

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR BANGUNAN ATAS BAJA PADA GEDUNG 7 LANTAI MENGUNAKAN METODE *LOAD RESISTENCE* *FACTOR DESIGN* DI SURABAYA

Bima Pramudya N¹, Titin Sundari², Meriana Wahyu Nugroho³ Totok Yulianto⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Hasyim Asy'ari, Jombang, 61471, Indonesia

Email : bimapramudyaa217@gmail.com¹, titinsundari1273@gmail.com²,

meriananugroho@unhasy.ac.id³, totokyulianto@unhasy.ac.id⁴

ABSTRAK

Perencanaan ulang struktur baja direncanakan sesuai peraturan yang berlaku, Standar Nasional Indonesia. Perencanaan struktur bangunan menggunakan profil baja IWF BJ 37 dengan kualitas titik leleh $f_y' 240$ MPa. Dalam perencanaan dan perhitungan struktur bangunan, menggunakan metode Load Resistance Factor Design (LRFD) dan program pendukung software analisis.. Peraturan yang digunakan meliputi SNI:1729-2020, SNI: 1726-2019, dan SNI:1727-2020. Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh setelah melakukan perhitungan bangunan menggunakan baja pada proyek pembangunan gedung 7 lantai di Surabaya dan diperoleh kekuatan struktur untuk pelat lantai $\phi R_n \geq R_u$ dengan hasil sebesar $7,4434 \text{ kN} \geq 1,5367 \text{ kN}$, Kolom K1 $\phi M_n \geq M_u$ dengan hasil sebesar $26103,25 \text{ kNm} \geq 23492,92 \text{ kNm}$, Balok B1 $\phi M_n \geq M_u$ dengan hasil $3968,9 \text{ kNm} \geq 3572,01 \text{ kNm}$ yang memenuhi persyaratan keselamatan berdasarkan SNI 1729-2020.

Kata kunci: Struktur Baja, Metode LRFD, Perencanaan, Kekuatan Struktur

1. Pendahuluan

Perkembangan ekonomi Indonesia yang maju dapat memicu pesatnya perluasan dan pembangunan infrastruktur seperti apartemen dan hotel, yang sebagian besar merupakan bangunan bertingkat tinggi. Ketika diterapkan pada bangunan bertingkat tinggi, struktur bangunan yang kuat biasanya mempunyai dimensi yang cukup besar namun tidak hemat biaya atau tidak efisien. Biasanya, kolom atau balok struktur yang memikul beban terbesar dijadikan dasar perhitungan dimensi. [1]

Perencanaan desain struktur baja mengacu pada pedoman peraturan SNI 1729:2020 tentang spesifikasi struktur baja. Pada peraturan SNI 1729:2020, Perencanaan, pembuatan, perhitungan dan pendirian struktur baja di atur didalam peraturan tersebut. Di mana desain yang berbeda dicirikan dengan cara yang sama seperti struktur, diatur oleh peraturan khusus ini.[2]

Metode LRFD (*Load Resistance Factor Design*) sangat penting untuk penelitian yang dilakukan oleh Tim Peringatan yang dimotori oleh T.V. Galambos. Formula baru untuk keadaan batas telah diusulkan oleh Galambos, Revindra, dan Wiesner berdasarkan konsep Punkham dan Hansell.[2]

Tujuan pada perencanaan ulang untuk merencanakan struktur bangunan yang kuat serta ekonomis yang meliputi struktur kolom, balok, dan pelat lantai. Program analisis struktur tiga dimensi digunakan untuk memodelkan komponen struktur selama tahap perencanaan untuk memastikan kondisi asli struktur. Dalam perencanaan gedung menggunakan baja dengan mutu tegangan titik leleh $f_y' 240$ MPa dan beton dengan mutu 30 MPa .[3]

2. Bahan dan Metode

2.1 Load Resistance Factor Design

Spesifikasi desain konstruksi baja yang dikenal sebagai LRFD (*Load Resistance Factor Design*) diterbitkan oleh AISC (*American Institute of Steel Construction*) dan didasarkan pada ketahanan metode kekuatan pamungkas (*Plastic Method*).[4]

$$\phi R_n \geq R_u \quad (1)$$

Keterangan:

ϕ = Faktor ketahanan beban

R_n = Kekuatan nominal beban

ϕR_n = Kekuatan desain perencanaan

R_u = Kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban LRFD

Tegangan tekuk elastis dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \quad (2)$$

