

## PERHITUNGAN STRUKTUR RUMAH DI DAERAH CIPONDOH, TANGERANG DENGAN SISTEM *OPEN FRAME*

Yenny Untari Liucius<sup>1</sup>, Gracello Halim<sup>2</sup>, Felicia Refalina Tantobudiono<sup>3</sup>  
& Felicia Yohana<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara Jakarta  
Email: [yenny@ft.untar.ac.id](mailto:yenny@ft.untar.ac.id)

<sup>2</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta  
Email: [gracello.325249102@stu.untar.ac.id](mailto:gracello.325249102@stu.untar.ac.id)

<sup>3</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta  
Email: [felicia.325230016@stu.untar.ac.id](mailto:felicia.325230016@stu.untar.ac.id)

<sup>4</sup>Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta  
Email: [felicia.325230004@stu.untar.ac.id](mailto:felicia.325230004@stu.untar.ac.id)

### ABSTRACT

*The scope of Civil Engineering work can be determined broadly, both in terms of infrastructure and buildings or residences. As one of the basic human needs, a residence needs to be designed and calculated to meet safety and comfort requirements. The strength of the house needs to be calculated so that it can withstand the working load, including the dead load, live load, and earthquake load. Without proper calculations, residential homes are at risk of experiencing structural damage or failure, which can be detrimental both in terms of life safety and financial aspects. The aim of this PKM activity is to calculate the structure of a three-story residential house and produce for construction drawings in accordance with the provisions of the Standar Nasional Indonesia (SNI). After studying architectural drawings, the team decided to use an open frame structural system that utilizes the stiffness of columns and beams as lateral strength to withstand earthquake forces. For the lower structure, because the hard soil is at a depth of 4-6 m, a Strauss pile type is used. This type of foundation will also make it easier to work on because it can use a simple drilling machine. Also, because this house is in a fairly narrow location and is flanked by houses that have been built next to it. The for-construction drawings have been produced on time and the construction has been completed more quickly than the initial schedule.*

**Keywords:** *residence, structure, open frame, strauss pile*

### ABSTRAK

Cakupan bidang pekerjaan teknik sipil sangat luas, baik dari segi infrastruktur maupun bangunan gedung atau rumah tinggal. Sebagai salah satu kebutuhan dasar manusia, rumah tinggal perlu didesain dan dihitung agar memenuhi syarat keamanan dan kenyamanan. Rumah perlu dihitung kekuatan strukturnya agar mampu menahan beban yang bekerja, diantaranya berat sendiri struktur, beban hidup, dan beban gempa. Tanpa perhitungan yang tepat, rumah tinggal berisiko mengalami kerusakan atau kegagalan struktur, yang dapat merugikan baik dari aspek keselamatan jiwa dan finansial. Tujuan dari kegiatan PKM ini adalah untuk melakukan perhitungan struktur rumah tinggal tiga lantai dan menghasilkan gambar kerja untuk di lapangan sesuai dengan ketentuan pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Setelah mempelajari gambar arsitektur, tim memutuskan untuk menggunakan sistem struktur *open frame* yang memanfaatkan kekakuan kolom dan balok sebagai kekuatan lateral untuk menahan gaya gempa. Maka, untuk struktur bawah, karena tanah keras berada di kedalaman 4-6 m maka digunakan jenis *strauss pile*. Jenis fondasi ini akan memberikan kemudahan juga dalam pengerjaannya karena dapat menggunakan mesin bor sederhana. Hal ini juga lebih memudahkan dikarenakan rumah ini berada di lokasi yang cukup sempit dan diapit oleh rumah yang telah terbangun di sebelahnya, Gambar kerja telah dihasilkan tepat waktu dan pembangunan telah diselesaikan lebih cepat dari rencana awal.

