

**Evaluasi Kerentanan Rumah Tinggal terhadap Gempa Bumi Menggunakan Aplikasi
ACeBS (Asesmen Cepat Bangunan Sederhana)
(Studi Kasus: Desa Wunut, Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo)**

Bara Wisnu Prasetyo^{1,*}, Nurmansyah Alami¹, Agung Nusantoro¹

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo¹

Email: baraprasetyo19@gmail.com

Abstrak. Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap bencana gempa bumi karena berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama. Salah satu daerah yang memiliki potensi ancaman gempa adalah Desa Wunut, Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo. Pada wilayah tersebut masih banyak yang membangun rumah tinggal sederhana 1 lantai, tetapi belum banyak yang membangun rumah dengan menerapkan struktur rumah tahan gempa. Evaluasi ini diharapkan masyarakat mempunyai gambaran atau pandangan mengenai tingkat kerentanan bangunan dan dapat meningkatkan kualitas perencanaan pembangunan rumah tinggal yang lebih tangguh terhadap gempa. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa tingkat persentase kerentanan pada rumah tinggal sederhana di Desa Wunut terhadap ancaman gempa bumi. Menganalisa identifikasi karakteristik fisik bangunan yang mempengaruhi tingkat kerentanan terhadap gempa, seperti jenis material, struktur bangunan, dan teknik konstruksi suatu bangunan. Untuk mengetahui tingkat persentase kerentanan bangunan dan faktor-faktor yang mempengaruhi kerentanan bangunan menggunakan Aplikasi ACeBS dengan melakukan wawancara kepada tiap responden pemilik bangunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar rumah tinggal di Desa Wunut berada pada kategori kerentanan sedang hingga tinggi. Faktor dominan yang mempengaruhi tingkat kerentanan bangunan meliputi kondisi fondasi, tidak adanya struktur utama seperti kolom dan balok, kualitas sambungan, serta penggunaan material yang tidak sesuai standar bangunan aman gempa. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi masyarakat dan pihak terkait dalam meningkatkan kesadaran serta perencanaan bangunan yang lebih aman terhadap gempa bumi.

Kata kunci : kerentanan bangunan, gempa bumi, AceBS

Abstract. *Indonesia is a country prone to earthquakes because it is located at the confluence of three major tectonic plates. One area with a potential earthquake threat is Wunut Village, Ngombol District, Purworejo Regency. In this area, many people still build simple one-story houses, but not many have built houses using earthquake-resistant structures. This evaluation is expected to provide the public with an overview or perspective on the level of building vulnerability and can improve the quality of planning for building more earthquake-resistant houses. The purpose of this study is to analyze the percentage level of vulnerability of simple residential houses in Wunut Village to the threat of earthquakes. This analysis identifies the physical characteristics of buildings that influence the level of vulnerability to earthquakes, such as the type of material, building structure, and construction techniques of a building. To determine the percentage level of building vulnerability and the factors that influence building vulnerability, the ACeBS application was used by conducting interviews with each building owner respondent. The research results indicate that the majority of residential houses in Wunut Village fall into the moderate to high vulnerability category. The dominant factors influencing the level of vulnerability of buildings include the condition of the foundations, the absence of primary structures such as columns and beams, the quality of the joints, and the use of materials that do not meet earthquake-safe building standards. This research is expected to provide a basis for the community and relevant parties to raise awareness and plan safer buildings against earthquakes.*

Keywords: vulnerability of buildings, earthquakes, ACeBS

1. Pendahuluan

Gempa bumi di Indonesia adalah peristiwa alam yang berupa getaran atau guncangan yang terjadi di permukaan tanah akibat pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba yang diakibatkan oleh patahnya lapisan batuan pada kerak bumi atau dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Menurut (Prasetyo et al., 2023) peristiwa gempa bumi di Indonesia perlu diwaspadai karena Indonesia terletak di antara tiga pertemuan lempeng besar, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik yang menjadikan Indonesia rawan terjadi bencana gempa bumi, tsunami, dan letusan gunung api. Dari kondisi tersebut, Indonesia berpotensi memiliki resiko gempa bumi tingkat sedang sampai tingkat tinggi berdasarkan peta indeks resiko bencana gempa bumi.

