Vol. 12 No. 02 Oktober (2026) Halaman Artikel (118-123)

JURNAL TEKNIK SIPIL : RANCANG BANGUN

Website: https://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/rancangbangun

PENILAIAN TINGKAT RISIKO GEMPA PADA GEDUNG PERKULIAHAN UNIVERSITAS SEMARANG MENGGUNAKAN METODE (RVS) FEMA 154

ASSESSMENT OF EARTHQUAKE RISK LEVELS FOR UNIVERSITY OF SEMARANG BUILDINGS USING THE FEMA 154 RVS METHOD

Talitha Zhafira[1]*, M Wahyu Hidayat[2], Trias Widorini[3], Abdul Muhyi Mudzakir[4]

[1,2,3,4] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Semarang

Abstrak

Indonesia merupakan wilayah dengan tingkat aktivitas seismik yang tinggi akibat posisinya pada pertemuan tiga lempeng tektonik dunia, sehingga risiko kerusakan bangunan akibat gempa bumi perlu mendapat perhatian khusus, termasuk pada bangunan fasilitas pendidikan seperti gedung perkuliahan. Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat risiko gempa pada gedung perkuliahan Universitas Semarang, yaitu Gedung Menara dan Gedung D, E, G, menggunakan metode Rapid Visual Screening (RVS) berdasarkan pedoman FEMA 154. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif melalui observasi visual lapangan, dokumentasi, serta pengisian formulir RVS FEMA 154 untuk memperoleh skor dasar, faktor modifikasi, dan skor akhir (S) bangunan. Data primer yang dikumpulkan meliputi kondisi fisik bangunan, jumlah lantai, jenis sistem struktur, ketidakteraturan vertikal dan horizontal, kondisi tanah, serta dokumentasi foto, sedangkan data sekunder mencakup denah bangunan, tahun pembangunan, dan literatur FEMA 154. Skor akhir bangunan dibandingkan dengan ambang batas skrining FEMA P-154 sebesar 2,0 untuk menentukan kebutuhan tindak lanjut evaluasi struktur. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kerentanan relatif masing-masing bangunan dan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam upaya mitigasi risiko gempa pada bangunan gedung.

Kata Kunci: FEMA 154; gedung perkuliahan; kerentanan bangunan; Rapid Visual Screening; risiko gempa

Abstract

Indonesia is a region with a high level of seismic activity due to its location at the convergence of three tectonic plates, making earthquake-induced building damage a significant concern, including for educational facilities such as university lecture buildings. This study aims to assess the seismic risk level of lecture buildings at Universitas Semarang, namely the Menara Building and Buildings D, E, and G, using the Rapid Visual Screening (RVS) method based on the FEMA 154 guideline. The research employs a quantitative descriptive method through field visual observation, documentation, and completion of the FEMA 154 RVS form to obtain the basic score, modification factors, and the final score (S) of each building. Primary data collected include the physical condition of the buildings, number of floors, structural system type, vertical and horizontal irregularities, soil condition, and photographic documentation, while secondary data include floor plans, year of construction, and FEMA 154 literature. The final building scores were systematically compared to the FEMA P-154 screening threshold of 2.0 to determine the need for further structural evaluation. These results offer a quantitative assessment of each building's seismic vulnerability and establish an empirical basis for prioritizing earthquake risk mitigation strategies within the building stock.

Keywords: building vulnerability; FEMA 154; lecture building; Rapid Visual Screening; seismic risk

