

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Muhammad Heri Zulfiar (2018) dengan judul penelitian “Kerentanan bangunan rumah hunian cagar budaya terhadap gempa di Yogyakarta” Hasil kajian menunjukkan bahwa rumah hunian Dalem Pujokusuman Yogyakarta berada pada daerah rawan gempa dengan tingkat ancaman tinggi dan telah dilakukan renovasi tanpa peran ahli memadai (*non-engineered*). Rumah tersebut rentan terhadap gempa dan berpotensi roboh sebesar 63% dari seluruh bangunan jika terjadi gempa bumi. Faktor yang menyebabkan bangunan rentan terhadap gempa adalah pada tipe bangunan dengan sistem konstruksi tidak sesuai, bentuk denah tidak sesuai, adanya *spit level* ketidakraturan vertikal, *detailing* belum mengacu pada pembangunan atau kode yang berlaku, perawatan dan perbaikan bangunan tidak standar.

Shivkant (2017), menyatakan bahwa bangunan yang memiliki nilai score RVS rendah dapat dikatakan bangunan berpotensi rentan terhadap gempa bumi yang terjadi di masa yang akan datang sehingga disarankan dilakukan analisis yang lebih rinci dan mendetail terhadap bangunan tersebut.

Alex Kurniawandy (2015) dengan judul penelitian “Evaluasi Kerentanan Bangunan Gedung Terhadap Gempa Bumi dengan *Rapid Visual Screening* (RVS) Berdasarkan FEMA 154”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1). Gedung yang mempunyai agak beresiko yaitu gedung RS UR, Surya Dumai, FMIPA-1 UR, dan RS Awal Bros. Hal tersebut disebabkan oleh tidak dapatnya data tanahnya. (2). Gedung FAPERTA UR sangat beresiko, sehingga harus melanjutkan evaluasi ke FEMA 310, hal tersebut disebabkan gedung FAPERTA UR memiliki komponen FEMA 154 yang menjadi faktor pengurang dari nilai *basic score*, seperti *vertical irregularity* (-1,5), *plan irregularity* (-0.8) dan tipe tanah D (-1,4). (3). Komponen *vertical irregularity*, *vertical irregularity* dan tipe tanah merupakan parameter yang sangat menentukan dalam mengevaluasi menggunakan FEMA 154 karena komponen tersebut sebagai faktor nilai pengurang.



Desmonda dan Pamungkas (2014), menyatakan bahwa persebaran zona kerentanan bencana gempa bumi di Kabupaten Malang Selatan dipengaruhi oleh jenis konstruksi bangunan permanen, tingkat kemiringan tanah, jenis batuan/geologi, dan jenis penggunaan lahan.

Sanneti Hevianis (2016) dengan judul penelitian “Kekuatan Struktur Bangunan Penyelamat Tsunami Akibat Beban Gempa Di Kecamatan Kuta Alam Banda Aceh”. Tahapan penelitian ini adalah dengan melakukan pengamatan secara visual untuk keseluruhan bangunan; melakukan perhitungan kekuatan untuk kondisi eksisting bangunan dengan *Structural Analysis Programming* (SAP2000), beban gempa rencana sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1726-2012. Hasil penelitian menunjukkan kelima bangunan tersebut masih dalam kondisi yang sangat bagus, hasil perhitungan SAP2000 juga menunjukkan bangunan tersebut masih memiliki kekuatan yang cukup baik ketika dibebani beban gempa. Restu Faizah (2017) dengan judul penelitian “Asesmen Cepat Kerentanan Bangunan Sekolah Muhammadiyah Terhadap Gempa bumi di Kecamatan Kasihan Bantul DIY”. Dari hasil evaluasi kerentanan menggunakan metode *Rapid Visual Screening* (RVS) menurut FEMA 154-2002 terhadap 8 Sekolah Dasar dan Menengah Muhammadiyah di Kecamatan Kasihan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: (1) Terdapat 4 bangunan yang dinyatakan rentan terhadap gempa bumi yaitu bangunan SD Muhammadiyah Mrisi, SD Muhammadiyah Insan Kreatif Kembaran, SMP Muhammadiyah Kasihan, dan bagian dari MTS Muhammadiyah Kasihan. (2). Pada keempat bangunan sebagaimana disebutkan pada poin 1 disarankan untuk dilakukan mitigasi dengan cara menghilangkan *vertical irregularity* yang ada.

