

Pelatihan Tentang Metode Perbaikan Kerusakan Rumah Akibat Gempa

Paksi Dwiyanto Wibowo^{*1}, Zel Citra², Yosie Malinda³, Anom Wibisono⁴

¹ Universitas Pelita Bangsa, ²⁻⁴ Universitas Mercu Buana

**Corresponding author*

E-mail: paksi.dwiyanto@pelitabangsa.ac.id*

Article History:

Received: Feb, 2026

Revised: Feb, 2026

Accepted: Feb, 2026

Abstract: Memasuki tahun 2023, Indonesia menghadapi serangkaian gempa bumi yang terjadi secara simultan. Berdasarkan data resmi BMKG, sejak 3 hingga 21 Januari 2023 tercatat 19 kejadian gempa dengan magnitudo lebih dari 5. Tingginya potensi gempa di Indonesia menjadi perhatian penting bagi para engineer dalam merencanakan dan mengevaluasi ketahanan bangunan, khususnya rumah tinggal. Kekhawatiran masyarakat terhadap keselamatan bangunan saat gempa menegaskan pentingnya penerapan konsep bangunan tahan gempa. Perlu dipahami bahwa korban jiwa umumnya bukan disebabkan oleh gempa itu sendiri, melainkan oleh kegagalan struktur bangunan. Oleh karena itu, edukasi dan pelatihan, khususnya bagi siswa SMK jurusan Teknik Bangunan, menjadi sangat penting untuk meningkatkan pemahaman mengenai tingkat kerusakan, mutu material, dimensi elemen struktur, serta metode perbaikan rumah pasca gempa. Dalam konteks ini, diperlukan pelatihan terarah guna meningkatkan pengetahuan dan kesadaran siswa SMK Negeri 4 Tangerang mengenai perbaikan rumah tahan gempa secara ilmiah dan teknis.

Keywords:

Kerusakan, Perbaikan, Rumah, Gempa, Masyarakat

Pendahuluan

Indonesia termasuk deretan salah satu negara yang dilewati rangkaian cincin api dunia (ring of fire). Posisi Indonesia yang terbentang dari 6°LU-11°LS dan 95°BT-141°BT secara geografi terletak di antara tiga lempeng dunia yaitu lempeng Pasifik, Eurasia dan Australia. Jalur *Ring of Fire* di Indonesia berawal dari Sumatera, Jawa, Bali, Flores hingga Timor. Hal tersebut menjadikan wilayah Indonesia menjadi rawan bencana gempa dan tsunami. Gambar 1.1. merupakan histori aktivitas vulkanik di Indonesia periode 2018-2019.



Gambar 1. Histori Aktivitas Vulkanik Indonesia

Sumber: (Lidwina, 2019)

Tingginya potensi bencana gempa di Indonesia memberi isyarat kepada seluruh pihak di bidang industri khususnya konstruksi bahwa hal tersebut menjadi isu dan perhatian penting dalam merencanakan serta mengeksekusi proyek pembangunan. Pelaksanaan pekerjaan struktur khususnya untuk bangunan residensial maupun gedung seperti struktur kolom dan balok sudah diatur dalam standar dan syarat yang berlaku di Indonesia seperti (SNI 1726, 2012) tentang Tata Cara Perencanaan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, (SNI 1729, 2015) tentang spesifikasi bangunan gedung baja, (SNI 1727, 2013) tentang beban minimum perancangan bangunan gedung dan (SNI 2847, 2013) tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Kedua syarat tersebut seharusnya dijadikan sebagai acuan dan dasar bagi kontraktor dalam merencanakan dan pada proses konstruksi berlangsung. Baja tulangan pada struktur beton berfungsi sebagai penahan tarik. Kekuatan tarik tulangan harus sesuai dengan SNI 2054:2014 “Baja Tulangan Beton” (Citra et al, 2024).

