

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN INTERNAL DOSEN
Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik



**STUDI KOMPARASI PERATURAN KEBENCANAAN GEMPA PADA
BANGUNAN SEKOLAH DENGAN METODE FEMA 154, DEPARTEMEN
PEKERJA UMUM (DPU), DAN *WORLD SEISMIC SAFETY INITIATIVE*
(*WSSI*).**

Tim Peneliti:

**Bella Lutfiani Al Zakina, S.T., M.Eng.
Lusiana Safitri, S.T.**

Dibiayai oleh:

Universitas Bojonegoro

Periode 2 Tahun Anggaran 2023/2024

Nomor Kontrak:

048 / LPPM-LIT/ UB / IV / 2024

UNIVERSITAS BOJONEGORO

2024

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN PENDANAAN PERGURUAN TINGGI

1. **Judul Penelitian** : Studi Komparasi Peraturan Kebencanaan Gempa Pada Bangunan Sekolah Dengan Metode Fema 154, Departemen Pekerja Umum (DPU), Dan *World Seismic Safety Initiative (WSSI)*.
2. **Ketua Peneliti**
 - a. Nama Peneliti : Bella Lutfiani Al Zakina, S.T., M.Eng.
 - b. NIDN : 07 01049501
 - c. Program Studi : Teknik Sipil
 - d. E-mail : Bellalutfiani.alzakina01@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Struktur
3. **Anggota Peneliti 1**
 - a. Nama (Mahasiswa) : Lusiana Safitri, S.T.
 - b. NIM : 20222011066
 - c. Program Studi : Teknik Sipil
 - d. E-mail : lusianasafit65@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Struktur
4. **Jangka Waktu Penelitian** : 6 bulan
6. **Lokasi Penelitian** : Sekolah Dasar di Kecamatan Purwodadi, Kabupaten Grobogan
7. **Dana Diusulkan** : Rp. 3.000.000,00

Bojonegoro, 22 September 2024

Mengetahui,
Ketua LPPM Universitas Bojonegoro

Pengusul,

Dr. Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc.
NIDN 07 2108 8601

Bella Lutfiani A. Z., S.T., M.Eng.
NIDN. 07 0104 9501

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kebaikan dan keberkahan-Nya kepada kita. Atas kehendaknya penyusun bisa menyelesaikan Laporan Akhir Penelitian Mandiri yang didanai secara internal oleh Universitas Bojonegoro dengan judul “Studi Komparasi Peraturan Kebencanaan Gempa Pada Bangunan Sekolah Dengan Metode Fema 154, Departemen Pekerja Umum (DPU), Dan *World Seismic Safety Initiative (WSSI)*.” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam rangka penyusunan Laporan akhir Penelitian ini, tidak luput dari kekurangan dan kesulitan baik berupa hambatan maupun rintangan sehingga peneliti merasa hasil penelitian ini jauh dari kata sempurna. Namun, pelaksanaan penelitian ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, peneliti ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Tri Astuti Handayani, SH., M.Hum. selaku Rektor Universitas Bojonegoro;
2. Bapak Ir. H. Zainuddin, ST., M.T.. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro;
3. Ibu Dr. Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc. selaku Ketua LPPM Universitas Bojonegoro.

Dengan demikian, peneliti mengharapkan petunjuk dan saran dari berbagai pihak yang bersifat membangun ke arah perbaikan untuk kesempurnaan. Peneliti berharap semoga Laporan Penelitian ini dapat menambah pengetahuan bagi setiap orang yang membacanya.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
ABSTRAK	vi
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II Tinjauan Pustaka	4
2.1 Landasan Teori	4
2.1.1 Gempa Bumi	4
2.1.2 Sekolah Siaga Bencana	4
2.1.3 Tujuan Sekolah Siaga Bencana	5
2.2.4 Kebencanaan dan Sekolah	5
2.3 Rapid Visual Screening (RVS)	6
2.3 Pemeriksaan Bangunan Menurut World Seismic Safety Initiative (Pemeriksaan bangunan pasca gempa).....	12
2.4 Paduan Pemeriksaan Bangunan Menurut Departemen Pekerja Umum (DPU).....	16
2.4 Penelitian Terdahulu	17
BAB III Metode Penelitian	21
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	21

3.2 Lokasi Penelitian	22
3.3 Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data.....	22
3.4 Analisis Data	23
BAB IV Pembahasan	24
4.1 Hasil Penelitian dan Komparasi Paduan Peraturan Pemeriksaan Kebencanaan	24
4.2 Pembahasan.....	34
BAB V Kesimpulan dan Saran	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Seismik Lokal (FEMA 154, 2015).....	9
Tabel 2. 2 Jenis kerusakan bangunan (DPU, 2000)	16
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu	17
Tabel 3. 1. Lokasi Penelitian.....	22
Tabel 4. 1 Hasil evaluasi tingkat kerusakan komponen bangunan berdasarkan World Seismic Safety Initiative SDN 16 Purwodadi.....	25
Tabel 4. 2 Hasil analisis kerusakan komponen bangunan sekolah SDN 16 Purwodadi	26
Tabel 4. 3 Hasil evaluasi tingkat kerusakan komponen bangunan berdasarkan World Seismic Safety Initiative SD N 12 Purwodadi.....	28
Tabel 4. 4 Hasil analisis kerusakan komponen bangunan sekolah SDN 12 Purwodadi	29
Tabel 4. 5 Hasil evaluasi tingkat kerusakan komponen bangunan berdasarkan World Seismic Safety Initiative SD N 1 Genuksuran.....	31
Tabel 4. 6 Hasil analisis kerusakan komponen bangunan sekolah SDN 1 Genuksuran	33
Tabel 4. 7 Hasil Evaluasi akhir keseluruhan ketiga Sekolah Dasar di Purwodadi ...	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bentuk bangunan Vertical Irregularity (FEMA 154, 2002).....	12
Gambar 3. 1. Bagan Alir Penelitian	21
Gambar 3. 2. Lokasi Penelitian (pin merah dalam Google Maps).....	22
Gambar 4. 1 Foto SD N 16 Purwodadi	24
Gambar 4. 2 Hasil Pemeriksaan bangunan SD N 16 Purwodadi	26
Gambar 4. 3 Foto SD N 12 Purwodadi	28
Gambar 4. 4 Hasil Pemeriksaan bangunan SD N 12 Purwodadi	29
Gambar 4. 5 Foto SD N 1 Genuksuran	31
Gambar 4. 6 Hasil Pemeriksaan bangunan Sd N 1 Genuksuran	32
Gambar 4. 7 Hasil Akhir bangunan sekolah dasar	35

ABSTRAK

Bencana yang sering dijumpai di Indonesia adalah gempa bumi. Sehingga perlu diperhatikan dalam merencanakan dan mendesain struktur bangunan tahan gempa. Bangunan sekolah diharapkan mempunyai sistem sekolah siaga bencana yaitu mitigasi bencana terhadap gempa bumi, untuk mengetahui pemeriksaan bangunan terhadap bencana peneliti menggunakan peraturan pemeriksaan yaitu Fema 154, Peraturan dari Departemen Pekerjaan Umum (DPU), dan Peraturan dari *World Seismic Safety Initiative*. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi sekolah siaga bencana (SSB). Metode yang digunakan ada 3 yaitu Fema 154, Peraturan dari Departemen Pekerjaan Umum (DPU), dan Peraturan dari *World Seismic Safety Initiative*. Hasil penelitian pada pemeriksaan bangunan menggunakan pedoman FEMA 154 masih aman dikarenakan didapat hasil 71,11%, menggunakan metode *World Seismic Safety Initiative* menjelaskan bangunan sekolah yang diteliti nilai hasil akhir ialah dibawah 30%, yang artinya kerusakan yang terjadi pada bangunan sekolah masih dikatakan kerusakan ringan, dan hasil evaluasi menggunakan metode Departemen Pekerja Umum (DPU) didapat hasil bangunan sekolah masih aman, kerusakan yang sering terjadi adalah pada plafon dan kolom dan ring balok, rata-rata kerusakan pada tiga (3) bangunan sekolah adalah diatas 80% dengan kategori 100%: tidak ada kerusakan; 80%-100%: kerusakan ringan; 60%-80%: kerusakan sedang; <60%: kerusakan berat.

Kata Kunci: Maksimal 5 Kata Kunci

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana yang sering dijumpai di Indonesia adalah gempa bumi, pergerakan lempeng bumi yang sering tidak stabil mengakibatkan tanah bergerak dan bergetar, getaran tersebut mengakibatkan tanah yang berada dipermukaan lempeng ikut bergetar, disaat itulah terjadi gempa bumi yang berbahaya bagi manusia yang tinggal diatas permukaan lempeng, karena goncangan atau Bergeraknya lempeng bumi yang tidak stabil menyebabkan keruntuhan bangunan, jika keruntuhan bangunan tersebut mengenai manusia akan menimbulkan kematian yang tinggal didalam bangunan tersebut. Sehingga perlu diperhatikan dalam merencanakan dan mendesain struktur bangunan tahan gempa, agar dikemudian hari saat terjadi bencana gempa bumi akan meminimalisir korban akibat keruntuhan bangunan atau struktur bangunan.

Perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa sangat penting di Indonesia. Mengingat lokasi negara Indonesia yang di keliling oleh lempeng tektonik dunia. Trend baru perencanaan bangunan tahan gempa saat ini adalah perencanaan berbasis kinerja (*Performance-Based Design*). Konsep perencanaan berbasis kinerja merupakan kombinasi dari aspek tahanan dan aspek kelayakan. Konsep ini mengadopsi perpindahan struktur sebagai pendekatan. Selain itu banyak standar yang dapat dijadikan acuan dalam membuat perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa. Salah satu contohnya adalah FEMA (*Federal Emergency Management Agency*) (Irfan & Setiawan, 2023).

