

Evaluasi Kerentanan Bangunan Sekolah Dasar Dua Lantai Menggunakan *Rapid Visual Screening* (RVS) untuk Menentukan Prioritas Mitigasi Gempa Bumi di Kecamatan Banggae, Kabupaten Majene

M. Arif Salam¹, Ashar Saputra^{2*}, Benazir²

¹Magister Teknik Pengelolaan Bencana Alam, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, INDONESIA

²Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, INDONESIA

*Corresponding author: saputra@ugm.ac.id

INTISARI

Kabupaten Majene merupakan salah satu wilayah yang rawan gempa bumi. Kondisi ini menuntut adanya evaluasi terhadap kerentanan bangunan sekolah sebagai dasar dalam menentukan prioritas mitigasi. Metode yang digunakan adalah *Rapid Visual Screening* (RVS) berdasarkan FEMA P-154 melalui survei lapangan pada tujuh bangunan yang dipilih secara *purposive sampling*. Penilaian dilakukan dengan mempertimbangkan *basic score*, *score modifier*, serta kondisi visual bangunan yang diklasifikasikan secara semi-kuantitatif berdasarkan persentase kerusakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh bangunan memiliki tipe struktur yang sama (C1) dan berada pada kondisi tanah yang seragam, namun nilai *final score* bervariasi antara 0,10 hingga 2,65 akibat perbedaan ketidakteraturan struktur, kondisi visual, tahun konstruksi dan kategori desain bangunan. Konversi skor menunjukkan potensi kerentanan berkisar antara 0,22% hingga 79,43%, yang kemudian digunakan sebagai dasar dalam penentuan prioritas mitigasi. Bangunan dengan *final score* rendah memiliki tingkat kerentanan lebih tinggi dan menjadi prioritas utama untuk evaluasi lanjutan. Hasil ini menegaskan bahwa metode RVS efektif sebagai alat penapisan awal dalam mendukung pengambilan keputusan mitigasi berbasis risiko.

Kata kunci: rvs, mitigasi, bangunan sekolah.

1 PENDAHULUAN

Indonesia berada pada wilayah tektonik aktif sehingga memiliki tingkat ancaman gempa bumi yang tinggi, termasuk di Sulawesi Barat. Salah satu peristiwa yang menegaskan kondisi tersebut adalah gempa M_w 6,2 di kawasan Mamuju–Majene pada 15 Januari 2021, yang menyebabkan lebih dari 100 korban meninggal, sekitar 30.000 penduduk mengungsi, dan hampir 8.000 bangunan rusak dalam radius sekitar 30 km dari episenter (Meilano *et al.*, 2023). Dampak gempa ini juga sangat terasa pada sektor pendidikan, berdasarkan hasil kaji cepat dampak gempa per 18 Januari 2021, dengan total 103 satuan pendidikan mengalami kerusakan di Sulawesi Barat di Kabupaten Majene sendiri tercatat 19 sekolah rusak berat, 6 rusak sedang, dan 21 rusak ringan (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, 2021). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa bangunan sekolah di wilayah Majene masih rentan terhadap guncangan seismik. Kerentanan ini penting diperhatikan karena sekolah bukan hanya berfungsi sebagai ruang belajar, tetapi juga sebagai infrastruktur sosial yang menopang keselamatan warga sekolah dan keberlangsungan layanan pendidikan. Dalam konteks itu, penilaian risiko seismik pada bangunan sekolah menjadi isu yang sangat penting, sebab sekolah harus mampu menjamin keselamatan peserta didik dan tenaga pendidik sekaligus mempertahankan keberfungsian pendidikan pascabencana (Marinković *et al.*, 2024). Penilaian risiko sekolah pada skala luas juga memerlukan kerangka kerja yang terstandar dan adaptif agar keputusan mitigasi dapat dilakukan secara lebih rasional dan tepat sasaran (Pedone *et al.*, 2022).