Saputra (2017), menyatakan bahwa faktor bentuk yang menyebabkan bangunan rentan terhadap gempa adalah Plan Irregularity, Vertical Irregularity dan belum adanya acuan pembangunan atau kode saat pembangunan yang dirujuk dan perawatan bangunan pada bangunan non engineered.

Bawono (2016), menyatakan bahwa nilai probabilitas kerusakan setiap rumah berbeda-beda, hal ini disebabkan karena jarak dari pusat gempa, kondisi



tanah, topografi, dan jenis tanah yang terdapat di bawah masing-masing rumah berbeda.

Devi dan Naorem (2015), kerusakan bangunan terhadap gempa bumi disebabkan karena bangunan memiliki mutu ketahanan gempa yang sangat rendah, sehingga perlu dilakukan penilaian kerentanan bangunan dan mitigasi bahaya akibat gempa bumi dari semua jenis bangunan di daerah yang memiliki zona persebaran gempa yang tinggi.

Faizah dan Syamsi (2017), bangunan yang memiliki kerentanan dengan kondisi vertical irregularity dapat dihilangkan, namun apabila tidak dilakukan upaya untuk menghilangkan vertical irregularity bangunan harus dievaluasi lebih detail untuk mengetahui kekuatan struktur terhadap ancaman gempa bumi yang akan datang.

Rahmatul Firdaus (2016) dengan judul penelitian “Evaluasi Kerentanan Bangunan Gedung Terhadap Gempa Bumi Dengan *Rapid Visual Screening (RVS)* Berdasarkan FEMAP 154”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Terjadinya perubahan peta gempa yang terdapat pada SNI 03-1726- 2002 ke SNI 1726:2012 membuktikan bahwa Kota Pekanbaru merasakan dampak gempa yang cukup kuat, dibuktikan dari pemilihan formulir FEMAP 154 berdasarkan perubahan rasio gempa yang meningkat dari SNI 03-1726-2002 ke SNI 1726:2012. (2) Kinerja kerentanan bangunan gedung terhadap gempa untuk beberapa bangunan gedung di beberapa tempat di Kota Pekanbaru cukup baik, hal itu dibuktikan dari hasil analisa kerentanan bangunan gedung terhadap gempa memiliki hasil yang memenuhi evaluasi FEMA P-154

Sarraz dkk (2015), Rapid Visual Screening merupakan metode untuk menilai kerentanan bangunan terhadap gempa. Hasil analisis RVS dapat memberikan acuan dalam melakukan identifikasi, perbaikan, restorasi atau rencana evakuasi bangunan dengan mudah dan dapat memberikan acuan dalam pembangunan bangunan tahan gempa

Intan Putra Perdana (2018) dengan judul penelitiannya “Evaluasi kerentanan bangunan rumah masyarakat terhadap gempa bumi di Desa Wisata Bugisan



Kecamatan Prambanan Kabupaten Klaten". Hasil penelitian menunjukkan bahwa Hasil evaluasi kerentanan bangunan rumah masyarakat di Desa Bugisan menunjukkan kondisi bangunan rumah secara umum memiliki tingkat kerentanan sedang yang dapat dilihat dari hasil evaluasi kerentanan untuk tingkat kerentanan sedang (skor 33,4-66,3%) yaitu sebanyak 63% atau 287 rumah. Untuk hasil evaluasi kerentanan yang menunjukkan tingkat kerentanan tinggi (skor 0- 33,3%) sebanyak 35 % atau 159 rumah dan tingkat kerentanan rendah atau paling aman (skor 66,4- 100%) sebanyak 2% atau 9 rumah.

Hanantatur Adeswastoto (2017) dengan judul penelitian "Evaluasi kerentanan bangunan gedung terhadap gempa bumi berdasarkan ASCE 41- 13. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerentanan bangunan gedung terhadap gempa bumi. Dalam penelitian ini dilakukan evaluasi berdasarkan ASCE 41- 13. Evaluasi Tahap 1 pada ASCE 41-13 merupakan metode evaluasi cepat sehingga dapat menjadi acuan untuk evaluasi tahap selanjutnya. Evaluasi dimulai dengan menentukan tingkat bencana, tingkat seismisitas, dan penentuan tingkat kinerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bangunan Gedung Lancang Kuning memenuhi tingkat kinerja yang menjadi acuan.