Salah satu daerah yang berada di lempengan bumi tersebut adalah daerah Kabupaten Grobogan, letak geografis Kabupaten Gobogan terletak di antara 110° 15' BT - 111° 25' BT dan 7° LS - 7° 30' LS. Secara administratif Kabupaten Grobogan terdiri dari 19 (sembilan belas) Kecamatan dan 280 Desa/Kelurahan dengan Ibukota berada di Purwodadi. Berdasarkan hasil Evaluasi Penggunaan Tanah (EPT) tahun 1983 Kabupaten Grobogan mempunyai luas 1.975,86 Km dan merupakan kabupaten terluas nomor 2 di Jawa Tengah setelah Kabupaten Cilacap.

Jarak dari utara ke selatan +37 Km dan jarak dari barat ke timur +83 Km. Wilayah ini memang tidak sering terjadi gempa akan tetapi kita perlu mengevaluasi infrastruktur umum. Beberapa kali dalam tahun 2024 di Kabupaten Grobogan merasakan getaran cukup kuat akibat dari gempa yang pusatnya di Kabupaten Tuban. Bangunan seharusnya memiliki sistem ketahanan akibat getaran dari gempa bumi. Karena mengapa? Bangunan menjadi salah satu infrastruktur yang digunakan oleh manusia untuk beraktifitas. Beberapa contoh bangunan yang digunakan untuk beraktifitas, khususnya digunakan oleh banyak orang adalah Rumah Sakit, Sekolah, Pasar, Mall, Kantor, dsb. Sekolah menjadi salah satu infrastruktur yang sangat krusial karena digunakan anak-anak dalam kegiatan belajar mengajar.

Bangunan sekolah diharapkan mempunyai sistem sekolah siaga bencana yaitu mitigasi bencana terhadap bencana, untuk mengetahui pemeriksaan bangunan terhadap bencana peneliti menggunakan peraturan pemeriksaan yaitu Fema 154, Peraturan dari Departemen Pekerjaan Umum (DPU), dan Peraturan dari *World Seismic Safety Initiative*. Harapan dari penelitian ini yaitu untuk memberi pemahaman dan pengetahuan pengguna bangunan untuk lebih mewaspadaikan akan bahaya bencana gempa bumi yang terjadi di wilayah Kabupaten Grobogan dan sekitarnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu:

1. Bagaimana hasil dari analisis bangunan sekolah dasar di Purwodadi menggunakan metode RVS berdasarkan Fema 154?
2. Bagaimana hasil dari analisis pemeriksaan bangunan sekolah dasar menggunakan Departemen Pekerjaan Umum (DPU)?
3. Bagaimana hasil dari analisis panduan pemeriksaan bangunan sekolah dasar menurut *World Seismic Safety Initiative (WSSI)*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kerentanan bangunan sekolah dasar di kabupaten Grobogan,

dilihat dari sisi analisis beberapa metode yaitu metode RVS Fema 154, Departemen Pekerja Umum (DPU), dan *World Seismic Safety Initiative (WSSI)*.

1.4 Manfaat Penelitian

Sebagai bahan acuan dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya dalam ilmu struktur teknik gempa dan dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk penelitian yang akan datang. Serta memberikan gambaran dan tambahan pengetahuan tentang penggunaan Rapid Visual Screening (RVS) berdasarkan FEMA 154, Departemen Pekerja Umum (DPU), dan *World Seismic Safety Initiative (WSSI)*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Gempa Bumi

Gempa bumi merupakan gejala alamiah yang berupa gerakan guncangan atau getaran tanah yang ditimbulkan oleh adanya sumber-sumber getaran tanah akibat terjadinya patahan atau sesar akibat aktivitas tektonik, letusan gunungapi akibat aktivitas vulkanik, hantaman benda langit (misalnya meteor dan asteroid), dan/atau ledakan bom akibat ulah manusia (Badan Penanggulangan Bencana Daerah, 2022).

Bahaya gempa bumi adalah fenomena fisik yang diakibatkan oleh terjadinya gempa bumi. Bahaya gempa primer adalah fenomena yang terjadi secara langsung akibat gempa bumi: guncangan tanah, tanah longsor (dan aliran puing-puing), likuifaksi, pecahnya permukaan (dan retakan), dan penurunan/pengangkatan. Bahaya gempa bumi sekunder adalah bahaya yang disebabkan oleh bahaya primer, yang mencakup tsunami, *seiche*, banjir, kebakaran, dan gas tanah.

2.1.2 Sekolah Siaga Bencana

Dalam kamus Besar Bahasa Indonesia, kesiapsiagaan sebagai “keadaan siap siaga”. Berasal dari kata dasar “siap siaga”, yang berarti ‘siap untuk digunakan atau untuk bertindak’. Dalam Bahasa Inggris, padanan kata ‘kesiapsiagaan’ adalah *preparedness*. Sementara berdasarkan Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana kesiapsiagaan merupakan “serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengantisipasi bencana melalui pengorganisasian serta melalui langkah yang tepat guna dan berdaya guna”.

Sedangkan UN-OCHA memberikan penjelasan bahwa kesiapsiagaan merupakan aktivitas pra-bencana yang dilakukan dalam konteks manajemen risiko bencana dan berdasarkan analisa risiko yang baik. Hal ini mencakup pengembangan/ peningkatan keseluruhan strategi kesiapan, kebijakan, struktur institusional, peringatan dan kemampuan meramalkan, serta rencana yang

menentukan langkah-langkah yang dicocokkan untuk membantu komunitas yang berisiko menyelamatkan hidup dan aset mereka dengan cara waspada terhadap bencana dan melakukan tindakan yang tepat dalam mengatasi ancaman yang akan terjadi atau bencana sebenarnya (Ansori & Santoso, 2019).

2.1.3 Tujuan Sekolah Siaga Bencana

Menurut (Ansori & Santoso, 2019) pada dasarnya pembentukan Sekolah Siaga Bencana (SSB) bertujuan untuk membentuk budaya siaga dan budaya aman di sekolah, serta membangun ketahanan dalam menghadapi bencana oleh warga sekolah. Budaya siap siaga bencana ini merupakan syarat mutlak untuk mewujudkan terbangunnya sekolah siaga bencana itu sendiri. Budaya tersebut akan terbentuk apabila ada sistem yang mendukung, ada proses perencanaan, pengadaan, dan perawatan sarana-prasarana sekolah yang baik. Tujuan membangun Sekolah Siaga Bencana (SSB) adalah:

- a. Membangun budaya siaga dan budaya aman di sekolah dengan mengembangkan jejaring sesama para pemangku kepentingan di bidang penanganan bencana.
- b. Meningkatkan kapasitas institusi sekolah dan individu dalam mewujudkan tempat belajar yang lebih aman bagi siswa, guru, anggota komunitas sekolah serta komunitas di sekeliling sekolah.
- c. Menyebarkan dan mengembangkan pengetahuan kebencanaan ke masyarakat.

2.1.4 Kebencanaan dan Sekolah

Kebencanaan dan Sekolah Pada tahun 2006, sebuah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) dan UNESCO melakukan sebuah penelitian di tiga wilayah, yaitu kota Bengkulu, Kabupaten Aceh Besar, dan Kota Padang. Penelitian itu bertujuan untuk melihat tingkat kesiapsiagaan bencana di dalam sekolah, rumah tangga, dan komunitas. Dengan 5 parameter kesiapsiagaan sekolah (pengetahuan tentang bencana, kebijakan dan panduan, rencana tanggap darurat, sistem peringatan bencana, dan mobilisasi sumber daya) ditemukan bahwa ternyata tingkat

kesiapsiagaan di sekolah lebih rendah jika dibanding masyarakat serta aparat. Dari temuan tersebut, dapat lihat bahwa sekolah merupakan “ruang public” dengan tingkat kerentanan yang tinggi. Pengalaman gempa yang dialami Sumatera Barat menunjukkan betapa besarnya dampak kerusakan yang dialami sekolah, khususnya ruang kelas. Akibatnya, proses kegiatan belajar mengajar secara normal pun terhenti. Hampir di sebagian besar wilayah Indonesia, sarana dan prasarana yang ada di sekolah sangatlah rentan terhadap bencana. Selain infrastruktur bangunan sekolah, tak dapat dibayangkan apabila kejadian bencana terjadi pada jam-jam sekolah.

Gempa bumi yang terjadi di Sichuan, China pada tanggal 12 Mei 2008 memberikan gambaran besarnya dampak ketika bencana terjadi di jam sekolah. Gempa dengan berkekuatan 7,9 skala richter itu menewaskan 87.000 orang dengan sedikitnya 5.335 murid. Artinya, sekitar 6% korban tewas adalah anak-anak sekolah. Berdasar laporan dari media pemerintah Cina, lebih dari 7.000 bangunan sekolah runtuh dan menimbun para pelajar dan guru. Lebih ironisnya lagi, banyak bangunan di sekitar sekolah yang masih tegak. Para orangtua korban pun menuding telah terjadi korupsi dalam pembangunan gedung sekolah. Karena mutu material bangunan buruk, maka banyak gedung sekolah runtuh ketika terjadi gempa tersebut. Dari fakta di atas, maka pengupayaan kesiapsiagaan bencana di lingkungan sekolah menjadi agenda penting bersama yang merupakan upaya dan tanggung jawab dari warga sekolah dan para pemangku kepentingan sekolah.

