

Penilaian Kerentanan Bangunan Terhadap Gempa Bumi pada Gedung Perkuliahan Berlantai Tinggi di Yogyakarta

Muhammad Heri Zulfiar^a, Muhammad Irhab Indrastata Zai^{a*}

^a Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

DOI: <https://doi.org/10.18196/bce.v1i2.11075>

Abstrak

Yogyakarta termasuk daerah yang memiliki tingkat resiko gempa yang tinggi, sehingga dapat mengakibatkan bangunan-bangunan yang didirikan di Yogyakarta memiliki potensi terhadap kerusakan. Gempa bumi yang terjadi pada tanggal 27 Mei 2006 masih meninggalkan trauma bagi masyarakat Yogyakarta, dimana menurut BNPB (2012) gempa di Yogyakarta menimbulkan korban jiwa sebanyak 4.674, dan sebanyak 19.897 dinyatakan cedera berat. Sebagian besar korban diakibatkan karena tertimpa bangunan, serta material rumah. Gempa di Yogyakarta menimbulkan kerusakan yang berat pada bangunan sebanyak 96.790, sebanyak 117.075 alami kerusakan yang sedang, serta sebanyak 156.971 bangunan alami kerusakan yang ringan. Pendirian bangunan-bangunan baru di wilayah Yogyakarta khususnya diharapkan dapat menerapkan prinsip bangunan tahan gempa pada tahapan-tahapan pembangunan agar tingkat kerentanan terhadap gempa tidak besar, salah satunya adalah proyek pembangunan gedung *Research and Innovation Center of Dasron Hamid* yang sedang dalam tahap pembangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerentanan bangunan RIC terhadap gempa menggunakan RVS (*Rapid Visual Screening*) berdasarkan FEMA P-154 2015. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan observasi secara langsung di lokasi pembangunan dengan mengisi formulir FEMA P-154, bangunan yang ditinjau terdiri 8 lantai yang dilengkapi 1 lantai dasar. Formulir yang digunakan adalah tipe high seismicity yang berarti tingkat seismitas di lokasi penelitian memiliki persebaran gempa yang tinggi. Dari hasil penelitian didapatkan nilai S sebesar 2,3 dengan persentase kerentanan bangunan untuk roboh adalah 0,5%, sehingga aman terhadap gempa.

Kata-kata kunci Kerentanan, Gempa Bumi, *Rapid Visual Screening*, Gedung Perkuliahan, FEMA P-154

Abstract

Yogyakarta, an area that has a high level of risk for earthquakes, can result into potential damage to the buildings erected it. The earthquake that occurred on May 27 th 2006 still leaving a trauma, according to BNPB (2012) the Yogyakarta quake caused 4.674 people die and 19.897 others had seriously injuries. Most victims were caused by the falling building and materials. This disaster caused heavy damage to buildings at 96.790, with 117.075 moderate damage, and as well as 156.971. The construction of the new building in Yogyakarta is expected to be able to apply the principles of the earthquake resistant building to minimize the impact of it. *Dasron Hamid Research and Innovation Center* is the one of building which currently under construction that apply the principles. This research aims to determine the level of vulnerability of RIC buildings to earthquakes using RVS (*Rapid Visual Screening*) based on FEMA P-154 2015. It was carried out by quantitative methods and direct observation at the construction site by filling in the FEMA P-154 form, this building is consist of 8 floor with 1 ground floor. The form that used is a high seismic type, which means the level of seismicity in the research location has a high earthquake spread. Based on the research, was got result obtain value of 2,3 with the vulnerability of the building to collapse is 0,5%, so the building is safe against earthquakes. This is because the building is erected after a reference or code exists even though it has irregularities such as vertical irregularity and, plan irregularity.

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

© 2021 Bulletin of Civil Engineering UMY

Riwayat Artikel

Diserahkan
1 Mei 2020

Direvisi
4 Juni 2021

Diterima
1 Agustus 2021

*Penulis korespondensi
herizulfiar@umy.ac.id

1 PENDAHULUAN

Gempa bumi yaitu getaran ataupun guncangan yang terjadi pada permukaan bumi akibat pelepasan energi dari

dalam secara mendadak yang menghasilkan gelombang seismic (BMKG, 2016). Gempa Bumi terjadi karena pergerakan lempeng bumi (kerak bumi). Frekuensi gempa dari suatu daerah dapat diperkirakan berdasarkan kategori

serta ukuran gempa bumi yang di alami selama periode waktu gempa bumi. Bangunan gedung pada wilayah yang rawan gempa wajib bisa bertahan terhadap gempa supaya efek bahaya yang terjadi bisa diminimalisir. Untuk menentukan bangunan gedung apakah membutuhkan analisis lebih lanjut berkaitan dengan ketahanannya terhadap gempa bumi maka dibutuhkan suatu penilaian tahap awal. Untuk mengevaluasi kerentanan bangunan terhadap gempa bisa dilakukan penilaian yang berdasarkan dengan *Rapid Visual Screening (RVS)*.