Arwin Datumaya (2016) dengan judul penelitian "Pengurangan Risiko Bencana Gempa Bumi-Tsunami Di Pangkalan TNI AU Padang Akibat Megathrus Mentawai". Hasil penelitian menunjukkan bahwa Berdasarkan hasil analisa, penilaian risiko bencana gempa bumi menghasilkan 5 (lima) kelas indeks risiko yaitu sangat rendah (0-0,240), rendah (0,241-0,480), sedang (0,481-0,720), tinggi (0,721-0,960) dan sangat tinggi (0,961-1,200). Penilaian dampak bencana tsunami menghasilkan lima kelas indeks dampak yaitu sangat rendah (0-1,17), rendah (1,171-1,710), sedang (1,711-2,250), tinggi (2,251-2,790) dan sangat tinggi (2,791-3,360). Upaya pengurangan risiko dilakukan dengan menitikberatkan pada peningkatan infrastruktur dan peningkatan kapasitas dapat mengurangi akibat yang ditimbulkan oleh bencana gempa bumi-tsunami.



## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Gempa Bumi dan Kerentanan

Gempa bumi adalah getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba yang menciptakan gelombang seismik (BMKG, 2016). Gempa Bumi biasa disebabkan oleh pergerakan kerak Bumi (lempeng Bumi). Frekuensi suatu wilayah, mengacu pada jenis dan ukuran gempa Bumi yang di alami selama periode waktu.

Gempa bumi didefinisikan sebagai getaran yang bersifat alamiah, yang terjadi pada lokasi tertentu, dan sifatnya tidak berkelanjutan. Besarnya percepatan tanah akibat gempa memberikan pengaruh guncangan yang dirasakan di permukaan, dan ukuran getaran tersebut menggunakan skala MMI atau *Modified Mercalli Intensity scale* (Kramer. S.L., 2014). Akibat guncangan permukaan berdampak terhadap kerusakan bangunan.

Menurut Coburn dan Spence (1992), kerentanan didefinisikan "*as the degree of loss to a given element at risk resulting from a given level of hazard*". Dapat dikatakan bahwa kerentanan bangunan merupakan ketidakmampuan bangunan dalam menahan guncangan akibat tingkat bahaya gempa tertentu yang diperkirakan terjadi.

### 2.2.2 Rapid Visual Screening (RVS)

*Rapid Visual Screening (RVS)* merupakan cara evaluasi bangunan secara visual yang diperkenalkan pertama kali di Amerika Serikat, dengan prosedur menggunakan daftar isian yang memuat data primer dari bangunan yang ditinjau, antara lain jumlah lantai, tahun pembangunan, alamat bangunan, foto bangunan dan sketsa bangunan yang memperlihatkan denah serta elevasi bangunan. Pengisian form *RVS* diikuti dengan skoring sesuai ketentuan yang telah diatur dalam FEMA P154-2002 untuk mendapatkan skor akhir tiap gedung yang dievaluasi.

Metode *Rapid Visual Screening (RVS)* adalah sebuah metode pengamatan secara cepat yang dikembangkan oleh FEMA untuk mengidentifikasi,



menginventaris suatu bangunan secara tampak yang berpotensi berbahaya secara seismik (FEMA-P154, 2015).

*Rapid Visual Screening (RVS)* adalah metode identifikasi suatu bangunan secara cepat tanpa harus menganalisa bangunan dengan menggunakan *software*. Untuk mengidentifikasi tingkat risiko suatu bangunan terhadap ancaman gempa bumi, bisa dilakukan *Rapid Visual Screening (RVS)* pada permulaannya.

Kemudian hasil dari *RVS* bisa menentukan apakah gedung yang di evaluasi tersebut berisiko atau tidak. Namun, *RVS* hanya dirancang untuk dilakukan dari luar bangunan, pemeriksaan bagian dalam tidak selalu memungkinkan, rincian yang berbahaya tidak akan selalu terlihat, dan seismik bangunan yang berbahaya tidak dapat diidentifikasi.

Evaluasi Gedung terhadap resiko 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 resiko gempa
- b. Apabila *Rapid Visual Screening* (FEMA 154), ternyata menunjukkan  $score \leq 2$ , maka bangunan dinyatakan berisiko dan perlu dilakukan Evaluasi lebih rinci (FEMA 310, FEMA 356)

Tahapan pengisian form *RVS* FEMA 154- 2002 meliputi: pemilihan seismisitas lokasi, pengisian data umum bangunan, menggambar sketsa bangunan, menentukan *occupancy soil*, menentukan jenis tanah, identifikasi *falling hazard*, menentukan jenis bangunan dan jumlah lantai, identifikasi adanya *Plan Irregularity* dan *Vertical Irregularity*, memeriksa standar yang digunakan saat membangun dan terakhir skoring.

