

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Prinsip-prinsip Dinamik Penentu Gempa

2.1.1 Faktor Keutamaan Gedung (*I_e*)

Untuk berbagai kategori resiko struktur bangunan gedung dan non gedung sesuai Tabel 2.1 pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan *I_e* menurut Tabel 2.2 (berdasarkan pasal 4.2.1 SNI Gempa 2012).

Tabel 2.1 Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa.

Jenis Pemanfaatan	Kategori Resiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none">- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan- Fasilitas sementara- Gudang penyimpanan- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none">- Perumahan ; rumah toko dan rumah kantor- Pasar- Gedung perkantoran- Gedung apartemen/ rumah susun- Pusat perbelanjaan/ mall- Bangunan industri- Fasilitas manufaktur- Pabrik	II

Lanjutan Tabel 2.1 Kategori resiko bangunan

<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko 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.</p>	III
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan-bangunan monumental - 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 	IV

Sumber : SNI 1726-2012.

Tabel 2.2 Faktor keutamaan gempa (I_e).

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Sumber : SNI 1726-2012.

A. Menentukan Parameter Percepatan Gempa (S_s, S_1)

Parameter S_s (percepatan batuan dasar pada perioda pendek) dan S_1 (percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spectral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik dengan kemungkinan 2 % terlampaui dalam 50 tahun (MCER, 2 persen dalam 50 tahun), dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi dengan menggunakan peraturan kegempaan terbaru.

B. Menentukan Kelas Situs (SA-SF)

Dalam perumusan kriteria desain seismik suatu bangunan di permukaan tanah atau penentuan amplifikasi besaran percepatan gempa puncak dari batuan dasar ke permukaan tanah untuk suatu situs, maka situs tersebut harus diklasifikasikan terlebih dahulu. Profil tanah di situs harus diklasifikasikan sesuai dengan Tabel 2.3 (dari pasal 5.3 SNI Gempa 2012), berdasarkan profil tanah lapisan 30 m paling atas. Penetapan kelas situs harus melalui penyelidikan tanah di lapangan dan di laboratorium, yang dilakukan oleh otoritas yang berwenang atau ahli desain geoteknik bersertifikat, dengan minimal mengukur secara independen dua dari tiga parameter tanah yang tercantum dalam Tabel 3. Dalam hal ini, kelas situs dengan kondisi yang lebih buruk harus diberlakukan. Apabila tidak tersedia data tanah yang spesifik pada situs sampai kedalaman 30 m, maka sifat-sifat tanah harus diestimasi oleh seorang ahli geoteknik yang memiliki sertifikat atau ijin keahlian yang menyiapkan laporan penyelidikan tanah berdasarkan kondisi getekniknya. Penetapan kelas situs SA dan kelas situs SB tidak

Tabel 2.3 Klasifikasi Situs.

Kelas situs	\bar{V}_s (m/detik)	\bar{N} atau \bar{N}_{CH}	\bar{s}_u (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 - 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 - 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 - 350	15 – 50	50 – 100
SE (tanah lunak)	<175	<15	<50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut :		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$, 3. Kuat geser niralir $\bar{s}_u < 25$ kPa 		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik situs yang mengikuti pasal 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: <ul style="list-style-type: none"> • 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/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{s}_u < 50$ kPa 		

Sumber : SNI 1726-2012.

C. Menentukan koefisien-koefisien situs dan parameter-parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R)

Untuk penentuan respons spektral percepatan gempa MCE_R di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (F_a) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik (F_v). Parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode 1 detik (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut ini :

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s \quad (1)$$

$$S_{M1} = F_v \cdot S_1 \quad (2)$$

dengan,

S_s = parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode pendek;

S_1 = parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode 1,0 detik.

dan koefisien situs F_a dan F_v mengikuti Tabel 4 dan Tabel 5 (pasal 6.2).

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek, S_{DS} dan pada periode 1 detik, S_{D1} , harus ditentukan melalui perumusan berikut ini :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (3)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (4)$$

Tabel 2.4 Koefisien situs, F_a .

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				

a) Untuk nilai-nilai antara S_s dapat dilakukan interpolasi linier.

b) SS = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat pasal 6.10.1.