Gempa bumi dapat mengakibatkan kerusakan yang signifikan pada infrastruktur, bangunan, dan korban jiwa tergantung seberapa kuatnya kekuatan dari bencana alam tersebut. Kerusakan bangunan yang diakibatkan oleh gempa bumi terjadi karena tidak kuatnya struktur bangunan yang di sebabkan oleh kurangnya edukasi dan pemahaman masyarakat mengenai kaidah struktur bangunan tahan gempa dan pemilihan material yang kurang tepat. Faktor tersebut tidak hanya menyebabkan kerugian material, tetapi juga dapat menimbulkan korban jiwa apabila tidak dilakukan mitigasi secara tepat. (Rehan et al., 2023).

Daerah Kabupaten Purworejo, khususnya Desa Wunut, Kecamatan Ngombol, yang terletak di Selatan Pulau Jawa yang terletak berdekatan dengan zona subduksi Lempeng Eurasia dan Indo-Australia, yang dapat menyebabkan potensi gempa bumi tektonik. Pada wilayah Kabupaten Purworejo khususnya Desa Wunut masih banyak yang membangun rumah tinggal sederhana dengan tembokan lantai 1, tetapi belum banyak yang membangun rumah dengan menerapkan struktur rumah tahan gempa. Struktur bangunan kebanyakan dibangun tanpa acuan konsep bangunan tahan gempa, hal itu di pengaruhi karena ketidaktahuan pemilik bangunan mengenai struktur bangunan tahan gempa, kurangnya perawatan bangunan, dan keterbatasan sumber daya yang paham mengenai material dan struktur bangunan dengan konsep tahan gempa.

Dalam mengetahui kerentanan rumah tinggal perlu dilakukan evaluasi untuk meningkatkan kualitas bangunan dan mengetahui nilai kerentanan bangunan rumah tinggal tehadap gempa bumi. Dalam mengetahui kerentanan struktur bangunan dapat dilakukan secara digital yang akan mempermudah asesmen di lapangan hanya menggunakan *smartphone* sebagai alat penelitian. Pada penelitian ini akan dilakukan menggunakan aplikasi ACeBS (Asesmen Cepat Bangunan Sederhana), yang digunakan untuk mengevaluasi kerentanan struktur bangunan terhadap gempa. Dengan memanfaatkan fitur ini, evaluasi dapat dilakukan secara lebih sistematis, efisien, dan sesuai dengan pedoman kebencanaan dan struktur bangunan tahan gempa nasional.

Evaluasi ini diharapkan masyarakat mempunyai gambaran atau pandangan mengenai tingkat kerentanan bangunan dan dapat meningkatkan kualitas perencanaan pembangunan rumah tinggal yang lebih tangguh terhadap gempa.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data penelitian ini metode survei lapangan berdasarkan keterangan dari responden, guna untuk memperoleh nilai kerentanan bangunan yang berada di Desa Wunut. Pengumpulan data dilakukan pada pukul 09.00 – 12.00 WIB. Lokasi penelitian beralamat Desa Wunut, Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo. Pengumpulan data dilakukan dengan cara survei di lapangan berdasarkan keterangan dari responden. Data yang digunakan dalam penelitian ini hanya menggunakan data primer. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari objek yang diteliti. Penelitian ini dilakukan dengan cara mewawancara pemilik rumah serta melakukan pengamatan secara visual terkait kondisi bangunan yang ditinjau, data yang diperoleh dari hasil wawancara dan pengamatan secara visual dengan mengisi 47 pertanyaan yang sesuai dengan parameter yang ada di aplikasi ACeBS, kemudian di input ke dalam aplikasi ACeBS dengan frekuensi jawaban “Ya”, “Tidak Tahu”, dan “Tidak”. Pada penelitian ini terdapat beberapa variabel yang digunakan untuk pengambilan data tingkat kerentanan bangunan sebagai berikut ini.