Tegangan kritis simetris ganda dapat dihitung dengan persamaan berikut:

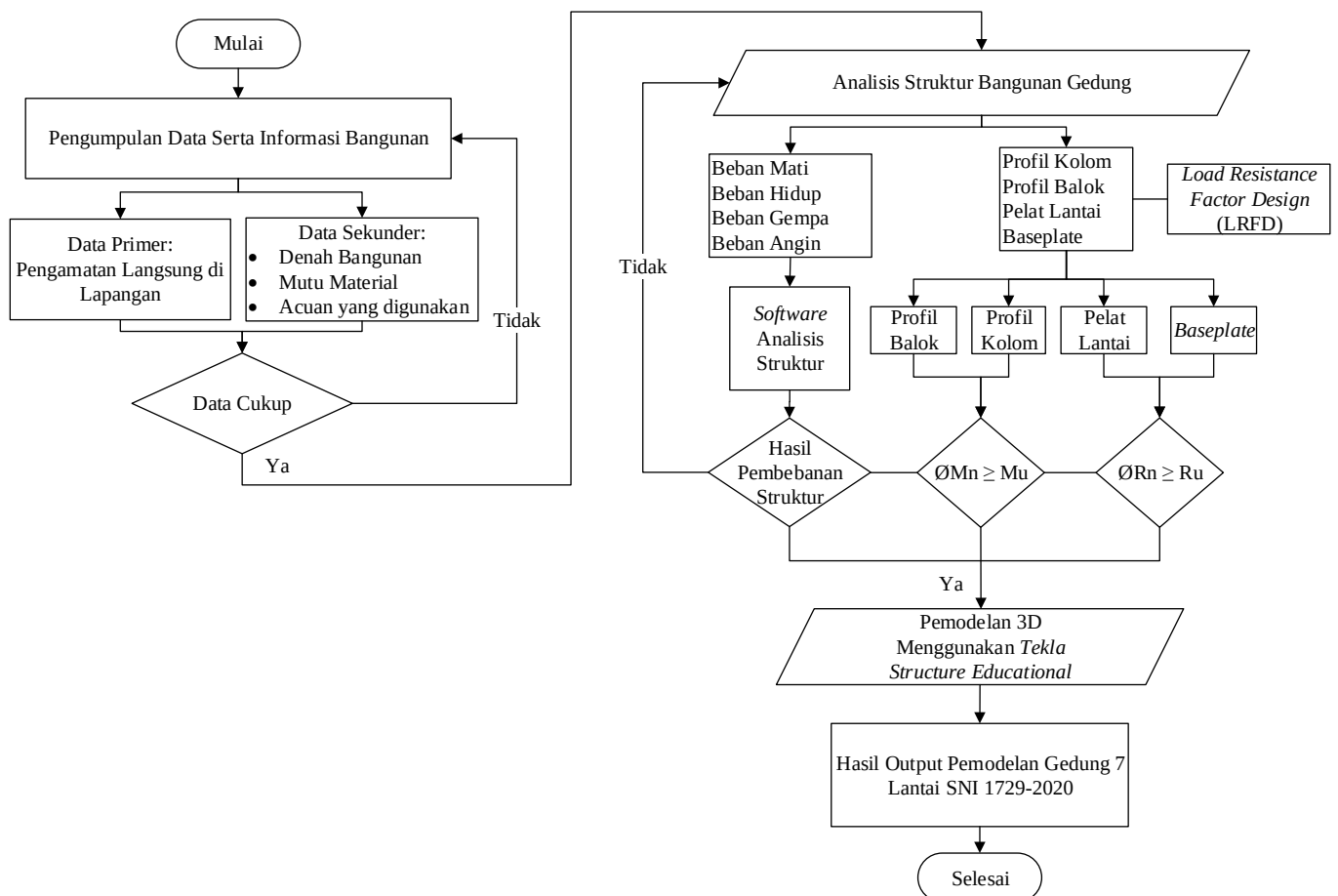
$$F_e = \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(KL)^2} + GJ \right] \frac{1}{I_x + I_y} \quad (3)$$

Kekuatan tekan nominal dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$P_n = F_{cr} \times A \quad (4)$$

2.2 Lokasi

Gedung yang menjadi objek penelitian difungsikan sebagai apartemen di sebuah perumahan di Surabaya. Lokasi tempat berada di Jl. Royal Residence, Blok B, Surabaya, Jawa Timur.

