

Kerentanan Bangunan terhadap Gempa dengan Metode *Rapid Visual Screening (RVS)* FEMA P-154 2015 (Evaluasi Rumah Susun Sewa Tingkat Tinggi Pasar Rumput)

Building Vulnerability To Earthquakes by Rapid Visual Screening (RVS) FEMA P-154 2015 Method (Pasar Rumput High Rise Flats Evaluation)

Andre Putra Ratno, M. Heri Zulfiar.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Gempa bumi mempengaruhi bangunan yang ada di dekat wilayah gempa. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan bangunan akibat gempa adalah kekuatan, kedalaman dan lama getaran gempa serta kondisi tanah dan kondisi bangunan. Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerentanan bangunan Rumah Susun Tingkat Tinggi Pasar Rumput Jakarta Selatan terhadap gempa. Penelitian dilakukan menggunakan metode kuantitatif dengan cara observasi di lokasi, proses pengambilan data dilakukan dengan cara survei secara langsung di lokasi penelitian. Hasil analisis berupa nilai potensi kerentanan bangunan untuk roboh adalah sebesar 0,501187% yang didapat dari nilai akhir S sebesar 2,3 yang lebih besar dari nilai S minimum yaitu 2.

Kata kunci: Gempa Bumi, FEMA P-154 2015, Kerentanan, Bangunan, *Rapid Visual Screening*

Abstract. *Earthquake affecting the buildings near the earthquake area. That factors influencing the building damages caused by the earthquake are strength, depth, duration of the earthquake vibration, soil conditions and the building condition. This study aims to analyze the vulnerability of Pasar Rumput Flat Buildings to the earthquake. This study using quantitative method by observation on study location, collecting data is done by surveying on study location. The results of the analysis potentially the buildings to collapse from the earthquake form is equal to 0.501187% obtained from the final value of S is 2.3 which is greater than the minimum value is 2.*

Keywords: Earthquake, FEMA P-154 2015, Vulnerability, Building, Rapid Visual Screening

1. Pendahuluan

Gempa bumi merupakan getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan bumi disebabkan oleh pergerakan kerak bumi. Bangunan pada daerah rawan gempa harus dapat bertahan dari gempa bumi supaya resiko bahaya yang terjadi dapat diminimalisir. Untuk memastikan apakah suatu bangunan memerlukan analisis lebih lanjut berkaitan dengan ketahanannya terhadap gempa maka diperlukan suatu evaluasi tahap awal, untuk mengevaluasi kerentanan bangunan terhadap gempa dapat dilakukan evaluasi berdasarkan *Rapid Visual Screening*.

Gempa bumi yang terjadi akan berdampak pada bangunan gedung yang ada di dekat wilayah gempa. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan bangunan akibat gempa bumi adalah kekuatan,

kedalaman, dan lama getaran gempa bumi serta kondisi tanah dan bangunan. Selain itu, adanya perubahan peraturan dari SNI 03-1726- 2002 (Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung) ke SNI 1726:2012 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung), dimana lokasi seismik pada SNI 03-17262002 berbeda dengan SNI 1726:2012 dan koefisien rasio percepatan gempa (g) mejadi lebih besar.

Menurut Amir (2012), bangunan eksisting dapat dievaluasi kerentanannya terhadap gempa sebelum gempa terjadi dengan berpedoman pada Federal Emergency Management Agency (FEMA) 154. Evaluasi sederhana yang dapat dilakukan berdasarkan FEMA 154 disebut dengan Rapid Visual Screening (RVS), yaitu pemeriksaan secara visual terhadap kondisi bangunan, mencakup

struktural, non struktural, arsitektural, dan utilitas bangunan. Evaluasi ini dilakukan dengan cara mengisi formulir yang tersedia dan menghitung nilai skor yang mengidentifikasi tingkat kerentanan bangunan