- a. Gambar rencana

- b. Lahan dan tanah dasar
- c. Denah
- d. Fondasi
- e. Sloof
- f. Kolom
- g. Ring balok
- h. Detail tulangan pada simpul ujung ring balok
- i. Sambungan
- j. Dinding
- k. Struktur pendukung atap berupa kuda-kuda
- l. Struktur pendukung atap berupa ampig
- m. Penutup atap

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengambilan Sampel

Populasi dari penelitian ini yaitu semua bangunan rumah yang berada di Desa Wunut, Kec. Ngombol, Kab. Purworejo, yang berjumlah 156 bangunan. Sampel pada penelitian ini diambil dengan teknik purposive sampling, yaitu bangunan rumah tinggal satu lantai dan berpenghuni yang berjumlah 123 bangunan.

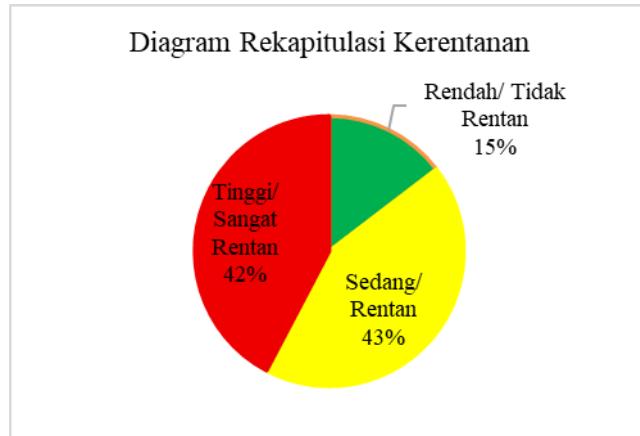
3.2 Hasil Tingkat Kerentanan Bangunan Desa Wunut

Penelitian mengenai kerentanan bangunan rumah tinggal yang dilakukan di Desa Wunut, Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo menggunakan aolikasi ACeBS yang menunjukkan bahwa bangunan memiliki tingkat kerentanan rendah, sedang, dan tinggi seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



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

Diketahui bahwa bangunan yang berada di Desa Wunut memiliki kerentanan bangunan tingkat rendah sebanyak 15%, kerentanan tingkat sedang sebanyak 43%, dan kerentanan tingkat tinggi sebanyak 43% seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Grafik Persentase Hasil Kerentanan di Desa Wunut

3.3 Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kerentanan Bangunan

Dalam pembangunan rumah tinggal di Desa Wunut cukup berbeda dari spesifikasi bangunan aman gempa. Kebanyakan masyarakat masih terlalu awam oleh struktur bangunan yang berperan penting untuk menopang suatu beban atau gaya pada bangunan tersebut. Oleh karena itu dalam penelitian bangunan tahan gempa ini ada beberapa faktor yang menyebabkan bangunan tersebut mendapatkan indikator kerentanan tinggi ketika terjadi gempa bumi. Berikut ini faktor-faktor yang mempengaruhi kerentanan bangunan di Desa Wunut:

- a. bangunan rumah dengan fondasi dangkal;
- b. bangunan tanpa komponen struktur utama;
- c. bangunan dengan campuran spesi yang tidak sesuai;
- d. bangunan dengan elemen penyambung yang tidak standar;
- e. bangunan dengan kuda-kuda yang tidak layak;
- f. bangunan dengan penutup atap yang tidak layak.

3.4 Pembahasan Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan kerentanan bangunan terhadap gempa bumi di wilayah tersebut berkisar antara kerentanan rendah hingga tinggi, yang mana hasil kerentanan yang terdapat di aplikasi ACeBS dikategorikan dengan bangunan Rendah/Tidak Rentan yang ditandai dengan warna hijau, kategori Sedang/Rentan ditandai dengan warna kuning, dan kategori Tinggi/Sangat Rentan ditandai dengan warna merah. Kerentanan bangunan di Desa Wunut sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh aspek bangunan yang meliputi aspek umum seperti fondasi, sloof, kolom, ring balok, sambungan, dinding, kuda-kuda, gunung-gunung/ampig, dan penutup atap.

