

KAJIAN KERUSAKAN STRUKTUR GEDUNG FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT UNAND AKIBAT KEBAKARAN TANGGAL 8 MEI 2025

JEPLY MURDIAMAN GUCI¹, JAFRIL TANJUNG^{1*}, TAUFIK ALHAKIM ISKANDAR¹

¹Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat.

*Corresponding Author: jafritanjung@eng.unand.ac.id

Naskah diterima: 21 Februari 2026. Disetujui : 12 Maret 2026. Diterbitkan : 31 Maret 2026

ABSTRAK

Kebakaran yang terjadi pada Gedung Fakultas Kesehatan Masyarakat (FKM) Universitas Andalas pada tanggal 8 Mei 2025 menimbulkan kekhawatiran terhadap kelaikan dan keamanan struktur bangunan sebelum difungsikan kembali sebagai fasilitas pendidikan. Bangunan gedung pasca kebakaran berpotensi mengalami degradasi mutu material dan kerusakan elemen struktur maupun non-struktur, sehingga diperlukan evaluasi teknis yang komprehensif sesuai dengan ketentuan peraturan bangunan gedung yang berlaku. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi dan kelaikan struktur utama gedung FKM pasca kebakaran serta merumuskan rekomendasi teknis perbaikan guna menjamin keamanan dan keselamatan pengguna bangunan.

Metode penelitian dilakukan melalui observasi lapangan dan pengujian non-destruktif terhadap elemen struktur beton bertulang, yang meliputi pemeriksaan visual, pengukuran dimensi elemen struktur, evaluasi verticality, pengujian hammer test beton, serta identifikasi retak dan deformasi. Selain itu, dilakukan pemeriksaan terhadap elemen non-struktural dan material pendukung bangunan yang terdampak kebakaran, seperti struktur atap, plafon, partisi, dan elemen kanopi, untuk mengidentifikasi tingkat kerusakan dan kebutuhan perbaikan atau penggantian.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa elemen struktur utama berupa kolom, balok, dan pelat lantai masih memenuhi persyaratan teknis dan kelaikan struktur, dengan mutu beton yang relatif konsisten terhadap perencanaan awal, yaitu K-250 atau setara dengan kuat tekan beton f_c' sebesar 20,75 MPa. Tidak ditemukan kerusakan signifikan pada elemen struktur utama yang dapat membahayakan integritas bangunan. Namun demikian, beberapa elemen non-struktural dan struktur atap, khususnya gording baja, plafon, partisi, serta struktur kayu pada atap kanopi (drop-off), mengalami kerusakan akibat paparan panas dan api sehingga memerlukan perbaikan dan penggantian.

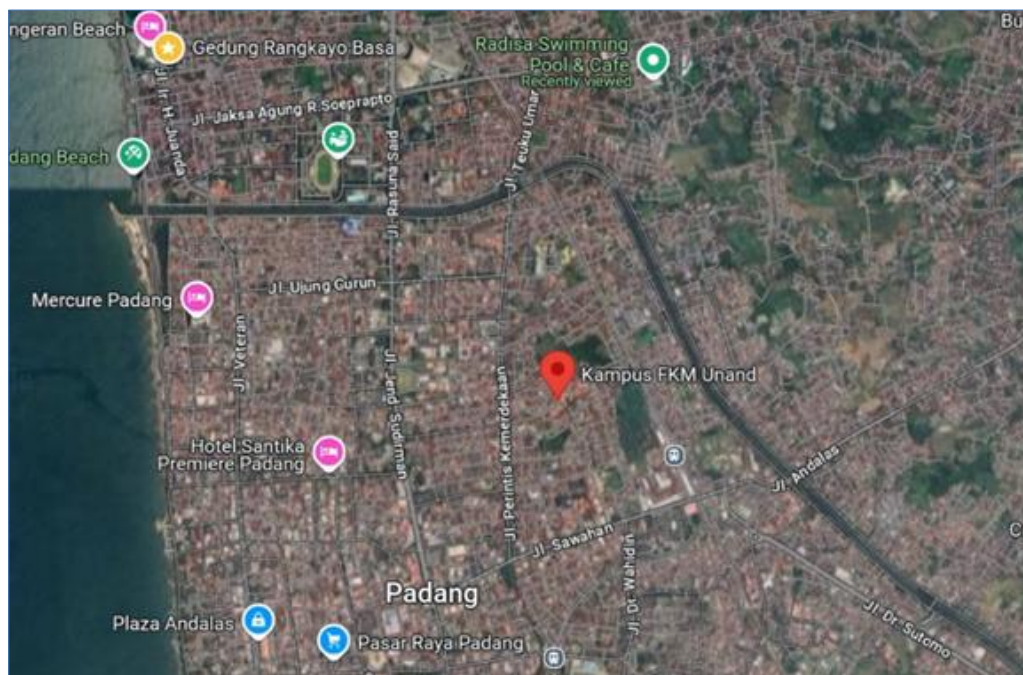
Simpulan dari penelitian ini menyatakan bahwa Gedung FKM Universitas Andalas secara umum masih laik digunakan dengan syarat dilakukan perbaikan menyeluruh pada bagian yang rusak, penguatan elemen struktur atap yang terdampak, serta peningkatan sistem proteksi kebakaran. Rekomendasi teknis yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi acuan dalam proses rehabilitasi bangunan agar dapat difungsikan kembali secara aman dan sesuai standar keselamatan bangunan.

