

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Bencana

3.1.1 Pengertian Bencana

Berdasarkan UU RI Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, bahwa bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat, disebabkan oleh faktor alam dan non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologi.

Definisi bencana seperti dipaparkan di atas mengandung tiga aspek dasar yaitu :

1. Terjadinya peristiwa atau gangguan terhadap masyarakat.
2. Peristiwa atau gangguan tersebut membahayakan kehidupan dan fungsi dari masyarakat.
3. Mengakibatkan korban dan melampaui kemampuan masyarakat untuk mengatasi sumber daya mereka.

3.1.2 Jenis - Jenis Bencana

Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI, 2013) menggolongkan bencana ke dalam tiga jenis yaitu bencana alam, bencana non alam, dan bencana sosial.

- a. Bencana Alam : Bencana yang terjadi akibat serangkaian peristiwa alam seperti gempa bumi, tsunami, tanah longsor, banjir, angin topan, gunung meletus dan kekeringan.
- b. Bencana Non Alam : Bencana yang terjadi akibat serangkaian peristiwa non alam seperti epidemi dan wabah penyakit, gagal modernisasi, dan kegagalan teknologi.
- c. Bencana Sosial : Bencana yang terjadi akibat serangkaian peristiwa ulah/interaksi manusia dalam beraktivitas yang meliputi teror dan konflik sosial antar kelompok maupun antar komunitas.

3.1.3 Konsep Bencana

Kajian risiko bencana dapat dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut :

$$\text{Risiko Bencana} = \text{Kerentanan} * \frac{\text{Kerentanan}}{\text{Kapasitas}} \quad (3.1)$$

Penting untuk dicatat bahwa pendekatan ini tidak dapat disamakan dengan rumus matematika. Pendekatan ini digunakan untuk memperlihatkan hubungan antara ancaman, kerentanan dan kapasitas yang membangun perspektif tingkat risiko bencana suatu kawasan.

Berdasarkan pendekatan tersebut, terlihat bahwa tingkat risiko bencana amat bergantung pada :

1. Tingkat ancaman kawasan atau *hazard threat* (H) yaitu Frekuensi (kemungkinan) bencana tertentu cenderung terjadi dengan intensitas tertentu pada lokasi tertentu .
2. Tingkat kerentanan kawasan yang terancam atau *vulnerability* yaitu kerugian yang tidak diharapkan (dampak) di daerah tertentu dalam sebuah kasus bencana tertentu terjadi dengan intensitas tertentu. Perhitungan variabel ini biasanya didefinisikan sebagai pajanan (penduduk, aset, dll) dikalikan sensitivitas untuk intensitas spesifik bencana
3. Tingkat kapasitas kawasan yang terancam atau *adaptive capacity* (C) yaitu kemampuan daerah dan masyarakat untuk melakukan tindakan pengurangan tingkat ancaman dan tingkat kerugian akibat gempa.

3.1.4 Prinsip Pengkajian Risiko Bencana

Pengkajian risiko bencana memiliki ciri khas yang menjadi prinsip pengkajian. Oleh karenanya pengkajian dilaksanakan berdasarkan :

1. Data dan segala bentuk rekaman kejadian yang ada;

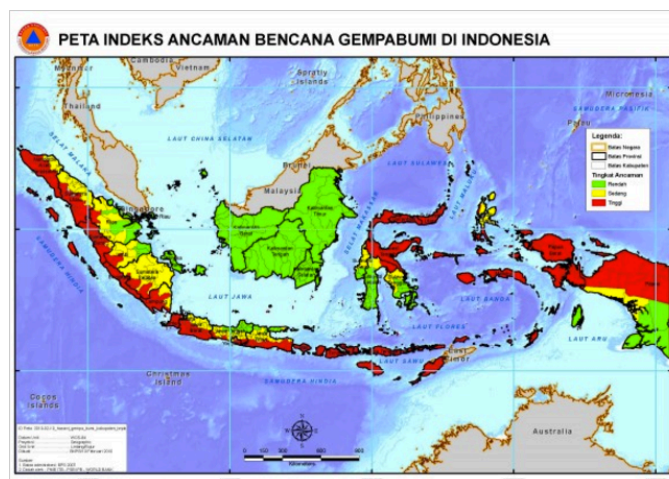
2. integrasi analisis probabilitas kejadian ancaman dari para ahli dengan kearifan lokal masyarakat;
3. kemampuan untuk menghitung potensi jumlah jiwa terpapar, kerugian harta benda dan kerusakan lingkungan;
4. kemampuan untuk diterjemahkan menjadi kebijakan pengurangan risiko bencana.