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk negara dengan tingkat aktivitas seismik yang tinggi karena berada di zona pertemuan Lempeng Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Kondisi tersebut menyebabkan potensi gempa bumi cukup besar dan dapat menimbulkan kerusakan bangunan, korban jiwa, serta kerugian ekonomi. Tingkat kerentanan bangunan terhadap gempa dipengaruhi oleh karakteristik struktur, seperti bentuk bangunan, distribusi massa, ketidakteraturan struktur, dan jumlah lantai, sehingga diperlukan evaluasi untuk mengetahui tingkat risikonya. Penilaian awal kerentanan bangunan dapat dilakukan menggunakan metode Rapid Visual Screening (RVS) berdasarkan FEMA P-154. Metode ini dilakukan melalui observasi visual terhadap kondisi bangunan tanpa analisis struktur yang mendalam, sehingga dapat digunakan secara cepat dan efisien untuk mengidentifikasi bangunan yang berpotensi rentan terhadap gempa. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi tingkat risiko gempa pada Gedung Menara, Gedung D, Gedung E, dan Gedung G Universitas Semarang menggunakan metode RVS FEMA P-154. Kebaruan dari penelitian ini tidak hanya terletak pada penerapan prosedur skrining visual RVS FEMA P-154 pada fasilitas kampus, melainkan pada analisis komparatif kerentanan seismik lintas tipologi bangunan antara gedung tinggi (high-rise building, 10 lantai) hasil konstruksi modern (2019) dan kompleks gedung bertingkat rendah (low-rise building, 3 lantai) hasil konstruksi era terdahulu (1996) dalam satu ekosistem kawasan perkuliahan padat okupansi. Studi ini memberikan kontribusi

(*)Corresponding author
Telp :
E-mail : thalita@usm.ac.id
http://doi.org/xxx 0.33506/rb.v12i02.5909
Received xx Bulan Tahun; Accepted xx Bulan Tahun; Available online xx Bulan Tahun
E-ISSN: 2614-4344 P-ISSN: 2476-8928

spesifik berupa pembuktian empiris mengenai sejauh mana parameter ketidakteraturan vertikal (vertical irregularity) pada gedung tinggi mendominasi penurunan skor keselamatan seismik dibandingkan ketidakteraturan denah (plan irregularity) pada gedung rendah, serta menghasilkan hirarki prioritas mitigasi risiko gempa berbasis bukti (evidence-based mitigation hierarchy) bagi pengelola perguruan tinggi.

Gempa bumi merupakan peristiwa bergetarnya bumi akibat pergerakan atau pergeseran lapisan batuan pada kerak bumi secara tiba-tiba, yang menghasilkan energi berupa gelombang seismik yang dipancarkan ke segala arah (Lutfi et al., 2022). Bencana ini menjadi salah satu ancaman alam paling destruktif terhadap infrastruktur publik, khususnya di wilayah dengan seismisitas tinggi dan konsentrasi bangunan eksisting yang signifikan, dengan dampak yang tidak hanya berupa kerusakan fisik tetapi juga gangguan layanan publik dan kerugian ekonomi jangka panjang (Burhan, 2026).

Secara geografis, Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik dunia, yaitu lempeng Indo-Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik, sehingga menjadikan wilayah ini memiliki tingkat kerawanan bencana gempa bumi yang sangat tinggi (Ramadhanti et al., 2021). Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menilai kerentanan bangunan secara cepat adalah metode Rapid Visual Screening (RVS), yang dikembangkan oleh Federal Emergency Management Agency (FEMA) untuk mendata dan menganalisis kondisi bangunan secara visual terhadap potensi bahaya gempa (FEMA P-154, 2015). Metode ini mengolah data kualitatif melalui pengamatan visual, wawancara, dan pengumpulan data sekunder yang dicatat dalam formulir penilaian standar (Agustin et al., 2020).

Gedung perkuliahan, sebagai fasilitas pelayanan publik di bidang pendidikan, harus mampu memberikan kelayakan dan keamanan bagi penggunanya. Menurut SNI 03-1726-2002, kewajiban memperhitungkan beban gempa umumnya berlaku pada bangunan dengan tinggi lebih dari empat lantai, namun FEMA 154 menegaskan bahwa bangunan dengan jumlah lantai berapa pun tetap layak untuk dievaluasi, mengingat bangunan rendah pun tidak sepenuhnya bebas dari risiko (Purwono et al., 2021). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menilai tingkat risiko gempa pada gedung perkuliahan Universitas Semarang menggunakan metode RVS berdasarkan FEMA 154, dengan rumusan masalah, tujuan, batasan, dan manfaat penelitian.