Untuk kebutuhan penilaian awal pada banyak bangunan, *Rapid Visual Screening* (RVS) telah lama dipandang sebagai metode yang praktis karena memungkinkan identifikasi cepat terhadap bangunan yang berpotensi lebih rentan. Tinjauan Bekta, (2022) menjelaskan bahwa RVS dilakukan melalui survei visual singkat dari lapangan, umumnya dalam waktu 15 sampai 30 menit per bangunan, tanpa analisis struktur rinci pada tahap awal. Karena berbasis pengamatan karakteristik yang terlihat, metode ini cocok digunakan untuk penyaringan awal portofolio bangunan dalam jumlah besar sebelum dilakukan evaluasi teknis yang lebih mendalam. Dengan kata lain, RVS tidak dimaksudkan menggantikan analisis detail, melainkan menyediakan dasar awal untuk memilah bangunan mana yang lebih dahulu membutuhkan perhatian teknis.

Relevansi RVS semakin kuat ketika tujuan penelitian tidak berhenti pada identifikasi kerentanan, tetapi diarahkan pada penyusunan prioritas mitigasi. Ruggieri *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa metodologi RVS dapat digunakan

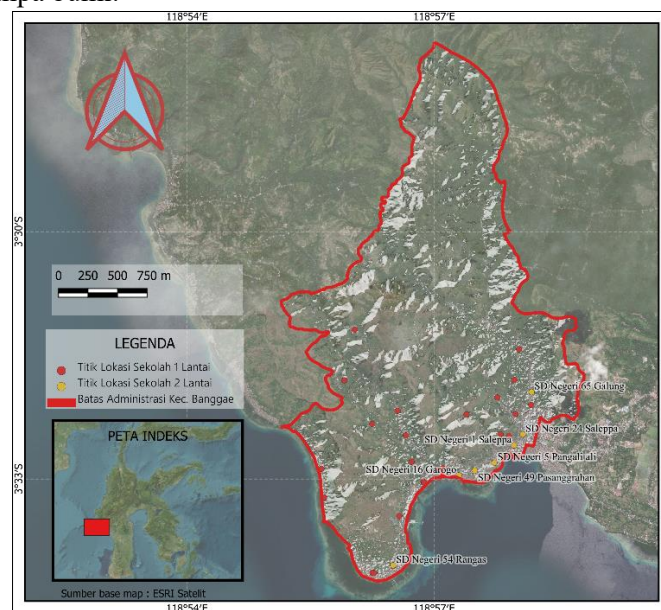
untuk memprioritaskan bangunan sekolah beton bertulang yang memiliki risiko seismik lebih tinggi dan membantu pengambil keputusan dalam merancang strategi pengurangan risiko. Sejalan dengan itu, Karafagka *et al.*, (2024) menegaskan bahwa penggunaan RVS sangat bermanfaat untuk mengevaluasi bangunan dalam jumlah besar secara cepat dan ekonomis, sekaligus mendeteksi bangunan yang memerlukan pemeriksaan lebih rinci. Dengan demikian, secara konseptual RVS sangat sesuai untuk penelitian yang bertujuan menentukan urutan prioritas mitigasi pada bangunan sekolah di wilayah rawan gempa. Haryanto *et al.*, (2020) menerapkan RVS pada bangunan fasilitas pendidikan Universitas Jenderal Soedirman dan menegaskan bahwa hasil penilaian dapat digunakan untuk menyusun *prioritization plan* bagi keselamatan struktural bangunan pendidikan. Pada konteks Indonesia yang lebih spesifik terhadap sekolah, Gentile *et al.*, (2019) mengembangkan survei visual cepat dalam program INSPIRE di Banda Aceh untuk menghasilkan indeks prioritas risiko seismik bangunan sekolah beton bertulang dan menunjukkan efektivitas pendekatan tersebut dalam mendukung penentuan skema prioritas risiko.

Berdasarkan penjelasan tersebut bahwa literatur telah menunjukkan kegunaan RVS untuk bangunan pendidikan dan sekolah, serta potensinya dalam membantu prioritas mitigasi. Studi terdahulu belum secara spesifik mengevaluasi kerentanan bangunan sekolah dasar dua lantai di Kecamatan Banggae, Kabupaten Majene, wilayah yang memiliki riwayat gempa merusak. Studi sebelumnya juga belum menempatkan hasil penilaian sebagai dasar penyusunan prioritas mitigasi pada konteks lokal. Kebutuhan ini menjadi penting karena Majene merupakan wilayah yang telah mengalami gempa merusak, sedangkan karakter bangunan sekolah dasar dua lantai dapat menghadirkan persoalan kerentanan yang berbeda dibanding bangunan pendidikan tinggi atau sekolah di wilayah lain. Oleh sebab itu, penelitian ini diarahkan untuk mengevaluasi kerentanan bangunan sekolah dasar dua lantai menggunakan metode RVS sebagai dasar menentukan prioritas mitigasi gempa bumi di Kecamatan Banggae, Kabupaten Majene.