3.2 Ancaman (*Hazard*)

3.2.1 Pengertian Ancaman

Ancaman (*Hazard*) adalah kondisi atau karakteristik geologis, biologis, hidrologis, klimatologis, geografis, sosial, budaya, ekonomi, dan teknologi pada suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu yang mempunyai kemampuan mencegah, meredam, mencapai kesiapan, dan mengurangi kemampuan untuk menanggapi dampak buruk bahaya tertentu (UURI Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana).

3.2.2 Peta Ancaman (*Hazard*)



Gambar 3.1 Peta Ancaman Bencana

(Sumber : Posko BNPB 2009)

Gambar 3.1 menunjukkan peta ancaman bencana gempa di kota-kota besar Indonesia khususnya Yogyakarta, ancaman tersebut berpotensi menimbulkan kerugian pada kurun waktu tertentu yang dapat berupa: kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa

aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat. Berbagai peristiwa bencana yang telah terjadi menunjukkan bahwa lingkungan terbangun di Indonesia memiliki risiko yang sangat tinggi, karena sering mengalami gagalnya kinerja bangunan atau prasarana yang mengakibatkan kerugian yang sangat besar.

3.3 Kerentanan (*vulnerability*)

3.3.1 Pengertian

Kerentanan adalah suatu kondisi dari suatu komunitas atau masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bencana. Kerentanan bangunan gedung adalah dimana ketidakmampuan bangunan menahan guncangan gempa sesuai dengan tingkat kegempaannya.

Berdasarkan BAKORNAS PB (2007) bahwa kerentanan (*vulnerability*) adalah seekumpulan kondisi atau suatu akibat keadaan (faktor fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan) yang berpengaruh buruk terhadap upaya-upaya pencegahan dan penanggulangan bencana. Kerentanan ditujukan pada upaya mengidentifikasi dampak terjadinya bencana berupa jatuhnya korban jiwa maupun kerugian ekonomi dalam jangka pendek, terdiri dari hancurnya pemukiman infrastruktur, sarana dan prasarana serta bangunan lainnya, maupun kerugian ekonomi jangka panjang berupa terganggunya roda perekonomian akibat trauma maupun kerusakan sumber daya alam lainnya

Kerusakan akibat gempa tidak hanya ditentukan oleh besar energi yang dilepaskan, akan tetapi juga oleh kedalaman atau jarak sumber gempa (*hypocentre*). Ukuran gempa yang dapat langsung mempengaruhi struktur bangunan ialah intensitas lokal gempa, yaitu besar (intensitas) percepatan permukaan tanah di daerah lokasi gempa.

3.4 Gempa Bumi

3.4.1 Pengertian

Gempa bumi didefinisikan sebagai getaran yang bersifat alamiah, yang terjadi pada lokasi tertentu, dan sifatnya tidak berkelanjutan. Gempa bumi disebabkan oleh pergerakan kerak bumi (lempeng bumi) secara tiba-tiba (*sudden slip*). Pergeseran secara tiba-tiba terjadi karena adanya sumber gaya (*force*) sebagai penyebabnya, baik bersumber dari alam maupun dari bantuan manusia (*artificial earthquakes*).

Menurut Kurniawandy, dkk (2015), gempa adalah pergeseran tanah tiba – tiba dari lapisan tanah di bawah permukaan bumi, ketika pergeseran terjadi maka akan timbul getaran dan disebut sebagai gelombang *seismik*.

3.4.2 Jenis – Jenis Gempa

A. Gempa *Tektonik*

Gempa bumi *tektonik* merupakan gempa bumi yang disebabkan dari pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan disebabkan oleh lempengan yang bergerak. Gempa ini terjadi karena besarnya tenaga yang dihasilkan akibat adanya tekanan antar lempeng batuan dalam perut bumi. Menurut Hartuti (2009), dampak gempa tektonik terbagi menjadi dua kategori, yaitu:

- a. Dampak primer yaitu dampak yang diakibatkan oleh getaran gempa, seperti:
 - 1) Dapat merusak bangunan dan infrastruktur lainnya.
 - 2) Banyak korban jiwa akibat keruntuhan bangunan.
 - 3) Kehilangan harta benda akibat tertimbun reruntuhan bangunan
- b. Dampak sekunder yaitu dampak lain yang dipacu adanya gempa, seperti:
 - 1) Tsunami
 - 2) Tanah Longsor
 - 3) Tanah yang menjadi cairan kental (*liquefaction*)

