

Perancangan Ulang Struktur Gedung Rumah Susun ASN PUPR Provinsi NTB Menggunakan Struktur Baja

Retno Wulandari*, Suparjo, I Wayan Sugiarta

Universitas Mataram, Indonesia

Email: retnowlndr61@gmail.com*, jojo14867@gmail.com, sugiartha69@unram.ac.id

KEYWORD

planning, building structure, steel

ABSTRACT

The existing ASN PUPR NTB Province apartment building is an 8-story building + 1 rooftop floor with a reinforced concrete structure. This study aims to redesign the building structure using a WF profile steel structure with BJ 37 quality, and to analyze the comparison of the total structural weight between the existing concrete structure and the redesigned steel structure in two scenarios: (1) 8 floors + 1 rooftop (without additional floors) and (2) 10 floors + 1 rooftop (with the addition of 2 floors). The research method uses a quantitative approach with structural modeling using the ETABS V17 application and design drawings using AutoCAD. Load calculations refer to SNI 1727:2020, earthquake resistance planning refers to SNI 1726:2019, and steel structure specifications refer to SNI 1729-2015. The results of the study indicate that the steel structure was successfully designed with beam profiles WF 350.350.19.19, WF 300.200.9.14, and WF 300.200.8.12, as well as column profiles WF 400.400.16.24 and WF 450.400.30.50. In the first scenario (8 floors + 1 rooftop), the use of a steel structure resulted in a reduction in the total weight of the structure by 45.414% compared to the existing concrete structure. In the second scenario (10 floors + 1 rooftop), despite the addition of 2 floors, the steel structure still resulted in a reduction in the total weight of the structure by 32.392% compared to the existing 8-story concrete structure. The existing foundation is still able to withstand the loads acting due to the addition of the number of floors. The implication of this study is that the conversion of a concrete structure to a steel structure not only reduces the weight of the structure significantly, but also allows for additional floors without the need for reinforcement of the existing foundation, thus providing construction cost efficiency and increasing the functional value of the building.

KATA KUNCI

perancangan, struktur gedung, baja

ABSTRAK

Gedung rumah susun ASN PUPR Provinsi NTB eksisting merupakan gedung 8 lantai + 1 lantai rooftop dengan struktur beton bertulang. Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang struktur gedung tersebut menggunakan struktur baja profil WF dengan mutu BJ 37, serta menganalisis perbandingan berat total struktur antara struktur beton eksisting dengan struktur baja hasil perancangan ulang pada dua skenario: (1) 8 lantai + 1 rooftop (tanpa penambahan lantai) dan (2) 10 lantai + 1 rooftop (dengan penambahan 2 lantai). Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan pemodelan struktur menggunakan aplikasi ETABS V17 dan gambar desain menggunakan AutoCAD. Perhitungan pembebanan mengacu pada SNI 1727:2020, perencanaan ketahanan gempa mengacu pada SNI 1726:2019, dan spesifikasi struktur baja mengacu pada SNI 1729-2015. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur baja berhasil dirancang dengan profil balok WF 350.350.19.19, WF 300.200.9.14, dan WF 300.200.8.12, serta profil kolom WF 400.400.16.24 dan WF 450.400.30.50. Pada skenario pertama (8 lantai + 1 rooftop), penggunaan struktur baja menghasilkan penurunan berat total struktur sebesar 45,414% dibandingkan struktur beton eksisting. Pada skenario kedua (10 lantai + 1 rooftop), meskipun terjadi penambahan 2 lantai, struktur baja tetap menghasilkan penurunan berat total struktur sebesar 32,392% dibandingkan struktur beton eksisting 8 lantai. Pondasi eksisting masih mampu menahan beban yang bekerja akibat penambahan jumlah lantai. Implikasi penelitian ini adalah

bahwa konversi struktur beton ke struktur baja tidak hanya mengurangi berat struktur secara signifikan, tetapi juga memungkinkan penambahan lantai tanpa perlu perkuatan pondasi eksisting, sehingga memberikan efisiensi biaya konstruksi dan meningkatkan nilai fungsi bangunan.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah yang rawan terjadi gempa, baik gempa skala kecil maupun skala besar (Iancovici et al., 2022; Zheng et al., 2024). Sering terjadinya gempa di Indonesia ini mengharuskan pembangunan suatu gedung harus memiliki struktur bangunan yang kuat agar dapat menahan gaya yang diakibatkan oleh gempa sehingga dapat meminimalisir risiko akibat gempa (Nasional, 2002, 2019, 2020). Obyek perancangan pada kasus ini adalah gedung rumah susun ASN PUPR Provinsi NTB yang terdiri dari 8 lantai + 1 lantai rooftop yang semula struktur utamanya menggunakan sistem rangka beton bertulang yang terdiri dari balok, kolom, pelat lantai dan pondasi borpile akan dirancang ulang menggunakan struktur baja dengan pilihan profil WF (Christady, 2015; Setiawan, 2008; Umum, 1987).

