

# TEKNIK BANGUNAN 4

<b>KOMPETENSI</b>	:	Mahasiswa mampu melakukan analisis dan merencanakan stabilitas masa bangunan, sistem struktur dan konstruksi, sistem utilitas, sistem transportasi vertikal, sistem pengkondisian udara, sistem keamanan terhadap kebakaran, dan sistem komunikasi bangunan bertingkat banyak secara benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.
<b>DESKRIPSI SINGKAT</b>	:	Mata kuliah ini mempelajari stabilitas masa bangunan, sistem struktur dan konstruksi, utilitas bangunan, sistem transportasi vertikal dan horizontal sistem keamanan terhadap kebakaran, sistem pengkondisian udara dan sistem komunikasi dan keamanan untuk bangunan bertingkat banyak secara benar.

# PERTEMUAN KE 2

## MATERI

- **Pemahaman mengenai manfaat dan lingkup dan sistem perkuliahan mata kuliah Teknik Bangunan bertingkat banyak**
- **Penjelasan mengenai sistem struktur dan konstruksi bangunan bertingkat banyak**
- **Penjelasan mengenai gempa, pembebanan dan kestabilan masa bangunan**
- **Pemahaman serta pengetahuan keahlian dalam melakukan analisis kestabilan masa bangunan**

# BAGAIMANA BANGUNAN DAPAT BERDIRI DAN MEMENUHI FUNGSINYA DENGAN AMAN DAN NYAMAN

Bangunan yang dibangun harus dapat memenuhi rasa aman dan nyaman.

Apa itu rasa aman dari sebuah bangunan:

1. Struktur dan konstruksinya Stabil dan kokoh
2. Aman terhadap bahaya kebakaran

Apa itu rasa nyaman:

1. Pengkondisian udara dalam bangunan sesuai dengan kebutuhan penghuni
2. Kebutuhan air bersih mencukupi
3. Sanitasi baik tidak menimbulkan pencemaran dan gangguan fisik
4. Kemudahan dalam sirkulasi baik horizontal maupun vertikal
5. Tidak menimbulkan kebisingan yang mengganggu penghuni
6. Kemudahan berkomunikasi
7. Merasa aman terhadap lingkungan (tidak was-was terhadap pencurian dll)

Sehingga kita perlu untuk merencanakan bangunan agar:

1. **Stabil dan kokoh (Kuliah minggu ke 1-3)**
2. **Aman terhadap kebakaran (antisipasi darurat dan pencegahannya) (Kuliah minggu ke 4-5)**
3. **Kemudahan sirkulasi vertikal dan horizontal (Kuliah minggu ke 6-7)**
4. **Pengkondisian udara (Kuliah minggu ke 8-9)**
5. **Penyediaan air bersih dan pembuangan airkotor (Kuliah minggu ke 10-12)**
6. **Pengaliran air hujan (Kuliah minggu ke 13)**
7. **Kemudahan komunikasi dan keamanan lingkungan (Kuliah minggu ke 14)**

# BANGUNAN BERTINGKAT BANYAK

Bangunan dibuat untuk memenuhi dan menampung kegiatan manusia oleh sebab itu masing-masing berbeda sebagai contoh:

1. Apartemen, Rumah susun dll untuk memenuhi fungsi hunian.
2. Hotel untuk memenuhi akomodasi manusia yang sedang dalam perjalanan dan jauh dari tempat tinggalnya.
3. Perkantoran untuk memenuhi fungsi kegiatan berusaha dll.

Dan sangat dimungkinkan untuk penggunaan campuran seperti Perdagangan, perkantoran dan hotel.

Kita di dalam merencanakan bangunan tentu menggunakan bentuk-bentuk dasar geometris yang tertuang dalam denah bangunan, sebagai contoh:

1. Bentuk dasar persegi panjang



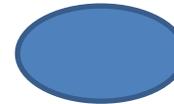
2. Bentuk dasar bujur sangkar



3. Bentuk dasar lingkaran



4. Bentuk dasar elips



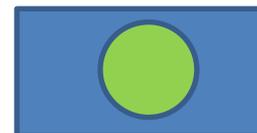
5. Bentuk dasar segitiga, segi banyak



6. Bentuk dasar parametrik



7. Dan sangat dimungkinkan dibentuk oleh bentuk dasar campuran



# CONTOH BANGUNAN BERTINGKAT BANYAK

- Gedung dengan bentuk dasar SLAB
- Gedung dengan bentuk dasar TOWER



# CONTOH BANGUNAN BERTINGKAT BANYAK

- Gedung dengan Bentuk dasar Lingkaran



- Gedung dengan bentuk PARAMETRIK



# CONTOH BANGUNAN BERTINGKAT BANYAK

- Gedung dengan Bentuk dasar ELIPSE
- Gedung dengan bentuk SEGITIGA



# SISTEM STRUKTUR BANGUNAN BERTINGKAT BANYAK

## Sistem struktur atas (di atas tanah)

- Struktur Rigid Frame
- Struktur Rigid Frame + Inti
- Struktur Tabung
- Struktur Tabung dalam tabung
- Struktur Box
- Struktur gantung
- Dsb

## Sistem struktur bawah (di bawah tanah)

- Basement
- Fondasi

Jenis Fondasi:

1. Tiang pancang
2. Bor pile
3. Rakit
4. Dsb

Pada kondisi tertentu Basemen dapat merupakan Fondasi Rakit, sehingga dapat memikul beban yang bekerja pada lokasi tanah yang mempunyai daya dukung yang rendah