Sumber : SNI 1726;2012.

Tabel 2.5 Koefisien situs, Fv.

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada perioda pendek, $T=0,2$ detik, S_s				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
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				

a) Untuk nilai-nilai antara S_1 dapat dilakukan interpolasi linier.

b) SS = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat pasal 6.10.1.

Sumber : SNI 1726;2012.

D. Menentukan Spektrum respons Desain

Bila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik situs tidak digunakan, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu Gambar 2.1 dan mengikuti ketentuan di bawah ini.

Untuk perioda yang lebih kecil dari T_o , spektrum respons percepatan desain S_a , harus diambil dari persamaan ;

$$S_a = S_{DS} \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_o} \right) \quad (5)$$

Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan T_o dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s , spektrum respons percepatan desain, S_a , sama dengan S_{DS} ;

Untuk perioda lebih besar dari T_s , spektrum respons percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan :

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

dengan,

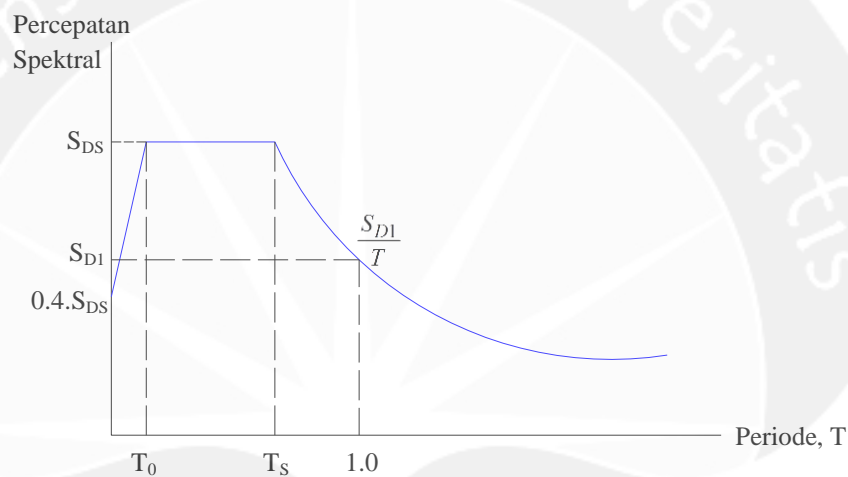
S_{DS} = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda pendek ;

S_{D1} = parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik ;

T = perioda getar fundamental struktur.

$$T_0 = 0.2 \frac{S_{DS}}{S_{D1}} \quad (7)$$

$$T_s = \frac{S_{DS}}{S_{D1}} \quad (8)$$



Gambar 2.1. Spektrum Respons Desain.

E. Menentukan Kategori Desain Seismik

Struktur dengan kategori risiko I, II, atau III yang berlokasi di mana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada perioda 1 detik, S_1 , lebih besar dari atau sama dengan 0,75 harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik E.

Struktur yang berkategori risiko IV yang berlokasi di mana parameter respons spectral percepatan terpetakan pada perioda 1 detik, S_1 , lebih besar dari atau sama dengan 0,75, harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik F.

Semua struktur lainnya harus ditetapkan kategori desain seismik-nya berdasarkan kategori risikonya dan parameter respons spektral percepatan desainnya, S_{DS} dan S_{D1} . Masing-masing bangunan dan struktur harus

ditetapkan ke dalam kategori desain seismik yang lebih parah, dengan mengacu pada Tabel 2.6 atau 2.7, terlepas dari nilai perioda fundamental getaran struktur, T .

Apabila S_1 lebih kecil dari 0,75, kategori desain seismik diijinkan untuk ditentukan sesuai Tabel 2.6 saja, di mana berlaku semua ketentuan di bawah :

- 1) Pada masing-masing dua arah ortogonal, perkiraan perioda fundamental struktur, T_a , yang ditentukan sesuai dengan pasal 7.8.2.1 adalah kurang dari $0,8 T_s$
- 2) Pada masing-masing dua arah ortogonal, perioda fundamental struktur yang digunakan untuk menghitung simpangan antar lantai adalah kurang dari T_s
- 3) Persamaan 22 digunakan untuk menentukan koefisien respons seismik, C_s
- 4) Diafragma struktural adalah kaku sebagaimana disebutkan di pasal 7.3.1 atau untuk diafragma yang fleksibel, jarak antara elemen-elemen vertikal penahan gaya gempa tidak melebihi 12 m.

