

Evaluasi ketahanan bangunan *non-engineered* terhadap gempa melalui investigasi lapangan

Catur Singgih^{1,*}, Setya Winarno¹

¹ Program Doktor Teknik Sipil, FTSP, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

Article Info

Available online

Keywords:

Ketahanan bangunan
Bangunan *non-engineered*
Gempa
Investigasi lapangan

Abstract

Non-engineered buildings in Indonesia, especially residences for low to middle income communities, have a high vulnerability to earthquakes due to the lack of technical standards in planning and construction. This research analyzes non-engineered building construction practices through questionnaire surveys in two residential areas, with a focus on the physical characteristics of buildings, typology of the informal construction sector, as well as relationship patterns between building owners and construction actors. The research results show that social interactions between home owners and informal workers have a significant effect on construction quality. These findings emphasize the need for a contextual approach in earthquake mitigation that integrates technical and socio-economic aspects. This study recommends policy interventions, community-based technical training, and the development of simple construction guidelines to improve the seismic resistance of buildings in disaster-prone areas.

Corresponding Author:

Catur Singgih
19934002@students.uii.ac.id

Copyright © 2025 Universitas Islam Indonesia
All rights reserved

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang terletak di kawasan Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*), menjadikannya salah satu wilayah dengan tingkat aktivitas gempa tertinggi di dunia. Kondisi geografis ini menyebabkan sebagian besar wilayah Indonesia sangat rentan terhadap bencana alam, khususnya gempa bumi. Kerentanan tersebut diperparah oleh fakta bahwa sebagian besar bangunan tinggal, terutama milik kelompok masyarakat berpenghasilan rendah dan menengah, menjadi kelompok bangunan yang paling terpapar risiko kerusakan struktural (Adamy dkk., 2023). Hal ini terutama disebabkan oleh praktik pembangunan yang tidak melibatkan tenaga profesional dan tidak menerapkan standar teknis konstruksi yang memadai. Bangunan seperti ini dikategorikan sebagai *non-engineered*, yang secara struktural tidak

dirancang untuk menahan beban gempa (M. J. Alam dkk., 2008; Goda dkk., 2024).

Berbagai studi menunjukkan bahwa bangunan *non-engineered* merupakan kontributor utama terhadap tingginya jumlah korban jiwa dan kerusakan fisik saat terjadi gempa (Mazumder dkk., 2021). Meskipun berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengatasi kerentanan tersebut, sebagian besar kajian masih berfokus pada aspek teknis semata, seperti kekuatan struktur, jenis material, dan teknik *retrofitting* yang bersifat umum tanpa mempertimbangkan faktor sosial ekonomi masyarakat lokal (Ismail dkk., 2023; Purwanto dkk., 2024). Hal ini diperkuat oleh temuan studi (Kristiawan dkk., 2024) menunjukkan bahwa bangunan *non-*

engineered di wilayah rawan gempa seperti Pacitan memiliki tingkat kerusakan yang tinggi akibat tidak memenuhi prinsip – prinsip desain tahan gempa. Banyak bangunan yang tidak memenuhi standar teknis seismik, dengan kesalahan utama dalam penggunaan bahan bangunan yang tidak sesuai dan konstruksi yang tidak memperhatikan faktor – faktor risiko gempa (Zulfar, 2018). Hasil serupa juga ditemukan oleh (Weber dkk., 2024), yang menyatakan bahwa bangunan *non-engineered* di Yogyakarta dan Padang mengalami kerusakan parah saat gempa besar karena kelemahan struktural bawaan dan keterbatasan akses terhadap teknologi bangunan tahan gempa (Pribadi dkk., 2023). Rendahnya kesadaran pemilik bangunan terhadap pentingnya ketahanan bangunan juga berperan signifikan dalam memperburuk kondisi tersebut.

Bangunan *non-engineered* memiliki karakteristik struktural yang sangat bervariasi, dipengaruhi oleh faktor sosial – ekonomi dan teknis lokal (Hamzah dkk., 2020). Lebih lanjut, meskipun terdapat inisiatif dari pemerintah membangun kesadaran masyarakat terhadap pentingnya konstruksi tahan gempa melalui pendekatan berbasis komunitas (Sutrisno dkk., 2024), penerapan intervensi ini masih terbatas pada wilayah yang telah terdampak bencana. Hal ini menciptakan kesenjangan dalam distribusi edukasi, regulasi, dan pelatihan teknis. Dengan kata lain, daerah yang belum pernah mengalami bencana tetap berada dalam kondisi rentan akibat rendahnya kesiapsiagaan dan pemahaman konstruksi struktural yang aman.