Warga sekolah adalah semua orang yang berada dan terlibat dalam kegiatan belajar mengajar seperti murid, guru, tenaga pendidikan dan kepala sekolah. Pemangku kepentingan sekolah merupakan seluruh komponen masyarakat yang berkepentingan dengan sekolah, baik warga masyarakat maupun lembaga/institusi masyarakat sekitar sekolah. Sekolah merupakan basis dari komunitas anak-anak. Mereka merupakan pihak yang harus dilindungi dan secara bersamaan perlu ditingkatkan pengetahuannya tentang kebencanaannya. Sekolah adalah institusi yang sangat dipercaya masyarakat Indonesia untuk “menitipkan” anak-anaknya. Hal ini bias dilihat dari tingginya angka partisipasi kasar (APK) dan angka partisipasi murni (APM) di tingkat SD dan SMP. Selain itu, sekolah merupakan

wahana yang efektif dalam memberikan efek informasi, pengetahuan, dan keterampilan kepada masyarakat terdekatnya. Dengan demikian, kegiatan pendidikan kebencanaan di lingkungan sekolah menjadi strategi yang sangat efektif, dinamis, dan berkesinambungan dalam upaya penyebarluasan pendidikan kebencanaan. Upaya sistemik, terukur, dan implementatif dalam meningkatkan kemampuan warga sekolah, niscaya mampu mengurangi dampak risiko bencana di sekolah (Ansori & Santoso, 2019).

2.2 Rapid Visual Screening (RVS)

Menurut FEMA 154 (2002) mengartikan Rapid Visual Screening (RVS) adalah metode identifikasi suatu bangunan secara cepat tanpa harus menganalisa bangunan dengan menggunakan software. Untuk mengidentifikasi tingkat risiko suatu bangunan terhadap ancaman gempa bumi, bisa dilakukan Rapid Visual Screening (RVS) pada permulaannya. Kemudian hasil dari RVS bisa menentukan apakah gedung yang di evaluasi tersebut berisiko atau tidak.

Metode Rapid Visual Screening (RVS) adalah sebuah metode pengamatan secara cepat yang dikembangkan oleh FEMA untuk mengidentifikasi, menginventarisir suatu bangunan secara tampak yang berpotensi berbahaya secara seismic (Birawaputra & Tethool, 2019). Namun, RVS hanya dirancang untuk dilakukan dari luar bangunan, pemeriksaan bagian dalam tidak selalu memungkinkan, rincian yang berbahaya tidak akan selalu terlihat, dan seismic bangunan yang berbahaya tidak dapat diidentifikasi. Evaluasi Gedung terhadap risiko gempa dapat dilakukan dengan 2 tahap:

1. Rapid Visual Screening (FEMA 154). Apabila nilai yang didapat adalah lebih dari 2, maka gedung dinyatakan aman/tidak berisiko dan tidak perlu dilakukan cek lebih lanjut terhadap risiko gempa
2. Apabila Rapid Visual Screening (FEMA 154), ternyata menunjukkan score ≤ 2 , maka bangunan dinyatakan berisiko dan perlu dilakukan Evaluasi lebih rinci (FEMA 310, FEMA 356)

Kerusakan bangunan berdasarkan formulir dari FEMA 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 (FEMA 154, 2002).

Dalam mengetahui kerentanan pada bangunan harus dilakukan evaluasi dalam suatu gedung atau bangunan, salah satu yang direkomendasikan dalam melakukan evaluasi kerentanan bangunan adalah dengan metode dari FEMA 154. Hasil yang didapat dari evaluasi akan menjadi pedoman selanjutnya untuk mengetahui seberapa bahayanya kerentanan bangunan terhadap bencana gempa bumi, jika hasil evaluasi aman maka tidak perlu dilanjutkan penanganan selanjutnya, jika dari hasil evaluasi menunjukkan bahwa bangunan rentan terhadap gempa maka akan dilakukan tindakan evaluasi berikutnya yaitu dengan cara retrofitting, bracing dan bahkan diruntuhkan, langkah yang harus dilakukan yaitu dengan menggunakan metode dari FEMA 172, FEMA 310 dan FEMA 356.

Adapun komponen yang harus diperhatikan dalam mengevaluasi bangunan pada FEMA 154 adalah sebagai berikut:

1. Seismisitas Lokasi (Seismicity Region)

Seismicity Region terbagi menjadi tiga, yaitu Low, Medium, dan High. Untuk menentukannya, diperlukan Nilai Spectral Acceleration lokasi pada periode 0.2 dan 1 detik. Untuk wilayah Indonesia terdapat data SA periode 0.2 dan 1 detik pada SNI 03-1726-2002, atau bisa dibuat spektrum respon dari data PGA (Peak Ground Acceleration). Nilai SA 0,2 dan SA 1 detik tersebut kemudian dikalikan $2/3$. Selanjutnya bisa dipilih formulir evaluasi sesuai seismicity region. Untuk nilai Spektrum Respon bisa juga ditentukan dalam SNI 176-2012 berikut menentukan Spektral Respon (SR) 2012 adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan wilayah gempa dapat dilihat dari peta SNI 176-2012 atau melalui web yang bisa diakses di http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/ dan tentukan nilai

- b. Tentukan formulir pemeriksaan setelah didapat hasil perhitungan respon spektrum yang telah dihitung sebelumnya.

Tabel 2. 1 Seismik Lokal (FEMA 154, 2015)

Seismik lokal	Kecepatan Respon Spektral, SA (periode pendek atau 0,2 detik)	Kecepatan Respon Spektral, SA (periode panjang atau 1 detik)
Rendah (<i>Low</i>)	Kurang dari 0,167 g (arah horizontal)	Kurang dari 0,067 g (arah horizontal)
<i>Moderate</i>	lebih besar dari atau sama dengan 0.167 g tetapi kurang dari 0.500 g (arah horizontal)	lebih besar dari atau sama dengan 0.067 g tetapi kurang dari 0.200 g (arah horizontal)
Tinggi (<i>High</i>)	lebih besar dari atau sama dengan 0.500 g (arah horizontal)	lebih besar dari atau sama dengan 0.200 g (arah horizontal)

Catatan: g = kecepatan gravitasi

Sumber: (FEMA 154, 2015)

2. Jumlah Populasi

Jumlah populasi adalah jumlah penghuni yang berada didalam sebuah bangunan atau gedung jumlah tersebut diperlukan untuk menentukan Occupancy Soil (penghuni bangunan), yang nilainya akan dikomparasikan dengan jenis/fungsi bangunan, jumlah populasi dibagi menjadi beberapa jenis antara lain sebagai berikut:

- Bangunan umum, Occupancy load sebesar 10 sq.ft/orang.
- Bangunan komersial, Occupancy load 50-200 sq.ft/orang.
- Bangunan pelayanan darurat, Occupancy load 100 sq.ft/orang.
- Bangunan pemerintah, Occupancy load 100-200 sq.ft/orang,
- Bangunan bersejarah, tergantung jenis bangunan disekitarnya,
- Bangunan Industri, Occupancy load 200 sq.ft/orang, kecuali warehouse 500 sq.ft/orang.
- Bangunan perkantoran Occupancy load 100-200sq.ft/orang.
- Bangunan permukiman Occupancy load 100-300 sq.ft/orang.

i. Bangunan sekolah Occupancy load 50-100 sq.ft/orang.

3. Jenis/Tipe Tanah

Parameter jenis atau tipe tanah dalam formulir RVS terdapat 6 tipe jenis atau tipe yaitu antara lain sebagai berikut:

- a. A-Tanah Keras (Hard Rock), kecepatan rambatan gelombang geser $v_s > 5000$ ft/sec
- b. B-Bebatuan (Average Rock), nilai v_s antara 2500 sampai 5000 ft/sec
- c. C-Tanah Padat (Dense Soil), nilai v_s antara 1200 sampai 2500 ft/sec, atau standar jumlah pukulan $N > 50$, atau kekuatan geser undrained $s_u > 2000$ psf
- d. D- Tanah Kaku (Stiff Soil), nilai v_s antara 600 sampai 1200 ft/sec, atau standar perhitungan pukulan N antara 15 dan 50, atau kekuatan geser undrained, s_u antara 1000 sampai 2000 psf
- e. E-Tanah Lunak (Soft Soil), Lebih dari 100 ft dari tanah lunak dengan indeks plastisitas $PI > 20$, kadar air $w > 40\%$, dan $s_u < 500$ psf; atau tanah dengan $v_s \leq 600$ ft/sec
- f. F-Tanah Jelek (Poor Soil).

Untuk mengetahui tipe tanah ini diperlukan data penyelidikan tanah seperti SPT atau CPT. Tetapi jika data penyelidikan tanah sulit didapatkan maka bisa diambil asumsi tipe tanah E, sedangkan jika untuk bangunan 1-2 lantai atau ketinggian dari tanah ke atap kurang dari 25 ft, bisa diambil asumsi tipe tanah D.