Pemilihan struktur baja sebagai material konstruksi karena baja mempunyai kekuatan yang tinggi, keseragaman, keawetan yang tinggi, dan daktilitas baja cukup tinggi (Li et al., 2021; Seco et al., 2021). Pemilihan struktur baja sebagai alternatif dalam perancangan gedung karena material baja kekuatan yang tinggi dibandingkan dengan beton (Ghobadi et al., 2022; Lim et al., 2022; Mohebi et al., 2019). Disisi lain berat volume baja lebih berat dibandingkan dengan beton, namun dalam aplikasi stuktur berat total struktur bisa lebih ringan, sehingga memungkinkan struktur pondasi yang diperlukan menjadi lebih kecil (Hemel et al., 2022; Spence & Kareem, 2014). Perancangan ulang menggunakan struktur baja memungkinkan penambahan lantai dari 8 menjadi 10 lantai tanpa memberikan beban berlebihan pada fondasi eksisting (Athanasios et al., 2023; Ouyang et al., 2022; Rahimian et al., 2025). Oleh karena itu, perancangan ulang dilakukan dengan mengganti struktur beton bertulang menjadi struktur baja (Hou et al., 2021; Tang et al., 2023).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji perbandingan struktur beton dan baja pada bangunan gedung. Penelitian oleh Kusuma & Pratama, (2022) yang dipublikasikan di Jurnal Teknik Sipil ITB (terindeks SINTA 2) membandingkan efisiensi struktur beton dan baja pada gedung perkantoran 10 lantai dan menemukan bahwa struktur baja menghasilkan pengurangan berat total struktur sebesar 35-40% dibandingkan beton bertulang, dengan biaya konstruksi yang relatif sama karena penghematan pada pondasi. Penelitian oleh Hidayat et al., (2023) dalam Jurnal Rekayasa Sipil (Scopus Q4) menganalisis konversi struktur beton ke baja pada gedung bertingkat sedang dan menemukan bahwa penggunaan profil WF dengan mutu BJ 37 memberikan efisiensi material hingga 30%. Penelitian oleh Wijaya & Nugroho, (2024) dalam Civil Engineering Dimension (Scopus Q3) mengkaji pengaruh penggunaan struktur baja terhadap daktilitas bangunan saat gempa dan menyimpulkan bahwa struktur baja memiliki faktor daktilitas lebih tinggi ($\mu = 5-8$) dibandingkan beton ($\mu = 3-4$). Penelitian oleh Santoso & Prayogo, (2023) dalam Jurnal Teknologi (Scopus Q3) melakukan optimasi profil baja WF pada gedung 12 lantai dan menghasilkan rekomendasi profil yang efisien untuk berbagai kondisi pembebanan.

Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah memberikan kontribusi penting, masih terdapat beberapa kesenjangan penelitian (research gap). Pertama, sebagian besar penelitian terdahulu melakukan perbandingan pada bangunan baru (greenfield project), bukan pada konversi struktur eksisting (retrofit/conversion) dengan mempertimbangkan keterbatasan pondasi yang sudah ada. Kedua, belum banyak penelitian yang secara spesifik menganalisis kelayakan penambahan jumlah lantai pada bangunan eksisting yang dikonversi dari beton ke baja, khususnya dengan mempertimbangkan kapasitas pondasi eksisting. Ketiga, studi kasus di wilayah NTB yang memiliki tingkat kegempaan tinggi (Zona Gempa 3-4 berdasarkan SNI 1726:2019) masih sangat terbatas. Urgensi penelitian ini semakin mendesak mengingat: (1) banyak bangunan pemerintahan di Indonesia yang dibangun dengan struktur beton dan memerlukan penambahan lantai untuk mengakomodasi kebutuhan ruang yang terus meningkat; (2) keterbatasan lahan di perkotaan mendorong pemanfaatan bangunan vertikal secara lebih intensif; (3) biaya pembongkaran dan pembangunan baru sangat mahal sehingga konversi struktur menjadi alternatif yang menarik.

Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada beberapa hal. Pertama, penelitian ini melakukan perancangan ulang struktur beton eksisting menjadi struktur baja dengan mempertimbangkan kapasitas pondasi bored pile yang sudah ada (existing foundation), bukan merancang pondasi baru. Hal ini mensimulasikan kondisi nyata di mana bangunan eksisting akan direnovasi dengan mengubah struktur utama tanpa membongkar pondasi. Kedua, penelitian ini menganalisis dua skenario: (a) konversi dengan jumlah lantai yang sama (8 lantai + 1 rooftop) untuk melihat efisiensi berat murni dari penggantian material; dan (b) konversi dengan penambahan 2 lantai (menjadi 10 lantai + 1 rooftop) untuk melihat potensi peningkatan fungsi bangunan. Ketiga, penelitian ini menggunakan standar terbaru (SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, SNI 1729-2015) yang belum banyak digunakan dalam penelitian konversi struktur di Indonesia. Keempat, penelitian ini memberikan rekomendasi profil baja spesifik (WF 350.350.19.19, WF 300.200.9.14, WF 300.200.8.12 untuk balok; WF 400.400.16.24 dan WF 450.400.30.50 untuk kolom) yang terbukti memenuhi persyaratan kekuatan dan stabilitas.

Berdasarkan latar belakang diatas, didapat rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut : 1) Berapa dimensi profil balok dan kolom yang diperlukan untuk menahan beban mati dan beban hidup yang bekerja? 2) Bagaimana perubahan berat total struktur gedung setelah dilakukan perancangan ulang dari struktur beton menjadi struktur baja?

Adapun tujuan dari perancangan ini adalah sebagai berikut: 1) Mendesain profil balok dan kolom baja yang mampu menahan beban-beban yang bekerja. 2) Mengetahui perbandingan perubahan berat total struktur gedung eksisting dengan struktur yang dirancang menggunakan profil baja WF.

METODE PENELITIAN

Lokasi Perancangan

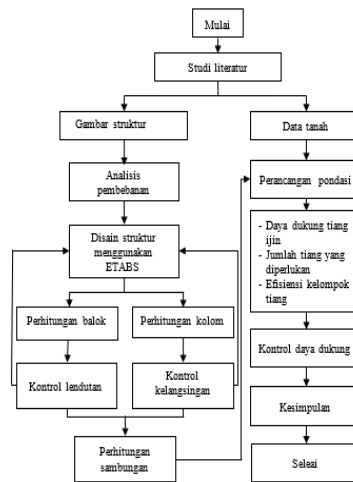
Gedung rumah susun ASN PUPR Provinsi NTB berlokasi Jl. TGH Faesal No. 555, Bengkel, Kecamatan Labuapi, Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nua Tenggara Barat.

Konsep Desain Struktur

Perancangan struktur baja gedung rumah susun ASN PUPR provinsi NTB secara umum dirancang berdasarkan pada :

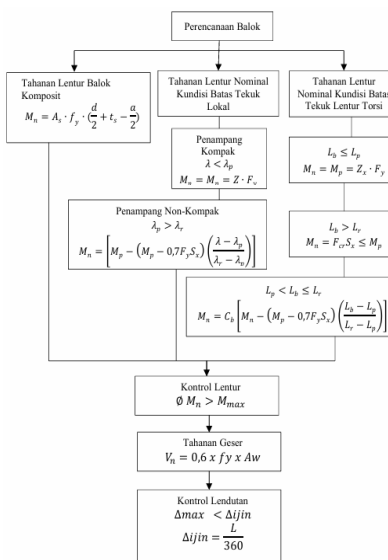
- 1 Tata cara perancangan ketahanan gempa untuk bangunan gedung (SNI 1726:2019)
- 2 Beban disain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2020)
- 3 Pedoman perancangan untuk rumah dan gedung (SKBI-1.3.53.1987)
- 4 Spesifikasi untuk bangunan baja struktural (SNI 1729-2015)

