

Mata Kuliah : Dinamika Struktur & Pengantar Rekayasa Kegempaan
Kode : TSP - 302
SKS : 3 SKS

Peraturan Gempa Indonesia SNI 1726-2012

Pertemuan – 12

- **TIU :**

- Mahasiswa dapat menjelaskan fenomena-fenomena dinamik secara fisik
- Mahasiswa dapat membuat model matematik dari masalah teknis yang ada serta mencari solusinya

- **TIK :**

- Mahasiswa dapat mengaplikasikan peraturan SNI 1726-2012 dalam perencanaan struktur gedung tahan gempa di Indonesia

- Sub Pokok Bahasan :
 - Konsep Desain Bangunan Tahan Gempa
 - Peta Zonasi Gempa Indonesia
 - Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan
 - Kelas Situs dan Koefisien Situs
 - Kategori Desain Seismik
 - Spektrum Respon Desain
 - Waktu Getar Alami

- Keluarnya SNI 1726-2012 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung secara langsung menggantikan peraturan sebelumnya yakni SNI 1726-2002 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung.
- Wilayah Indonesia dipetakan berdasarkan tingkat resiko gempanya, yang ditentukan atas dasar besarnya percepatan puncak batuan dasar (*Peak Ground Acceleration*, PGA).
- Peta gempa Indonesia terbaru dirilis pada tahun 2010 yang dikembangkan oleh Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010.
- Peta ini merupakan revisi dari peta gempa sebelumnya (tahun 2002). Terdapat perubahan yang cukup signifikan dari kedua peta gempa tersebut.
- Peta gempa tahun 2002 didasarkan pada gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun (probabilitas kejadian 10% dalam kurun waktu 50 tahun), sedangkan peta gempa 2010 dibuat berdasarkan gempa rencana dengan periode ulang 2500 tahun (probabilitas kejadian 2% dalam kurun waktu 50 tahun).



NEHRP 2003 – FEMA 273 membagi Earthquake Hazard dalam 4 tingkatan, sebagai berikut

Earthquake Hazard Level (NEHRP 2003 - FEMA 273)

Probabilitas	Perioda Ulang	Frekuensi
50% dalam kurun waktu 50 tahun	72 tahun	Sering (frequent)
20% dalam kurun waktu 50 tahun	225 tahun	Kadang-kadang (occasional).
10% dalam kurun waktu 50 tahun	474 tahun	Jarang (rare).
2% dalam kurun waktu 50 tahun	2475 tahun	Sangat jarang (very rare)

Intended result (obtained somewhat *implicitly*):

- Little or no damage for frequent earthquakes
- Minor nonstructural damage for common earthquakes
- Life-safety or collapse prevention for rare earthquakes



a home base to excellence

		Design Performance Level			
		Fully Operational	Functional	Life Safety	Near Collapse
Design Earthquakes	Frequent (50% - 50 years)	Performance Objectives for New Buildings Performance Objectives for Standard Occupancy Buildings Performance Objectives for Emergency Response Facilities Performance Objectives for Safety Critical Facilities			
	Occasional (20% - 50 years)				
	Rare (10% - 50 years)				
	Very Rare (5% - 50 years)				

TABLE 1
DEFINITIONS OF STRUCTURAL PERFORMANCE

Performance Level		Description
NEHRP Guidelines	Vision 2000	
Operational	Fully Functional	No significant damage has occurred to structural and non-structural components. Building is suitable for normal intended occupancy and use.
Immediate Occupancy	Operational	No significant damage has occurred to structure, which retains nearly all of its pre-earthquake strength and stiffness. Nonstructural components are secure and most would function, if utilities available. Building may be used for intended purpose, albeit in an impaired mode.
Life Safety	Life Safe	Significant damage to structural elements, with substantial reduction in stiffness, however, margin remains against collapse. Nonstructural elements are secured but may not function. Occupancy may be prevented until repairs can be instituted.
Collapse Prevention	Near Collapse	Substantial structural and nonstructural damage. Structural strength and stiffness substantially degraded. Little margin against collapse. Some falling debris hazards may have occurred.

Konsep Desain Bangunan Tahan Gempa

- Energi gempa yang bekerja pada struktur bangunan, akan dirubah menjadi energi kinetik akibat getaran dari massa struktur, energi yang dihamburkan akibat adanya pengaruh redaman dari struktur, dan energi yang dipancarkan oleh bagian-bagian struktur yang mengalami deformasi plastis.
- Dengan demikian sistem struktur yang bersifat daktail dapat membatasi besarnya energi gempa yang masuk pada struktur, sehingga pengaruh gempa dapat berkurang.
- Dari penjelasan diatas, dapat disimpulkan bahwa salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi besar kecilnya beban gempa yang bekerja pada struktur bangunan adalah daktilitas struktur.