**Kata kunci:** *open frame, rumah tinggal, strauss pile, struktur.*

## 1. PENDAHULUAN

Bidang teknik sipil merupakan bidang yang sangat terkait dengan salah satu kebutuhan utama manusia, yaitu kebutuhan papan. Cakupan pekerjaan di bidang teknik sipil sangat luas, bisa dimulai dari hal sederhana seperti struktur jembatan penyeberangan orang atau barang, pekerjaan perbaikan dan asesmen, perhitungan struktur dari rumah sederhana hingga bangunan

puluhan lantai (*high rise building*) (Liucius et al, 2024). Salah satu pengertian kebutuhan papan yang paling relevan dengan kehidupan sehari-hari adalah kebutuhan akan rumah tinggal. Sebagai tempat berlindung dan beraktivitas, rumah tinggal harus dirancang dengan memperhatikan aspek keselamatan, kenyamanan, dan daya tahan struktur bangunan. Rumah perlu dihitung kekuatannya agar mampu menahan beban-beban yang bekerja, di antaranya berat sendiri struktur, beban hidup (perabotan, aktivitas penghuni), dan beban gempa. Tanpa perhitungan yang tepat, rumah tinggal berisiko mengalami kerusakan atau kegagalan struktur, yang dapat merugikan dari aspek keselamatan jiwa dan finansial. Perhitungan struktur yang tidak tepat dapat menyebabkan kegagalan struktur yang fatal, yang tidak hanya berisiko bagi keselamatan penghuni, tapi juga terhadap penambahan biaya pemeliharaan yang tidak terduga (Mulyadi, 2018). Mengingat letak geografis Indonesia yang terletak pada cincin api (*ring of fire*) Pasifik, pertemuan dari tiga lempeng tektonik meningkatkan potensi gempa bumi, khususnya di Pulau Jawa. Bila bangunan tidak didesain dengan baik terhadap gaya gempa, maka paling buruk yang dapat terjadi adalah bangunan dapat roboh dan mengancam jiwa (Andreas et al, 2024).

Ilmu perhitungan struktur senantiasa berkembang. Adanya keterbatasan dalam pemahaman aplikasi praktis terhadap teori perhitungan struktur juga turut menjadi tantangan yang harus diatasi dalam merancang rumah tinggal yang aman dan berkelanjutan (Santosa, 2019). Penelitian yang mendalam pada bidang ini dapat memberikan solusi inovatif yang mendukung konstruksi bangunan yang lebih efisien, kuat, dan ramah lingkungan (Harsono, 2011). Selain itu, dalam proyek pembangunan, faktor-faktor seperti jenis tanah, Lokasi, dan kualitas pekerja juga dapat memengaruhi perhitungan struktur (Gunawan & Cahyono, 2024)

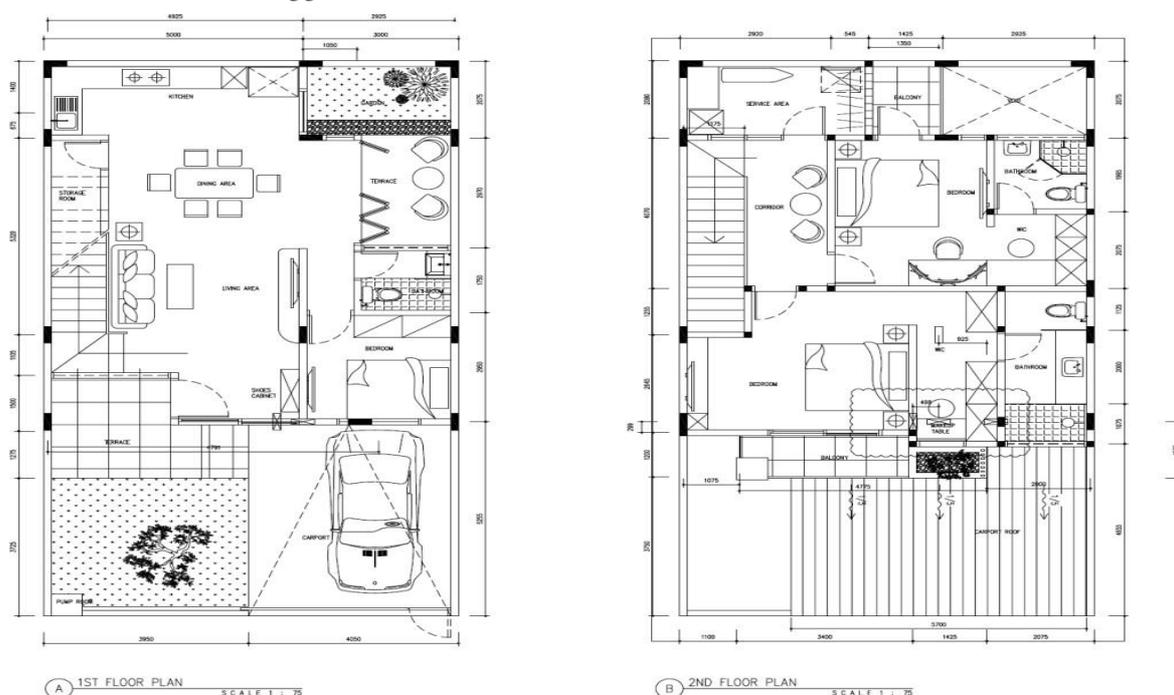
Pada kegiatan PKM ini terdapat kebutuhan akan perhitungan struktur rumah tinggal di daerah Cipondoh, Tangerang. Terdapat beberapa kendala selama berdiskusi dengan mitra, diantaranya sebagai berikut:

- 1) Mitra belum punya pengalaman yang cukup mengenai kondisi tanah di daerah Cipondoh sehingga untuk keperluan perhitungan fondasi harus menggunakan tenaga ahli yang mampu membaca data tanah di daerah tersebut yang kemudian juga sekaligus menentukan jenis fondasi yang akan digunakan; dan
- 2) Alokasi biaya yang cukup ketat dalam proyek ini sehingga tidak memungkinkan untuk menggunakan jasa profesional. Awalnya ingin dikerjakan langsung oleh mitra yang bergerak di bidang jasa interior dan arsitek, namun pemilik menginginkan ada perhitungan struktur yang lebih detail sesuai dengan standar dan peraturan yang berlaku.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi mitra tersebut, maka tujuan dari kegiatan PKM ini adalah untuk menyediakan jasa tenaga ahli untuk perhitungan struktur rumah tinggal berdasarkan standar dan peraturan yang berlaku. Tim akan melakukan perhitungan struktur dan menyiapkan gambar kerja serta memberikan saran dan solusi terkait masalah pembangunan di bidang strukturnya.

Survei secara langsung ke lapangan di daerah Cipondoh telah dilakukan untuk melihat lokasi di sekitar rumah untuk menentukan jenis fondasi yang akan digunakan (terkait dengan jarak bebas ke rumah di sebelahnya). Rumah didesain oleh arsitek dengan cukup sederhana, tidak terlalu banyak bukaan dan permainan elevasi. Denah arsiteknya dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

**Gambar 1**  
*Denah arsitek rumah tinggal*



Pada struktur atas, jenis yang digunakan adalah berupa *open frame*. Struktur portal *open frame* terdiri dari kolom dan balok yang membentuk rangka terbuka yang digabungkan dengan sambungan tahanan momen. Sistem ini memungkinkan distribusi beban yang efisien dan fleksibilitas dalam desain. Kolom didefinisikan sebagai elemen vertikal yang menahan beban vertikal dari lantai dan struktur di atasnya. Sedangkan balok adalah elemen horizontal yang mendistribusikan beban dari lantai atau bagian atas struktur ke kolom. Pada struktur kolom didominasi oleh jenis beban tekan dan lentur, sedangkan pada struktur balok umumnya didominasi hanya oleh lentur.

Pada sistem *open frame*, beban vertikal seperti beban dari lantai dan atap didistribusikan melalui balok ke kolom-kolom. Kolom-kolom ini kemudian mentransfer beban ke fondasi yang berada di bawah tanah. Begitu juga dengan beban lateral yang bekerja pada struktur akibat angin atau gempa, sistem *open frame* harus didesain untuk menahan momen dan gaya geser yang timbul. Oleh karena itu, diperlukan sambungan momen khusus untuk kemampuan menahan beban gempa dan termasuk mentransfer (distribusi gaya) ke setiap elemen struktur, mulai dari pelat, balok, kolom, dan fondasi.