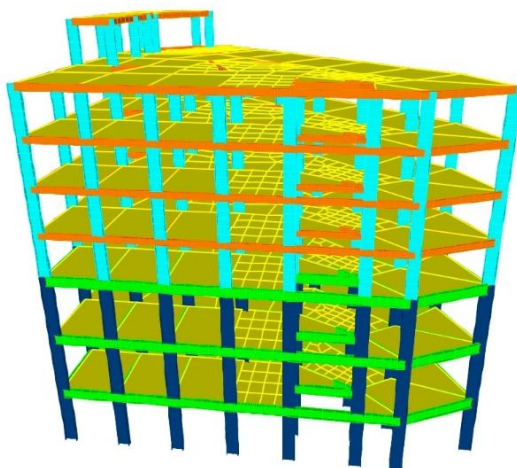


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian [9]

3. Pembahasan dan Hasil

3.1 Pemodelan Desain Struktur

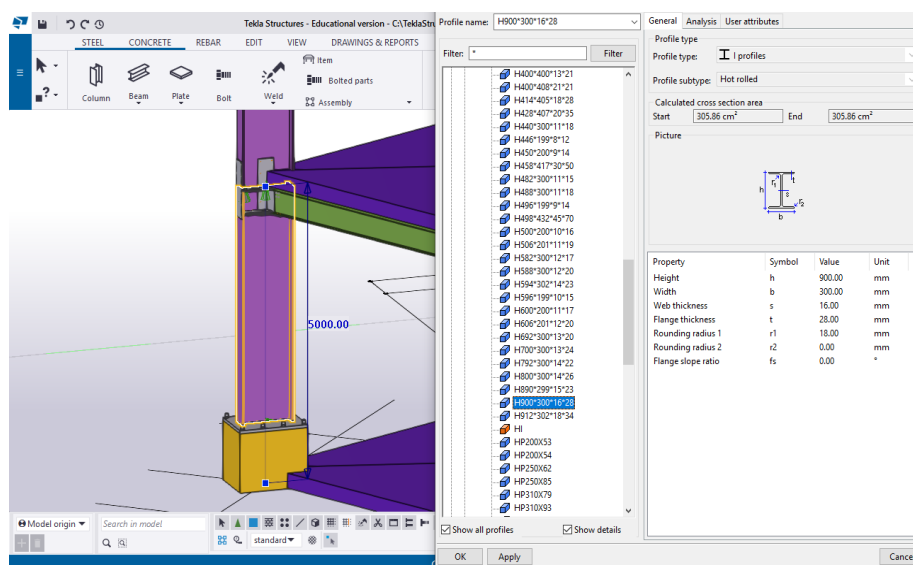
Beban rencana minimum pada SNI 1727-2020 dan persyaratan beton struktur bangunan pada SNI 2847-2019 menjadi acuan dalam pemodelan struktur bangunan apartemen. Dengan bantuan program *software* analisis struktur.[7] [8]



Gambar 2. Pemodelan Struktur [9]

Pembebanan yang dibuat menggunakan program bantu *software* analisis struktur seperti pada gambar 2 Pada setiap profil digunakan ukuran sesuai yang sudah direncanakan. Setiap plat lantai diberi beban yang diambil dari acuan Standar Nasional Indonesia untuk beban hidup, sedangkan untuk beban mati diambil dari berapa banyak material yang akan digunakan.

3.2 Analisis Profil Kolom



Gambar 3. Kolom K1 [9]

Pada gambar 3 menunjukkan program bantu *software* Tekla Structures Educational dan desain yang digunakan untuk mendesain bangunan dan menampilkan spesifikasi material profil yang digunakan. Profil kolom yang digunakan pada gambar 3 yaitu IWF 900x300 mm.