Kemampuan Struktur Menahan Gempa Kuat

- Beban gempa sebenarnya yang bekerja pada struktur bangunan dapat melampaui beban gempa rencana yang tercantum di dalam peraturan.
- Di dalam peraturan, besarnya beban gempa rencana yang diperhitungkan bekerja pada struktur bangunan adalah Gempa Sedang.
- Dengan demikian, pada saat Gempa Kuat terjadi, gaya-gaya dalam yang terjadi pada elemen struktur (balok, kolom etc.) dapat melampaui gaya dalam yang sudah diperhitungkan

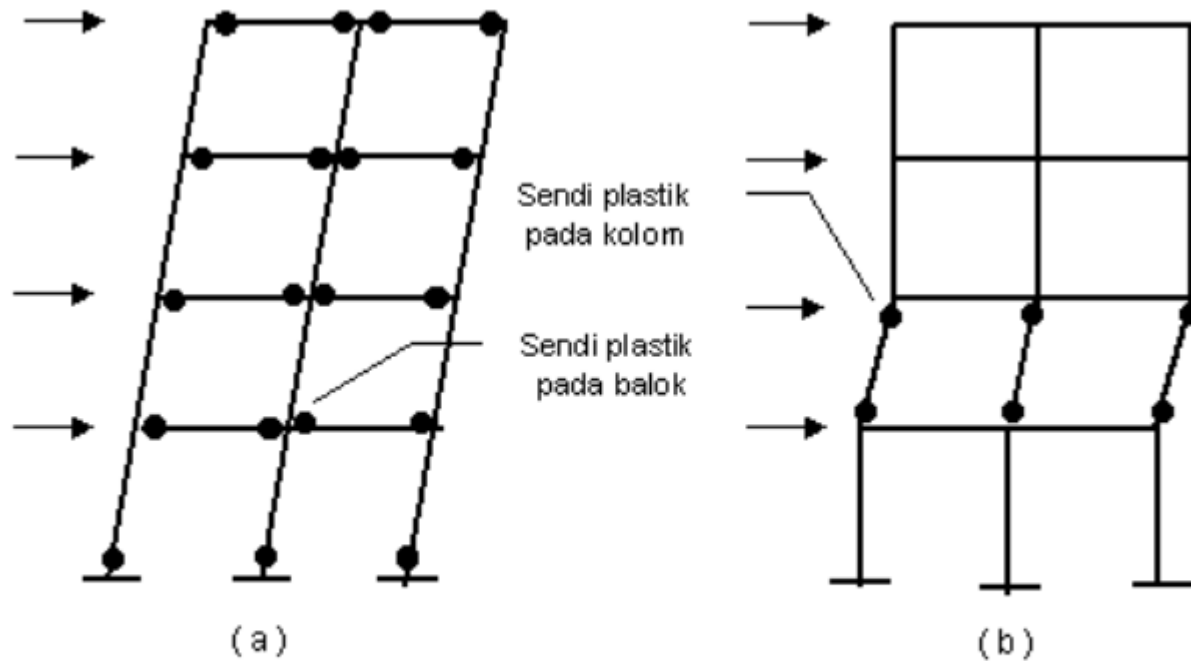
Agar struktur bangunan mempunyai kemampuan yang cukup dan tidak terjadi keruntuhan saat terjadi Gempa Kuat, maka dapat dilakukan dua cara sbb.:

- **Membuat struktur bangunan sedemikian kuat,** sehingga struktur bangunan **tetap berperilaku elastis pada saat terjadi Gempa Kuat.** (→ mahal). Jenis Struktur Tidak Duktail ini masih dianggap ekonomis untuk bangunan gedung bertingkat menengah dengan ketinggian tingkat antara 4 s/d 7 lantai, dan terletak pada wilayah dengan pengaruh kegempaan ringan sampai sedang.

- **Membuat struktur bangunan sedemikian rupa sehingga mempunyai batas kekuatan elastis yang hanya mampu menahan Gempa Sedang saja (struktur daktail).** Pada saat terjadi Gempa Kuat, struktur bangunan harus dirancang agar mampu untuk berdeformasi secara plastis, sehingga dapat mengurangi sebagian dari energi gempa yang masuk ke dalam struktur. Penggunaan sistem struktur portal daktail cukup ekonomis untuk bangunan gedung bertingkat menengah sampai tinggi, yang dibangun pada wilayah dengan pengaruh kegempaan kuat.

- Untuk mendapatkan sistem struktur yang daktail, disarankan untuk merencanakan struktur bangunan dengan menggunakan cara **Perencanaan Kapasitas (capacity design)**
- Pada prosedur Perencanaan Kapasitas ini, elemen-elemen dari struktur bangunan yang akan memancarkan energi gempa melalui mekanisme perubahan bentuk atau deformasi plastis, dapat terlebih dahulu dipilih dan ditentukan tempatnya.
- Pada struktur beton bertulang, tempat-tempat terjadinya deformasi plastis yaitu tempat-tempat dimana penulangan mengalami pelelehan, disebut daerah **sendi plastis**.
- Karena sendi-sendi plastis yang terbentuk pada struktur portal akibat dilampauinya Beban Gempa Rencana dapat diatur tempatnya, maka mekanisme kerusakan yang terjadi tidak akan mengakibatkan keruntuhan dari struktur bangunan secara keseluruhan.