Bangunan yang diamati memiliki usia yang bervariasi, namun beberapa kondisi yang mempengaruhi kerentanan bangunan tidak semuanya tergantung pada umur bangunan yang sudah tua, tetapi juga pada bangunan yang masih tergolong berumur muda. Bangunan yang berumur sudah tua kebanyakan dibangun tanpa konsep bangunan aman gempa dan tidak dirawat secara berkala, sehingga mutu materialnya menurun dengan seiring berjalanannya waktu. Berdasarkan pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa sebagian umum bangunan yang sudah tua kebanyakan tidak memiliki struktur sloof, kolom, dan ring balok pada bangunannya seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.

Perawatan bangunan yang tidak dilakukan secara berkala pada bangunan yang sudah tua menyebabkan beberapa kerusakan kerentanan bangunan tersebut. Kerusakan yang terjadi biasanya pada struktur dinding dimana terdapat beberapa retakan atau rekanan yang tidak diperbaiki. Selain itu, pengrajan dinding yang tidak merata dan campuran spesi dinding yang tidak sesuai dengan takaran bangunan aman gempa dengan perbandingan campuran 1 semen: 4 pasir, campuran spesi dinding yang digunakan pada umumnya bangunan yang sudah tua kebanyakan menggunakan campuran kapur berlebihan yang mempengaruhi ikatan antara batu bata yang tidak sempurna. Hal

tersebut menyebabkan dinding menjadi berlubang atau menyebabkan rekanan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 3. Bangunan Tanpa Struktur Utama



Gambar 4. Bangunan Dengan Kondisi Dinding yang Retak

Kondisi kolom yang keropos mempengaruhi kekuatan dan kerentanan bangunan terhadap gempa. Kualitas pengerjaan kolom yang tidak memperhatikan rasio campuran bahan adukan dan penataan begisting yang baik akan menghasilkan mutu beton yang rendah, sehingga dapat mempengaruhi kerentanan bangunan. Kondisi kolom yang tidak sesuai dengan konsep bangunan tahan gempa dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Bangunan Dengan Kondisi Kolom Keropos

Selain kualitas pengerjaan kolom yang tidak sesuai dengan standar, berdasarkan pengamatan di lapangan secara umum bangunan yang berada di Desa Wunut pada gunung-gunung/ampig tidak di cor secara menyeluruh, melainkan

hanya mengandalkan susunan bata yang berbentuk gunung-gunung tanpa diperkuat oleh struktur ring balok miring. Kondisi ini akan mempermudah dinding ampig mengalami kerusakan karena komponen dinding yang tidak saling mengikat satu sama lain seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Bangunan Tanpa Ring Balok Miring/Ampig

Berdasarkan hasil pengamatan juga terdapat bangunan dengan kuda-kuda yang tidak memadai atau tidak sesuai dengan standar bangunan aman gempa. Bangunan yang berada di wilayah tersebut masih terdapat bangunan dengan kuda-kuda tidak menggunakan ikatan angin yang memadai dan tanpa penggunaan plat baja pada setiap sambungan kuda-kuda. Ikatan angin dan plat baja pada kuda-kuda berperan penting bagi komponen pembantu dan penyeimbang agar kuda-kuda berdiri tegak, kokoh, dan sejajar serta meminimalisir guncangan pada saat terjadi gempa seperti yang dapat dilihat pada Gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Kuda-kuda Tanpa Plat Baja