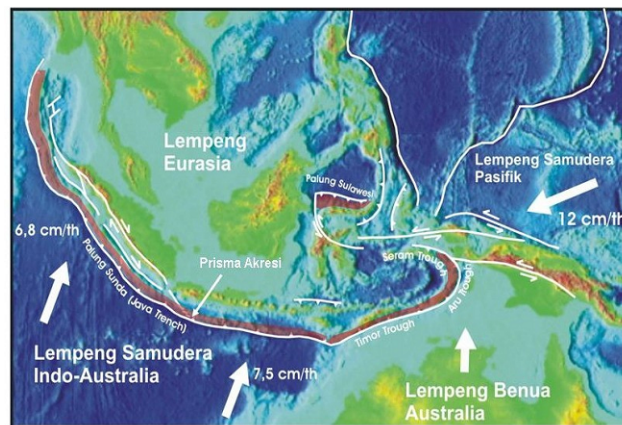
- 4) Kebakaran
- 5) Dan lain – lain.

B. Gempa Vulkanik

Gempa yang diakibatkan oleh pergerakan magma pada gunung berapi. Gempa ini sering terjadi ketika gunung berapi sedang aktif atau akan erupsi. Terjadinya gempa vulkanis ini karena adanya tekanan gas yang sangat besar pada sumbatan kawah sehingga menimbulkan getaran dan meletusnya gunung berapi. Gempa ini hanya dirasakan pada daerah sekitar kaki gunung berapi. Untuk bahaya lebih kecil dibandingkan gempa tektonik.

3.4.3 Peta Gempa Indonesia

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu Lempeng Hindu-Australia, Lempeng Pasifik dan Lempeng Eurasia (**Gambar 3.1**), Pertemuan itu membuat Indonesia rawan terhadap bencana gempa bumi.



Gambar 3.2 Peta Lempeng Indonesia

(Sumber : *Geoarthlogie* 2012)

3.5 Bangunan Tahan Gempa

Bangunan tahan gempa merupakan bangunan yang mampu meredam energi gempa yang terjadi, melalui kombinasi gaya dalam bangunan yang dihasilkan dari komponen struktur dan non struktur bangunan. Sehingga apabila terjadi gempa khususnya gempa dengan skala besar, bangunan tersebut dapat memberikan perlindungan maksimal dimana penghuni bangunan memiliki kesempatan untuk menyelamatkan diri sebelum terjadi

keruntuhan atau meminimalisir terjadinya tingkat kerusakan bangunan. (Pedoman Teknis SNI 1726 Tahun 2012).

3.5.1 Prinsip Bangunan Tahan Gempa

Prinsip merupakan syarat bangunan tahan gempa, dan apabila gempa bumi terjadi maka:

- a. Bila terjadi Gempa Ringan, bangunan tidak boleh mengalami kerusakan baik pada komponen non-struktural maupun pada komponen strukturalnya.
- b. Bila terjadi Gempa Sedang, bangunan boleh mengalami kerusakan pada komponen non-strukturalnya (plafond runtuh, dinding retak) akan tetapi komponen struktural (kolom, balok, sloof) tidak boleh rusak.
- c. Bila terjadi Gempa Besar, bangunan boleh mengalami kerusakan baik pada komponen *non-struktural* maupun komponen strukturalnya, akan tetapi jiwa penghuni bangunan tetap selamat, artinya sebelum bangunan runtuh masih cukup waktu bagi penghuni bangunan untuk keluar.

3.6 FEMA-P 154

Federal Emergency Management Agency (FEMA) merilis FEMA P-154 edisi ketiga pada Januari 2015. FEMA 154 dibuat untuk mengetahui kerentanan suatu bangunan dengan cara evaluasi kerentanan bangunan. Hasil dari evaluasi kerentanan akan dijadikan pedoman dalam melakukan tindakan berikutnya sebagai langkah *Risk Reduction* terhadap ancaman gempa. Apabila hasil evaluasi menunjukkan bangunan belum memenuhi syarat, maka dapat dilakukan tindakan berikutnya yaitu diruntuhkan atau diperkuat dengan metode *retrofitting*, *bracing*, dan lain – lain (FEMA 172, FEMA 356).

Kerusakan bangunan berdasarkan formulir FEMA 154 terdiri dari beberapa penilaian dasar, seperti verifikasi dan memperbarui informasi identifikasi bangunan, sketsa bangunan dan elevasi, menentukan tipe tanah tempat bangunan berdiri, menentukan dan dokumentasi pengguna bangunan, identifikasi potensi bahaya bangunan, identifikasi *Lateral-Load-Resisting System* dan dokumentasi mengenai nilai dasar struktural yang berhubungan.