- Jenis mekanisme leleh atau terbentuknya sendi-sendi plastis pada struktur gedung ada 2 macam :
- Mekanisme Kelelehan Pada Balok (Beam Sidesway Mechanism), yaitu keadaan dimana sendi-sendi plastis terbentuk pada balok-balok dari struktur bangunan, akibat penggunaan kolom-kolom yang kuat (**Strong Column–Weak Beam**).
- Mekanisme Kelelehan Pada Kolom (Column Sidesway Mechanism), yaitu keadaan di mana sendi-sendi plastis terbentuk pada kolom-kolom dari struktur bangunan pada suatu tingkat, akibat penggunaan balok-balok yang kaku dan kuat (**Strong Beam–Weak Column**)

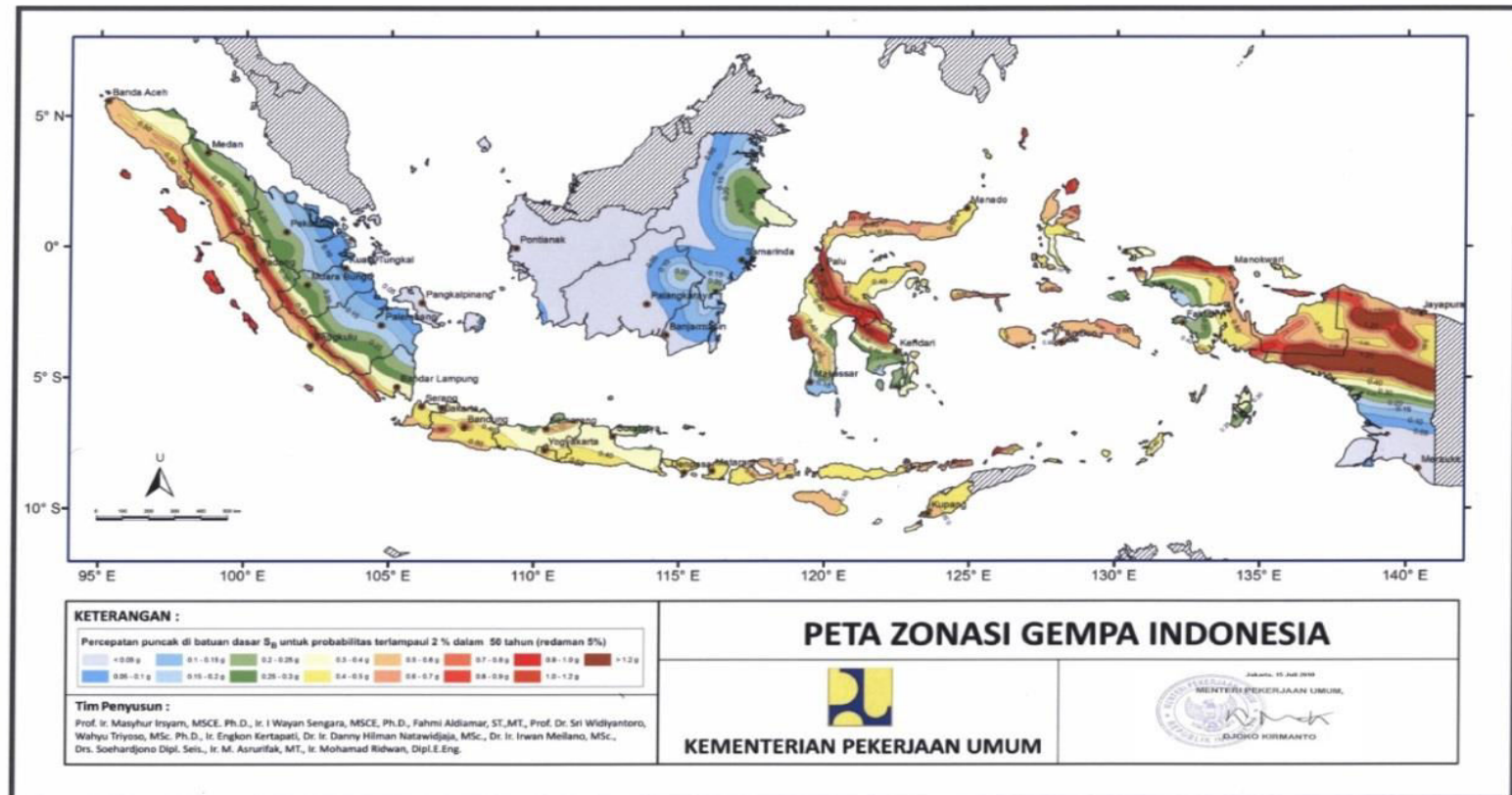


Gambar - Mekanisme leleh pada struktur gedung akibat beban gempa (a) Mekanisme leleh pada balok, (b) Mekanisme leleh pada kolom

Pada perencanaan struktur daktail dengan metode Perencanaan Kapasitas, mekanisme kelelahan yang dipilih adalah Beam Sidesway Mechanism, karena alasan-alasan sebagai berikut :