4. Elemen struktural yang berbahaya jatuh (Falling Hazard)

Falling Hazard bisa berupa cerobong asap, dinding-dinding pembatas yang mudah jatuh, hiasan-hiasan yang berat dan terletak di atas, dan sebagainya:

5. Jenis/Tipe Bangunan Ada 15 tipe bangunan:

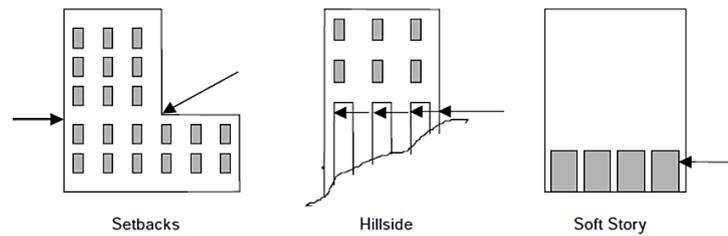
- a. Perumahan dan bangunan komersial dengan rangka dari kayu lebih kecil dari atau sama dengan 5,000 meter persegi (W1).
- b. Bangunan rangka dari kayu lebih besar dari 5,000 meter persegi (W2).
- c. Bangunan rangka baja tahan gempa (S1).
- d. Bangunan rangka baja terikat (S2).
- e. Bangunan dengan logam ringan (S3).
- f. Bangunan rangka baja dengan tembok yang dicor (S4).
- g. Bangunan rangka baja dengan tembok batu bata (S5).
- h. Bangunan rangka beton tahan gempa (C1).
- i. Bangunan rangka beton dinding geser (C2).
- j. Bangunan rangka beton dengan tembok batu bata (C3).
- k. Bangunan tembok yang sudah dibuat sebelumnya (PC1).
- l. Bangunan kerangka beton yang sudah di buat pabrik (PC2).
- m. Bangunan rangka tembok batu bata rangka besi dengan lantai yang fleksibel dan atap rongga (RM1).
- n. Bangunan rangka tembok batu bata rangka besi dengan lantai yang kaku dan atap rongga (RM2).
- o. Bangunan tembok batu bata tanpa rangka (URM).

6. Jumlah Lantai

Jumlah lantai diukur dari bagian bangunan paling bawah yang menyentuh tanah hingga atap.

7. *Vertical Irregularity*

Vertical Irregularity adalah kenampakan secara vertikal yang tidak reguler, seperti adanya setbacks, hillside, dan soft story.



Gambar 2. 1 Bentuk bangunan Vertical Irregularity (FEMA 154, 2002)

8. Plan Irregularity

Plan Irregularity yaitu bentuk denah yang tidak reguler.

2.3. Pemeriksaan Bangunan Menurut World Seismic Safety Initiative (Pemeriksaan bangunan pasca gempa)

Menurut Boen (2007) dalam jurnalnya yang berjudul “Kajian Cara Cepat Keamanan Bangunan Tembok Sederhana Satu atau Dua Lantai yang Rusak akibat Gempa dan Kajian Risiko Komponen Non-Struktur (Komponen Operasional dan Fungsional) menjelaskan tentang tingkat kerusakan bangunan dibagi menjadi 4 bagian yaitu:

T : Tidak ada kerusakan berarti

R : Ringan (kerusakan komponen struktur hanya memerlukan perbaikan kosmetik dan komponen non-struktur perlu dipulihkan)

S : Sedang (kerusakan struktur dapat diperbaiki)

B : Berat (kerusakan sedemikian luasnya sehingga kalau akan diperbaiki, banyak yang harus dibongkar dan diganti)

Keterangan tingkat kerusakan pemeriksaan bangunan:

1. Retak rambut pada beton (kurang dari 0.2 mm) atau retak tidak terlihat mengindikasikan kerusakan yang tidak berarti.
2. Umumnya, retak pada komponen beton dengan lebar sampai dengan 2 mm tidak dianggap sebagai sesuatu yang berbahaya (dan mengindikasikan kerusakan yang ringan).
3. Retak pada komponen beton dengan lebar sampai dengan 5 mm mengindikasikan kerusakan yang sedang.

4. Retak dalam komponen beton dengan lebar lebih besar dari 5 mm mengindikasikan kerusakan yang berat (dengan pengurangan kekuatan yang berarti).
5. Tertekuknya tulangan pada komponen beton mengindikasikan terjadinya kerusakan yang berat, dengan tidak memperhatikan lebar retak beton,
6. Retak-retak atau robohnya partisi tidak menyatakan kerusakan struktur yang berarti.

Dengan nilai tingkat kerusakan komponen kesetaraannya bisa di bandingkan dengan nilai T (Tidak) Tidak ada kerusakan : 100, R (Ringan) Kerusakan sedikit: 80, S (Sedang) Kerusakan sedang: 60, B (Berat) Kerusakan banyak : 40.

a. Komponen Vertikal

Komponen vertikal menjelaskan tentang perhitungan kerusakan bangunan struktur yang berdiri secara vertikal seperti, kolom, Sambungan Balok-Kolom, Dinding retak diagonal, Dinding retak dibatas kolom dan dinding, Dinding Roboh, Dinding Partisi. Dalam perhitungan kerusakan tersebut didapat rumus:

- Tidak Ada Kerusakan (T: 100)

Nilai (jumlah×100) = (b) ×100

Keterangan:

(b): Jumlah komponen yang ada

100: Nilai Perbandingan tingkat kerusakan

- Kerusakan Sedikit/ Ringan (R: 80)

Nilai (jumlah×80) = (d) × 80

Keterangan:

(d): Jumlah komponen yang ada

80: Nilai Perbandingan tingkat kerusakan

- Kerusakan Sedang (S: 60)

Nilai (jumlah×60) = (f) ×60

Keterangan:

(f): Jumlah komponen yang ada

60: Nilai Perbandingan tingkat kerusakan

d.Kerusakan Berat (B: 40)

Nilai (jumlah×40) = (h) ×40 3.4

Ketetangan:

(h): Jumlah komponen yang ada

Tingkat kerentanan komponen vertikal masuk dalam perhitungan risiko bahaya bencana gempa bumi, tingkat kerentanan risiko dirumuskan sebagai berikut:

Risiko = (Total Nilai Rata-rata/ N) Keterangan :

N= didapat jika tidak ada dinding roboh da dinding partisi maka N= 4, jika ada dinding partisi, tapi tidak rusak, N= 6, jika semua komponen vertikal ada, maka N= 6.

Nilai = T: 100, R: 80-100, S: 60-79, B: < 60

b. Komponen Horizontal

Komponen Horizontal menjelaskan tentang kerusakan komponen struktur horizontal seperti Balok, Pelat dan Rangka Atap, dalam perhitungan komponen kerusakan secara horizontal adalah sebagai berikut:

- Tidak Ada Kerusakan (T: 100)

Nilai (jumlah×100) = (b) ×100

Ketetangan:

(b): Jumlah komponen yang ada

100: Nilai Perbandingan tingkat kerusakan

- Kerusakan Sedikit/ Ringan (R: 80)

Nilai (jumlah×80) = (d) ×80

Ketetangan:

(d): Jumlah komponen yang ada

80: Nilai Perbandingan tingkat kerusakan

- Kerusakan Sedang (S: 60)

Nilai (jumlah×60) = (f) ×60

Ketetangan:

(f): Jumlah komponen yang ada

60: Nilai Perbandingan tingkat kerusakan

- Kerusakan Berat (B: 40)

Nilai (jumlah×40) = (h) ×40

3.11

Ketetangan:

(h): Jumlah komponen yang ada

40: Nilai Perbandingan tingkat kerusakan

- Jumlah Total (T,R,S,B)

Jumlah Total : (b)+(d)+(f)+(h)

- Nilai Total (T,R,S,B)
- Nilai Rata-rata

Nilai Total : (c)+(e)+(g)+(i)

Nilai Rata-rata : k

Tingkat kerentanan komponen horizontal masuk dalam perhitungan risiko bahaya bencana gempa bumi, tingkat kerentanan risiko dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Risiko} = (\text{Total Nilai Rata-rata} / N)$$

N= didapat dari semisal bangunan satu lantai dengan balok dan rangka kuda-kuda kayu, maka N= 2

$$\text{Nilai} = T: 100, R: 80-100, S: 60-79, B: < 60$$

2.4.Paduan Pemeriksaan Bangunan Menurut Departemen Pekerja Umum (DPU)

Secara umum bangunan gedung terdiri dari tiga komponen utama, yaitu; komponen non-struktur, komponen struktur dan komponen arsitektur. Kerusakan pada struktur bangunan disebabkan berbagai faktor. Kondisi tanah, misalnya, sangat mempengaruhi kerusakan pada bangunan. Karakteristik guncangan gempa akan dipengaruhi oleh jenis lapisan tanah yang mendukung bangunan. Faktor lain penyebab kerusakan struktur bangunan adalah kualitas bahan dan cara pengerjaan

konstruksinya, kerusakan bangunan juga bisa disebabkan oleh faktor alam yaitu seperti bencana gempa bumi, tsunami tanah longsor, tanah bergerak dan lain sebagainya. Kerusakan bangunan juga terjadi akibat hal lain misalnya terjadi kebakaran bangunan dan kerusakan yang diakibatkan oleh banjir.

