

# Optimasi Biaya Material pada Peralihan Struktur Beton Bertulang ke Rangka Baja pada Proyek X

Gita Zakiah Putri<sup>1</sup>, Andi Muh Tamlika Metamagfira<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Sipil dan Infrastruktur, Politeknik Astra

Jl. Gaharu Blok F3 Delta Silicon II Cibatu, Cikarang Selatan, Bekasi 17530

*Abstract — The X project is a business park area located in Jakarta Garden City, Cakung, Jakarta. The problem faced in this project is the main structure cost budget that exceeds the estimate, especially in the use of reinforced concrete. Based on the survey results, it was found that there is potential for reducing material costs by replacing reinforced concrete structures with steel frames. The purpose of this study is to optimize material costs in the transition of structural design from reinforced concrete to steel frames in the project. The method used in this study is a case study is conducting a comparative analysis of material costs between the existing design using reinforced concrete and the new design using steel frames. Structural redesign was carried out using SNI 1729:2020, SNI 1726:2019, and SNI 1727:2020 standards. The results of the analysis using ETABS software show that the steel structure can meet the design requirements and provide material cost savings of 35.91%, from the initial cost of IDR 3,034,590,307 to IDR 1,944,901,587. The recommendation from this study is, for projects that have similar problems related to material cost budget, the use of steel frames can be a more efficient alternative in reducing costs without sacrificing the quality and performance of the structure. In addition, the savings in construction time that can be achieved by using steel materials are additional factors that support this decision. As a next step, further research can be done to evaluate the impact of implementation costs and overheads that are not included in this analysis.*

*Keywords: cost optimization, steel structure, reinforced concrete structure, cost analysis, construction time.*

*Abstrak — Proyek X merupakan sebuah kawasan business park yang terletak di Jakarta Garden City, Cakung, Jakarta. Masalah yang dihadapi dalam proyek ini adalah anggaran biaya struktur utama yang melebihi perkiraan, khususnya pada penggunaan beton bertulang. Berdasarkan hasil survei, ditemukan bahwa ada potensi pengurangan biaya material dengan mengganti struktur beton bertulang dengan rangka baja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan biaya material dalam peralihan desain struktur dari beton bertulang ke rangka baja pada proyek X. Metode yang digunakan dalam penelitian analisis perbandingan biaya material antara desain eksisting menggunakan beton bertulang dan desain baru menggunakan rangka baja. Perancangan ulang struktur dilakukan dengan menggunakan standar SNI 1729:2020, SNI 1726:2019, dan SNI 1727:2020. Hasil analisis menggunakan perangkat lunak ETABS menunjukkan bahwa struktur baja dapat memenuhi persyaratan desain dan memberikan penghematan biaya material sebesar 35,91%, dari biaya awal Rp 3.034.590.307 menjadi Rp 1.944.901.587. Rekomendasi dari penelitian ini adalah, untuk proyek-proyek yang memiliki masalah serupa terkait anggaran biaya material, penggunaan rangka baja dapat menjadi alternatif yang lebih efisien dalam mengurangi biaya tanpa mengorbankan kualitas dan kinerja struktur. Selain itu, penghematan waktu konstruksi yang dapat dicapai dengan penggunaan material baja menjadi faktor tambahan yang mendukung keputusan ini. Sebagai langkah selanjutnya, penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengevaluasi dampak biaya implementasi dan overhead yang belum termasuk dalam analisis ini.*

*Kata-kata kunci: optimasi biaya, struktur baja, struktur beton bertulang, analisis biaya, waktu konstruksi.*

## I. PENDAHULUAN

Optimasi biaya material menjadi hal penting pada proyek X, yang mana pengeluaran untuk struktur utama melebihi anggaran yang diperkirakan. Hal ini mendorong penulis untuk merancang ulang bangunan dengan tujuan utama mencari solusi biaya yang lebih efisien, menggunakan material alternatif seperti profil baja (Badan Standarisasi Nasional, 2020).