Mangkoeseobroto (2010), menyatakan bahwa komponen vertikal struktur memberi pengaruh yang sangat signifikan terhadap kerusakan struktur gedung di kejadian gempa Padang 30 September 2009. (Sukamta, 2011), melihat perkembangan pembangunan gedung tinggi di Indonesia, munculnya supertall building tidak dapat terelakkan lagi. Rancangan struktur gedung-gedung semacam ini perlu dilakukan dengan menggunakan terobosan baru (analisis dinamis non-linear), dimana respons dinamik struktur terhadap moda getar yang lebih tinggi akan menjadi dominan dalam menentukan demand dari ketahanan gempa. Kekakuan struktur akan menjadi faktor utama yang menentukan apakah gedung tinggi tersebut feasible untuk dibangun. Sistem struktur baru yang tidak tercantum secara preskriptif dalam peraturan akan diterapkan. Dengan demikian metode analisis secara nonlinear dinamis akan tidak terhindarkan lagi, sehingga gedung-gedung dapat dirancang menggunakan sistem lateral yang efisien, yang mungkin belum ada secara preskriptif dalam peraturan, tetapi ketahanan gempanya harus tetap terjamin dan analisis statik linear yang selama ini digunakan secara perlahan akan ditinggalkan

Satyarno (2011) menjelaskan bahwa evaluasi kerentanan bangunan eksisting dapat dilakukan dua tahap. Tahap pertama berupa penilaian cepat yang disebut Rapid Visual Screening (RVS) menggunakan tata cara penilaian pada FEMA 154-2002. Apabila dalam tahap pertama bangunan dinilai berisiko, maka dapat dilanjutkan pada tahap kedua, yaitu berupa evaluasi secara rinci menggunakan tata cara penilaian pada FEMA 310, FEMA 356, atau ATC 40. Hasil penilaian pada tahap kedua ini dapat digunakan sebagai dasar tindakan pengurangan resiko bencana berikutnya, apakah bangunan dapat diperkuat (retrofitting) atau diruntuhkan (demolish).

Menurut Amir (2012), bangunan eksisting dapat dievaluasi kerentanannya terhadap gempa sebelum gempa terjadi dengan berpedoman pada Federal Emergency

Management Agency (FEMA) 154. Evaluasi sederhana yang dapat dilakukan berdasarkan FEMA 154 disebut dengan Rapid Visual Screening (RVS), yaitu pemeriksaan secara visual terhadap kondisi bangunan, mencakup struktural, nonstruktural, arsitektural, dan utilitas bangunan. Evaluasi ini dilakukan dengan cara mengisi formulir yang tersedia dan menghitung nilai skor yang mengidentifikasi tingkat kerentanan bangunan

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.

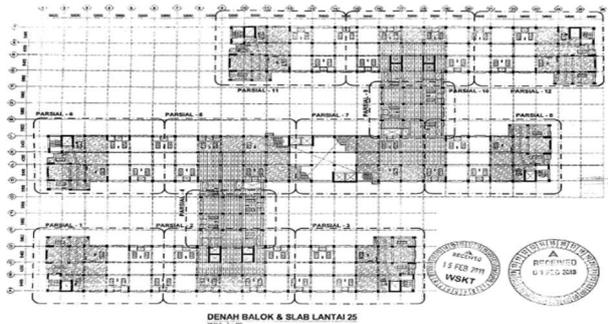
2. Metode Penelitian

Lokasi dan Objek Penelitian

Obyek penelitian yang dilakukan berada pada pekerjaan konstruksi Proyek Pembangunan Rumah Susun Tingkat Tinggi Pasar Rumput yang berada di Jl. Sultan Agung No 10 RT/RW 1/3, Kecamatan Setiabudi, Kota Jakarta Selatan.

Lingkup Penelitian

Penelitian ini dapat lebih mengarah pada latar belakang dan permasalahan yang telah dirumuskan maka dibuat batasan-batasan masalah guna membatasi ruang lingkup penelitian anatara lain sebagai berikut:



Gambar 1 Denah Objek Penelitian



Gambar 2 Objek Penelitian

1. Analisis bentuk bangunan mengacu pada peraturan FEMA 154 tahun 2015
2. Lokasi penelitian dilakukan di bangunan rumah susun sewa tingkat tinggi Pasar Rumpit
3. Bangunan yang ditinjau berjumlah 1
4. Tidak melakukan peninjauan struktur bawah dan struktur pondasi bangunan