### **2.2.3 Kerentanan Bangunan berdasarkan FEMA 154**

FEMA 154 (2015) digunakan dengan pertimbangan menyediakan sebuah metodologi mengevaluasi keamanan seismik dari bangunan dengan akses minimum kebangunan, dan dimungkinkan pemeriksaan lebih rinci. FEMA mengembangkan metode untuk mengetahui kerentanan suatu bangunan dengan



melakukan pengamatan untuk menilai besarnya kerentanan bangunan terhadap gempa.

Hasil dari evaluasi kerentanan akan dijadikan pedoman dalam melakukan tindakan berikutnya sebagai langkah *Risk Reduction* terhadap ancaman gempa. Kerusakan bangunan berdasarkan form dari FEMA 154 terdiri dari beberapa penilaian dasar, seperti verifikasi dan memperbarui informasi indentifikasi bangunan, sketsa bangunan dan elevasi, menentukan tipe tanah tempat bangunan berdiri, menentukan dan dokumentasi pengguna bangunan, indentifikasi potensi bahaya bangunan, indentifikasi *Lateral-Load-Resisting System* dan dokumentasi mengenai nilai dasar struktural yang berhubungan. Apabila hasil evaluasi menunjukkan bangunan belum memenuhi syarat, maka dapat dilakukan tindakan berikutnya yaitu diruntuhkan atau di perkuat dengan metode *retrofitting*, *bracing*, dan lain-lain (FEMA 172, FEMA 356).

Adapun beberapa komponen yang akan menjadi bahan evaluasi pada FEMA 154 adalah sebagai berikut:

**a. Seismisitas Lokasi**

Sebelum skoring dilakukan maka pemilihan formulir FEMAP154 diperlukan, dan didapatkan sebelumnya dari tabel pembagian wilayah seismik berdasarkan nilai  $S_s$  (parameter respons spektral percepatan gempa  $MCE_R$  terpetakan untuk periode pendek) dan  $S_1$  (Parameter respons spektral percepatan gempa  $MCE_R$  terpetakan untuk periode 1,0 detik), kedua nilai tersebut didapatkan dari peta gempa pada dalam SNI 1726:2012 (BSN, 2012).



Tabel 2.1 Lokasi Seismisitas dengan Akselerasi Respon Spektrum

Lokasi Seismisitas	Parameter respon spektrum Ss (Untuk periode pendek atau 0,2 detik)	Parameter respon spektrum SI (Untuk periode 1,0 detik)
Rendah ( <i>low</i> )	$Ss \leq 0,25 \text{ g}$	$SI \leq 0,1 \text{ g}$
Sedang ( <i>moderate</i> )	$0,25 \text{ g} \leq Ss \leq 0,5 \text{ g}$	$0,1 \text{ g} \leq SI \leq 0,2 \text{ g}$
Agak Tinggi ( <i>moderate high</i> )	$0,5 \text{ g} \leq Ss \leq 1 \text{ g}$	$0,2 \text{ g} \leq SI \leq 0,4 \text{ g}$
Tinggi ( <i>high</i> )	$1 \text{ g} \leq Ss \leq 1,5 \text{ g}$	$0,4 \text{ g} \leq SI \leq 0,6 \text{ g}$
Sangat tinggi ( <i>very high</i> )	$Ss \geq 1,5 \text{ g}$	$SI \geq 0,6 \text{ g}$

Sumber : FEMA P-154 (2015)

Tabel 2.1 dipakai untuk menentukan jenis formulir *RVS* sesuai dengan lokasi seismisitas daerah yang diteliti. Terdapat lima tipe formulir yaitu *Low Seimicity*, *Moderate Seimicity*, *Moderately High Seimicity*, *High Seimicity* dan *Very High Seimicity*.

#### b. Jenis atau Tipe Tanah

Tipe tanah berdasarkan FEMA P-154 dibagi menjadi enam tipe/jenis yang diperlukan untuk data penyelidikan tanah diantaranya: A (*Hard Rock*), B (*Average Rock*), C (*Dense Soil*), D (*Stiff Soil*), E (*Soft Soil*), F(*Poor Soil*). Namun apabila didapatkan kendala dalam pengambilan sampel tanah dan tidak ada dasar untuk mengklarifikasi jenis tanah, "DNK" harus dipilih dan tipe D (*Stiff Soil*) dipilih sebagai asumsi (seperti gambar 2.4)



Tipe Tanah :  A  B  C  D  E  F DNK  
 Batuan Keras Batuan Sedang Tanah Keras Tanah Sedang Tanah Lunak Tanah Sangat Lunak Jika DNK, Asumalkan Tipe D.