Tabel 2. 2 Jenis kerusakan bangunan (DPU, 2000)

Skala	Jenis Kerusakan	Kerusakan yang terjadi	Tindakan yang dianjurkan
0	Tidak rusak	Tidak ada yang rusak	Tidak memerlukan tindakan
I	Non-Struktur rusak ringan	Dinding retak halus, terdapat kerusakan di plesteran dinding	Bangunan tidak perlu dikosongkan, hanya perlu perbaikan di beberapa kerusakan yang terjadi
II	Struktur rusak ringan	Dinding retak kecil, plesteran rusak, plafon dan lisplank rusak, kemampuan struktur untuk memikul beban sedikit berkurang.	Bangunan tidak perlu dikosongkan, perlu tindakan perbaikan struktur yang rusak.
III	Struktur rusak ringan	Dinding rusak besar dan meluas, retakan juga terjadi di dinding pemikul beban, kolom dan balok, kemampuan struktur untuk memikul beban berkurang.	Bangunan harus dikosongkan, perlu tindakan perbaikan dan penguatan struktur sebelum dihuni kembali.
IV	Struktur rusak berat	Dinding pemikul beban terbelah dan runtuh, kegagalan unsur-unsur pengikat berakibat pada terpisahnya komponen struktur untuk memikul beban berkurang	Bangunan harus dikosongkan dan perlu penguatan struktur bangunan sebelum dihuni.
V	Runtuh	Sebagian atau seluruh bangunan runtuh	Bersihkan lokasi dan perlu dibangun kembali.

2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan rangkuman dari penelitian-penelitian yang telah dipublikasikan dengan tema yang sama dengan penelitian ini. Dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini.

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Metode Penelitian	Variabel atau Instrumen	Hasil Penelitian
1	(Dwi Astuti et al., 2016)	Metode Rapid Visual Screening yang digunakan adalah Rapid Visual Screening FEMA 154.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifikasi bangunan 2. Foto 3. Sketsa 4. Jenis tanah 5. Peruntukan bangunan 	<p>Evaluasi secara cepat dilakukan dengan Rapid Visual Screening (RVS) berdasarkan FEMA (Federal Emergency Management Agency) 154</p> <p>Yang dikembangkan di Amerika Serikat. Proses skrening yang dilakukan di Rusunawa Cilacap mendapatkan skor akhir 0,7 Skor Akhir 0,7 berarti ada peluang 1 dari 100,7, atau 1 dari 5 bangunan akan runtuh jika gempa tersebut terjadi. Data base tentang bangunan diperlukan untuk memudahkan rencana dan tahapan rehabilitasi bangunan.</p>
2	(Partuti & Umyati, 2019)	Kuisisioner	Pemahaman terkait bencana gempa bumi	<p>Berdasarkan hasil pengisian kuesioner sebelum dan setelah penyuluhan/sosialisasi tentang bencana alam, khususnya gempa bumi dan tsunami, maka dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penyuluhan kepada siswa kelas VI di Sekolah Dasar Negeri Serang 11, Kota Serang, Propinsi</p>

				Banten, maka siswa telah mengetahui tentang jenis-jenis bencana alam dan cara menyelamatkan diri saat terjadi bencana. Hal ini terlihat dari rata-rata persentase siswa menjawab benar saat pre-test adalah 44,4% dan hasil post-test menunjukkan rata-rata persentase siswa menjawab benar menjadi 79,4%.
3	(Muhammad Alif et al., 2021)	Skoring dan pembobotan	Data Citra Satelit	Tujuh kejadian gerakan tanah pada lokasi dengan kelas potensi rendah terkait dengan gempa bumi di Lampung Barat berdasarkan data kemiringan lereng, curah hujan, jenis batuan, dan tutupan lahan. Jumlah kejadian gerakan tanah yang terkait gempa bumi adalah 24% dari gerakan tanah yang terjadi di Lampung Barat dari 2015 hingga 2019. Hal ini menunjukkan pentingnya menggunakan parameter lain seperti gempa bumi sebagai faktor pemicu kejadian gerakan tanah. Satu gempa bumi yang terkait memiliki magnitudo di atas 6 dan diikuti dua kejadian gerakan tanah. Gempa bumi

				dengan magnitudo di atas 4 dengan kedalaman hingga 57,6 km dapat memicu gerakan tanah terutama di wilayah dengan radius 50 km dari sesar. Masyarakat wajib siap siaga dengan kejadian gerakan tanah setelah terjadinya gempa bumi meskipun berada pada kemiringan lereng yang rendah dan tutupan lahan berupa hutan.
4	(Manalu & Elon, 2019)	<i>Quasi Eksperimental Design</i>	Data responden	Keterampilan kesiagaan mahasiswa terhadap bencana gempa bumi saat sebelum dilakukan pendekatan drilling adalah dalam kategori rendah (40,5%), dalam kategori baik (92,48%).
5	(Hartono et al., 2021)	pendekatan kuantitatif deskriptif	Data penelitian ini adalah data sekunder yang berupa desk relawan BNPB (BNPB, 2021a), laporan situasi terkini BNPB (BNPB, 2021b) dan data kependudukan dan catatan sipil.	Sulawesi Barat berada didaerah rawan bencana gempa bumi dan tsunami, oleh karena itu diperlukan serangkaian upaya mitigasi untuk mengurangi risiko bencana yang kemungkinan terjadi dimasa yang akan datang. Selain itu, budaya hidup harmoni dengan bencana harus ditanamkan kepada masyarakat melalui kearifan lokal yang ada di daerah. Langkah ini perlu

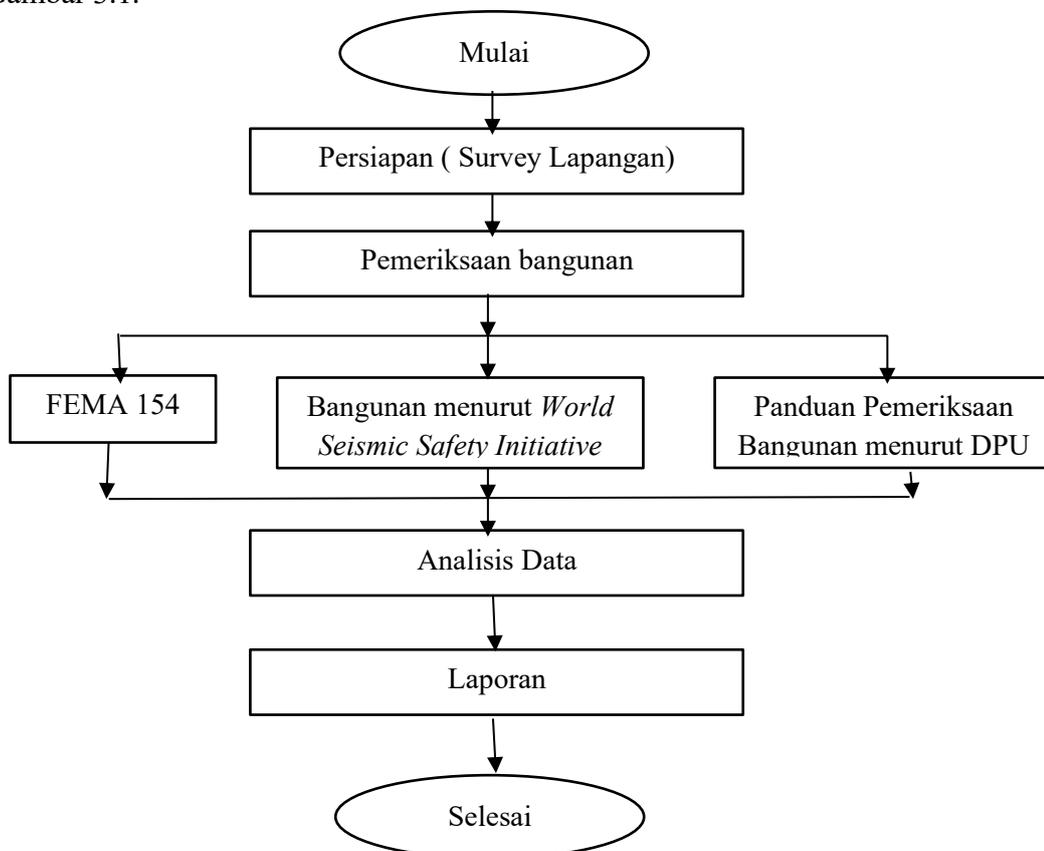
				dipersiapkan agar kerugian materi dan non-materi bisa diminimalkan.
--	--	--	--	--

Sumber: Hasil Penelitian, 2024.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada 3 titik evaluasi yaitu Gedung Sekolah Dasar Negeri 16 Purwodadi, Gedung Sekolah Dasar Negeri 12 Purwodadi, dan Gedung Sekolah Dasar Negeri 1 Genuksuran. Dalam penelitian ini pengolahan data menggunakan formulir yang telah disediakan pada Metode Fema 154, Departemen Pekerja Umum (DPU), Dan *World Seismic Safety Initiative (WSSI)*. Tahapan pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah survei lapangan. Setelah data terkumpul barulah mensimulasikan data dengan metode FEMA P-154, Departemen Pekerja Umum (DPU), Dan *World Seismic Safety Initiative (WSSI)*, pada tahap ini barulah kita dapat menentukan hasil *scoring* atau nilai yang merupakan tahap akhir dari penelitian ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam bagan alir penelitian pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1. Bagan Alir Penelitian

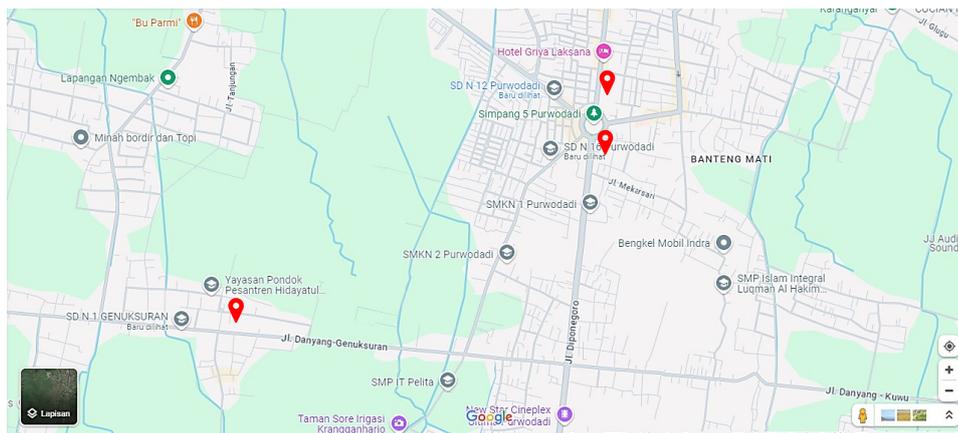
3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di daerah Kabupaten Grobogan Kecamatan Purwodadi yaitu di 3 (tiga) bangunan sekolah dasar, SD N 16 Purwodadi, SD N 12 Purwodadi, dan SD N 1 Genuksuran.

