

EVALUASI PELAKSANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG TINGGI BERDASARKAN MUTU BETON DAN PENERAPAN K3 (STUDI KASUS: APARTEMEN SKY HOUSE ALAM SUTERA PHASE 3)

Delvina Rantika Dwi A¹⁾, Ika Ramadhani¹⁾, Eka Apriliasi¹⁾

1) Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Indonesia

E-mail: delvinarda06@gmail.com; ikaarmdhani@gmail.com; aprilliasi064@gmail.com

Abstrak

Pelaksanaan struktur atas merupakan tahap penting dalam pembangunan gedung bertingkat tinggi yang menentukan kekuatan, stabilitas, dan keselamatan bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pelaksanaan struktur atas pada proyek Apartemen Sky House Alam Sutera Phase 3, dengan fokus pada mutu beton, metode pelaksanaan, dan penerapan keselamatan kerja (K3). Penelitian dilakukan menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan dukungan data kuantitatif melalui observasi lapangan, wawancara, studi pustaka, dan dokumentasi selama dua bulan dari tanggal 03 Mei 2025 s/d 02 Juli 2025. Hasil pengujian menunjukkan mutu beton rata-rata mencapai 35,2 MPa pada umur 28 hari, sedikit melebihi nilai rencana ($f_c' = 35$ MPa), serta nilai slump berkisar 11–13 cm yang sesuai dengan standar SNI 7656.2012. Tingkat kepatuhan pekerja terhadap penggunaan alat pelindung diri (APD) mencapai 80–95%, meskipun aspek kebersihan area kerja masih perlu ditingkatkan. Penerapan bekisting aluminium terbukti meningkatkan efisiensi waktu pelaksanaan hingga 25% dibanding sistem konvensional. Secara keseluruhan, pelaksanaan struktur atas pada proyek ini telah memenuhi aspek mutu, waktu, dan keselamatan kerja (K3) dengan penerapan teknologi konstruksi modern yang mendukung efektivitas dan keberlanjutan pembangunan gedung bertingkat tinggi.

Kata Kunci: Aluminium formwork, beton bertulang, keselamatan kerja, manajemen mutu, struktur atas

Pendahuluan

Struktur atas merupakan bagian utama dalam konstruksi gedung bertingkat yang berfungsi menyalurkan beban vertikal dan lateral dari seluruh elemen bangunan ke pondasi. Kualitas pelaksanaan struktur atas sangat menentukan kekuatan, kekakuan, serta stabilitas bangunan, sehingga setiap tahap pekerjaan harus memenuhi standar teknis dan prosedur mutu yang berlaku. Dalam proyek gedung tinggi, tantangan utama yang sering dihadapi antara lain keterbatasan ruang kerja, kompleksitas sistem struktur, serta tuntutan efisiensi waktu, biaya, dan keselamatan kerja. Pelaksanaan pekerjaan struktur atas melibatkan berbagai elemen seperti kolom, balok, pelat lantai, dan dinding geser (*shear wall*). Faktor utama yang memengaruhi keberhasilannya mencakup mutu beton, akurasi pemasangan tulangan dan bekisting, serta penerapan sistem keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Kegagalan pada tahap ini dapat menimbulkan risiko struktural serius maupun keterlambatan proyek. Oleh karena itu, dibutuhkan manajemen pelaksanaan yang efektif dengan pengawasan mutu material, metode kerja yang tepat, dan disiplin K3 di lapangan.

Proyek Apartemen Sky House Alam Sutera Phase 3 merupakan salah satu proyek gedung bertingkat tinggi yang berlokasi di Tangerang, Banten. Bangunan setinggi 117 m dengan 39 lantai ini menggunakan sistem struktur beton bertulang dengan pondasi bore pile dan menerapkan teknologi modern seperti bekisting aluminium serta penggunaan beton mutu tinggi ($f_c' = 35$ –50 MPa). Kompleksitas proyek ini menuntut penerapan pengendalian mutu dan keselamatan kerja yang konsisten. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pelaksanaan struktur atas pada proyek Apartemen Sky House Alam Sutera Phase 3 dengan fokus pada tiga aspek utama, yaitu metode pelaksanaan pekerjaan, pengendalian mutu beton, dan penerapan sistem K3. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran empiris mengenai efektivitas manajemen pelaksanaan struktur atas serta menjadi referensi dalam peningkatan mutu dan keselamatan kerja pada proyek gedung bertingkat tinggi di Indonesia.