Gambar 2.1 Jenis/Tipe Tanah

**c. Elemen Struktural yang Berbahaya Jatuh (*Falling Hazard*)**

Ini adalah elemen elemen non struktur yang terletak diatas (bergelantung) dan dapat jatuh terutama diakibatkan dari getaran atau gempa bumi. Contohnya berupa: cerobong asap, tangki air, plafon, hiasan-hiasan yang terletak diatas.

Jika ada bahaya semacam guncangan atau gempa mungkin berbahaya bagi penghuni bangunan dan orang yang lewat.

**d. Jenis atau Tipe Bangunan**

Terdapat tujuh belas karakteristik/tipe bangunan menurut FEMA P-154 dalam prosedur RVS, diantaranya:

1. (W1) Bangunan rangka kayu, hunian keluarga dibawah 3000 kaki persegi.
2. (W1A) Bangunan rangka kayu ringan multi unit, gedung perkantoran dengan area di setiap lantai lebih besar dari 3000 kaki persegi.
3. (W2) Bangunan rangka kayu, bangunan komersial dan industri dengan luas lantai lebih dari 5000 kaki persegi.
4. (S1) Bangunan rangka penahan momen baja.
5. (S2) Bangunan rangka baja bertulang.
6. (S3) Bangunan logam ringan.
7. (S4) Bangunan rangka baja dengan dinding beton dan terdapat dinding geser (*sheer wall*).
8. (S5) Bangunan rangka baja dengan dinding pengisi batu bata yang tidak diperkuat.
9. (C1) Bangunan rangka beton tahan gempa.
10. (C2) Bangunan Rangka beton dinding geser.
11. (C3) Bangunan rangka beton dengan dinding pengisi batu bata yang tidak diperkuat.
12. (PC1) Bangunan tembok yang sudah dibuat sebelumnya.



13. (PC2) Bangunan beton pracetak.
14. (RM1) Bangunan dinding batu bata yang diperkuat dengan lantai fleksibel dan atap berongga.
15. (RM2) Bangunan dinding batu bata yang diperkuat dengan lantai kaku dan atap berongga.
16. (URM) Bangunan dinding bata yang tidak diperkuat.
17. (MH) Rumah produksi.

**e. Jumlah Lantai**

Jumlah lantai dihitung dari bangunan paling dasar yang menyentuh tanah hingga atap bangunan.

**f. Vertical Irregularity**

*Vertical Irregularity* adalah penampakan vertikal bangunan yang tidak regular, seperti:

1. Sloping Site

Ditunjukkan seperti gambar 2.2 yang menunjukkan apabila bangunan berada diatas bukit curam maka yang akan terjadi masalah karena kekakuan horizontal pada sisi bawah berbeda dari kekakuan sisi yang menanjak.