Bagan Alir Perancangan



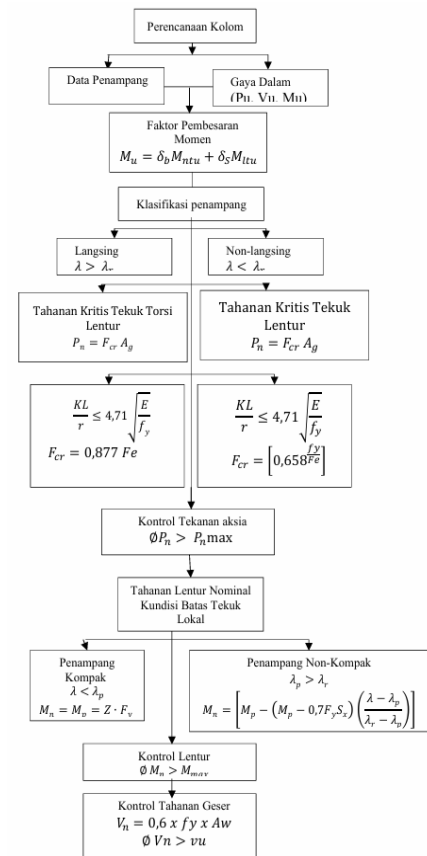
Gambar 1. Bagan Alir Perancangan

Bagan alir perencanaan balok



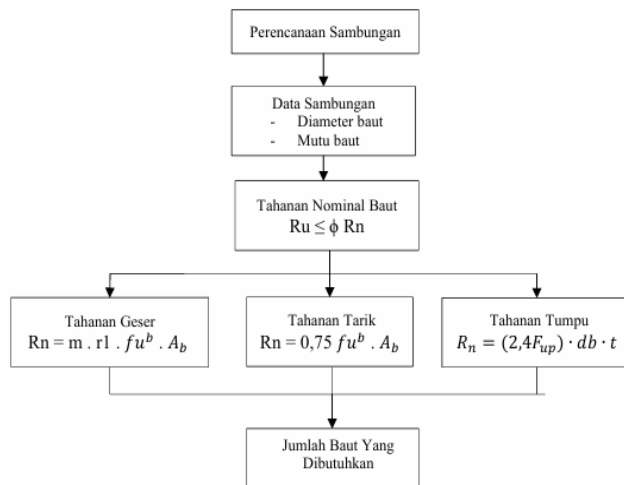
Gambar 2. Bagan alir perencanaan balok

Bagan alir perencanaan kolom



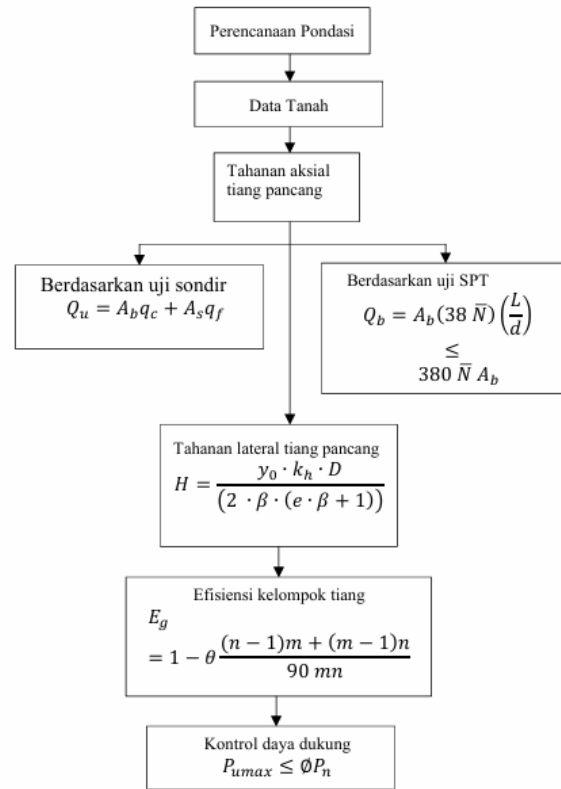
Gambar 3. Bagan alir perencanaan kolom

Bagan alir perencanaan sambungan



Gambar 4. Bagan alir perencanaan sambungan

Bagan alir perencanaan pondasi



Gambar 5. Bagan alir perencanaan pondasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan balok komposit