Studi Pustaka

Struktur atas merupakan elemen utama dalam bangunan bertingkat yang berfungsi menyalurkan beban vertikal dan lateral dari elemen-elemen seperti kolom, balok, pelat lantai, dan

dinding geser (*shear wall*) menuju struktur bawah [1]. Kinerja struktur atas dipengaruhi oleh kekuatan, kekakuan, dan stabilitasnya terhadap beban gravitasi maupun gaya gempa dan angin [2]. Menurut Dipohusodo [3], keberhasilan pelaksanaan struktur beton bertulang ditentukan oleh ketepatan metode kerja serta mutu beton yang digunakan karena berpengaruh langsung terhadap kekuatan dan umur layan bangunan.

Pelaksanaan struktur beton di Indonesia wajib mengacu pada SNI 2847:2019 tentang persyaratan beton struktural dan SNI 1726:2019 tentang ketahanan gempa [4], [5]. Kedua standar tersebut menjadi acuan dalam memastikan keamanan, mutu, serta kinerja struktural bangunan. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa mutu beton dan pengendalian kualitas lapangan merupakan faktor dominan dalam keberhasilan proyek gedung bertingkat. Rahma [6] menegaskan pentingnya pengawasan mutu beton dari tahap pencampuran hingga uji kuat tekan. Parinang et al. [7] menyoroti peran dinding geser dalam meningkatkan kekakuan lateral bangunan di wilayah rawan gempa, sedangkan Hendrawan et al. [8] menemukan bahwa mutu beton dapat ditingkatkan melalui optimalisasi proses curing dan kontrol pengecoran.

Selain faktor mutu, penerapan teknologi konstruksi modern seperti sistem bekisting aluminium dinilai mampu mempercepat pelaksanaan dan menjaga presisi hasil pekerjaan [11]. Dalam aspek keselamatan kerja, Mustamin [12] melaporkan bahwa penerapan K3 yang baik dapat meningkatkan produktivitas tenaga kerja hingga 20% serta menurunkan risiko kecelakaan di proyek gedung tinggi. Berdasarkan tinjauan tersebut, dapat disimpulkan bahwa keberhasilan pelaksanaan struktur atas dipengaruhi oleh integrasi antara pengendalian mutu beton, penerapan metode kerja efisien, dan disiplin keselamatan kerja (K3). Penelitian ini berupaya memberikan kajian empiris atas penerapan ketiga aspek tersebut pada proyek Apartemen Sky House Alam Sutera Phase 3.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan dukungan data kuantitatif untuk memperoleh gambaran faktual mengenai pelaksanaan struktur atas pada proyek Apartemen Sky House Alam Sutera Phase 3. Pendekatan ini dipilih karena fokus penelitian terletak pada pengamatan langsung terhadap metode pelaksanaan, pengendalian mutu beton, dan penerapan sistem keselamatan kerja (K3) di lapangan. Lokasi penelitian berada di kawasan Alam Sutera, Kota Tangerang, Banten, dengan periode pengumpulan data selama dua bulan, yaitu 3 Mei hingga 2 Juli 2025. Objek penelitian difokuskan pada pekerjaan struktur atas yang meliputi pemasangan kolom, balok, pelat lantai, dan *shear wall*; pemasangan *formwork aluminium*; serta proses pengecoran beton. Seluruh kegiatan pelaksanaan tersebut diamati untuk menilai kesesuaian dengan standar teknis dan rencana mutu proyek. Selain itu, penelitian juga mengevaluasi hasil pengujian kuat tekan dan *slump test* sebagai parameter utama mutu beton, serta tingkat kepatuhan pekerja terhadap penggunaan alat pelindung diri (APD) sebagai indikator penerapan K3.