Tabel 3. 1. Lokasi Penelitian

No.	Tempat	Koordinat
1.	SD N 16 Purwodadi	7° 6' 0.175" LS dan 110° 54' 38.173" BT
2.	SD N 12 Purwodadi	7° 5' 47.732" LS dan 110° 54' 38.769" BT
3.	SD N 1 Genuksuran	7° 6' 35.385" LS dan 110° 53' 22.362" BT

Sumber: Peneliti, 2024



Gambar 3. 2. Lokasi Penelitian (pin merah dalam *Google Maps*)
Sumber: *Google Maps*, 2024

3.3 Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan dengan cara menggunakan pendekatan komparatif melalui observasi bangunan sekolah dasar dengan merujuk peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI), FEMA 154, Panduan Pemeriksaan Bangunan menurut World Seismic Safety initiative (WSSI), Peraturan Pemeriksaan Bangunan menurut Departemen Pekerjaan Umum (DPU). dengan mempersiapkan berbagai bahan penelitian serta peralatan penelitian untuk mengobservasi bangunan sekolah dasar.

1. Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data yang diperoleh dengan cara observasi pemeriksaan di ketiga bangunan sekolah dasar di Kabupaten Grobogan, Kecamatan Purwodadi.

b. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari penelitian dokumen-dokumen perusahaan terkait serta data-data pendukung mengenai gambaran umum bangunan sekolah dasar, selain itu data sekunder didapat dari jurnal - jurnal yang meneliti analisis perbandingan peraturan kebencanaan gempa bumi terhadap bangunan sekolah.

2. Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini diperoleh dengan:

- a. Mengumpulkan data secara observasi, dokumentasi dan wawancara,
- b. Menganalisis peraturan yang ada untuk menjadikan bahan penelitian,
- c. Melakukan analisis data dengan cara pendekatan

3.4 Analisis Data

Metode Analisis data penelitian ini menggunakan cara univariat, dengan cara membandingkan Peraturan-peraturan yang ada seperti FEMA 154, Panduan Pemeriksaan Bangunan menurut World Seismic Safety initiative (WSSI), Peraturan Pemeriksaan Bangunan menurut Departemen Pekerjaan Umum (DPU). Tentang pemeriksaan bangunan sekolah terhadap bencana gempa bumi.

1. Pemeriksaan Menurut FEMA 154
2. Pemeriksaan bangunan menurut *World Seismic Safety Initiative*
3. Pemeriksaan bangunan menurut Departemen Pekerjaan Umum (DPU)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian dan Komparasi Paduan Peraturan Pemeriksaan Kebencanaan

Hasil Penelitian dan studi Komparasi Panduan Peraturan Pemeriksaan Kebencanaan di Wilayah Kecamatan Purwodadi adalah sebagai berikut:

1. Sekolah SD N 16 Purwodadi

a. Menurut FEMA 154 atau Rapid Visual Screening (RVS)

Dari hasil pemeriksaan bangunan sekolah di SDN 16 Purwodadi dengan jumlah pengguna Guru = 18 orang, dan orang murid = 498 orang (terdiri dari siswa laki-laki 244 orang dan siswi perempuan 254 orang), pada tipe bangunan, bangunan dinyatakan dalam tipe C1 yaitu bangunan rangka beton tahan gempa, hal ini diperlukan untuk pedoman menentukan basic score yang nilainya 3,0. Untuk pemilihan tipe tanah (Soil Type) dipilih tipe D (Soil Type D) dengan pengambilan asumsi tipe tanah yaitu senilai -1,0, sehingga didapat Final Score 3,2 atau $71,11\% > 44,44\%$. Ini membuktikan bahwa bangunan sekolah dikategorikan Aman.



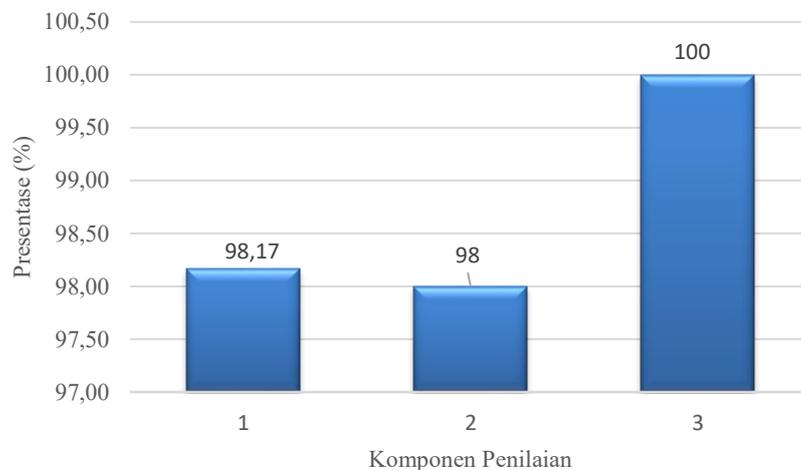
Gambar 4. 1 Foto SD N 16 Purwodadi

b. Panduan Peraturan Pemeriksaan oleh *World Seismic Safety Initiative* (Boen, 2007)

Hasil penilaian bangunan SD N 16 Purwodadi diperoleh nilai komponen dinding retak diagonal sebesar 96% dan komponen sambungan balok kolom sebesar 98% dan dinding retak dibatas kolom dan dinding yang nilainya sama sebesar 95%. dikarenakan kerusakan yang terjadi ialah retakan.

Tabel 4. 1 Hasil evaluasi tingkat kerusakan komponen bangunan berdasarkan *World Seismic Safety Initiative* SDN 16 Purwodadi

Komponen	Nilai Rata-Rata (%)
1. Vertikal	
1.1 Kolom	100
1.2 Sambungan Balok Kolom	98
1.3 Dinding Retak Diagonal	96
1.4 Dinding Retak Dibatas Kolom dan Dinding	95
1.5 Dinding Roboh	100
1.6 Dinding Partisi	100
2. Horizontal	
2.1 Balok	100
2.2 Pelat	94
2.3 Rangka Atap	100
3. Pondasi	
3.1 Pondasi Batu Kali	
3.2 Balok Pondasi	100
3.3 Pondasi Tapak Beton	100



Gambar 4. 2 Hasil Pemeriksaan bangunan SD N 16 Purwodadi

c. Penilaian menggunakan standar Departemen Pekerjaan Umum (DPU)

Penilaian ini berdasarkan menghitung tingkat kerusakan komponen bangunan berupa komponen Struktur Atas dan Struktur Bawah maupun Non-Struktur di SDN 16 Purwodadi. Hasil analisis kerusakan komponen bangunan sekolah SDN 16 Purwodadi bisa dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 4. 2 Hasil analisis kerusakan komponen bangunan sekolah SDN 16 Purwodadi

No	Komponen	Sub Komponen	Hasil (%)
1	Atap	a. Penutup Atap	0
		b. Talang+Lisplang	0
		c. Rangka Atap	0
	Bobot Komponen (%) =		0
2	Plafon	a. Rangka Plafon	0
		b. Penutup Plafon	0
		c. Cat Plafon	0
	Bobot Komponen (%) =		0
3	Dinding	a. Kolom+ring balk	0
		b. Pasangan bata	0
		c. Cat dinding	0,35
	Bobot Komponen (%) =		0,35

4	Pintu-Jendela	a. Kusen	0
		b. Daun pintu	0
		c. Daun jendela	0
Bobot Komponen (%) =			0
5	Lantai	a. Penutup lantai	0
		b. Struktur bawah lantai	0
Bobot Komponen (%) =			0
6	Pondasi	a. Sloof	0
		b. Pondasi	0
Bobot Komponen (%) =			0
7	Utilitas	a. Instalasi listrik	0
		b. Instalasi air	0
Bobot Komponen (%) =			0
Total Bobot Komponen (%) =			0,35

Catatan :

Rusak ringan : s/d 30% Rusak berat : s/d 60%

Rusak sedang : s/d 45% Rusak total : s/d 100%

Dari hasil pemeriksaan dan penelitian di bangunan SDN 16 Purwodadi terdapat kerusakan pada dinding cat sebesar 0,35%, sedangkan untuk komponen lainnya tidak terdapat kerusakan.