Kata kunci : kebakaran gedung; evaluasi struktur; beton bertulang; pengujian non-destruktif; kelaikan bangunan.

1. PENDAHULUAN

Kebakaran merupakan salah satu bentuk bencana non-alam yang berpotensi menimbulkan dampak serius terhadap kinerja dan integritas struktur bangunan. Selain menyebabkan kerusakan fisik yang terlihat secara langsung, kebakaran juga dapat memicu degradasi sifat mekanik material akibat paparan suhu tinggi dalam durasi tertentu (Iwankiw, 2007). Beton bertulang dan elemen baja, sebagai komponen utama struktur gedung, sangat rentan mengalami penurunan kekuatan, kekakuan, serta perubahan perilaku struktural akibat pengaruh termal selama kejadian kebakaran (Chiang & Tsai, 2003). Kondisi tersebut berimplikasi langsung terhadap kapasitas dukung struktur dan tingkat keselamatan bangunan, sehingga evaluasi teknis pasca kebakaran menjadi tahapan krusial sebelum bangunan dapat difungsikan kembali (Rydval et al., 2017)(Murdiaman Guci et al., 2025).

Pada tanggal 8 Mei 2025, kebakaran terjadi pada Gedung Fakultas Kesehatan Masyarakat (FKM) Universitas Andalas yang berlokasi di Kota Padang, Sumatera Barat. Berdasarkan hasil observasi awal di lapangan, kerusakan tampak dominan pada elemen non-struktural dan struktur atap, khususnya pada atap kanopi (drop-off), beberapa elemen baja gording yang mengalami lendutan, serta plafon dan partisi ruangan. Sementara itu, elemen struktur utama bangunan berupa kolom, balok, dan pelat lantai secara visual masih berdiri dengan baik dan tidak menunjukkan indikasi kerusakan berat. Meskipun demikian, penilaian visual semata belum cukup untuk memastikan bahwa struktur bangunan masih memenuhi persyaratan kekuatan, kekakuan, dan kelaikan fungsi. Oleh karena itu, diperlukan verifikasi melalui pengujian dan analisis teknis yang mengacu pada ketentuan peraturan bangunan gedung yang berlaku, khususnya Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021 tentang Bangunan Gedung (PP Nomor 16 Tahun 2021, 2021).



Gambar 1. Lokasi Gedung Fakultas Kesehatan Masyarakat (FKM) UNAND

Urgensi penelitian ini didasari oleh kebutuhan untuk menjamin bahwa Gedung FKM Universitas Andalas dapat dinyatakan aman dan laik fungsi sebelum dimanfaatkan kembali sebagai sarana pendidikan. Aktivitas pembelajaran, penelitian, dan administrasi yang berlangsung di dalam gedung melibatkan banyak sivitas akademika, sehingga aspek

keselamatan penghuni dan keberlanjutan fungsi bangunan menjadi prioritas utama. Dalam konteks tersebut, evaluasi struktur pasca kebakaran tidak hanya berfungsi sebagai dasar teknis pengambilan keputusan rehabilitasi bangunan, tetapi juga sebagai bagian dari upaya mitigasi risiko kegagalan struktur di masa mendatang.