Data Penelitian

a. Perumusan Form

Penilaian dilakukan dengan cara mengisi formulir RVS dalam FEMA 154-2015 menggunakan data primer dan sekunder. Pemilihan formulir ditentukan berdasarkan kondisi seismisitas lokasi, dimana keseluruhan bangunan berada pada kondisi seismisitas yang sama

Langkah-langkah pengisian Formulir survei dalam RVS adalah sebagai berikut:

1. Memverifikasi dan memperbarui informasi identifikasi bangunan;
Kolom isian ini disediakan di bagian kanan atas dari Formulir Data Survei untuk mendokumentasikan informasi identifikasi bangunan (alamat, nama bangunan, penggunaan, lintang dan bujur, dan nilai-

nilai gerakan tanah spesifik pada lokasi), nama dari screener, tanggal dan waktu skrening.. Informasi dapat diisi secara manual, atau dapat di cetak pada label kemudian ditempelkan atau dicetak langsung ke Formulir Data Survei.

2. Berjalan di sekitar gedung untuk mengidentifikasi jumlah lantai, bentuk, dan membuat sketsa denah dan elevasi di Formulir isian;
3. Memotret bangunan;
4. Menentukan dan mendokumentasikan kegunaan hunian

Sembilan kelas hunian di RVS dijelaskan sebagai berikut:

- Gedung pertemuan
Tempat-tempat pertemuan umum adalah tempat kelompok besar orang mungkin akan berkumpul di satu ruangan pada waktu yang sama. Contohnya adalah teater, auditorium.
- Komersial
Kelas hunian komersial mengacu pada bisnis ritel dan grosir, lembaga keuangan, restoran.
- Layanan Darurat
Kelas layanan darurat didefinisikan sebagai fasilitas yang kemungkinan akan dibutuhkan dalam bencana besar.
- Industri
Termasuk dalam kelas hunian industri adalah pabrik-pabrik.
- Kantor
Khas bangunan kantor rumah administrasi, manajemen, dan profesional tingkat hunian jasa.
- Perumahan
Kelas hunian ini mengacu pada bangunan tempat tinggal. Screener harus menunjukkan jumlah unit hunian di gedung pada baris di sebelah kata "Residential."
- Sekolah
Kelas hunian ini mencakup semua fasilitas pendidikan publik dan swasta.
- Utilitas
Kelas hunian ini mencakup semua bangunan rumah utilitas public atau swasta, seperti pembangkit listrik, fasilitas pengolahan air, dan gardu listrik.

