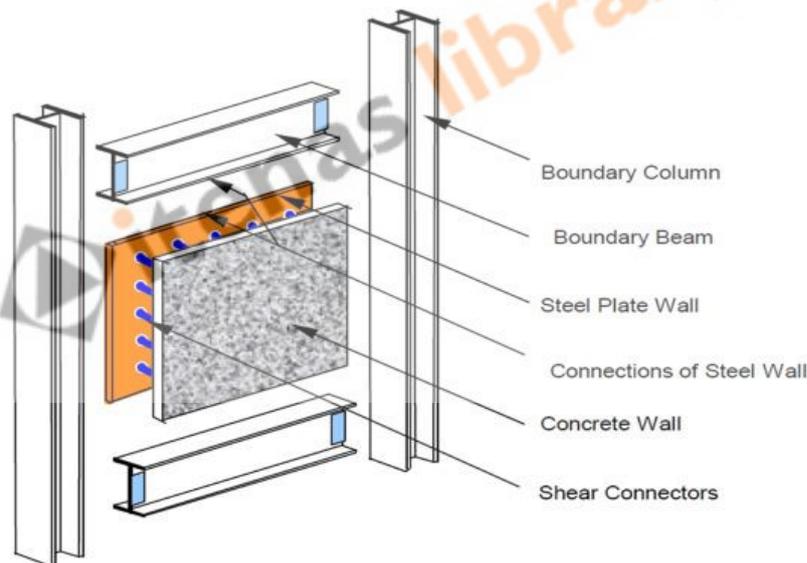


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Dinding geser merupakan bagian dari struktur bangunan yang berfungsi sebagai penahan lateral bangunan bertingkat tinggi. Dinding geser yang telah umum digunakan adalah dinding geser beton, namun selalu ada kekhawatiran terhadap daktilitas, kekuatan lokal serta efisiensi pembangunan dalam bangunan bertingkat tinggi terutama pada zona gempa tinggi. Dinding geser komposit pelat baja dapat memberikan alternatif karena dapat mengkompensasi kerugian dari dinding geser beton bertulang yaitu kekhawatiran terhadap daktilitas dan dinding geser pelat baja yaitu kekhawatiran terhadap keseluruhan tekuk pada pelat baja yang mempengaruhi kekuatan geser dan kekakuan serta kehilangan energi (Zhao, 2004).

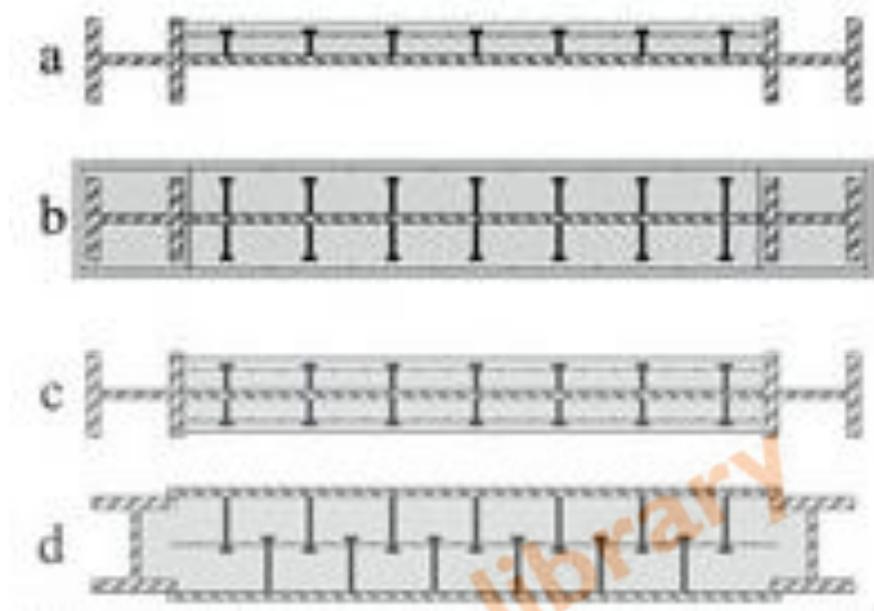


**Gambar 2.1** Komponen Dinding Geser Komposit Pelat Baja  
(Sumber: Astaneh-Asl, 2002)

Berdasarkan *American Institute of Steel Construction 1997 (AISC 1997)*, tipe-tipe dinding geser komposit pelat baja sebagai berikut:

- a. Pelat beton berada disalah satu sisi dinding dengan pembatas disisi lainnya adalah pelat baja;

- b. Pelat baja berada ditengah-tengah struktur dinding geser komposit dengan beton sebagai elemen pembatas;
- c. Hampir sama dengan gambar 2.2 (b), yaitu beton sebagai elemen pembatas yang menyelimuti pelat baja dan kolom.