TINJAUAN PUSTAKA

Nilai Skor Akhir (Final Score, S) yang diperoleh dari penjumlahan Basic Score dan Score Modifier pada formulir RVS FEMA 154 dikonversi menjadi persentase estimasi probabilitas keruntuhan struktur (Pc) apabila terjadi guncangan gempa. Hubungan kuantitatif logaritmik antara Skor Akhir dan probabilitas keruntuhan dirumuskan menurut pedoman sebagai berikut:

$$Pc = 10^{-s} \quad (1)$$

dengan Pc = probabilitas keruntuhan, dan S = skor akhir.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menggambarkan kondisi aktual objek penelitian secara sistematis berdasarkan hasil observasi lapangan, sedangkan pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengolah data hasil pengamatan ke dalam bentuk nilai atau skor sehingga dapat dianalisis secara objektif.

Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Semarang (USM) yang beralamat di Jalan Soekarno-Hatta, Tlogosari, Kecamatan Pedurungan, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah 50196. Sejak tahun 2010, seluruh kegiatan akademik Universitas Semarang dipusatkan di kampus utama di Jalan Soekarno-Hatta sehingga menjadi pusat kegiatan pendidikan, penelitian, administrasi, dan kemahasiswaan. Lokasi penelitian difokuskan pada Gedung Menara, Gedung D, Gedung E, dan Gedung G Universitas Semarang. Keempat gedung tersebut merupakan gedung perkuliahan bertingkat dengan sistem struktur beton bertulang yang digunakan secara intensif untuk kegiatan belajar mengajar serta aktivitas akademik lainnya. Pemilihan gedung-gedung tersebut didasarkan pada fungsinya sebagai fasilitas pendidikan yang memiliki tingkat okupansi tinggi sehingga perlu dilakukan penilaian tingkat risiko gempa menggunakan metode Rapid Visual Screening (RVS) berdasarkan pedoman FEMA P-154. Secara geografis, Universitas Semarang berada di wilayah perkotaan yang berkembang pesat dengan akses transportasi yang mudah dan dikelilingi oleh kawasan permukiman, perdagangan, serta fasilitas umum.

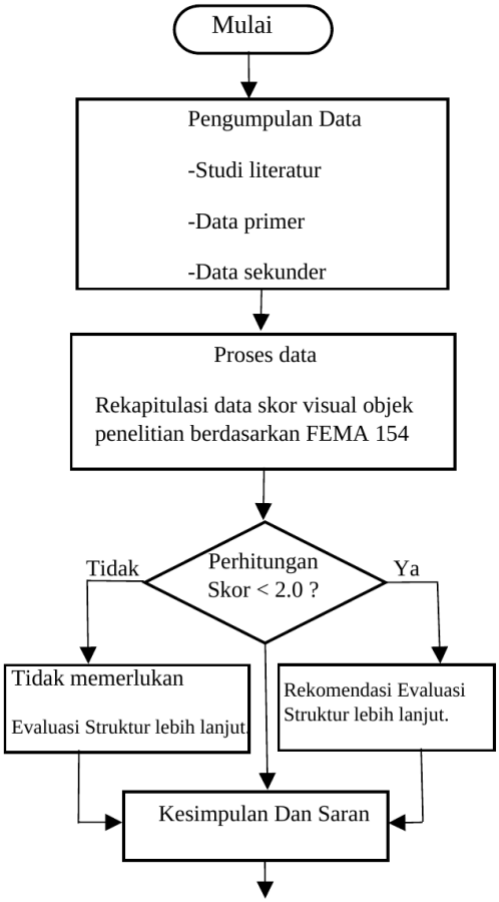
Tabel 1. Objek Penelitian dan Koordinat Geografis

Kode	Gedung	Koordinat	Ss	S1
A-1	Menara	-6.981810, 110.452510	0.7806	0.3446
A-2	D	-6.981847, 110.451989	0.7804	0.3445
A-3	E	-6.981679, 110.452170	0.7799	0.3444