Kajian mengenai konstruksi bangunan *non-engineered* di Indonesia dengan menggunakan pendekatan berbasis data lapangan masih terbatas. Penelitian yang ada cenderung menggunakan model simulasi atau data sekunder (Cruz dkk., 2025; De

Iuliis dkk., 2024; Hadlos dkk., 2023), yang belum sepenuhnya mencerminkan kondisi lapangan yang sesungguhnya terkait interaksi antara pemilik bangunan dan pelaku konstruksi, serta dampaknya terhadap kualitas bangunan, juga belum banyak dibahas dalam literatur yang ada (Bektaş & Kegyes-Brassai, 2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kualitas pelaksanaan konstruksi dan keterlibatan masyarakat dalam proses pembangunan (Watanabe dkk., 2013). Namun, interaksi antara faktor – faktor sosial, ekonomi, dan teknik dalam konstruksi bangunan *non-engineered* perlu kajian lebih mendalam untuk memahami secara komprehensif kondisi yang ada (Fitriani & Ajayi, 2023).

Literatur yang ada belum memberikan perhatian yang memadai terhadap aspek – aspek non-teknis, misalnya interaksi antara pemilik rumah dengan pekerja konstruksi, sistem pembayaran tenaga kerja, serta pemilihan material yang didasarkan pada faktor ekonomis dapat secara signifikan mempengaruhi kualitas konstruksi. Tantangan nyata terletak pada implementasi hasil penelitian teknis yang kemudian digunakan dalam praktik konstruksi oleh masyarakat. Sebagian besar penelitian lebih berfokus pada analisis kerusakan bangunan setelah terjadi gempa, dibandingkan dengan upaya untuk memahami secara mendalam faktor – faktor yang memengaruhi desain dan kualitas konstruksi bangunan tersebut, yang sangat dipengaruhi oleh kondisi sosial ekonomi masyarakat (Fischer dkk., 2022).

Oleh karena itu, terdapat kesenjangan penelitian yang signifikan dalam mengintegrasikan karakteristik sosial ekonomi dan aspek lokal dalam evaluasi

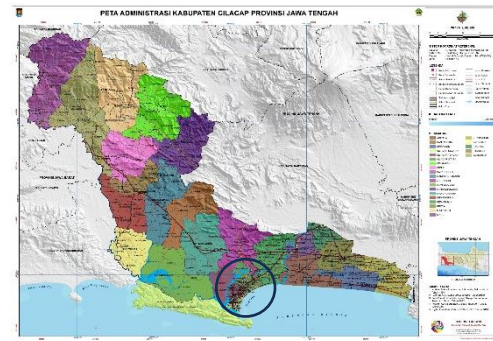
mitigasi bencana kegempaan pada bangunan *non-engineered*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan penelitian dengan melakukan investigasi lapangan yang komprehensif terhadap proses konstruksi bangunan *non-engineered* di wilayah rawan gempa. Studi ini secara khusus mendokumentasikan Kondisi umum masyarakat, karakteristik fisik bangunan, sistem pelaksanaan konstruksi, serta pola interaksi sosial – ekonomi yang memengaruhi kualitas dan ketahanan struktural bangunan terhadap gempa (Zakir dkk., 2023).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif berbasis investigasi lapangan melalui survei kuesioner dan wawancara guna mengevaluasi ketahanan bangunan *non-engineered* terhadap gempa bumi pada kawasan permukiman yang mewakili kelompok masyarakat berpenghasilan rendah hingga menengah di Kawasan eks Kotamadya Administratif (*Ex-Kotip*) Cilacap, yang terdiri dari Kecamatan Cilacap Selatan, Kecamatan Cilacap Tengah, Kecamatan Cilacap Utara (Gambar 1). Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran yang jelas tentang kondisi nyata di lapangan serta memungkinkan analisis hubungan antar variabel yang telah disurvei (D. M. J. Alam dkk., 2024; Hamzah dkk., 2020). Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan instrumen kuesioner dan wawancara terstruktur yang mencakup informasi rinci tentang kondisi umum masyarakat, karakteristik fisik konstruksi, dan pola interaksi selama berlangsungnya proses konstruksi. Kuesioner disusun berdasarkan kajian literatur sebelumnya (Adamy dkk., 2023; D. M. J. Alam dkk., 2024; Mazumder dkk., 2021; Watanabe

dkk., 2013; Zufiar dkk., 2019), dan telah diuji validitas dan reliabilitasnya melalui *pilot study* sebelum implementasi penuh di lapangan.