**Gambar 2.2** Tipe Dinding Geser Komposit Pelat Baja

(Sumber: Astaneh-Asl, 2002)

## 2.2 Karakteristik Dinding Geser Komposit

- a. Pelat baja

Elemen ini merupakan pelat baja yang relatif tipis. Alasan mengapa dinding geser komposit pelat baja ini mampu mencapai titik leleh adalah karena dinding beton yang ada telah menguatkan pelat baja sehingga dapat mencegah terjadinya tekuk sebelum mencapai titik leleh. Dengan kata lain, dinding beton bertindak sebagai pengaku dan mencegah tekuk pelat.

- b. Dinding geser beton bertulang

Dinding beton bertulang dapat dihubungkan ke salah satu sisi dinding geser pelat baja, atau kedua sisi pelat baja dinding geser, dan dinding geser beton bertulang dapat terjepit di antara dua pelat dinding geser baja. Dalam semua hal ini, dinding beton bertulang memberikan kekuatan geser dan kekakuan, melalui bidang

kompresi, dan beberapa daktilitas tergantung pada jumlah penguat atau pengaku dalam dinding. Dinding beton bertulang juga berpartisipasi dalam melawan saat terjadi keruntuhan. Dinding beton bertulang dapat dicor ditempat atau berupa pracetak. Salah satu peran penting dari dinding beton bertulang adalah untuk mencegah tekuk dari dinding pelat baja. Hal ini dilakukan dengan menghubungkan pelat baja dan dinding beton bertulang dengan menggunakan konektor geser (studs).

c. Kolom

Selain beban gravitasi, kolom di sisi dinding geser komposit berfungsi untuk menahan sebagian besar momen balik. Kolom juga menyediakan titik balik untuk aksi ketegangan bidang pelat baja dan bantalan elemen untuk elemen tekan diagonal dari dinding beton. Dalam struktur dengan kolom yang relatif besar, kolom juga dapat mentransfer cukup banyak gaya geser.

d. Balok

Bagian atas dan bawah balok dalam suatu aksi dinding geser komposit berfungsi sebagai angkur apabila terjadi tegangan pada bidang pelat baja dan bantalan sebagai elemen kompresi untuk kompresi diagonal dinding beton. Selain itu, balok menahan beban gravitasi dari lantai. Karena saat momen balik, balok dikenakan aliran geser yang relatif besar diujungnya.

### 2.3 Fungsi Dinding Geser pada Struktur Gedung

Fungsi dari dinding geser pada struktur gedung dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Kekuatan

Dinding geser harus mempunyai kekuatan untuk meredam gaya gempa bumi secara horizontal. Ketika dinding geser kuat maka dinding akan mulai mentransfer gaya itu ke elemen berikutnya seperti pondasi, dinding dan lantai.

b. Kekakuan

Dinding geser juga memberikan kekakuan lateral untuk mencegah atap atau lantai di atas dari sisi goyangan yang berlebihan. Dengan begitu atap dan lantai

tidak akan mengalami kerusakan yang banyak dan kekakuan struktur pada bangunan tetap terjaga.

## **2.4 Penelitian Terkait**

Pada penelitian sebelumnya oleh A., George (2016) telah dilakukan analisis *layout* dinding geser. Namun yang ditinjau adalah penempatan posisi dari dinding geser terhadap kinerja struktur bangunan yang mana dinding geser akan lebih optimum apabila ditempatkan pada sisi gedung yang paling pinggir sehingga dapat menghasilkan kekakuan struktur yang lebih besar daripada apabila dinding geser diletakkan didalam struktur gedung, sehingga semakin tinggi kekakuan yang dimiliki oleh struktur gedung tersebut maka semakin tinggi performa dari daktilitas struktur gedung tersebut.