a) Tegangan Tekuk Elastis

$$\frac{KL}{r_{min}} = \frac{3000}{212,66} = 14,10$$

$$\lambda = 4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 4,71 \sqrt{\frac{200000}{240}} = 136$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} = \frac{\pi^2 200000}{14,10^2} = 9928,68 \text{ MPa}$$

$$\frac{F_y}{F_e} = \frac{240}{6265,17} = 0,024$$

$$F_{cr} = 0,658^{0,024} \times 240 = 225,56$$

b) Tegangan Kritis Simetris Ganda

$$F_e = \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(KL)^2} + GJ \right] \frac{1}{I_x + I_y}$$

$$F_e = \left[\frac{\pi^2 E \times 1593751875000000}{3000^2} + 77200 \times 1210300000 \right] \frac{1}{43300000000}$$

$$F_e = 10230,57 \text{ MPa}$$

$$\frac{F_y}{F_e} = \frac{240}{10230,57} = 0,023$$

$$f_y/f_e = 0,023 < 2,25 \text{ berarti tidak terjadi tekuk } \textit{inelastic}, \text{ sehingga}$$

$$F_{cr} = 0,658^{0,023} \times 240 = 236,59$$

c) Kekuatan Tekan Nominal Kolom

$$P_n = F_{cr} \times A = 225,56 \times 305800 : 1000 = 68976,25 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 26103,25 = 23492,92 \text{ kNm}$$

$$M_u = 26103,25 \text{ kNm}$$

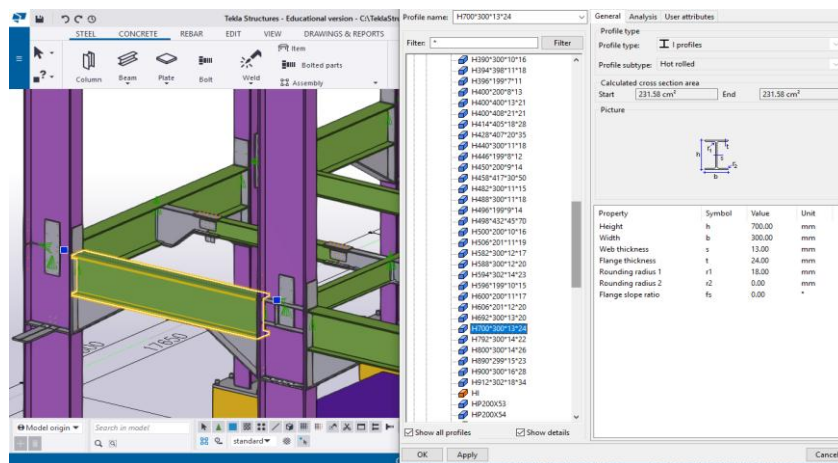
$$M_u \leq \phi M_n \text{ sehingga kolom kuat menahan tekuk lateral (Lateral Buckling).}$$

Tabel 1. Rekapitulasi hasil perhitungan profil kolom [9]

Profil Kolom			
No	Jenis Kolom	Mu (kNm)	ØMn (kNm)
1	K1	26103.25	23492.925
2	K2	5933.71	5340.339
3	K3	526.86	474.174

3.2 Analisis Profil Balok

Pada gambar 4 menunjukkan program bantu *software Tekla Structure Educational* yang digunakan untuk mendesain bangunan dan menampilkan spesifikasi material profil yang digunakan. Profil balok yang digunakan pada gambar 4 yaitu IWF 700x300 mm.



Gambar 4. Balok B1 [9]

a) Menghitung nilai M_n (kuat lentur nominal)

$$\phi M_n = 0,9 \times 3968,9 = 3572,01 \text{ kNm}$$

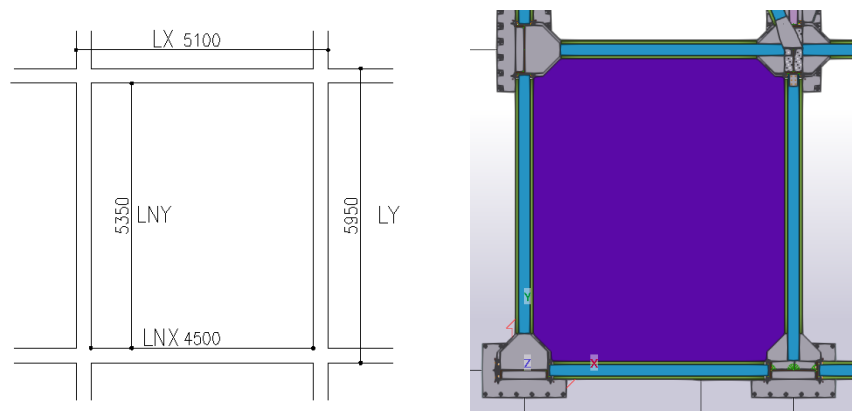
$$M_u = 3968,9 \text{ kNm}$$

$$M_u \leq \phi M_n \text{ sehingga kolom kuat menahan tekuk lateral (Lateral Buckling).}$$