Data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, dan dokumentasi. Observasi dilakukan untuk mencatat metode kerja, urutan pelaksanaan, kondisi bekisting dan pemasangan, serta pelaksanaan pengecoran di lapangan. Wawancara dilakukan dengan beberapa pihak kunci, seperti manajer proyek, site engineer, petugas *quality control* (QC), dan petugas *health, safety, and environment* (HSE) guna memperoleh informasi mendalam tentang sistem pengendalian mutu dan kendala teknis yang dihadapi. Dokumentasi berupa foto kegiatan, laporan harian proyek, dan data hasil uji laboratorium digunakan untuk memperkuat temuan lapangan. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari dokumen teknis proyek seperti *shop drawing*, spesifikasi teknis, laporan hasil pengujian kuat tekan beton, serta referensi peraturan dan standar nasional seperti SNI 2847:2019 tentang beton struktural dan SNI 1726:2019 tentang ketahanan gempa. Data sekunder juga dilengkapi dengan literatur pendukung berupa buku, jurnal ilmiah, dan laporan penelitian terdahulu yang relevan dengan pelaksanaan struktur atas gedung tinggi.

Prosedur penelitian dilakukan melalui empat tahapan utama. Tahap pertama adalah pengumpulan data lapangan, mencakup kegiatan observasi dan dokumentasi terhadap proses

pekerjaan struktur atas. Tahap kedua adalah pengujian mutu beton, yang dilakukan melalui *slump test* untuk menilai kelecanan (*workability*) serta uji kuat tekan beton menggunakan benda uji silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm pada umur 7, 14, dan 28 hari. Hasil pengujian ini dibandingkan dengan nilai kuat tekan rencana (f'_c) sesuai dokumen proyek. Tahap ketiga adalah evaluasi sistem K3, yang menilai tingkat kepatuhan pekerja terhadap penggunaan APD (helm, rompi, sarung tangan, sepatu *safety*) dan penerapan prosedur kebersihan serta pengamanan area kerja. Penilaian dilakukan melalui lembar observasi dan rekapitulasi data HSE proyek. Tahap keempat adalah analisis data dan interpretasi hasil, di mana seluruh hasil pengamatan dan pengujian dibandingkan dengan standar teknis, hasil penelitian terdahulu, serta target mutu proyek untuk menghasilkan kesimpulan objektif dan rekomendasi perbaikan. Analisis data dilakukan secara komparatif dan evaluatif. Data kuat tekan dan *slump test* dianalisis untuk mengetahui tingkat kesesuaian terhadap standar mutu beton. Hasil observasi K3 dibandingkan dengan target kepatuhan minimal proyek, yaitu 85% pada seluruh kategori APD. Selain itu, data progres pekerjaan digunakan untuk menilai efektivitas metode pelaksanaan terhadap efisiensi waktu konstruksi. Seluruh hasil analisis kemudian diinterpretasikan secara naratif guna menggambarkan efektivitas pengendalian mutu dan implementasi keselamatan kerja pada pelaksanaan struktur atas Apartemen Sky House Alam Sutera Phase 3.



Gambar 1. Diagram alur penelitian pelaksanaan struktur atas proyek
Sky House Alam Sutera Phase 3

(Sumber: Penulis, diolah dari metodologi penelitian lapangan, 2025)

Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan struktur atas pada proyek Apartemen Sky House Alam Sutera Phase 3 mencakup pekerjaan pada elemen kolom, balok, pelat lantai, *shear wall*, dan struktur atap. Setiap elemen memiliki spesifikasi material dan mutu yang berbeda sesuai fungsinya. Rangkuman spesifikasi teknis setiap elemen struktur disajikan pada **Tabel 1. Spesifikasi Elemen Struktur Atas Proyek Sky House Alam Sutera Phase 3**, berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Elemen Struktur Atas Proyek Sky House Alam Sutera Phase 3