Memasuki tahun 2023, Indonesia dihadapkan dengan serangkaian fenomena alam yaitu gempa bumi yang secara simultan terjadi hingga saat ini. Menurut situs resmi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) tercatat sejak tanggal 3 Januari 2023 hingga 21 Januari 2023 tercatat serangkaian gempa bumi magnitude ≥ 5 yang terjadi disajikan dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Kronologis Gempa Bumi di Indonesia 3 Januari 2023 s.d 21 Januari 2023

No	Waktu Gempa	Lintang	Bujur	Magnitudo	Kedalaman	Wilayah
1	21-01-23 10:58:08 WIB	2.85	127.14	5.0	10 Km	137 km Tenggara MELONGUANE-SULUT
2	19-01-23 16:14:30 WIB	5.83	125.96	5.1	10 Km	218 km Barat Laut MELONGUANE-SULUT

Tabel 1. Kronologis Gempa Bumi di Indonesia 3 Januari 2023 s.d 21 Januari 2022

No	Waktu Gempa	Lintang	Bujur	Magnitudo	Kedalaman	Wilayah
3	18-01-23 23:27:52 WIB	-10.87	111.73	5.4	10 Km	306 km Tenggara PACITAN-JATIM
4	18-01-23 23:10:51 WIB	-10.69	111.80	5.2	10 Km	287 km Barat Daya KAB-BLITAR-JATIM
5	18-01-23 15:01:24 WIB	2.73	127.14	5.4	10 Km	146 km Barat Laut TOBELO-MALUT
6	18-01-23 13:19:14 WIB	2.81	127.09	5.3	17 Km	139 km Tenggara MELONGUANE-SULUT
7	18-01-23 13:06:14 WIB	2.80	127.11	7.1	64 Km	141 km Tenggara MELONGUANE-SULUT
8	18-01-23 07:34:46 WIB	-0.07	123.28	6.3	138 Km	69 km Tenggara BONEBOLANGO-GORONTALO
9	17-01-23 11:36:12 WIB	-9.26	112.49	5.1	17 Km	125 km BaratDaya KAB-MALANG-JATIM
10	16-01-23 05:30:01 WIB	1.91	97.83	6.2	23 Km	47 km Tenggara KAB-ACEHSINGKIL
11	15-01-23 03:32:19 WIB	-6.52	106.58	5.0	132 Km	25 km Barat Laut KOTA-BOGOR-JABAR
12	14-01-23 05:41:00 WIB	-5.14	102.99	5.3	18 Km	55 km BaratDaya KAUR-BENGKULU
13	13-01-23 22:41:45 WIB	-2.44	138.59	5.0	54 Km	30 km Tenggara MAMBERAMOTENGAH-PAPUAPGNGN
14	13-01-23 19:44:51 WIB	-7.13	130.50	5.1	101 Km	129 km BaratLaut MALUKUTENGGARABRT
15	11-01-23 14:59:23 WIB	-2.64	137.02	5.1	60 Km	44 km TimurLaut WAROPEN-PAPUA
16	10-01-23 01:10:01 WIB	-6.47	130.36	5.5	128 Km	197 km BaratLaut MALUKUTENGGARABRT
17	09-01-23 19:26:31 WIB	-8.99	111.16	5.6	10 Km	90 km Tenggara PACITAN- JATIM
18	03-01-23 19:55:21 WIB	-2.27	140.65	5.2	10 Km	33 km TimurLaut KOTA-JAYAPURA-PAPUA
19	03-01-23 16:32:26 WIB	-3.67	133.46	5.0	10 Km	68 km BaratDaya KAIMANA-PAPUABRT

Sumber: <https://www.bmkg.go.id/gempabumi-terkini.html>

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa 1 (satu) dari 19 kejadian gempa bumi dengan magnitude ≥ 5 terjadi di sekitar wilayah JABODETABEK. 21 Januari 2023 tepat nya pukul 06.23 WIB telah terjadi gempa bumi berkekuatan 3,4 magnitudo mengguncang Cianjur, Jawa Barat. Gempa ini berada di kedalaman 4 kilometer yang disebabkan akibat aktivitas Sesar Cugenang (BMKG Wilayah II Tangerang).

Standar pelaksanaan pekerjaan struktur bangunan gedung diatur dalam (SNI 1726) tentang Tata Cara Perencanaan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung dan (SNI 2847) tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan

Gedung. Syarat di atas menjadi acuan dalam merencanakan dan pengerjaan proyek konstruksi gedung (Citra et al, 2023). Semakin meningkatnya tren fenomena gempa bumi yang terjadi di Indonesia khususnya di wilayah Tangerang berbanding lurus dengan tingkat kebutuhan atas bangunan tahan gempa. Mulanya bangunan difungsikan sebagai tempat bernaung ataupun melakukan rutinitas harian, namun saat ini bangunan tahan gempa menjadi sebuah kebutuhan. Rasa khawatir masyarakat pada bangunan timbul pada saat gempa bumi menjadi alasan utama pentingnya bangunan tahan gempa. Satu sudut pandang yang perlu di edukasi kepada masyarakat bahwasannya bukan fenomena gempa bumi yang memakan korban jiwa, melainkan bangunan itu sendiri yang menjadi penyebabnya.