## **2.5 Standar yang Digunakan dalam Penelitian**

Standar yang digunakan dalam penelitian tentang Kajian Perbandingan Kinerja Struktur Dinding Geser Komposit Pelat Baja Berdasarkan Tingkatan Gedung adalah sebagai berikut:

- a. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (SNI 1726:2012);
- b. Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2013);
- c. Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural (SNI 03 – 1729 : 2015).

## **2.6 Data yang Digunakan dalam Penelitian**

Data yang diperlukan dalam penelitian tentang Kajian Perbandingan Kinerja Struktur Dinding Geser Komposit Pelat Baja Berdasarkan Tingkatan Gedung adalah sebagai berikut:

### **2.6.1 Pembebanan**

Pembebanan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan pembebanan berdasarkan SNI 1727:2013 tentang Beban minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Beban yang digunakan antara lain:

**a. Beban Hidup (LL)**

Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati. Pemilihan beban hidup pada perencanaan struktur adalah berdasarkan dari fungsi bangunannya. Beban hidup yang digunakan dalam penelitian ini adalah beban hidup yang digunakan untuk Apartemen pada lantai kerja dan beban atap datar.

**b. Beban Mati (DL)**

Beban mati adalah semua beban yang berasal dari berat bangunan, termasuk segala unsur tambahan tetap yang merupakan satu kesatuan dengannya. Beban mati yang diperhitungkan terdiri dari berat kolom, balok, dan pelat.

**c. Beban Mati Tambahan (SDL)**

Beban mati tambahan adalah beban-beban yang bekerja vertikal ke bawah pada struktur dan mempunyai karakteristik bangunan, seperti misalnya penutup lantai, alat mekanis, dan partisi. Berat dari elemen-elemen ini pada umumnya dapat ditentukan dengan mudah dengan derajat ketelitian cukup tinggi. Perhitungan besaran beban mati suatu elemen dilakukan dengan meninjau berat satuan material tersebut berdasarkan volume elemen.

**d. Beban Gempa (EQ)**

Beban gempa adalah semua beban *static equivalent* yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa di sini adalah gaya – gaya dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

### **2.6.2 Kombinasi Pembebanan**

Dalam Penelitian ini, acuan yang digunakan dalam pembebanan adalah SNI 1726:2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-gedung. Kombinasi pembebanan dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2.1** Kombinasi Pembebanan untuk Bangunan Gedung

No	Kombinasi Pembebanan
1	1,4DL + 1,4SDL
2	1,2DL + 1,2SDL + 1,6LL
3	$(1,2 + 0,2S_{DS})DL + (1,2 + 0,2S_{DS})SDL + 1LL + (0,3\rho)E_{qx} + (1\rho) E_{qy}$
4	$(1,2 + 0,2S_{DS})DL + (1,2 + 0,2S_{DS})SDL + 1LL + (0,3\rho)E_{qx} - (1\rho) E_{qy}$
5	$(1,2 + 0,2S_{DS})DL + (1,2 + 0,2S_{DS})SDL + 1LL - (0,3\rho)E_{qx} + (1\rho) E_{qy}$
6	$(1,2 + 0,2S_{DS})DL + (1,2 + 0,2S_{DS})SDL + 1LL - (0,3\rho)E_{qx} - (1\rho) E_{qy}$
7	$(1,2 + 0,2S_{DS})DL + (1,2 + 0,2S_{DS})SDL + 1LL + (1\rho)E_{qx} + (0,3\rho) E_{qy}$
8	$(1,2 + 0,2S_{DS})DL + (1,2 + 0,2S_{DS})SDL + 1LL + (1\rho)E_{qx} - (0,3\rho) E_{qy}$
9	$(1,2 + 0,2S_{DS})DL + (1,2 + 0,2S_{DS})SDL + 1LL - (1\rho)E_{qx} + (0,3\rho) E_{qy}$
10	$(1,2 + 0,2S_{DS})DL + (1,2 + 0,2S_{DS})SDL + 1LL - (1\rho)E_{qx} - (0,3\rho) E_{qy}$
11	$(0,9 - 0,2S_{DS})DL + (0,9 - 0,2S_{DS})SDL + (0,3\rho)E_{qx} + (1\rho) E_{qy}$
12	$(0,9 - 0,2S_{DS})DL + (0,9 - 0,2S_{DS})SDL + (0,3\rho)E_{qx} - (1\rho) E_{qy}$
13	$(0,9 - 0,2S_{DS})DL + (0,9 - 0,2S_{DS})SDL - (0,3\rho)E_{qx} + (1\rho) E_{qy}$
14	$(0,9 - 0,2S_{DS})DL + (0,9 - 0,2S_{DS})SDL - (0,3\rho)E_{qx} - (1\rho) E_{qy}$
15	$(0,9 - 0,2S_{DS})DL + (0,9 - 0,2S_{DS})SDL + (1\rho)E_{qx} + (0,3\rho) E_{qy}$
16	$(0,9 - 0,2S_{DS})DL + (0,9 - 0,2S_{DS})SDL + (1\rho)E_{qx} - (0,3\rho) E_{qy}$
17	$(0,9 - 0,2S_{DS})DL + (0,9 - 0,2S_{DS})SDL - (1\rho)E_{qx} + (0,3\rho) E_{qy}$
18	$(0,9 - 0,2S_{DS})DL + (0,9 - 0,2S_{DS})SDL - (1\rho)E_{qx} - (0,3\rho) E_{qy}$