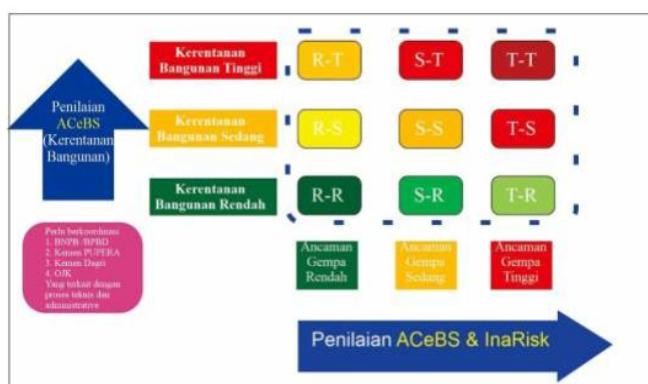
Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan juga terdapat bangunan dengan kondisi penutup atap yang tidak layak yang dibiarkan rusak begitu saja tanpa dilakukan perbaikan sehingga air hujan masuk dan dapat mempengaruhi kualitas gording, reng, atau usuk yang menjadi lapuk dan keropos. Kondisi ini dapat mengakibatkan struktur rawan roboh saat digoncang gempa seperti yang dapat dilihat pada Gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Penutup Atap yang Rusak

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Desa Wunut, kebanyakan masyarakat kurang memahami tingkat ancaman gempa bumi di lingkungan sekitarnya. Berdasarkan dari beberapa pendapat masyarakat di wilayah tersebut, masyarakat tidak memperhatikan resiko gempa bumi di tempat tinggal mereka apabila gempa bumi besar belum terjadi, sehingga dapat berdampak pada kerentanan bangunan yang dihuni.

Menurut Sarwidi (2022), hubungan penilaian kerentanan bangunan dan tingkat ancaman gempa dapat dikategorikan berdasarkan warna agar bisa diketahui kategori penanganan lanjutan terhadap bangunan yang diamati. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Hubungan Tingkat Kerentanan dan Ancaman Gempa
(Sumber: Sarwidi, 2022 dalam Andara, 2023)

Gambar di atas menjelaskan macam-macam kategori hubungan antara ancaman gempa dengan tingkat kerentanan bangunan. Sehingga tiap kategori memiliki penanganan yang berbeda beda. Kategori penanganan ini dibagi ke dalam tiga bagian seperti yang dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini.



Gambar 10. Kategori Kerentanan Bangunan dan Penanganannya
(Sumber: Sarwidi, 2022 dalam andara, 2023)

Dari gambar di atas dapat diketahui sebagai berikut.

- a. Kategori Ringan meliputi R-R, S-R, dan T-R dimana penanganan secara global yang disarankan adalah bangunan diperbaiki kemudian bisa dipakai kembali.
- b. Kategori Sedang yang meliputi R-S, R-T, dan S-S dimana penanganan secara global yang disarankan adalah bangunan diperbaiki dan diperkuat strukturnya untuk dipakai kembali.
- c. Kategori Tinggi yang meliputi T-T, T-S dan S-T dimana kondisi bangunan perlu dirobohkan atau dibongkar, dan dilakukan relokasi.

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan menggunakan aplikasi ACeBS, tingkat kerentanan bangunan di Desa Wunut memiliki hasil yang bervariasi antara tingkat kerentanan rendah, sedang, dan tinggi. Berdasarkan hasil penelitian di Desa Wunut memiliki tingkat ancaman gempa bumi sedang dan memiliki tingkat kerentanan rendah sehingga masuk dalam kategori S-R, tingkat kerentanan sedang termasuk dalam kategori S-S, dan untuk tingkat kerentanan tinggi termasuk dalam kategori S-T.

Berdasarkan hasil pengamatan, wilayah penelitian yang berada di Desa Wunut memiliki tingkat kerentanan bangunan Tinggi, Rendah, Sedang. Dari hasil penelitian tersebut dapat diketahui kategori kerentanan dan penanganan untuk tiap kerentanan bangunannya. Berikut ini kategori kerentanan dan penanganan yang dapat dilakukan di Desa Wunut.

Kerentanan bangunan rendah (ringan), untuk perbaikannya dapat dilakukan dengan perbaikan (repair) secara non-struktur atau struktur sesuai dengan kondisi bangunan tanpa harus mengosongkan bangunan, tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan penambalan pada retakan di tembok, lantai, dan plasteran.

