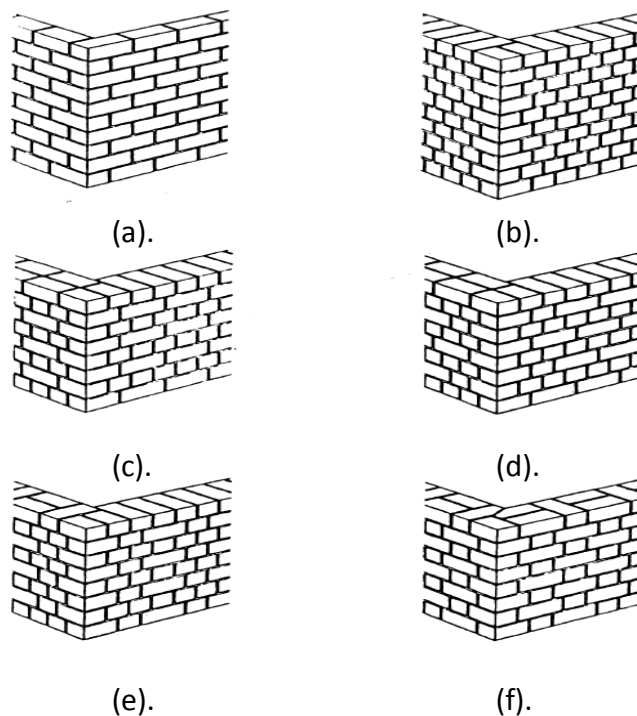


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dinding Bata Merah

Jenis dinding yang umum banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia salah satunya adalah dinding bata merah. Hal ini terkait dengan kemudahan proses pengerjaannya serta ketersediaan material batu bata yang sangat banyak. Untuk karena itu, mayoritas pembuatan dinding di Indonesia terdiri atas bata merah dan mortar sebagai perekat antara bata yang satu dengan bata yang lainnya.

Menurut (Frick, 1980:134) aturan penyusunan batu bata merah dapat dibedakan melalui pengaturannya. Untuk (Gambar 2.1 a) yaitu batu bata memanjang atau setengah bata, (Gambar 2.1 b) aturan batu melintang, (Gambar 2.1 c) aturan batu memanjang-melintang bersilang, (Gambar 2.1 d) aturan batu silang, (Gambar 2.1 e) aturan Belanda, dan (Gambar 2.1 f) aturan batu Gothic.



Gambar 2.1 Aturan Penyusunan Batu Bata Merah
Sumber: Frick (1980:134)

2.1.1 Bata Merah

Batu bata adalah bahan bangunan yang diperuntukkan untuk konstruksi, dibuat dari tanah liat atau tanpa campuran bahan lain, dibakar dengan suhu yang tinggi sehingga tidak mudah hancur bila direndam (NI-10, SII-0021-78).

Masyarakat Indonesia telah lama mengenal bata merah sebagai bahan penyusun dinding, baik untuk bangunan gedung bertingkat maupun bangunan rumah sederhana. Untuk Indonesia sendiri pembuatan bata merah mayoritas masih dibuat oleh masyarakat pedesaan (*home industry*). Bata merah dibuat dengan mencampurkan tanah liat, air, kotoran hewan dan sekam padi (Frick, 1980:122).

Untuk saat ini ukuran batu bata yang beredar di kalangan masyarakat memiliki ukuran dimensi yang beragam baik dari hasil pekerjaan lokal (*home industry*) ataupun hasil pabrikasi. Menurut NI-10 ukuran standard yang biasa digunakan untuk bangunan adalah:

1. (Panjang x Lebar x Tinggi) = (240 mm x 115 mm x 52 mm)
2. (Panjang x Lebar x Tinggi) = (230 mm x 110 mm x 50 mm)

Penyimpangan yang diijinkan untuk ukuran batu bata di atas adalah:

1. Panjang maksimum 3%
2. Lebar maksimum 4%
3. Tebal maksimum 5%

2.1.2 Mortar

Mortar atau spesi adalah campuran dari bahan pengikat (semen atau kapur), bahan pengisi (pasir) dan air yang berfungsi untuk mengikat batu bata merah di dalam komponen elemen dinding. Menurut (Frick, 1980:133), campuran mortar dapat dibuat dengan perbandingan 4 pasir : 1 semen : 0.5 kapur dan dengan penambahan air secukupnya. Mortar memiliki sifat-sifat yang penting yaitu sifat penyusutan (*shrinkage*) yang kecil, *workability*, serta kekuatan yang cukup.