Gambar 2. Syarat Minimum Bangunan Rumah Aman Gempa

Rumah tahan gempa dapat tercipta jika seluruh bahan konstruksi dan elemen-elemen dari bangunan mulai dari pondasi, balok sloof, kolom, dinding, serta balok atap tersambung dengan baik dan benar. Selain itu, perlu adanya penyalur beban dari satu elemen ke elemen lain agar bangunan tidak mudah runtuh dan dapat menahan beban gempa.



Gambar 3. Elemen Struktur Bangunan pada Rumah Tinggal

Pentingnya edukasi dan pelatihan kepada masyarakat, khususnya kepada siswa/i lulusan SMK jurusan Teknik Bangunan mengenai dampak bangunan jika terjadi fenomena gempa bumi. Tujuannya adalah untuk menindaklanjuti upaya dan metode apa saja yang dapat diimplementasikan dalam rangka perbaikan rumah pasca

terjadinya gempa bumi. Beberapa pemahaman seperti halnya tingkat kerusakan yang terjadi, mutu material bangunan yang digunakan, dimensi elemen struktur bangunan maupun fungsi ruangan. Setiap bangunan tentunya harus direncanakan memiliki daya tahan yang baik, supaya mampu memenuhi standar keamanan bagi penghuni seperti yang telah direncanakan. Jika bangunan dirancang tidak sesuai standar peraturan yang dipersyaratkan, maka dapat menimbulkan korban jiwa jika bangunan tersebut runtuh (Citra et al, 2023).

Oleh karena itu, untuk menjawab latar belakang atas isu strategis yang saat ini sedang hangat diperbincangkan mengenai rumah tahan gempa dari sudut pandang keilmuan Program Studi Teknik Sipil serta dalam rangka meningkatkan pengetahuan dan kesadaran kepada siswa/i di SMK khususnya di SMK Negeri 4 Tangerang atas isu tersebut, maka diperlukan sebuah pelatihan dan bimbingan mengenai metode perbaikan rumah pasca terjadinya fenomena gempa bumi.

Metode

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, di peroleh beberapa isu terkait dengan fenomena gempa bumi yang terjadi di Indonesia khususnya di wilayah sekitar Jabodetabek yang disajikan dalam bentuk tabel berikut ini:

Tabel 2. Isu Terkait Fenomena Gempa Bumi Di Indonesia

No	Permasalahan	Referensi
1	Indonesia, rawan bencana gempa bumi & tanah longsor divalidasi dengan histori gempa 2018-2019	(Lidwina, 2019)
2	Tercatat sejak 3 Januari – 21 Januari 2023 terjadi 19 kali gempa bumi dengan Magnitude > 5.	https://www.bmkg.go.id/gempabumi-terkini.html
3.	06.23 WIB telah terjadi gempa bumi berkekuatan 3,4 magnitudo mengguncang Cianjur, Jawa Barat akibat aktivitas Sesar Cugenang (BMKG Wilayah II Tangerang)	<i>Gempa M 3,4 Guncang Cianjur Akibat Aktivitas Sesar Cugenang (detik.com)</i>

Beberapa contoh dampak kerusakan akibat fenomena gempa bumi yang terjadi di beberapa wilayah di Indonesia seperti:



Gambar 4. Contoh Efek Gempa Bumi Terhadap Bangunan

Dari informasi di atas yang menjadi perhatian khusus bagi seluruh lini baik instansi Pemerintah terkait, akademisi khususnya program studi Teknik Sipil maupun kalangan masyarakat luas, ditemukan beberapa isu strategis terkait dampak bangunan akibat fenomena gempa bumi meliputi:

1. Kota Tangerang masih berpotensi terkena dampak fenomena gempa bumi.
2. Belum maksimalnya edukasi kepada masyarakat khusus nya siswa/i Teknik Bangunan mengenai konsep bangunan rumah tahan gempa.
3. Minim nya wawasan masyarakat khusus nya siswa/i teknik bangunan mengenai tindak lanjut atas bangunan khususnya rumah tinggal yang terkena dampak fenomena gempa bumi.