2 METODE

2.1 Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif-evaluatif dengan survei lapangan untuk menilai kerentanan awal bangunan sekolah dasar dua lantai terhadap gempa bumi di Kecamatan Banggae, Kabupaten Majene. Objek penelitian dalam studi ini berjumlah tujuh bangunan sekolah dasar dua lantai yang ditentukan sebagai sampel penelitian, yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Pemilihan sampel dilakukan berdasarkan beberapa kriteria, yaitu: (1) bangunan sekolah terdiri dari dua lantai, (2) bangunan masih difungsikan sebagai sarana pendidikan, (3) kondisi bangunan dapat diobservasi secara langsung, dan (4) lokasi bangunan berada dalam wilayah Kecamatan Banggae yang memiliki tingkat bahaya seismik tinggi. Pendekatan *purposive sampling* digunakan karena penelitian ini tidak bertujuan untuk melakukan generalisasi statistik terhadap seluruh populasi sekolah, melainkan untuk memperoleh gambaran awal tingkat kerentanan bangunan dengan karakteristik tertentu yang relevan terhadap tujuan penelitian. Penilaian dilakukan sebagai bagian dari upaya mitigasi bencana pada tahap prabencana (*pre-disaster*), sehingga hasil yang diperoleh diharapkan dapat menjadi dasar dalam penentuan prioritas pengurangan risiko sebelum terjadinya gempa bumi.



Gambar 1. Peta sebaran titik lokasi bangunan sekolah dasar dua lantai di Kecamatan Banggae, Kabupaten Majene.

Data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, dokumentasi, dan wawancara pendukung. Data sekunder diperoleh dari dokumen teknis metode RVS serta sumber resmi terkait kondisi kegempaan wilayah. Instrumen utama penelitian adalah formulir *Rapid Visual Screening* FEMA P-154 untuk zona seismik tinggi. Form ini menunjukkan instrumen standar yang digunakan untuk penapisan awal kerentanan bangunan.

Berikut langkah-langkah untuk mengisi formulir RVS:

- a) Verifikasi informasi umum bangunan.
- b) Identifikasi jumlah lantai, luas, dan tahun bangunan.
- c) Tentukan jenis bangunan yang ditinjau.
- d) Catat tipe tanah pada lokasi bangunan.
- e) Ambil foto tampak depan bangunan.
- f) Buat sketsa atau denah sederhana bangunan.
- g) Tulis informasi tambahan pada kolom komentar.
- h) Tentukan tipe dan kode bangunan.
- i) Identifikasi material, denah, konstruksi, dan sistem penahan gempa.
- j) Tentukan penyimpangan bangunan, seperti *vertical irregularity*, *plan irregularity*, dan tipe tanah.
- k) Hitung nilai tingkat pertama dengan mengurangi basic score menggunakan nilai penyimpangan.
- l) Lengkapi ringkasan formulir, meliputi luas area tinjauan, potensi bahaya, dan tindakan yang diperlukan.

2.2 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan metode RVS FEMA 154. Penilaian diawali dengan menetapkan *basic score* berdasarkan tipe bangunan. Dalam penelitian ini, penilaian kondisi visual elemen bangunan tidak hanya dilakukan secara kualitatif, tetapi juga menggunakan pendekatan semi-kuantitatif dengan mempertimbangkan persentase kerusakan yang diamati di lapangan. Pendekatan ini mengacu pada konsep klasifikasi kerusakan bangunan dalam analisis risiko gempa, seperti pada (Potsdam *et al.*, 1993) European Macroseismic Scale (EMS-98) dan metode HAZUS yang dikembangkan oleh *Federal Emergency Management Agency*, di mana tingkat kerusakan bangunan dapat direpresentasikan dalam bentuk rasio kerusakan (*damage ratio*) atau persentase kerusakan terhadap elemen struktur. Berdasarkan pendekatan tersebut, kondisi visual bangunan dalam penelitian ini diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu: (1) kerusakan ringan (0–10%), yang ditandai dengan retak non-struktural dan tidak memengaruhi kinerja utama bangunan; (2) kerusakan sedang (10–40%), yang ditandai dengan adanya retak struktural ringan hingga sedang atau indikasi ketidakteraturan; dan (3) kerusakan berat (>40%), yang menunjukkan adanya degradasi signifikan pada elemen struktur utama atau indikasi kelemahan sistem struktur. Klasifikasi ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan nilai *score modifier* pada formulir RVS FEMA-154, dengan mengasosiasikan tingkat kerusakan yang lebih tinggi terhadap nilai pengurang skor yang lebih besar.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Seismik Lokasi Penelitian