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini meliputi: (1) bagaimana kondisi aktual struktur bangunan pasca kebakaran, khususnya pada elemen beton bertulang; (2) apakah kekuatan dan kekakuan struktur utama masih memenuhi persyaratan teknis dan keselamatan; serta (3) elemen apa saja yang memerlukan perbaikan, penggantian, atau peningkatan sistem proteksi kebakaran guna menjamin keamanan dan kelaikan fungsi bangunan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kondisi dan kelaikan struktur Gedung FKM Universitas Andalas pasca kebakaran serta menyusun rekomendasi teknis perbaikan yang aplikatif dan sesuai regulasi.



Gambar 2. Lokasi Gedung Fakultas Kesehatan Masyarakat (FKM) UNAND

Pendekatan penelitian yang digunakan bersifat evaluatif dan eksperimental dengan mengombinasikan observasi visual lapangan, pengukuran geometri dan verticality, serta pengujian non-destruktif (Non-Destructive Test/NDT) guna menilai kekuatan dan kondisi struktur tanpa merusak elemen eksisting (Gupta, 2009). Observasi visual dilakukan untuk mengidentifikasi retak, spalling, deformasi, dan indikasi kerusakan akibat panas (Hutchinson & Chen, 2010). Pengujian hammer test digunakan untuk mengestimasi kuat tekan beton dan membandingkannya dengan mutu perencanaan (Asteris & Mokos, 2020), sementara evaluasi elemen baja dan non-struktural dilakukan untuk menentukan tingkat kerusakan akibat suhu tinggi dan kebutuhan penggantian material (Vijay et al., 2019). Seluruh data tersebut dianalisis untuk menilai kelaikan fungsi bangunan serta merumuskan rekomendasi teknis perbaikan.

Kajian mengenai struktur bangunan pasca kebakaran telah banyak dilakukan, terutama pada bangunan komersial dan industri, dengan fokus pada eksperimen laboratorium atau simulasi termal material. Namun demikian, studi lapangan yang komprehensif pada bangunan pendidikan pasca kebakaran, khususnya di wilayah Sumatera Barat, masih sangat terbatas. Dengan demikian, penelitian ini memiliki kebaruan pada penerapan pendekatan terpadu berbasis inspeksi lapangan dan pengujian non-destruktif untuk evaluasi kelaikan struktur beton bertulang pada bangunan pendidikan publik di daerah rawan bencana. Selain itu, penelitian ini mengaitkan hasil evaluasi secara langsung dengan kerangka regulasi nasional, sehingga menghasilkan rekomendasi yang tidak hanya teknis, tetapi juga legal dan aplikatif untuk diterapkan pada kasus serupa di Indonesia.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini disusun menggunakan pendekatan evaluatif berbasis alur keputusan (decision-based evaluation) untuk menilai kelaikan struktur Gedung Fakultas Kesehatan Masyarakat (FKM) Universitas Andalas pasca kebakaran. Alur penelitian mengikuti diagram alir sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4, yang dimulai dari inventarisasi data teknis hingga penyusunan laporan hasil pemeriksaan dan rekomendasi teknis.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Tahap awal penelitian diawali dengan inventarisasi data teknis, yang meliputi pengumpulan dokumen perencanaan dan data pendukung bangunan, seperti gambar struktur, arsitektur, dan spesifikasi material. Kelengkapan dokumen kemudian dievaluasi. Apabila dokumen dinyatakan belum lengkap, dilakukan upaya pelengkapan dokumen melalui penelusuran data tambahan atau penugasan penyedia jasa terkait. Setelah dokumen dinyatakan lengkap, dilanjutkan dengan pemeriksaan dokumen teknis untuk menilai kesesuaian perencanaan bangunan terhadap standar teknis dan peraturan yang berlaku.

Berdasarkan hasil pemeriksaan dokumen, dilakukan evaluasi awal mengenai kesesuaian bangunan terhadap standar SNI. Apabila bangunan dinyatakan sesuai, proses dilanjutkan ke tahap pemeriksaan visual lapangan. Namun, apabila ditemukan ketidaksesuaian, dilakukan penilaian lanjutan untuk menentukan apakah bangunan masih dapat disesuaikan melalui perbaikan atau memerlukan perancangan ulang. Pada kondisi bangunan masih dapat disesuaikan, perbaikan direncanakan sesuai ketentuan SNI sebelum dilanjutkan ke tahap pemeriksaan lapangan.