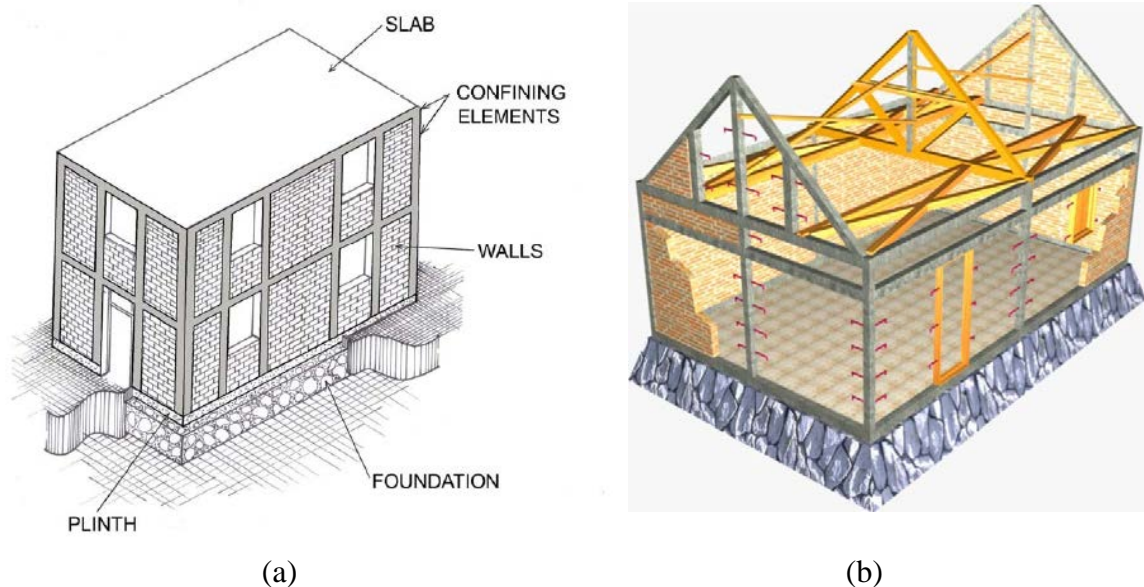
Berdasarkan kekuatannya, menurut SNI 03-6882-2002, standard mortar dibedakan menjadi 4 jenis, yaitu:

1. Mortar tipe M adalah mortar dengan kuat tekan tinggi, lebih diperuntukkan pada bagian yang mengalami beban lateral atau tekan tinggi, dinding bata bertulang, dinding dekat tanah, pasangan pondasi, dinding penahan. Kuat tekan minimumnya adalah 17,25 MPa.

2. Mortar tipe S adalah mortar dengan kuat tekan sedang, diperuntukkan apabila diperlukan daya ikat lentur yang tinggi serta adanya gaya tekan normal. Kuat tekan minimumnya adalah 12,15 Mpa.
3. Mortar tipe N adalah mortar dengan kuat tekan sedang, diperuntukkan pada pasangan terbuka di atas tanah. Kuat tekan minimumnya adalah 5,17 MPa.
4. Mortar tipe O adalah mortar dengan kuat tekan rendah, biasanya digunakan untuk dinding yang tidak menahan beban lebih dari 7 kg/ cm². Kuat tekan minimumnya adalah 2,4 MPa.

2.2 Dinding Bata Terkekang (*Confined Masonry*)

Dinding bata terkekang adalah konstruksi yang terdiri dari dinding batu bata yang dikekang keempat sisinya oleh elemen horizontal maupun vertikal yang terbuat dari beton bertulang seperti gambar 2.2.



Gambar 2.2 Contoh bangunan dengan dinding bata terkekang: (a) *flat reinforced concrete roof* dan (b) *pitched timber roof*.

Sumber: (a) Brzev (2008) ; (b) Boen (2009).

Di dalam dinding bata terkekang, ikatan yang kuat terjadi antara kolom-balok pengekan dengan dinding bata, dimana hal ini terjadi karena tidak adanya celah di antara keduanya (Iyer *dkk*, 2013:10). Pada kejadian gempa (*seismic*), ikatan yang kuat tersebut membuat dinding batu bata dapat bertindak sebagai dinding geser, sehingga terjadi peningkatan kemampuan dinding di dalam menerima beban lateral (Meli *dkk*, 2011:6).

2.3 Bukaannya

Bukaan merupakan suatu elemen yang tidak terpisahkan dengan fungsi bangunan. Bukaan dapat didefinisikan sebagai luasan berlubang pada elemen dinding dengan ukuran tertentu yang berfungsi sebagai akses keluar-masuk manusia maupun sirkulasi udara. Di dalam elemen dinding, bukaan dapat berupa lubang angin, jendela dan pintu.

Menurut (Ching & Adams, 2008) ukuran dan letak bukaan, khususnya bukaan berupa pintu ditentukan berdasarkan keperluan akses fisik dan keterbatasan modular material dinding yang digunakan.

2.4 Kriteria Perhitungan

2.4.1 Beban-beban yang bekerja

Beban merupakan gaya luar yang bekerja pada suatu bidang struktur. Beberapa jenis beban yang sering ditemukan adalah sebagai berikut (Setiawan, 2008:3):

1. Beban Hidup (*Live Loads*)

Beban hidup adalah semua beban yang bersifat dapat berpindah-pindah (beban berjalan) atau beban yang bersifat sementara yang ditempatkan pada suatu tempat tertentu.

Beberapa contoh beban hidup antara lain kelengkapan meja atau kursi kantor, manusia, beban air pada kolam renang, dinding partisi, dan lain sebagainya.

2. Beban Mati (*Dead Loads*)

Beban mati adalah segala sesuatu bagian struktur yang bersifat tetap termasuk di dalam hal ini adalah berat sendiri struktur tersebut. Beberapa contoh beban mati antara lain berat sendiri balok, kolom, pelat lantai dan dinding. Contoh lain adalah jendela, dinding, peralatan elektrikal, dan lain sebagainya.