Tabel 2. Rekapitulasi hasil perhitungan profil balok [9]

Profil Balok			
No	Jenis Balok	M_u (kNm)	ϕM_n (kNm)
1	B1	3968.9	3572.01
2	B2	3201.8	2881.62
3	B3	1146.48	1031.832
4	B4	469.55	422.595

3.3 Perencanaan Pelat Lantai



Gambar 5. Pelat Lantai [9]

Pada gambar 5 pelat lantai yang direncanakan termasuk dalam pelat 2 arah. Perencanaan pelat lantai menggunakan tebal 150 mm pada keseluruhan bangunan gedung dengan mutu K300 dan dengan tulangan atas dan bawah. Diameter tulangan atas menggunakan $\phi 10$ mm dengan jarak antar tulangan 150mm dan tulangan bawah $\phi 8$ mm dengan jarak tulangan 150mm.

Tabel 3. Rekapitulasi hasil perhitungan pelat lantai [9]

Pelat lantai			
No	Tulangan	Ru (kN)	ØRn (kN)
1	Tumpuan Atas	1.5367	7.4434
2	Lapangan Bawah	1.2573	7.4434

a) Perencanaan beban hidup dan beban mati untuk pelat lantai

Tabel 4. Pembebanan *software* analisis struktur [9]

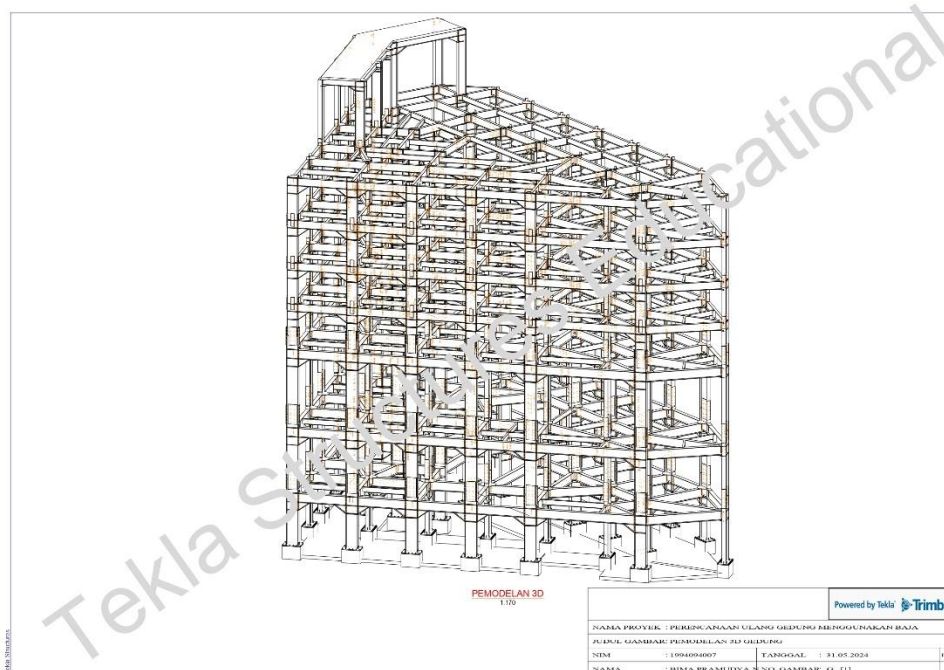
Jenis Beban Hidup	Berat (kg/m ²)
Lantai fungsi apartemen	488,44

Beban hidup atau (*Live Load*) merupakan beban bergerak atau berubah-ubah yang diakibatkan oleh pengguna bangunan tersebut. Jenis beban hidup yang digunakan yaitu apartemen dengan beban 488,44 kg/m². [10]

Tabel 5. Pembebanan *software* analisis struktur [9]