- Gudang
Kelas hunian ini meliputi gudang besar di mana barang-barang yang disimpan dan gudang komersial.
5. Menentukan jenis tanah dan bahaya geologi, seperti yang diidentifikasi selama proses perencanaan pra-lapangan; Jenis tanah harus diidentifikasi selama proses perencanaan pralapangan.
 6. Mengidentifikasi kedekatan, ketidakberaturan bangunan, dan setiap potensi bahaya jatuhnya eksterior; Interaksi antara bangunan yang berdekatan dapat menyebabkan beberapa jenis kerusakan selama gempa bumi. Di daerah kegempaan yang sangat tinggi, jarak minimum antara dua bangunan adalah 2 inci (1inci=2,54cm) per lantai. Di daerah kegempaan tinggi, jarak minimum adalah 1 1/2 inci per lantai. Di daerah kegempaan Cukup Tinggi, jarak minimum adalah 1 inci per lantai. Pada daerah kegempaan Moderat dan rendah, jarak minimum adalah 1/2 inci per lantai. Ketidakteraturan bangunan vertikal untuk Tingkat level 1 RVS, ketidakteraturan vertikal dibagi lagi menjadi ketidakteraturan vertikal berat dan ketidakteraturan vertical moderat. Ketidakberaturan horizontal meliputi: torsi, non parallel system, reentran corner, diaphragm openings, balok tidak sejajar dengan kolom. Bahaya jatuhan non struktural seperti cerobong asap, parapets, cornice, veneers, overhang, dan heavy cladding dapat menimbulkan bahaya.
 7. Menambahkan komentar tentang kondisi yang tidak biasa atau keadaan yang dapat mempengaruhi screening; Sistem penilaian RVS dibuat dengan asumsi bahwa bangunan dibangun dari bahan yang berkualitas. Kerusakan elemen struktur memiliki dampak yang signifikan pada kinerja yang diharapkan dari sebuah bangunan, oleh karena itu kerusakan elemen struktur perlu diketahui/direkam saat melakukan survei.
 8. Mengidentifikasi sistem dukung beban gravitasi, dan sistem penahan gaya lateral gempa untuk mengidentifikasi tipe bangunan FEMA (memasuki gedung jika mungkin, untuk memfasilitasi proses ini dan melingkari Skor Dasar pada Formulir Data Survei
9. Melingkari atribut kinerja seismik pada Score Pengubah yang sesuai. Setelah screener telah menyelesaikan bagian atas setengah dari data formulir survei level 1 dan mengidentifikasi tipe bangunan FEMA, screener siap untuk menghitung RVS bangunan menggunakan matriks penilaian.
 - Pre- Code
Ketentuan ini hanya berlaku untuk bangunan di daerah gempa yang tinggi dan moderate. Selain itu ketentuan hanya berlaku apabila bangunan yang diperiksa telah didesain dan dibangun sebelum dimulainya penerapan dan pelaksanaan peraturan gempa (seismic code) yang ada sesuai dengan tipe bangunannya.
 - Post-Banchmark
Ketentuan ini berlaku apabila bangunan yang diperiksa telah didesain dan dibangun setelah dimulainya penerapan dan pelaksanaan peraturan gempa (seismic code) yang ada sesuai dengan tipe bangunannya.
 10. Menentukan Score,Final Level 1 ,SL1 (dengan menyesuaikan Skor Dasar dari Langkah 8 dengan Pengubah Skor diidentifikasi pada Langkah 9 Skor akhir level satu didapat dengan mengurangi skor dasar dengan skor pengubah. Sreener memperhatikan skor yang diperoleh,jika lebih sedikit dari skor minimum maka yang digunakan adalah skor minimum. Jika screener ragu atau tidak yakin tentang pilihan untuk sistem struktural, seperti dalam kasus bangunan yang tertutup façade sistem strukturalnya, screener harus melingkari DNK untuk "FEMA Building Type," yang menunjukkan screener tidak tahu. Dalam hal ini, nilai SL1 tidak dapat dihitung
- b. *Vertical Irregularity*
Vertical Irregularity adalah penampakan vertikal bangunan yang tidak regular, seperti:
 1. *Sloping Site*
Ditunjukkan seperti gambar 3 yang menunjukkan apabila bangunan berada

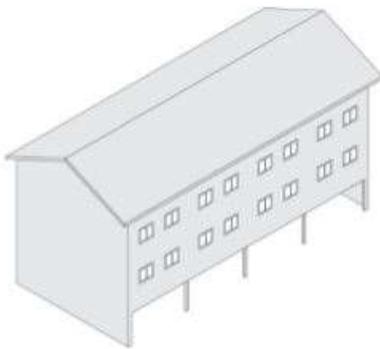
diatas bukit curam maka yang akan terjadi masalah karena kekakuan horizontal pada sisi bawah berbeda dari kekakuan sisi yang menanjak.



Gambar 3 Contoh bangunan *Sloping Site*

2. *Soft Story*

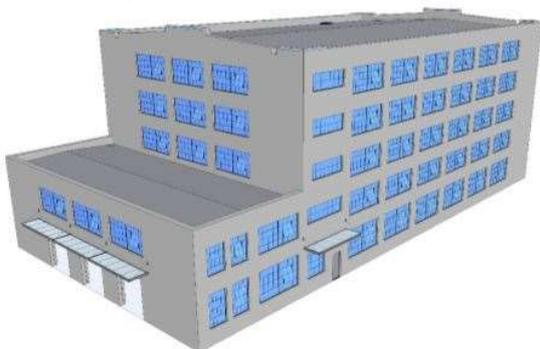
Adalah kondisi dimana sebuah lantai dari bangunan memiliki kekuatan lebih kecil (yang lebih sedikit dinding atau kolom) daripada lantai di atas atau di bawahnya, contohnya : basement



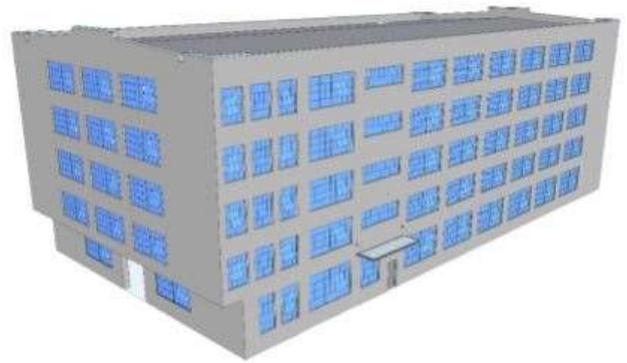
Gambar 4 Contoh dari Bangunan dengan *Soft Story*

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.