Peristiwa gempa bumi yang sempat mengguncang Yogyakarta pada tanggal 27 Mei 2006 masih meninggalkan trauma yang dalam bagi warga Yogyakarta. Gempa bumi Yogyakarta diakibatkan karena terjadi tumbukan antara lempeng Hindia- Australia serta lempeng Eurasia. Gempa bumi tersebut terletak pada koordinat 8,03 LS serta 110,32 BT, dengan kedalaman 11,3 kilometer, serta kekuatan yang tercatat sebesar 5,9 SR dengan waktu getaran kurang lebih 57 detik (Saputra, 2017). Menurut BNPB (2012), gempa di Yogyakarta menimbulkan korban jiwa sebanyak 4.674, dan sebanyak 19.897 dinyatakan cedera berat. Sebagian besar korban diakibatkan karena tertimpa bangunan ataupun material rumah. Gempa di Yogyakarta menimbulkan kerusakan bangunan sebanyak 96.790 alami kerusakan berat, sebanyak 117.075 alami kerusakan sedang, serta sebanyak 156.971 bangunan alami kerusakan ringan. Kerusakan bangunan tempat tersebut mengindikasikan bahwa mutu material bangunan belum cukup berkualitas.

Dalam mengantisipasi efek serta kerugian yang akan terjadi terhadap bangunan yang akan, maupun sudah berdiri maka *Federal Emergency Management Agency (FEMA)* menyediakan suatu metode untuk mengevaluasi kerentanan suatu bangunan secara sederhana serta cepat yang disebut *Rapid Visual Screening (RVS)*. Sehingga dapat dijadikan pertimbangan untuk pedoman mengenai penilaian bangunan terhadap kerentanan gempa bumi yang cocok dengan peraturan yang berlaku. FEMA 154 (2015) digunakan sebagai pertimbangan yang menyediakan sebuah metode penilaian keamanan seismik

dari suatu bangunan dengan minimum akses kebangunan, serta dapat dimungkinkan untuk penyelidikan lebih rinci. FEMA mengembangkan metode untuk mengetahui kerentanan suatu bangunan dengan mengadakan pengamatan untuk menilai besarnya kerentanan bangunan terhadap gempa. Hasil dari penilaian kerentanan akan dijadikan pedoman dalam melakukan tindakan selanjutnya sebagai langkah Risk Reduction terhadap ancaman gempa. Kerusakan bangunan menurut form dari FEMA 154 terdiri dari beberapa penilaian dasar, seperti verifikasi dan memperbarui informasi indentifikasi bangunan, memastikan jenis tanah tempat bangunan berdiri, sketsa bangunan dan elevasi, dokumentasi dan memastikan pengguna bangunan, mengidentifikasi bahaya bangunan, dokumentasi nilai dasar structural yang berhubungan serta identifikasi *Lateral – Load – Resisting System*.

Penelitian ini memiliki tujuan utama untuk melakukan analisis serta mengetahui tingkat kerentanan dari bangunan RIC yang mulai dibangun pada tahun 2020. Penelitian ini dilakukan dengan formulir yang menggunakan metode *Rapid Visual Screening (RVS)* berdasarkan FEMA P-154 2015.

Dari penelitian ini diharapkan mampu sebagai bahan acuan dalam meningkatkan ilmu pengetahuan khususnya dalam ilmu struktur Teknik gempa serta dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk penelitian yang akan datang, selain itu juga diharapkan dapat memberikan gambaran serta tambahan pengetahuan tentang penggunaan RVS (*Rapid Visual Screening*) menurut FEMA154 tahun 2015.

2 METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Gedung Pusat Riset dan Inovasi Dasron Hamid yang berlokasi di Jl. Brawijaya, Geblagan, Tamantirto, Kec. Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Peta lokasi dapat dilihat pada Gambar 1 dan gedung dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1 Lokasi proyek pembangunan *Research and Innovation Center of Dasron Hamid*



Gambar 2 Lokasi Penelitian

2.2 Instrumen Penelitian

Penilaian pada penelitian ini dilakukan dengan mengisi formulir *Rapid Visual Screening (RVS)* dalam FEMA 154-2015. Dalam penelitian ini, formulir yang digunakan adalah *High Seismicity*, dimana daerah pada penelitian ini termasuk kedalam persebaran gempa yang tinggi, formulir survei ditunjukkan pada Gambar 3.

Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards
FEMA P-154 Data Collection Form

Level 1
HIGH SEISMICITY

PHOTOGRAPH	Address: _____ Zip: _____	
	Other Identifiers: _____	
	Building Name: _____	
	User: _____	
	Latitude: _____	Longitude: _____
	Sc: _____	S: _____
	Screening(s): _____ Date/Time: _____	
	No. Stories: Above Grade: _____ Below Grade: _____ Year Built: <input type="checkbox"/> 00'	
	Total Floor Area (sq. ft.): _____ Code Year: _____	
	Additions: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Yes, Year(s) Built: _____ Occupancy: <input type="checkbox"/> Assembly <input type="checkbox"/> Commercial <input type="checkbox"/> Office <input type="checkbox"/> School <input type="checkbox"/> Shelter <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Warehouse <input type="checkbox"/> Residential, # Units: _____ <input type="checkbox"/> Utility	
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 <input type="checkbox"/> DK <input type="checkbox"/> DKW (Assume Type D)		
Geologic Hazards: Liquefaction: Yes/No/DK Landslide: Yes/No/DK Surf. Rupt.: Yes/No/DK Adjacency: <input type="checkbox"/> Founding <input type="checkbox"/> Failing Hazards from Taller Adjacent Building Irregularities: <input type="checkbox"/> Vertical (Type 1 severity) <input type="checkbox"/> Plan (Type 1)		
Exterior Falling Hazards: <input type="checkbox"/> Unsecured Chimneys <input type="checkbox"/> Heavy Cladding or Heavy Veneer <input type="checkbox"/> Parapets <input type="checkbox"/> Appendages <input type="checkbox"/> Other: _____		
COMMENTS: _____		
SKETCH: _____ <input type="checkbox"/> Additional sketches or comments on separate page		

BASIC SCORE, MODIFIERS, AND FINAL LEVEL 1 SCORE, S₁

FEMA BUILDING TYPE	Do Not Know	W1	W1A	W2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	PC1	PC2	R1	R2	UR1	UR2	UR3	UR4	UR5	
Basic Score		3.6	3.2	2.9	2.1	2.0	2.6	2.0	1.7	1.5	2.0	1.2	1.6	1.4	1.7	1.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Severe vertical irregularity, V ₁		-1.2	-1.2	-1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-0.8	-0.9	-1.0	-0.7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9
Moderate vertical irregularity, V ₂		-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Plan irregularity, P ₁		-1.1	-1.0	-1.0	-0.8	-0.7	-0.9	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7
Plan Code		-1.1	-1.0	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Roof/Benchmarks		1.6	1.9	2.2	1.4	1.4	1.1	1.9	NA	1.9	2.1	NA	2.0	2.4	2.1	2.1	NA	1.2	NA	1.2	NA	1.2	NA	1.2
Soil Type A or B		0.1	0.3	0.5	0.4	0.5	0.1	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6	0.4	0.5	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Soil Type E (in 3 stories)		0.2	0.3	0.1	-0.2	-0.4	0.2	-0.1	-0.4	0.1	0.0	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Soil Type E (in 3 stories)		-0.3	-0.6	-0.9	-0.8	-0.6	NA	-0.6	-0.4	-0.5	-0.7	-0.3	NA	-0.4	-0.5	-0.6	-0.2	NA	-0.2	NA	-0.2	NA	-0.2	NA
Minimum Score, S ₁		1.1	0.9	0.7	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

FINAL LEVEL 1 SCORE, S₁ & S₂: _____

EXTENT OF REVIEW Exterior: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Partial <input type="checkbox"/> All Sides <input type="checkbox"/> Serial Interior: <input type="checkbox"/> None <input type="checkbox"/> Visible <input type="checkbox"/> Staircase Drawings Reviewed: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No Soil Type Source: _____ Geologic Hazards Source: _____ Contact Person: _____	OTHER HAZARDS Are There Hazards That Trigger A Detailed Structural Evaluation? <input type="checkbox"/> Founding potential (unless S ₁ > 1) <input type="checkbox"/> Soft/iff. floor(s) <input type="checkbox"/> Failing hazards from taller adjacent building Geologic hazards or Soil Type F Significant damage/deterioration to the structural system	ACTION REQUIRED Detailed Structural Evaluation Required? <input type="checkbox"/> Yes, unless FEMA 154 building type or other building <input type="checkbox"/> Yes, score less than cut-off <input type="checkbox"/> Yes, other hazards present <input type="checkbox"/> No Detailed Nonstructural Evaluation Recommended? (check one) <input type="checkbox"/> Yes, nonstructural hazards identified that should be evaluated <input type="checkbox"/> No, nonstructural hazards exist that may require mitigation, but a detailed evaluation is not necessary <input type="checkbox"/> No, no nonstructural hazards identified <input type="checkbox"/> DKW
--	--	--