Pelatihan dan bimbingan mengenai metode perbaikan kerusakan rumah akibat gempa mutlak diperlukan untuk mengedukasi dalam rangka meningkatkan pengetahuan dan kesadaran kepada siswa/i di SMK khususnya di SMK Negeri 4 Tangerang atas isu tersebut.

Dalam perencanaan bangunan rumah dan bangunan gedung yang dimuat dalam pedoman teknis dengan mempertimbangkan:

- a. Standar Nasional Indonesia (SNI) yang terkait dengan perencanaan struktur bangunan rumah dan gedung, normatif dari pedoman teknis ini
- b. Kerusakan akibat gempa bumi yang pernah terjadi pada rumah dan gedung dari hasil penelitian telah dilakukan di Indonesia.

Pemahaman mengenai dampak gempa berdasarkan tingkat magnitudo terhadap bangunan dapat lebih mudah dipahami melalui ilustrasi di bawah ini:



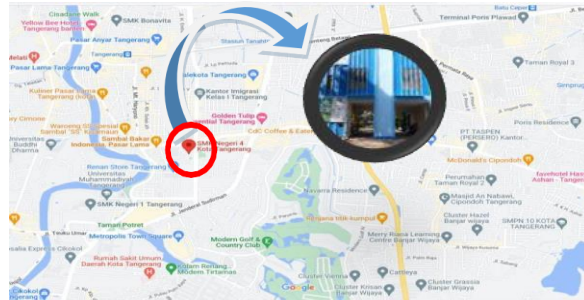
Gambar 5. Ilustrasi Dampak Magnitudo Gempa Terhadap Bangunan

Taraf keamanan minimum untuk bangunan gedung dan rumah tinggal yang masuk dalam kategori bangunan tahan gempa yaitu yang memenuhi berikut ini:

- Apabila terkena gempa bumi yang lemah, bangunan tersebut tidak mengalami kerusakan sama sekali.
- Apabila terkena gempa bumi yang sedang, bangunan tersebut boleh rusak pada elemen non-struktural, tetapi tidak boleh rusak pada elemen struktural.
- Apabila terkena gempa bumi yang sangat kuat bangunan tersebut tidak boleh runtuh sebagian maupun seluruhnya, bangunan tersebut tidak boleh mengalami kerusakan yang tidak dapat diperbaiki, bangunan tersebut boleh mengalami kerusakan akan tetapi kerusakan tersebut harus dapat diperbaiki dengan cepat sehingga dapat berfungsi kembali.

Hasil

Edukasi mengenai **“Metode Perbaikan Kerusakan Rumah Akibat Gempa”** diselenggarakan pada tanggal 8 Juni 2023 bertempat di SMK Negeri 4 Tangerang. Dalam kesempatan kali ini target dan sasaran peserta edukasi menyasar kepada Siswa/I SMK Negeri 4 Tangerang Jurusan Teknik Bangunan kelas 10 dan 11. Acara ini dihadiri oleh 50 peserta didampingi dengan guru pengampu mata pelajaran terkait SMKN 4 Tangerang. SMKN 4 Tangerang berlokasi di Jl. Veteran No.1A, RT.005/RW.002, Babakan, Kec. Tangerang, Kota Tangerang, Banten 15118.



Gambar 6. Lokasi SMKN 4 Tangerang

Kegiatan pengabdian masyarakat ini berlangsung 2 sesi, yakni sesi pemaparan materi dan sesi tanya jawab. Antusias para peserta dalam mengikuti setiap sesi terlihat pada saat memerhatikan pembicara secara khidmat dan aktif dalam sesi quiz.



