

Evaluasi Kerentanan Rumah Tinggal Terhadap Gempa Bumi Menggunakan Aplikasi InaRISK Dengan Fitur ACeBS (Studi Kasus: Desa Kemanggungan, Kec. Alian, Kabupaten Kebumen)

Adam Rozaq Al Fatah, Nurmansyah Alami, Agung Nusantara

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo

Email: adamrozaq.af@gmail.com

Abstrak. Wilayah Indonesia yang berada di zona pertemuan tiga lempeng tektonik menyebabkan tingginya risiko gempa bumi, termasuk di Kabupaten Kebumen. Meskipun Desa Kemanggungan tergolong wilayah dengan ancaman gempa sedang hingga rendah, masih banyak rumah tinggal yang dibangun tanpa mempertimbangkan standar konstruksi tahan gempa. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kerentanan rumah tinggal satu lantai terhadap gempa bumi dan mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhinya. Penilaian kerentanan dilakukan menggunakan fitur ACeBS pada aplikasi InaRISK untuk mempermudah evaluasi bangunan. Penelitian ini menggunakan metode mixed methods, yakni pendekatan kuantitatif melalui penilaian numerik menggunakan aplikasi InaRISK fitur ACeBS (Asesmen Cepat Bangunan Sederhana), serta pendekatan kualitatif melalui observasi dan wawancara. Sebanyak 92 rumah dipilih sebagai sampel menggunakan rumus Slovin dengan margin of error 10%. Penilaian dilakukan berdasarkan 47 indikator teknis seperti kondisi fondasi, kolom, sambungan struktur, hingga penutup atap. Hasil asesmen menunjukkan bahwa 46% bangunan termasuk dalam kategori kerentanan rendah, 43% sedang, dan 11% tinggi. Faktor dominan yang memengaruhi kerentanan meliputi kedalaman dan material fondasi, kualitas tulangan struktur, serta sambungan antara elemen struktur dan atap. Sebagian rumah belum sepenuhnya memenuhi standar teknis konstruksi tahan gempa sesuai Permen PUPR No. 5 Tahun 2016.

Kata kunci : Kerentanan bangunan, Acebs, rumah tinggal.

Abstract. Indonesia is located at the convergence of three active tectonic plates, resulting in a high risk of earthquakes, including in Kebumen Regency. Although Kemanggungan Village is categorized as an area with moderate to low earthquake hazard, many residential houses have been built without considering earthquake resistant construction standards. This study aims to evaluate the vulnerability level of single-story residential buildings to earthquakes and to identify the influencing factors. Vulnerability assessment was carried out using the ACEBS feature in the InaRISK application to facilitate building evaluation. This research employed a mixed methods approach, combining quantitative analysis through numerical assessment using the ACEBS (Assessment of Community Exposure and Building Susceptibility) feature in the InaRISK application, and qualitative analysis through field observations and interviews. A total of 92 houses were selected as samples using the Slovin formula with a 10% margin of error. The assessment was based on 47 technical indicators, including the condition of foundations, columns, structural joints, and roof coverings. The assessment results show that 46% of the buildings fall into the low vulnerability category, 43% moderate, and 11% high. The dominant factors influencing vulnerability include foundation depth and materials, quality of structural reinforcement, and connections between structural elements and the roof. Some houses have not fully complied with earthquake-resistant construction standards as regulated in the Ministry of Public Works and Housing Regulation (Permen PUPR) No. 5 of 2016.

Keywords: building vulnerability, Acebs, residential housing.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat kerawanan gempa bumi yang tinggi karena berada di zona pertemuan tiga lempeng tektonik aktif, yaitu Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik. Kondisi ini menjadikan wilayah Indonesia sangat rentan terhadap aktivitas seismik yang dapat menimbulkan kerusakan infrastruktur, khususnya pada rumah tinggal. Apabila tidak dilakukan upaya mitigasi yang tepat, kerugian akibat gempa bumi tidak hanya bersifat material, tetapi juga dapat menimbulkan korban jiwa.

Kabupaten Kebumen termasuk salah satu daerah yang memiliki potensi kerawanan gempa bumi. Oleh karena itu, evaluasi terhadap tingkat kerentanan rumah tinggal sangat penting sebagai langkah mitigasi bencana. Kerusakan parah pada rumah tinggal sering terjadi akibat kurangnya kesadaran masyarakat, minimnya pengetahuan teknis, serta rendahnya edukasi mengenai standar pembangunan rumah tahan gempa. Hal ini menunjukkan perlunya strategi pencegahan melalui kajian kerentanan bangunan.