### 2.6.3 Respons Spektrum

Untuk mendapatkan data Respons Spektrum yang digunakan dalam merencanakan gempa, dapat mengunjungi website Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman. Data yang dimasukkan dalam website tersebut adalah lokasi bangunan dan jenis tanahnya. Dengan data lokasi bangunan gedung di kota Bandung dan jenis tanah sedang.

### 2.6.4 Kategori Risiko Bangunan dan Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko bangunan dan faktor keutamaan gempa berdasarkan SNI 1726:2012 dapat dilihat pada **Tabel 2.2** dan **Tabel 2.3**.

**Tabel 2.2** Kategori Risiko Bangunan Gedung dan non Gedung

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gudang penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung apartemen/rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> </ul> <p>Pabrik</p>	II
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas penitipan anak</li> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi yang memiliki dampak ekonomi yang besar atau gangguan masal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, tapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Fasilitas penanganan air</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul> <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 dimana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika</p>	III

**Tabel 2.2** Lanjutan Kategori Risiko Bangunan Gedung dan non Gedung

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap Gempa bumi, angin badai dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan (termasuk 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) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	IV

**Tabel 2.3** Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa, $I_e$
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,5

### 2.6.5 Pemilihan Sistem Struktur

Pemilihan sistem struktur yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada SNI 1726:2012 tentang Tatacara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-gedung yang dapat dilihat pada **Tabel 2.4**.

**Tabel 2.4** R,  $C_d$  untuk Sistem Penahan Gaya Gempa

No	Sistem Penahan-Gaya Seismik	Koefisien Modifikasi Respons [R]	Faktor Pembesaran Defleksi [Ca]
1	Rangka baja pemikul momen khusus	8	5,5
2	Rangka batang pemikul momen khusus	7	5,5
3	Rangka baja pemikul momen menengah	4,5	4
4	Rangka baja pemikul momen biasa	3,5	3
5	Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	5,5
6	Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	4,5
7	Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	2,5
8	Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	5,5
9	Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	4,5
10	Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	4,5
11	Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	2,5
12	Rangka baja canai dingin pemikul momen khusus dengan pembautan	3,5	3,5

### 2.6.6 Periode Fundamental Pendekatan ( $T_a$ )

Berdasarkan SNI 1726:2012, Periode fundamental pendekatan batas bawah ditentukan dengan Persamaan 2.2.

$$T_{a \text{ minimum}} = C_t \times h_n^x \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan:

$C_t$  = nilai koefisien berdasarkan **Tabel 2.6**,

$h_n^x$  = tinggi struktur bangunan [m].

Periode fundamental pendekatan batas atas ditentukan dengan Persamaan 2.2

$$T_{a \text{ maksimum}} = C_u \times T_{a \text{ minimum}} \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan:

$C_u$  = nilai koefisien berdasarkan **Tabel 2.5**

**Tabel 2.5** 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
0,3	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

**Tabel 2.6** Nilai Parameter Periode Pendekatan  $C_t$  dan  $x$ 

Tipe Struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang di isyaratkan dan tidak melingkupi atau di hubungkan 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	0,9
Rangka baja dengan bressing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bressing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

### 2.6.7 Gaya Geser Dasar Seismik

Berdasarkan SNI 1726:2012 gaya geser seismik dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan dengan Persamaan 2.3.

$$V = C_s \times W \dots \dots \dots (2.3)$$

dengan:

- $C_s$  = koefisien respons seismik,
- $W$  = berat seismik efektif [kN].