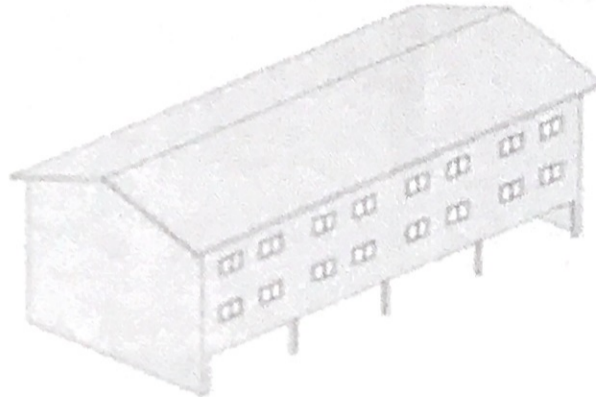


Gambar 2.2 Contoh bangunan *Sloping Site*



## 2. *Soft Story*

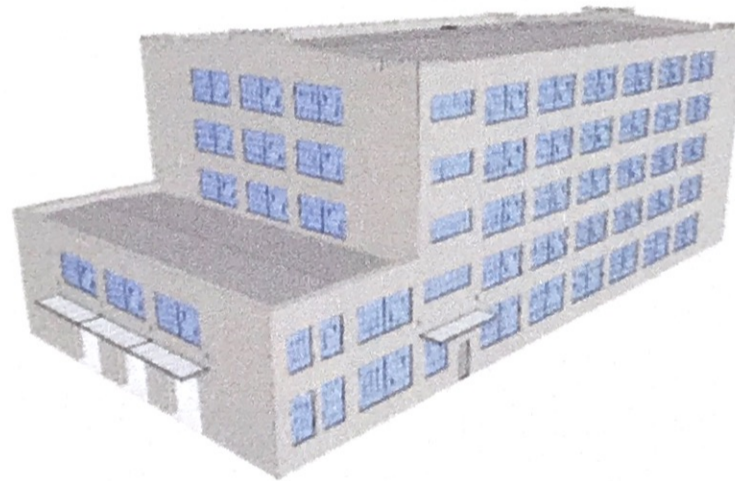
Adalah kondisi dimana sebuah lantai dari bangunan memiliki kekuatan lebih kecil (yang lebih sedikit dinding atau kolom) daripada lantai di atas atau di bawahnya, contohnya : bassement (seperti gambar 2.3).



Gambar 2.3 Contoh dari Bangunan dengan *Soft Story*

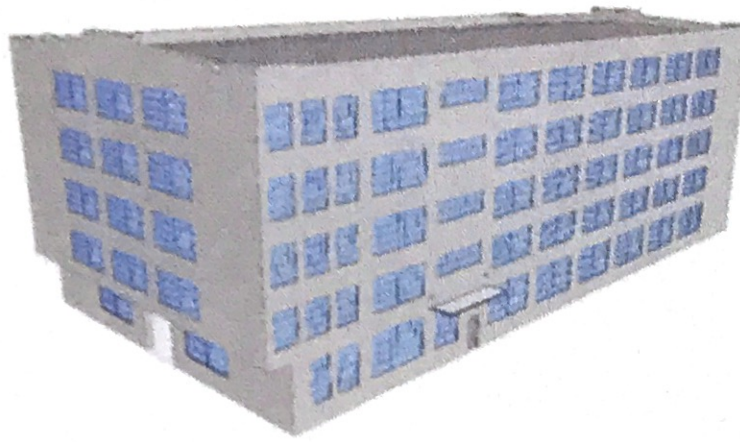
## 3. *Out-of-plane-setback*

Kondisi bangunan yang memiliki sistem penahan gaya seismik pada suatu lantai namun tidak selaras secara vertikal dengan sistem penahan gaya seismik di atas atau di bawahnya, seperti gambar 2.4 dan gambar 2.5.



Gambar 2.4 Contoh Bangunan dari *Out-of-plane-setback*





Gambar 2.5 Contoh bangunan dari *Out-of-plane-setback*

4. *In-plane-setback*

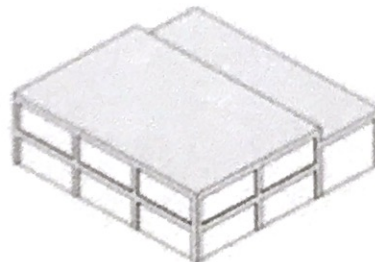
Menggambarkan sebuah keadaan elemen dari sistem penahan gaya seismik di tingkat atas dan diimbangi dengan elemen-elemen dari sistem penahan gaya seismik pada tingkat yang lebih rendah. Tipe bangunan *In plane setback* dapat diamati pada struktur rangka dan dinding geser.

5. *Short Column*

Kondisi bangunan yang menunjukkan beberapa kolom (atau kolom dinding) lebih pendek daripada kolom pada umumnya. Kolom pendek dan lebih kaku lebih banyak menarik muatan lateral sehingga mengakibatkan kerusakan yang cukup signifikan.

6. *Split Levels*

Kondisi ini terjadi dimana pada sebuah bangunan lantai atau atap di salah satu bagian bangunan tidak sejajar dengan lantai atau atap di bagian lain bangunan (seperti gambar 2.6).



Gambar 2.6 Contoh Bangunan dengan *Split Levels*



**g. Plan Irregularity**

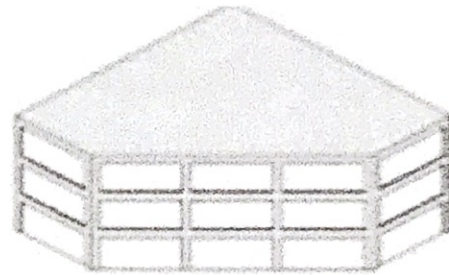
Adalah penampakan bentuk denah yang tidak simetris. Dan ketidakaturan rencana dapat terjadi pada semua tipe bangunan. Beberapa bentuk *plan irregularity* sebagai berikut:

1. *Torsion*

Kondisi ini terjadi apabila bangunan memiliki hambatan beban lateral, atau bila ada eksentrisitas dengan kelakuan besar pada sistem penahan gaya seismik yang mengakibatkan putaran (torsi) di sekitar sumbu vertikal. Diilustrasikan pada kedua sisi yang berdekatan memiliki bukaan jendela, sedangkan dua sisi lainnya tidak memiliki bukaan jendela atau tertutup dengan dinding.