Pemerintah sebenarnya telah menetapkan regulasi sebagai upaya mitigasi struktural, salah satunya melalui Peraturan Menteri PUPR Nomor 5 Tahun 2016 tentang Izin Mendirikan Bangunan. Regulasi ini menjadi acuan teknis pembangunan rumah tinggal sederhana yang aman terhadap gempa bumi. Namun, penerapan aturan ini di lapangan sering kali belum optimal, terutama di wilayah pedesaan. Banyak rumah dibangun dengan material lokal yang tidak sesuai kaidah teknik konstruksi, minim pendampingan tenaga ahli, serta tanpa memperhatikan standar teknis rumah tahan gempa, sehingga menjadikan bangunan lebih rentan.

Sebagai salah satu upaya untuk mempermudah penilaian kerentanan bangunan, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) mengembangkan aplikasi InaRISK. Aplikasi ini memiliki fitur ACeBS (Asesmen Cepat Bangunan Sederhana) yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kapasitas dan kerentanan rumah tinggal satu lantai. Melalui fitur tersebut, penilaian kerentanan dapat dilakukan secara lebih sistematis, efisien, dan sesuai dengan pedoman kebencanaan nasional, sehingga mampu mendukung upaya mitigasi gempa bumi berbasis masyarakat. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) menganalisis tingkat kerentanan rumah tinggal di Desa Kemangguan terhadap gempa bumi berdasarkan aplikasi AceBS dan (2) mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi tingkat kerentanan terhadap gempa di Desa Kemangguan.

Faizah, R. dan M. I. Syamsi (2017) melakukan penelitian mengenai asesmen cepat terhadap kerentanan bangunan sekolah Muhammadiyah 38 terhadap gempa bumi di Kecamatan Kasihan, Bantul, DIY. Penilaian dilakukan melalui pengisian formulir Rapid Visual Screening (RVS) berdasarkan panduan FEMA 154-2002 dengan memanfaatkan data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan melalui metode survei, wawancara, kuesioner, serta dokumentasi visual menggunakan kamera lapangan. Data yang dikumpulkan mencakup jenis struktur rangka pemikul momen, bentuk struktur horizontal dan vertikal, kualitas material struktur, faktor-faktor arsitektural, kondisi kerusakan struktur, serta dimensi bangunan secara aktual. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap delapan sekolah dasar dan menengah Muhammadiyah di wilayah tersebut, ditemukan bahwa empat bangunan termasuk dalam kategori rentan terhadap gempa bumi. Oleh karena itu, direkomendasikan upaya mitigasi melalui pengurangan ketidakteraturan vertikal pada bangunan tersebut. Penelitian yang dilakukan oleh Faizah, R. dan M. I. Syamsi (2017) memiliki fokus pada bangunan sekolah, menggunakan metode Rapid Visual Screening (RVS) dan dilaksanakan di Kecamatan Kasihan, Bantul, DIY. Sementara itu, penelitian ini berbeda dalam hal lokasi, objek kajian, serta pendekatan yang digunakan. Penelitian ini dilakukan di Desa Kemangguan, Kecamatan Alian, Kebumen dengan fokus pada penelitian kerentanan bangunan rumah tinggal satu lantai dan menggunakan metode ACeBS.

Perdana, et al. (2018) melakukan penelitian yang berfokus pada evaluasi kerentanan bangunan rumah masyarakat terhadap gempa bumi di Desa Wisata Bugisan, Kecamatan Prambanan, dengan pendekatan deskriptif kualitatif dan objek berupa bangunan rumah serta persepsi masyarakat. Hasil 39 evaluasi kerentanan bangunan rumah masyarakat di Desa Bugisan menunjukkan kondisi bangunan rumah secara umum memiliki tingkat kerentanan sedang. Sementara itu, penelitian saya dilakukan di Desa Kemangguan, Kebumen dengan pendekatan dan metode yang berbeda yaitu metode kombinasi antara kualitatif dan kuantitatif, serta menggunakan instrumen ACeBS. Fokus

penelitian saya lebih diarahkan pada bangunan rumah tembokan satu lantai, sehingga menghasilkan data teknis mengenai kerentanan bangunan berdasarkan parameter ACeBS.