Kode	Gedung	Koordinat	Ss	S1
A-4	G	-6.981524, 110.451887	0.7799	0.3443

Prosedur Evaluasi

Langkah penilaian mengikuti prosedur sistematis yang diterapkan dalam manual FEMA 154. Proses penyaringan ini digunakan untuk mengidentifikasi bangunan yang memerlukan tindak lanjut evaluasi struktur berdasarkan hasil penilaian awal. Bagan alir penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Form Pengisian Rapid Visual Screening

Untuk mengetahui kerentanan suatu bangunan dengan menggunakan metode RVS dengan acuan FEMA 154, maka diadakannya survey dengan berdasarkan form. Berikut langkah – langkah untuk mengisi formulir Rapid Visual Screening (RVS), yaitu:

1) Verifikasi dan update informasi bangunan yang akan ditinjau.

2) Survei bangunan untuk mengidentifikasi bentuk dan jumlah lantai, dan mensketsa keseluruhan

3) Foto bangunan.

4) Menentukan dan mendokumentasikan jenis hunian.

5) Menentukan jenis tanah dan risiko geologis.

6) Mengidentifikasi penambahan ruangan (renovasi), ketidakteraturan bangunan, dan potensi bahaya dari barang – barang eksterior.

7) Menentukan tipe bangunan untuk mendapatkan nilai minimal bangunan dengan mengidentifikasi material bangunan, konstruksi bangunan, sistem penahan gempa, dan denah bangunan.

8) Mencari penyimpangan bangunan (denah, vertical irregularity, tipe tanah, dan lain lain) yang akan menurunkan nilai bangunan pada formulir pengisian.

9) Menentukan nilai tingkat pertama dengan menambahkan seluruh nilai yang ada termasuk penyimpanganya untuk mendapatkan nilai terakhir (S).

10) Menambahkan informasi tentang kondisi yang tidak sesuai dalam struktur bangunan.

11) Kesimpulan untuk hasil pengamatan bangunan, perlu analisis lanjut atau tidak diperlukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Respons Spektral MCE periode pendek, redaman 5% (Ss) dan Respons Spektral MCE periode 1 detik, redaman 5% (S1) berdasarkan Koordinat.

Tabel 2. Nilai Ss dan S1

Kode	Gedung	Nilai Ss	Nilai S1	Klasifikasi Wilayah Gempa
A-1	Menara	0.7806	0.3446	Moderately High
A-2	D	0.7804	0.3445	Moderately High
A-3	E	0.7799	0.3444	Moderately High
A-4	G	0.7799	0.3443	Moderately High

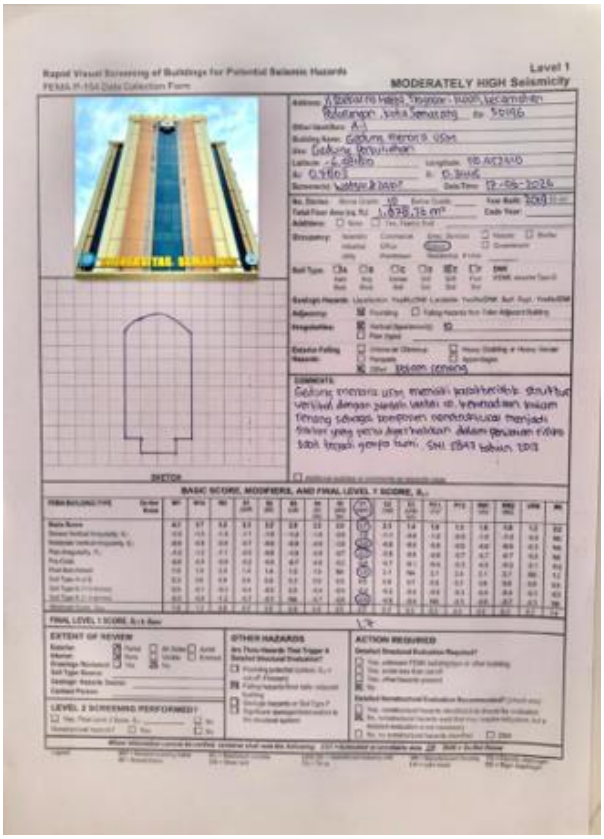
Berdasarkan nilai percepatan spektral respons periode pendek (Ss) dan periode panjang (S1), objek gedung penelitian memiliki nilai Ss sekitar 0,78 g dan nilai S1 sekitar 0,34 g. Mengacu pada klasifikasi wilayah gempa berdasarkan FEMA P-154/ASCE/SEI 41-13, nilai Ss tersebut berada pada rentang 0,500 g hingga kurang dari 1,000 g, sedangkan nilai S1 berada pada rentang 0,200 g hingga kurang dari 0,400 g. Oleh karena itu, seluruh lokasi gedung penelitian termasuk dalam kategori Wilayah Gempa Agak Tinggi (Moderately High Seismicity Region). Klasifikasi ini menunjukkan bahwa lokasi penelitian memiliki tingkat bahaya gempa yang cukup signifikan sehingga perlu mempertimbangkan ketentuan perencanaan dan evaluasi struktur tahan gempa yang sesuai dengan tingkat risiko tersebut