Tabel 2.6 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek.

Nilai S_{DS}	Kategori Resiko	
	I, II, III	IV
$S_{DS} \leq 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} \leq 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} \leq 0,5$	C	D
$0,5 \leq S_{DS}$	D	D

Sumber : SNI 1726;2012.

Tabel 2.7 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik.

Nilai S_{DS}	Kategori Resiko	
	I, II, III	IV
$S_{D1} \leq 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} \leq 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} \leq 0,2$	C	D
$0,2 \leq S_{D1}$	D	D

Sumber : SNI 1726;2012.

2.1.2 Gaya Geser Dasar dan Periode Getar Fundamental

Gaya geser dasar nominal statik ekuivalen V merupakan suatu gaya geser yang diasumsikan merupakan pengganti atau penyederhanaan dari guncangan atau getaran gempa bumi yang terjadi di tingkat dasar menurut Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 02-1726-2012 pasal 7.8.1) dapat dihitung menurut persamaan :

$$V = C_s \cdot W \quad (9)$$

dengan,

V = gaya geser dasar seismik,

W = berat seismik efektif menurut pasal 7.7.2,

C_s = koefisien respon seismik yang ditentukan sesuai dengan pasal 7.8.1.1, yaitu

$$C_s = \left(\frac{S_{DS}}{R/I_e} \right) \quad (10)$$

Namun nilai C_s tidak perlu lebih besar dari

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T(R/I_e)} \quad (11)$$

Tetapi tidak boleh kurang dari

$$C_s = 0.044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \geq 0.01 \quad (12)$$

Untuk nilai $S_1 \geq 0,60$ g, nilai C_s tidak boleh kurang dari

$$C_s = \frac{0.5 \cdot S_1}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (13)$$

dengan

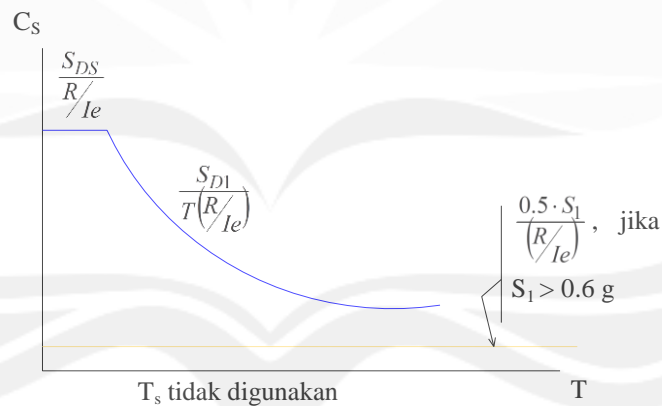
S_{DS} = parameter percepatan spektrum respon desain dalam rentang perioda pendek seperti ditentukan dalam pasal 6.3 atau 6.9

R = faktor modifikasi respon pada Tabel 9 SNI Gempa 2012

I_e = faktor keutamaan gempa sesuai dengan pasal 4.1.2

S_{D1} = parameter percepatan spektrum respons maksimum yang ditentukan sesuai dengan pasal 6.10.4

T = periode fundamental struktur (detik) yang ditentukan oleh pasal 7.8.2



Gambar 2.2. Perhitungan gaya geser dasar seismik.

Perioda fundamental struktur (T), tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada perioda yang dihitung (C_u) dari Tabel 2.8 dan perioda fundamental pendekatan, (T_a).

Sebagai alternatif pada pelaksanaan analisis untuk menentukan perioda fundamental struktur, T , diijinkan secara langsung menggunakan perioda bangunan pendekatan, (T_a). Perioda fundamental pendekatan (T_a), dalam detik, harus ditentukan dari persamaan berikut :

$$T_a = C_t \cdot h_n^x \quad (14)$$

dengan, h_n adalah ketinggian struktur, dalam (m), di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefisien C_t dan x ditentukan dari Tabel 2.9.