LEVEL 2 SCREENING PERFORMED?
 Yes, Final Level 2 Score, S₂ _____
 No
 Nonstructural hazards? Yes No

Where information cannot be verified, screener shall note the following: **EST** = Estimated or unreliable data **DK** = Do Not Know
 Legend: W1 = Unreinforced masonry **W1A** = Brick veneer **W2** = Exterior concrete **S1** = Seismicity hazard **S2** = Seismicity hazard **S3** = Seismicity hazard **S4** = Seismicity hazard **S5** = Seismicity hazard **S6** = Seismicity hazard **S7** = Seismicity hazard **S8** = Seismicity hazard **S9** = Seismicity hazard **S10** = Seismicity hazard **PC1** = Light hazard **PC2** = Rapid damage **R1** = Rapid damage **R2** = Rapid damage **UR1** = Rapid damage **UR2** = Rapid damage **UR3** = Rapid damage **UR4** = Rapid damage **UR5** = Rapid damage

Gambar 3 Formulir RVS

Formulir RVS juga terdapat level 2 (opsional), opsional level 2 pengumpulan data yang akan dilakukan oleh insinyur sipil atau struktur teknik profesional, arsitek, atau mahasiswa pascasarjana dengan latar belakang dalam evaluasi seismik dan desain bangunan. Langkah-langkah untuk mengisi formulir RVS dalam FEMA 154-2015 level 1 sebagai berikut:

a. Mengisi informasi dalam identifikasi bangunan, informasi yang terdapat pada form yaitu alamat, nama

dari bangunan, penggunaan, letak lintang, letak bujur, nilai gerakan tanah spesifik di lokasi tinjauan, nama screener, waktu dan tanggal.

b. Mengidentifikasi jumlah lantai, bentuk pada gedung dengan cara berjalan disekitar gedung tersebut. Membuat sektsa dan elevasi bangunan di formulir.

c. Dokumentasi bangunan dengan dipotret.

d. Menentukan jenis bangunan berdasarkan kegunaan hunian. Diantaranya gedung komersial, pertemuan, industri, perumahan, kantor, sekolah, gudang, dan utilitas.

e. Menentukan jenis tanah

f. Mengidentifikasi ketidakberaturan bangunan, dan potensi bahaya dari jatuhnya ekterior. Ketidakberaturan *vertical* dibagi menjadi 2, yaitu berat dan moderat. Ketidakberaturan *horizontal* meliputi torsi, balok yang tidak sejajar dengan kolom, *non parallel system*, *diaphragm openings*, *reentrant corner*. Bahaya jatuhnya eksterior yaitu seperti cerobong asap, *cornice*, *parapets*, *overhang*, *heavy cladding*, dan *veneers*.

g. Menambahkan komentar yang berupa kondisi atau keadaan yang tidak biasa sehingga dapat mempengaruhi *screening*. Sistem dari penilaian *Rapid Visual Screening* mengasumsikan bahwa bangunan yang dibangun adalah bangunan dari bahan yang berkualitas. Kerusakan struktur berdampak besar bagi sebuah bangunan, maka kerusakan elemen struktur perlu dicatat atau direkam pada saat melakukan survei.

h. Mengidentifikasi sistem penahan gaya lateral gempa bumi dan mengidentifikasi sitem pendukung beban gravitasi guna mengetahui tipe bangunan.

i. Melingkari skor yang sesuai dengan kinerja seismik, setelah itu *screener* dapat menghitung RVS bangunan dengan menggunakan matriks penilaian *Pre-Code* atau *Post-Benchmark*.

j. Menentukan skor, caranya adalah mengurangi skor pengubah dengan skor dasar.

Data yang diperoleh dianalisis melalui pemberian *scoring* sehingga didapat nilai yang menyatakan apakah bangunan tersebut memiliki kerentanan besar, sedang, atau kecil pada saat gempa bumi berlangsung.