Gambar 1. Peta administrasi kawasan eks kotamadya administratif (ex-kotip) Cilacap

Pembahasan

Kondisi umum masyarakat

Kawasan *Ex-Kotip* Cilacap, yang merupakan bagian dari Kabupaten Cilacap, memiliki karakteristik pemukiman yang khas, dengan kepadatan permukiman tinggi di pusat kota serta dominasi hunian sederhana yang dibangun secara swadaya oleh masyarakat berpenghasilan rendah hingga menengah. Sejarah perkembangan kawasan perkotaan di Cilacap bermula sejak era kolonial sebagai pusat pelabuhan dan industri minyak, kemudian berkembang pesat pada dekade 1980-an hingga awal 2000-an seiring meningkatnya aktivitas perdagangan dan industri pelabuhan. Meskipun terjadi pertumbuhan kota, penyediaan perumahan layak belum sepenuhnya merata, terutama di wilayah pesisir dan permukiman padat di Kecamatan Cilacap Selatan, Cilacap Tengah, dan Cilacap Utara. Sebagian besar rumah tangga di wilayah ini memiliki tingkat penghasilan yang tergolong rendah, dengan sumber ekonomi utama dari sektor informal, buruh pelabuhan, nelayan, dan pedagang kecil (rata-rata pendapatan rumah tangga berada

pada kisaran Rp 3.000.000,- – 5.000.000,- per bulan). Kondisi ini sangat mempengaruhi keputusan masyarakat dalam membangun atau merenovasi rumah mereka, dimana keterbatasan biaya kerap membuat mereka memilih bahan bangunan murah dan konstruksi tanpa pengawasan tenaga profesional.

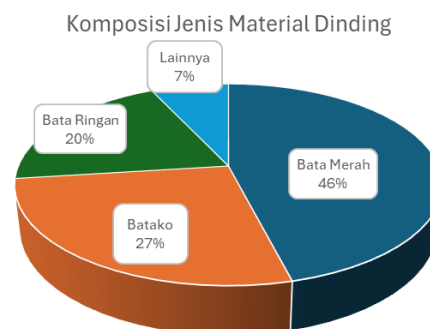
Ironisnya, kawasan *Ex-Kotip* Cilacap termasuk dalam zona dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana gempa bumi dan tsunami, terutama karena letaknya yang berdekatan dengan zona subduksi *megathrust* di selatan Pulau Jawa. Sejumlah studi pemetaan risiko, menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah pesisir Cilacap berpotensi terdampak tsunami dengan ketinggian gelombang signifikan jika terjadi gempa besar dari zona *megathrust* (Laksono dkk., 2022).

Hasil survei dan wawancara menunjukkan kesadaran masyarakat yang masih rendah mengenai urgensi konstruksi hunian tahan gempa. Ini terlihat dari keengganan mengalokasikan dana tambahan untuk memenuhi standar struktural bangunan tahan gempa, baik saat pembangunan maupun renovasi. Faktor penyebabnya beragam, mulai dari keterbatasan ekonomi, minimnya literasi teknis, hingga persepsi bahwa risiko gempa jarang terjadi dan di luar kendali mereka. Kondisi ini menyoroti adanya kesenjangan signifikan antara tingginya ancaman bencana dan rendahnya kapasitas adaptif masyarakat dalam membangun rumah yang aman secara struktural. Hal ini memerlukan pendekatan yang tidak hanya teknis, tetapi juga memperhatikan konteks sosial – ekonomi masyarakat.

Karakteristik Fisik Konstruksi

Material bangunan

Pembangunan hunian di kawasan permukiman Ex-Kotip Cilacap umumnya dilakukan secara bertahap, mengikuti kapasitas finansial keluarga. Kondisi ini secara signifikan memengaruhi pemilihan material konstruksi, yang sebagian besar ditentukan oleh keterjangkauan harga dan ketersediaan di pasar lokal. Berdasarkan hasil survei terhadap 30 rumah, ditemukan dominasi penggunaan dinding bata merah (46%), diikuti oleh batako (27%), dan bata ringan (20%). Sekitar 7% sisanya masih menggunakan material tradisional seperti anyaman bambu (gedek) dan papan kayu, yang lazim ditemukan pada rumah-rumah yang belum direnovasi sejak dibangun pada era 1980-an hingga 1990-an.



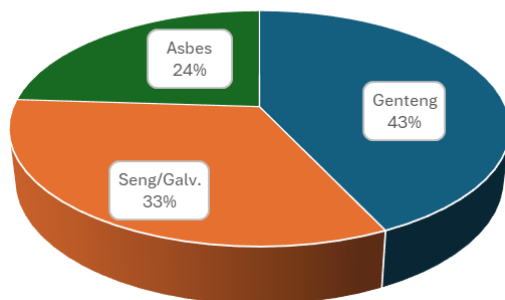
Gambar 2. Komposisi jenis material dinding

Untuk material atap, data menunjukkan genteng tanah liat (43%) menjadi pilihan terbanyak, diikuti oleh seng gelombang atau galvalum (33%), dan atap asbes (24%). Pemilihan material atap ini juga didasarkan pada pertimbangan ekonomi, kemudahan pemasangan, dan ketersediaan lokal.