Kondisi seismik lokasi penelitian diidentifikasi sebagai dasar awal dalam menilai tingkat kerentanan bangunan sekolah terhadap bahaya gempa bumi. Dalam penelitian ini, identifikasi dilakukan pada tujuh bangunan sekolah dasar dua lantai yang berada di Kecamatan Banggae, Kabupaten Majene, melalui penentuan koordinat geografis masing-masing bangunan. Data koordinat tersebut digunakan untuk memperoleh parameter desain spektra, yaitu nilai *SS* dan *S1*. Nilai ini menjadi acuan dalam menggambarkan tingkat paparan seismik pada lokasi penelitian.

Tabel 1. Data Koordinat Bangunan Sekolah Dasar dan Nilai Desain Spektra

No	Nama Sekolah	Latitude	Longitude	Ss	S1
1	SD Negeri 1 Saleppa	3°32'35.50"S	118°57'58.48"E	1.0626	0.4395
2	SD Negeri 24 Saleppa	3°32'27.48"S	118°58'4.67"E	1.0682	0.4416
3	SD Negeri 16 Garogo	3°32'57.42"S	118°57'18.11"E	1.026	0.426
4	SD Negeri 65 Galung	3°31'56.68"S	118°58'11.12"E	1.0741	0.4437
5	SD Negeri 5 Pangali Ali	3°32'48.17"S	118°57'44.08"E	1.0495	0.4347
6	SD Negeri 49 Pasanggrahan	3°32'53.91"S	118°57'29.74"E	1.0365	0.4299
7	SD Negeri 54 Inpres Rangas	3°34'2.80"S	118°56'30.20"E	1.0008	0.4263

Berdasarkan data koordinat dan nilai desain spektra, seluruh bangunan penelitian menunjukkan nilai *SS* tertinggi terdapat pada SD Negeri 65 Galung, yaitu 1,0741, sedangkan nilai *SS* terendah terdapat pada SD Negeri 54 Inpres Rangas, yaitu 1,0008. Dengan rentang nilai tersebut, seluruh objek penelitian dikategorikan berada pada lingkungan seismik tinggi, sehingga penilaian menggunakan formulir RVS FEMA-154 untuk zona seismisitas tinggi.

3.2 Hasil Penilaian Bangunan Berdasarkan *Rapid Visual Screening* (RVS)

Penilaian awal kerentanan bangunan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode RVS berdasarkan FEMA P-154. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kerentanan awal bangunan sekolah dasar dua lantai terhadap bahaya gempa bumi melalui pengamatan visual terhadap karakteristik struktur, ketidakteraturan bangunan, kondisi tapak, serta parameter modifikasi yang memengaruhi skor penilaian. Pada penelitian ini, penentuan skor tidak dilakukan secara seragam, tetapi disesuaikan dengan hasil observasi lapangan pada masing-masing bangunan, sehingga *final score* yang dihasilkan mencerminkan kondisi aktual setiap objek penelitian.

Tabel 2. Penilaian Bangunan Berdasarkan *Rapid Visual Screening* (RVS)

No.	Nama Sekolah	Tipe Bangunan	Basic Score	Score Modifier Level 1					Minimum Score	Final Score	
				VL 1		PL1	Pre-code	Post-benchmark			Soil Type
				Severe	Moderate						
1	SD Negeri 1 Saleppa	C1	1.5	-0.15	-0.15	-0.4		D	0.3	0.8	
2	SD Negeri 24 Saleppa	C1	1.5	-0.1	-0.3	-0.4		D	0.3	0.7	
3	SD Negeri 16 Garogo	C1	1.5	-0.25	-0.3	-0.4		D	0.3	0.55	
4	SD Negeri 65 Galung	C1	1.5	-0.25	-0.18	-0.4		D	0.3	0.67	
5	SD Negeri 5 Pangali Ali	C1	1.5	-0.5	-0.6		1.9	D	0.3	2.3	
6	SD Negeri 49 Pasanggrahan	C1	1.5	-0.4	-0.6	-0.4		C	0.3	0.1	
7	SD Negeri 54 Inpres Rangas	C1	1.5	-0.25	-0.5		1.9	D	0.3	2.65	