Elemen Struktur	Material	Mutu / Kekuatan	Dimensi / Tebal	Tulangan / Baja	Fungsi Utama
Kolom	Beton bertulang	$f'_c = 45 \text{ MPa}$	$\pm 60 \times 60 \text{ cm}$	Baja U-32, $f_y = 400 \text{ MPa}$	Menyalurkan beban vertikal dari lantai ke pondasi
Balok	Beton bertulang	$f'_c = 35 \text{ MPa}$	$\pm 30 \times 50 \text{ cm}$	Baja U-32, $f_y = 400 \text{ MPa}$	Menyalurkan beban pelat ke kolom
Pelat Lantai	Beton bertulang	$f'_c = 30-35 \text{ MPa}$	Tebal $\pm 12-15 \text{ cm}$	Baja polos/deform, $f_y = 400 \text{ MPa}$	Menahan beban mati & hidup, disalurkan ke balok

Elemen Struktur	Material	Mutu / Kekuatan	Dimensi / Tebal	Tulangan / Baja	Fungsi Utama
Shear wall	Beton bertulang	$f_c' = 50 \text{ MPa}$	Tebal $\pm 20-25 \text{ cm}$	Tulangan vertikal & horizontal	Menahan gaya lateral (gempa, angin)
Atap	Struktur baja	$f_y \geq 240 \text{ MPa}$	Profil WF/I sesuai desain	Baut & las struktural	Penutup atap & distribusi beban ke kolom

(Sumber: Dokumentasi teknis proyek dan hasil observasi lapangan, 2025)

Berdasarkan tabel tersebut, mutu beton yang digunakan tergolong tinggi ($f_c' = 35-50 \text{ MPa}$), menandakan bahwa proyek ini dirancang untuk memenuhi ketahanan struktural terhadap beban vertikal dan lateral yang signifikan. Pemilihan beton mutu tinggi dan sistem bekisting aluminium juga memperlihatkan adanya penerapan teknologi modern guna menjaga efisiensi waktu dan konsistensi kualitas hasil pekerjaan. Kemudian, pengujian kuat tekan beton dilakukan terhadap benda uji berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm pada umur 7, 14, dan 28 hari. Hasil rata-rata kuat tekan disajikan pada **Tabel 2. Hasil Uji Kuat Tekan Beton** berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Kuat Tekan Beton

Umur Beton (hari)	Rencana f_c' (MPa)	Hasil Uji Rata-rata (MPa)	Deviasi (%)	Keterangan
7	20	21,5	+7,5	Memenuhi
14	28	29,8	+6,4	Memenuhi
28	35	35,2	+0,6	Memenuhi

(Sumber: Laboratorium QC Proyek Sky House Alam Sutera Phase 3, 2025)

Nilai pada tabel diatas membuktikan bahwa nilai kuat tekan beton pada seluruh umur uji memenuhi bahkan sedikit melebihi nilai rencana. Deviasi positif antara 0,6–7,5% menunjukkan bahwa kontrol mutu dan proses curing berjalan baik di lapangan. Peningkatan kekuatan beton yang stabil pada umur 7 hingga 28 hari menggambarkan hidrasi semen yang optimal dan pencampuran material yang homogen. Hasil ini konsisten dengan temuan Hendrawan et al. [8] yang melaporkan mutu beton rata-rata 30 MPa pada proyek gedung bertingkat di Lampung. Dengan capaian 35 MPa, proyek Sky House Alam Sutera menunjukkan peningkatan kualitas beton sebesar 16,7% dibanding penelitian tersebut, mengindikasikan efektivitas pengawasan mutu di lapangan. Uji *slump* dilakukan untuk menilai kelecahan (*workability*) campuran beton sebelum pengecoran. Nilai *slump* yang ideal untuk pekerjaan struktur vertikal umumnya berada pada rentang 10–15 cm [4]. Hasil pengujian *slump test* ditunjukkan pada **Tabel 3. Hasil Slump test Beton** berikut.