Disisi lain, data menunjukkan bahwa 33% rumah menggunakan atap dari seng gelombang atau galvalum, 24% menggunakan atap asbes, dan 43% menggunakan genteng tanah liat. Pemilihan material atap ini umumnya didasarkan pada pertimbangan ekonomi, kemudahan

pemasangan, serta ketersediaan di toko bangunan lokal. Temuan ini secara jelas menunjukkan bahwa aspek teknis ketahanan terhadap gempa belum menjadi pertimbangan utama dalam proses pembangunan atau renovasi rumah di Ex-Kotip Cilacap. Material dinding seperti bata merah dan batako, serta atap genteng tanah liat, meskipun umum digunakan karena alasan ekonomis dan ketersediaan, cenderung memiliki bobot yang lebih berat dibandingkan material ringan (misalnya bata ringan atau atap seng / galvalum). Penggunaan material yang lebih berat, terutama pada struktur yang tidak dirancang secara *engineered* atau tanpa pertimbangan seismik yang memadai, dapat meningkatkan risiko kerusakan atau keruntuhan saat terjadi gempa bumi. Keputusan konstruksi yang dominan dipengaruhi oleh faktor ekonomi dan kebiasaan lokal ini menciptakan kesenjangan signifikan antara praktik pembangunan dan kebutuhan struktural untuk mitigasi bencana gempa.

Komposisi Jenis Material Atap



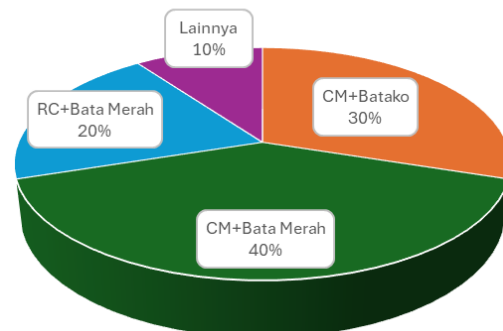
Gambar 3. Komposisi jenis material atap

Tipe konstruksi

Berdasarkan hasil survei terhadap 30 rumah di kawasan permukiman *Ex-Kotip* Cilacap, ditemukan bahwa terdapat tiga tipe konstruksi utama yang umum digunakan oleh masyarakat setempat. Tipe pertama adalah bangunan satu lantai dengan sistem

Confined Masonry (CM) yang menggunakan dinding batako, mencakup sekitar 30% dari total sampel. Tipe ini banyak ditemukan karena proses konstruksinya relatif sederhana dan biayanya lebih terjangkau, sesuai dengan kondisi sosial ekonomi masyarakat berpenghasilan rendah hingga menengah. Tipe kedua adalah bangunan satu lantai dengan sistem CM dan dinding bata merah, yang mencakup sekitar 40% dari sampel. Kombinasi ini lebih banyak dijumpai pada rumah – rumah yang dibangun atau direnovasi sebelum tahun 2000, ketika penggunaan bata merah masih lebih umum dibandingkan batako. Tipe ketiga adalah bangunan dua lantai dengan sistem rangka beton bertulang dan dinding isian (*Reinforce Concrete*) dari bata merah, yang ditemukan pada 20% rumah dalam sampel dan umumnya dimiliki oleh warga dengan tingkat penghasilan lebih tinggi. Sisanya, sekitar 10%, terdiri dari tipe konstruksi campuran, seperti dinding gedek di bagian belakang atau atap kombinasi seng dan genteng, yang menunjukkan proses pembangunan bertahap sesuai kemampuan ekonomi keluarga.

Tipe Konstruksi



Gambar 4. Tipe konstruksi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas hunian di kawasan studi dibangun dengan sistem *non-engineered*, sehingga

belum sepenuhnya memenuhi standar bangunan tahan gempa. Meskipun ada upaya dari sebagian warga untuk mengaplikasikan elemen struktural seperti sloof atau kolom beton, secara umum sistem konstruksi yang diterapkan belum sesuai kaidah rekayasa seismik yang memadai. Indikator ketidakpatuhan ini meliputi penggunaan tulangan utama kolom berdiameter kurang dari 10 mm, jarak sengkang melebihi 15 cm, dan ketiadaan ikatan besi antara kolom dan dinding (gambar 5). Situasi ini selaras dengan temuan (Adamy dkk., 2023; Zakir dkk., 2023), yang menyatakan bahwa di komunitas berpenghasilan rendah, pemilihan tipe konstruksi lebih banyak dipengaruhi oleh faktor ekonomi dan akses terhadap material lokal, bukan oleh pertimbangan teknis atau keselamatan struktural.