3. Beban Gempa

Beban gempa merupakan beban yang bekerja pada suatu struktur akibat dari pergerakan tanah yang disebabkan karena adanya gempa bumi (baik itu merupakan gempa tektonik atau vulkanik) yang mempengaruhi struktur tersebut.

Gempa mengakibatkan beban pada struktur karena interaksi tanah dengan struktur dan karakteristik respons struktur. Beban gempa adalah beban yang merupakan fungsi dari waktu, sehingga respons yang terjadi pada suatu struktur juga tergantung dari riwayat waktu pembebanan tersebut.

Beban gempa adalah beban percepatan tanah yang berupa suatu rekaman percepatan tanah untuk suatu gempa tertentu, sehingga untuk setiap waktu tertentu akan memiliki harga percepatan tanah tertentu.

4. Beban Angin

Beban angin adalah beban yang bekerja pada suatu struktur, akibat dari pengaruh struktur yang memblokir aliran angin sehingga energi kinetik angin akan dikonversi menjadi tekanan energi potensial yang menyebabkan terjadinya beban angin.

Efek dari beban angin pada suatu struktur bergantung pada berat jenis dan kecepatan udara, sudut luas angin, bentuk dan kekakuan struktur begitu juga dengan factor-faktor lainnya.

2.4.2 Kombinasi Beban Terfaktor

Tahanan rencana diharuskan untuk melampaui nilai dari total beban kerja yang dikalikan dengan faktor beban. Penjumlahan beban-beban kerja ini yang disebut dengan kombinasi pembebanan. Menurut SNI 1726 (2012:15) struktur, komponen elemen struktur dan elemen-elemen pondasi wajib dirancang agar kuat rencananya sama atau melebihi nilai beban-beban terfaktor dengan kombinasi-kombinasi dibawah ini:

1. $1,4 D$ (2-1)
2. $1,2 D + 1,6 L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$ (2-2)
3. $1,2 D + 1,6 (L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$ (2-3)
4. $1,2 D + 1,0 W + L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$ (2-4)
5. $1,2 D + 1,0 E + L$ (2-5)
6. $0,9 D + 1,0 W$ (2-6)
7. $0,9 D + 1,0 E$ (2-7)

Keterangan :

D = beban mati yang disebabkan oleh berat konstruksi permanen.

L = beban hidup yang disebabkan oleh penggunaan gedung.

L_r = beban hidup yang disebabkan oleh pembebanan atap.

R = beban hujan.

W = beban angin.

E = beban gempa.

2.4.3 Wilayah Gempa

Parameter percepatan gempa ditentukan berdasarkan dua hal yakni, Parameter percepatan terpetakan dan Kelas Situs. Parameter S_s (percepatan batuan dasar pada periode 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 pada pasal 14 dengan kemungkinan 2% terlampaui dalam waktu 50 tahun (MCE_R , 2% dalam 50 tahun) dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi. Bila $S_1 \leq 0,04g$ dan $S_s \leq 0,15g$, maka struktur bangunan boleh dimasukkan ke dalam kategori desain seismik A. (SNI 1726, 2012:21)

Untuk kelas situs mengatur klarifikasi berdasarkan sifat-sifat tanah pada situs, maka situs harus diklarifikasikan sebagai kelas situs SA, SB, SC, SD, SE, atau SF. Bila sifat-sifat tanah tidak teridentifikasi secara jelas sehingga tidak bias ditentukan kelas situsnya, maka kelas situs SE dapat digunakan kecuali jika dinas atau pemerintah yang berwenang memiliki data geoteknik yang dapat menentukan kelas situs SF. (SNI-1726, 2012:21)

2.4.4 Konfigurasi Struktur Gedung

Struktur gedung dapat dibedakan menjadi 2 golongan, yaitu beraturan dan tidak beraturan. Menurut SNI 1726 mengatur 9 syarat yang kemudian dapat menentukan suatu gedung beraturan atau tidak.

Analisis bangunan gedung beraturan dapat dilakukan berdasarkan analisis statik ekuivalen. Sedangkan untuk bangunan gedung yang tidak beraturan, pengaruh gempa rencana harus ditinjau sebagai pengaruh pembebanan dinamik sehingga analisisnya harus dilakukan berdasarkan analisis respon dinamis.

2.4.5 Sistem Struktur

Filosofi bangunan tahan gempa adalah jika bangunan mengalami gempa ringan, bangunan tidak boleh mengalami kerusakan pada komponen struktural (misal kolom, balok ataupun pelat) dan pada komponen non-strukturalnya (plester, genteng dan plafon jatuh, dll). Bila mengalami gempa sedang, bangunan boleh mengalami kerusakan pada komponen non-strukturalnya, akan tetapi komponen strukturalnya tidak boleh rusak. Bila bangunan mengalami gempa besar, bangunan boleh mengalami kerusakan baik pada komponen non-struktural maupun komponen strukturalnya, akan tetapi keselamatan pemakai bangunan harus tetap aman, dalam artian sebelum bangunan runtuh, masih ada cukup waktu untuk pemakai bangunan untuk evakuasi dari bangunan.

Menurut SNI-1726 (2012:34) terdapat beberapa system dan subsistem struktur gedung penahan gempa yaitu sebagai berikut:

1. Sistem Dinding Penumpu

Sistem struktur yang tidak memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, yang beban gravitasinya dipikul oleh dinding penumpu dan sistem bresing, sedangkan beban lateral akibat gaya gempa dipikul oleh dinding geser atau rangka bresing.