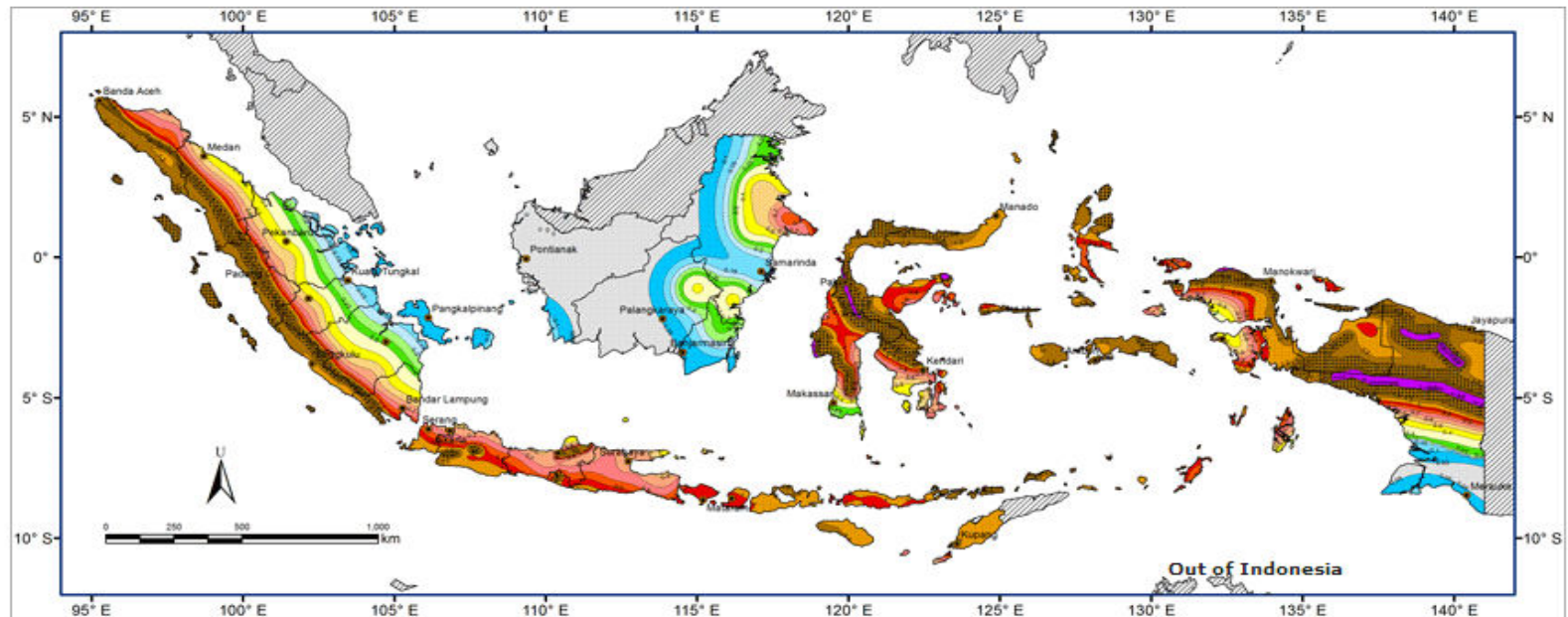
- Pada Column Sidesway Mechanism, kegagalan dari kolom pada suatu tingkat akan mengakibatkan keruntuhan dari struktur bangunan secara keseluruhan
- Pada struktur dengan kolom-kolom yang lemah dan balok-balok yang kuat (Strong Beam–Weak Column), deformasi akan terpusat pada tingkat-tingkat tertentu, sehingga daktilitas yang diperlukan oleh kolom agar dapat dicapai daktilitas dari struktur yang disyaratkan, sulit dipenuhi.

• Peta Zonasi Gempa Indonesia

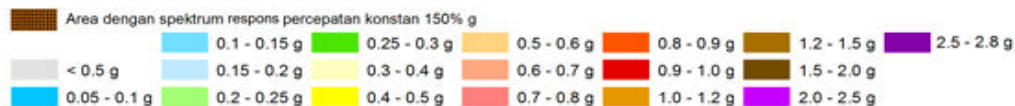


Peta Percepatan Puncak Batuan Dasar (PGA) 2% Dalam 50 Tahun
 (Sumber : http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/)

- Respon spektrum rencana dalam perhitungan beban gempa dibuat dengan berdasarkan pada peta percepatan batuan dasar periode pendek 0,2 detik (S_s), dan percepatan batuan dasar untuk periode 1 detik (S_1).
- Semuanya untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun, dengan redaman 5%.



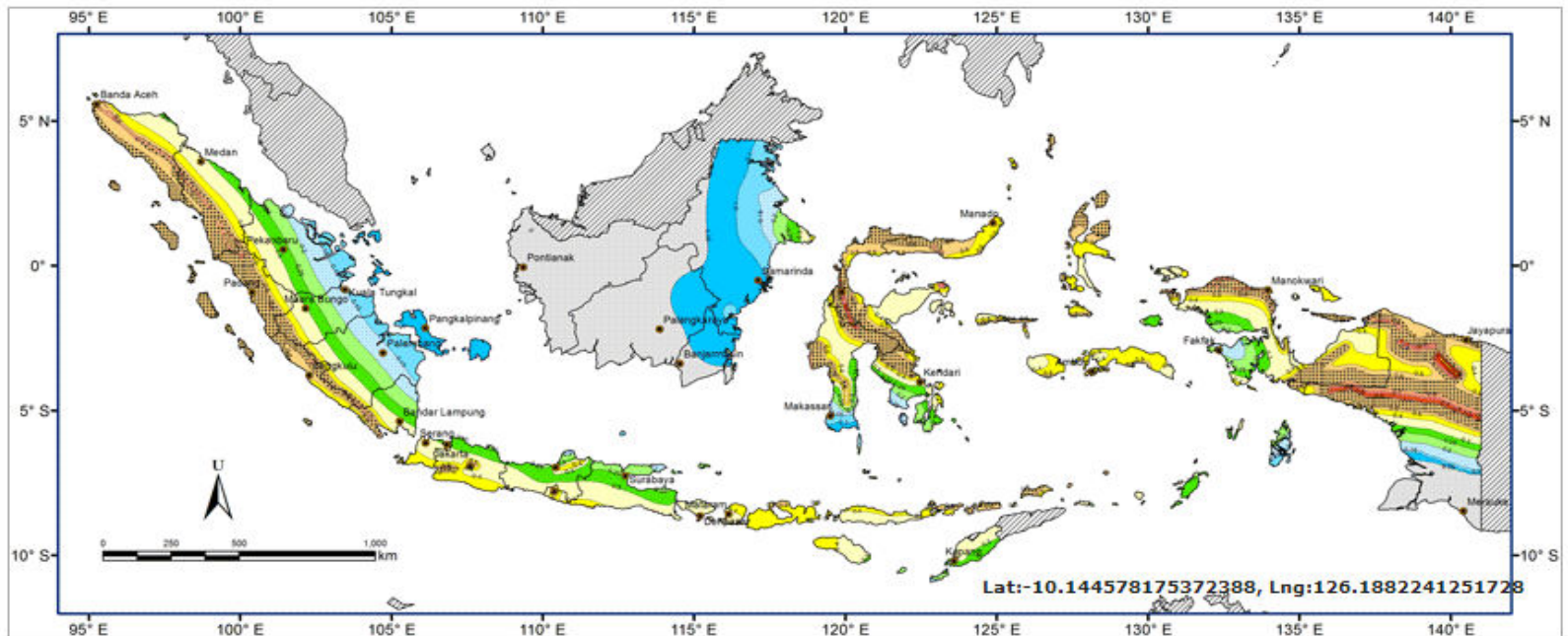
KETERANGAN (S_s , MCE_R):