Kerentanan bangunan sedang, untuk perbaikannya dapat dilakukan dengan perbaikan (repair) secara arsitektural, kemudian perkuatan (strengthening) struktur untuk menahan gempa, dimana kegiatan perbaikan tersebut dilakukan dengan mengosongkan bangunan sampai bangunan layak berfungsi kembali, tindakan yang bisa dilakukan untuk kategori kerentanan bangunan sedang meliputi penambahan perkuatan pada struktur kolom, balok, dan dinding, menambah angkur pada dinding, atau memperkuat struktur fondasi hingga sloof.

Kerentanan bangunan tinggi, untuk perbaikannya dapat dilakukan dengan perbaikan (repair) secara non-struktural atau struktur dengan tindakan yang perlu dilakukan adalah merubahukn bangunan atau dengan dilakukan restorasi dan perkuatan secara menyeluruh sebelum bangunan dihuni kembali.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai evaluasi kerentanan bangunan menggunakan aplikasi ACeBS di Desa Wunut, Kecamatan Ngombol, Kabupaten Purworejo mendapatkan hasil persentase kerentanan bangunan yang bervariasi yang dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a. Tingkat kerentanan hunian terhadap bencana gempa bumi di Desa Wunut terbagi menjadi tiga kategori, yaitu kerentanan rendah dengan persentase sebesar 15%, kerentanan sedang dengan persentase 43% dan kerentanan tinggi dengan persentase 42%.
- b. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kerentanan bangunan terhadap gempa bumi di Desa Wunut sebagai berikut ini.
 - 1) Bangunan dengan fondasi dangkal.
 - 2) Bangunan rumah tinggal tanpa struktur utama seperti kolom, balok sloof, ring balok atap, dan ampig.
 - 3) Bangunan dengan kualitas campuran spesi pada struktur yang tidak sesuai standar campuran beton dapat mengakibatkan hasil keropos dan berakibat fatal bagi komponen struktur seperti kolom, sloof, ring balok yang akan menyebabkan terjadinya korosi.
 - 4) Bangunan dengan kuda-kuda yang tidak memiliki ikatan angin yang memadai.
 - 5) Bangunan dengan elemen penyambung yang tidak standar dengan panjang penyaluran pada setiap sudutnya tidak mencapai panjang minimal 40 cm atau sama dengan 40d.

- 6) Bangunan dengan penutup atap yang sudah tidak layak dengan adanya komponen pendukung atap seperti usuk, reng, gording yang rusak atau mengalami keropos akibat rembesan air hujan dan rayap.

Dari hasil penelitian tentang evaluasi kerentanan bangunan terhadap gempa bumi, penulis menyarankan beberapa hal sebagai berikut.

- a. Diperlukan edukasi lebih lanjut kepada masyarakat tentang pentingnya membangun rumah yang sesuai dengan prinsip bangunan tahan gempa.
- b. Bagi peneliti selanjutnya dapat dilakukan pada jenis bangunan lain seperti fasilitas umum dan bangunan bertingkat, serta menggunakan perbandingan dengan metode RVS (Rapid visual screening) sesuai dengan prosedur FEMA-154.
- c. Mengadakan penelitian untuk menganalisis tingkat pengetahuan warga Desa Wunut terhadap kerentanan rumah tinggal terhadap bahaya gempa dan mencari hubungannya dengan kondisi rumah tinggal sesungguhnya.
- d. Diperluas cakupan penelitian 1 kecamatan.