Tabel 2.8 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.

Parameter percepatan spektral desain pada 1 detik, S_{DI}	Koefisien C_u
≥ 0.4	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
≤ 0.1	1.7

Sumber : SNI 1726-2012.

Tabel 2.9 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 % gaya gempa 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	0.8
Rangka beton pemikul momen	0.0466	0.8
Rangka baja dengan bresing eksentris	0.0731	0.75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0.0731	0.75
Semua sistem struktur lainnya	0.0488	0.75

Sumber : SNI 1726-2012.

Sebagai alternatif, diijinkan untuk menentukan periode fundamental pendekatan T_a , dalam detik, dari persamaan berikut untuk struktur dengan ketinggian tidak melebihi 12 tingkat di mana sistem penahan gaya gempa terdiri dari rangka penahan momen beton atau baja secara keseluruhan dan tinggi tingkat paling sedikit 3 m.

$$T_a = 0.1 \cdot N \quad (15)$$

dengan N = jumlah tingkat.

Perioda fundamental pendekatan, T_a , dalam detik untuk struktur dinding geser batu bata atau beton diijinkan untuk ditentukan dari Persamaan 20 sebagai berikut :

$$T_a = \frac{0.0062}{\sqrt{C_w}} h_n \quad (16)$$

dimana, h_n merupakan tinggi bangunan dan C_w dihitung dengan persamaan berikut :

$$C_w = \frac{100}{A_B} \sum_{i=1}^x \left(\frac{h_n}{h_i} \right)^2 \frac{A_i}{\left[1 + 0.83 \left(\frac{h_i}{d_i} \right)^2 \right]} \quad (17)$$

dengan,

A_B = luas dasar struktur, dinyatakan dalam meter persegi (m^2);

A_i = luas badan dinding geser i, dinyatakan dalam meter persegi (m^2);

D_i = panjang dinding geser, dinyatakan dalam meter (m);

h_i = tinggi dinding geser, dinyatakan dalam meter (m);

x = jumlah dinding geser dalam bangunan yang efektif dalam menahan gaya lateral menurut arah yang ditinjau.

2.2 Distribusi Beban Horizontal Pada Tiap Lantai

Beban geser dasar nominal V harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen F_i yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat ke- i menurut persamaan :

$$F_i = C_{vx} \cdot V = \frac{w_i \cdot h_i^k}{\sum_{i=1}^n w_i \cdot h_i^k} \cdot V \quad (18)$$

dengan,

C_{VX} = faktor distribusi vertikal;

V = gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur, satuan kiloNewton (kN);

w_i dan w_x = bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x ;

h_i dan h_x = tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x , satuan meter (m);

k = eksponen yang terkait dengan periode struktur sebagai berikut :

Untuk struktur dengan periode sebesar 0,5 detik atau kurang, $k = 1$,

Untuk struktur dengan periode sebesar 2,5 detik atau lebih, $k = 2$,

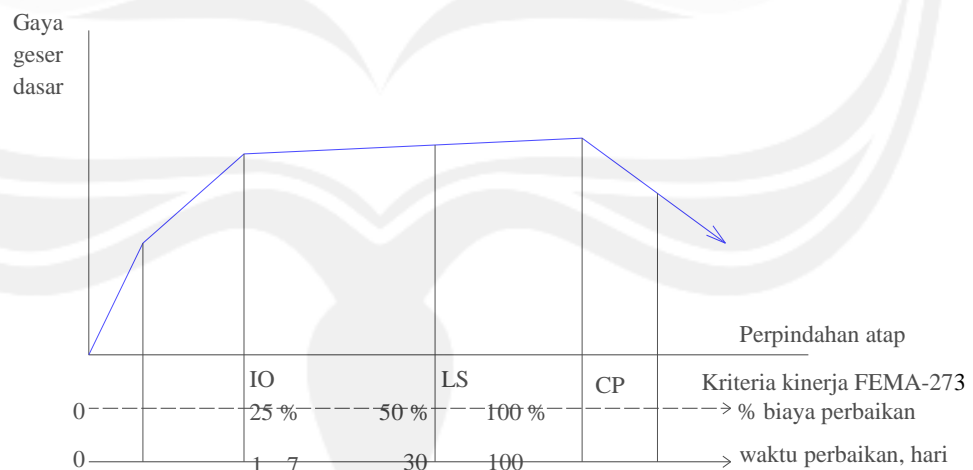
Untuk struktur dengan periode antara 0,5 dan 2,5 detik, k harus sebesar 2 atau harus ditentukan dengan interpolasi linear antara 1 dan 2.