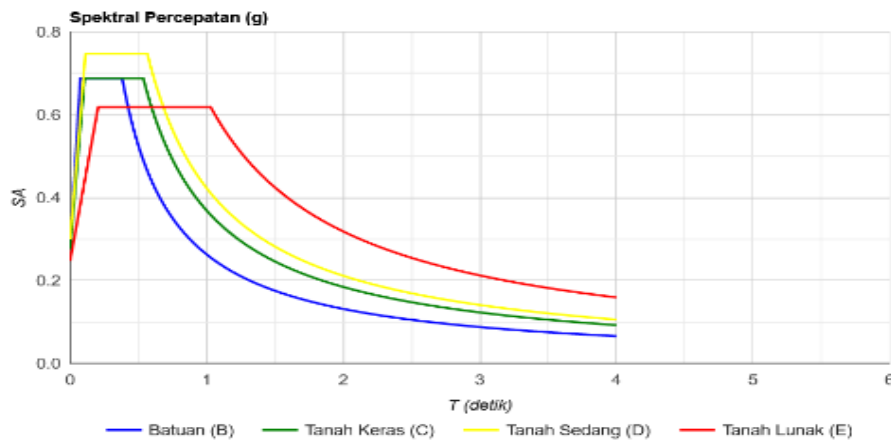
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Tanah

Pada proyek pembangunan *Research and Innovation Center of Daron Hamid* dilakukan pengujian SPT, dimana dari pengujian yang dilakukan didapatkan nilai N sebesar 15,48. Sehingga dapat disimpulkan tanah pada daerah tersebut termasuk kedalam tanah sedang (SD) dikarenakan memiliki nilai yang berada diantara 15 sampai 50.

3.2 Hasil S₂ dan S₁ Berdasarkan Letak *Latitude* dan *Longitude*

Sebelum melakukan pengisian pada formulir RVS, harus mencari terlebih dahulu nilai dari *Desain Spektra* (S₂ dan S₁) yang didapatkan dari koordinat bangunan yang diamati menggunakan *website* yang dimiliki Puskim (Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman) dan PU



Gambar 4 RS (Respon Spektrum)
Lokasi: (Lat: -7.808293, Long:110.321264)

dengan cara *menginput* data koordinat dari bangunan sehingga didapatkan nilai (S_s dan S_1). Pada hasil input data didapatkan nilai S_s dan S_1 pada lokasi (Lat: -7.808293, Long:110.321264) sebesar masing-masing 1,032 g dan 0,394 g. Sehingga formulir FEMA-154 yang digunakan adalah *high seismicity* dimana nilai dari S_s berada diantara $1 \text{ g} \leq S_s \leq 1,5 \text{ g}$, sementara nilai S_1 berada pada wilayah kegempaan sedang dimana nilai S_1 berada diantara $0,2 \text{ g} \leq S_1 \leq 0,4 \text{ g}$, tetapi yang dipilih adalah S_s dengan wilayah kegempaan tinggi dikarenakan S_s adalah parameter respon spektrum dengan periode pendek yaitu 0,2 detik, sementara S_1 adalah parameter respon spektrum dengan periode yang panjang yaitu 1 detik. Dimana parameter respon spektrum yang digunakan adalah yang pendek atau yang paling kritis. *Respn spektrum* dapat dilihat pada Gambar 4.

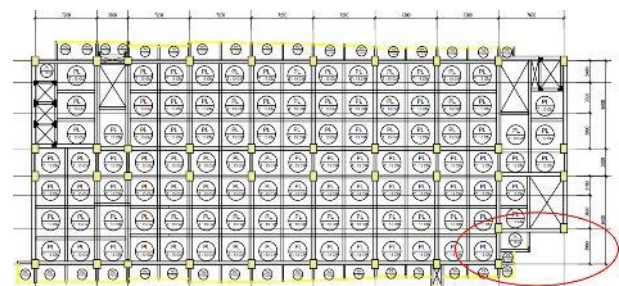
3.3 Jenis Bangunan

Bangunan gedung RIC dibangun pada tahun 2020 dan memiliki 9 lantai, gedung RIC termasuk kedalam kategori C1 karena bangunan terbuat dari beton dengan rangka pemikul momen, dimana nilai *Basic Score*nya sebesar 1,5. Untuk bangunan dengan nilai tertinggi yaitu bangunan W1 (Rangka kayu dengan luas < 5000 ft²) dengan nilainya sebesar 3,6. Sitem rangka pemikul momen pada bangunan RIC dapat dilihat pada Gambar 5. dimana semua join dan komponen struktur seperti kolom dan baloknya bekerja sama dalam mendistribusikan gaya yang bekerja pada bangunan tersebut, dapat dilihat pula dari gambar bahwa gedung RIC terbuat dari beton