Daftar Pustaka

- 29-2006, P. 2006. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 29 Tahun 2006 tentang "Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung."* 13(Ii), 166–173.
- 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.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2023. *Risiko Bencana Indonesia "Memahami Risiko Sistemik di Indonesia."* In Bnlpb. <https://inarisk.bnlpb.go.id/BUKU-RBI-2022/mobile/index.html#p=10>
- InaRisk, P. (n.d.). Panduan Penggunaan. *Inarisk*.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2022. *Buku Saku Petunjuk Konstruksi Bangunan Sederhana.* Jakarta.
- Kementerian, Dan, U., Rakyat, P., Jenderal, D., & Karya, C. 2016. *Pedoman Bangunan Sederhana Tahan Gempa.* 1–34.
- Nurmadiwi. 2022. *Bangunan Hunian Terhadap Gempa Bumi Menggunakan Aplikasi Acebs : Studi Kasus Hunian Tetap di Kecamatan Cangkringan dan Dusun Ngancar (Evaluation On Quality and Vulnerability Of Residential Building due to Earthquake Using ACEBS Application : Case Study R.*
- Prasetyo, A., Effendi, M. M., & Dwi M, M. N. 2023. *Analisis Gempa Bumi Di Indonesia Dengan Metode Clustering.* *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 4(3), 338–343. 6
- Prawirodikromo, W. 2012. *Seismologi Teknik dan Rekayasa Kegempaan.* Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- PUPR. 2016. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 5 Tahun 2016 tentang "Izin Mendirikan Bangunan."* Kementerian PUPR.
- Randa, M. P. 2023. *Evaluasi Kesiapsiagaan Aparat Pemerintah Di Kompleks Balaikota Yogyakarta Menghadapi Bahaya Gempa Bumi.* 1–2
- Rehan, R., Bastian, E., & Kurniawan, D. 2023. *Evaluasi Struktur Bangunan Sekolah Pasca Gempa Di Mts Muhammadiyah Kajai Kabupaten Pasaman Barat.* *Rang Teknik Journal*, 6(2), 218–224.
- Sipil, J. T., & Indonesia, U. K. 2020. *Evaluasi Kerusakan Bangunan Akibat Gempa di Indonesia Pinondang Simanjuntak I).* 1(1), 44–53.
- Suharno, Y. E., Ayu, D., & Murti, K. 2024. *Evaluasi kerentanan rumah dengan Rapid Visual Screening (RVS) upaya mitigasi bencana gempa bumi di Kampung Badran Yogyakarta.* 7(2), 1–9.
- Sarwidi. 2022. *Prosedur Alternatif Asesmen Massal Ketahanan Bangunan Terhadap Gempa.* BARATAGA Seminar Series 045. Yogyakarta. (<https://www.youtube.com/watch?v=tW83q60K xc4&t=8801s>)
- Sarwidi. 2023. *Pengurangan Risiko Bencana Gempa: "Konsep Bangunan Hunian Aman Gempa".* BARATAGA Seminar Series 047. Yogyakarta. (<https://www.youtube.com/watch?v=Sq34rySZE PY&t=9504s>)
- UMY. 2012. Desain bangunan tahan gempa. *Repository.Umy.Ac.Id*.
- Undang-Undang RI No.4. 1992. *Undang-Undang tentang Perumahan dan Permukiman. Undang-Undang Tentang*

- Perumahan Dan Permukiman, I, 1–5.*
- Verdio Juvientrian, S., & Mughnie Perencana Jaya, H. P. 2014. *Analisis Bangunan Asimetris Terhadap Tinjauan Delatasi Akibat Gaya Horizontal. Konstruktusia, 6*, 69–81.
- Wahyu. 2021. *Terhadap Identifikasi Bangunan Sesuai Dengan Aplikasi Asesmen Cepat Bangunan (Acebs) Pada Daerah Kalirejo , Kabupaten Kulon Progo*
- Zhafira, T., Widorini, T., & Crista, N. H. 2023. *Evaluasi Bangunan Struktur Sekolah Terhadap Kerentanan Gempa Dengan Asesmen Cepat. Jurnal Teknik Sipil : Rancang Bangun, 09(01)*, 33–39.
- Zulfiar, M. H., Jayady, A., & Jati Saputra, N. R. 2018. *Kerentanan Bangunan Rumah Cagar Budaya Terhadap Gempa Di Yogyakarta. J*