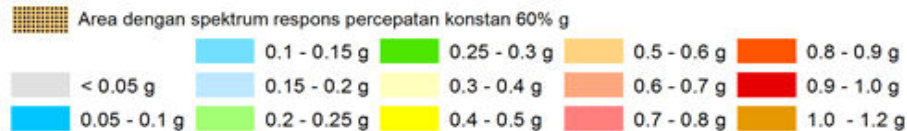
Dikembangkan oleh :

Tim Revisi Peta Gempa Indonesia-2010 bersama dengan Tim Pengembangan Peta Gerak Tanah Seismik dan Koefisien Risiko.

Peta Percepatan Batuan Dasar Periode Pendek (S_s) 2% Dalam 50 Tahun
(Sumber : http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/)



KETERANGAN (S_1 , MCE_R):



Dikembangkan oleh :

Tim Revisi Peta Gempa Indonesia-2010 bersama dengan Tim Pengembangan Peta Gerak Tanah Seismik dan Koefisien Risiko.

Peta Percepatan Batuan Dasar Periode 1 detik (S_1) 2% Dalam 50 Tahun

(Sumber : http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/)

Kategori Resiko dan Faktor Keutamaan

- Struktur bangunan gedung dibedakan berdasarkan kategori resiko yang ditentukan berdasarkan jenis pemanfaatan struktur tersebut.
- Struktur yang dapat digolongkan ke dalam lebih dari satu macam Kategori Resiko, harus direncanakan berdasarkan Kategori Resiko yang paling tinggi.
- Terkait dengan Kategori Resiko adalah Faktor Keutamaan Gempa, I_e .
- Faktor ini digunakan untuk mengamplifikasi beban gempa rencana, sehingga beberapa struktur dengan pemanfaatan khusus tetap dapat beroperasi setelah terjadinya gempa bumi sehingga dapat meminimalisir kerugian/kerusakan yang timbul

Kategori Resiko	Jenis Pemanfaatan	Faktor Keutamaan Gempa
I	Gedung dan struktur lainnya yang memiliki resiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan	1,00
II	Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori resiko I,III,IV.	1,00
III	Gedung dan struktur lainnya yang memiliki resiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan Gedung dan struktur lainnya, tidak termasuk kedalam kategori resiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan Gedung dan struktur lainnya yang tidak termasuk dalam kategori resiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.	1,25



a home base to excellence

IV	Gedung dan struktur lainnya yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk : • Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan • Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat • Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi serta garasi kendaraan darurat • Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya • Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat • Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat • Struktur tambahan (termasuk, tidak dibatasi untuk, menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) disyaratkan dalam kategori resiko IV untuk beroperasi pada saat keadaan darurat • Menara • Fasilitas penampungan air dan struktur pompa yang dibutuhkan untuk meningkatkan tekanan air pada saat memadamkan kebakaran • Gedung dan struktur lainnya yang memiliki fungsi yang penting terhadap	1,50
----	---	------



a home base to excellence

sistem pertahanan nasional.

Gedung dan struktur lain, yang kegagalannya dapat menimbulkan bahaya bagi masyarakat

Gedung dan struktur lainnya (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat penyimpanan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya) yang mengandung bahan yang sangat beracun di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat bila terjadi kebocoran.

Gedung dan struktur lainnya yang mengandung bahan yang beracun, sangat beracun atau mudah meledak dapat dimasukkan dalam kategori resiko yang lebih rendah jika dapat dibuktikan dengan memuaskan dan berkuatan hukum melalui kajian bahaya bahwa kebocoran bahan beracun dan mudah meledak tersebut tidak akan mengancam kehidupan masyarakat. Penurunan kategori resiko ini tidak diijinkan jika gedung atau struktur lainnya tersebut juga merupakan fasilitas yang penting.

Gedung dan struktur lainnya yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk kedalam kategori resiko IV.



