN STRUKTUR

PERKIRAAN DIMENSI STRUKTUR (elemen/ subsistem struktur vertikal)

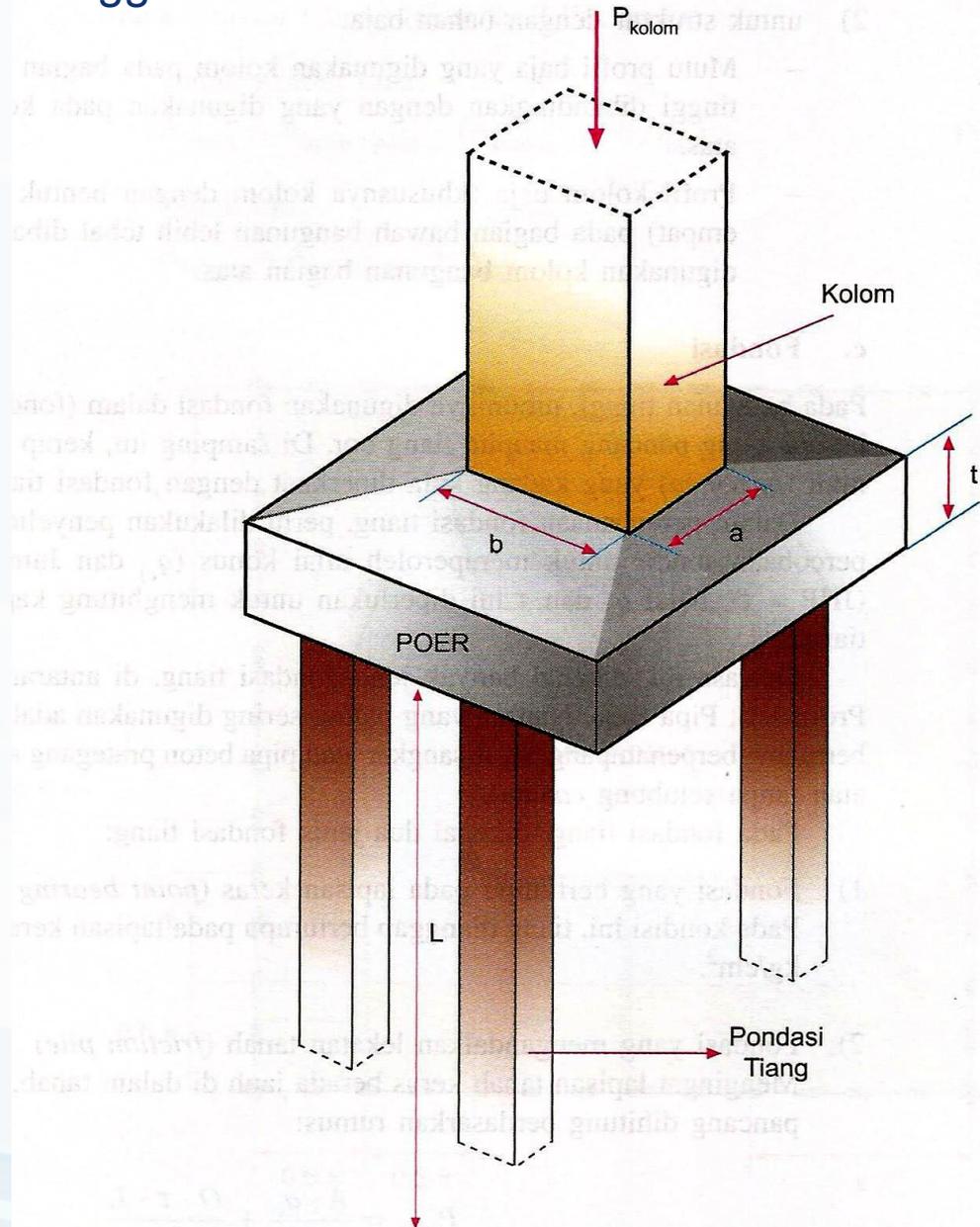


GAMBAR 3.17 Luas Lantai yang Dipikul Kolom Pinggir

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

KETENTUAN RANCANGAN STRUKTUR

PERKIRAAN DIMENSI STRUKTUR (Pondasi)