2. Sistem Rangka Gedung

Sistem struktur dengan rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yang diakibatkan oleh gempa dipikul dinding geser ataupun oleh rangka bresing.

3. Sistem Rangka Pemikul Momen

Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yang diakibatkan oleh gempa dipikul oleh rangka pemikul momen melalui mekanisme lentur. sistem ini terbagi menjadi 3, yaitu SRPMB (Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa), SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah), dan SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus).

4. Sistem Ganda

Sistem struktur dengan rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yang diakibatkan oleh gempa dipikul oleh sistem rangka pemikul momen dan dinding geser ataupun oleh rangka pemikul momen dan rangka bresing.

5. Sistem Interaksi Dinding Geser dengan Rangka

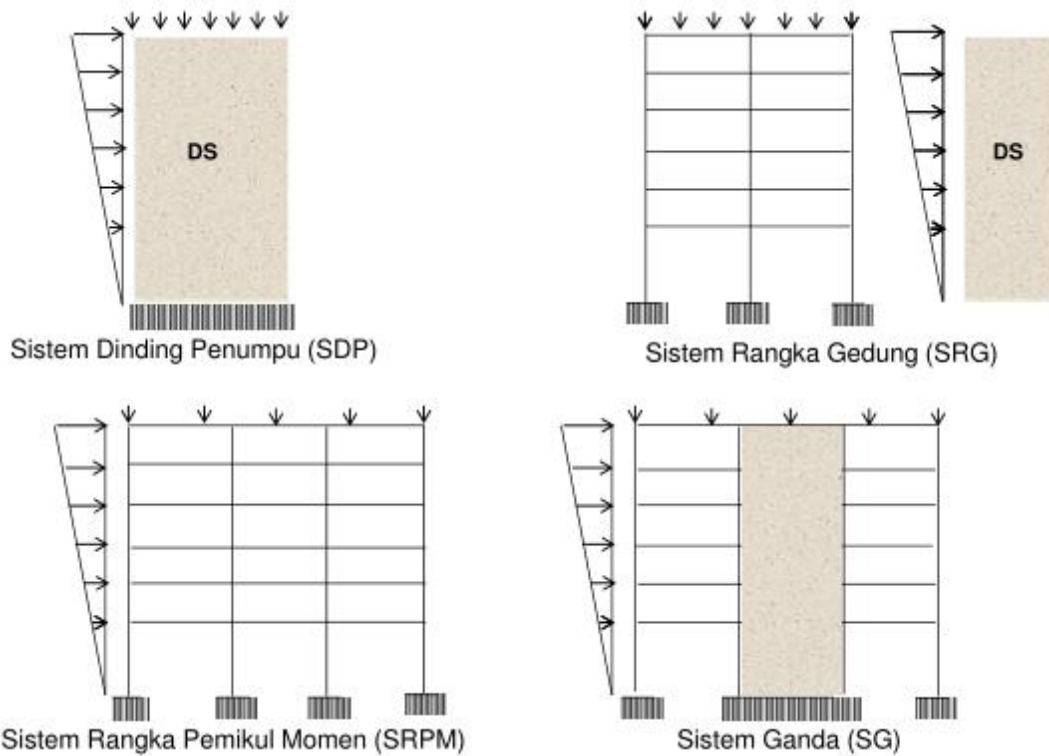
Sistem struktur yang menggunakan kombinasi dinding geser dan sistem rangka beton bertulang biasa.

6. Sistem Kolom Kantilever

Sistem struktur penahan gaya gempa, di mana gaya lateral yang diakibatkan oleh gempa disalurkan ke kolom yang berperilaku sebagai kolom kantilever yang terjepit di bagian dasar gedung.

7. Sistem Baja tidak didetail

Sistem yang tidak didetail secara khusus untuk ketahanan seismic dan tidak termasuk sistem kolom kantilever.



Gambar 2.3 Sistem struktur penahan gempa

2.5 Desain Beban Gempa

2.5.1 Kategori Resiko Gedung

Untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung, pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan I_e . Khusus untuk struktur bangunan dengan kategori risiko IV, bila dibutuhkan pintu masuk untuk operasional dari struktur bangunan yang bersebelahan, maka struktur bangunan yang bersebelahan tersebut harus didesain sesuai dengan kategori risiko IV (SNI-1726, 2012:13). Berdasarkan fungsinya gedung akan di klarifikasikan seperti dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 Kategori risiko bangunan gedung dan non-gedung untuk beban gempa

Jenis Pemanfaatan	Kategori Resiko
Gedung dan non gedung yang memiliki resiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, 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:	II

Sumber: SNI-1726 (2012:14).

Tabel 2.1 Kategori risiko bangunan gedung dan non-gedung untuk beban gempa (lanjutan)

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
<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
<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 jempu 	III
<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, penanganan, penyimpanan, penggunaan, proses atau tempat pembuangan bahan kimia berbahaya, bahan bakar berbahaya, bahan yang mudah meledak, atau limbah berbahaya) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang diisyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	
<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 – Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat 	IV

Sumber: SNI-1726 (2012:14).

Tabel 2.1 Kategori risiko bangunan gedung dan non-gedung untuk beban gempa (lanjutan)

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
– 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 diisyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat	IV

Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.