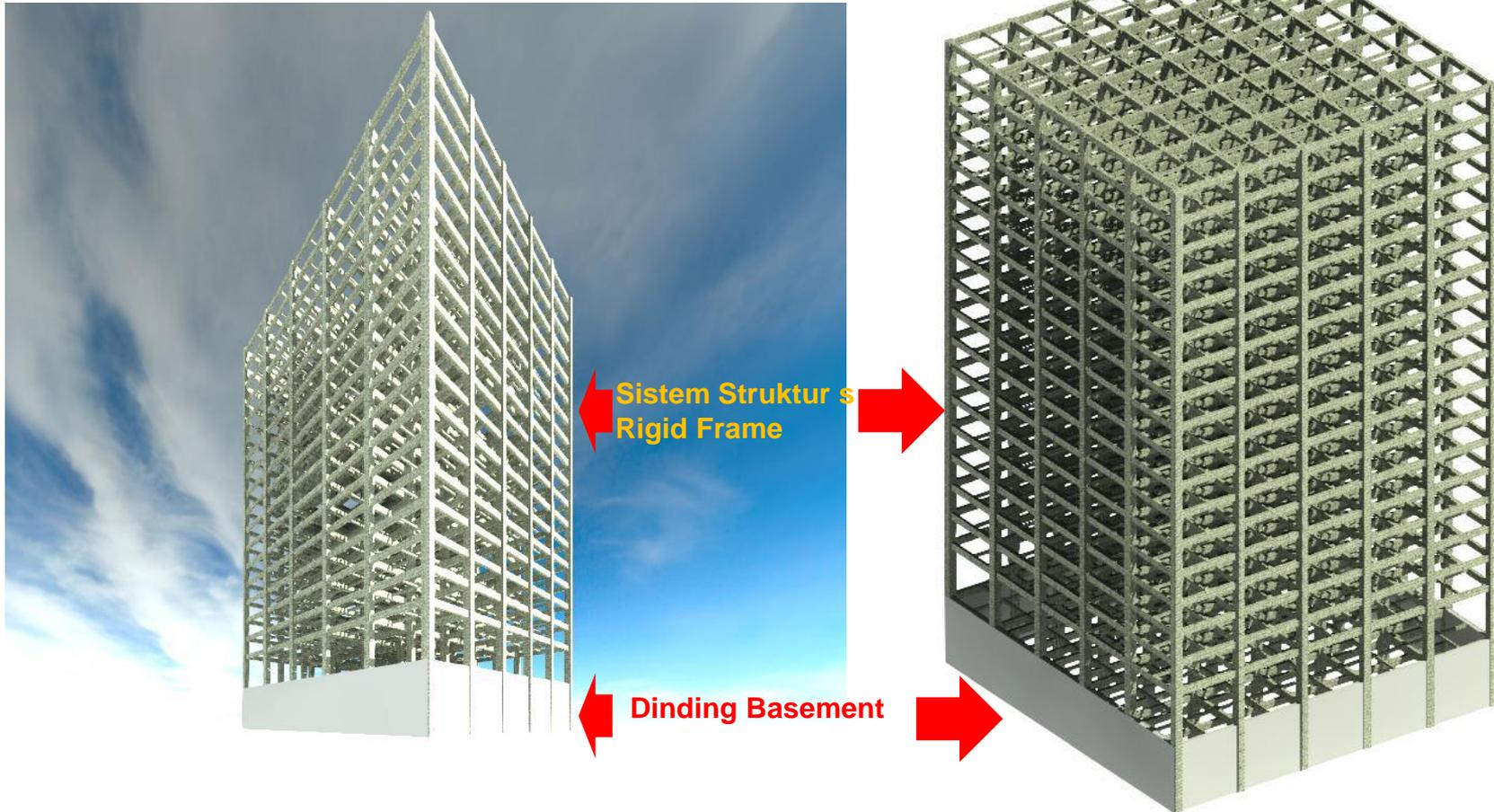
## Sistem struktur

**ADALAH** gabungan dari berbagai elemen yang dibuat sedemikian rupa sehingga menjadi satu kesatuan yang utuh, yang merupakan