Hardjono dan Nivo P. (2017) pada penelitiannya yang berjudul Analisis Kerentanan Bangunan Terhadap Bencana Gempa Bumi di Kecamatan Gantiwarno Kabupaten Klaten mengkaji tingkat kerentanan bangunan terhadap bencana gempa bumi di Kecamatan Gantiwarno, Kabupaten Klaten, dengan menggunakan metode stratified purposive sampling. Fokus penelitian ini terletak pada tipe struktur pasangan batu bata yang diperkuat dengan diafragma kaku. Hasil analisis menunjukkan bahwa tipe struktur tersebut tergolong dalam kategori bangunan tidak rentan terhadap gempa bumi. Sementara itu, penelitian ini dilaksanakan di Desa Kemangguhan, Kecamatan Alian, Kabupaten Kebumen dengan menggunakan pendekatan berbeda, yakni melalui instrumen Asesmen Cepat Bangunan Sederhana (ACeBS) yang mengintegrasikan parameter teknis dari elemen struktur bangunan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan penilaian kerentanan yang lebih rinci berdasarkan indikator teknis, bukan hanya pada klasifikasi struktur secara umum.

Randa et al. (2023) pada penelitiannya yang berjudul Evaluasi Kerentanan Bangunan Gedung Bertingkat Terhadap Bahaya Gempa Bumi dengan Aplikasi ACeBS, penelitian ini dilakukan untuk menilai tingkat kerentanan struktur bangunan gedung bertingkat yang berada di kawasan Kompleks Balai Kota Yogyakarta. Penelitian ini fokus pada bangunan bertingkat dua hingga empat yang digunakan sebagai kantor. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah evaluasi terhadap struktur bangunan di kompleks tersebut, dengan metode pengumpulan data melalui aplikasi ACeBS, yang mencakup penggunaan kuesioner, observasi, dan wawancara dengan responden. Objek yang diteliti dalam penelitian ini adalah gedung kantor yang terletak di Kompleks Balai Kota Yogyakarta. Penelitian Randa et al. (2023) menilai kerentanan gedung kantor bertingkat, sedangkan penelitian ini lebih terfokus pada rumah tinggal sederhana satu lantai, yang memiliki karakteristik struktur berbeda.

2. Metode Penelitian

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui survei lapangan dengan melibatkan responden sebagai sumber informasi utama untuk memperoleh nilai kerentanan bangunan di **Desa Kemangguhan**. Kegiatan pengumpulan data dilaksanakan pada pukul 09.00–15.00 WIB di wilayah Desa Kemangguhan, Kecamatan Alian, Kabupaten Kebumen. Data yang digunakan merupakan data primer, yaitu data yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian. Proses pengumpulan data dilakukan dengan wawancara kepada pemilik rumah serta observasi visual terhadap kondisi bangunan yang ditinjau. Data hasil wawancara dan pengamatan tersebut kemudian diisikan ke dalam instrumen berupa 47 pertanyaan sesuai parameter pada aplikasi ACeBS, dengan pilihan jawaban “Ya”, “Tidak”, dan “Tidak Tahu”. Selanjutnya, data dimasukkan ke dalam aplikasi ACeBS untuk memperoleh hasil tingkat kerentanan bangunan. Dalam penelitian ini terdapat beberapa variabel yang digunakan sebagai dasar dalam pengambilan data terkait kerentanan rumah tinggal yaitu sebagai berikut.

1. Gambar rencana
2. Lahan dan tanah dasar
3. Denah
4. Fondasi
5. Sloof
6. Kolom
7. Ring balok
8. Detail tulangan pada simpul ujung ring balok
9. Sambungan
10. Dinding
11. Struktur pendukung atap berupa kuda-kuda
12. Struktur pendukung atap berupa ampig
13. Penutup atap