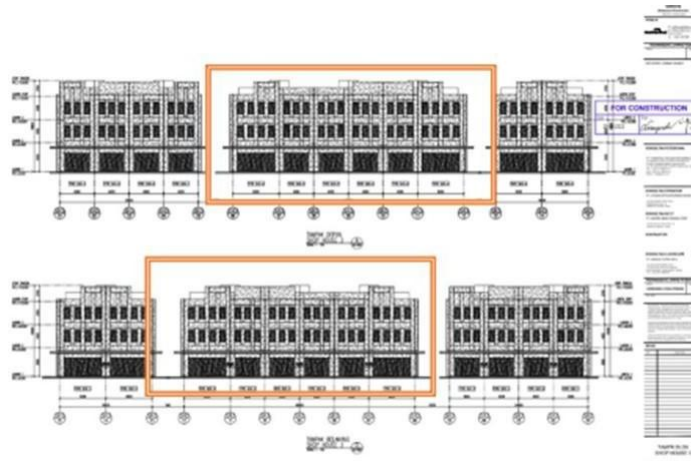
Dalam konstruksi, pemilihan sistem struktural memiliki dampak besar terhadap efisiensi biaya, durasi proyek, dan kinerja keseluruhan bangunan. Struktur baja semakin banyak dipilih sebagai alternatif untuk beton bertulang, terutama untuk proyek yang memerlukan kecepatan, fleksibilitas, dan daya tahan (Badan Standarisasi Nasional, 2019). Salah satu keuntungan utama struktur baja adalah waktu konstruksi yang lebih cepat.

Komponen baja diproduksi dengan presisi tinggi di pabrik dan dirakit di lokasi, mengurangi waktu konstruksi dibandingkan dengan beton yang memerlukan pembentukan cetakan, pengecoran, dan pengerasan (American National Standards Institute, 2011). Efisiensi ini tidak hanya mempercepat penyelesaian proyek tetapi juga menurunkan biaya tenaga kerja dan penyewaan peralatan (Liman, 2017). Dari segi kekuatan dan fleksibilitas, baja memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang lebih tinggi dibandingkan beton, memungkinkan struktur yang lebih ringan dengan bentang yang lebih panjang. Hal ini menjadikannya ideal untuk gedung bertingkat tinggi, jembatan, dan fasilitas industri (ASTM International, 2020). Selain itu, fleksibilitas baja memberikan ketahanan superior terhadap gaya dinamis seperti gempa dan angin, menjadikannya pilihan yang lebih disukai di daerah rawan bencana (Kurniawan et al., 2015). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi biaya material dengan mengganti struktur beton bertulang dengan struktur baja pada proyek X. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbandingan biaya antara kedua jenis material tersebut serta dampaknya terhadap efisiensi waktu konstruksi dan kinerja struktur. Dengan menggunakan pendekatan ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang dapat menghemat biaya dan waktu proyek tanpa mengorbankan kekuatan dan keamanan struktur (Senggasi, 2018).

## II. METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian studi kasus dengan tujuan untuk mengoptimalkan biaya material dalam peralihan desain struktur dari beton bertulang ke rangka baja pada proyek X di Jakarta (Saefudin & Herianto, 2008). Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif, di mana penelitian difokuskan pada analisis perbandingan biaya material antara struktur beton bertulang yang eksisting dan struktur baja yang dirancang ulang. Proyek ini dipilih karena adanya laporan dari pada *Quantity Surveyor* yang menyebutkan bahwa pengeluaran untuk struktur utama melebihi anggaran yang diharapkan, sehingga memotivasi penulis untuk mencari solusi melalui desain ulang bangunan dengan menggunakan material baja (PUPR Cipta Karya, 2021). Tahapan penelitian dimulai dengan pemilihan lokasi proyek di kawasan Jakarta Garden City, Cakung. Setelah