Gambar 7. Sesi 1 Penyampaian Materi & Sesi 2 Quiz

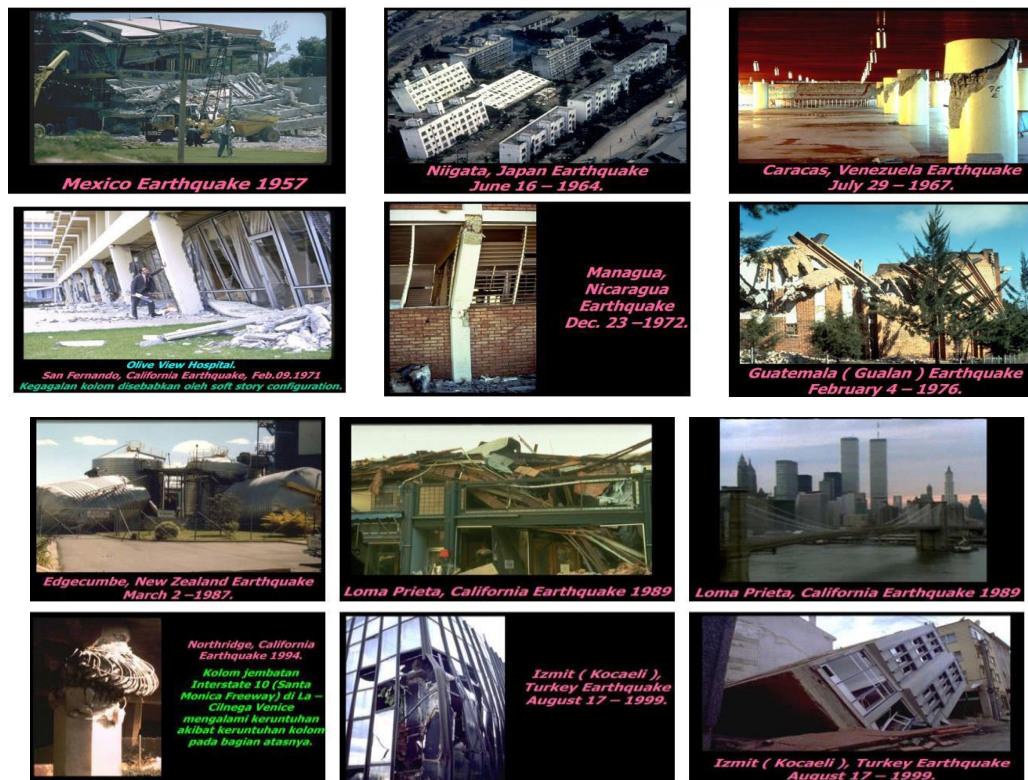
Diskusi

Dilatar belakangi oleh Memasuki Tahun 2023, Indonesia dihadapkan serangkaian fenomena gempa. Tercatat di Bulan Juni 2023, Gempa Bumi terjadi magnitude > 5 sebanyak 30 Kali (Gempa Bumi Terkini | BMKG). Tingginya potensi gempa, menjadi isyarat dalam merencanakan dan menindaklanjuti dampak gempa. Rasa khawatir masyarakat saat gempa merupakan alasan utama perlunya rumah tahan gempa. Pentingnya edukasi dan pelatihan mengenai dampak bangunan jika terjadi fenomena gempa bumi.

A. Fenomena Gempa Bumi

Tidak sedikit dampak pasca terjadinya fenomena gempa bumi menimbulkan kerusakan fisik bangunan, infrastruktur bahkan menimbulkan korban jiwa. Pertanyaan utama timbul yakni fenomena gempa bumi atau bangunannya yang menimbulkan korban jiwa. Edukasi kepada masyarakat khususnya para siswa/i SMKN 4 Tangerang bahwa kegagalan bangunan itu sendiri yang berpotensi menyebabkan korban jiwa bukan dari fenomena gempa nya. Dalam kesempatan ini

juga ditampilkan kronologis fenomena gempa besar yang berakibat pada kerusakan bangunan meliputi:



Gambar 8. Fenomena Gempa Bumi di Berbagai Negara

Berikut merupakan contoh dampak fenomena gempa bumi pada bangunan di Indonesia:



Gambar 8. Fenomena Gempa Bumi di Indonesia

B. Karakteristik Kerusakan Bangunan Akibat Magnitudo Gempa

Besaran ukuran gempa bumi diukur dalam satuan Magnitudo. Setiap tingkat atau level gempa memiliki daya rusak yang beragam. Menurut Skala Mercalli (*Modified Mercalli Intensity*) tingkat kerusakan berdasarkan level magnitude gempa

sebagai berikut:

Skala Richer	MMI	GoL	Skala Mercalli (Modified Mercalli Intensity) Observasi Kerusakan
1-2	I	Instrumental	Hanya terbaca pada alat seismograf. Hampir tidak terasa
2-3	II	Sangat lemah	Dirasakan sedikit orang, terutama orang pada bagian atas bangunan bertingkat
3-4	III	Agak lemah	Dirasakan orang yang berada pada bangunan bertingkat. Getaran seperti truk yang melintas, seperti ada truk yang menabrak bangunan
4	IV	Lemah	Dirasakan banyak orang, perabot rumah tangga terguncang, benda yang tergantung berayung, seperti ada truk yang menabrak bangunan
4-5	V	Agak kuat	Dirasakan setiap orang, perabot rumah tangga rusak, benda yang tidak stabil terguncang, bergeser, atau terjatuh/jatuh
5-6	VI	Kuat	Dirasakan setiap orang, sulit berdiri stabil, plafon retak/jatuh, retak pada tembok, plester tembok terkelupas
6	VII	Sangat Kuat	Kerusakan ringan pada bangunan berkonstruksi, kokoh, pada bangunan berkualitas buruk mengalami kerusakan sedang
6-7	VIII	Merusak	Kerusakan ringan pada bangunan berkonstruksi, kokoh, pada bangunan berkualitas buruk mengalami kerusakan sedang-besar/rubuh
7	IX	Hebat	Kerusakan sedang-berat pada bangunan berkonstruksi, kokoh, pergeseran fondasi, terdapat retakan di permukaan tanah
7-8	X	Sangat Hebat	Kebanyakan bangunan batu, kolom, dan fondasi hancur, retakan lebar di permukaan tanah longsor pada lereng, kerusakan parah
8	XI	Ekstrem	Kerusakan total, hanya sedikit bangunan utuh dan bertahan, retakan lebar di permukaan tanah, gelombang terlihat di permukaan tanah
>8	XII	Sangat Ekstrem	Kerusakan total, gelombang terlihat di permukaan, benda-benda terlempar ke udara

Gambar 9. Observasi Kerusakan Berdasarkan Magnitudo Gempa

Sumber: Angga Jati Widyatama

Dampak terjadinya gempa bumi pada bangunan meliputi:



Gambar 10. Bentuk Kerusakan pada Rumah Akibat Gempa

Sedangkan kategori kerusakan akibat gempa sebagai berikut:

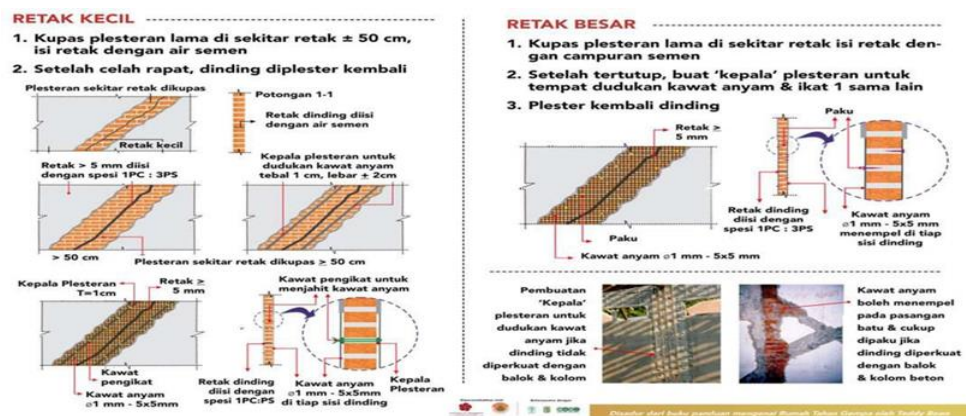


Gambar 11. Kategori Kerusakan pada Rumah Akibat Gempa

C. Metode Perbaikan Kerusakan Rumah Akibat Gempa

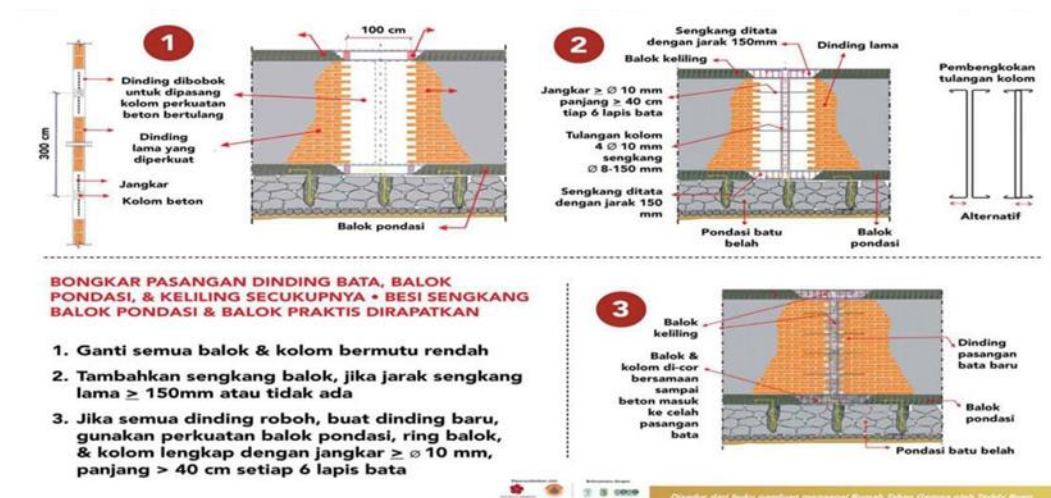
Beberapa metode atau cara dalam penanggulangan kerusakan rumah tinggal akibat gempa mutlak diperlukan khususnya untuk kategori kerusakan ringan hingga sedang. Beberapa elemen struktur maupun non-struktural yang masih dapat dipertahankan fungsinya akan ditindaklanjuti untuk tahap perbaikan, sebaliknya jika elemen tersebut sudah dalam kategori kerusakan berat hingga roboh maka tindak lanjut *demolition* atau peruntuhan bangunan harus dilakukan karena bangunan sudah tidak memiliki kapasitas layanan fungsi sebagaimana mestinya. Berikut ini merupakan rekomendasi perbaikan kerusakan rumah:

1. Perbaikan Dinding Retak Kecil Dan Besar



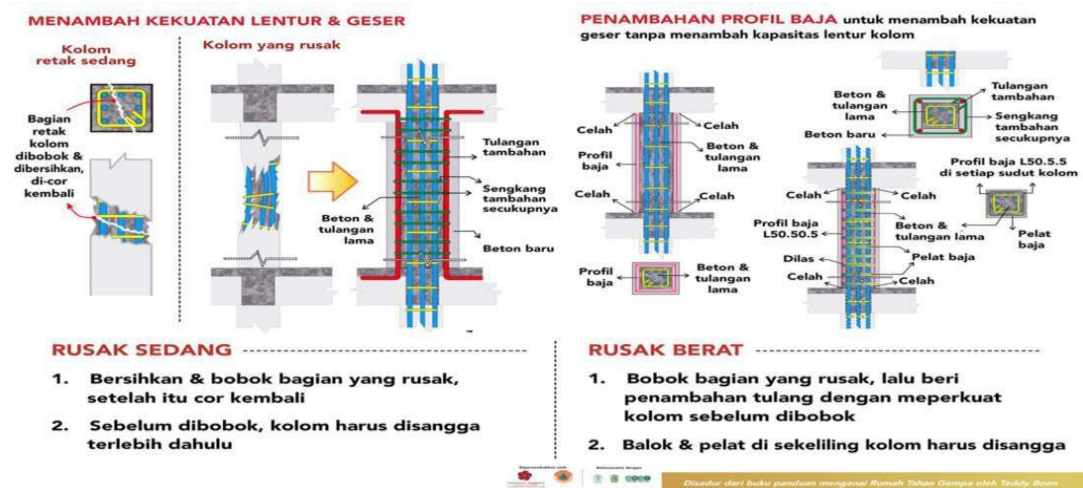
Gambar 12. Perbaikan Dinding Retak Kecil dan Besar