Hasil penilaian menunjukkan bahwa seluruh bangunan sekolah yang diteliti termasuk dalam tipe struktur C1, yaitu bangunan beton dengan rangka pemikul momen. Tipe C1 memiliki *basic score* yang sama, yaitu 1,5. Terdapat satu bangunan yang berada pada kondisi *soil type* D dan bangunan lainnya *type* C. Tipe ini ditentukan berdasarkan nilai *Vs30* yang diperoleh dari peta USGS. Meskipun karakteristik dasar tersebut relatif seragam, nilai *final score* yang diperoleh menunjukkan variasi yang cukup jelas, yaitu antara 0,10 sampai 2,65. Variasi ini dipengaruhi oleh perbedaan nilai *score modifier* pada tiap bangunan, terutama yang berkaitan dengan *vertical irregularity*, *plan irregularity*, kondisi *pre-code*, serta parameter penyesuaian lainnya berdasarkan hasil observasi lapangan. Parameter *post-benchmark* mengindikasikan bahwa bangunan dirancang dengan mempertimbangkan ketentuan desain gempa yang lebih mutakhir, sehingga umumnya memiliki kapasitas tahan gempa yang lebih baik dibandingkan bangunan *pre-code* (FEMA P-154, 2015). Dalam penelitian ini, pengelompokan tahun bangunan mengacu pada perubahan regulasi ketahanan gempa di Indonesia, sehingga bangunan yang didirikan setelah tahun 2012 dikategorikan sebagai *post-benchmark*. Dasar penetapan ini adalah diberlakukannya SNI 1726:2012 sebagai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, yang kemudian diperbarui melalui SNI 1726:2019 dan tetap berstatus berlaku.

Berdasarkan Tabel 2, SD Negeri 5 Pangali Ali dan SD Negeri 54 Inpres Rangas memiliki nilai *final score* masing-masing sebesar 2,30 dan 2,65, yang dipengaruhi oleh adanya faktor *post-benchmark* serta nilai pengurang (*score modifier*) yang relatif lebih kecil dibandingkan bangunan lainnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa kedua bangunan tersebut memiliki karakteristik desain dan kondisi struktur yang lebih baik, sehingga dikategorikan memiliki tingkat kerentanan relatif rendah dalam kerangka RVS. Sebaliknya, bangunan dengan nilai *final score* yang lebih rendah, seperti SD Negeri 49 Inpres Pasanggrahan, tidak memperoleh keuntungan dari faktor *post-benchmark* dan mengalami akumulasi pengurang skor yang lebih besar akibat ketidakteraturan serta kondisi visual bangunan. Perbedaan ini menegaskan bahwa kombinasi antara kualitas desain dan kondisi eksisting bangunan sangat memengaruhi hasil penilaian RVS. Dengan demikian, bangunan dengan nilai skor rendah menunjukkan potensi kerentanan yang lebih tinggi dan menjadi prioritas dalam evaluasi lanjutan.

Nilai *final score* yang rendah pada SD Negeri 49 Inpres Pasanggrahan menunjukkan tingkat kerentanan awal yang lebih tinggi dibandingkan bangunan lainnya. Kondisi ini tidak hanya dipengaruhi oleh satu parameter, tetapi merupakan hasil akumulasi dari beberapa faktor yang teridentifikasi melalui metode RVS. Secara khusus, nilai *score modifier* yang relatif besar pada bangunan ini mengindikasikan adanya ketidakteraturan struktur, baik dalam bentuk *plan irregularity* maupun *vertical irregularity*, serta pengaruh tahun konstruksi bangunan yang berkontribusi signifikan terhadap penurunan skor akhir. Ketidakteraturan ini diketahui dapat meningkatkan respons seismik bangunan karena menyebabkan distribusi gaya yang tidak merata selama gempa, sehingga meningkatkan potensi kerusakan struktural (FEMA P-154, 2015). Kondisi tersebut memperkuat indikasi bahwa bangunan memiliki kelemahan dalam sistem struktur yang memengaruhi seismiknya.