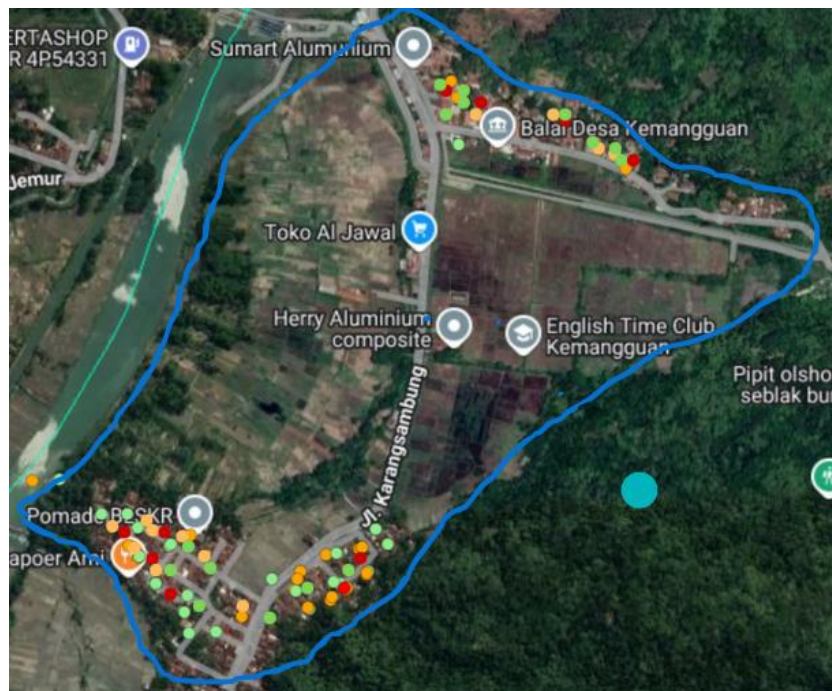
3. Hasil dan Pembahasan

Pengambilan Sampel

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan serta wawancara dengan pemilik rumah, sedangkan data sekunder berasal dari Kelurahan Desa Kemangguan yang mencatat jumlah rumah tinggal sebanyak 1030 unit. Jumlah sampel ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan margin of error 10%. Berdasarkan perhitungan, diperoleh 92 rumah tinggal sebagai sampel penelitian. Pemilihan sampel dilakukan dengan metode *simple random sampling* yang memberikan peluang sama bagi setiap rumah untuk terpilih, sehingga dianggap representatif terhadap populasi yang bersifat homogen.

Hasil Tingkat Kerentanan Bangunan Desa Kemangguan

Penelitian mengenai kerentanan bangunan rumah tinggal di Desa Kemangguan, Kecamatan Alian, Kabupaten Kebumen dilakukan dengan menggunakan aplikasi ACeBS. Hasil analisis menunjukkan bahwa bangunan di desa tersebut memiliki tingkat kerentanan yang bervariasi, yaitu rendah, sedang, dan tinggi, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 1. Berikut ini



Gambar 1. Peta Sebaran Kerentanan Bangunan di Desa Kemangguan
(Sumber : <https://inarisk.bnpb.go.id/dashboardkegiatan/index.html>)

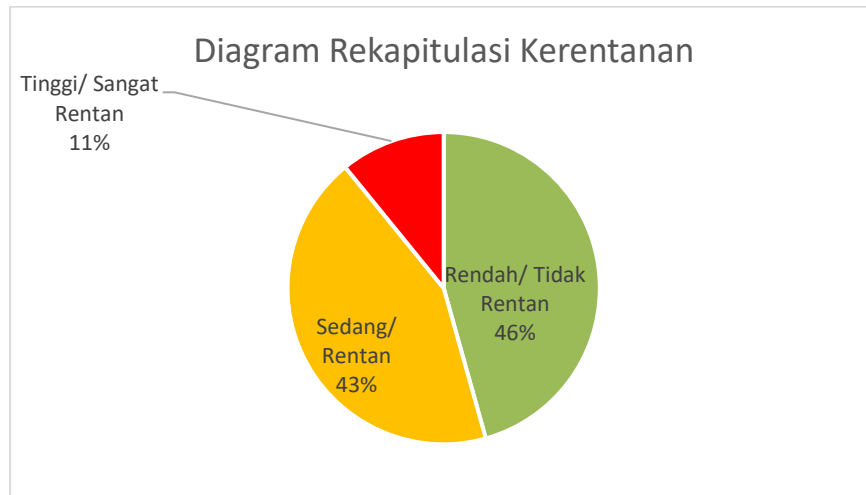
Diketahui bahwa bangunan yang berada di Desa Kemangguan memiliki kerentanan bangunan tingkat rendah sebanyak 46%, kerentanan tingkat sedang sebanyak 43%, dan kerentanan tingkat tinggi sebanyak 11% seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.

Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kerentanan Bangunan

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan fitur ACeBS pada aplikasi InaRISK, kerentanan rumah tinggal di Desa Kemangguan terhadap gempa dipengaruhi oleh faktor struktur bangunan dan faktor sosial masyarakat yaitu:

- a. fondasi tidak memenuhi standar (kurang dari 60cm/ tidak mencapai tanah keras);

- b. tidak menggunakan sloof;
- c. tidak menggunakan kolom dan ringbalk;
- d. ukuran tulangan tidak sesuai;
- e. kuda kuda atap tanpa pengikat (angkur);
- f. ankur pengikat antar elemen tidak dipasang dengan baik.



Gambar 2. Grafik Persentase Hasil Kerentanan di Desa Kemangguan

Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil survei terhadap komponen struktur rumah tinggal di Desa Kemangguan, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar elemen utama bangunan, seperti fondasi, sloof, kolom, ringbalk, serta ukuran kuda-kuda, telah memenuhi standar teknis bangunan tahan gempa sebagaimana yang direkomendasikan dalam pedoman konstruksi aman gempa/ pada aplikasi ACeBS. Hal ini tercermin dari hasil yang menunjukkan mayoritas responden menyatakan bahwa dimensi dan spesifikasi teknis elemen-elemen tersebut telah sesuai, termasuk dalam hal penggunaan material yang memadai dan mutu beton yang baik.

Meskipun demikian masih ditemukan sejumlah rumah tinggal di Desa Kemangguan memiliki kelemahan struktur yang berpotensi rentan terhadap gempa bumi. Salah satu temuan adalah kondisi kolom bangunan yang keropos, sebagaimana terlihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Kolom Keropos

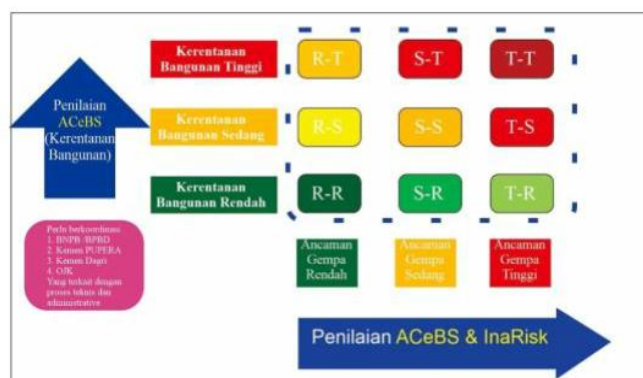
Kolom seharusnya memiliki mutu beton yang baik untuk menahan beban vertikal dan gaya gempa lateral. Namun, beberapa rumah menunjukkan mutu pengecoran yang buruk, penggunaan campuran yang tidak proporsional, serta tidak adanya perawatan pada saat pengecoran berlangsung. Selain itu, ditemukan rumah tua tanpa struktur utama seperti kolom, sloof, ringbalk dan tembok yang sudah keropos yang ditunjukkan dalam Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Rumah Tanpa Struktur Utama

Temuan ini merupakan salah satu yang menggambarkan rumah di Desa Kemangguhan dengan kategori kerentanan tinggi menurut penilaian ACeBS dan memerlukan perhatian serius dari pemerintah desa maupun BPBD untuk dilakukan perbaikan struktur atau program retrofit bangunan. Hasil survei juga mengungkapkan bahwa masih terdapat kekurangan yang cukup mencolok pada aspek sambungan dan pengikat antar elemen struktur. Beberapa komponen penting seperti angkur antara kolom dan dinding, angkur kuda-kuda ke ringbalk, serta ikatan angin pada atap, masih belum banyak diterapkan secara merata di lapangan. Selain itu, tingkat pemahaman masyarakat terhadap elemen non struktur, seperti dinding asesoris dan sambungan antar ringbalk, juga masih rendah. Komponen-komponen ini meskipun bukan bagian utama dari struktur penahan beban, tetap memiliki peran dalam kestabilan dan keamanan bangunan secara keseluruhan saat terjadi gempa.