Tahap pemeriksaan visual dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi aktual elemen struktur dan non-struktur pasca kebakaran, termasuk retak, spalling, deformasi, dan indikasi kerusakan lainnya. Hasil pemeriksaan visual digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan apakah pengujian material diperlukan (Tabatabaeian et al., 2024). Jika tidak diperlukan, data visual langsung digunakan dalam tahap analisis struktur. Namun, apabila diperlukan, penelitian dilanjutkan dengan pengujian non-destruktif (Non-Destructive Test/NDT).

Pengujian non-destruktif yang dilakukan meliputi hammer test untuk estimasi kuat tekan beton, crack test untuk evaluasi pola dan lebar retak, serta pengukuran verticality untuk menilai stabilitas geometrik elemen struktur. Data hasil pengujian ini kemudian diintegrasikan dengan hasil pemeriksaan visual dan dokumen teknis.

Tahap selanjutnya adalah analisis dan evaluasi struktur, yang bertujuan untuk menilai kinerja struktur secara menyeluruh berdasarkan data lapangan dan hasil pengujian (Chilibon, 2015). Evaluasi ini menghasilkan penilaian terhadap tingkat kelaikan struktur bangunan pasca kebakaran. Hasil analisis kemudian dituangkan dalam evaluasi hasil pemeriksaan struktur sebagai dasar penyusunan rekomendasi teknis perbaikan, yang mencakup perbaikan elemen struktur, penggantian material terdampak, serta peningkatan sistem proteksi kebakaran.

Tahap akhir penelitian adalah penyusunan laporan hasil pemeriksaan dan rekomendasi, yang merangkum seluruh tahapan evaluasi, hasil analisis, dan rekomendasi teknis secara sistematis. Laporan ini menjadi dasar pengambilan keputusan pemanfaatan kembali bangunan serta menjadi luaran penelitian yang dilengkapi dengan publikasi ilmiah.

Melalui metodologi yang mengikuti alur diagram penelitian ini, evaluasi kelaikan struktur dilakukan secara objektif, sistematis, dan aplikatif, sehingga hasil penelitian dapat digunakan sebagai rujukan teknis dalam penanganan bangunan gedung pasca kebakaran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Umum dan Sistem Struktur Bangunan

Berdasarkan hasil pengumpulan data dan pemeriksaan lapangan, Gedung Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas merupakan bangunan bertingkat yang menggunakan sistem struktur beton bertulang sebagai elemen utama penahan beban

gravitasi, dengan struktur atap utama menggunakan rangka baja (truss) dan gording baja, serta struktur kayu pada atap kanopi (drop-off). Sistem pemikul gaya seismik bangunan dikategorikan sebagai Sistem Rangka Pemikul Momen Beton (SRPMB). Pengelompokan elemen struktur berdasarkan jenis material ini mempermudah proses evaluasi kondisi pasca kebakaran dan penentuan tingkat kerusakan sesuai karakteristik masing-masing material.

Hasil pemeriksaan dokumen menunjukkan bahwa gambar perencanaan struktur asli tidak tersedia secara lengkap. Oleh karena itu, evaluasi struktur dilakukan dengan mengandalkan hasil pemeriksaan visual, pengukuran geometri, serta pengujian non-destruktif di lapangan sebagai dasar penilaian kondisi eksisting bangunan. Dari sisi fungsi, pembebanan ruangan masih sesuai dengan peruntukannya dan tidak ditemukan indikasi adanya beban berlebih yang dapat mempercepat degradasi struktur.

3.2. Hasil Pemeriksaan Visual Struktur dan Non-Struktur

Pemeriksaan visual menunjukkan bahwa elemen struktur utama, yaitu kolom, balok, dan pelat lantai, secara umum masih berada dalam kondisi baik dan tidak menunjukkan kerusakan berat yang mengindikasikan kegagalan struktur. Retak yang ditemukan pada kolom dan balok sebagian besar terbatas pada selimut beton, dengan lebar retak tergolong kecil dan bersifat non-struktural. Selain itu, pada beberapa lokasi ditemukan spalling pada selimut beton yang diduga dipicu oleh paparan panas saat kebakaran dan kondisi kelembapan pasca pemadaman.



Gambar 4. Kondisi Struktur Pasca Kebakaran

Kerusakan yang lebih signifikan ditemukan pada elemen non-struktural dan struktur atap. Struktur kayu pada atap kanopi (drop-off) mengalami kerusakan berat akibat terbakar, sehingga tidak lagi memenuhi persyaratan kekuatan dan keselamatan. Pada atap utama, beberapa elemen baja gording dan rangka penghubung antar truss menunjukkan adanya lendutan, terutama di area sekitar tangga. Kondisi ini mengindikasikan penurunan kekakuan elemen akibat paparan suhu tinggi selama kebakaran. Selain itu, plafon, partisi, dan dinding non-struktural menunjukkan keretakan dan kerusakan permukaan yang memerlukan perbaikan.