• Kelas Situs dan Koefisien Situs

Tabel 5.3-1 Klasifikasi Situs

Kelas Situs	$\bar{V}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SA (Batu Keras)	> 1500	N/A	N/A
SB (Batu)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (Tanah Keras, Sangat Padat dan Batu Lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (Tanah Sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (Tanah Lunak)	< 175	<15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40$ persen, dan Kuat geser niralir $\bar{s}_u < 25$ kPa		
SF (Tanah Khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti Pasal 6.9.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan Indeks Plastisitas $PI > 75$) - Lapisan lempung lunak/medium kaku dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $s_u < 50$ kPa		

Keterangan: N/A = tidak dapat dipakai

• Kelas Situs dan Koefisien Situs

Tabel 15.4 Koefisien Situs, F_a (Sumber : SNI 03-1726-2012)

Kelas Situs	Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa MCE_R Terpetakan Pada Periode Pendek, $T = 0,2$ detik, S_s				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS ^b				

Catatan :

- (a) Untuk nilai-nilai antara S_s dapat dilakukan dengan interpolasi linier.
 (b) SS = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respon situs spesifik.

Tabel 15.5 Koefisien Situs, F_v (Sumber : SNI 03-1726-2012)

Kelas Situs	Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa MCE_R Terpetakan Pada Periode Pendek, $T = 1$ detik, S_1				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS ^b				

Catatan :

- (c) Untuk nilai-nilai antara S_1 dapat dilakukan dengan interpolasi linier.
 (d) SS = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respon situs spesifik.

- **Kelas Situs dan Koefisien Situs**
- Nilai F_a dan F_v selanjutnya digunakan untuk menghitung parameter respon percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan pada periode 1 detik (S_{M1}), yang ditentukan sebagai berikut :
 - $S_{MS} = F_a S_s$ (1.a)
 - $S_{M1} = F_v S_1$ (1.b)
- Akhirnya parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek, S_{DS} , dan untuk periode 1 detik, S_{D1} , dapat dihitung sebagai berikut :
 - $S_{DS} = 2/3 S_{MS}$ (2.a)
 - $S_{D1} = 2/3 S_{M1}$ (2.b)

• Kategori Desain Seismik

Tabel 15.6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode Pendek (S_{DS})

Kategori Resiko	S_{DS}			
	$S_{DS} < 0,167$	$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	$0,50 \leq S_{DS}$
I	A	B	C	D
II	A	B	C	D
III	A	B	C	D
IV	A	C	D	D

Tabel 15.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode 1 detik (S_{D1})

Kategori Resiko	S_{D1}			
	$S_{D1} < 0,067$	$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	$0,20 \leq S_{D1}$
I	A	B	C	D
II	A	B	C	D
III	A	B	C	D
IV	A	C	D	D

Alur Penentuan Kategori Desain Seismik (KDS)



Contoh I

- Tentukan Kategori Desain Seismik (KDS) untuk struktur gudang penyimpanan sederhana yang terletak di kota Jakarta dengan hasil uji N-SPT sbb :

Lapisan ke i	Tebal Lapisan (d_i) dalam meter	Deskripsi Jenis Tanah	Nilai N-SPT
1	6,0	Lanau Kelempungan	12
2	8,0	Lempung sangat lunak	2
3	10,0	Lempung kaku	22
4	6,0	Lempung keras	55
5	10,0	Pasir padat	60



TABLE R1.1.9.1 — CORRELATION BETWEEN SEISMIC-RELATED TERMINOLOGY IN MODEL CODES

Code, standard, or resource document and edition	Level of seismic risk or assigned seismic performance or design categories as defined in the Code		
	SDC* A, B	SDC C	SDC D, E, F
ACI 318-08; IBC 2000, 2003, 2006; NFPA 5000, 2003, 2006; ASCE 7-98, 7-02, 7-05; NEHRP 1997, 2000, 2003			
ACI 318-05 and previous editions	Low seismic risk	Moderate/intermediate seismic risk	High seismic risk
BOCA National Building Code 1993, 1996, 1999; Standard Building Code 1994, 1997, 1999; ASCE 7-93; 7-95; NEHRP 1991, 1994	SPC† A, B	SPC C	SPC D, E
Uniform Building Code 1991, 1994, 1997	Seismic Zone 0, 1	Seismic Zone 2	Seismic Zone 3, 4

*SDC = Seismic design category as defined in code, standard, or resource document.

†SPC = Seismic performance category as defined in code, standard, or resource document.

Design Response Spectrum

- Untuk $T \leq T_0$, spektrum respon percepatan desain, S_a , harus diambil dari persamaan :

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (3)$$

dengan :