Koefisien respons seismik,  $C_s$  hitung harus ditentukan dengan Persamaan 2.4.

$$C_{s \text{ hitung}} = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \dots \dots \dots (2.4)$$

dengan:

- $S_{DS}$  = parameter percepatan spektrum respons desain pada periode pendek 0,2 detik,
- $R$  = koefisien modifikasi respon, dicantumkan pada **Tabel 2.4**,

$I_e$  = faktor keutamaan gempa, dicantumkan pada **Tabel 2.3**.

Nilai  $C_s$  yang dihitung sesuai Persamaan 2.4 tidak boleh lebih dari Persamaan 2.5.

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} \dots \dots \dots (2.5)$$

Nilai  $C_s$  yang dihitung sesuai Persamaan 2.4 tidak boleh kurang dari Persamaan 2.6.

$$C_s = 0,044S_{DS}I_e \geq 0,01 \dots \dots \dots (2.6)$$

**2.6.8 Simpangan Antar Lantai**

Berdasarkan SNI 1726:2012 nilai simpangan antar lantai izin harus lebih besar dari selisih defleksi terbesar antar lantai. Persamaan defleksi pusat massa dapat dilihat pada Persamaan 2.7.

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \dots \dots \dots (2.7)$$

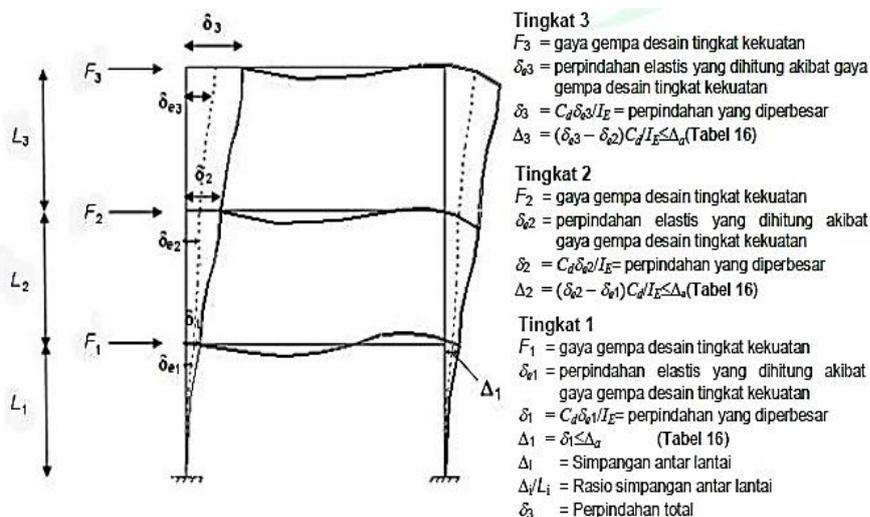
dengan:

$C_d$  = faktor pembesaran defleksi dapat dilihat pada **Tabel 2.4**,

$\delta_{xe}$  = perpindahan maksimum pada lokasi lantai yang ditinjau (didapat langsung dari program ETABS v.16.2.0) [mm],

$I_e$  = faktor keutamaan gempa dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

Perhitungan untuk mendapatkan simpangan antar lantai desain dapat dilihat pada **Gambar 2.3**.



**Gambar 2.3** Perhitungan Simpangan Antar Lantai

Persamaan simpangan antar lantai izin didasarkan pada kategori risiko dan ketinggian setiap tingkat ( $h_{sx}$ ).

**Tabel 2.7** Simpangan Antar Lantai Izin

Struktur	Kategori Risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi langit-langit dan sistem dinding interior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat	$0,025h_{sx}$	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

### 2.6.9 Modal Partisipasi Masa

Berdasarkan SNI 1726:2012 nilai analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi masa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90% dari masa aktual dalam masing-masing arah horizontal ortogonal dari respons yang ditinjau oleh model. Perlu diketahui untuk penelitian ini nilai yang dicantumkan pada arah sebaliknya yang ada nilainya itu tidak mutlak 0%, sebenarnya itu ada nilainya dengan banyak angka dibelakang koma, maka penulis menyederhanakan dengan 0%.