Berdasarkan hasil observasi visual, bangunan ini menunjukkan tingkat kerusakan yang lebih tinggi dibandingkan objek lainnya, yang dalam penelitian ini dikategorikan sebagai kerusakan sedang hingga berat. Kondisi tersebut mencerminkan adanya degradasi elemen struktur yang berkontribusi terhadap peningkatan nilai pengurang skor (*score modifier*). Dalam konteks metode RVS, semakin besar nilai pengurang yang diberikan, maka semakin rendah nilai *final score* yang dihasilkan, sehingga meningkatkan potensi kerentanan bangunan. Faktor lain yang turut memengaruhi adalah bahwa bangunan termasuk dalam kategori *pre-code*, yaitu dibangun sebelum penerapan standar desain gempa yang memadai. Bangunan dengan kategori ini memiliki kapasitas tahan gempa yang lebih rendah dibandingkan bangunan yang dirancang dengan standar modern, sehingga memperoleh pengurangan skor tambahan dalam penilaian RVS (FEMA P-154, 2015). Kombinasi faktor-faktor tersebut menjelaskan tingginya tingkat kerentanan bangunan dalam konteks penilaian awal.

3.3 Analisis Potensi Kerentanan Bangunan

Setelah diperoleh *final score* dari hasil penilaian RVS, langkah berikutnya adalah menganalisis potensi kerentanan bangunan melalui konversi skor ke dalam bentuk persentase. Tahap ini dilakukan untuk memberikan gambaran yang lebih kuantitatif mengenai tingkat kerentanan relatif masing-masing bangunan sekolah dasar dua lantai terhadap bahaya gempa bumi. Dengan demikian, hasil analisis tidak hanya menunjukkan perbedaan skor akhir antarbangunan, tetapi juga memperjelas tingkat prioritas penanganan berdasarkan besarnya potensi kerentanan. Potensi kerentanan bangunan pada penelitian ini diturunkan dari *final score* RVS FEMA P-154. Dalam FEMA P-155, *final score* dinyatakan sebagai negatif logaritma basis 10 dari probabilitas runtuh bangunan, sehingga probabilitas runtuh dapat dihitung dengan persamaan $P_c = 10^{-S}$. Selanjutnya, nilai tersebut dikonversi ke dalam persen untuk memperoleh potensi kerentanan bangunan. Dengan pendekatan ini, semakin kecil *final score*, semakin besar potensi kerentanan bangunan terhadap gempa seperti terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Analisis Potensi Kerentanan Bangunan Sekolah Dasar Dua Lantai Berdasarkan *Final Score* RVS

No.	Nama Sekolah	<i>Final Score</i>	10^S	$\frac{1}{10^S}$	Potensi Kerentanan (%)
1	SD Negeri 1 Saleppa	0.8	6.309573	0.158489	15.85
2	SD Negeri 24 Saleppa	0.7	5.011872	0.199526	19.95
3	SD Negeri 16 Garogo	0.55	3.548134	0.281838	28.18
4	SD Negeri 65 Galung	0.67	4.677351	0.213796	21.38
5	SD Negeri 5 Pangali Ali	2.3	199.5262	0.005012	0.5
6	SD Negeri 49 Pasanggrahan	0.1	1.258925	0.794328	79.43
7	SD Negeri 54 Inpres Rangas	2.65	446.6836	0.002239	0.22

Hasil analisis menunjukkan bahwa potensi kerentanan bangunan berada pada kisaran 0,22% sampai 79,43%. Nilai tertinggi terdapat pada SD Negeri 49 Inpres Pasanggrahan, yaitu 79,43%, diikuti oleh SD Negeri 16 Garogo sebesar 28,18%, SD Negeri 65 Galung sebesar 21,38%, SD Negeri 24 Saleppa sebesar 19,95%, dan SD Negeri 1 Saleppa sebesar 15,85%. Sebaliknya, SD Negeri 5 Pangali Ali dan SD Negeri 54 Inpres Rangas menunjukkan potensi kerentanan yang relatif rendah, masing-masing sebesar 0,50% dan 0,22%. Perbedaan nilai ini menunjukkan bahwa tingkat risiko awal antarbangunan tidak seragam, meskipun seluruh objek penelitian berada dalam konteks wilayah seismik yang sama.