2. Sekolah SD N 12 Purwodadi

a. Menurut FEMA 154 atau Rapid Visual Screening (RVS)

Dari hasil pemeriksaan bangunan sekolah di SDN 12 Purwodadi dengan jumlah pengguna Guru = 20 orang, dan orang murid = 570 orang (terdiri dari siswa laki-laki 290 orang dan siswi perempuan 280 orang), pada tipe bangunan, bangunan dinyatakan dalam tipe C1 yaitu bangunan rangka beton tahan gempa, hal ini diperlukan untuk pedoman menentukan basic score yang nilainya 3,0. Pada bangunan ini tahun berdiri sekolah adalah 1985. Untuk pemilihan tipe tanah (Soil Type) dipilih tipe D (Soil Type D) dengan pengambilan asumsi tipe tanah yaitu senilai -1,0, sehingga didapat Final Score 3,2 atau 71,11% > 44,44%. Ini membuktikan bahwa bangunan sekolah dikategorikan Aman.



Gambar 4. 3 Foto SD N 12 Purwodadi

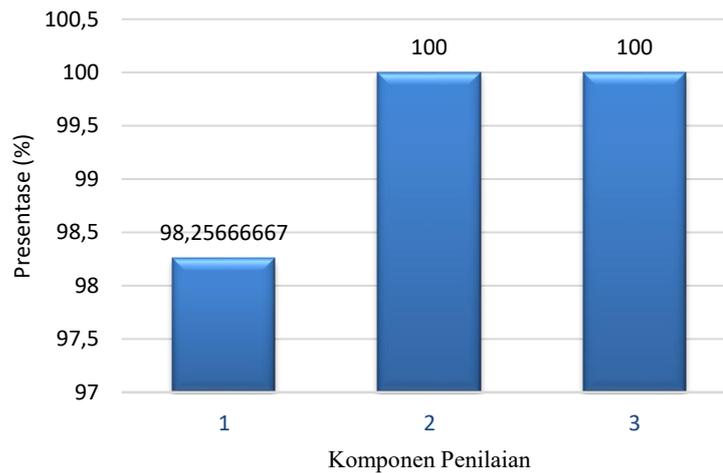
b. Panduan Peraturan Pemeriksaan oleh *World Seismic Safety Initiative* (Boen, 2007)

Hasil penilaian bangunan SD N 162 Purwodadi diperoleh nilai komponen dinding retak diagonal sebesar 94,7% dan dinding retak dibatas kolom dan dinding yang nilainya sama sebesar 94,84%. dikarenakan kerusakan yang terjadi ialah retakan.

Tabel 4. 3 Hasil evaluasi tingkat kerusakan komponen bangunan berdasarkan *World Seismic Safety Initiative* SD N 12 Purwodadi

Komponen	Nilai Rata-Rata (%)
1. Vertikal	
1.1 Kolom	100
1.2 Sambungan Balok Kolom	100
1.3 Dinding Retak Diagonal	94,7
1.4 Dinding Retak Dibatas Kolom dan Dinding	94,84
1.5 Dinding Roboh	100
1.6 Dinding Partisi	100
2. Horizontal	
2.1 Balok	100
2.2 Pelat	100
2.3 Rangka Atap	100

3. Pondasi	
3.1 Pondasi Batu Kali	100
3.2 Balok Pondasi	100
3.3 Pondasi Tapak Beton	



Gambar 4. 4 Hasil Pemeriksaan bangunan SD N 12 Purwodadi

c. Penilaian menggunakan standar Departemen Pekerjaan Umum (DPU)

Penilaian ini berdasarkan menghitung tingkat kerusakan komponen bangunan berupa komponen Struktur Atas dan Struktur Bawah maupun Non-Struktur di SDN 12 Purwodadi. Hasil analisis kerusakan komponen bangunan sekolah SDN 12 Purwodadi bisa dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 4. 4 Hasil analisis kerusakan komponen bangunan sekolah SDN 12 Purwodadi

No	Komponen	Sub Komponen	Hasil (%)
1	Atap	d. Penutup Atap	0
		e. Talang+Lisplang	0
		f. Rangka Atap	0
	Bobot Komponen (%) =		0

2	Plafon	d. Rangka Plafon	0
		e. Penutup Plafon	0
		f. Cat Plafon	0
Bobot Komponen (%) =			0
3	Dinding	d. Kolom+ring balk	0
		e. Pasangan bata	0
		f. Cat dinding	0,50
Bobot Komponen (%) =			0,50
4	Pintu-Jendela	d. Kusen	0,10
		e. Daun pintu	0
		f. Daun jendela	0,20
Bobot Komponen (%) =			0,30
5	Lantai	c. Penutup lantai	0
		d. Struktur bawah lantai	0
Bobot Komponen (%) =			0
6	Pondasi	c. Sloof	0
		d. Pondasi	0
Bobot Komponen (%) =			0
7	Utilitas	c. Instalasi listrik	0
		d. Instalasi air	0
Bobot Komponen (%) =			0
Total Bobot Komponen (%) =			0,80

Catatan :

Rusak ringan : s/d 30% Rusak berat : s/d 60%
Rusak sedang : s/d 45% Rusak total : s/d 100%

Dari hasil pemeriksaan dan penelitian di bangunan SDN 12 Purwodadi terdapat kerusakan cat dinding sebesar 0,80%, sedangkan untuk komponen lainnya tidak terdapat kerusakan.

3. SD N 1 Genuksuran

a. Menurut FEMA 154 atau Rapid Visual Screening (RVS)

Dari hasil pemeriksaan bangunan sekolah di SD N 1 Genuksuran dengan jumlah pengguna Guru = 10 orang, dan orang murid = 159 orang (terdiri dari siswa laki-laki 85 orang dan siswi perempuan 74 orang), pada tipe bangunan, bangunan dinyatakan dalam tipe C1 yaitu bangunan rangka beton tahan gempa, hal ini diperlukan untuk pedoman menentukan basic score yang nilainya 3,0. Untuk pemilihan tipe tanah (Soil Type) dipilih tipe D (Soil Type D) dengan pengambilan asumsi tipe tanah yaitu senilai

-1,0, sehingga didapat Final Score 3,2 atau 71,11% > 44,44%. Ini membuktikan bahwa bangunan sekolah dikategorikan Aman.



Gambar 4. 5 Foto SD N 1 Genuksuran

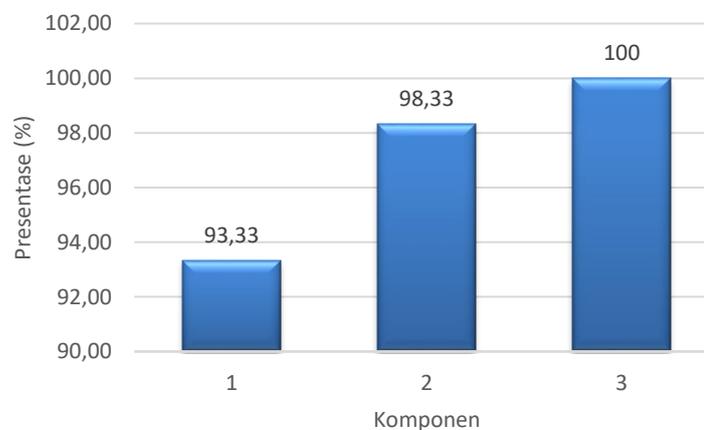
b. Panduan Peraturan Pemeriksaan oleh *World Seismic Safety Initiative* (Boen, 2007)

Hasil penilaian bangunan SD N 1 Genuksuran diperoleh nilai komponen dinding retak diagonal sebesar 90% dan komponen sambungan balok kolom sebesar 85% dan dinding retak dibatas kolom dan dinding yang nilainya sama sebesar 90%. dikarenakan kerusakan yang terjadi ialah retakan.

Tabel 4. 5 Hasil evaluasi tingkat kerusakan komponen bangunan berdasarkan *World Seismic Safety Initiative* SD N 1 Genuksuran

Komponen	Nilai Rata-Rata (%)
1. Vertikal	
1.1 Kolom	100
1.2 Sambungan Balok Kolom	85
1.3 Dinding Retak Diagonal	90
1.4 Dinding Retak Dibatas Kolom dan Dinding	90
1.5 Dinding Roboh	100
1.6 Dinding Partisi	95

2. Horizontal	
2.1 Balok	100
2.2 Pelat	95
2.3 Rangka Atap	100
3. Pondasi	
3.1 Pondasi Batu Kali	100
3.2 Balok Pondasi	100
3.3 Pondasi Tapak Beton	



Gambar 4. 6 Hasil Pemeriksaan bangunan Sd N 1 Genuksuran

c. Penilaian menggunakan standar Departemen Pekerjaan Umum (DPU)

Penilaian ini berdasarkan menghitung tingkat kerusakan komponen bangunan berupa komponen Struktur Atas dan Struktur Bawah maupun Non-Struktur di SDN 1 Genuksuran. Hasil analisis kerusakan komponen bangunan sekolah SDN 1 Genuksuran bisa dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 4. 6 Hasil analisis kerusakan komponen bangunan sekolah SDN 1
Genuksuran

No	Komponen	Sub Komponen	Hasil (%)
1	Atap	g. Penutup Atap	0
		h. Talang+Lisplang	0
		i. Rangka Atap	0
	Bobot Komponen (%) =		0
2	Plafon	g. Rangka Plafon	0
		h. Penutup Plafon	0
		i. Cat Plafon	0,30
	Bobot Komponen (%) =		0,30
3	Dinding	g. Kolom+ring balk	0
		h. Pasangan bata	0
		i. Cat dinding	0,50
	Bobot Komponen (%) =		0,50
4	Pintu-Jendela	g. Kusen	0,50
		h. Daun pintu	0
		i. Daun jendela	0
	Bobot Komponen (%) =		0,50
5	Lantai	e. Penutup lantai	0
		f. Struktur bawah lantai	0
	Bobot Komponen (%) =		0
6	Pondasi	e. Sloof	0
		f. Pondasi	0
	Bobot Komponen (%) =		0
7	Utilitas	e. Instalasi listrik	0
		f. Instalasi air	0
	Bobot Komponen (%) =		0
Total Bobot Komponen (%) =			1,30