## 2.6 Analisis Statik Beban Dorong (*Static Pushover Analysis*)

Analisis Statik Beban Dorong (*Pushover*) adalah suatu analisis statik non-linier, yang dalam analisisnya pengaruh gempa rencana terhadap struktur bangunan gedung dianggap sebagai beban statik pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya ditingkatkan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan sehingga menyebabkan terjadinya pelelehan (sendi plastis) pertama di dalam struktur bangunan gedung, kemudian dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk pasca-elastik yang besar sampai mencapai target peralihan yang diharapkan atau sampai mencapai kondisi plastis (Pranata, Y. A., Simanta, D., 2006). Tujuan Analisis beban dorong adalah mengevaluasi perilaku

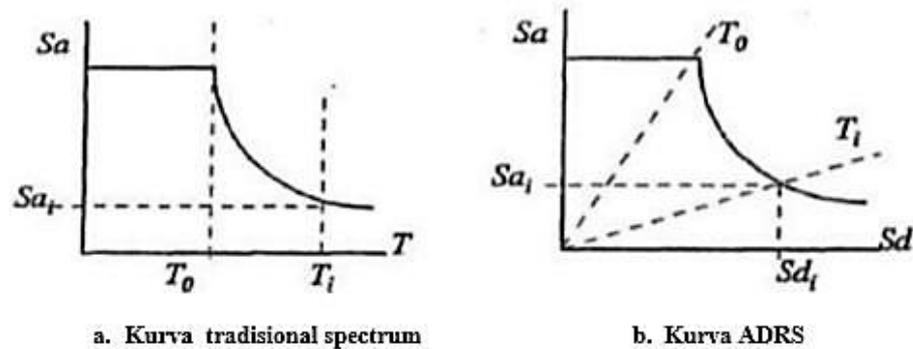
seismik struktur terhadap beban gempa rencana, yaitu memperoleh nilai faktor reduksi gempa, memperlihatkan kurva kapasitas (*capacity curve*) dan memperlihatkan skema kelelahan (distribusi sendi plastis) yang terjadi. Untuk dapat menyederhanakan prosedur analisis dengan menggunakan analisis statik beban dorong, dibutuhkan informasi tiga elemen penting yaitu kurva kapasitas, kurva *demand*, dan titik kinerja struktur.

### **2.7.1 Kurva Kapasitas (*Capacity Curve*)**

Kurva kapasitas hasil dari analisis statik beban dorong menunjukkan hubungan antara gaya geser dasar (*base shear*) dan perpindahan atap akibat beban lateral yang diberikan pada struktur dengan pola pembebanan tertentu sampai pada kondisi ultimit atau target peralihan yang diharapkan. Kurva kapasitas akan memperlihatkan suatu kondisi linier sebelum mencapai kondisi leleh dan selanjutnya berperilaku non-linier. Perubahan perilaku struktur dari linier menjadi non-linier berupa penurunan kekakuan yang diindikasikan dengan penurunan kemiringan kurva akibat terbentuknya sendi plastis pada balok dan kolom. Sendi plastis akibat momen lentur terjadi pada struktur jika beban yang bekerja melebihi kapasitas momen lentur yang ditinjau. Semakin banyak sendi plastis yang terjadi berarti kinerja struktur semakin bagus karena semakin banyak terjadi penyerapan energi melalui terbentuknya sendi plastis sebelum kapasitas struktur terlampaui (Pranata, Y. A., Simanta, D., 2006).

### **2.7.2 Kurva *Demand***

*Demand* adalah respons maksimum suatu struktur terhadap gempa yang terjadi. Kurva *demand* didapatkan dengan cara mengubah kurva tradisional *spectrum* hubungan antara percepatan respon spektra ( $S_a$ ) dengan waktu getar ( $T$ ) menjadi kurva *Acceleration Displacement Response Spectra (ADRS)* hubungan antara percepatan respon spektra ( $S_a$ ) dengan perpindahan spektra ( $S_d$ ).