3.7 Rapid Visual Screening (RVS)

Menurut FEMA-P154 (2015), *Rapid Visual Screening* (RVS) telah dikembangkan untuk mengidentifikasi, menginventarisir suatu bangunan secara tampak yang berpotensi berbahaya secara seismik. Setelah diidentifikasi berpotensi berbahaya, bangunan tersebut harus dievaluasi lebih lanjut oleh seorang profesional desain yang berpengalaman dalam desain *seismik* untuk menentukan apakah sebenarnya berbahaya secara *seismik*. Prosedur RVS menggunakan metodologi berdasarkan survei bangunan dan Formulir Pengumpulan Data, berdasarkan pengamatan *visual* bangunan dari luar, dan jika mungkin, *interior*. Evaluasi gedung terhadap risiko gempa dapat dilakukan dengan 2 tahap:

- a. *Rapid Visual Screening* (FEMA 154). Apabila nilai yang didapat adalah lebih dari 2, maka gedung dinyatakan aman/tidak berisiko dan tidak perlu dilakukan cek lebih lanjut terhadap risiko gempa .
- b. Apabila *Rapid Visual Screening* (FEMA 154), ternyata menunjukkan *score* ≤ 2 , maka bangunan dinyatakan berisiko dan perlu dilakukan evaluasi lebih rinci (FEMA 310, FEMA 356) .

3.7.1 Komponen RVS menurut FEMA 154

A. Lokasi Seismisitas

Lokasi *seismisitas* adalah lokasi persebaran gempa. Pada Fema 154, lokasi *seismisitas* terbagi menjadi (lihat **Tabel 3.1**):

Tabel 3.1 Nilai respon spektrum

Lokasi Seismisitas	Akselerasi respon spektrum, S_S (periode- pendek, atau 0.2 detik)	Akselerasi respon spektrum, S_1 (periode panjang, atau 0.1 detik)
Rendah	$S_S \leq 0.25g$	$S_1 \leq 0.10g$
Sedang	$0.25g \leq S_S \leq 0.50g$	$0.1g \leq S_1 \leq 0.20g$
Agak Tinggi	$0.50g \leq S_S \leq 1.00g$	$0.20g \leq S_1 \leq 0.40g$
Tinggi	$1.00g \leq S_S \leq 1.50g$	$0.40g \leq S_1 \leq 0.60g$
Sangat Tinggi	$S_S \geq 1.50g$	$S_1 \geq 0.60g$

(Sumber : FEMA P-154, 2015)

B. Hunian

Hunian ini memiliki karakteristik yang mudah dikenali dari RVS, umumnya mewakili spektrum luas penggunaan bangunan. Terdapat sembilan jenis/kelas hunian pada RVS, yaitu:

- a. Gedung Pertemuan. Tempat pertemuan umum adalah tempat sekelompok besar orang berkumpul di satu ruangan pada waktu yang sama. Kapasitas 300 orang contohnya adalah bioskop, auditorium, pusat komunitas, ruang pertunjukan, dan gereja.
- b. Komersial. Kelas hunian komersial mengacu pada bisnis ritel dan grosir, institusi keuangan, restoran, dan struktur parkir.
- c. Layanan darurat. Kelas layanan darurat didefinisikan sebagai fasilitas yang mungkin diperlukan dalam bencana besar. Ini termasuk stasiun polisi dan pemadam kebakaran, rumah sakit, dan pusat komunikasi.
- d. Industri. Termasuk dalam kelas hunian industri adalah pabrik, pabrik perakitan, dan fasilitas manufaktur berat.
- e. Kantor. Khas gedung perkantoran rumah klerikal, manajemen, dan layanan profesional hunian.
- f. Perumahan Kelas hunian ini mengacu pada bangunan tempat tinggal seperti rumah, *townhouse*, asrama, motel, hotel, apartemen dan kondominium, dan tempat tinggal untuk orang tua atau orang cacat.
- g. Sekolah Kelas hunian ini mencakup semua fasilitas pendidikan publik dan swasta dari sekolah keperawatan sampai tingkat universitas.
- h. Utilitas. Kelas hunian ini mencakup semua bangunan yang menampung utilitas publik atau swasta, seperti pembangkit listrik, fasilitas pengolahan air, dan gardu listrik.
- i. Gudang. Kelas hunian ini mencakup gudang besar dimana barang disimpan dan gudang komersial dimana barang terjual.