2.3 Konsep Kinerja Struktur Tahan Gempa

Saat ini, sebagian besar bangunan tahan gempa direncanakan dengan prosedur yang ditulis dalam peraturan perencanaan bangunan (*building codes*). Peraturan dibuat untuk menjamin keselamatan penghuni terhadap gempa besar yang mungkin terjadi, dan untuk menghindari atau mengurangi kerusakan atau kerugian harta benda terhadap gempa sedang yang sering terjadi. Perencanaan tahan gempa berbasis kinerja (*performance-based seismic design*) merupakan proses yang dapat digunakan untuk perencanaan bangunan baru maupun perkuatan (*upgrade*) bangunan yang sudah ada, dengan pemahaman yang realistis terhadap resiko keselamatan (*life*), kesiapan pakai (*occupancy*) dan kerugian harta benda (*economic loss*) yang mungkin terjadi akibat gempa yang akan datang. Proses perencanaan tahan gempa berbasis kinerja dimulai dengan membuat model rencana bangunan kemudian melakukan simulasi kinerjanya terhadap berbagai kejadian gempa. Setiap simulasi memberikan informasi tingkat kerusakan (*level of damage*), ketahanan struktur, sehingga dapat memperkirakan berapa besar keselamatan (*life*), kesiapan pakai (*occupancy*) dan kerugian harta benda (*economic loss*) yang akan terjadi.

Mengacu pada NEHRP & FEMA 273 (1997) yang menjadi acuan klasik bagi perencanaan berbasis kinerja, maka kategori level kinerja struktur adalah :

1. *Full Operational* (FO) = Tidak ada kerusakan berarti pada struktur dan non-struktur (bangunan tetap berfungsi).
2. Segera dapat dipakai (*IO = Immediate Occupancy*), yaitu tidak ada kerusakan yang berarti pada struktur, dimana kekuatan dan kekakuannya kira-kira hampir sama dengan kondisi sebelum gempa.
3. Keselamatan penghuni terjamin (*LS = Life-Safety*), yaitu terjadi kerusakan komponen struktur, kekakuan berkurang, tetapi masih mempunyai ambang yang cukup terhadap keruntuhan. Komponen non-struktur masih ada tetapi tidak berfungsi. Dapat dipakai lagi jika sudah dilakukan perbaikan.
4. Terhindar dari keruntuhan total (*CP = Collapse Prevention*) yaitu kerusakan yang berarti pada komponen struktur dan non-struktur. Kekuatan struktur dan kekakuannya berkurang banyak, hampir runtuh. Kecelakaan akibat kejatuhan material bangunan yang rusak sangat mungkin terjadi.



Gambar 2.3. Ilustrasi rekayasa gempa berbasis kinerja.

Hal penting dari perencanaan berbasis kinerja adalah sasaran kinerja bangunan terhadap gempa dinyatakan secara jelas. Sasaran kinerja terdiri dari kejadian gempa rencana yang ditentukan (*earthquake hazard*), dan taraf kerusakan yang diijinkan atau level kinerja (*performance level*) dari bangunan

terhadap kejadian gempa tersebut. ATC-40 memberi batasan rasio *drift* atap untuk berbagai macam tingkat kinerja struktur adalah sebagai berikut adalah sebagai berikut :

Tabel 2.10. Batasan rasio *drift* atap menurut ATC-40.

Parameter	Performance Levels			
	IO	Damage Control	LS	Structural Stability
Maksimum Total Drifts	0.01	0.01 – 0.02	0.02	$0.33 \frac{V_i}{P_i}$
Maksimum Inelastik Drifts	0.005	0.005 – 0.015	no limit	no limit

dimana V_i adalah gaya geser pada lantai ke- i , dan P_i adalah jumlah total beban grafitasi yang bekerja pada lantai ke- i (total beban mati dan beban hidup).