Gambar 5. Penggunaan tulangan yang tidak standart pada proses renovasi rumah

Proses Konstruksi

Tim konstruksi

Identifikasi jenis kepala pelaksana konstruksi sangat penting untuk menganalisis ketahanan bangunan terhadap gempa. Kepala pelaksana ini adalah individu yang memimpin atau mengawasi seluruh atau sebagian proses pembangunan rumah. Terdapat empat kategori kepala konstruksi, dikelompokkan berdasarkan sektor

pelaksananya (Tabel 1). Pertama, sistem swakelola dimana pemilik rumah bertindak sebagai pengawas konstruksi dengan bantuan tenaga kerja harian. Kedua, tukang bangunan lokal yang umumnya tidak memiliki latar belakang pendidikan formal di bidang konstruksi. Kelompok ini biasanya mengandalkan pengalaman empiris dan pengetahuan tradisional dalam membangun. Ketiga, Mandor atau kontraktor kecil yang mungkin memiliki sertifikasi terbatas namun sudah memiliki pemahaman dasar tentang teknik konstruksi. Keempat, perusahaan konstruksi profesional yang memiliki tenaga ahli bersertifikat dan mengikuti standar bangunan.

Tabel 1. Jenis kepala pelaksana konstruksi

Kepala Pelaksana Konstruksi	Penjelasan Singkat
Non-Rekayasa (<i>Non-Engineered</i>)	
Pemilik Rumah	Dalam konstruksi swakelola, pemilik rumah bertanggung jawab penuh atas seluruh proses (Swakelola) pembangunan rumah.
Tukang	Tukang bangunan dari sektor informal yang memiliki keahlian dalam struktur bangunan. Dalam beberapa kasus, mereka juga terlibat dalam pekerjaan finishing interior.
Mandor	Pengatur lapangan dari sektor informal yang mengorganisir pembangunan rumah dengan keahlian teknis lebih tinggi dibanding tukang, dan memiliki tanggung jawab lebih besar dalam menyelesaikan rumah.
Rekayasa (<i>Engineered</i>)	
Kontraktor	Pihak dari sektor formal yang menyediakan layanan konstruksi dan memiliki tukang serta pekerja sendiri, memikul tanggung jawab lebih besar dalam menyelesaikan konstruksi.

Hasil survei menunjukkan bahwa pekerjaan konstruksi pada umumnya dilaksanakan oleh tim kecil yang terdiri dari 1 orang kepala pelaksana (seperti pemilik rumah, tukang kayu, atau mandor) dan 2 hingga 4 orang tenaga kerja. Dari seluruh sampel,

sebanyak 13 rumah (43%) dibangun secara swakelola, di mana pemilik rumah memimpin langsung proses pembangunan dibantu oleh 1–2 orang tukang harian. Sementara itu, 11 rumah (37%) menggunakan jasa mandor, yang bertindak sebagai pengatur sekaligus pengawas pekerjaan, dengan tim tukang yang terdiri dari 2–3 orang. Sisanya, 6 rumah (20%) menggunakan jasa tukang tanpa mandor, yang umumnya bekerja dalam tim kecil bersama 1 atau 2 pembantu tukang.

Sebagian besar tenaga kerja berasal dari lingkungan sekitar, dipilih berdasarkan hubungan kekerabatan atau rekomendasi warga lain. Komposisi tim biasanya bersifat fleksibel dan disesuaikan dengan jenis pekerjaan. Misalnya, untuk pekerjaan struktur seperti pengecoran kolom atau sloof, jumlah pekerja ditambah sementara. Sedangkan untuk pekerjaan penyelesaian (*finishing*), jumlah tenaga kerja cenderung dikurangi. Tidak ditemukan penggunaan jasa kontraktor formal dalam seluruh sampel, yang mengindikasikan bahwa masyarakat di kawasan ini masih sangat mengandalkan sistem informal dalam penyelenggaraan konstruksi rumah. Hal ini konsisten dengan karakteristik permukiman berpenghasilan rendah – menengah yang mengutamakan efisiensi biaya dan proses bertahap dalam pembangunan rumah.