Hasil Formulir Analisis

Hasil pengisian formulir RVS FEMA P-154 Keempat gedung diklasifikasikan sebagai tipe

Concrete Moment Resisting Frame (C1) karena penahanan gaya lateral utamanya mengandalkan aksi momen rangka beton bertulang tanpa ketersediaan dinding geser struktural (shear wall). Penentuan benchmark year disesuaikan dengan evolusi regulasi gempa Indonesia, di mana Gedung Menara (2019) memperoleh modifier Post-Benchmark (+1,9) berbasis SNI 1726:2012, sedangkan Gedung D, E, dan G (1996) dikoreksi menjadi tanpa modifier (+0,0) karena didirikan pada era peraturan lama pra-2002.Selanjutnya, nilai dasar tersebut dikoreksi menggunakan Score Modifier yang disesuaikan dengan kondisi aktual bangunan, meliputi keberadaan vertical irregularity, plan irregularity, serta potensi exterior falling hazard, sebelum dilakukan perhitungan Final Score.Beberapa hasil penerapan prosedur RVS pada gedung yang ditinjau pada Gambar 2 dan 3.

1. Gedung Menara



Gambar 2. Lampiran Formulir RVS

2. Gedung D, E, dan G



Gambar 3. Formulir Isian RVS

Hasil dan Klasifikasi Identifikasi Bangunan Gedung

Pada form FEMA 154 terdapat bagian informasi seperti nama bangunan, alamat, fungsi gedung, tahun dibangun, jumlah lantai, serta jenis tanahnya. Berikut adalah hasil investigasi langsung ke lokasi penelitian.

Tabel 3. Identifikasi Bangunan Gedung Penelitian

No	Gedung	Penghuni	Tipe Tanah	Lantai	Tahun
1	Menara	22.000	Lunak	10	2019
2	D	600	Lunak	3	1996
3	E	800	Lunak	3	1996
4	G	500	Lunak	3	1996

Jenis seluruh objek: Gedung Perkuliahan.

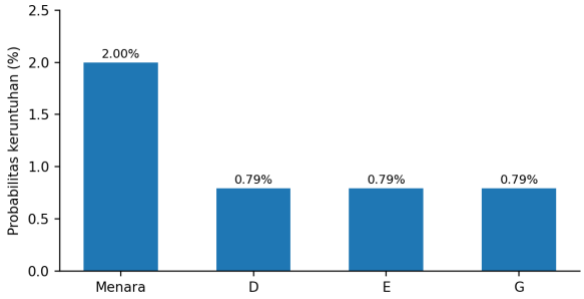
Klasifikasi Gedung, Penilaian, dan Faktor Penilaian

Tabel 4. Skor Akhir

No	Gedung	Tipe / Dasar	Modifier RVS	Skor Akhir
1	Menara	C1 / 1.7	Vertikal: -0.6; Denah: -0.7; Post-benchmark: +1.9; Tanah: -0.6	1,7
2	D	C1 / 1.7	Vertikal: -0.6; Denah: -0.7; Post-benchmark: +1.9; Tanah: -0.2	2,1
3	E	C1 / 1.7	Vertikal: -0.6; Denah: -0.7; Post-benchmark: +1.9; Tanah: -0.2	2,1
4	G	C1 / 1.7	Vertikal: -0.6; Denah: -0.7; Post-benchmark: +1.9; Tanah: -0.2	2,1

Minimum score: 0,3. Final score: Menara = 1,7; Gedung D = 2,1; Gedung E = 2,1; Gedung G = 2,1.