C. Jenis Tanah

Jenis tanah harus diidentifikasi, untuk mengetahui tipe/jenis tanah yang ada di kawasan sekitar maka diperlukan data penyelidikan tanah. Menurut FEMA P-154 jenis tanah dibagi menjadi 6 jenis, yaitu:

- a. A (*Hard Rock*)
- b. B (*Average Rock*)
- c. C (*Dense Soil*)
- d. D (*Stiff Soil*)
- e. E (*Soft Soil*)
- f. F (*Poor Soil*)

Jika tidak ada dasar untuk mengklasifikasikan jenis tanah, "DNK" harus dipilih dan Tipe Tanah D harus diasumsikan (lihat Gambar 3.3)

Soil Type:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> F	DNK
	Hard Rock	Avg Rock	Dense Soil	Stiff Soil	Soft Soil	Poor Soil	If DNK, assume Type D.

Gambar 3.3 Jenis Tanah

(Sumber : FEMA P-154, 2015)

D. Elemen yang berbahaya jatuh (*Falling Hazard*)

Bahaya yang tidak terstruktur seperti cerobong asap, *parapet*, lapisan atap (*plafon*), hiasan yang terletak di atas (bergelantung), dan kanopi yang dapat menimbulkan bahaya bagi keselamatan hidup jika tidak dilekatkan secara memadai pada bangunan. Meskipun sistem penahan gaya *seismik* dasar untuk bangunan mungkin memadai dan tidak memerlukan tinjauan lebih lanjut, jika ada bahaya semacam itu mungkin masih berbahaya bagi penghuni bangunan dan orang yang lewat.

E. Jenis / tipe Bangunan

Pada FEMA 154 jilid ketiga, ada 17 tipe bangunan:

- a. Rangka kayu hunian keluarga dibawah 3000 kaki persegi (W1)
- b. Rangka kayu ringan multi unit, gedung perkantoran bertingkat,

dengan area rencana di setiap lantai lebih besar dari 3.000 kaki persegi (W1A)

- c. Rangka kayu, bangunan komersial dan industri dengan luas lantai lebih dari 5.000 kaki persegi (W2)
- d. Bangunan rangka penahan momen baja (S1)
- e. Bangunan rangka baja bertulang (S2)
- f. Bangunan logam ringan (S3)
- g. Bangunan rangka baja dengan dinding beton dan terdapat dinding geser (*sheer wall*) (S4)
- h. Bangunan rangka baja dengan dinding pengisi batu bata yang tidak diperkuat (S5)
- i. Bangunan rangka beton tahan gempa (C1)
- j. Bangunan rangka beton dinding geser (C2)
- k. Bangunan rangka beton dengan dinding pengisi batu bata yang tidak diperkuat (C3)
- l. Bangunan tembok yang sudah dibuat sebelumnya (PC1)
- m. Bangunan beton pracetak (PC2)
- n. Bangunan dinding batu bata yang diperkuat dengan lantai fleksibel dan atap rongga (RM1)
- o. Bangunan dinding batu bata yang diperkuat dengan lantai kaku dan atap rongga (RM2)
- p. Bangunan dinding bata yang tidak diperkuat (URM)
- q. Rumah produksi (MH)

F. Jumlah Lantai

Jumlah lantai diukur dari bagian bangunan paling bawah yang menyentuh tanah hingga atap.

G. Kedekatan (*Adjacency*)

Kedekatan antara bangunan satu dengan lainnya. Pada FEMA 154 dibagi menjadi dua kategori yaitu; *pounding* (berjarak) atau *falling hazard for taller adjacent building* (kejatuhan suatu benda yang berada pada bangunan yang lebih tinggi).

H. *Vertical Irregularity*

Vertical Irregularity adalah kenampakan secara vertikal yang tidak regular, seperti adanya:

a. *Sloping site*

Jika bangunan berada di atas bukit yang curam, seperti yang digambarkan pada **Gambar 3.4**, ada masalah karena kekakuan horisontal di sepanjang sisi bawah mungkin berbeda dari sisi yang menanjak.

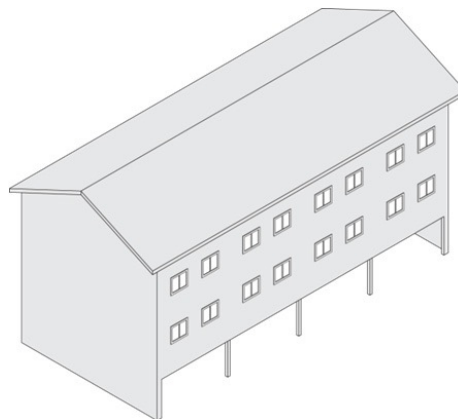


Gambar 3.4 Ilustrasi *sloping site*

(Sumber : FEMA P-154, 2015)

b. *Soft Story* (**Gambar 3.5**)

Soft story ada saat sebuah lantai pada bangunan memiliki kekuatan lebih kecil (lebih sedikit dinding atau kolom) daripada lantai di atas atau dibawahnya, contohnya: *Basement* (lihat **Gambar 3.5**)