Meskipun pendekatan ini memberikan fleksibilitas dan efisiensi biaya dalam pembangunan rumah secara bertahap, ketiadaan pengawasan profesional dan standar teknis konstruksi berdampak signifikan terhadap rendahnya kualitas dan ketahanan struktural bangunan terhadap beban gempa. Sebagai respons terhadap kondisi tersebut, diperlukan strategi intervensi yang bersifat adaptif dan kontekstual, seperti penyelenggaraan

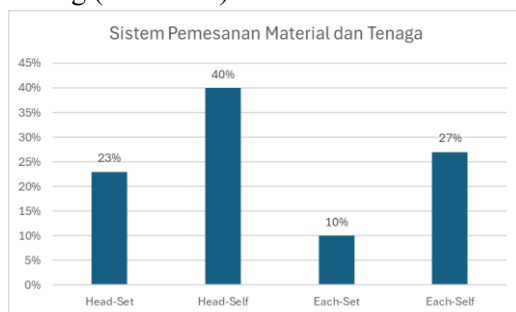
pelatihan teknis berbasis komunitas yang menekankan prinsip – prinsip dasar konstruksi tahan gempa, didukung oleh penyusunan panduan visual konstruksi sederhana yang mudah dipahami oleh tukang lokal. Selain itu, pengembangan skema sertifikasi kompetensi informal dan kolaborasi dengan institusi pendidikan tinggi melalui program pengabdian masyarakat dapat menjadi instrumen efektif dalam meningkatkan kapasitas teknis pelaku konstruksi. Upaya tersebut dapat diperkuat melalui pemberian insentif berupa bantuan material atau konsultasi teknis bagi masyarakat yang menerapkan praktik konstruksi sesuai panduan, sehingga mendorong perbaikan kualitas bangunan secara bertahap dan berkelanjutan di wilayah rawan bencana gempa.

Sistem pemesanan material dan tenaga

Sistem pemesanan (*order system*) menggambarkan hubungan keuangan antara pemilik rumah dan pihak pelaksana konstruksi atau para pekerja. Melalui survei kuesioner, penulis memperoleh informasi mengenai cara pemilik rumah membayar upah tenaga kerja serta bagaimana mereka memperoleh material bangunan untuk proyek konstruksi. Pembayaran upah tenaga kerja oleh pemilik rumah dilakukan melalui dua cara: dibayar sekaligus kepada kepala pelaksana konstruksi (*Head type*) atau dibayar langsung kepada masing-masing pekerja (*Each type*). Mekanisme pengadaan material bangunan juga terbagi menjadi dua jenis: pembelian dilakukan oleh kepala pelaksana atau pekerja (*Set type*), dan pembelian dilakukan sendiri oleh pemilik rumah (*Self type*). Kombinasi dari dua mekanisme ini menghasilkan empat pola sistem pemesanan, yaitu: *Head-Set*, *Head-Self*, *Each-Set*, dan *Each-Self* (Watanabe dkk., 2013).

Survei terhadap 30 rumah, ditemukan bahwa terdapat empat pola utama dalam sistem pembayaran dan pengadaan material bangunan. Sekitar 23% dari responden menggunakan pola *Head-Set*, yaitu pemilik rumah membayar biaya tenaga kerja secara keseluruhan kepada seorang kepala pelaksana (mandor atau tukang utama), yang juga bertanggung jawab atas pembelian material bangunan. Pola ini umum diterapkan oleh warga yang memiliki dana mencukupi namun tidak memiliki waktu atau pengalaman teknis untuk mengelola proyek sendiri. Selanjutnya, 27% responden menerapkan sistem *Each-Self*, di mana pemilik rumah membayar langsung kepada masing – masing pekerja serta membeli sendiri semua material bangunan.

Pola ini umum dipilih oleh keluarga berpenghasilan rendah yang ingin menghemat biaya dan melakukan pembangunan secara bertahap. Sementara itu, 40% rumah menggunakan pola *Head-Self*, yakni pemilik rumah menyerahkan pengerjaan kepada mandor atau tukang utama, namun tetap mengatur sendiri pembelian material, biasanya untuk menjaga pengeluaran dan memastikan kualitas bahan. Sisanya, 10% rumah memilih pola *Each-Set*, di mana masing – masing pekerja dibayar langsung oleh pemilik rumah, sementara material bangunan dibeli oleh pekerja atau tukang (Gambar 5).



Gambar 5. Sistem pemesanan material dan tenaga

Pemilihan pola ini sangat bergantung pada kondisi keuangan, tingkat kepercayaan terhadap tukang, serta pengalaman teknis pemilik rumah. Hasil survei ini menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat di *Ex-Kotip* Cilacap masih bergantung pada sistem informal dan fleksibel dalam pelaksanaan konstruksi rumah, dengan kecenderungan tinggi untuk mengambil peran langsung dalam pembelian material, meskipun keterlibatan mereka dalam manajemen tenaga kerja bervariasi.

Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa bangunan *non-engineered* yang umum dibangun oleh masyarakat berpenghasilan rendah hingga menengah di Indonesia memiliki tingkat kerentanan struktural yang tinggi terhadap gempa bumi, terutama akibat ketiadaan standar teknis dalam proses perencanaan dan pelaksanaan konstruksi. Temuan dari survei lapangan menunjukkan bahwa pemilihan material konstruksi yang sederhana, skala pembangunan yang kecil, metode pembayaran tenaga kerja dan material, serta minimnya keterlibatan tenaga profesional merupakan faktor dominan yang berkontribusi terhadap lemahnya performa seismik bangunan. Hal ini memperkuat hasil studi sebelumnya yang menekankan pentingnya integrasi antara pendekatan teknis dan pemahaman sosial ekonomi dalam strategi mitigasi bencana (Agrawal dkk., 2021; D. M. J. Alam dkk., 2024; Goda dkk., 2024).

Konteks Indonesia, dengan populasi besar yang menggantungkan hunian pada bangunan swadaya, membutuhkan pendekatan yang lebih adaptif dan kontekstual, seperti pelatihan teknis berbasis komunitas, panduan teknis sederhana, serta

sistem supervisi ringan namun efektif dalam proses pembangunan rumah (Adhikari dkk., 2024; Hendriks & Opdyke, 2021).

Penelitian ini berkontribusi signifikan terhadap strategi pengurangan risiko bencana berbasis komunitas, dengan menawarkan bukti empiris mengenai pentingnya pendekatan partisipatif dalam meningkatkan ketahanan bangunan. Temuan ini dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan kebijakan teknis serta pelatihan konstruksi sederhana yang dapat dijalankan oleh masyarakat tanpa mengandalkan kontraktor formal.

Daftar Pustaka

- Adamy, A., Meillyta, M., Maharani, L., Aidina, F., & Aini, Q. (2023). Disaster Vulnerability Assessment of Low-Cost Houses in Java Island. *Journal of Contemporary Urban Affairs*, 7(2), 20–37. <https://doi.org/10.25034/ijcua.2023.v7n2-2>
- Adhikari, S. R., Chongbang, N., Bhatta, D. R., Shrestha, B., Gautam, M., Neupane, B., & Bhandari, M. (2024). *Sociological Analysis of Construction Initiatives in Landless Communities : Practices of Gorkha Earthquake in Nepal*. 03(01), 35–50.
- Agrawal, N., Gupta, L., & Dixit, J. (2021). Assessment of the socioeconomic vulnerability to seismic hazards in the national capital region of India using factor analysis. *Sustainability (Switzerland)*, 13(17). <https://doi.org/10.3390/su13179652>
- Alam, D. M. J., Ahsan, R., Akhter, F., & Paul, A. (2024). *Earthquake Resistant Non-engineered Building Construction for Rural Area in Bangladesh*.
- Alam, M. J., Ahsan, R., Akhter, F., & ... (2008). Earthquake resistant non-engineered building construction for rural area in Bangladesh. In *Proceedings of the 14th* jetty.ecn.purdue.edu. <https://scholar.google.com/ftp/jetty.ecn.purdue.edu/spujol/Andres/files/09-02-0006.PDF>
- Bektaş, N., & Kegyes-Brassai, O. (2023). Development in Fuzzy Logic-Based Rapid Visual Screening Method for Seismic Vulnerability Assessment of Buildings. *Geosciences (Switzerland)*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/geosciences13010006>
- Cruz, A., Chieffo, N., Karimzadeh, S., Ortiz, A., Sandoval, E., & Lourenço, P. B. (2025). Earthquake vulnerability assessment of non-engineered URM residential buildings. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 122(March), 105476. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2025.105476>
- De Iuliis, M., Khaghanpour-Shahrezaee, R., Cimellaro, G. P., & Khanmohammadi, M. (2024). Fuzzy-based approach to quantify the downtime of buildings in developing countries. *Resilient Cities and Structures*, 3(1), 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.rcns.2023.11.001>
- Fischer, E., Biondo, A. E., Greco, A., Martinico, F., Pluchino, A., & Rapisarda, A. (2022). Objective and Perceived Risk in Seismic Vulnerability Assessment at an Urban Scale. *Sustainability (Switzerland)*, 14(15), 1–24. <https://doi.org/10.3390/su14159380>
- Fitriani, H., & Ajayi, S. (2023). Barriers to sustainable practices in the Indonesian construction industry. *Journal of Environmental Planning and Management*, 66(10), 2028–2050. <https://doi.org/10.1080/09640568.2022.2057281>
- Goda, K., Williams, J., De Risi, R., & Ngoma, I. (2024). Probabilistic seismic collapse risk assessment of non-engineered masonry buildings in Malawi. *Frontiers in Built Environment*, 10(January), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1333576>
- Hadlos, A., Opdyke, A., & Hadigheh, S. A. (2023). Deriving expert-driven seismic and wind fragility functions for non-engineered residential typologies in Batanes, Philippines. *Scientific Reports*, 13(1), 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49398-2>
- Hamzah, A., Amri, M. R., Rozita, E., & Yunus, R. (2020). Penilaian Bangunan Sederhana di Kawasan Rawan Gempabumi (Studi Kasus di Kota Bengkulu dan Kabupaten Bengkulu Tengah). *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 11(1), 13–21.
- Hendriks, E., & Opdyke, A. (2021). Adoption of seismic-resistant techniques in reconstructed housing in the aftermath of Nepal's 2015 Gorkha earthquake. *Earthquake Spectra*, 37(4), 2662–2686. <https://doi.org/10.1177/87552930211009530>
- Ismail, F. A., Fauzan, Hakam, A., & Alfajri, A. (2023). Study on the Behavior of a Simple House Partially Retrofitted Using Ferrocement Layers due to Earthquake Loads. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 13(2), 501–513. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.13.2.16987>
- Kristiawan, S. A., Safarizki, H. A., Purwanto, E., Sangadji, S., Trisnawan, A. D., & Nugroho, T. S. (2024). Damage State of Non-Engineered Residential Buildings Owing To Earthquakes: a Case Study in Pacitan Regency, Indonesia. *Civil and Environmental Engineering*, 20(1), 426–439. <https://doi.org/10.2478/cee-2024-0033>
- Laksono, F. A. T., Widagdo, A., Aditama, M. R., Fauzan, M. R., & Kovács, J. (2022). Tsunami