Gambar 5. Struktur Atap Drop Off



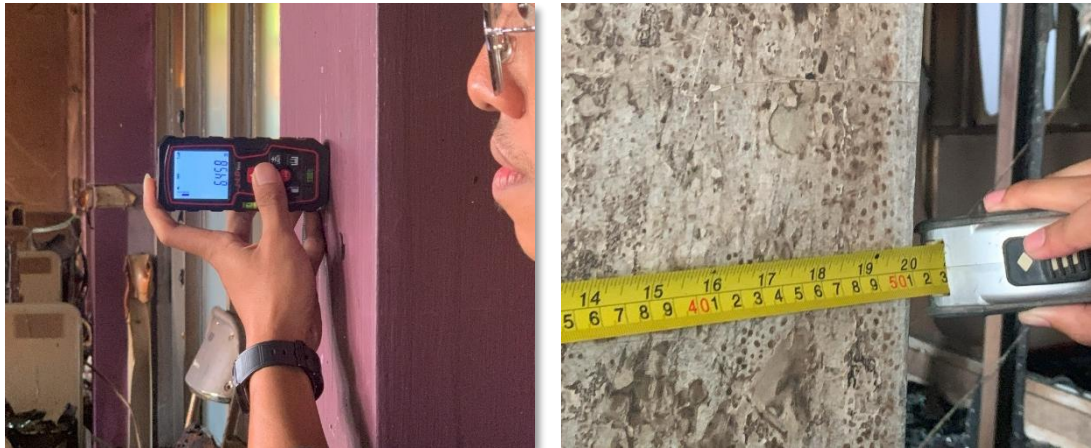
Gambar 6. Struktur Atap Utama Menggunakan Rangka Baja (Truss)



Gambar 7. Kondisi Elemen Struktur Atap Pasca Kebakaran (Lendutan)

3.3. Hasil Pengukuran Geometri dan Dimensi Elemen Struktur

Hasil pengukuran jarak bentang, elevasi lantai, dan dimensi elemen struktur menunjukkan bahwa secara umum dimensi kolom, balok, dan pelat masih konsisten dan berada dalam rentang yang wajar terhadap kondisi bangunan eksisting. Tidak ditemukan penyimpangan geometri yang signifikan, seperti penurunan bangunan atau kemiringan global struktur. Hal ini menunjukkan bahwa kebakaran tidak menyebabkan perubahan bentuk struktur utama secara menyeluruh.



Gambar 8. Pengukuran Geometri dan Dimensi Elemen Struktur

3.4. Hasil Pengujian Mutu Beton (Hammer Test)

Pengujian mutu beton dilakukan menggunakan metode hammer test pada elemen kolom, balok, dan pelat di setiap lantai dengan sebaran titik uji yang representatif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton aktual bervariasi antar elemen, namun secara umum masih memenuhi dan bahkan melampaui mutu beton rencana sebesar $f_c' 20,75 \text{ MPa}$ (K-250). Variasi nilai kuat tekan ini dipengaruhi oleh perbedaan umur beton, kualitas pelaksanaan konstruksi, serta tingkat paparan panas saat kebakaran.



Gambar 9. Hammer Test Pada Elemen Struktur Bangunan

Temuan ini mengindikasikan bahwa paparan kebakaran tidak menyebabkan degradasi signifikan terhadap mutu beton inti pada elemen struktur utama. Dengan demikian, secara material, beton bertulang pada kolom, balok, dan pelat masih memiliki kapasitas yang memadai untuk mendukung beban rencana, dengan catatan dilakukan perbaikan lokal pada bagian selimut beton yang rusak.