sarana untuk menyalurkan beban akibat beratnya sendiri beserta penggunaannya.

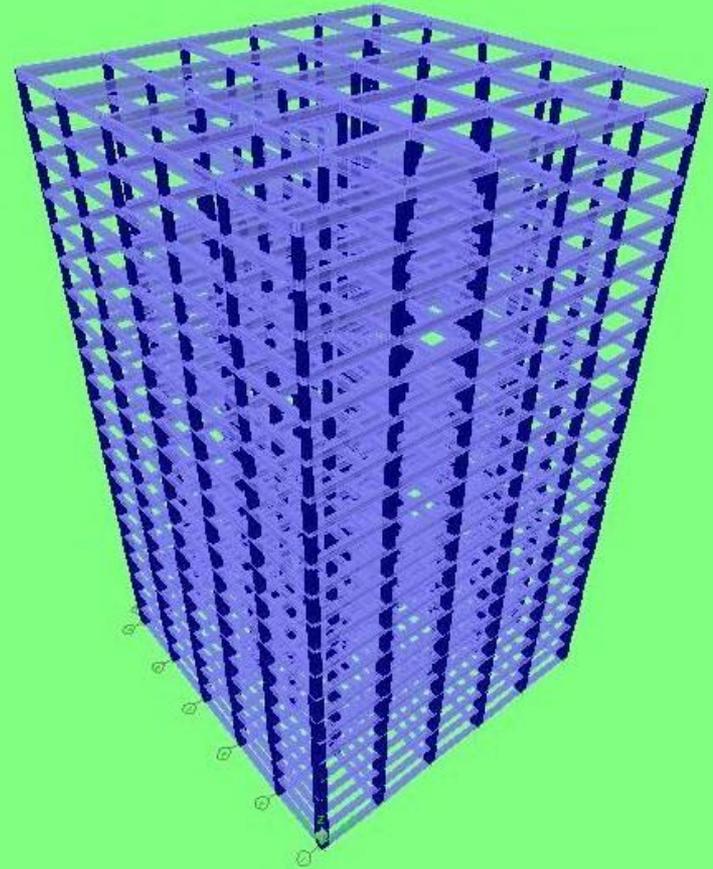
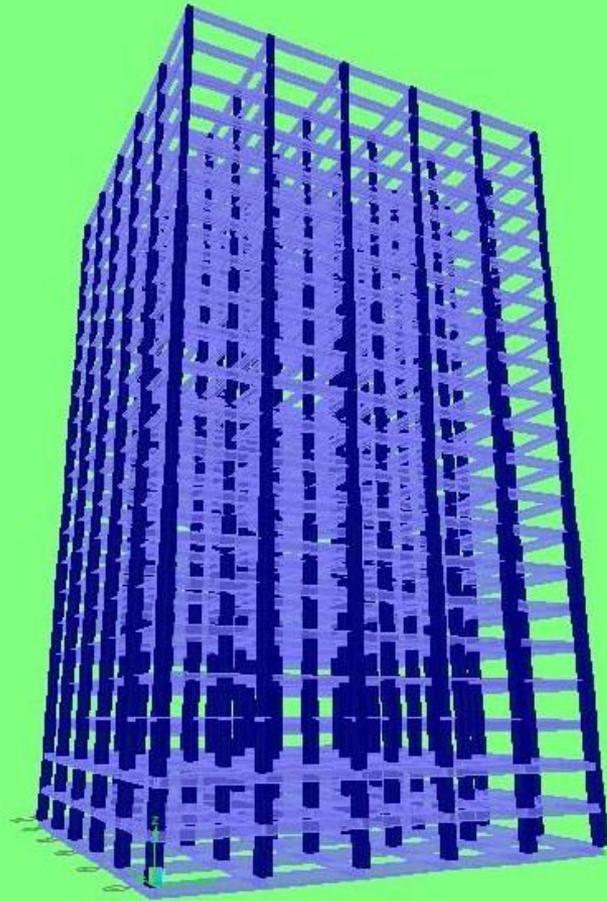
## Struktur terbagi menjadi:

1. Upper Struktur (Struktur Atas)
2. Sub Struktur (Struktur Bawah)

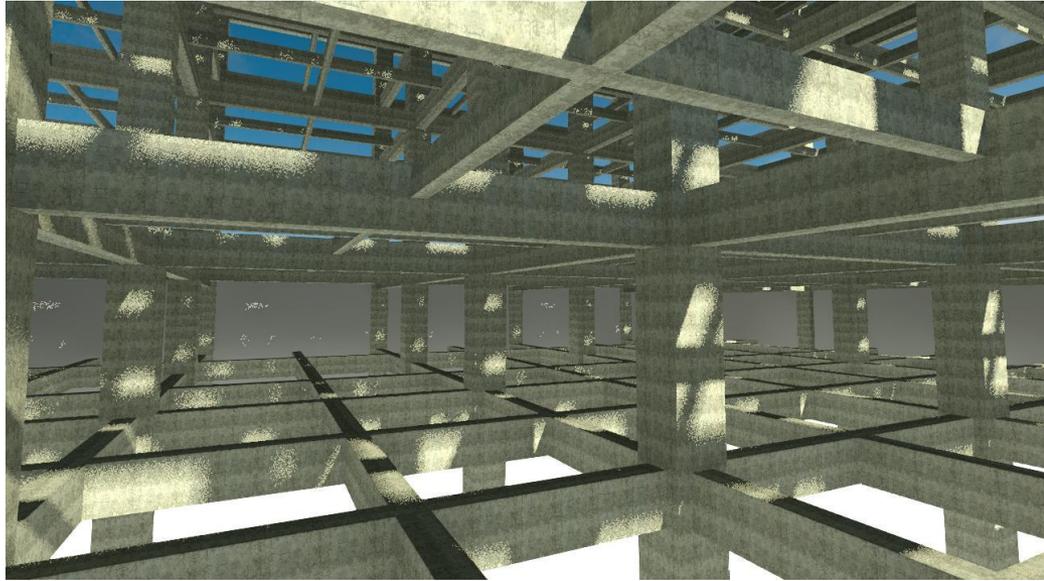
# CONTOH SISTEM STRUKTUR RIGID FRAME



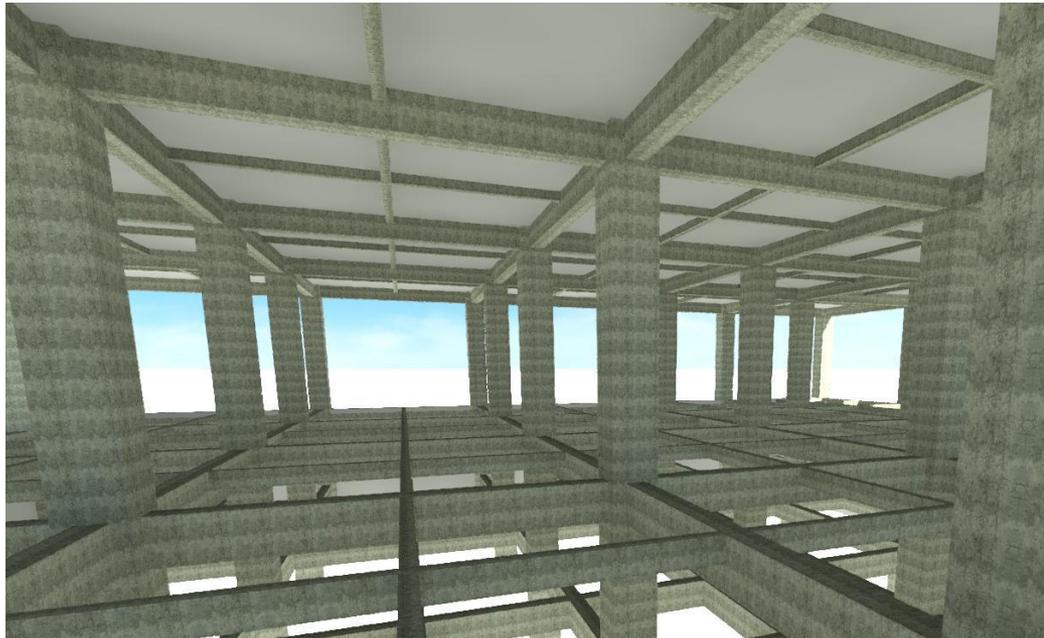
# CONTOH SISTEM STRUKTUR RIGID FRAME



# CONTOH PENAMPACKAN STRUKTUR DARI DALAM



Penampakkan  
3D Hubungan  
Kolom dan Balok  
tanpa Plat Lantai



Penampakkan  
3D Hubungan  
Kolom, Balok  
dan Plat Lantai

# BAGAIMANA JIKA KITA MENGABAIKAN STABILITAS dan KEKOKOHAN BANGUNAN



# BAGAIMANA BANGUNAN DAPAT BERDIRI DAN MEMENUHI FUNGSIONYA DENGAN AMAN

**JIKA KITA MENGABAIKAN STABILITAS dan KEKOKOHAN BANGUNAN**

## **TUMBANG**

AKIBAT KOLOM, BALOK, PLAT LANTAI  
TIDAK MAMPU MENAHAN GAYA-GAYA YANG  
BEKERJA DALAM BANGUNAN  
(KEGAGALAN KONSTRUKSI)



# BAGAIMANA BANGUNAN DAPAT BERDIRI DAN MEMENUHI FUNGSI NYA DENGAN AMAN

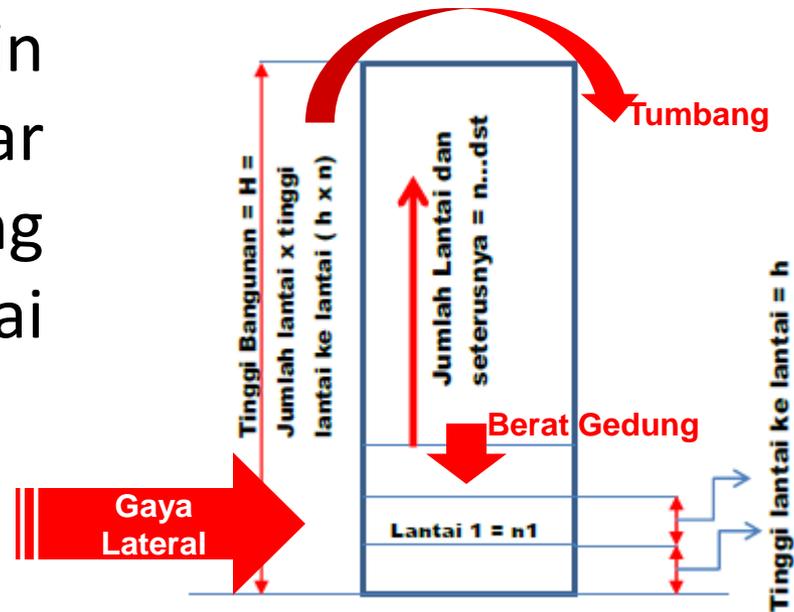
## DENGAN MELAKUKAN ANALISIS STABILITAS MASA BANGUNAN

Bangunan di disain berdasarkan bentuk dasar dan dapat dihitung luasnya, (luas per lantai bangunan) contoh:



$$\text{Luas} = A = \text{Panjang} \times \text{Lebar}$$

**Sisi terlemah**



- Tinggi lantai ke lantai =  $h$
- Jumlah lantai bangunan =  $n$
- Tinggi Bangunan =  $H = h \times n$

# PEMBEBANAN

Beban-beban yang bekerja pada struktur seperti:

- **beban mati (dead load = D)** (berat material struktur, finishing ( dinding, lantai, penampungan air, dll yang tidak bergerak)
- **beban hidup (live load = L)** (orang, furnitur dll yang dapat berpindah dan tidak tetap)
- **Beban dinamis ( getaran generator dan mesin-mesin, getaran akibat kereta lewat dll yang merambat dan mempengaruhi bangunan)**
- **beban gempa (earthquake = E)**
- **beban angin (wind load= W)**
- **Beban salju (di Indonesia tidak ada)**

menjadi bahan perhitungan awal dalam perencanaan struktur

PERENCANAAN STRUKTUR HARUS MENGACU KEPADA STANDAR YANG DITETAPKAN SEPERTI:

1. Peraturan Gempa
2. Peraturan Pembebanan
3. Peraturan tentang struktur beton, baja dan Lainnya.

# PEMBEBANAN

No	Konstruksi	Berat	Satuan
1	Baja	7850	kg/m <sup>3</sup>
1	Beton bertulang	2400	kg/m <sup>3</sup>
2	Beton	2200	kg/m <sup>3</sup>
3	Dinding pas bata ½ bt	250	kg/m <sup>2</sup>
4	Dinding pas bata 1 bt	450	kg/m <sup>2</sup>
5	Curtain wall+rangka	60	kg/m <sup>2</sup>
6	Cladding + rangka	20	kg/m <sup>2</sup>
7	Pasangan batu kali	2200	kg/m <sup>3</sup>
8	Finishing lantai (tegel)	2200	kg/m <sup>3</sup>
9	Plafon+penggantung	20	kg/m <sup>2</sup>
10	Mortar	2200	kg/m <sup>3</sup>
11	Tanah, Pasir	1700	kg/m <sup>3</sup>
12	Air	1000	kg/m <sup>3</sup>
13	Kayu	900	kg/m <sup>3</sup>
14	Baja	7850	kg/m <sup>3</sup>
15	Aspal	1400	kg/m <sup>3</sup>
16	Instalasi plumbing	50	kg/m <sup>2</sup>

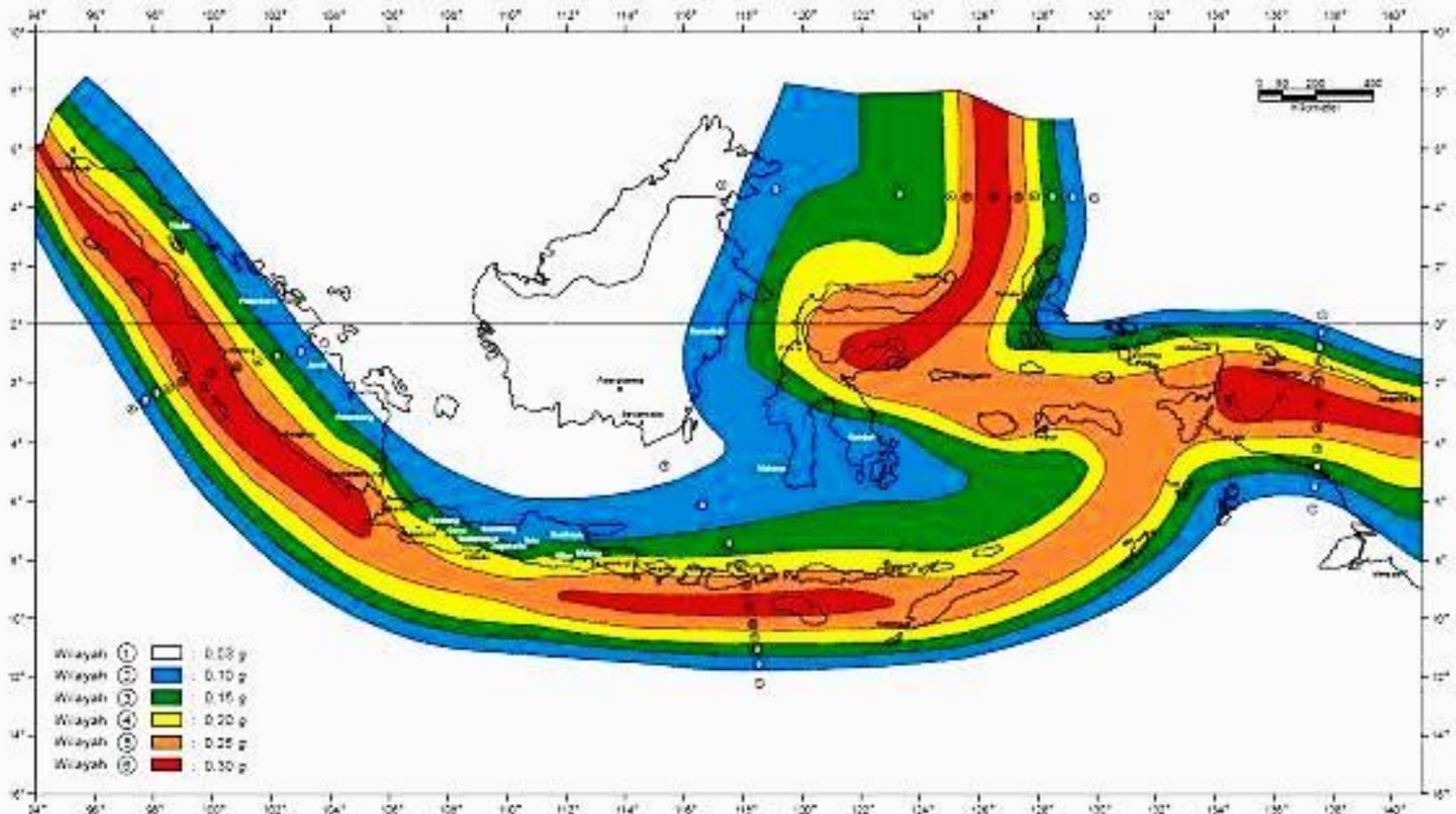
Untuk perencanaan beban bangunan di luar negeri, harus diperhitungkan juga beban banjir, beban suhu, beban Salju, dan beban Es. Semuanya ada di ASCE 7-10