2. *Non-Parallel-System*

Bentuk bangunan yang berbentuk runcing, segitiga dan terdapat sudut yang tidak memenuhi 90 derajat, dan rentan terhadap torsi yang berpotensi rusak dan runtuh.

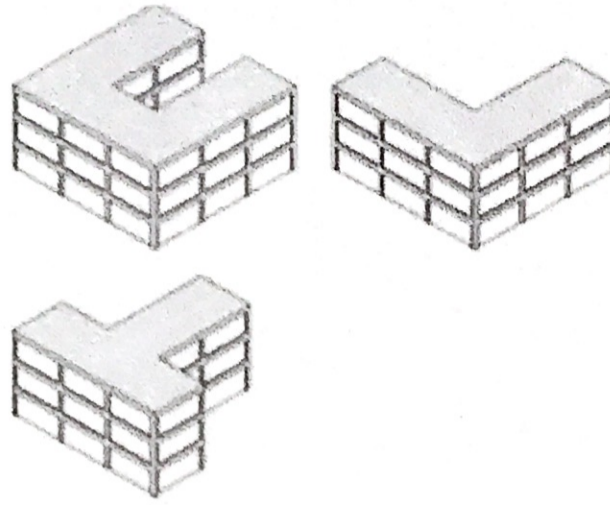


Gambar 2.7 Contoh bangunan dengan *Non-Parallel-System*

3. *Reentrant Corners*

Kondisi bangunan yang berbentuk E, L, T, U atau + (gambar 2.11). Konsentrasi tegangan dapat berkembang pada sudut reentrant dan menyebabkan kerusakan atau keruntuhan.

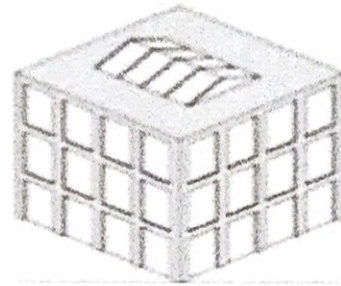




Gambar 2.8 Contoh dari *Reentrant Corners*

#### 4. *Diaphragm Openings*

Peran penting dari lantai dan atap adalah dalam mendistribusikan kekuatan seismik ke elemen vertikal dari sistem penahan gaya seismik. Bukaan besar pada lantai dan atap dapat melemahkan diafragma dan mengurangi kemampuan mentransfer kekuatan seismik. Misalnya: *roof skylight* (seperti gambar 2.9).

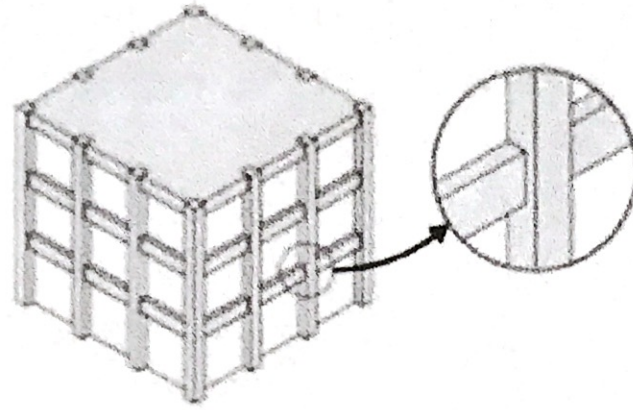


Gambar 2.9 Contoh Bangunan dengan *Diaphragm Openings*

#### 5. *Beams Do Not Align with Columns*

Kondisi bangunan yang memiliki balok tidak sejajar dengan kolom. Pada umumnya, kondisi ini berlaku pada bangunan beton dimana balok eksterior tidak sejajar menempel pada kolom (seperti gambar 2.10).