Menurut Sarwidi (2022), penilaian kerentanan bangunan terhadap ancaman gempa dapat dikelompokkan ke dalam kategori warna, sehingga memudahkan dalam menentukan langkah penanganan yang diperlukan terhadap bangunan yang dianalisis. Ilustrasi kategorisasi ini dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Hubungan Tingkat Kerentanan dan Ancaman Gempa
(Sumber : Sarwidi, 2022 dalam Andara, 2023)

Gambar di atas menggambarkan berbagai jenis kategori hubungan antara tingkat ancaman gempa dan kerentanan bangunan. Setiap kategori tersebut memerlukan bentuk penanganan yang berbeda-beda. Jenis penanganan ini dikelompokkan menjadi tiga bagian, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Kategori Kerentanan Bangunan dan Penanganannya
(Sumber : Sarwidi, 2022 dalam Andhara, 2023)

Berdasarkan gambar di atas, dapat dijelaskan sebagai berikut.

- Kategori Ringan mencakup kombinasi R-R, S-R, dan T-R, di mana penanganan secara umum yang disarankan adalah melakukan perbaikan pada bangunan agar dapat digunakan kembali.
- Kategori Sedang meliputi kombinasi R-S, R-T, dan S-S, dengan penanganan berupa perbaikan sekaligus penguatan struktur bangunan sebelum digunakan kembali.
- Kategori Tinggi mencakup kombinasi T-T, T-S, dan S-T, yang menunjukkan bahwa kondisi bangunan sudah tidak layak, sehingga perlu dibongkar atau dirobohkan dan dilakukan relokasi.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan fitur ACeBS pada aplikasi InaRISK, tingkat kerentanan bangunan di Desa Kemangguhan menunjukkan hasil yang bervariasi, yaitu berada pada kategori rendah, sedang, hingga tinggi. Berdasarkan hasil observasi, bangunan di wilayah penelitian Desa Kemangguhan memiliki tingkat kerentanan yang bervariasi, yakni Tinggi, Sedang, dan Rendah. Melalui temuan ini, dapat diidentifikasi masing masing kategori kerentanan beserta rekomendasi penanganannya. Berikut merupakan rincian kategori kerentanan dan langkah penanganan yang disarankan:

- Bangunan dengan Tingkat Kerentanan Rendah
Bangunan dengan kategori ini masih bisa diperbaiki. cukup dengan perbaikan elemen non-struktur seperti menutup retakan pada dinding atau lantai.
- Bangunan dengan Tingkat Kerentanan Sedang
Memerlukan penguatan struktur dan perbaikan desain arsitektural. Langkah yang dapat dilakukan antara lain menambah penguatan pada elemen struktur seperti kolom, balok, dan dinding, memasang angkur tambahan, serta memperkuat bagian fondasi hingga sloof.
- Bangunan dengan Tingkat Kerentanan Tinggi
Butuh penanganan total, bisa berupa pembongkaran atau penguatan menyeluruh sebelum dihuni kembali.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan peta sebaran ancaman gempa bumi, Desa Kemangguhan berada pada tingkat ancaman gempa bumi rendah. Dari hasil evaluasi yang telah dilakukan diperoleh hasil kerentanan rumah di Desa Kemangguhan terhadap gempa bumi yaitu, sebesar 46% bangunan memiliki tingkat kerentanan rendah (tidak rentan) yang termasuk dalam klasifikasi R-R, kemudian 43% berada pada tingkat kerentanan sedang (rentan) yang masuk dalam kategori R-S, serta 11% menunjukkan kerentanan yang tinggi (sangat rentan), tergolong dalam kategori R-T.

- b. Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan fitur ACeBS pada aplikasi InaRISK, kerentanan rumah tinggal di Desa Kemanggungan terhadap gempa dipengaruhi oleh faktor struktur bangunan dan faktor sosial masyarakat yaitu:
- 1) Fondasi tidak memenuhi standar (kurang dari 60 cm/ tidak mencapai tanah keras)
 - 2) Tidak menggunakan sloof
 - 3) Tidak menggunakan kolom dan ringbalk
 - 4) Ukuran tulangan tidak sesuai
 - 5) Kuda kuda atap tanpa pengikat (angkur)
 - 6) Angkur pengikat antar elemen tidak dipasang dengan baik
 - 7) Tidak ada ikatan angin

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut.