**Beban hidup yang bekerja pada lantai bangunan Tata Cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (SNI 03-1727-1989-F), adalah sebagai berikut :**

- Lantai dan rumah tinggal = 200 kg/m<sup>2</sup>
- Sekolah, kantor, toko, hotel, RS, restoran, asrama = 250 kg/m<sup>2</sup>
- Ruang olahraga = 400 kg/m<sup>2</sup>
- Ruang dansa = 500 kg/m<sup>2</sup>
- Balkon dan lantai dalam ruang pertemuan = 400 kg/m<sup>2</sup>

# PEMBEBANAN

- Wilayah Indonesia terdiri dari 6 wilayah gempa, dimana wilayah gempa 1 adalah wilayah kegempaan paling rendah dan wilayah gempa 6 adalah wilayah kegempaan paling tinggi. Pembagian wilayah gempa ini, didasarkan pada percepatan puncak batuan dasar akibat pengaruh gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun dengan asumsi umur bangunan adalah 50 tahun. Berikut adalah Gambar Pembagian Zona Gempa di Indonesia



Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:

- Perumahan
- Rumah toko dan rumah kantor
- Pasar
- Gedung perkantoran
- Gedung apartemen/ rumah susun
- Pusat perbelanjaan/ mall
- Bangunan industri
- Fasilitas manufaktur
- Pabrik

II

**Tabel 2- Faktor keutamaan gempa**

<b>Kategori risiko</b>	<b>Faktor keutamaan gempa, <math>I_e</math></b>
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

# CONTOH PERHITUNGAN BEBAN TOTAL BANGUNAN

Struktur bangunan pada umumnya terdiri dari struktur bawah (*lower structure*) dan struktur atas (*upper structure*).

Struktur bawah (*lower structure*) yang dimaksud adalah pondasi dan struktur bangunan yang berada di bawah permukaan tanah,

Struktur atas (*upper structure*) adalah struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah seperti kolom, balok, plat, tangga.

Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda di dalam sebuah struktur.

Preliminari disain untuk pembebanan pada jenis struktur tergantung dari sistem struktur contoh:

- Sistem struktur Rigid Frame mempunyai volume struktur =  $0.3 \text{ m}^3/\text{m}^2$
- Sistem struktur tabung =  $0.35 \text{ m}^3/\text{m}^2$
- (Coba mahasiswa mencari standar volume struktur sesuai dengan sistemnya)

Contoh preliminari pembebanan sistem struktur:

Sistem struktur yang digunakan adalah Rigid Frame beton bertulang maka berat strukturnya:

$W_g = \text{Beban mati akibat berat struktur} = 0.3 \times 2400 \times A \text{ (luas lantai)} \times n \text{ (jumlah lantai)}$

2400 adalah berat beton bertulang  $1 \text{ m}^3$

$0.3 \text{ m}^3$  adalah volume struktur per  $\text{m}^2$

Sehingga didapat berat sistem struktur Rigid frame dengan bahan beton bertulang total bangunan.