Gambar 5 SPM pada gedung RIC

3.4 Plan Irregularity



Gambar 6 Plan Irregularity pada gedung RIC

Berdasarkan denah balok yang dapat dilihat di Gambar 6, gedung RIC terdapat penyimpangan *plan irregularity*, dimana bangunan memiliki bentuk yang asimetris yang termasuk kedalam *L-Shape* yang mengakibatkan letak titik berat gedung tidak berada ditengah, sehingga efek torsi yang ditimbulkan akan besar apabila gedung menerima beban secara horizontal atau beban gempa. Nilai persentase dari penyimpangan *plan Irregularity* pada RIC adalah sebesar 1,6 % dimana penyimpangannya terhitung kecil, sehingga dapat diabaikan. Namun, pada penelitian ini tetap di masukkan sebagai *plan irregularity* pada formulir FEMA P-154.

3.5 Vertical Irregularity

Vertical Irregularity

Gedung RIC memiliki *vertical irregularity* dengan kondisi *split levels* yang termasuk kedalam *moderate vertical irregularity*, dimana pada bangunan tengah dan bangunan sampingnya memiliki ketidaksejajaran dalam ketinggiannya seperti yang dapat dilihat pada Gambar 7. persentase dari *vertical irregularity* pada gedung RIC sebesar 16,75 % dan termasuk kedalam *moderate vertical irregularity* karena tidak terlalu besar. Nilai dari *moderate vertical irregularity* sebesar -0,5 dimana nilai ini terletak di pertengahan pada formulir FEMA P-154.

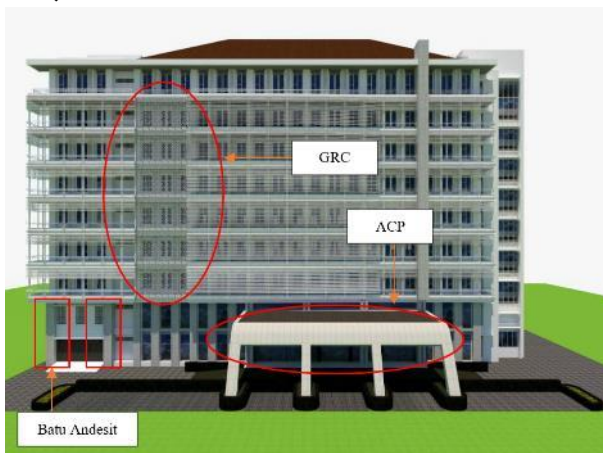


Gambar 7 Vertical Irregularity pada gedung RIC

Faizah dan Syamsi (2017), mengatakan bahwa kondisi *vertical irregularity* yang memiliki kerentanan terhadap bangunan dapat dihilangkan, tetapi jika kondisi *vertical irregularity* tidak dilakukan upaya agar hilang, maka bangunan wajib untuk dievaluasi secara detail dan merinci agar mengetahui kekuatan dari struktur bangunan aman terhadap gempa bumi yang akan datang atau dapat membahayakan bangunan.

3.6 Falling Hazard

Bangunan ini memiliki eksterior *falling hazard* berupa GRC, ACP, dan batu andesit yang akan dipasang nantinya setelah pengerjaan struktur selesai seperti pada gambar 8.



Gambar 8 Rencana GRC, ACP, dan batu andesit yang akan dipasang

4 HASIL ANALISIS

4.1 Analisis Data RVS

Hasil survei pengisian formulir FEMA P-154 pada gambar 10 menyatakan bangunan *Research and Innovation Center of Dasron Hamid* tergolong pada jenis bangunan tipe C1, dimana tipe C1 merupakan bangunan yang terbuat dari beton dengan rangka pemikul momen. Tipe bangunan gedung ini diperlukan untuk mendapatkan nilai *basic score* berdasarkan FEMA P-154. Nilai *basic score* dari tipe bangunan C1 adalah sebesar 1,5. Angka ini didapatkan dari ketentuan FEMA P-154.

Hasil penyimpangan pada tampak bentuk denah dan tampak 3D bangunan yang didapatkan, gedung RIC memiliki penyimpangan *Plan Irregularity* yang mana bentuk bangunan gedung tersebut tidak simetris, selain itu gedung RIC juga memiliki penyimpangan *Vertical Irregularity* yang mana penampakan dari hasil 3D bangunan tidak sama tingginya jika dilihat secara vertical. Penyimpangan *Plan Irregularity* dan *Vertical Irregularity* mengakibatkan nilai standar pada gedung berukuran, berdasarkan form RVS yang digunakan pengurangan nilai untuk *Plan Irregularity* sebesar -0,6 dan pengurangan nilai untuk *Vertical Irregularity* sebesar -0,5.