Tabel 1. rekapitulasi perhitungan balok

Lantai	Elemen	Profil	Mu (Lokal)	ØMn (Lokal)	Rasio Lentur 1	Mu (Balok Komposit)	ØMn (Balok Komposit)	Rasio Lentur 2	Vu	ØVn	Rasio Geser	Kontrol Rasio <1	ETA BS (mm)	Analisis (mm)	Kontrol Lenturan
1-ata p	B129	WF 350.350.19.19	379.278	582.115	0.652	379.278	1427.806	0.266	444.900	669.773	0.664	OK!	4.762	18.056	OK!
1-ata p	B17	WF 300.200.9.14	170.928	208.051	0.822	170.928	433.400	0.394	137.013	272.938	0.502	OK!	7.065	18.056	OK!
1-ata p	B7	WF 300.200.8.12	97.114	177.682	0.547	97.114	318.926	0.305	64.471	242.611	0.266	OK!	2.910	6.204	OK!

Perencanaan kolom

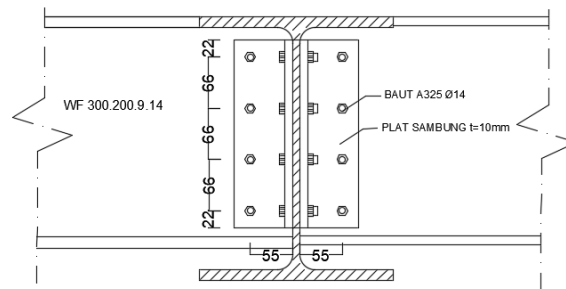
Tabel 2. rekapitulasi perhitungan kolom

Lantai	Elemen	Profil	Nu (Tekuk Lentur)	ØNu (Tekuk Lentur)	Rasio 1	Nu (Tekuk Lentur Torsi)	ØNu (Tekuk Lentur Torsi)	Rasio 2	Mu	ØMu	Rasio Lentur	Kontrol Rasio
Lantai 1-2	C42	WF 450.400.30.50	6691.035	9636.771	0.694	6691.035	10765.055	0.622	218.592	2045.094	0.107	OK!
Lantai 3-atap	C40	WF 400.400.16.24	2665.324	4433.904	0.601	2665.324	4811.306	0.554	173.663	4259.13	0.408	OK!

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 di atas merupakan hasil desain optimum elemen struktur balok dan kolom, walaupun ratio pada kolom yang diperoleh relatif angka yang kecil, satu langkah perubahan dimensi diperkecil hasil menjadi tidak aman (rasio > 1).