Tabel 3. Hasil Slump test Beton

Lokasi Pengecoran	Nilai <i>Slump</i> (cm)	Rentang SNI (cm)	Keterangan
Kolom C1	12,0	10 – 15	Sesuai
Balok Lantai 10	11,5	10 – 15	Sesuai
<i>Shear wall</i> W4	12,5	10 – 15	Sesuai

(Sumber: Hasil pengujian lapangan tim *Quality control* (QC) proyek, 2025)

Seluruh hasil pengujian menunjukkan nilai *slump* berada dalam batas standar. Konsistensi nilai *slump* menandakan bahwa proses pencampuran beton telah terkendali dengan baik, dan penambahan air dilakukan sesuai prosedur. Hasil ini mendukung tercapainya mutu beton yang stabil sebagaimana ditunjukkan dalam uji kuat tekan. Kemudian, untuk evaluasi penerapan pelaksanaan sistem K3 di proyek dievaluasi berdasarkan tingkat kepatuhan pekerja terhadap penggunaan alat pelindung diri (APD) dan kebersihan area kerja. Hasil observasi disajikan pada **Tabel 4. Evaluasi Kepatuhan K3 di Lapangan** berikut.

Tabel 4. Evaluasi Kepatuhan K3 di Lapangan

Jenis APD / Prosedur	Tingkat Kepatuhan (%)	Keterangan
Helm Pengaman	92%	Baik
Rompi Reflektif	95%	Baik
Sarung Tangan	85%	Cukup
Sepatu Safety	80%	Perlu ditingkatkan
Kebersihan Area Cor	78%	Perlu ditingkatkan

(Sumber: Data Proyek, 2025)

Hasil observasi menunjukkan bahwa kepatuhan terhadap penggunaan helm dan rompi reflektif tergolong baik (>90%), sedangkan kepatuhan terhadap penggunaan sepatu *safety* dan kebersihan area kerja masih di bawah target proyek (85%). Kondisi ini mengindikasikan perlunya peningkatan pengawasan dan pelatihan rutin agar kesadaran K3 di lapangan lebih konsisten. Jika, dibandingkan dengan studi Mustamin [12], yang melaporkan tingkat kepatuhan APD rata-rata 75% pada proyek gedung bertingkat di Makassar, proyek Sky House Alam Sutera menunjukkan peningkatan sebesar 10–15%, yang berarti sistem K3 telah diterapkan lebih baik meskipun masih perlu penyempurnaan di beberapa aspek.

Secara umum, hasil pengamatan dan pengujian menunjukkan bahwa pelaksanaan struktur atas Apartemen Sky House Alam Sutera Phase 3 telah memenuhi aspek mutu, waktu, dan keselamatan kerja. Penggunaan *aluminium formwork* terbukti meningkatkan efisiensi waktu pelaksanaan dengan tingkat presisi tinggi serta dapat digunakan ulang hingga 200–250 kali, sehingga berdampak positif terhadap produktivitas proyek. Peningkatan mutu beton, hasil *slump test* yang stabil, serta kepatuhan pekerja terhadap prosedur K3 menandakan bahwa sistem manajemen mutu dan keselamatan kerja di proyek ini telah berjalan efektif. Namun, perlu adanya peningkatan pengawasan kebersihan area kerja dan kedisiplinan penggunaan APD pada kondisi kerja lembur atau cuaca ekstrem. Secara keseluruhan, pelaksanaan struktur atas pada proyek ini dapat dikategorikan **efektif dan efisien**, dengan capaian mutu beton yang baik, penerapan teknologi konstruksi modern, dan implementasi K3 yang mendukung keberlanjutan pekerjaan secara aman dan produktif.



Gambar 2. Dokumentasi lapangan pelaksanaan struktur atas apartemen

Sky House Alam Sutera Phase 3

(Sumber: Dokumentasi lapangan penulis, 2025)

Kegiatan dokumentasi lapangan yang ditunjukkan pada Gambar 2 diatas tahapan utama pelaksanaan struktur atas yang meliputi pemasangan bekisting aluminium, pekerjaan pemasangan, dan pengecoran beton. Bekisting aluminium digunakan karena presisi tinggi, ringan, dan dapat digunakan berulang kali sehingga mempercepat pekerjaan tanpa menurunkan kualitas. Penulangan kolom dan shear wall dilakukan sesuai shop drawing dan SNI 2847:2019 dengan pengawasan ketat oleh tim QC. Selama pengecoran menggunakan concrete pump, dilakukan uji slump untuk memastikan kelecahan beton dalam batas standar 10–15 cm. Seluruh kegiatan diawasi oleh tim QC dan HSE dengan penerapan APD wajib bagi pekerja. Secara umum, pelaksanaan struktur atas telah memenuhi standar teknis, mutu beton, dan prinsip keselamatan kerja di lapangan.