3.5. Hasil Pemeriksaan Verticality dan Lendutan

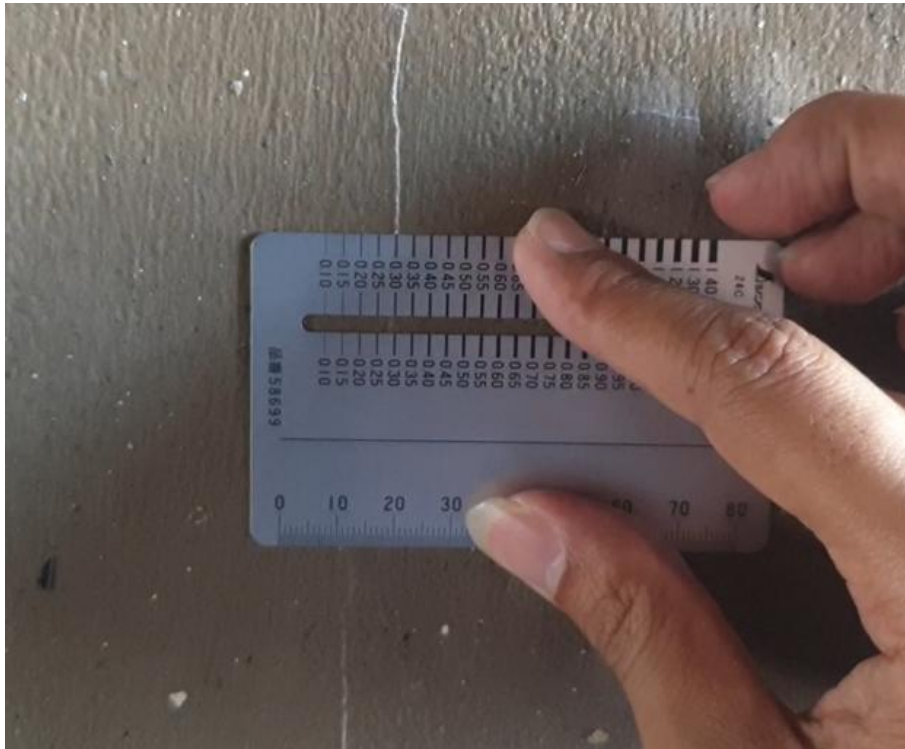
Pemeriksaan verticality pada kolom dilakukan untuk menilai adanya simpangan atau lendutan yang melebihi batas izin. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa simpangan kolom secara umum masih berada dalam batas yang dapat diterima dan tidak menunjukkan indikasi ketidakstabilan struktur. Hal ini memperkuat hasil pemeriksaan visual dan pengujian material bahwa sistem struktur utama bangunan masih bekerja secara baik pasca kebakaran.



Gambar 10. Pemeriksaan Verticality

3.6. Hasil Pemeriksaan Keretakan

Pemeriksaan keretakan pada elemen struktur dan non-struktur menunjukkan bahwa retak yang ditemukan tergolong sebagai kerusakan minor dengan lebar retak umumnya berkisar antara 0,15–0,30 mm. Retak tersebut sebagian besar terjadi pada selimut beton dan elemen non-struktural seperti dinding. Meskipun belum mempengaruhi kapasitas dukung struktur secara langsung, keretakan ini berpotensi menjadi jalur masuk air dan mempercepat proses korosi tulangan apabila tidak segera ditangani.



Gambar 11. Pemeriksaan Keretakan Pada Elemen Struktur dan Non Struktur

3.7. Pembahasan Kelaikan Struktur Pasca Kebakaran

Berdasarkan integrasi hasil pemeriksaan visual, pengukuran geometri, pengujian mutu beton, pemeriksaan verticality, dan evaluasi keretakan, dapat disimpulkan bahwa struktur utama Gedung FKM Universitas Andalas masih berada dalam kondisi laik fungsi. Tidak ditemukan indikasi kegagalan struktur global maupun penurunan kapasitas yang signifikan pada elemen beton bertulang. Namun demikian, kerusakan pada elemen non-struktural dan struktur atap, khususnya struktur kayu dan beberapa elemen baja, memerlukan tindakan perbaikan dan penggantian sebelum bangunan digunakan kembali secara penuh.

Temuan ini menegaskan bahwa evaluasi kelaikan struktur pasca kebakaran tidak dapat hanya didasarkan pada kondisi visual semata, tetapi perlu didukung oleh pengujian material dan pengukuran teknis yang sistematis. Hasil penelitian ini sekaligus menunjukkan bahwa pendekatan evaluatif berbasis pemeriksaan lapangan dan pengujian non-destruktif dapat memberikan dasar yang kuat dalam pengambilan keputusan rehabilitasi bangunan pendidikan pasca kebakaran.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan visual, pengukuran geometri, serta pengujian non-destruktif terhadap Gedung Fakultas Kesehatan Masyarakat (FKM) Universitas Andalas pasca kebakaran, dapat disimpulkan bahwa secara umum struktur utama bangunan masih berada dalam kondisi laik fungsi. Elemen struktur beton bertulang berupa kolom, balok, dan pelat lantai tidak menunjukkan kerusakan signifikan yang dapat membahayakan integritas struktur secara global. Hasil pengujian mutu beton menunjukkan bahwa kuat tekan beton aktual masih memenuhi mutu rencana, yaitu K-250 atau setara dengan $f_c' 20,75 \text{ MPa}$.