Gambar 2.10 Contoh dari *Beams Do Not Align with Columns*

#### h. Code saat Pembangunan

*Code* saat pembangunan bisa diketahui dengan melihat tahun bangunan itu dibangun. Tahun dibangun digunakan untuk menentukan pedoman/peraturan yang akan digunakan saat membuat bangunan. *Code* untuk bangunan di Indonesia, disebut *Pre-code* apabila bangunan dibangun sebelum tahun 1971, peraturan pembebanan memasukkan beban gempa bumi dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI, 1971), dan akan disebut *Post-Benchmark* apabila bangunan dibangun setelah tahun 1992 dimana peraturan kegempaan mulai ditingkatkan dalam SNI 03-2833-1992 (BSN, 1992).

#### i. Pemberian Skor

Dari seluruh komponen kriteria penilaian *Rapid Visual Screening* pada FEMA P-154, dapat ditentukan *score* dari bangunan yang ditinjau. Dengan cara melingkari *score* pada formulir *RVS* sesuai *Building Type* yang sesuai dengan yang ditinjau. Selanjutnya, seluruh *score* dijumlahkan dan akan didapatkan *Final Score* (S). Apabila  $S \leq 2$  maka bangunan dinyatakan berisiko terhadap ancaman gempa bumi dan perlu dilakukan evaluasi lebih detail. *Score* SL1 didapatkan dari tipe bangunan yang telah diketahui yang memiliki *basic score* kemudian nilai dikurangi dengan tingkat kesalahan atau potensi bangunan yang rentan terhadap gempa. *Score* SL1 selanjutnya dianalisis mendapatkan *Final Score* dengan persamaan 2.1 untuk mendapatkan potensi kerentanan.

*Score* SL1 didapatkan dari tipe bangunan yang telah diketahui yang memiliki *basic score* kemudian nilai dikurangi dengan tingkat kesalahan atau potensi bangunan yang rentan terhadap gempa. *Score* SL1 selanjutnya dianalisis







kurang dari 2, maka bangunan dinilai rentan dan direkomendasikan untuk dicek kembali menggunakan tata cara FEMA 310

Menurut Winarsih (2010), kegagalan kolom akan berakibat langsung pada runtuhnya komponen struktur lain yang berhubungan dengannya, atau bahkan merupakan batas runtuh total keseluruhan struktur bangunan; dan bersifat mendadak atau tanpa diawali dengan tanda peringatan yang jelas. Oleh karena itu, dalam perencanaannya harus dilakukan secara cermat dengan memberikan cadangan kekuatan lebih tinggi daripada komponen struktur lainnya.

### **2.2.5 Pengurangan Kerentanan berdasarkan Perspektif**

Perundangan pengurangan kerentanan bangunan di Indonesia mengacu pada tataran normatif berlandaskan pada Pancasila dan Undang-Undang Dasar (UUD) 1945. Pada alinea ke IV pembukaan UUD 1945: “Kemudian daripada itu untuk membentuk suatu Pemerintahan Negara Indonesia yang melindungi segenap Bangsa Indonesia dan seluruh tumpah darah Indonesia” Hal ini menyiratkan bahwa pemerintah Republik Indonesia (RI) dibentuk untuk melindungi (*law and order*) dan mensejahterakan rakyat (*welfare*). Perlindungan ini termasuk terjadinya bencana yang ditegaskan dalam UU No.24 Tahun 2007 Penanggulangan Bencana. Dinyatakan dalam undang-undang tersebut bahwa penanggulangan bencana merupakan urusan bersama pemerintah, masyarakat, dunia usaha, organisasi non-pemerintah, internasional, maupun pemangku kepentingan (*stakeholders*) lainnya. Oleh karenanya landasan nasional dalam penanggulangan bencana dan pengurangan risiko bencana akan memberikan advokasi dan dukungan kepada pemerintah dalam upaya melaksanakan pengurangan risiko bencana secara terencana, sistematis, dan menyeluruh.

Pada tataran global, pelaksanaan dari undang-undang tersebut juga merupakan upaya implementasi dari komitmen dunia yang tertuang dalam Kerangka Aksi Hyogo (*Hyogo Framework for Action/HFA*) 2005-2015 yang menjadikan bangsa Indonesia memiliki komitmen terhadap dunia internasional dalam pengurangan risiko bencana (Zulfiar dkk, 2017). Amanat Undang Undang No.24 Tahun 2007 dengan terbentuknya BNPB melalui Kepres No.8 Tahun 2008. Lembaga BNPB non departemen setingkat menteri mengusung visi “Ketangguhan



bangsa dalam menghadapi bencana”, dan misi “Melindungi bangsa dari ancaman bencana melalui pengurangan risiko, membangun sistem penanggulangan bencana yang handal, serta menyelenggarakan penanggulangan bencana secara terencana.