Sumber: SNI-1726 (2012:14).

Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa

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

Sumber: SNI-1726 (2012:15).

Tabel 2.3 Faktor R untuk sistem penahan gaya gempa

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat-lebih sistem, Ω_0^g	Faktor pembebanan defleksi, C_d^b	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, $h_n (m)^c$				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^c	E ^c	F ^c
A. Sistem dinding penumpu	7.1.1	7.12	7.1.3	7.1.4	7.1.5	7.1.6	7.1.7	7.18
1. Dinding geser beton bertulang khusus	5	$2\frac{1}{2}$	5	TB	TB	48	48	30
2. Dinding geser beton bertulang biasa	4	$2\frac{1}{2}$	4	TB	TB	TI	TI	TI
3. Dinding geser beton polos didetail	2	$2\frac{1}{2}$	2	TB	TI	TI	TI	TI
4. Dinding geser beton polos biasa	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	TB	TI	TI	TI	TI
5. Dinding geser pracetak menengah	4	$2\frac{1}{2}$	4	TB	TB	12^k	12^k	12^k
6. Dinding geser pracetak biasa	3	$2\frac{1}{2}$	3	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5	$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	TB	TB	48	30	30
8. Dinding geser batu bata bertulang menengah	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	TB	TB	TI	TI	TI
9. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	TB	48	TI	TI	TI
10. Dinding geser batu bata polos didetail	2	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	TB	TI	TI	TI	TI
11. Dinding geser batu bata polos biasa	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	TB	TI	TI	TI	TI

Sumber: SNI-1726 (2012:35).

Tabel 2.3 Faktor R untuk sistem penahan gaya gempa (lanjutan)

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat-lebih sistem, Ω_0^g	Faktor pembebanan defleksi, C_d^b	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m) ^c				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^c	E ^c	F ^c
A. Sistem dinding penumpu	7.1.1	7.1.2	7.1.3	7.1.4	7.1.5	7.1.6	7.1.7	7.1.8
12. Dinding geser batu bata prategang	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	TB	TI	TI	TI	TI
13. Dinding geser batu bata prategang	2	$2\frac{1}{2}$	2	TB	10	TI	TI	TI
14. Dinding geser batu bata ringan (AAC) polos biasa	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	TB	TI	TI	TI	TI
15. Dinding rangka ringan (kayu) dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	$6\frac{1}{2}$	3	4	TB	TB	20	20	20
16. Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	$6\frac{1}{2}$	3	4	TB	TB	20	20	20
17. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2	$2\frac{1}{2}$	2	TB	10	TI	TI	TI
18. Sistem dinding rangka ringan (baja canai dingin) menggunakan bresing strip datar	4	2	$3\frac{1}{2}$	TB	20	20	20	20

Sumber: SNI-1726 (2012:35).

Tabel 2.4 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 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan 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 3m tanah dengan karakteristik sebagai berikut :

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 6.10.1)

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

Sumber: SNI-1726 (2012:17)

Tabel 2.4 Klasifikasi Situs (lanjutan)

Kelas situs	\bar{V}_s (m/detik)	\bar{N} atau \bar{N}_{ch}	\bar{S}_u (kPa)
<i>SF</i> (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	–	Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) – Lembang 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 (2012:17)

CATATAN: N/A = tidak dapat dipakai

Tabel 2.5 Koefisien situs, F_a

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T=0,2$ detik, S_s				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 0,25$
<i>SA</i>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
<i>SB</i>	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<i>SC</i>	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
<i>SD</i>	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
<i>SE</i>	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
<i>SF</i>			SS^b		

Sumber: SNI-1726 (2012:22)

CATATAN:

- Untuk nilai-nilai antara S_s dapat dilakukan interpolasi linier.
- SS = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik.

Tabel 2.6 Koefisien situs F_v

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada periode 1 detik, S_1				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
<i>SA</i>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
<i>SB</i>	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<i>SC</i>	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
<i>SD</i>	2,4	2	1,8	1,6	1,5
<i>SE</i>	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
<i>SF</i>			SS^b		

Sumber: SNI-1726 (2012:22).

CATATAN:

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

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

2.5.2 Parameter Percepatan Spektrum Desain

Parameter percepatan spectrum desain untuk periode pendek, S_{DS} dan pada periode 1 detik. S_{D1} harus ditentukan melalui persamaan sebagai berikut:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (2-8)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (2-9)$$

2.5.3 Periode Fundamental Pendekatan

Periode fundamental pendekatan (T_a), dalam detik untuk struktur dinding geser batu bata atau beton dapat diijinkan untuk ditentukan dari persamaan sebagai berikut:

$$T_a = 0,0488 h_n^{0,75} \quad (2-10)$$

$$T_a = \frac{0,0062}{\sqrt{C_w}} h_n \quad (2-11)$$

$$C_w = \frac{100}{A_B} \sum_{n=1}^x \left(\frac{h_n}{h_i}\right)^2 \frac{A_i}{[1+0,83 \left(\frac{h_i}{D_i}\right)^2]} \quad (2-12)$$

Dimana:

- T_a : periode fundamental pendekatan.
 h_n : ketinggian struktur dari atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur (m).
 C_w : faktor fundamental pendekatan.
 A_B : luas dasar struktur (m^2).
 A_i : luas badan dinding geser i (m^2).
 D_i : panjang dinding geser i (m).
 h_i : tinggi dinding geser i (m).
 x : jumlah dinding geser dalam bangunan yang efektif dalam menahan gaya lateral dalam arah yang ditinjau.