2. Perbaikan dinding roboh



Gambar 13. Perbaikan Dinding Roboh

3. Perbaikan elemen struktural bangunan pada kolom



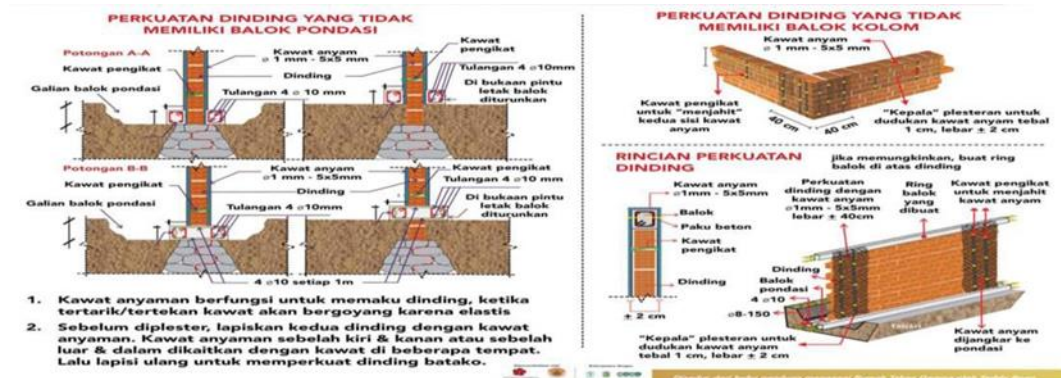
Gambar 14. Perbaikan Dinding Roboh

4. Perbaikan dinding retak lebih dari 9m²



Gambar 15. Perbaikan Dinding Retak Lebih Dari 9m²

5. Perkuatan dinding tanpa balok lintel, pondasi dan kolom praktis



Gambar 16. Perbaikan Dinding Tanpa Balok Lintel, Pondasi dan Kolom Praktis

Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan topik “Metode Perbaikan Kerusakan Rumah Akibat Gempa”, siswa/i SMK Negeri 4 Tangerang sebagai peserta telah menunjukkan peningkatan pemahaman yang signifikan. Peserta memahami bahwa dampak korban jiwa akibat gempa bumi umumnya bukan disebabkan oleh fenomena gempa itu sendiri, melainkan oleh kegagalan struktur bangunan yang tidak memenuhi kaidah ketahanan gempa. Selain itu, peserta telah memahami konsep dasar bangunan tahan gempa, khususnya prinsip Strong Column Weak Beam dalam perencanaan struktur. Pemahaman mengenai tingkat intensitas gempa, kategori kerusakan bangunan, serta implikasinya terhadap tindak lanjut perbaikan juga telah meningkat. Secara keseluruhan, kegiatan ini berhasil menambah wawasan dan pengetahuan peserta terkait metode perbaikan rumah yang tepat dan sesuai kaidah teknis pasca terjadinya gempa bumi.

Pengakuan/Acknowledgements

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Universitas Mercu Buana dan juga pihak mitra SMK N 4 Kota Tangerang yang telah membantu dan bekerja sama sehingga program pengabdian masyarakat dapat diselesaikan.

Daftar Referensi

- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2023). Gempa Bumi Terkini (M>5.0).Indonesia. <https://www.bmkg.go.id/gempabumi-terkini.html>
- Boen, Teddy. (2009). Manual Bangunan Tahan Gempa. World Seismic Safety Initiative. Jakarta
- CEEDEDS UII. (2004). Manual Bangunan Tahan Gempa Rumah Sederhana Tembokan, UII Yogyakarta.
- Citra, Z., Wibowo, P.D.,Malinda,Y.,Wibisono,A.,Ashadi,R.F.,Apdeni,R. (2023). Metode Detailing Struktur Kolom Dan Balok Berdasarkan Sni 2847:2013 Dan Sni 1726:2012 Pada Proyek Konstruksi Rumah Sakit.Jakarta. JARSP
- Citra, Z., Wibowo, P.D.,Malinda,Y.,Wibisono,A.,Apdeni,R. (2023). Evaluasi Mutu Beton dengan Core Drill Test Berdasarkan SNI 2847-2019 pada Struktur Kolom Bangunan Gedung Laboratorium. Jakarta. JARSP
- Citra, Z., Wibowo, P.D.,Malinda,Y.,Wibisono,Elza,S.P.,A.,Apdeni,R. (2024). Evaluasi kondisi struktur beton bertulang dengan menggunakan half cell potential test

pada bangunan kantor di pinggir Pantai Ancol. Jurnal Paduraksa. Doi: <https://doi.org/10.22225/pd.13.1.8621.48-53>

Departemen Pekerjaan Umum. (2006). Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Tahan Gempa. Studio Penataan Bangunan dan Lingkungan Dirjen Cipta Karya 2006. Jakarta.

Lidwina, A. (2019). Ancaman Erupsi Gunung Api di Indonesia. <https://katadata.co.id/>, p. 1.

SNI 1726. (2012). SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (ICS 91.120; BSN, ed.). Jakarta.

SNI 1727. (2013). SNI 1727:2013 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain. Jakarta.

SNI 1729. (2015). SNI 1729:2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Jakarta.

SNI 2847. (2013). SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (ICS 91.080; BSN, ed.). Jakarta: BSN.