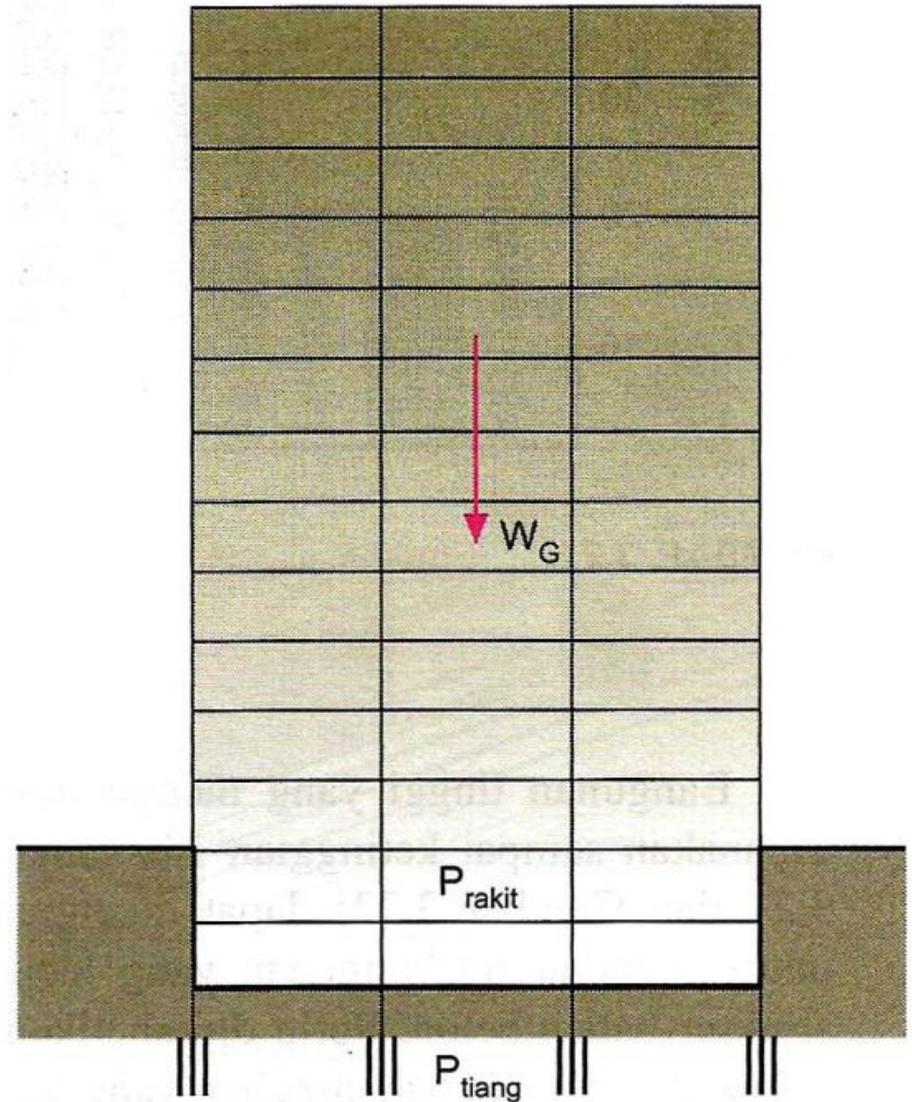


GAMBAR 3.18 Fondasi Tiang dan 'Poer'

- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

**KETENTUAN
RANCANGAN
STRUKTUR**

**PERKIRAAN
DIMENSI
STRUKTUR
(Pondasi)**

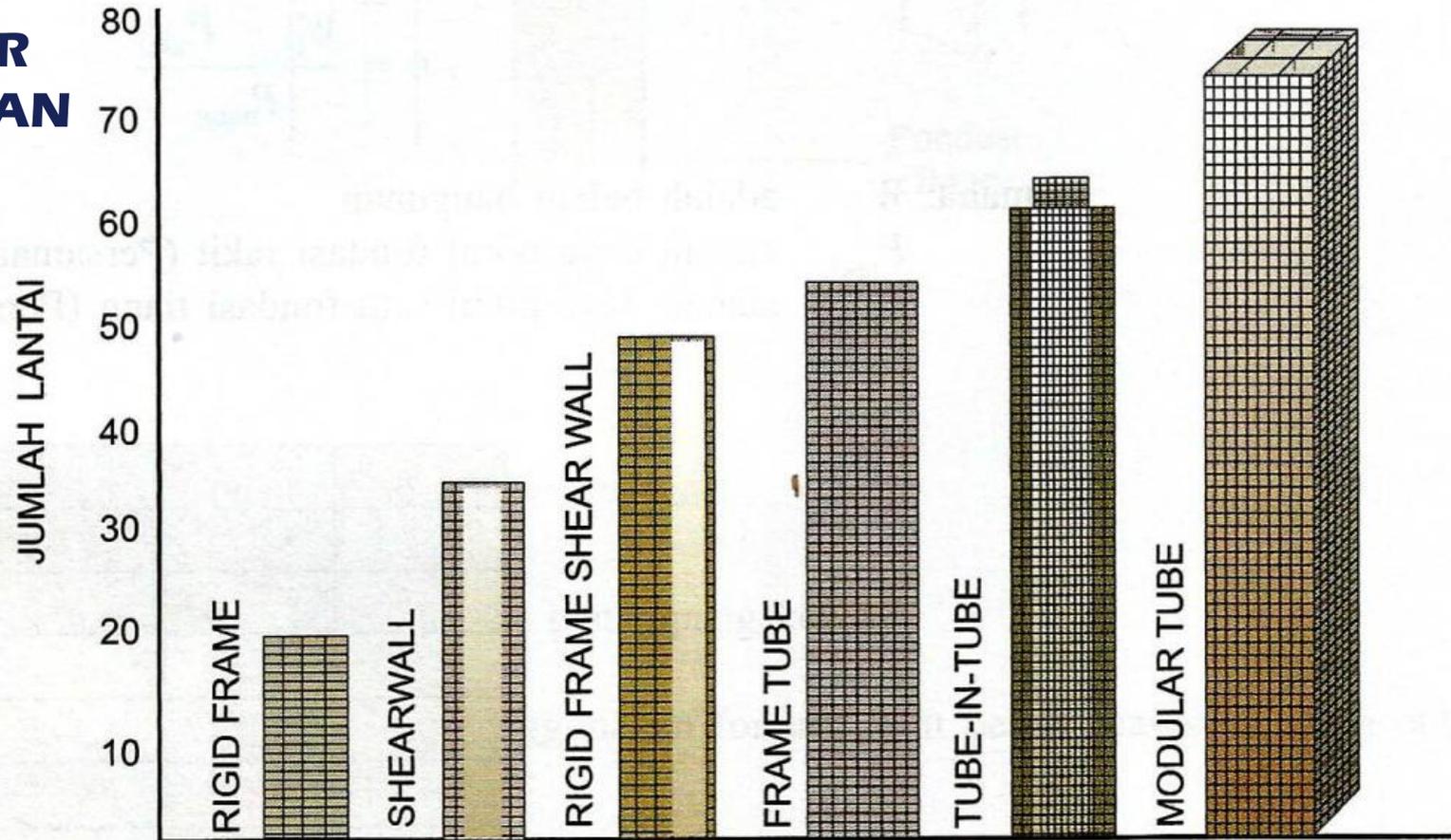


Fondasi Rakit dan Tiang

- Sistem Struktur Bangunan Tinggi

APLIKASI STRUKTUR BANGUNAN TINGGI

BAHAN BETON

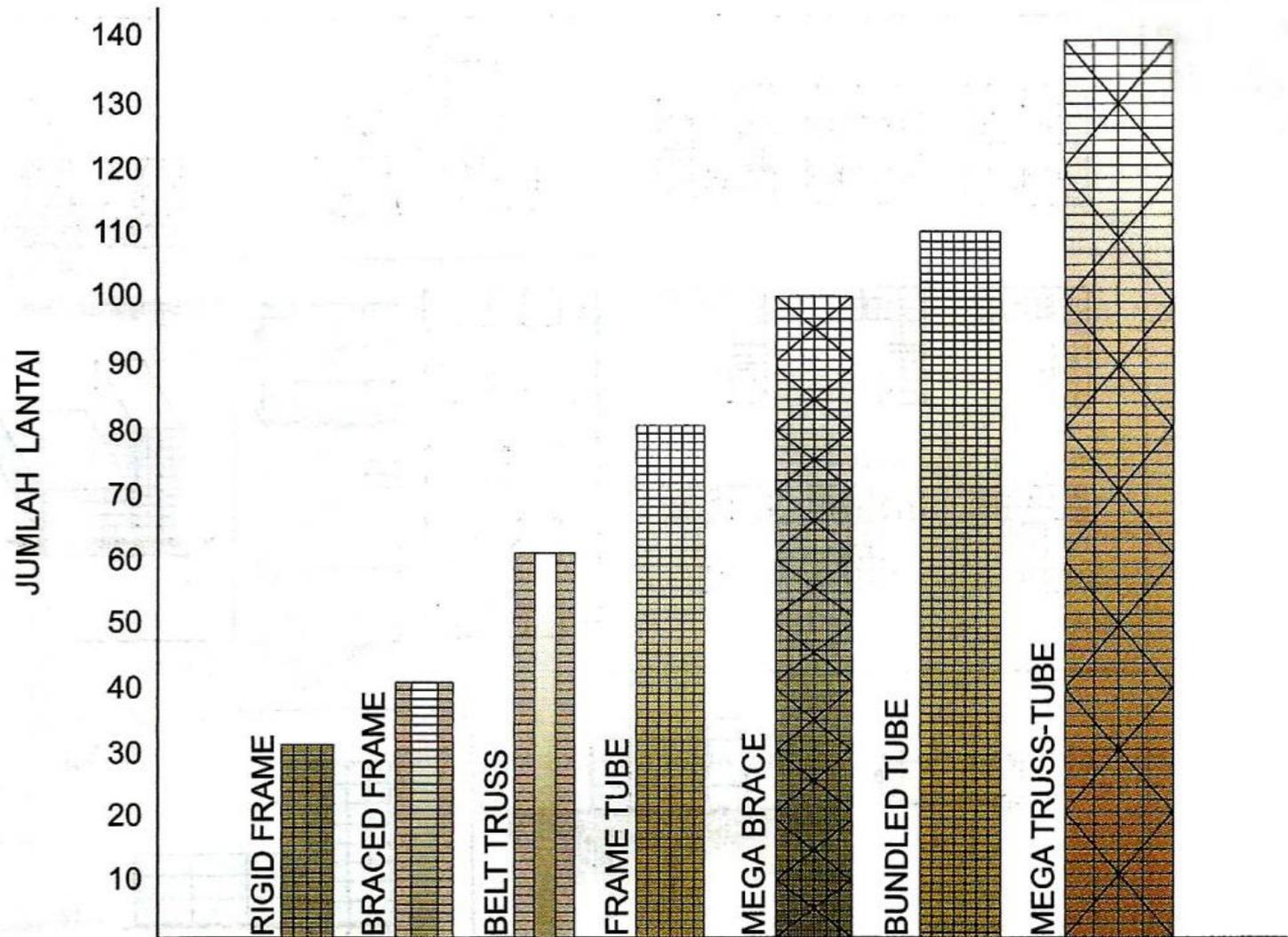


GAMBAR 3.21 Struktur dengan Bahan Beton

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

APLIKASI STRUKTUR BANGUNAN TINGGI

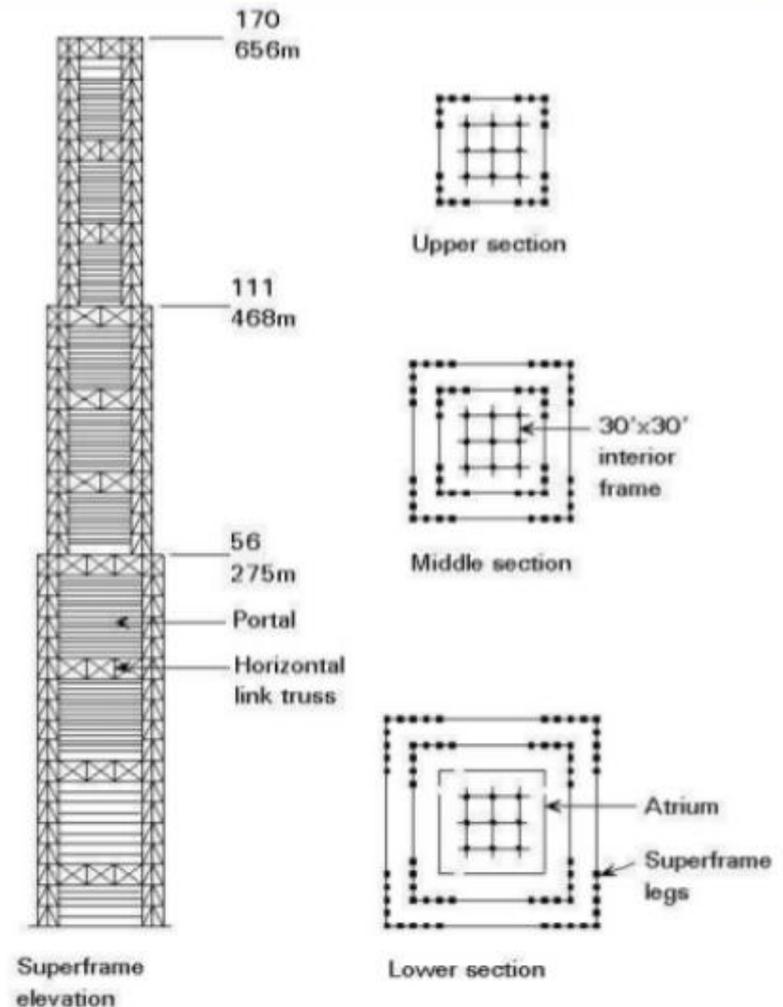
BAHAN BAJA



GAMBAR 3.22 Struktur dengan Bahan Baja

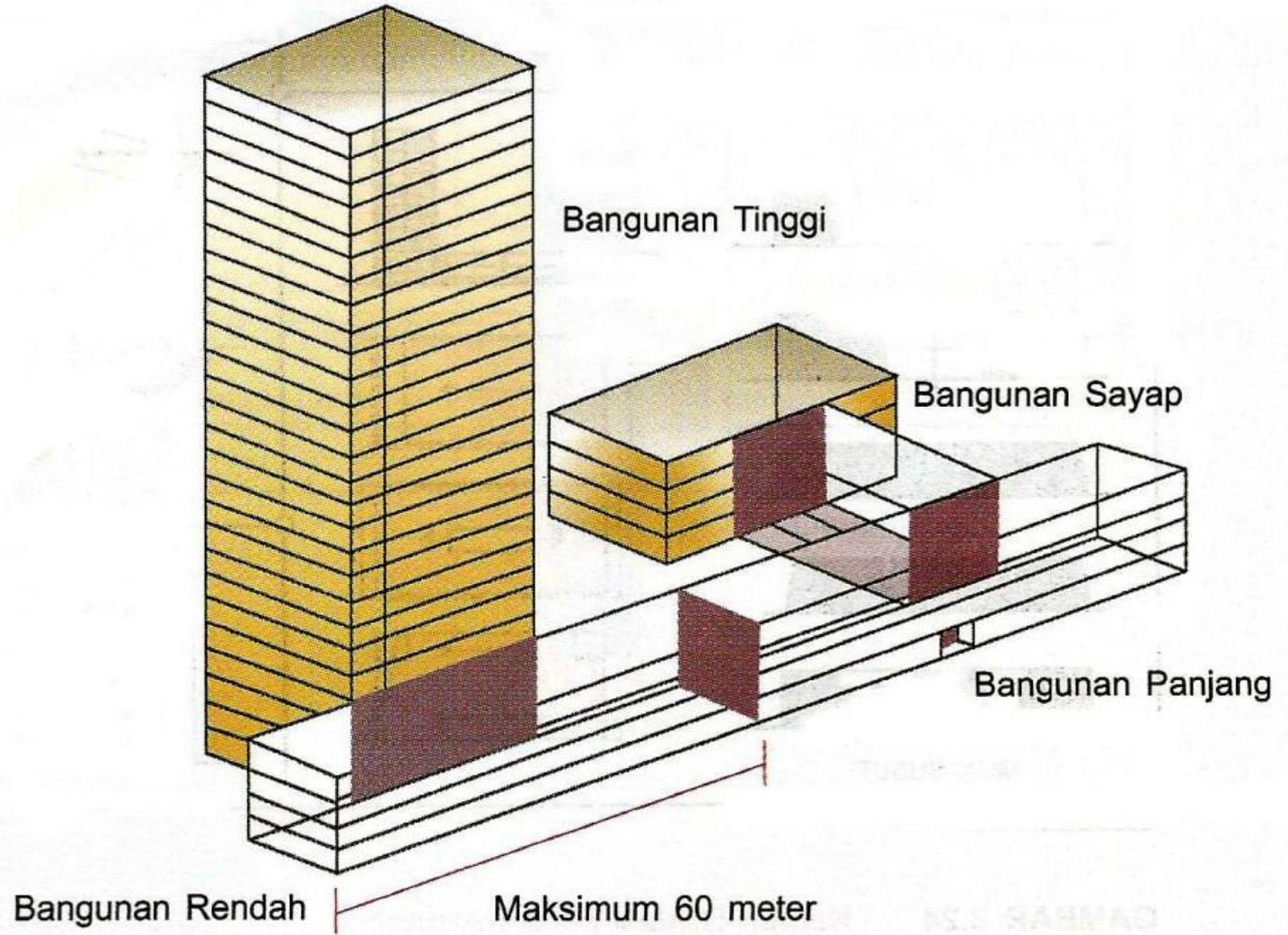
5) Super frame structures

- Superframe structures can create ultra high-rise buildings upto 160 floors.
- Superframes or Megaframes assume the form of a portal which is provided on the exterior of a building.
- The frames resist all wind forces as an exterior tubular structure. The portal frame of the Superframe is composed of vertical legs in each corner of the building which are linked by horizontal elements at about every 12 to 14 floors.
- Since the vertical elements are concentrated in the corner areas of the building, maximum efficiency is obtained for resisting wind forces.