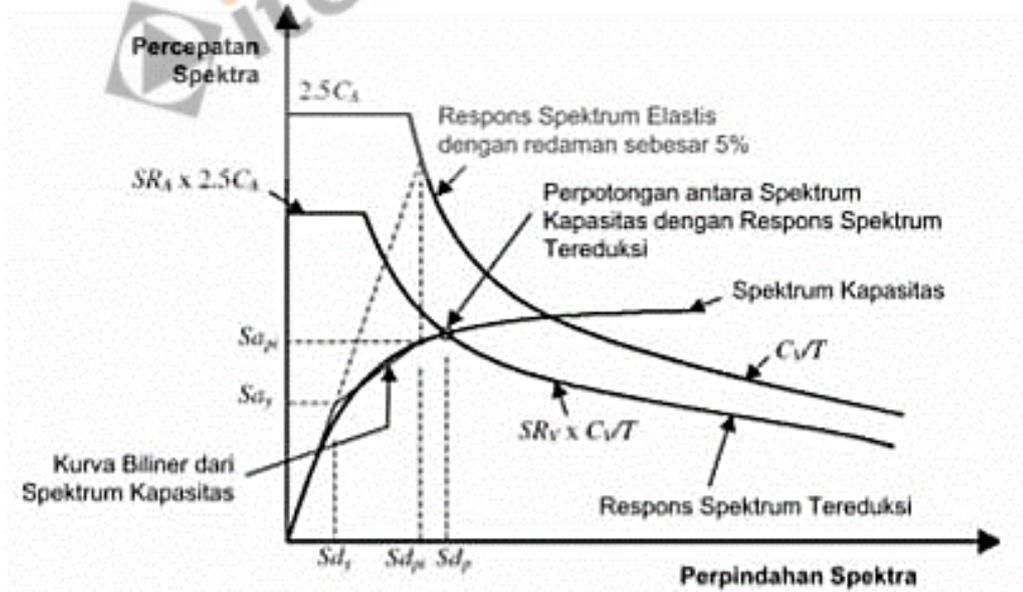


**Gambar 2.4** Kurva Demand

(Sumber: Afandi, N. Rachmad, 2010)

### 2.7.3 Titik Kinerja (*Performance Point*)

Titik kinerja merupakan titik pertemuan kurva *demand* dengan kurva kapasitas yang digunakan untuk memeriksa apakah komponen struktural dan non-struktural tidak melebihi batas kerusakan yang diizinkan. Pada *performance point* dapat diperoleh informasi mengenai periode bangunan dan redaman efektif akibat perubahan kekakuan struktur setelah terjadi sendi plastis. Berdasarkan informasi tersebut respon-respon struktur lainnya seperti nilai simpangan tingkat dan posisi sendi plastis dapat diketahui (Afandi, N. Rachmad, 2010).



**Gambar 2.5** Titik Kinerja

(Sumber: Dewobroto, 2006)

#### 2.7.4 Tingkat Kinerja

Berdasarkan filosofi desain yang ada, tingkat kinerja struktur bangunan akibat gempa rencana adalah *Life Safety*, yaitu walaupun struktur bangunan mengalami tingkat kerusakan yang cukup parah namun keselamatan penghuni tetap terjaga karena struktur bangunan tidak sampai runtuh.

Tingkat kinerja bangunan dibedakan menjadi lima tingkat sebagai berikut:

1. *Immediate Occupancy (IO)*

Kondisi yang menjelaskan bahwa setelah terjadinya gempa, kerusakan struktur sangat terbatas. Sistem penahan beban vertikal dan lateral bangunan hampir sama dengan kondisi sebelum terjadinya gempa, dan risiko korban jiwa akibat keruntuhan struktur dapat diabaikan.

2. *Damage Control*

Kondisi ini bukanlah merupakan level kinerja dari struktur, melainkan kondisi yang menjelaskan bahwa setelah terjadinya gempa, kerusakan yang terjadi berada dalam *range* antara IO dan LS.

3. *Life Safety (LS)*

Kondisi yang menjelaskan bahwa setelah terjadinya gempa, kerusakan yang penting terhadap struktur terjadi. Komponen utama struktur tidak terdislokasi dan runtuh, sehingga risiko korban jiwa terhadap kerusakan struktur sangat rendah.

4. *Limited Safety*

Kondisi ini bukanlah level kinerja dari struktur, melainkan kondisi yang menjelaskan bahwa setelah terjadinya gempa, kerusakan yang terjadi berada dalam *range* antara LS dan CP.

5. *Structural Stability*

Pada tingkatan ini, kondisi struktur setelah terjadinya gempa sangat parah, sehingga bangunan dapat mengalami keruntuhan struktur baik sebagian maupun total. Meskipun struktur masih bersifat stabil, kemungkinan terjadinya korban jiwa akibat kerusakan struktur besar.