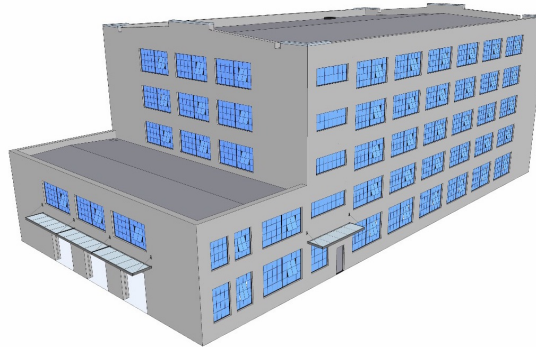


Gambar 3.5 Ilustrasi *soft story*

(Sumber : FEMA P-154, 2015)

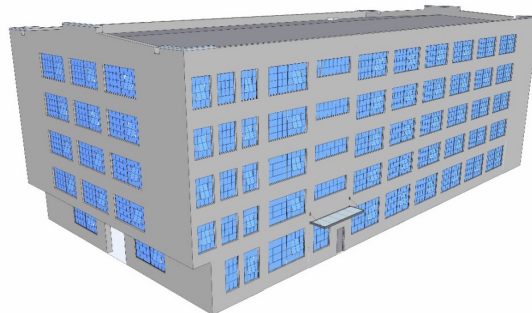
c. *Out-of-plane setback*

Out-of-plane setback terjadi ketika sistem penahan gaya *seismik* pada suatu lantai tidak selaras secara vertikal dengan sistem penahan gaya seismik di atas atau dibawahnya (lihat **Gambar 3.6** dan **Gambar 3.7**)



Gambar 3.6 Ilustrasi *Out-of-plane setback*

(Sumber : FEMA P-154, 2015)



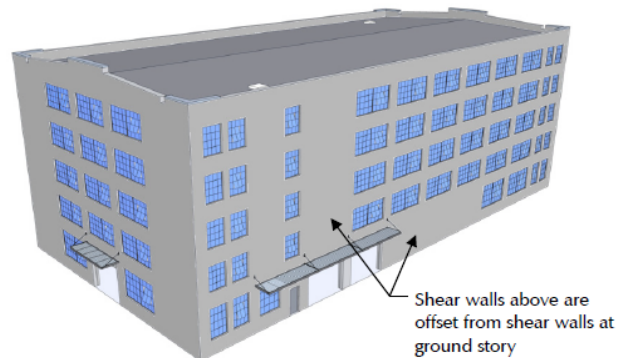
Gambar 3.7 Ilustrasi *Out-of-plane setback*

(Sumber : FEMA P-154, 2015)

d. *In-plane setback*

Kondisi ini terjadi ketika elemen-elemen dari sistem penahan gaya seismik di tingkat atas diimbangi dengan elemen-elemen dari sistem penahan gaya seismik pada tingkat yang lebih rendah. Hal ini biasanya dapat diamati pada struktur rangka dan dinding geser. Kerusakan dapat terkonsentrasi pada elemen horisontal yang menghubungkan elemen lateral dan elemen vertikal yang terjadi di bawah elemen lateral pada tingkat atas.

Gambar 3.8 menunjukkan contoh di mana dinding geser pada permukaan tanah diimbangi dari dinding geser di atas lokasi bongkar muat.

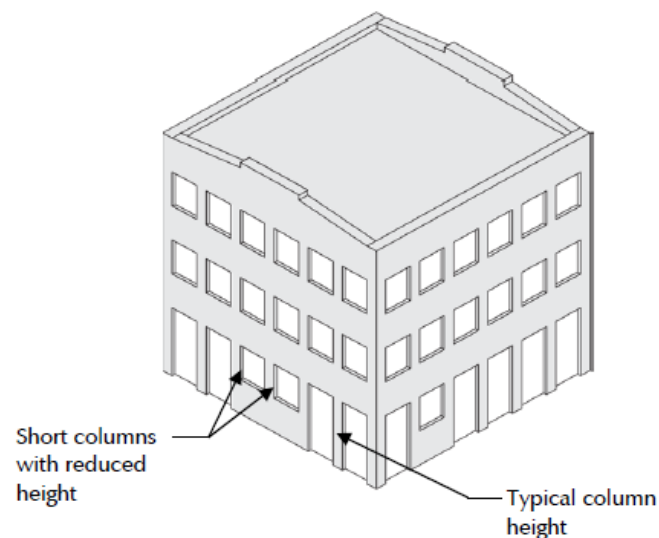


Gambar 3.8 Ilustrasi *In-plane setback*

(Sumber : FEMA P-154, 2015)

e. *Short coloumn*

Bila beberapa kolom (atau kolom dinding) lebih pendek daripada kolom pada umumnya, kolom yang lebih pendek dan lebih kaku ini menarik lebih banyak muatan lateral. Akibatnya, dapat mengalami kerusakan yang signifikan (lihat **Gambar 3.9**).