Berdasarkan hasil penilaian menggunakan metode Rapid Visual Screening (RVS) FEMA P-154 pada Tabel diatas, Gedung Menara Universitas Semarang memperoleh final score sebesar 1,7, sedangkan Gedung D, Gedung E, dan Gedung G masing-masing memperoleh final score sebesar 2,1. Nilai tersebut menunjukkan bahwa Gedung Menara memiliki tingkat kerentanan gempa yang relatif lebih tinggi karena dipengaruhi oleh ketidakteraturan vertikal (vertical irregularity) dan kondisi tanah, sedangkan Gedung D, Gedung E, dan Gedung G memiliki tingkat kerentanan yang lebih rendah meskipun terdapat ketidakteraturan denah (plan irregularity). Berdasarkan hasil penilaian RVS FEMA P-154, Gedung Menara memperoleh final score 1,7, yaitu di bawah nilai ambang skrining 2,0, sehingga memerlukan perhatian dan dapat direkomendasikan untuk evaluasi struktur lebih lanjut. Sementara itu, Gedung D, Gedung E, dan Gedung G memperoleh final score masing-masing 2,1, sehingga berdasarkan hasil skrining awal tidak memerlukan tindak lanjut evaluasi struktur.



Gambar 4. Diagram Probabilitas Keruntuhan

Berdasarkan hasil tersebut, Gedung Menara memiliki probabilitas keruntuhan paling tinggi dibandingkan bangunan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa Gedung Menara menjadi bangunan yang perlu mendapatkan perhatian lebih dalam upaya mitigasi risiko gempa, terutama melalui inspeksi berkala dan evaluasi struktur yang lebih mendalam apabila diperlukan. Sementara itu, Gedung D, E, dan G memiliki final score lebih tinggi dibandingkan Gedung Menara, sehingga berdasarkan hasil RVS memiliki tingkat kerentanan relatif lebih rendah

KESIMPULAN

Berdasarkan metode Rapid Visual Screening (RVS) FEMA P-154, Gedung Menara, D, E, dan G Universitas Semarang diklasifikasikan sebagai struktur Concrete Moment Resisting Frame (C1). Hasil penilaian menunjukkan Gedung Menara memperoleh final score 1,7 dengan probabilitas keruntuhan 2,00%, sedangkan Gedung D, Gedung E, dan Gedung G masing-masing memperoleh final score 2,1 dengan probabilitas keruntuhan 0,79%. Meskipun Gedung Menara memiliki tingkat kerentanan lebih tinggi akibat vertical irregularity, sementara Gedung D, E, dan G memiliki plan irregularity, Hasil RVS menunjukkan bahwa Gedung Menara memperoleh final score 1,7, sedangkan Gedung D, Gedung E, dan Gedung G memperoleh final score 2,1. Gedung Menara memiliki nilai final score yang lebih rendah sehingga menunjukkan tingkat kerentanan relatif lebih tinggi dibandingkan ketiga gedung lainnya. Berdasarkan hasil skrining awal, Gedung Menara memerlukan perhatian lebih dan direkomendasikan untuk evaluasi struktur lebih lanjut.

REFERENSI

Agustin, S., Djauhari, Z., & Suryanita, R. (2019). Monitoring kerentanan bangunan gedung dengan metode rapid visual screening. Sainstek (e-Journal), 7(1), 15–31. https://doi.org/10.35583/js.v7i1.11

Agustin, S., Djauhari, Z., & Suryanita, R. (2020). Aplikasi Metode Rapid Visual Screening (RVS) Dalam Monitoring Kerentanan. Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-UNAND), 16(1), 38–48.