Meskipun demikian, kebakaran telah menyebabkan kerusakan lokal pada beberapa elemen, terutama pada selimut beton yang mengalami retak dan spalling, lendutan pada sebagian elemen struktur baja atap, serta kerusakan berat pada struktur kayu atap kanopi (drop-off). Kerusakan tersebut tidak secara langsung menurunkan kapasitas struktur utama, namun berpotensi mempengaruhi keselamatan, kenyamanan, dan keandalan bangunan apabila tidak segera ditangani.

Dengan mempertimbangkan hasil evaluasi tersebut, bangunan masih dapat dimanfaatkan kembali dengan syarat dilakukan perbaikan dan penggantian pada elemen-elemen yang terdampak, khususnya perbaikan selimut beton, perkuatan atau penggantian elemen baja atap yang mengalami lendutan, serta penggantian struktur kayu yang terbakar dengan material yang lebih tahan terhadap api. Selain itu, peningkatan sistem proteksi kebakaran menjadi aspek penting yang perlu diprioritaskan untuk meminimalkan risiko kejadian serupa di masa mendatang.

Secara keseluruhan, hasil kajian ini menegaskan bahwa evaluasi kelaikan struktur pasca kebakaran harus dilakukan secara menyeluruh dan berbasis data lapangan agar keputusan pemanfaatan kembali bangunan dapat dilakukan secara aman, objektif, dan sesuai dengan standar teknis serta regulasi yang berlaku.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada LPPM dan Departemen Teknik Sipil Universitas Andalas atas dukungan serta fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini. Penelitian ini terlaksana dengan dukungan pendanaan dari Kegiatan Penelitian Penugasan Tahun 2025 melalui Kontrak Nomor: 866/UN16.19/PT.01.04/2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Asteris, P. G., & Mokos, V. G. (2020). Concrete compressive strength using artificial neural networks. *Neural Computing and Applications*, 32(15), 11807–11826.
- Chiang, C.-H., & Tsai, C.-L. (2003). Time-temperature analysis of bond strength of a rebar after fire exposure. *Cement and Concrete Research*, 33(10), 1651–1654.
- Chilibon, I. (2015). Non-destructive evaluation methods of materials and structures. *Defect and Diffusion Forum*, 364, 122–131.
- Gupta, A. K. (2009). Non destructive evaluation of new concrete construction. *Journal of Structural Engineering (Madras)*, 36(1), 54–58.
- Hutchinson, T. C., & Chen, Z. (2010). Image-based framework for concrete surface crack monitoring and quantification. *Advances in Civil Engineering*, 2010.
- Iwankiw, N. (2007). Structural fire resistant design basics for concrete, masonry, and wood. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 12(1), 3–8.
- Murdianan Guci, J., Zulhendra, R., Putri Yastari, F., & Putri Elza, S. (2025). Studi Komparatif Efisiensi Struktur Mall 7 Lantai pada Tanah SE dan SD terhadap Beban Gempa di Sumatera Barat. In *Jurnal Media Konstruksi* (Vol. 10, Issue 2).
- PP Nomor 16 Tahun 2021. (2021).
- Rydval, M., Kolisko, J., & Simunek, I. (2017). Lightweight concrete with different content of PP fibers exposed to high temperature. *Key Engineering Materials*, 722 KEM, 33–37.

- Tabatabaeian, A., Fotouhi, S., & Fotouhi, M. (2024). Visual inspection of impact damage in composite materials. In *Non-destructive Testing of Impact Damage in Fiber-reinforced Polymer Composites: Fundamentals and Applications* (pp. 43–67).
- Vijay, P. V, Tulasi Gadde, K., & Gangarao, H. V. S. (2019). Structural Evaluation and Rehabilitation of Century-Old Masonry and Timber Buildings. *Journal of Architectural Engineering*, 25(2).