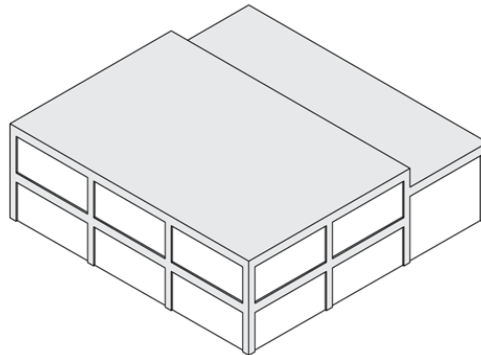


Gambar 3.9 ilustrasi *short coloumn*

(Sumber : FEMA P-154, 2015)

f. *Split Levels*

Kondisi ini terjadi dimana lantai atau atap di salah satu bagian bangunan tidak sejajar dengan lantai atau atap di bagian lain bangunan (lihat **Gambar 3.10**).



Gambar 3.10 ilustrasi *split level*

(Sumber : FEMA P-154, 2015)

I. *Plan Irregularity*

Plan Irregularity yaitu bentuk denah yang tidak regular (tidak simetris). Meskipun ketidakaturan rencana dapat terjadi pada semua tipe bangunan, perhatian utamanya terletak pada bingkai kayu, tilt-up, pre-cast, batu bata yang diperkuat, dan konstruksi pasangan bata yang tidak diperkuat. Contoh dari *plan irregularity* antara lain:

a. *Torsion*

Kondisi ini berlaku bila bangunan memiliki hambatan beban lateral yang pasti atau baik dalam satu arah namun tidak pada yang lain, atau bila ada *eksentrisitas* kekakuan besar pada sistem penahan gaya *seismik* yang dapat menyebabkan putaran (*torsi*) di sekitar sumbu vertikal. Merencanakan penyimpangan yang menyebabkan torsi sangat umum terjadi di antara bangunan sudut, misalnya; dimana dua sisi yang berdekatan memiliki bukaan jendela yang signifikan, sedangkan dua sisi lainnya umumnya kokoh (lihat **Gambar 3.11**).



Gambar 3.11 ilustrasi *torsion*

(Sumber : FEMA P-154, 2015)

b. *Non-parallel system*

Bangunan berbentuk runcing, berbentuk segitiga, di sudut tidak rapat pada suhu 90 derajat, juga rentan terhadap torsi dan meningkatnya kerusakan dan keruntuhan potensial (lihat **Gambar 3.12**).

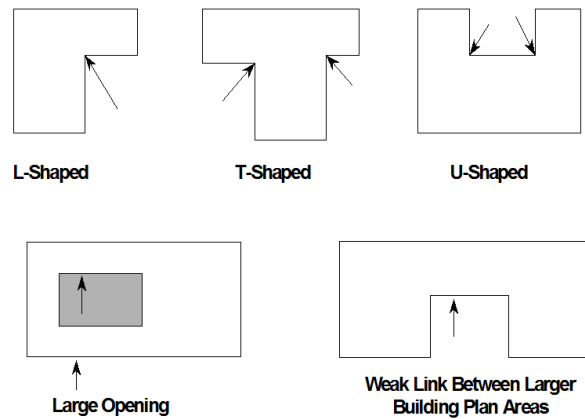


Gambar 3.12 Ilustrasi bangunan tidak berparalel

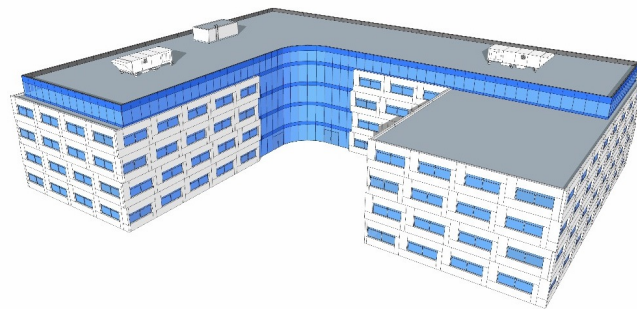
(Sumber : FEMA P-154, 2015)

c. *Reentrant Corners*

Bangunan dengan sudut reentrant termasuk sayap panjang yang berbentuk E, L, T, U, atau + (lihat **Gambar 3.13** dan **Gambar 3.14**). Konsentrasi tegangan dapat berkembang di sudut reentrant dan menyebabkan kerusakan atau keruntuhan.