■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

DILATASI

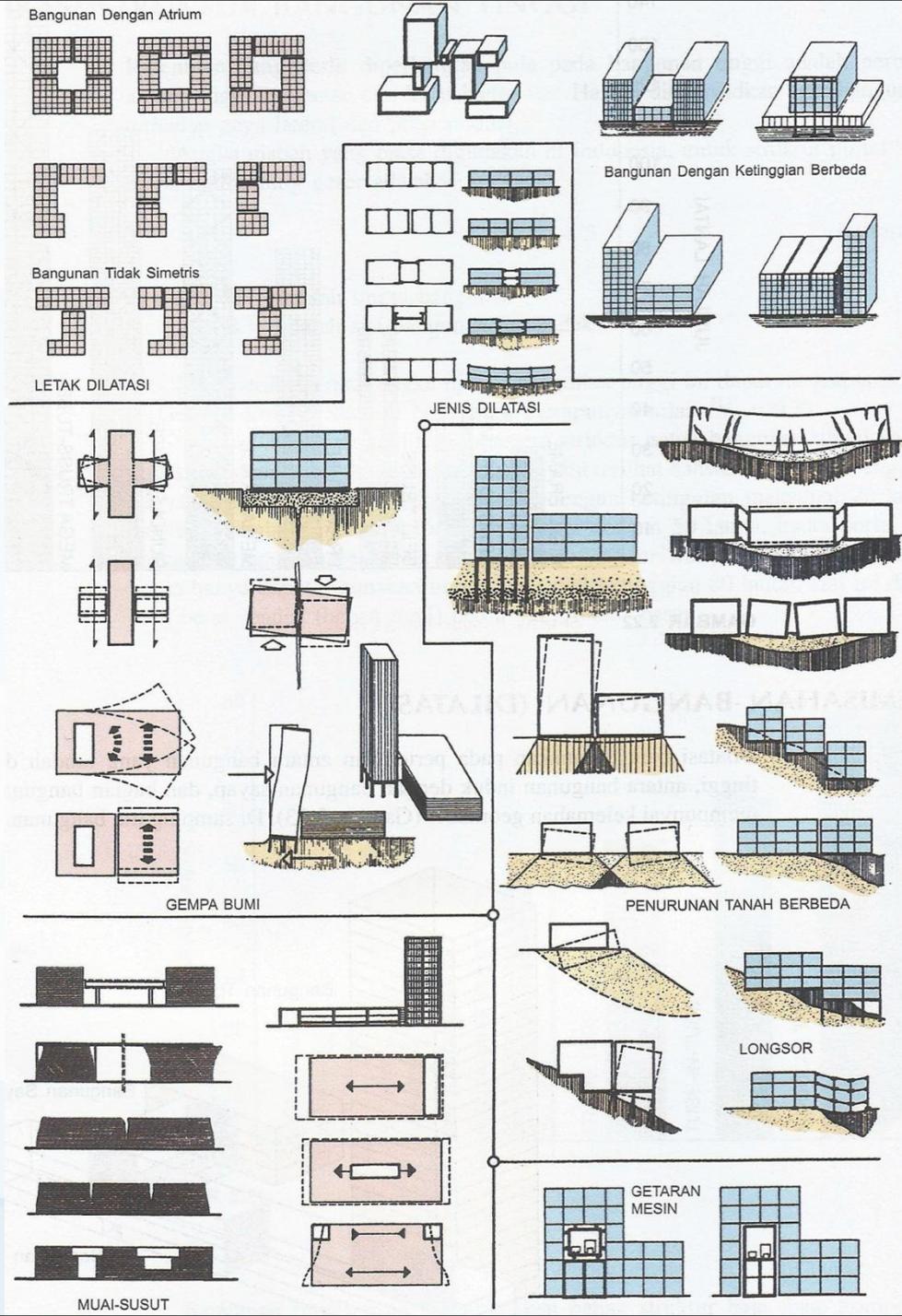


Catatan: Bidang gelap merupakan dilatasi

Pemisahan Bangunan

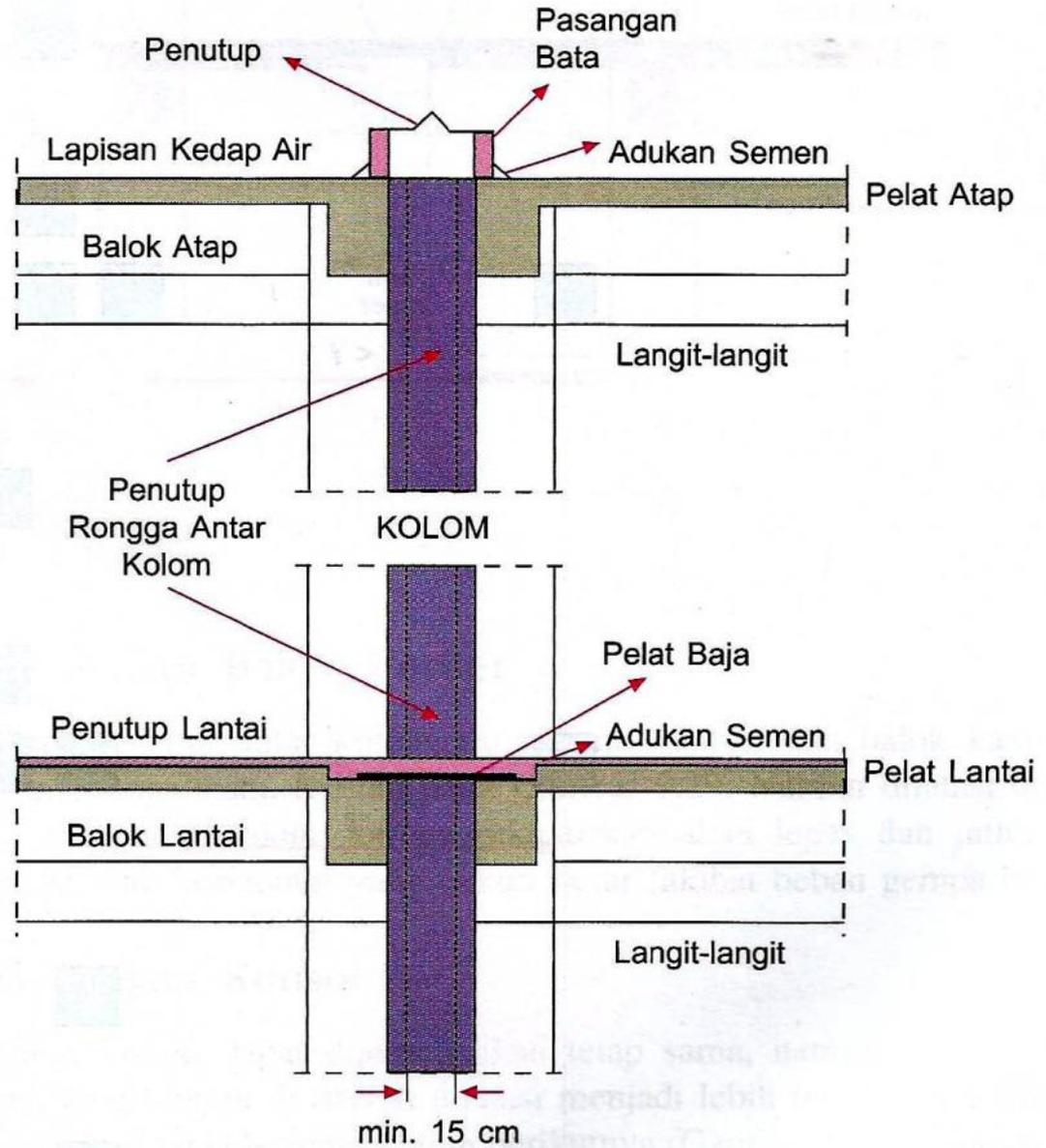
- Sistem Struktur
- Bangunan Tinggi

DILATASI



■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

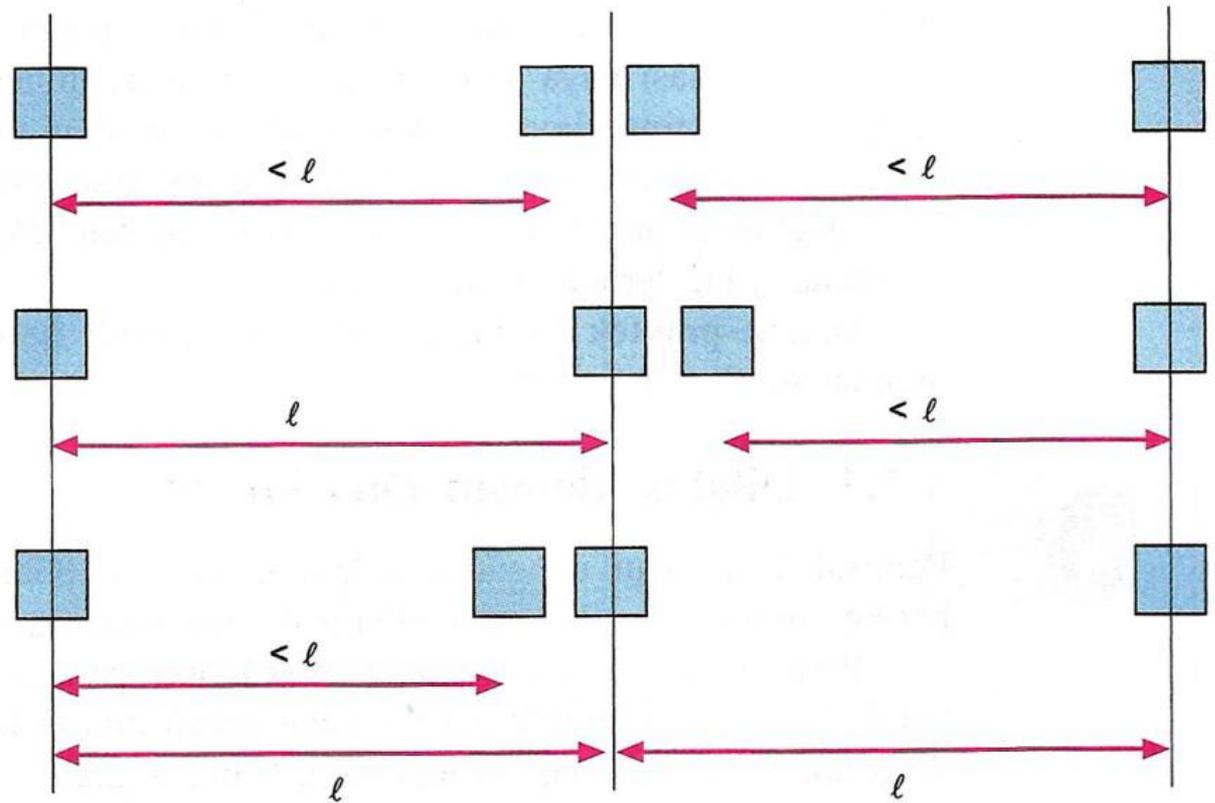
DILATASI



Dilatasi dengan Dua Kolom