Kekuatan lateral dari portal *open frame* tersebut cenderung tergantung dari kekakuan lentur kolom, balok, dan sambungannya (Agus, 2015). Namun harus diperhatikan, selain harus kuat dalam memikul beban rancang, struktur juga harus dirancang secara efisien agar juga bersifat ekonomis (Hendijaya, 2019). Secara umum terdapat tiga Standar Nasional Indonesia (SNI) yang digunakan sebagai dasar perhitungan struktur rumah ini:

- 1) Standar Nasional Indonesia: Beban minimum untuk perancangan bangunan dan struktur lain. SNI 1727:2013;
- 2) Standar Nasional Indonesia: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. SNI 2847:2019; dan
- 3) Standar Nasional Indonesia: Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung. SNI 1726:2019.

Pembangunan sendiri direncanakan selesai pada akhir bulan Mei 2025. Kondisi lapangan saat ini adalah sedang mengerjakan fondasi. Berdasarkan data tanah yang diberikan dari mitra,

tanah keras berada di kedalaman sekitar 4 sampai 6 meter yang berarti cukup baik. Berdasarkan kondisi lingkungan sekitar dan pertimbangan kemudahan pengerjaan, jenis fondasi yang digunakan adalah *strauss pile*. Fondasi ini termasuk ke dalam jenis fondasi *bored pile*. Fondasi ini biasanya digunakan untuk bangunan Gedung bertingkat untuk menyeimbangkan kekuatan struktur terhadap daya dukung tanah (Agustian & Juliar, 2024)

*Strauss pile* adalah tiang beton bertulang yang dipasang dengan cara pengeboran dan kemudian diisi dengan beton untuk menciptakan fondasi yang kuat. Pemasangannya dilakukan dengan menggunakan mesin bor sederhana yang mengebor ke dalam tanah sampai kedalaman yang diperlukan, kemudian beton dituangkan untuk mengisi ruang yang terbentuk. Pada galian sebelum dituangkan beton, juga ditempatkan tulangan. Biaya yang dikeluarkan relatif lebih tinggi daripada fondasi dangkal, namun memberikan daya dukung dan kestabilan yang jauh lebih baik.

Keterkaitan topik dengan peta jalan PKM yang ada di Rencana Induk Penelitian dan PKM Untar adalah tentang kebencanaan terutama gempa bumi, dengan konsep pemikiran desain bangunan *low rise* (dalam permasalahan ini berupa tiga lantai) tahan gempa. Rumah akan didesain untuk tahan terhadap beban mati dan hidup (berupa beban gravitasi), serta beban gempa (berupa beban lateral). Maka desain kombinasi beban akan menggunakan gabungan dari kombinasi beban untuk gravitasi dan gempa.

## 2. METODE PELAKSANAAN PKM

Metode pelaksanaan dari kegiatan PKM ini adalah dengan perhitungan dan analisis kebutuhan struktur rumah tinggal 3 lantai, dengan sistem *open frame*. Struktur rumah tersebut direncanakan kuat terhadap beban gravitasi dan beban gempa berdasarkan ketentuan standar dan peraturan dari Standar Nasional Indonesia seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Kegiatan PKM ini memiliki tahapan pelaksanaan sebagai berikut:

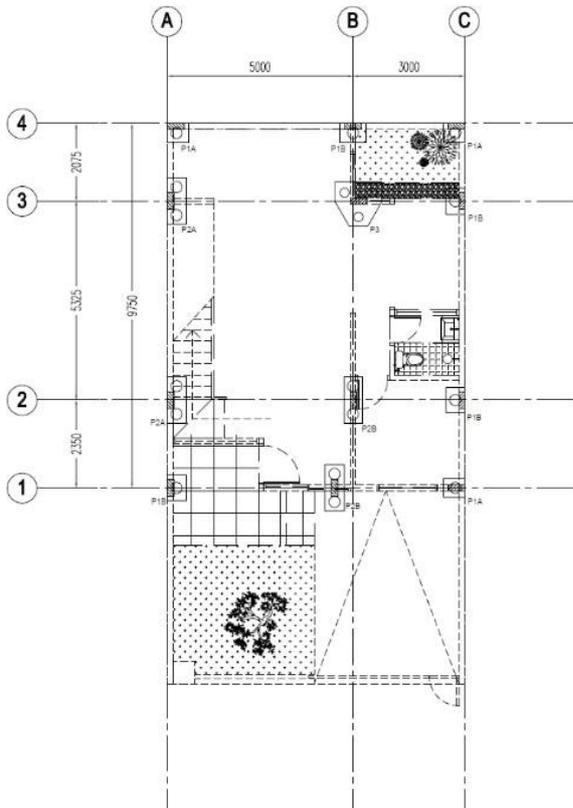
- 1) Tim berdiskusi dengan mitra tentang permasalahan dan kondisi lapangan serta cakupan pekerjaan yang perlu dikerjakan;
- 2) Tim PKM menghitung untuk keperluan fondasi berdasarkan hasil data tanah yang telah diperoleh sambil mitra mendesain gambar arsitek final untuk kami hitung strukturnya;
- 3) Setelah gambar fondasi telah ada, di lapangan akan mulai mengerjakan untuk fondasinya;
- 4) Setelah gambar arsitek telah final, melakukan perhitungan struktur atas beserta detail-detail tambahan (seperti atap kaca dan kanopi);
- 5) Diskusi dengan arsitek untuk evaluasi gambar arsitek dan struktur apakah sudah sesuai;
- 6) Bila semua sudah final, kami menyiapkan gambar kerja final untuk dicetak dan diberikan kepada mitra; dan
- 7) Tim masih akan tetap melakukan pendampingan selama masa konstruksi berlangsung. Pendampingan yang dimaksudkan adalah dalam cakupan bidang struktur bangunannya saja.

Tingkat ketercapaian kegiatan PKM ini dapat dilihat pada dua bagian, yaitu di awal saat penyelesaian gambar kerja untuk digunakan di lapangan, dan di akhir ketika rumah sudah selesai dibangun. Target awal pembangunan rumah diperkirakan selesai di akhir Mei 2025. Namun ternyata pembangunannya dapat selesai di akhir April 2025 lalu.

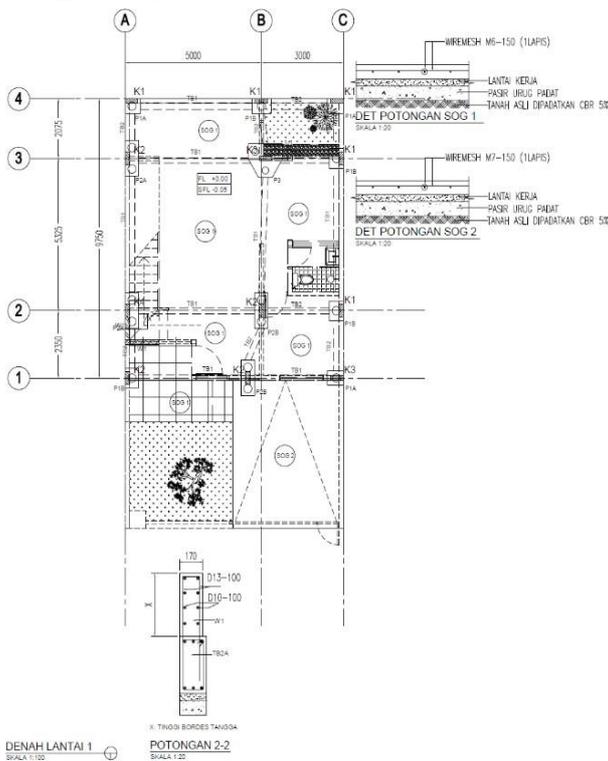
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan struktur, maka diperoleh gambar struktur (gambar kerja lapangan) yang contohnya ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4 berikut. Gambar kerja lengkap mencakup denah dan detail kolom, denah dan detail fondasi, denah lantai dan tulangan, serta potongan prinsip yang diperlukan.

**Gambar 3**  
*Denah fondasi*



**Gambar 4**  
*Denah Lantai 1*



Fondasi yang digunakan menggunakan strauss pile. Posisi pilecap diletakkan tepat pada batas tepi bangunan dikarenakan di sebelah rumah telah ada bangunan lain. Jenis pelat lantai 1

menggunakan jenis pelat slab on ground dikarenakan kondisi tanah cukup baik dan tidak ada beban yang sangat besar pada lantai 1. Bangunan rumah saat ini telah selesai dan sedang dalam tahap pengecekan final. Pada Gambar 5 dan Gambar 6 berikut adalah foto yang diambil saat pembangunan telah selesai.