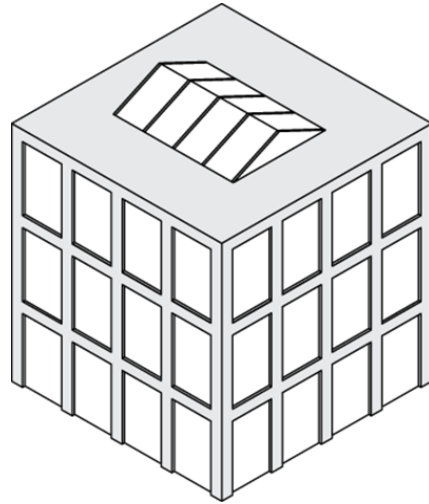
Gambar 3.12 Bentuk bangunan *reentrant corners plan irregularity*
(Sumber : FEMA P-154, 2015)



Gambar 3.12 Ilustrasi *Reentrant Corners*
(Sumber : FEMA P-154, 2015)

d. *Diaphragm openings.*

Lantai dan atap bangunan memiliki peran penting dalam mendistribusikan kekuatan seismik ke elemen vertikal dari sistem penahan gaya seismik. Bukaan besar di lantai atau atap melemahkan diafragma dan mengurangi kemampuannya untuk mentransfer kekuatan seismik. Bukaan ini terjadi untuk fitur arsitektur, seperti *roof skylight* (lihat **Gambar 3.13**)

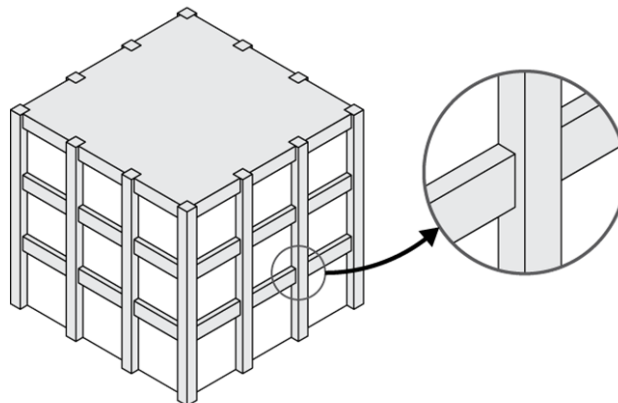


Gambar 3.13 Ilustrasi *Reentrant Corners*

(Sumber : FEMA P-154, 2015)

e. *Beams do not align with coloumns,*

Balok tidak sejajar dengan kolom. Kondisi ini terjadi bila balok eksterior tidak sejajar dengan kolom dalam rencana (lihat **Gambar 3.14**)



Gambar 3.14 Ilustrasi *beams do not align with coloums*

(Sumber : FEMA P-154, 2015)

J. Peraturan/code yang digunakan saat membangun

Peraturan/code bisa diketahui dengan melihat tahun bangunan itu didirikan. Untuk *code* yang berlaku di Indonesia, disebut *Pre-code* apabila dibangun sebelum tahun 1971 (PBI 1971), dan disebut *Post-Benchmark* apabila dibangun setelah tahun 1992 (SNI 1992).

K. Score

Dari beberapa kriteria di atas, dapat ditentukan *score* bangunan tersebut, dengan cara melingkari *score* pada *Building Type* yang cocok dengan bangunan yang dievaluasi. Kemudian seluruh *score* tersebut dijumlahkan dan diperoleh *Final Score* (S). Apabila $S \leq 2$ maka bangunan dinyatakan berisiko terhadap ancaman gempa, dan perlu dilakukan evaluasi lebih detail.

Score S_{LI} didapatkan dari mengetahui tipe bangunan yang memiliki *basic score* kemudian dikurangi dengan tingkat kesalahan atau potensi bangunan rentan terhadap gempa yang tersedia di *rapid visual screening* (RVS). S_{LI} kemudian dapat dianalisis dengan mendapatkan *final score* dengan **Persamaan 3.1**.

$$\text{Final Score (S)} = \frac{1}{10^{S_{LI}}} \quad (3.2)$$

Dari *final score* dapat diartikan jika $S_{LI} = 2$, maka kemungkinan 1 bangunan rentan terhadap gempa atau berpotensi roboh dari 100 bangunan atau 1% bangunan yang ditinjau memiliki resiko rentan terhadap gempa atau berpotensi roboh dari keseluruhan bangunan.