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

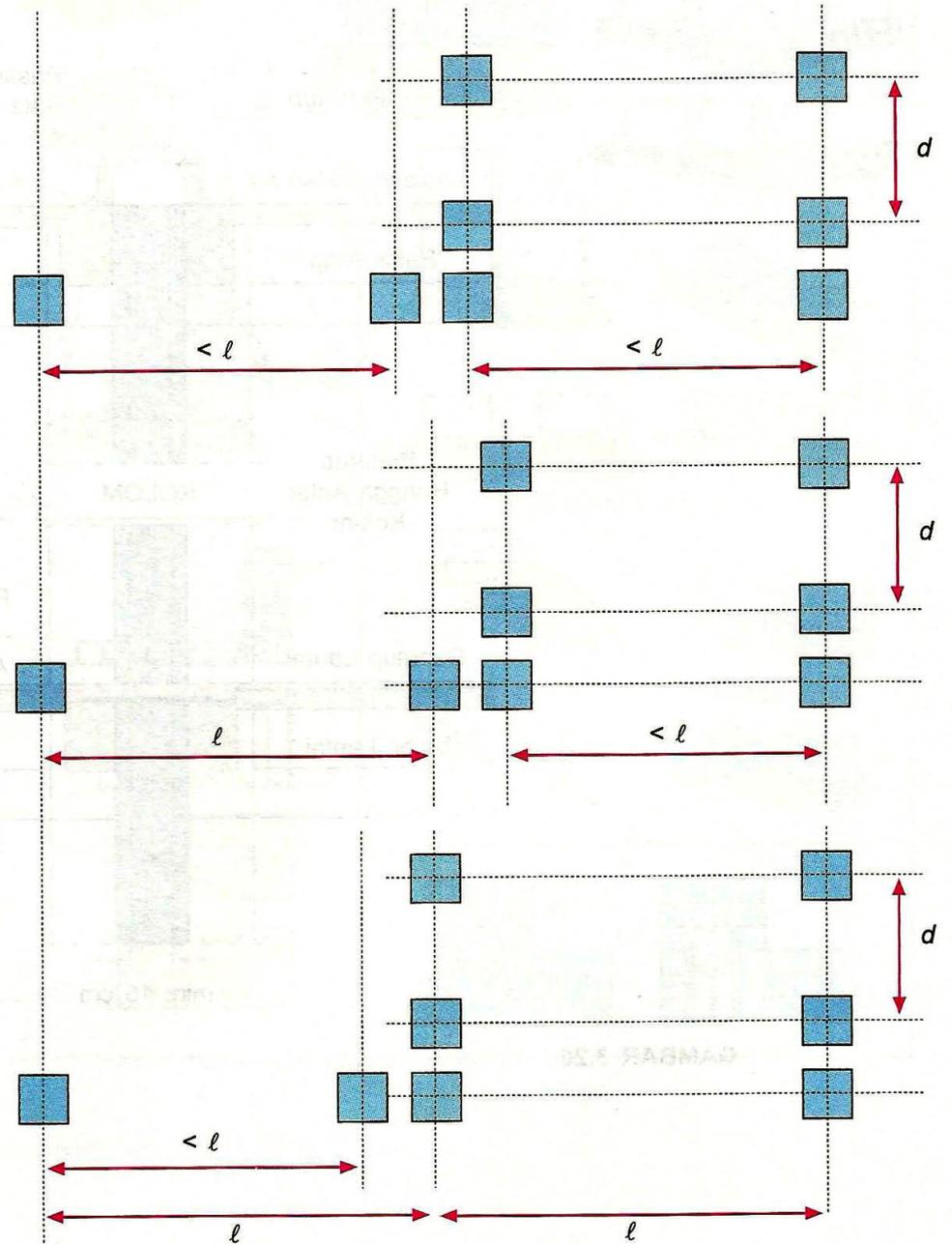
DILATASI



GAMBAR 3.26 Alternatif Dilatasi dengan Dua Kolom

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

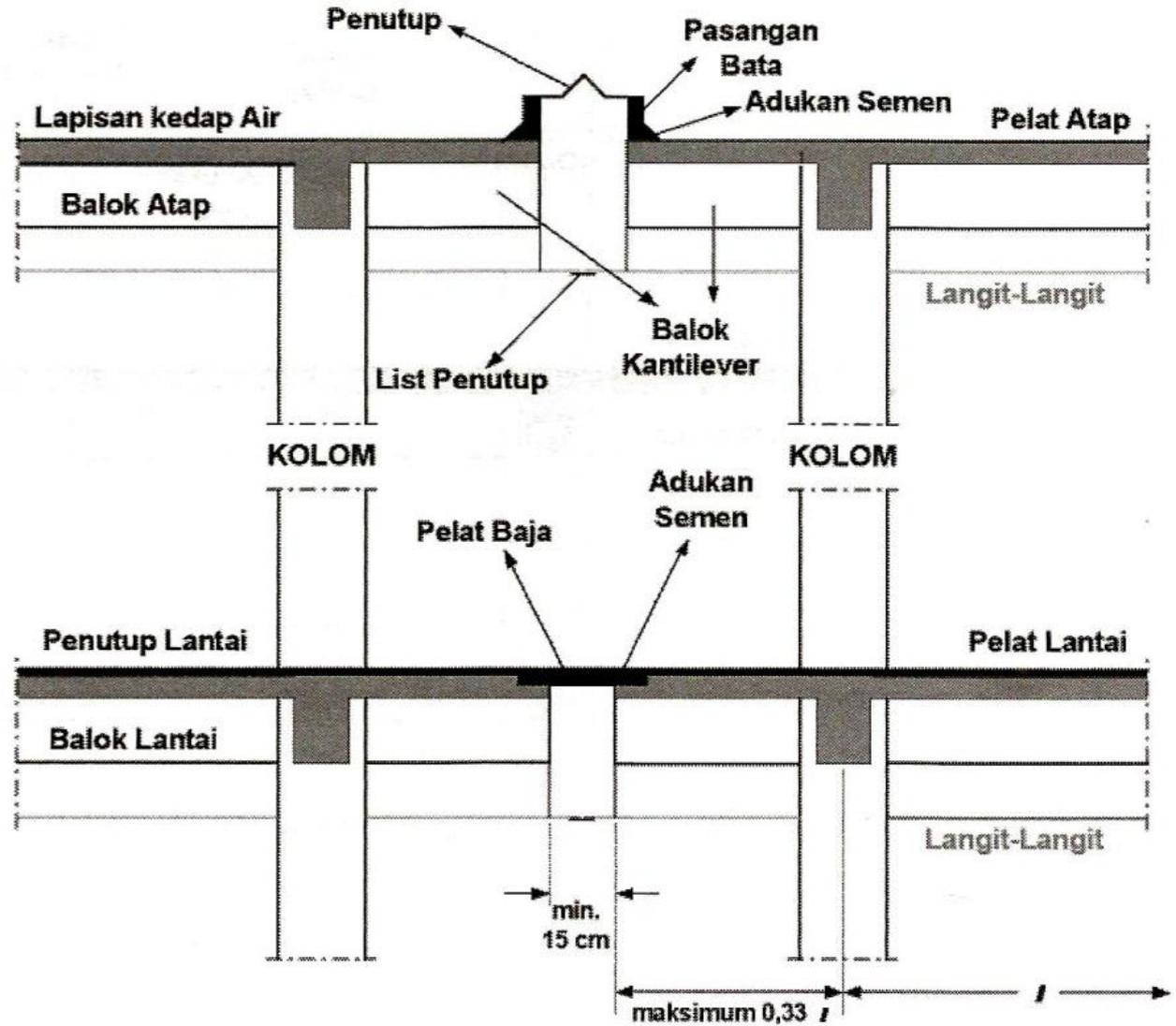
DILATASI



GAMBAR 3.27 Dilatasi Dua Arah

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

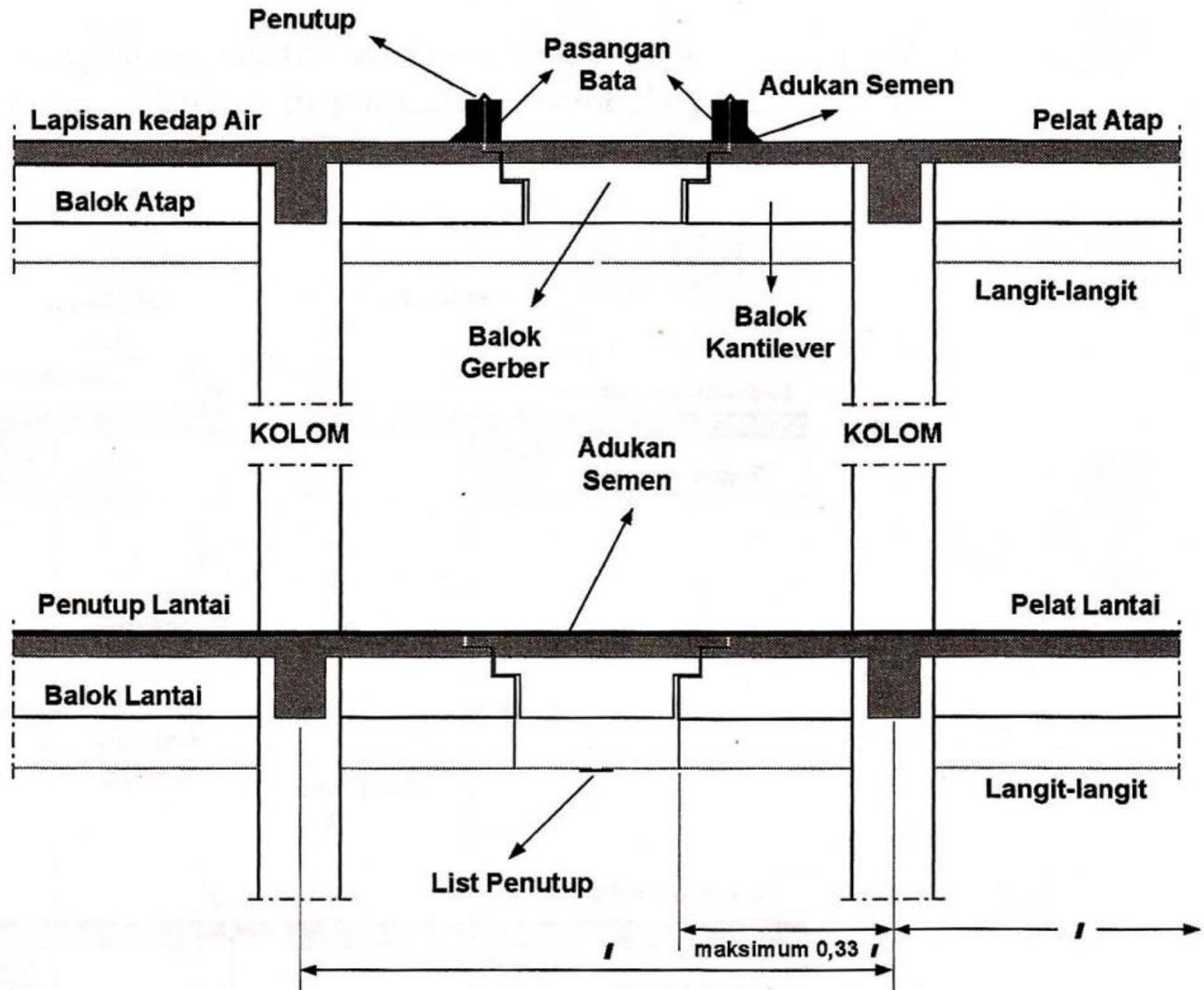