Gambar 5 Contoh Bangunan dari *Out-of-plane-setback*



Gambar 6 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.



Gambar 7 Contoh Bangunan dengan *Split Levels*

c. *Plan Irregularity*

Adalah penampakan bentuk denah yang tidak simetris. Dan ketidakteraturan rencana dapat terjadi pada semua tipe bangunan.

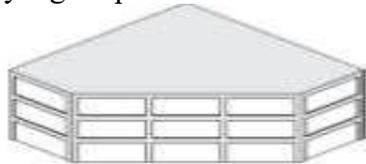
Beberapa bentuk *plan irregularity* sebagai berikut:

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 (torsion) 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*

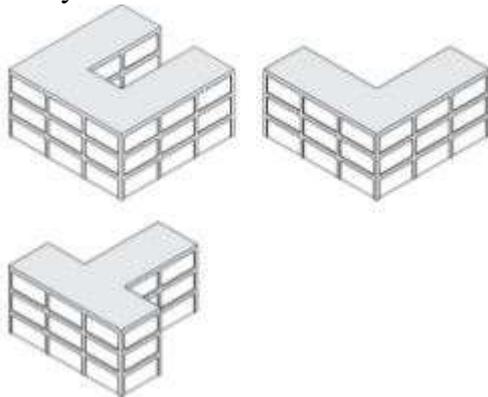
Bentuk bangunan yang berbentuk runcing, segitiga dan terdapat sudut yang tidak memenuhi 90 derajat, dan rentan terhadap torsi yang berpotensi rusak dan runtuh.



Gambar 8 Contoh bangunan dengan *Non-Parallel-System*

3. *Reentrant Corners*

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

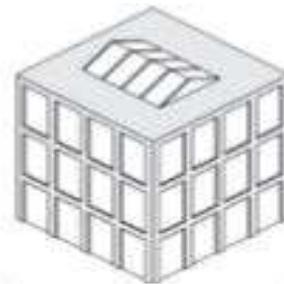


Gambar 9 Contoh dari *Reentrant Corners*

4. *Diaphragma 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

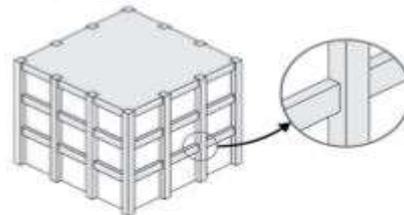
mengurangi kemampuan mentransfer kekuatan seismik. Misalnya: *roof skylight*.



Gambar 10 Contoh Bangunan dengan *Diaphragma 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.



Gambar 11 Contoh dari *Beams Do Not Align with Columns*

d. **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).

e. **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 mendapatkan *Final Score* dengan persamaan 2.1 untuk mendapatkan potensi kerentanan.

$$\text{FINAL SCORE (S)} = \frac{1}{10^{SL1}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dari *final score* dapat disimpulkan apabila $SL1 = 2$, maka kemungkinan 1 bangunan rentan terhadap gempa bumi atau berpotensi runtuh/robok dari 100 bangunan atau 1% bangunan yang ditinjau memiliki resiko yang rentan terhadap gempa atau berpotensi robok dari keseluruhan bangunan.

Hasil dan Pembahasan

a. Data Tanah

Penelitian ini tidak mengambil data tanah secara langsung di wilayah bangunan. Maka, jika data tanah tidak diketahui data tanah dapat diasumsikan sebagai tanah sedang atau tanah dengan tipe D.