Pembangunan gedung RIC ini dilakukan pada tahun 2020, sehingga memiliki kelebihan dikarenakan pembangunan dilakukan setelah adanya peraturan gempa, SNI 1726: 2002. Oleh karena itu bangunan dapat dikategorikan *Post Benchmark*, dimana hal ini dapat meningkatkan nilai standar pada gedung. Berdasarkan form RVS penambahan nilai standar untuk bangunan yang terkategori kedalam *Post Benchmark* adalah sebesar 1,9.

Berikut ini adalah hasil penelitian menggunakan RVS (*Rapid Visual Screening*) menurut FEMA P-154 dengan cara mengamati kondisinya secara langsung dilapangan, dan meminta data dan informasi kepada pihak penyelenggara proyek sehingga peneliti bisa mengidentifikasi kategori bangunan gedung RIC guna memberikan skoring pada formulir

Tabel 1 Penilaian gedung berdasarkan form FEMA P-154

Nama Bangunan	<i>Research and Innovation Center of Dasron Hamid</i>
Tipe Bangunan	C1
<i>Basic Score</i>	1,5
<i>Severe Vertical Irregularity</i>	-0,5
<i>Moderate Vertical</i>	-
<i>Plan Irregularity</i>	-0,6
<i>Pre-Code</i>	-
<i>Post-Benchmark</i>	1,9
<i>Soil Type</i>	D
<i>Minimum Score</i>	0,3
<i>Final Score</i>	2,3

Dari tabel 1 dapat menentukan nilai *Final Score* (skor akhir) yang didapatkan dengan cara menjumlahkan semua skor yang telah ditentukan pada form RVS FEMA P-154 yaitu $1,5 + (-0,5) + 0 + (-0,6) + 0 + 1,9 = 2,3$. Sehingga diperoleh nilai hasil sebesar 2,3 dimana nilai dari 2,3 lebih dari nilai minimumnya yaitu sebesar 0,3 oleh karena itu evaluasi yang lebih rinci dan mendetail pada bangunan gedung RIC pada tahap selanjutnya tidak perlu dilakukan.

4.2 Hasil Nilai Kerentanan Bangunan

Kerentanan pada bangunan adalah ketidakmampuan sebuah bangunan untuk menahan getaran yang diakibatkan besarnya tingkat bahaya dari gempa dimasa depan.

Zulfiar (2018), Mengemukakan bahwa bangunan permukiman yang terdapat di Dusun Serut, Kabupaten Bantul terletak pada daerah yang rawan terhadap bencana gempa bumi sehingga memiliki tingkat kerawanan dan kerentanan yang terbilang cukup tinggi. Selain itu, pada penelitian ini ditemukan pembangunan yang masih belum sesuai terhadap kaidah-kaidah yang berlaku untuk melakukan pembangunan, yaitu tanpa dilakukannya perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan yang baik dan memadai.

Zulfiar (2014), mengatakan bahwa sebab bangunan memiliki kerentanan di Sumatera Barat adalah akibat dari minimnya kesadaran masyarakat pada daerah rawan gempa, serta pengetahuan tentang unsur-unsur bangunan tahan gempa, dan perawatannya. Selain itu, masih terbatasnya tenaga ahli yang mempunyai ilmu dan keahlian teknik pembangunan dan perencanaan bangunan tahan gempa.

Zulfiar (2018), kerentanan bangunan dari aspek sosial budaya antara lain masih banyaknya masyarakat melaksanakan pembangunan yang tidak sesuai pada IMB yang dikeluarkan, dikarenakan adanya prinsip yang tertanam pada masyarakat untuk mengutamakan harga yang termurah. Selain itu, pelaksana pada pembangunan masih belum mempunyai keahlian yang memadai, pengawas yang sangat jarang di lapangan, keterlibatan LSM dan warga sekitar dalam membangun yang tidak memiliki keahlian dibidang konstruksi.

Shivkant (2017), memberi pernyataan bahwa bangunan/konstruksi yang mempunyai nilai Rapid Visual Screening yang rendah bisa disimpulkan bahwa konstruksi/bangunan tersebut memiliki kerentanan yang besar terhadap gempa bumi yang terjadi pada masa depan, oleh karena itu disarankan untuk melakukan analisis yang mendetail dan merinci terhadap bangunan itu agar aman terhadap gempa bumi yang akan terjadi nantinya.