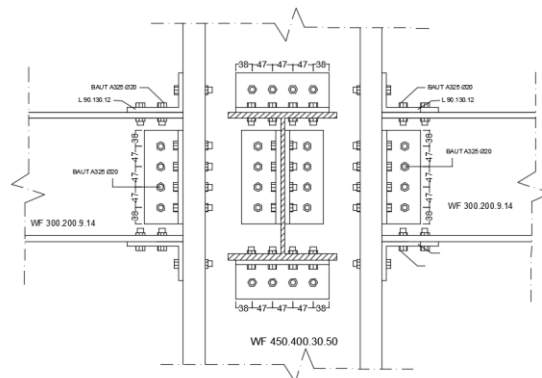
Perencanaan sambungan

Sambungan balok -balok



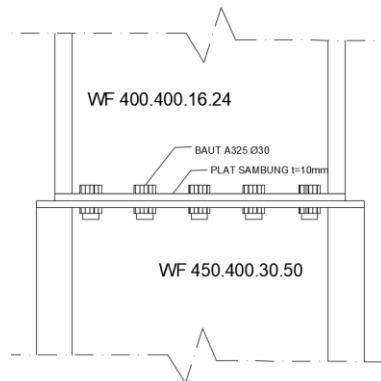
Gambar 6. Detail sambungan balok-balok

Sambungan balok kolom



Gambar 7. Detail sambungan balok-kolom

Sambungan kolom-kolom



Gambar 8. Detail sambungan kolom-kolom

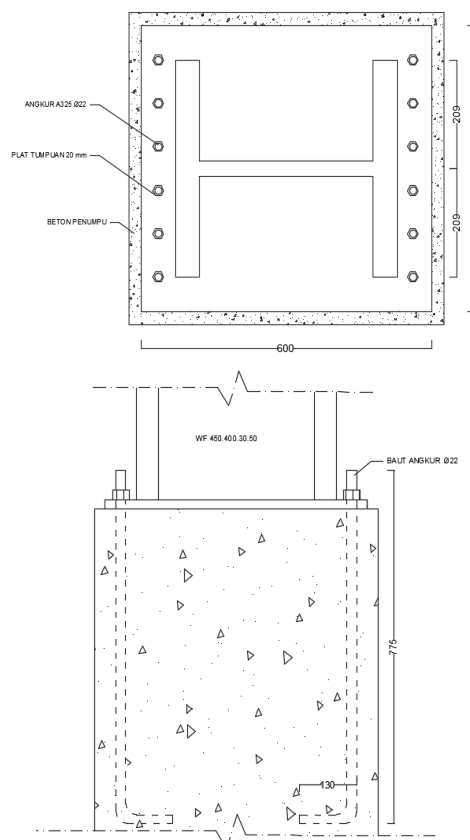
Perencanaan Angkur

Beban kolom

Gaya aksial akibat (P_u) = 6691034,800 N

Momen (M_u) = 1216342800 Nmm

Gaya geser (V_u) = 960120,600 N



Gambar 9. Detail angkur

Perencanaan pondasi

Pada perancangan gedung rumah susun ASN PUPR provinsi NTB ini akan dirancang menggunakan pondasi tiang pancang. Adapun data teknis perencanaan adalah sebagai berikut:

Diameter tiang pancang : 0,6 m

Kedalaman pondasi : 12 m

Kuat tekan beton : 30 MPa

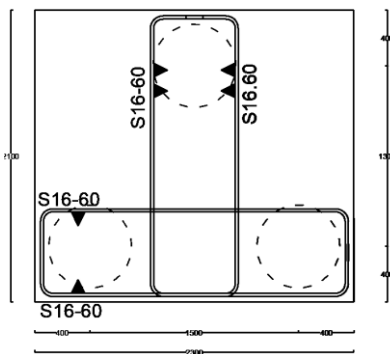
Puk : 3758,308 KN

Mux : 53,169 KNm

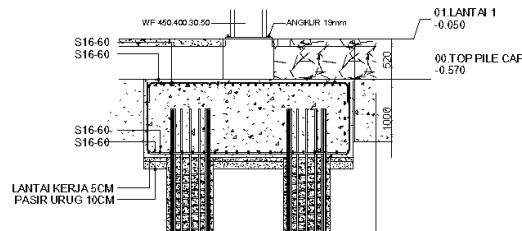
Muy : 232,636 KNm

Hux : 323519 KN

Huy : 15,214 KN



Gambar 10. Detail pile cap



Gambar 11. Potongan A

Berat total struktur

Breikut berat total struktur antara bangunan eksisting struktur beton dan perancangan ulang dengan struktur baja disajiakn pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan berat total struktur

Lantai	Struktur Beton Eksisting	Perancangan Ulang Struktur Baja
Atap Lift	2155,190	624,183
Rooftop	10758,150	5269,365
Lantai 10	-	6920,966
Lantai 9	-	6835,877
Lantai 8	1270,150	6835,304

Lantai	Struktur Beton Eksisting	Perancangan Ulang Struktur Baja
Lantai 7	1270,150	6811,642
Lantai 6	1270,150	6828,544
Lantai 5	1270,150	6835,304
Lantai 4	12687,180	7408,469
Lantai 3	13985,96	8339,146
Lantai 2	15233,920	8712,950
Total	105641,000	71421,751
Total-Lantai 9 – Lantai 10		57664,908

Berdasarkan tabel di atas persentase perubahan total berat struktur sebagai berikut :

Persentasi perubahan berat total struktur eksisting **8 lantai + 1 lantai rooftop** :

$$\frac{W_{Eksisting} - W_{Baja}}{W_{Eksisting}} \times 100\% = \frac{105641,000 - 57644,908}{105641,000} = 45,414\%$$

Persentasi perubahan berat total struktur eksisting **10 lantai + 1 lantai rooftop** :

$$\frac{W_{Eksisting} - W_{Baja}}{W_{Eksisting}} \times 100\% = \frac{71421,751}{105641,000} = 32,392\%$$

KESIMPULAN

Penggunaan struktur baja memberikan efisiensi material yang lebih baik dibandingkan dengan struktur beton bertulang. Dimensi profil balok dan kolom baja yang digunakan lebih kecil dibandingkan dengan dimensi profil beton bertulang. Dimensi profil balok yang digunakan adalah WF 350.350.19.19, WF 300.200.9.14, WF 300.200.8.2. Dimensi kolom yang digunakan adalah WF 400.400.16.24, WF 450.400.30.50.