Jenis Beban Mati	Berat (kg/m ²)
Dinding ½ bata	1000 kg/m
Plafond	20
Instalasi MEP	25
Waterproofing	14
Keramik	24
Pelat lantai beton	288
Total	621

b) Pemodelan gambar desain struktur

**Gambar 6.** Pemodelan 3D [9]

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil dari analisis yang mengacu SNI 1727-2020 dan SNI 1729-2020 telah memenuhi persyaratan yang sudah ada. Pada perhitungan dan program bantu software analisis struktur dapat diambil kesimpulan antara lain:

- a) Kolom yang dapat digunakan untuk analisis perencanaan ulang yaitu, K1 profil IWF 900x300x28x16 mm, K2 profil IWF 800x300x26x14 mm, K3 profil IWF 400x 200x13x8.
- b) Balok yang direncanakan ulang menggunakan baja yaitu, B1 IWF 700 x 300 x 24 x 13, B2 IWF 600 x 250 x 17 x 11, B3 IWF 450 x 200 x 14 x 9, B4 IWF 250x125x9x6 mm.
- c) Pelat lantai direncanakan dengan mutu beton 25 MPa (K300) tebal 150 mm di bagian seluruh gedung dengan diameter tulangan Ø10 dengan jarak antar tulangan 150mm dan selimut beton 20mm.

Dalam merencanakan struktur bangunan gedung disarankan menggunakan *software* analisis struktur atau *Tekla Structures* untuk perhitungan pembebanan atau sejenisnya. Dengan meng-input desain penampang yang kita rencanakan sehingga dapat diketahui apakah desain tersebut aman atau tidak. Saat merencanakan sambungan harus teliti terhadap jarak, jumlah, penempatan baut agar mudah dalam pemasangan dan meminimalisir keruntuhan.

Ucapan Terima Kasih

Diucapkan terima kasih kepada PT. Lautan Bangun Mandiri yang telah memberikan izin tempat dan pengambilan data untuk melakukan penelitian pada proyek pembangunan gedung di Surabaya.

Referensi

- [1] M. Khafis, "Perencanaan Struktur Baja Pada Bangunan Tujuh Lantai Sebagai Hotel," *Univ. Sebel. Maret. Surakarta*, 2009, [Online].
- [2] S. Indra and A. Santosa, "PERENCANAAN PORTAL BAJA MENGGUNAKAN METODE LRFD PADA GEDUNG," vol. 2, no. 1, pp. 25–35, 2020.
- [3] M. Abrori, A. Amudi, T. Yulianto, and T. Sundari, "Perencanaan Struktur Tahan Gempa Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Unhasy di Jombang," *Sentikuin Tek.*, vol. 3, pp. 1–7, 2020, [Online]. Available: <https://pro.unitri.ac.id/index.php/sentikuin/article/view/169>
- [4] B. Soebandono, G. S. Hergantoro, and M. Priyo, "Implementasi Building Information Modelling (BIM) Menggunakan Tekla Structures Pada Konstruksi Gedung," *Bull. Civ. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2022, doi: 10.18196/bce.v2i1.12492.
- [5] S. N. Khotimah and M. Sc, "STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAM SAP 2000 oleh :," 2017.
- [6] S. Indra and A. Santosa, "PERENCANAAN PORTAL BAJA MENGGUNAKAN METODE LRFD PADA GEDUNG," vol. 2, no. 1, pp. 25–35, 2020.
- [7] M. W. Nugroho. Safi Faozi , Abdiyah Amudi, Titin Sundari, "*Perencanaan Struktur Baja Gedung Parkir Universitas Hasyim Asy'ari Tebuireng Jombang*, 2020.
- [8] M. Abrori, A. Amudi, T. Yulianto, and T. Sundari, "Perencanaan Struktur Tahan Gempa Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Unhasy di Jombang," *Sentikuin Tek.*, vol. 3, pp. 1–7, 2020, [Online]. Available: <https://pro.unitri.ac.id/index.php/sentikuin/article/view/169>
- [9] B. P. Nirbaya, "No Title," *Perenc. ULANG Strukt. BANGUNAN ATAS BAJA PADA GEDUNG 7 LANTAI MENGGUNAKAN Metod. LOAD Resist. FACTOR Des. DI SURABAYA*, 2024.
- [10] A. A. Saputra, S. Winarto, and A. Ridwan, "Perencanaan Struktur Baja Pada Konstruksi Empat Lantai Pada Hotel Jaya Baya," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 248–258, 2018, doi: 10.30737/jurmateks.v1i2.382.