Catatan :

Rusak ringan : s/d 30% Rusak berat : s/d 60%

Rusak sedang : s/d 45% Rusak total : s/d 100%

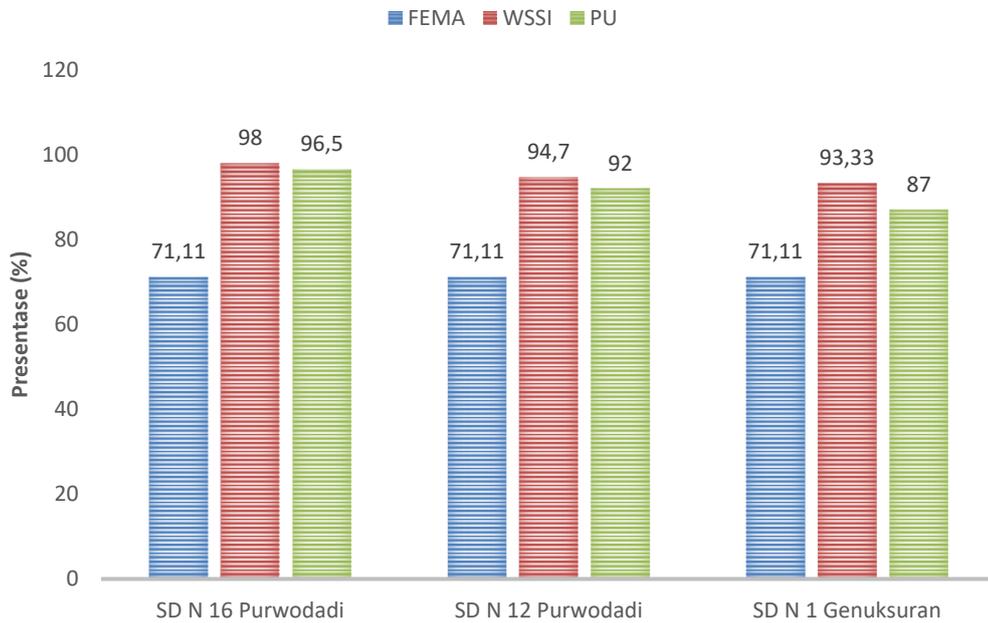
Dari hasil pemeriksaan dan penelitian di bangunan SDN 1 Genuksuran terdapat kerusakan sebesar 1,3%, sedangkan untuk komponen lainnya tidak terdapat kerusakan.

4.2 Pembahasan

Hasil dari ke tiga (3) peraturan yang dipakai untuk pemeriksaan bangunan didapat FEMA 154 sebesar 71,11% kategori aman, WSSI sebesar 95,34% kategori rusak ringan, Departemen Pekerjaan Umum (DPU) sebesar 0,82 atau 91,83% kategori rusak ringan. Sehingga dari ke tiga peraturan yang dipakai untuk pemeriksaan bangunan sekolah berkategori aman.

Tabel 4. 7 Hasil Evaluasi akhir keseluruhan ketiga Sekolah Dasar di Purwodadi

PANDUAN/PEDOMAN	SDN 16 Purwodadi	SDN 12 Purwodadi	SDN 1 Genuksuran
<i>Federal Emergency Management Agency (FEMA)</i>	71,11%	71,11%	71,11%
Kajian Cara Cepat Keamanan Bangunan Tembokan Sederhana Satu atau Dua Lantai yang Rusak akibat Gempa & Kajian Risiko Komponen Non-Struktur (Komponen Operasional & Fungsional) oleh <i>World Seismic safety Initiative</i>	98%	94,7%	93,33%
Penilaian kerentanan gedung dengan berdasarkan standar Departemen Pekerjaan Umum (PU)	96,5%	92%	87%



Gambar 4. 7 Hasil Akhir bangunan sekolah dasar

Pada Gambar 4.7 didapat hasil keseluruhan parameter penilaian bangunan sekolah didapat bahwa kerusakan yang paling parah dari ketiga bangunan sekolah adalah SDN 1 Genuksuran dan bangunan dengan kondisi masih baik adalah SD N 16 Purwodadi. Sehingga disarankan perkuatan dan perbaikan bangunan dilakukan pada bangunan SDN 1 Genuksuran. Dari ke tiga peraturan yang dominan baik digunakan adalah pedoman peraturan dari Departemen Pekerjaan Umum (DPU) karena dalam peraturan tersebut sangat lengkap dan teliti dalam menganalisis kerusakan pada bangunan. Akan tetapi peraturan yang lain juga mempunyai peran penting dalam mengasesmen kerusakan bangunan sehingga akan lebih baik jika ketiga peraturan digunakan dengan visi dan misi peraturan bangunan lainnya. Peraturan yang tepat dari ke tiga peraturan ialah peraturan menurut FEMA 154 dikarenakan lebih detail meninjau komponen pemeriksaan kerentanan pada bangunan.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Pada pemeriksaan bangunan menggunakan pedoman FEMA 154, untuk bangunan sekolah SD N 16 Purwodadi, SD N 12 Purwodadi dan Sd N 1 Genuksuran daerah Kabupaten Grobogan, Kecamatan Purwodadi masih aman dikarenakan hasil penelitian didapat hasil 3,2 atau 71,11% diantara nilai terendah 2 atau 44,44%.
2. Pada pemeriksaan bangunan menggunakan *World Seismic Safety Initiative* menjelaskan bahwa semua bangunan sekolah yang diperiksa atau diteliti nilai hasil akhir ialah dibawah 30%, yang artinya kerusakan yang terjadi pada bangunan sekolah masih dikatakan kerusakan ringan, dengan kategori penilaian antara lain Rusak ringan: s/d 30%, Rusak berat: s/d 60%, Rusak sedang: s/d 45%, Rusak total: s/d 100%.
3. Pada pemeriksaan bangunan menggunakan Departemen Pekerja Umum (DPU) didapat hasil bangunan sekolah masih aman, kerusakan yang sering terjadi adalah pada plafon dan kolom dan ring balok, rata-rata kerusakan pada tiga (3) bangunan sekolah adalah diatas 80% dengan kategori 100%: tidak ada kerusakan; 80%-100%: kerusakan ringan; 60%-80%: kerusakan sedang; <60%: kerusakan berat.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini yakni:

1. Kerusakan pada komponen-komponen bangunan harus segera diperbaiki, karena akan menimbulkan kerusakan yang lebih parah lagi dimasa yang akan datang jika tidak dikunjung diperbaiki.
2. Meningkatkan kewaspadaan dan kesiagaan dalam menghadapi bencana, khususnya daerah rawan bencana, dengan cara melakukan simulasi bencana pada tiap-tiap sekolah agar para siswa mengetahui

bahaya bencana sejak dini.

3. Saranan dan prasaranan yang terdapat dibangunan sekolah ditingkatkan lagi, agar memberikan kenyamanan dan keamanan dalam melakukan proses belajar mengajar disekolah.
4. Jika ada yang akan melakukan penelitian ini lebih lanjut, agar menambah pedoman pemeriksaan lebih detail dan akurat, sehingga bangunan yang rusak bisa dianalisis lebih lanjut lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, M. H., & Santoso, M. B. (2019). PENTINGNYA PEMBENTUKAN PROGRAM SEKOLAH SIAGA BENCANA BAGI KABUPATEN BANDUNG BARAT. *Prosiding Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, 307–314.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah. (2022). *GEMPA BUMI*.
- 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), 97–106.
- Dwi Astuti, N., Sangadji, S., & Rahmadi, A. (2016). EVALUASI AWAL RESIKO SEISMIK BANGUNAN GEDUNG RUSUNAWA. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2016*, 1–9.
- FEMA 154. (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook Third Edition*. www.ATCCouncil.org
- Hartono, D., Khoirudin Apriyadi, R., Winugroho, T., Aprilyanto, A., Hadi Sumantri, S., Wilopo, W., & Surya Islami, H. (2021). Analisis Sejarah, Dampak, Dan Penanggulangan Bencana Gempa Bumi Pada Saat Pandemi Covid-19 Di Sulawesi Barat. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(2), 218–224. <https://doi.org/10.33369/pendipa.5.2.218-224>
- Irfan, M., & Setiawan, A. A. (2023). EVALUASI KINERJA GEDUNG A UNIVERSITAS PEMBANGUNAN JAYA DENGAN PUSHOVER ANALYSIS BERDASARKAN FEMA 356. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 7(1), 29–39.
- Manalu, H., & Elon, Y. (2019). Peningkatan Kesiagaan Bencana Gempa Bumi Melalui Pendekatan Drilling. *Jurnal Keperawatan Galuh*, 1(2), 96–103.
- Muhammad Alif, S., Nurul Hidayah, A., Irwansyah Fauzi, A., & Surya Perdana, R. (2021). The Importance of Earthquake Analysis as a Causing Factor for Land Movement. *Journal Of Environment and Geological Hazards*, 12(3), 171–179. <http://jlbgeologi.esdm.go.id/index.php/jlbgeologi>

Partuti, T., & Umyati, A. (2019). PENGENALAN UPAYA MITIGASI BENCANA GEMPA BUMI UNTUK SISWA SEKOLAH DASAR DI KOTA SERANG. *Jurnal Pengabdian Dinamika*, 1(6), 1–6.