Pondasi existing masih mampu menahan beban yang bekerja akibat penambahan jumlah lantai dari 8 lantai +1 rooftop dengan struktur beton bertulang menjadi 10 lantai +1 rooftop dengan struktur baja. Penurunan berat total struktur gedung existing 8 lantai + 1 rooftop mencapai 45,414%. Sedangkan pada perencanaan struktur baja dengan penambahan jumlah lantai menjadi 10 lantai + 1 rooftop, penurunan berat total struktur mencapai 32,392%.

DAFTAR PUSTAKA

- Athanasiou, A., Tirca, L., & Stathopoulos, T. (2023). Performance-based wind and earthquake design framework for tall steel buildings with ductile detailing. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 240, 105513. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2023.105513>
- Christady, H. (2015). *Analisis dan Perancangan Pondasi II*. Gadjah Mada University Press.
- Ghobadi, M. R., Behnamfar, F., & Ziaei-Rad, S. (2022). An improved finite element model for buckling-restrained braces with frictional interfaces. *Thin-Walled Structures*, 170, 108512. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2021.108512>
- Hemel, M. J., Korff, M., & Peters, D. J. (2022). Analytical model for laterally loaded pile groups in layered sloping soil. *Marine Structures*, 84, 103229. <https://doi.org/10.1016/j.marstruc.2022.103229>
- Hou, R., Beck, J. L., Zhou, X., & Xia, Y. (2021). Structural damage detection of space frame structures with semi-rigid connections. *Engineering Structures*, 235, 112029.

- <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112029>
- Iancovici, M., Ionică, G., Pavel, F., Moța, F., & Nica, G. B. (2022). Nonlinear dynamic response analysis of buildings for wind loads: A new frontier in the structural wind engineering. *Journal of Building Engineering*, 47, 103708. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.103708>
- Li, Y., Zhou, Y., Lin, Z., & Bai, Y. (2021). Numerical investigation of low-yield-point steel buckling-restrained braces using simplified and detailed FE models. *Engineering Structures*, 232, 111821. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.111821>
- Lim, J. B. P., Roy, K., Chen, B., & Fang, Z. (2022). Experimental and numerical investigation on the lateral force resistance of modular steel sub-frames with laminated double beam. *Journal of Building Engineering*, 46, 103666. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.103666>
- Mohebi, B., Chegini, A. H., & Miri, A. (2019). Two-stage optimal seismic design of steel moment frames using the LRFD-PBD method. *Journal of Constructional Steel Research*, 155, 52–63. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2018.12.024>
- Nasional, B. S. (2002). *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung SNI 03-1729-2001*. Badan Standardisasi Nasional.
- Nasional, B. S. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung SNI 1726:2019*. Badan Standardisasi Nasional.
- Nasional, B. S. (2020). *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727:2020*. Badan Standardisasi Nasional.
- Ouyang, X., Qiu, C., & Zhao, X. (2022). Seismic fragility analysis of buckling-restrained brace-strengthened reinforced concrete frames using a performance-based plastic design method. *Structures*, 41, 1200–1213. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2022.05.078>
- Rahimian, A., Udilovich, K., Shleykov, I., Kelly, D., & Garber, J. (2025). On performance-based wind design of tall buildings. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 257, 106052. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2025.106052>
- Seco, L. D. S., Couchaux, M., & Hjiat, M. (2021). Column base-plates under biaxial bending moment. *Engineering Structures*, 231, 111386. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.111386>
- Setiawan, A. (2008). *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Erlangga.
- Spence, S. M. J., & Kareem, A. (2014). Performance-based design and optimization of uncertain wind-excited dynamic building systems. *Engineering Structures*, 78, 133–144. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2014.07.026>
- Tang, L., Cui, Y., Chen, J., Yang, G., & Sun, S. (2023). Analysis and research on the difference of design codes for vertical bearing capacity of pile foundation in cold regions. *Cold Regions Science and Technology*, 206, 103723. <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2022.103723>
- Umum, D. P. (1987). *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung SKBI-1.3.53.1987*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Zheng, G., Zhang, W., Forcellini, D., Zhou, H., & Zhao, J. (2024). Dynamic centrifuge modeling on the superstructure–pile system considering pile–pile cap connections in dry sandy soils. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 187, 108979. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2024.108979>