Amir, F. (2012). Evaluasi kerentanan bangunan gedung terhadap gempa bumi dengan rapid visual screening (RVS) berdasarkan FEMA 154. Infrastruktur, 2(1), 9–15.

Birawaputra, I., & Tethool, Y. C. V. (2019). Penggunaan Metode Rapid Visual Screening Dalam Menentukan Kerentanan Bangunan Akibat Gempa Bumi. INTAN Jurnal Penelitian Tambang, 2(2), 97–105.

Burhan, L. I. (2026). Kerangka rapid visual screening berbasis indeks risiko untuk penilaian sistematis kerentanan seismik bangunan publik. DINAMIKA: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 2(1), 65–76. https://doi.org/10.63982/dinamika.cjemwt28

Federal Emergency Management Agency. (2015). Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: A handbook (3rd ed.; FEMA P-154).

Janizar, S., Setiawan, F., & Kurniawan, E. (2020). Pemeriksaan kelaikan fungsi bangunan gedung rumah sakit. Jurnal Teknik Sipil Cendekia, 1(1), 58–67.

Kassem, M. M., Beddu, S., Ooi, J. H., Tan, C. G., Mohamad El-Maissi, A., & Mohamed Nazri, F. (2021). Assessment of seismic building vulnerability using rapid visual screening method through web-based application for Malaysia. Buildings, 11(10), 485. https://doi.org/10.3390/buildings11100485

Lizundia, B., Durphy, S., Griffin, M., Hortacsu, A., Kehoe, B., Porter, K., & Welliver, B. (2014). Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: FEMA 154 and FEMA 155 updates. In Proceedings of the 10th U.S. National Conference on Earthquake Engineering: Frontiers of earthquake engineering. https://doi.org/10.4231/D3M90238V

Lutfi, M., Chayati, N., Alimuddin, A., Witarsa, A., & Insan, M. K. (2022). Penilaian tingkat kerentanan bangunan RSPG Cisarua Bogor dengan menggunakan metode rapid visual

screening (RVS). Jurnal Komposit, 6(2), 73–80. https://doi.org/10.32832/komposit.v6i2.7168

Mandela, W., & Wanane, M. (2020). Evaluasi pemeriksaan bangunan rumah sederhana dengan menggunakan rapid visual screening di Kelurahan Saoka Distrik Maladumes Kota Sorong. Jurnal Karkasa, 6(2), 47–55. https://doi.org/10.32531/jkar.v6i2.308

Purushothama, C., Mucedero, G., Perrone, D., & Monteiro, R. (2023). Evaluation of rapid visual screening assessment of existing buildings using nonlinear numerical analysis. Journal of Building Engineering, 76, 107110. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.107110

Purwono, N. A. S., Rustendi, I., Sakban, R., & Kencana, A. P. (2021). Kajian risiko gempa dengan pendekatan metode rapid visual screening (RVS) FEMA 154 dan 3D response spectrum terhadap Gedung Universitas Wijayakusuma Purwokerto. PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa, 10(2), 211–223. https://doi.org/10.22225/pd.10.2.2745.211-223

Ramadhanti, F., Adeswastoto, H., & Setiawan, B. (2021). Analisis kerentanan bangunan gedung terhadap gempa bumi dengan rapid visual screening. Jurnal ArTSip, 3(2), 25–36.

Rizal, & Slamet, W. (2016). Evaluasi keandalan fisik bangunan gedung: Studi kasus Politeknik Negeri Pontianak. Jurnal Teknik Sipil, 16(2), 1–14.

Sujatmiko, W. (2016). Penerapan standar keselamatan evakuasi kebakaran pada bangunan gedung di Indonesia. Jurnal Permukiman, 11(2), 116–127. https://jurnalpermukiman.pu.go.id/index.php/JP/article/view/46

Wahyuni, E., Aji, P., & Budi, F. (2017). Study of rapid visual screening of buildings for high potential seismic hazard according to Indonesian standard. IPTEK Journal of Proceedings Series, (2), 19.