DILATASI



GAMBAR 3.28 Dilatasi dengan Balok Kantilever

■ Sistem Struktur Bangunan Tinggi

DILATASI

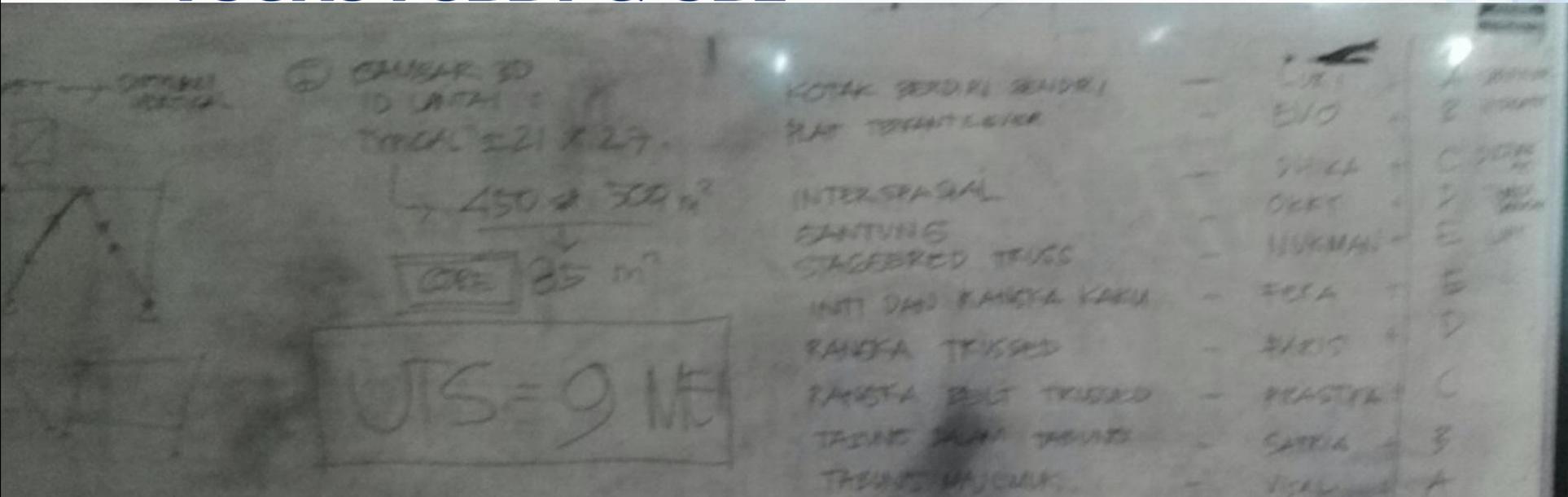


GAMBAR 3.29 Dilatasi dengan Balok Gerber

Perancangan Bangunan Tinggi

Struktur bangunan tinggi biasa

TUGAS I SBBT & UBL



Menggambar bangunan rental office + utilitas, 10 lantai, 450-500m² tipikal + core

1. Kotak (boks) berdiri sendiri - Luri → sprinkler
2. Plat terkantilever - evo → hidran
3. Interspasiial - dhika → Ducting
4. Gantung - okky → Tangga Darurat
5. Staggered truss - Nukman → sprinkler
6. Inti dan Rangka Kaku - Fera → hidran
7. Rangka trussed - Faris → tangga darurat
8. Rangka Belt trussed - Prastya → ducting
9. Tabung dalam Tabung - Satria → sprinkler
10. Tabung Majemuk - Visal → hidran