- a. Sosialisasi dan Edukasi Teknis
Perlu diadakan pelatihan bagi masyarakat dan tukang lokal tentang pentingnya penerapan sambungan struktur, angkur, dan pengikat, untuk mendukung bangunan tahan gempa.
- b. Saran untuk Peneliti Selanjutnya
Disarankan meneliti lebih dalam aspek non-struktur seperti plafon, partisi, dan instalasi.
- c. Perluas Penelitian
Memperluas cakupan wilayah dan menambahkan analisis kualitas material serta keterlibatan tukang atau tenaga konstruksi dalam penerapan standar bangunan tahan gempa.

Daftar Pustaka

- Agisna, M.R., Bachaki, B dan Kuncoro, H.B.B (2022) “Evaluasi Kesesuaian Struktur Rumah Tinggal Sederhana dengan Pedoman Teknis Rumah Tinggal Tahan Gempa (Studi Kasus: Perumahan Subsidi di Kota Cilegon),” *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), hal. 1–12. doi:10.36055/fondasi.v0i0.14543.
- Andhara, A. D. 2023. Analisis Kerentanan Struktur Bangunan Rumah Sederhana Dan Tingkat Pemahaman Masyarakat Terhadap Bangunan Tahan Gempa Menggunakan Aplikasi Acebs Di Desa Tangguh Bencana. 3(2), 229–239.
- BMKG. (2023). Peta Pertemuan Lempeng Tektonik di Indonesia. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Diakses dari <https://www.bmkg.go.id>
- BNPB. (2025). InaRISK Personal dan Fitur ACeBS: Panduan Penggunaan. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Diakses melalui aplikasi InaRISK.
- Faizah, R. dan M. I. Syamsi (2017). Assesmen Cepat Kerentanan Bangunan Sekolah Muhammadiyah Terhadap Gempabumi di Kecamatan Kasihan Bantul DIY. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik* Vol.20, No. 2, 164-171, November 2017. Yogyakarta.
- Hardjono, Imam dan Nivo P. 2017. Analisis Kerentanan Bangunan Terhadap Bencana Gempa Bumi di Kecamatan Gantiwarno Kabupaten Klaten, ISBN : 978-602-361-072-3. Surakarta.
- InaRISK Personal. 2018. *Panduan penggunaan aplikasi InaRISK*. URL: <http://inarisk.bnpb.go.id/inariskapps>. Diakses pada tanggal 17 April 2025
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). Peraturan Menteri PUPR Nomor 5 Tahun 2016 tentang Izin Mendirikan Bangunan Gedung. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Nurmadewi, F. (2022). Evaluasi Kualitas Dan Kerentanan Bangunan Hunian Terhadap Gempa Bumi Menggunakan Aplikasi ACeBS: Studi Kasus Hunian Tetap Di Kecamatan Cangkringan Dan Dusun Ngancar [Skripsi]. Universitas Islam Indonesia.
- Perdana, Intan dkk. 2018. Evaluasi Kerentanan Bangunan Rumah Masyarakat Terhadap Gempabumi di Desa Wisata Bugisan Kecamatan Prambanan Kabupaten Klaten. Yogyakarta.
- Randa, M. P. 2023. Evaluasi Kesiapsiagaan Aparat Pemerintah Di Kompleks Balaikota Yogyakarta Menghadapi Bahaya Gempa Bumi. 1–279.
- Sarwidi (2017) Bangunan Rumah Tembokan Tahan / Aman Gempa PU. Yogyakarta: www.youtube.com. Tersedia pada: https://youtu.be/YzS06U2Cx88?si=pjg_dbn3hOLioRc3.
- Satyarno, I., & Saputra, F. (2020). Mutu Konstruksi dan Kerentanan Bangunan di Wilayah Seismik Tinggi. *Jurnal Rekayasa Struktur*, 12(3), 199–210.

- Satyarno, I., dkk. (2023). Kajian Kerentanan Bangunan Rumah Tinggal terhadap Gempa di Indonesia. Jakarta: Pusat Litbang Permukiman.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Utami, M. P., Arhan, R., & Khudzaeva, N. (2016). Karakteristik Seismik di Wilayah Ring of Fire Indonesia. *Jurnal Geofisika*, 18(2), 55–63.