2.5.4 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 SNI-1726-2012 dan mengikuti ketentuan di bawah ini :

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

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_o} \right) \quad (2-13)$$

2. 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} .
3. Untuk perioda lebih besar dari T_s , spektrum respons percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (2-14)$$

Keterangan:

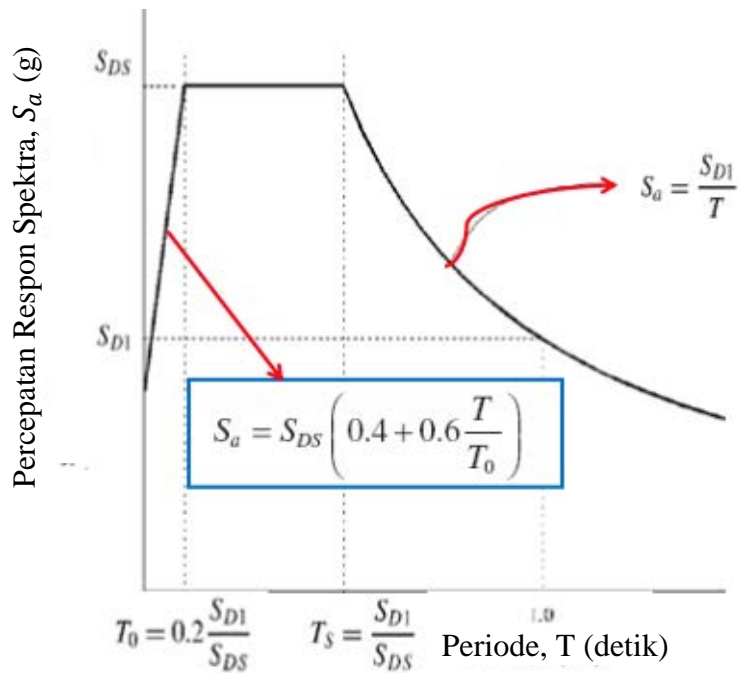
S_{DS} : parameter respons spektral percepatan desain pada perioda pendek.

S_{D1} : parameter respons spektral percepatan desain pada perioda 1 detik.

T : perioda getar fundamental struktur.

$$T_o = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (2-15)$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (2-16)$$



Gambar 2.4 Spektrum respons desain
Sumber: SNI-1726 (2012:31).

2.5.5 Geser Dasar Seismik

Geser dasar seismik V dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$V = C_s \cdot W_{tot} \quad (2-17)$$

Dimana:

C_s : koefisien respons seismik.

W_{tot} : berat seismik efektif gedung.

Koefisien respons seismik, C_s harus ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

a. C_s (hitungan) = $S_a / (R / I_e)$ (2-18)

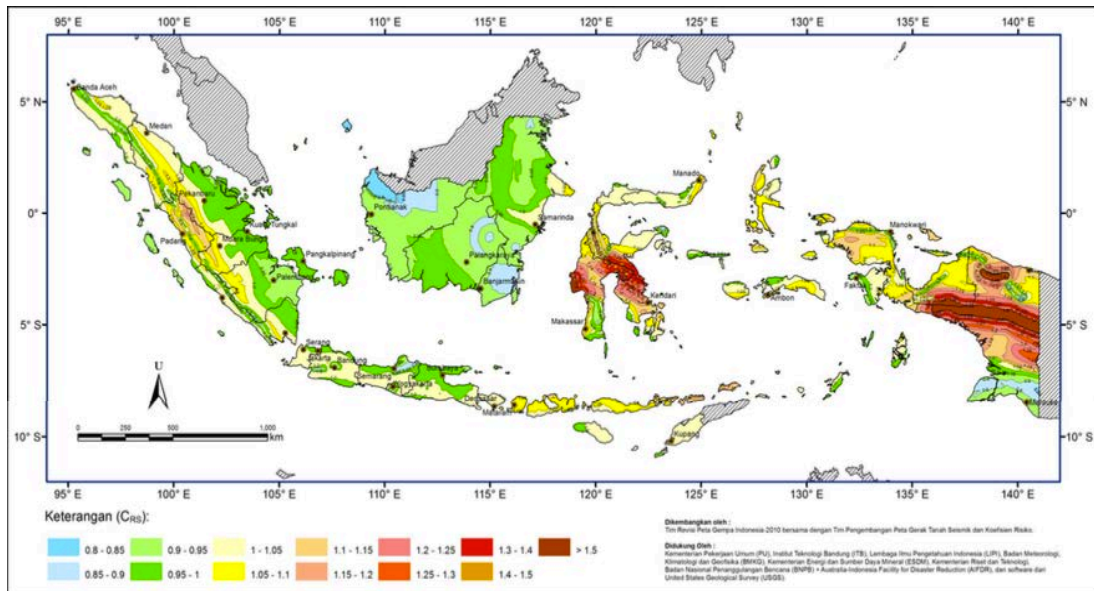
b. Nilai C_s , yang dihitung tidak perlu melebihi hasil persamaan berikut:

$$C_s$$
 (maks) = $S_1 / (T (R / I_e))$ (2-19)

c. Dan juga nilai C_s yang dihitung tidak kurang dari hasil persamaan berikut:

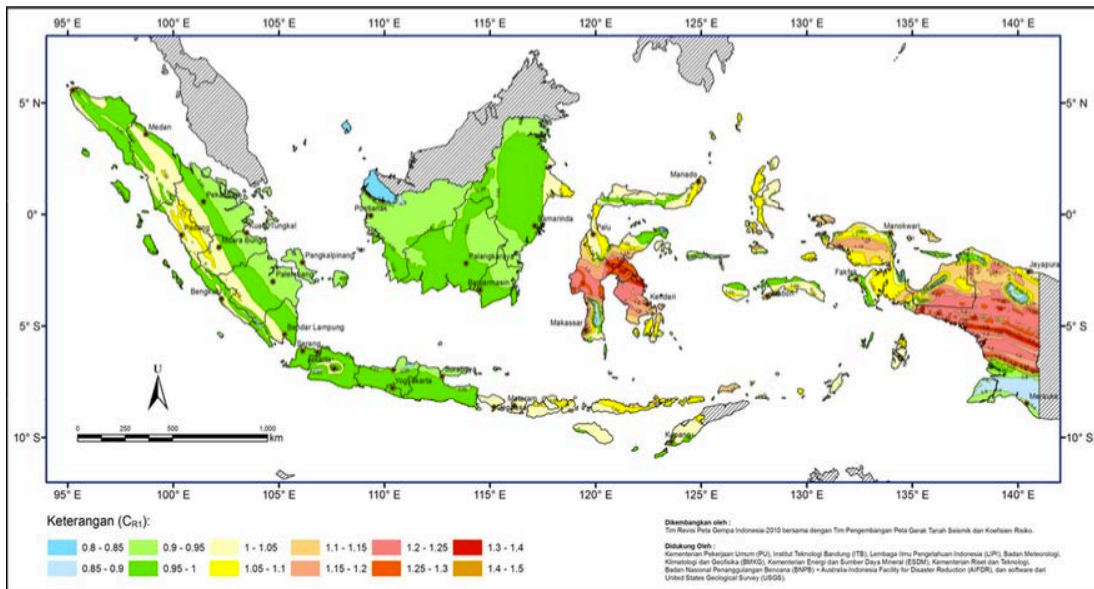
$$C_s$$
 (min) = $0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e \geq 0,01$ (2-19)

Gambar 2.5 C_{RS} , Koefisien resiko terpetakan, perioda respons spektrum 0,2 detik



Sumber: SNI-1726 (2012:137)

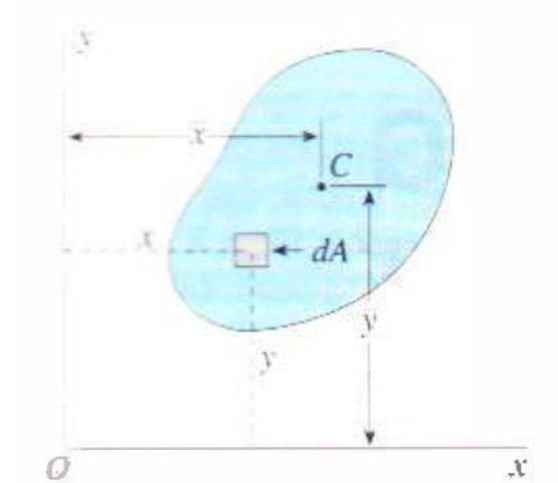
Gambar 2.6 C_{R1} , Koefisien resiko terpetakan, perioda respons spektrum 1 detik



Sumber: SNI-1726 (2012:137)

2.6 Karakteristik Penampang

2.6.1 Luas Penampang



Gambar 2.7 Area bidang untuk bentuk sembarang dengan pusat berat di C

Sumber: Gere&Timoshenko (2000:296)

Luas penampang didefinisikan sebagai integral dari luas elemen diferensial dA .

$$A = \int dA \quad (2-22)$$

Dimana:

A : Luas Penampang Keseluruhan (mm^2)

dA : Luas elemen diferensial = $dx \cdot dy$

dx : Lebar elemen

dy : Tinggi elemen

Koordinat xy ditentukan secara bebas dengan titik pusat O sembarang, luas penampang tidak bergantung pada letak titik pusat O.

2.6.2 Momen Statis

Momen pertama (momen statis) dari area gambar 2.6 terhadap sumbu x dan y masing-masing didefinisikan sebagai berikut:

- a. Terhadap sumbu x :

$$M_{sx} = \int y \cdot dA \quad (in^3 \text{ atau } mm^3) \quad (2-23)$$

- b. Terhadap sumbu y :

$$M_{sy} = \int x \cdot dA \quad (in^3 \text{ atau } mm^3) \quad (2-24)$$

Momen statis bisa bertanda positif dan bias bertanda negatif, tergantung pada posisi sumbu x.y. Momen statis suatu penampang sama dengan nol, bila momen statis tersebut dihitung terhadap garis netral yang melalui titik pusat berat penampang.