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (4)$$

T adalah waktu getar alami struktur, dinyatakan dalam detik

Design Response Spectrum

- Untuk $T_0 \leq T \leq T_S$, spektrum respon percepatan desain, S_a , sama dengan S_{DS}

dengan :

$$T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (5)$$

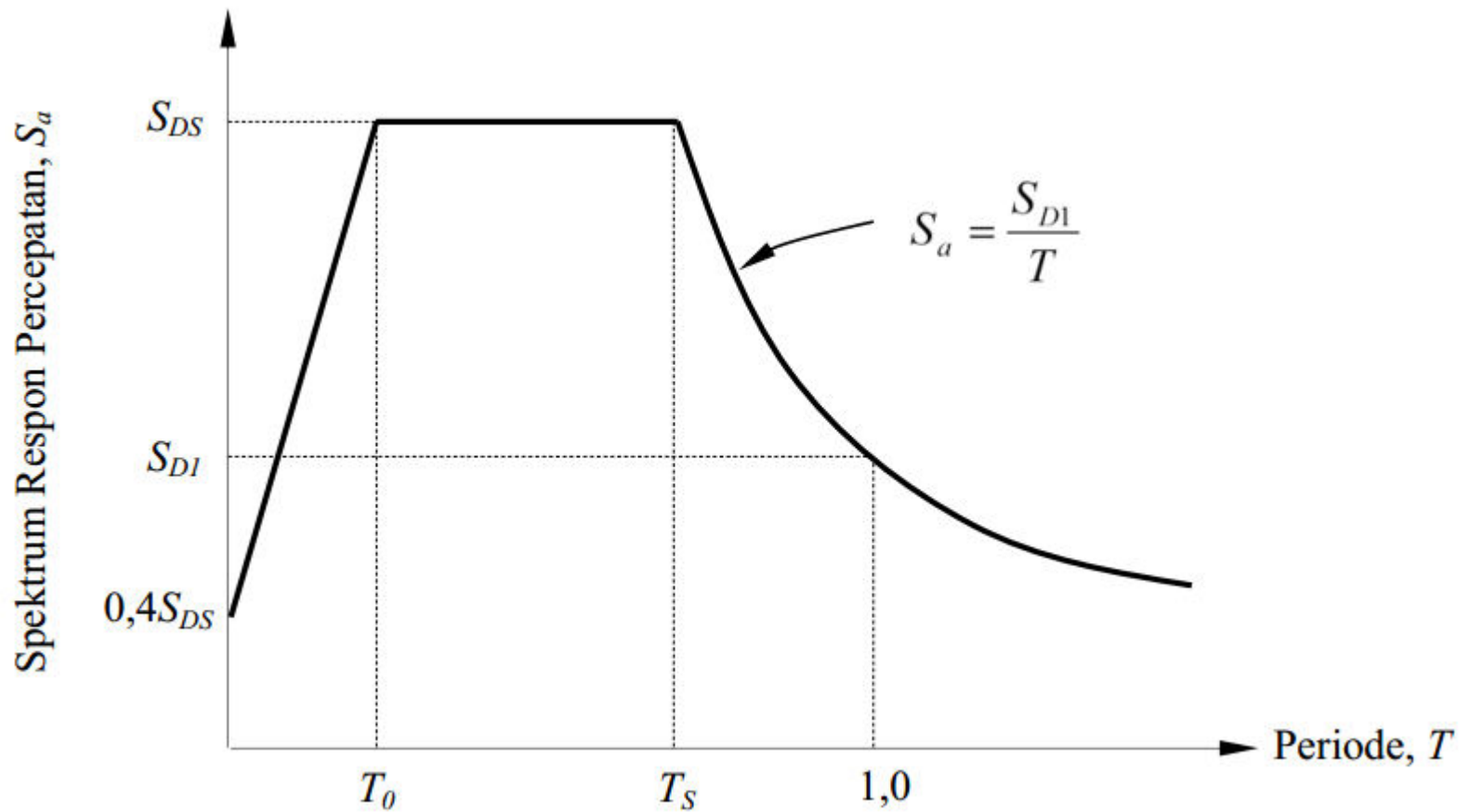
- Untuk periode yang lebih besar dari T_S , spektrum respon percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan :

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (6)$$



Universitas
Pembangunan Jaya

a home base to excellence



Approximate Fundamental Period

- Untuk struktur dengan ketinggian tidak melebihi 12 tingkat dimana sistem penahan gaya seismik terdiri dari rangka penahan momen beton atau baja secara keseluruhan dan tinggi tingkat paling sedikit 3 m

$$T_a = 0,10N \quad (7)$$

- Dengan N adalah jumlah lantai tingkat

Approximate Fundamental Period

- Untuk struktur dengan ketinggian lebih dari 12 tingkat

$$T_a = C_t h_n^x \quad (8)$$

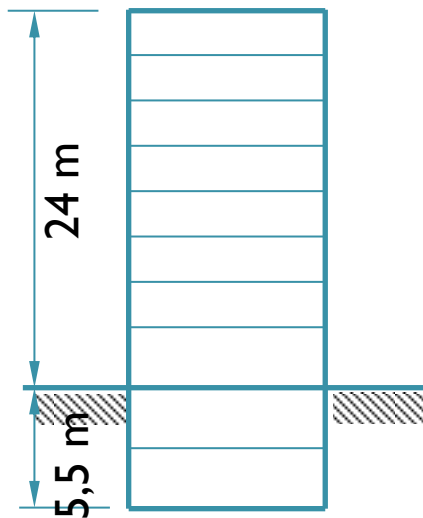
Tabel 15.10 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x

Tipe Struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100% gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa :		
Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,80
Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,90
Rangka baja dengan bracing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bracing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