# CONTOH PERHITUNGAN BEBAN GEMPA

Analisis terhadap beban gempa digunakan cara statik ekuivalen maupun dinamik (*response spectrum analysis*). Dari hasil analisis kedua cara tersebut diambil kondisi yang memberikan nilai gaya atau momen terbesar sebagai dasar perencanaan. Struktur bangunan dirancang mampu menahan gempa rencana sesuai peraturan yang berlaku yaitu SNI 03-1726-2002 tentang Tatacara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung.

## a. Metode Statik Ekuivalen

Gaya geser dasar nominal pada struktur akibat gempa dihitung dengan rumus :

$$V = C \cdot I / R \cdot W_t$$

Dimana :

- C= nilai faktor response gempa, yang ditentukan berdasarkan wilayah gempa kondisi tanah dan waktu getar alami.
- R = faktor reduksi gempa representatif.
- I = faktor keutamaan (diambil, I = 1 )
- $W_t$  = jumlah beban mati dan beban hidup yang direduksi (faktor reduksi diambil = 0,5) yang bekerja di atas taraf penjepitan lateral.
- Analisis statik dilakukan dengan meninjau secara bersamaan 100% gempa arah X dan 30% gempa arah Y, dan sebaliknya.

# CONTOH PERHITUNGAN BEBAN GEMPA

## b. Metode Dinamik (*Response Spectrum*)

- Besar beban gempa ditentukan oleh percepatan gempa rencana dan massa total struktur. Massa total struktur terdiri dari berat sendiri struktur dan beban hidup yang dikalikan dengan faktor reduksi 0,5.
- Percepatan gempa diambil dari data zone Wilayah Gempa Indonesia menurut Tatacara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002) dengan memakai spektrum respons yang nilai ordinatnya dikalikan dengan koreksi  $I/R$ .

# CONTOH PERHITUNGAN BEBAN GEMPA

Perencanaan Beban Gempa:

- wilayah atau Zonasi gempa sesuai dengan Peraturan Gempa.
- Kondisi tanah lunak atau tanah keras
- Waktu getar alami = T

$$T_a = C_t h_n^x \quad T = 0,06 H^{3/4}$$

- Kekakuan struktur = I
- Faktor keutamaan gedung = K
- C = koefisien gempa
- R = Faktor modifikasi Respons Gempa sesuai penahan gempa yang dipilih
- Wt adalah berat total gedung.

Sehingga **V = gaya geser gempa =**

$$\text{Code Lama} \rightarrow V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t$$

$$\text{Code Baru} \rightarrow V = \frac{C_1 I}{R} W_t \quad \dots$$

Contoh preliminari pembebanan struktur

Sistem struktur yang digunakan adalah Rigid Frame maka berat strukturnya:

**Wt = Beban total gedung** = Beban mati akibat berat struktur ((0.3 x 2400 kg) + Beban Finishing/m<sup>2</sup> + Beban hidup/m<sup>2</sup>) x A (luas per lantai) x n (jumlah lantai)

2400 kg adalah berat beton bertulang 1 m<sup>3</sup>

0.3 m<sup>3</sup> adalah volume struktur Rigid Frame per m<sup>2</sup>

Catatan: Jika tidak tipikal maka jumlah pembebanan dihitung per lantai ( Wg lantai 1 + Wg lantai 2 + dst sesuai dengan jumlah lantai lalu di jumlahkan)

Sehingga berat total gedung:

**1. W total gedung = (Wt + Total Beban lain sesuai rencana seperti (tangki air, kolam renang, helipad, cooling tower, generator, menara bts, dll )**

Sehingga didapat berat sistem struktur Rigid frame dengan bahan beton bertulang total bangunan.

# STABILITAS BANGUNAN

## $MG/ME \geq 1.5$

MG = Momen akibat berat gedung

ME = Momen akibat beban gempa

$$MG = Wt \times \frac{1}{2} d$$

$$ME = Vg \times \frac{2}{3} H$$

Wt = Berat total gedung

d = adalah jarak dari as gedung yang ditinjau ke sisi terluar gedung

Vg = gaya geser gempa

H = Tinggi bangunan ( Jumlah lantai x Tinggi lantai ke lantai )