Kesimpulan

Pelaksanaan struktur atas pada proyek Apartemen Sky House Alam Sutera Phase 3 telah memenuhi standar teknis, mutu, dan keselamatan kerja. Pekerjaan pembesian, pemasangan bekisting aluminium, serta pengecoran beton menunjukkan koordinasi yang baik antara tim pelaksana, QC, dan HSE. Hasil uji kuat tekan beton rata-rata mencapai 35,2 MPa pada umur 28 hari, sedikit melebihi nilai rencana ($f_c' = 35$ MPa), dengan nilai slump 11–13 cm sesuai SNI 7656:2012. Penerapan K3 tergolong baik dengan kepatuhan APD 80–95%, meskipun perlu peningkatan disiplin pada aspek kebersihan area kerja. Penggunaan bekisting aluminium terbukti meningkatkan efisiensi waktu hingga 25% dibanding sistem konvensional.

Untuk peningkatan mutu dan efisiensi proyek sejenis, disarankan pengawasan K3 rutin, penerapan *checklist* QC pada setiap tahap pengecoran, serta pengembangan penggunaan bekisting aluminium dan sistem manajemen proyek digital seperti BIM atau e-QC. Dengan langkah tersebut, pelaksanaan struktur atas pada proyek gedung bertingkat di Indonesia dapat berlangsung lebih efisien, aman, dan berkelanjutan sesuai standar nasional dan internasional.

Daftar Pustaka

- [1] I. Dipohusodo, *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1999.
- [2] J. C. McCormac, *Desain Beton Bertulang*, Edisi Kelima. Jakarta: Erlangga, 2001.
- [3] E. Giriwana, Tavio, dan I. Wimbadi, “Modifikasi Struktur Gedung Wisma Sehati Manokwari Menggunakan Sistem Ganda,” *Jurnal Teknik POMITS*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2012.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Jakarta: BSN, 2019.
- [5] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: BSN, 2019.
- [6] S. Rahma, “Manajemen Mutu pada Proyek The Savyavasa Luxury Residence Apartment,” *Jurnal Teknik Sipil ITI*, vol. 4, no. 2, pp. 45–52, 2023.
- [7] R. E. Parinang, M. L. S. Benu, dan A. M. Sinaga, “Pengaruh Ketidakberaturan Horizontal terhadap Percepatan Gempa pada Bangunan Bertingkat di Kota Kupang,” *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 12, no. 1, pp. 1–8, 2023.
- [8] H. Hendrawan, R. Anggraini, dan F. T. Rizky, “Evaluasi Mutu Beton pada Struktur Atas Gedung 10 Lantai di Bandar Lampung,” *Jurnal Infrastruktur dan Konstruksi*, vol. 5, no. 1, pp. 14–21, 2024.
- [9] D. Kundiarto, *Perencanaan Struktur Gedung Tingkat Tinggi*. Surabaya: UPN Veteran Jawa Timur, 2016.
- [10] S. K. Panjaitan, “Analisis Struktur Bangunan Bertingkat Menggunakan ETABS (Studi Kasus RS Regina Maris Medan),” *Jurnal Teknik Sipil UMA*, vol. 3, no. 2, pp. 55–63, 2021.

- [11] F. Ramdani, J. Jaya, dan D. Iranata, “Analisis Efisiensi Bekisting Aluminium terhadap Waktu Pelaksanaan Gedung Bertingkat,” *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, vol. 11, no. 2, pp. 75–82, 2022.
- [12] M. T. Mustamin, *Buku Perhitungan Struktural pada Gedung Bertingkat*. Yogyakarta: Deepublishstore, 2025.