Berdasarkan hasil analisis FEMA P-154 yang telah dilakukan, bangunan gedung RIC memiliki tipe C1, setelah itu dari skor akhir yang telah didapatkan diolah lagi untuk mengetahui nilai kerentanannya.

Dari Tabel 2, dapat diketahui bahwa bangunan gedung RIC memiliki nilai S sebesar 2,3. Potensi kerentanan gedung RIC terhadap gempa bumi memiliki persentase sebesar 0,5% yang didapatkan dari $1/10S \times 100\%$ yaitu $1/102,3 \times 100\%$, dimana hal ini menginformasikan bahwa persentase kerentanan gedung ini terbilang kecil dan gedung ini baik dalam hal menahan gempa bumi yang terjadi.

Tabel 2 Analisis potensi kerentanan bangunan RIC berdasarkan kategorinya

Nama Bangunan	Research and Innovation Center of Dasron Hamid
Kategori Bangunan	C1
Skor	2,3
10^S	199,526
$1/10^S$	0,005
Potensi Kerentanan Gedung (%)	0,5

5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi kerentanan gedung RIC yang terdapat di Yogyakarta menggunakan metode RVS (*Rapid Visual Screening*) menurut FEMA P-154 dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan nilai yang didapat, gedung RIC memiliki *final score* sebesar 2,3 dan memiliki persentase kerentanan sebesar 0,5 % dimana nilainya masih sangat kecil terhadap kerentanan sehingga bangunan memiliki potensi yang kecil terhadap potensi roboh pada saat gempa, sehingga belum diperlukan evaluasi lebih lanjut menggunakan FEMA P-310 untuk penelitian lebih lanjut.

Daftar Pustaka

- Aritonang, T.S.M., Satyarno, I., dan Supriyadi, B., 2011, Performance Evaluation of The IRD RSUP Dr. Sardjito Building to The Influence Of Earthquake, *Civil Engginering Forum*, 20(1), 1183-1188.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), 2012, *Peraturan Kepala BNPB Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*, Jakarta.
- Bawono, A. S. (2016). Studi Kerentanan Bangunan Akibat Gempa: Studi Kasus Perumahan Di Bantul. *Semesta Teknika*, 19(1), 90-97.
- Devi, K., & Naroem, N. (2015). Seismic Vulnerability Assessment of Existing Buildings: It's Importance. *International Journal of Innovative Technology and Exploring (IJITEE)*, 4(9), 39-46.
- Faizah, R., & Syamsi, M. I. (2017). Asesmen Cepat Kerentanan Bangunan Sekolah Muhammadiyah Terhadap Gempabumi di Kecamatan Kasihan Bantul DIY. *Semesta Teknika*, 20(2), 164-171.
- FEMA 154, 2015, *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook, Third Edition*. Federal Emergency Management Agency, USA.
- Ghafar. M., Ramly, N., Alel. M., Adnan, A., Mohamad., E.T., dan Yunus. M.Z.M., 2015, A Simplified Method for Preliminary Seismic Vulnerability Assessment of Existing Building in Kundasang, Sabah, Malaysia, *Jurnal Teknologi*, 72(3), 1-7
- 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.
- Srikanth, T., Kumar, R.P., Singh, A.P., Rastogi, B.K., dan Kumar, S., 2010, Earthquake Vulnerability Assessment of Existing Buildings in Gandhidham and Adipur Cities Kachchh, Gujarat (India), *European Journal of Scientific Research*, 41(3), 336-353.
- Zulfiar, M. H. (2018). Pemeriksaan Material pada Pembangunan Rumah Non-Engineered di Daerah Rawan Gempa Dusun Serut, Palbapang Kabupaten Bantul, Yogyakarta. *Semesta Teknika*, 21(2), 178-188.
- Zulfiar, M. H., & Jayady, A. (2018). Kajian Kerentanan Pada Sektor Konstruksi Dalam Pengurangan Risiko Bencana Gempa Bumi. *Jurnal Karkasa*, 4(1), 21-27.
- Zulfiar, M. H., Jayady, A., Saputra, J., & Rukmono, N. (2018). Kerentanan Bangunan Rumah Cagar

- Budaya Terhadap Gempa di Yogyakarta. *Jurnal Karkasa*, 4(1), 5-12.
- Zulfiar, M. H., Tamin, T., Pribadi, K. S., & Irwan, I. (2014). Identifikasi Faktor Dominan Penyebab Kerentanan Bangunan di Daerah Rawan Gempa, Provinsi Sumatera Barat. *Semesta Teknika*, 17(2), 116-125.