3.4 Prioritas Mitigasi Gempa Bumi pada Bangunan Sekolah

Penentuan prioritas mitigasi pada penelitian ini didasarkan pada hasil penilaian RVS, khususnya variasi *final score* dan persentase potensi kerentanan pada setiap bangunan. Meskipun seluruh objek penelitian memiliki karakteristik

dasar yang relatif seragam, yaitu termasuk tipe struktur C1 dengan basic score 1,5, soil type D, dan minimum score 0,3, hasil penilaian menunjukkan adanya perbedaan tingkat kerentanan awal antarbangunan. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh faktor-faktor modifikasi yang muncul pada masing-masing objek, seperti plan irregularity, vertical irregularity, serta tahun bangunan yang tercermin pada komponen pre-code dan post-benchmark. Dalam penelitian ini, tahun bangunan menjadi salah satu faktor yang berpengaruh besar karena berkontribusi terhadap penyesuaian skor akhir bangunan.

Dasar utama penentuan prioritas mitigasi adalah bahwa bangunan dengan *final score* lebih rendah cenderung memiliki persentase potensi kerentanan yang lebih tinggi. Dengan demikian, bangunan yang menunjukkan skor akhir rendah dipandang lebih membutuhkan evaluasi teknis lanjutan dan tindak lanjut mitigasi dibandingkan bangunan dengan skor akhir yang lebih tinggi. Pendekatan ini membuat penyusunan prioritas tidak dilakukan secara umum, tetapi didasarkan pada hasil penilaian empiris yang mencerminkan kondisi aktual bangunan di lapangan.

Tabel 4. Prioritas Mitigasi Gempa Bumi pada Bangunan Sekolah

Prioritas	Nama Sekolah	Final Score	Potensi Kerentanan (%)	Kategori Prioritas
1	SD Negeri 49 Pasanggrahan	0,10	79,43	Sangat tinggi
2	SD Negeri 16 Garogo	0,55	28,18	Tinggi
3	SD Negeri 65 Galung	0,67	21,38	Tinggi
4	SD Negeri 24 Saleppa	0,70	19,95	Sedang
5	SD Negeri 1 Saleppa	0,80	15,85	Sedang
6	SD Negeri 5 Pangali Ali	2,30	0,50	-
7	SD Negeri 54 Inpres Rangas	2,65	0,22	-

Berdasarkan hasil tersebut, urutan prioritas mitigasi gempa bumi pada bangunan sekolah dasar dua lantai di Kecamatan Banggae dapat dilihat pada tabel 4, dimulai dari SD Negeri 49 Inpres Pasanggrahan sebagai prioritas tertinggi karena memiliki *final score* paling rendah, yaitu 0,10, dan potensi kerentanan paling tinggi, yaitu 79,43%. Prioritas berikutnya adalah SD Negeri 16 Garogo dengan final score 0,55 dan potensi kerentanan 28,18%, diikuti oleh SD Negeri 65 Galung dengan *final score* 0,67 dan potensi kerentanan 21,38%, SD Negeri 24 Saleppa dengan *final score* 0,70 dan potensi kerentanan 19,95%, serta SD Negeri 1 Saleppa dengan *final score* 0,80 dan potensi kerentanan 15,85%. Sementara itu, SD Negeri 5 Pangali Ali dengan *final score* 2,30 dan potensi kerentanan 0,50%, serta SD Negeri 54 Inpres Rangas dengan *final score* 2,65 dan potensi kerentanan 0,22%, berada pada kategori tanpa prioritas karena sudah dianggap aman. Hal ini dikarenakan kedua sekolah memiliki *final score* diatas dua pada form RVS.