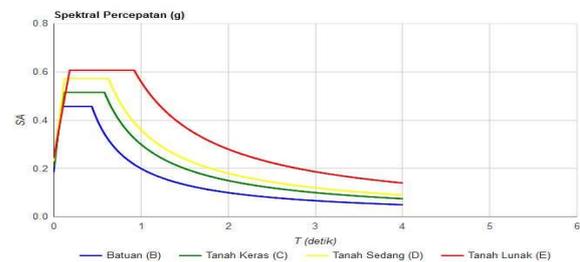
b. Data Koordinat Bangunan

Data koordinat bangunan didapat berdsarkan dari Google Maps melalui Global Positioning System (GPS) yaitu dengan koordinat Latitude -6.207348 dan Longitude 106.840590.

c. Data Ss dan S1 Bangunan

No	Nama Bangunan	Latitude	Longitude	S _s	S ₁
1	Rumah Susun Sewa Tingkat Tinggi Pasar Rumput	6.207348	106.840590	0,686	0,300

Tabel 1 Hasil *Design Spectra*



Gambar 12 *Response Spectrum*

d. Tower 1, 2 dan 3

Ketiga Tower dibangun pada tahun 2018 yang memiliki 25 lantai dengan luas lantai total sebesar 53010,3333 m². Ketiga Tower ini tergolong jenis C2 karena, bangunan memiliki rangka beton dengan dinding geser. Bangunan ini belum pernah direnovasi dari pertama bangunan ini diresmikan.

Bangunan ini memiliki penyimpangan pada penampakan bentuk denah bangunan yang tidak simetris (Plan Irregularity). Dikarenakan bangunan ini memiliki jenis bentuk Reentrant Corners T-Shape atau bangunan berbentuk T yang berpotensi terjadinya keruntuhan saat gempa berlangsung. Hal ini dapat dijelaskan pada gambar dibawah, dimana ketiga tower memiliki desain bentuk yg tidak vertikal.

e. Pemberian Skor

Nama Bangunan (Tower)	1	2	3
Tipe Bangunan	C2	C2	C2
Basic Score	2,1	2,1	2,1
Severe Vertical Irregularity	-1,1	-1,1	-1,1
Moderate Vertical	-	-	-
Plan Irregularity	-0,9	-0,9	-0,9
Pre-Code	-	-	-
Post-Benchmark	2,1	2,1	2,1
Soil Type	D	D	D
Minimum Score	0,3	0,3	0,3
Final Score	2,2	2,2	2,2

Sumber: Survei Lapangan 2019

Tabel 2 Pemberian Skor Berdasarkan Form FEMA P-154

Hasil dari survei yang didapat mempunyai tipe bangunan C2 berturut-turut mempunyai nilai Basic Score adalah 2,0 angka

tersebut merupakan sudah ketentuan yang ditetapkan oleh FEMA 154.

Dimana dalam hal ini mengurangi nilai standar bangunan berdasarkan form Rapid Visual Screening sebesar -0.8 untuk Plan Irregularity dan -1.0 untuk Vertical Irregularity.

Nilai lebih untuk bangunan ini yaitu pembangunan yang dilakukan diatas tahun 1992. Dimana, kondisi bangunan sudah dibangun dengan pertaruran kegempaan mulai ditingkatkan. Bangunan dapat dikategorikan sebagai Post Bechmark dengan nilai lebih sebesar 2,1. Pemberian skor keiga tower berdasarkan form Rapid Visual Screening dari FEMA P-154

f. Skor Akhir

Penghitugan skor akhir (Final Score) didapatkan dengan cara penjumlahan terhadap skor yang telah didapatkan dari form RVS FEMA P-154 dengan Final Score (S) dari ketiga bangunan adalah $2,0 + (-1,0) + 0 + (-0,8) + 0 + 2,1 = 2,3 > 2$ maka dapat dinyatakan bahwa bangunan Rumah Susun Sewa Tingkat Tinggi Pasar Rumput tidak diperlu dilakukan evaluasi lebih detail atau ke tahap selanjutnya.

g. Hasil Analisis Kerentanan Bangunan

No	Kategori Bangunan	Score	$\frac{1}{10^S}$	Potensi Kerentanan (%)
1	C2	2,2	0,006309573	0,630957344

Tabel 3 Analisis Kerentanan Bangunan

Berdasarkan Kategori Bangunan Dari Tabel 3 diatas maka dapat dibaca bahwa bangunan Rumah Susun Sewa Tingkat Tinggi Pasar Rumput memiliki nilai S sebesar 2,3 dengan potensi kerentanan bangunan terhadap gempa atau berpotensi roboh sebesar 0,501187%.

3. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis menggunakan Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazard bentuk bangunan Gedung Rumah Susun Sewa Tingkat Tinggi Pasar Rumput.

- Lokasi seismisitas didapat nilai Ss sebesar 0,686 dan S1 sebesar 0,300. Data desain

spectra (SS dan S1) didapatkan dari koordinat suatu bangunan yang ditinjau

- Faktor pengurangan skor dari form FEMA P-154 adalah bentuk ketiga tower yang menyebabkan bangunan rentan terhadap gempa yaitu Vertical Irregularity adalah penampakan vertikal bangunan yang tidak regular, Gedung Rumah Susun Sewa Tingkat Tinggi Pasar Rumput memiliki masalah Vertical Irregularity dengan kategori Out-of-plane-setback dengan sistem penahan gaya seismic antara lantai 4 keatas dengan lantai 3 kebawah.
- Faktor pengurangan skor kedua yaitu pada desain bangunan. Bangunan Gedung Rumah Susun Sewa Tingkat Tinggi Pasar Rumput memiliki masalah pada Plan Irregularity yaitu penampakan bentuk denah yang tidak simetris dengan kategori Reentrant Corners dengan bentuk bangunan T-Shape dimana konsentrasi tegangan dapat berkembang pada sudut Reentrant dan menyebabkan kerusakan atau keruntuhan.
- Tipe bangunan yang telah disurvei digolongkan tipe bangunan C2. Dimana C2 merupakan Bangunan dengan rangka beton dan dinding geser. Hasil dari survey yang didapat mempunyai tipe bangunan C2 berturut-turut mempunyai nilai Basic Score adalah 2,0 angka tersebut merupakan sudah ketentuan yang ditetapkan oleh FEMA 154.

4. Saran

Pada penelitian selanjutnya, hal yang dapat dilakukan untuk melengkapi penelitian ini adalah:

- Perlunya data dari hasil wawancara dengan pihak yang lebih memahami tentang bangunan Gedung Rumah Susun Sewa Tingkat Tinggi Pasar Rumput, agar bangunan tersebut lebih kuat ketika terjadi gempa.
- Melakukan tinjauan lebih khusus terhadap aksesibilitas terhadap bangunan-bangunan tersebut.