### **Gambar 5**

*Tahap pengecekan final*



### **Gambar 6**

Bangunan yang akan diserahkan



Rumah tersebut telah berhasil diselesaikan lebih cepat satu bulan dari jadwal awal. Saat ini bangunan tersebut telah dilakukan serah terima pada pemilik. Hingga saat ini tidak ada kendala yang berarti terkait dengan proses pembangunan dari awal hingga saat diserahkan.

#### 4. KESIMPULAN

Gambar struktur dapat diselesaikan dengan baik dan sesuai dengan *timeline* yang diberikan. Saat ini bangunan telah dilakukan serah terima pada pemilik. Sejauh ini, tidak ditemukan permasalahan saat pembangunan baik dari sisi Mitra maupun sasaran PKM.

#### Ucapan Terima Kasih (*Acknowledgement*)

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Tarumanagara Jakarta (LPPM Untar) yang telah memberikan dukungan dan pendanaan, sehingga kegiatan PKM ini dapat diselenggarakan dengan baik. Terima kasih juga kepada mitra, *a+c Architects* yang telah mempercayakan perhitungan struktur rumah tinggal tiga lantai ini kepada tim PKM.

#### REFERENSI

- Agus, Gushendra, R. (2015). Perbandingan Analisa Struktur Model Portal Open Frame, Bresing, dan Dinding Geser pada Struktur Gedung Beton Bertulang Terhadap Beban Gempa. *Jurnal Momentum*, 17(2), 6 – 13.
- Agustian, D., & Juliar, E. (2024). *Metode Pelaksanaan Pekerjaan Strauss Pile Proyek Gedung Kejaksaan Negeri Majalengka pada SEMINAR TEKNOLOGI MAJALENGKA (STIMA)*, 8, 338-349. 10.31949/stima.v8i0.1145
- Andreas, A., Ihsani, I., Arini, R. N., Kurnia, F., & Herzanita, A. (2024). Perencanaan Bangunan Klinik Pasca Gempa Cianjur (Studi Kasus: Klinik Bidan Kelurahan Cibulakan, Kab. Cianjur). *Jurnal JANATA*, 4(1), 10-19.
- Badan Standarisasi Nasional (2013). *Standar Nasional Indonesia: Beban minimum untuk perancangan bangunan dan struktur lain*. SNI 1727:2013, BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (2019). *Standar Nasional Indonesia: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. SNI 2847:2019, BSN, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (2019). *Standar Nasional Indonesia: Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung*. SNI 1726:2019, BSN, Jakarta.
- Gunawan, J. R., & Cahyono, M. S. D. (2024). Analisis Perhitungan Struktur Proyek Rumah Tinggal PT. Saranah Arsitek Nugraha. *Anggapa Journal-Building design and architecture management studies*, 3(2), 11-18.
- Harsono, A. (2021). Inovasi Teknologi Konstruksi dalam Meningkatkan Kekuatan Struktur Bangunan. *Jurnal Teknik Konstruksi*, 34(2), 117-125.
- Hendijaya, F. (2019). Analisis Struktur Bangunan Terhadap Beban Horizontal pada Gedung Rawat Inap Rumah Sakit Dadi Tjokro Dipo Bandar Lampung, *Jurnal Teknika Sains*, 4(1), 17-24.
- Liucius, Y. U., Jonathan, Nam, J. H., & Theodora, A. G. (2024). Perhitungan Struktur Rumah Tinggal Tiga Lantai Dengan Sistem Open Frame. *Jurnal Bakti Masyarakat Indonesia*, 7(3), 573-579.
- Mulyadi, Y. (2018). Peran Perhitungan Struktur dalam Keamanan Bangunan Rumah Tinggal. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 29(1), 53-61.
- Santosa, M. (2019). Aplikasi Perhitungan Struktur dalam Desain Rumah Tinggal di Wilayah Perkotaan. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 22(4), 245-253.