Temuan ini menguatkan pandangan Ruggieri *et al* (2020) bahwa RVS dapat digunakan sebagai dasar prioritasi mitigasi. Namun, studi ini memperlihatkan penerapan yang lebih spesifik pada bangunan sekolah dasar dua lantai di wilayah Majene, sehingga memberikan dasar keputusan yang lebih kontekstual pada skala lokal.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penilaian menggunakan metode *Rapid Visual Screening* (RVS) menunjukkan bahwa bangunan sekolah dasar dua lantai di Kecamatan Banggae memiliki tingkat kerentanan awal yang bervariasi terhadap bahaya gempa bumi. Meskipun seluruh bangunan memiliki tipe struktur yang sama, nilai *final score* yang dihasilkan menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Hal ini menegaskan bahwa kerentanan tidak hanya ditentukan oleh tipe struktur, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti ketidakteraturan geometri, kondisi visual elemen bangunan, serta kategori desain seperti *pre-code* dan *post-benchmark*. Bangunan dengan nilai *final score* yang lebih tinggi cenderung menunjukkan kondisi yang lebih baik pada tahap penapisan awal. Sebaliknya, nilai yang rendah mengindikasikan adanya kombinasi faktor yang meningkatkan potensi kerentanan. Temuan ini memperlihatkan bahwa metode RVS dapat dimanfaatkan secara efektif sebagai alat identifikasi awal dalam menentukan prioritas mitigasi. Pendekatannya sederhana, tetapi cukup sensitif untuk membedakan kondisi antarbangunan. Dalam praktiknya, hasil ini dapat menjadi dasar pengambilan keputusan untuk menentukan bangunan mana yang perlu ditindaklanjuti dengan evaluasi yang lebih rinci. Di sisi lain, penilaian kerentanan sebaiknya tidak berhenti pada satu jenis bahaya saja. Pengembangan ke arah pendekatan multibahaya ataupun *cascading hazard* menjadi penting, agar gambaran risiko yang diperoleh lebih utuh dan dapat mendukung perencanaan mitigasi yang lebih komprehensif.

REFERENSI

- Bekta, N. (2022). Conventional RVS Methods for Seismic Risk Assessment for Estimating the Current Situation of Existing Buildings : A State-of-the-Art Review. *Sustainability*, 14(2583). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su14052583>
- FEMA P-154. (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook* (Issue January).
- Gentile, R., Galasso, C., Idris, Y., Rusydy, I., & Meilianda, E. (2019). From rapid visual survey to multi-hazard risk prioritisation and numerical fragility of school buildings. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 19(7), 1365–1386. <https://doi.org/10.5194/nhess-19-1365-2019>
- Haryanto, Y, Hu, H.-T., Han, A.L., Hidayat, B.A.1, Widyaningrum, A, and Yulianita, P. E. (2020). Seismic Vulnerability Assessment Using Rapid Visual Screening : Case Study of Educational Facility Buildings of Jenderal Soedirman University , Indonesia. *Civil Engineering Dimension*, 22(1), 13–21. <https://doi.org/10.9744/ced.22.1.13-21>
- Karafagka, S., Riga, E., Oikonomou, G., & Karatzetzou, A. (2024). RiskSchools : a prioritization - based system for the risk assessment of school buildings combining rapid visual screening smartphone app and detailed vulnerability analysis. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 22(6), 2951–2980. <https://doi.org/10.1007/s10518-024-01889-x>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2021). *Kemendikbud respons cepat bencana gempa bumi di Sulawesi Barat*. Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. <https://www.kemendikdasmen.go.id/berita/3275-kemendikbud-respons-cepat-bencana-gempa-bumi-di-sulawesi-bar>
- Marinković, M., Bošković, M., Đorđević, F., Krtinić, N., & Žugić, Ž. (2024). Seismic Risk Assessment in School Buildings : A Comparative. *Buildings*, 14(2348). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/buildings14082348>
- Meilano, I., Salman, R., Susilo, S., Shiddiqi, H. A., Supendi, P., Lythgoe, K., Tay, C., Bradley, K., Rahmadani, S., Kristyawan, S., & Yun, S. (2023). The 2021 M W 6 . 2 Mamuju , West Sulawesi , Indonesia earthquake : partial rupture of the Makassar Strait thrust. *Geophys. J. Int.* (2023), 233, 1694–1707. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/gji/ggac512>
- Pedone, L., Bianchi, S., & Giovinazzi, S. (2022). A Framework and Tool for Knowledge-Based Seismic Risk Assessment of School Buildings : SLAMA-School. *Sustainability*, 14(9982). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su14169982>
- Potsdam, G., Musson, R. M. W., Survey, B. G., Britain, G., & Schwarz, J. (1993). *European Macroseismic Scale 1992*.
- Ruggieri, S., Perrone, D., Leone, M., Uva, G., & Antonietta, M. (2020). International Journal of Disaster Risk Reduction A prioritization RVS methodology for the seismic risk assessment of RC school buildings. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 51(August), 101807. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101807>