5. Daftar Pustaka

- Alex, K (2015). Evaluasi Kerentanan Bangunan Gedung Terhadap Gempa Bumi Dengan Rapid Visual Screening (RVS) Berdasarkan FEMA 154. *Annual Civil Engineering Seminar 2015*. Pekanbaru: ISBN: 978-979-792-636-6.
- Amir, F. 2012. Evaluasi Kerentanan Bangunan Gedung Terhadap Gempa Bumi Dengan Rapid Visual Screening (RVS) Berdasarkan FEMA 154. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Tadulako*. 2(1), 92-98.
- Bawaono, A.S., 2016, Studi Kerentanan Bangunan Akibat Gempa : Studi Kasus Perumahan di Bantul, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 19(1), 90-97.
- BMKG, 2016, Apakah Gempa Bumi Itu?, Retrieved: October 2, 2016, From: http://inatews.bmkg.go.id/new/ten_tang_eq.php.
- Coburn, A. dan Spence, R. (1992). *Earthquake Protection*, John Wiley & sons. England.
- Desmonda, N.I., dan Pamungkas, A., 2014, Penentuan Zona Kerentanan Bencana Gempa Bumi Tektonik di Kabupaten Malang Wilayah Selatan, *Jurnal Teknik Pomits*, 3(2), 107-112.
- Devi, K., dan Naorem N., 2015, *Seismic Vulnerability Assesment of Existing Buildings; It's Importance*, *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 4(9), 39-46.
- Faizah, R., dan Syamsi, M.I., 2017, Asesmen Cepat Kerentanan Bangunan Sekolah Muhammadiyah Terhadap Gempa Bumi di Kecamatan Kasihan Bantul DIY, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 20(2), 164-171.
- FEMA 154. 2015. *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazard: A Handbook, Third Edition*. Federal Emergency Management Agency, USA.
- Hanantatur, A (2017) Evaluasi kerentanan bangunan gedung terhadap gempa bumi berdasarkan ASCE 41- 13. *Jurnal Teknik Sipil Siklus*, 3(2), 126-133.
- Intan, P.P (2018) Evaluasi kerentanan bangunan rumah masyarakat terhadap gempa bumi di Desa Wisata Bugisan Kecamatan Prambanan Kabupaten Klaten. *Mahasiswa Program Studi MTPBA Universitas Gadjah Mada, Jl. Grafika Yogyakarta intanputra13@gmail.com*.
- Kramer, S.L. (2014). *Geotechnical Earthquake Engineering*, Peason, *United States of America*.
- Mangkoesubroto, S. P. 2010. Padang Earthquake of September 30, 2010, Why It Is So Devastating. *Prosiding Seminar HAKI 2010*. Jakarta: 2010.
- Muhammad, H.Z. (2018) Kerentanan bangunan rumah hunian cagar budaya terhadap gempa di Yogyakarta. *Jurnal Karkasa*, 1(2), 32-38.
- Nuri, F.A., 2014, Studi Literatur *Rapid Visual Screening* Untuk Mengetahui Potensi Kerentanan Bangunan Terhadap Bahaya Gempa, *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1), 1-6.
- Presiden Republik Indonesia. (2007). *Undang-Undang Republik Indonesia nomor 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana*.
- Presiden Republik Indonesia. (2008). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 21 tahun 2008 tentang Penanggulangan Bencana*.
- Rahmatul, F (2016) Evaluasi Kerentanan Bangunan Gedung Terhadap Gempa Bumi Dengan Rapid Visual Screening (RVS) Berdasarkan FEMAP 154. *Jom FTEKNIK Volume 3 No.2 Oktober 2016*.
- Restu, F (2017) Asesmen Cepat Kerentanan Bangunan Sekolah Muhammadiyah Terhadap Gempabumi di Kecamatan Kasihan Bantul DIY. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 20(2), 164-171.
- Sanneti, H (2016) Kekuatan Struktur Bangunan Penyelamat Tsunami Akibat Beban Gempa Di Kecamatan Kuta Alam Banda Aceh. *ISSN 2088-9321 Universitas Syiah Kuala ISSN e-2502-5295 pp. 181- 190*.
- Sarraz, A., Ali, M.K., dan Das, D.C., 2015, *Seismic Vulnerability Assessment of Existing Building Stocks at Chandgaon in Chittagong city, Bangladesh*, *American Journal of Civil Engineering*, 3(1), 1-8.
- Shivkant, M.S., 2017, *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic*

Hazards: A Case Study of Chiplun City, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 4(7), 2419-2423.

- Satyarno, I (2011), Perlunya Evaluasi dan Tindakan Pengurangan Kerentanan Bangunan Sebagai Konsekuensi Diberlakukannya Peta Zonasi Gempa yang Baru, *Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.*
- Sukamta, D. 2011. Melangkah Ke Depan: Dari Analisis Statik Linear Menuju Analisis Dinamik NonLinear. *Prosiding Seminar HAKI 2011.* Jakarta: 2011.
- Winarsih, T. 2010. Asessmen Kekuatan Struktur Bangunan Gedung (Studi Kasus Bangunan UGD dan Administrasi RSUD Banyudono, Kabupaten Boyolali). *Program Pascasarjana Magister Teknik Rehabilitasi dan Pemeliharaan Bangunan Sipil Universitas Sebelas Maret. Tesis.*
- Zulfiar, M.H., Tamin, R.Z., Pribadi, K.S., & Imran, I. (2017). “Kajian Kebijakan sektor Konstruksi untuk Mereduksi Kerentanan Bangunan terhadap Gempa”, *Disertasi Doktor, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung, Indonesia.*
- Zulfiar, M.H., 2014, Identifikasi Faktor Dominan Penyebab Kerentanan Bangunan di Daerah Rawan Gempa Provinsi Sumatera Barat, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 17(2), 116-125.