2.6.3 Titik Berat Penampang

Koordinat \bar{x} dan \bar{y} dari pusat berat C (Gambar 2.6) sama dengan momen pertama di bagi dengan luasnya :

$$\bar{x} = \frac{M_{sy}}{A} = \frac{\int x \cdot dA}{\int dA} \quad (2-25)$$

$$\bar{y} = \frac{M_{sx}}{A} = \frac{\int y \cdot dA}{\int dA} \quad (2-26)$$

Titik pusat berat suatu penampang dapat dinyatakan sebagai titik tangkap resultante gaya dalam arah horizontal dan vertikal atau suatu titik dimana semua berat terpusat pada titik tersebut.

2.6.4 Momen Inersia Penampang

Momen inersia suatu area bidang terhadap sumbu x dan y dapat didefinisikan dengan integral:

- a. Momen inersia terhadap sumbu x:

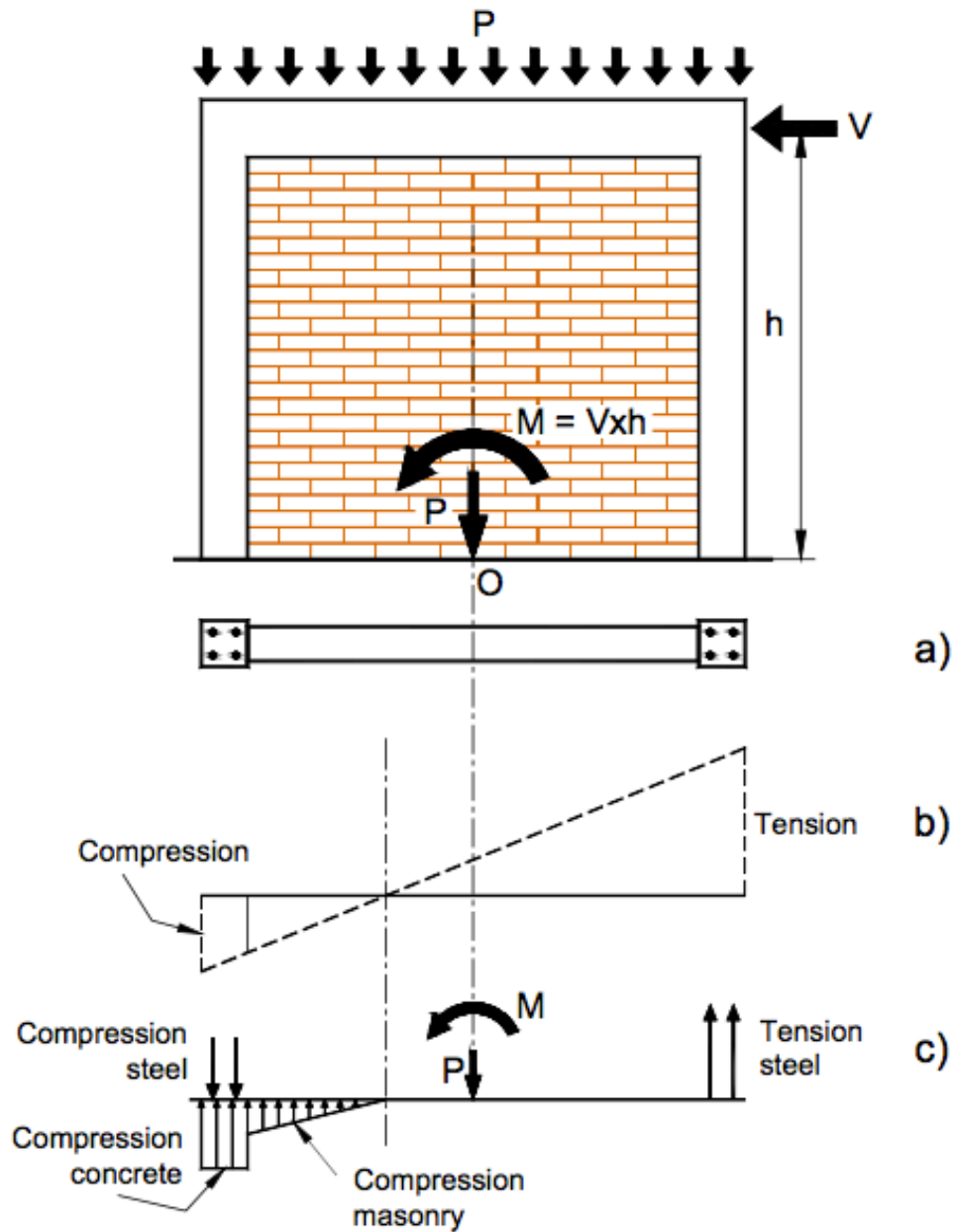
$$I_x = \int y^2 dA \text{ (cm}^4\text{)} \quad (2-27)$$

- b. Momen inersia terhadap sumbu y:

$$I_y = \int x^2 dA \text{ (cm}^4\text{)} \quad (2-28)$$

Kedua momen inersia ini dapat disebut juga sebagai momen inersia kartesian

2.6.5 Tegangan yang terjadi pada Dinding Bata Terkekang



Gambar 2.8 Dinding bata terkekang yang mendapat beban aksial dan vertikal (a) potongan penampang dinding bata (b) distribusi tegangan (c) distribusi tegangan

Sumber: Meli dkk (2011:15)

Untuk mencari tegangan yang terjadi pada dinding bata terkekang, maka digunakan:

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M.y}{I} \quad (2-29)$$

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{V.h.y}{I} \quad (2-30)$$

(halaman ini sengaja dikosongkan)