- Hazard Zone and Multiple Scenarios of Tsunami Evacuation Route at Jetis Beach, Cilacap Regency, Indonesia. *Sustainability (Switzerland)*, 14(5), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su14052726>
- Mazumder, R. K., Rana, S., & Salman, A. M. (2021). First level seismic risk assessment of old unreinforced masonry (URM) using fuzzy synthetic evaluation. *Journal of Building Engineering*, 44(June 2020), 103162. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103162>
- Pribadi, K. S., Abduh, M., Kusumaningrum, P., Hasiholan, B., Wirahadikusumah, R. D., & Milyardi, R. (2023). Promoting humanitarian engineering approaches for earthquake-resilient housing in Indonesia. *Transcending Humanitarian Engineering Strategies for Sustainable Futures*, 235–262. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5619-4.ch012>
- Purwanto, E., Kristiawan, S. A., Sangadji, S., & Saifullah, H. A. (2024). Influence of Joint Strengthening on the Seismic Performance of Non-Engineered Buildings. *Buildings*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/buildings14020488>
- Sutrisno, D., Suwarno, Y., Rahadiati, A., Habibie, M. I., Putra, P. K., Prayogi, H., Widodo, A., Sabrina, F. Z., & Kosasih, A. (2024). Community preparedness for earthquake disasters: A preliminary assessment of awareness and disaster infrastructure response in Cianjur, West Java-Indonesia. *F1000Research*, 13(May), 256. <https://doi.org/10.12688/f1000research.143577.2>
- Watanabe, S., Shima, N., & Fujita, K. (2013). Research on non-engineered housing construction based on a field investigation in Jakarta. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 12(1), 33–40. <https://doi.org/10.3130/jaabe.12.33>
- Weber, R., Cummins, P., & Edwards, M. (2024). Fragility of Indonesian houses: scenario damage analysis of the 2006 Yogyakarta and 2009 Padang earthquakes. In *Bulletin of Earthquake Engineering* (Vol. 22, Nomor 9). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10518-024-01930-z>
- Zakir, R. F., Hakam, A., Istijono, B., Noer, M., & Rahmadilla Hape, S. (2023). Vulnerability Assessment of non-engineered houses related to earthquake in West Pasaman District. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1173(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1173/1/012075>
- Zulfar, M. H., Prayuda, H., & Monika, F. (2019). Vulnerability Assessment on Non-Engineered Building in Earthquake Prone Area. Case Study: Klaten District, Central Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 650(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/650/1/012040>
- Zulfar, M. H. (2018). Pemeriksaan Material pada Pembangunan Rumah Non-Engineered di Daerah Rawan Gempa Dusun Serut, Palbapang Kabupaten Bantul, Yogyakarta. In *Semesta Teknika* (Vol. 21, Nomor 2). Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. <https://doi.org/10.18196/st.212224>