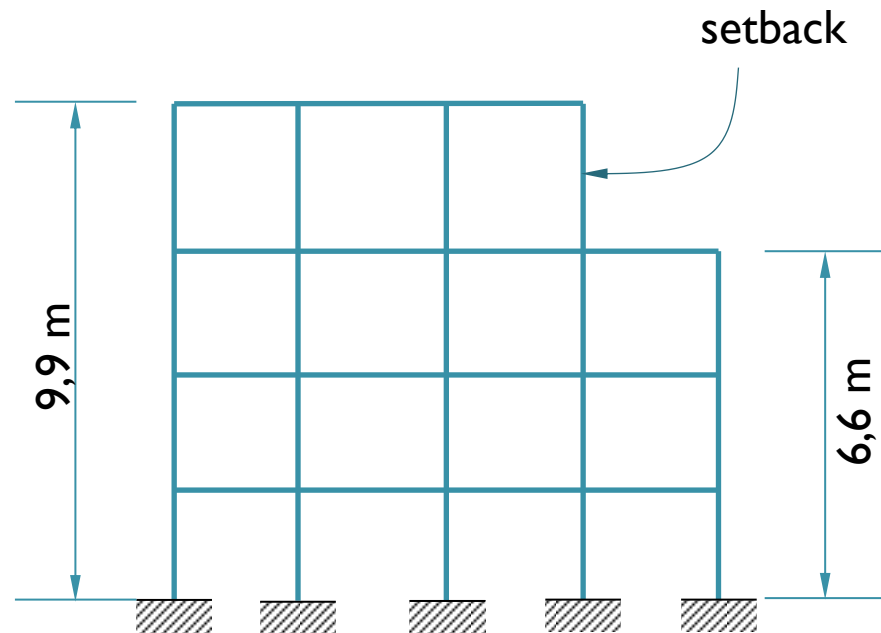
Contoh 2

- Tentukan perioda untuk setiap struktur yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini berdasarkan persamaan empirik

$$T_a = C_t h_n^x$$



Steel Special Moment Frame



Concrete Special Moment Frame

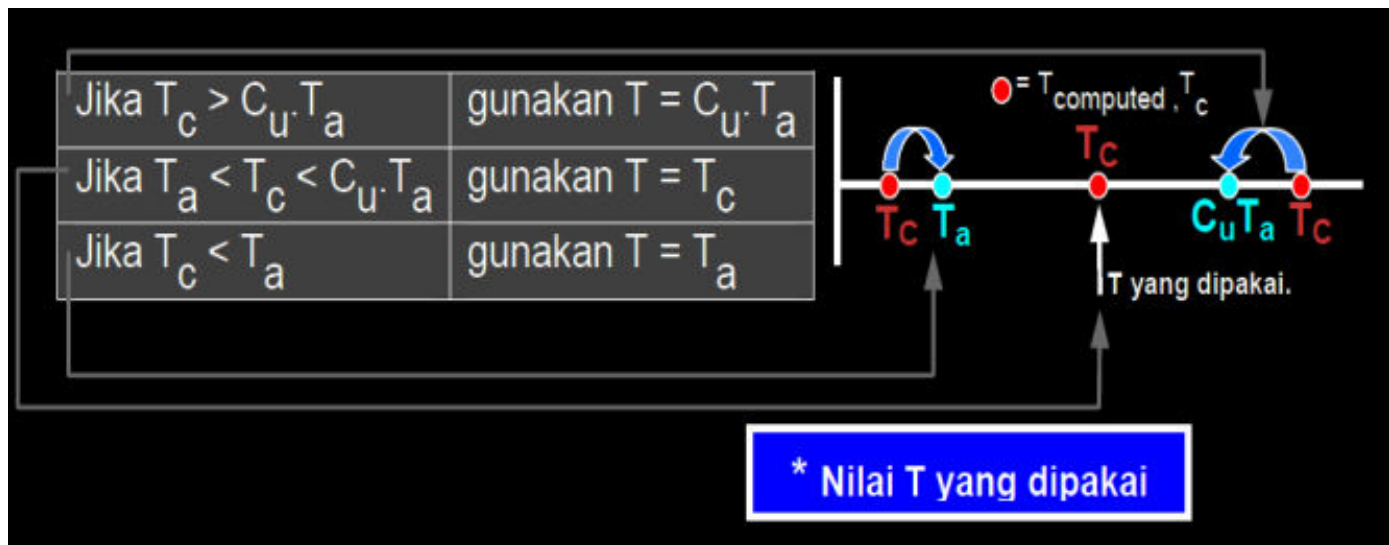
- Periode alami struktur, T , dalam arah yang ditinjau tidak boleh melebihi hasil kali koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung (C_u) dan periode alami pendekatan, T_a

Tabel 15.9 Koefisien Untuk Batas Atas Pada Periode Yang Dihitung

Parameter Percepatan Respons Spektral Desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_u
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

a home base to excellence

- Apabila periode alami struktur diperoleh dari hasil analisis menggunakan software (T_c), maka periode alami struktur yang diambil (T) harus ditentukan dengan ketentuan sebagai berikut :



- T_c dihitung untuk 2 macam kondisi yaitu kondisi penampang utuh (*uncracked*) dan kondisi penampang retak (*cracked section*)
- T_c yang dipakai untuk menentukan base shear adalah T_c yang tidak lebih besar dari $T_{c-cracked}$ dan tidak lebih kecil dari $T_{c-uncracked}$

SNI - 03 - 2847 - 2002

Modulus elastisitas	E_c (dari 10.5(1))
Momen Inersia	
Balok	$0,35 I_g$
Kolom	$0,70 I_g$
Dinding : tidak retak	$0,70 I_g$
: retak	$0,35 I_g$
Pelat datar dan lantai datar	$0,25 I_g$
Luas	$1,0 A_g$