itu, dilakukan pengumpulan data awal yang melibatkan dokumentasi mengenai desain struktur eksisting yang menggunakan beton bertulang (Badan Standarisasi Nasional, 2019). Gambar 1 menunjukkan tampilan fisik dari proyek X yang dijadikan objek studi, sementara Tabel 1 memberikan rincian lokasi proyek. Selanjutnya, dilakukan desain ulang struktur dengan mengganti komponen beton bertulang dengan rangka baja, mengacu pada standar perencanaan yang relevan seperti SNI 1729:2020, SNI 1726:2019, dan SNI 1727:2020 (Badan Standarisasi Nasional, 2020). Tabel 2 dan Tabel 3 memberikan informasi tentang properti material dan properti penampang yang digunakan dalam desain eksisting. Setelah desain ulang selesai, dilakukan perhitungan biaya material untuk kedua desain (struktur beton bertulang dan struktur baja), untuk kemudian dianalisis dan dibandingkan guna mengetahui potensi penghematan biaya material yang dicapai (Meidiani & Marlina, 2017). Lokasi penelitian berada di X, yang terletak di kawasan perumahan Asya Mandira Land, Jakarta Garden City, Cakung, Jakarta Timur. Data dikumpulkan melalui berbagai metode, yaitu studi literatur untuk menggali informasi mengenai perbandingan biaya material antara struktur baja dan beton bertulang, pengamatan langsung pada proyek untuk memperoleh data terkait desain eksisting, serta wawancara dengan pihak *Quantity Surveyor* dan perancang bangunan (Mawu, 2018). Dokumentasi terkait desain struktural, estimasi biaya, dan laporan kemajuan proyek juga dikumpulkan sebagai referensi dalam analisis. Dalam hal teknik analisis data, pendekatan kuantitatif digunakan untuk membandingkan biaya material yang digunakan dalam struktur beton bertulang dan struktur baja (Dewobroto, 2016). Perhitungan biaya dilakukan berdasarkan harga satuan material dan jumlah yang dibutuhkan untuk masing-masing desain. Alat bantu yang digunakan dalam analisis ini adalah perangkat lunak ETABS untuk pemodelan struktur dan analisis desain (Tumimomor, 2016). Gambar 2 menggambarkan proses pemodelan struktur yang digunakan dalam analisis. Hasil analisis ini kemudian digunakan untuk menghitung penghematan biaya yang dapat dicapai dengan peralihan dari beton bertulang ke baja, yang nantinya dapat menjadi solusi untuk mengurangi biaya dan waktu konstruksi proyek (Senggasi, 2018).



Gambar 1. Tampilan fisik dari proyek X

Tabel 1. Rincian lokasi proyek X

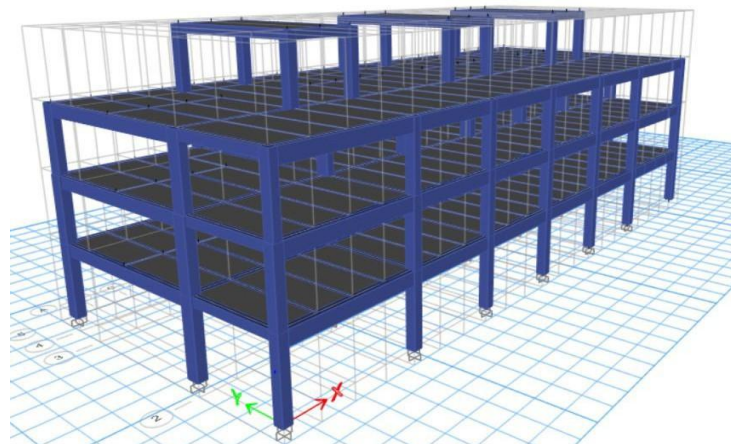
No	Deskripsi	Keterangan
1	Lokasi	Jakarta Garden City, Cakung, Jakarta Timur
2	Fungsi Gedung	Ruko / Office
3	Sistem Struktur Eksisting	Beton Bertulang

Tabel 2. Properti Material Baja Grade 50

No	Properti	Nilai
1	Fy (Kuat Leleh)	345 MPa
2	Fu (Tegangan Ultimit)	450 MPa
3	E (Modulus Elastisitas)	200,000 MPa
4	Berat Jenis	7,849.047 kg/m <sup>3</sup>
5	G (Modulus Geser)	80 MPa
6	U (Poisson's Ratio)	0.3
7	Modulus Massal	160

Tabel 3. Properti penampang struktur eksisting untuk portal

No	Elemen	Ukuran Penampang
1	Balok	150 x 75, 150 x 100, 200 x 150, 250 x 125, 300 x 150, 350 x 175, 400 x 200, 450 x 250
2	Kolom	100 100, 200 x 200, 250 x 250, 300 x 300



Gambar 2. Pemodelan struktur

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis menggunakan perangkat lunak ETABS menunjukkan bahwa struktur bangunan pada proyek X didominasi oleh beban gravitasi. Output dari analisis

menunjukkan bahwa rasio komponen frame pada model baja memiliki stress ratio maksimum kurang dari 0,68, yang memenuhi kriteria desain yang ditetapkan. Verifikasi manual dilakukan untuk komponen dengan stress ratio terbesar dan

hasilnya menunjukkan bahwa desain yang dihasilkan memenuhi persyaratan SNI 1729:2020, yang mengindikasikan bahwa struktur baja tersebut aman untuk digunakan. ada tahap berikutnya, dilakukan perhitungan dan perbandingan antara desain eksisting yang menggunakan beton bertulang dan desain baru yang menggunakan rangka baja. Tabel 4

menunjukkan kombinasi beban yang digunakan dalam analisis, yang meliputi beban mati (D), beban hidup (L), dan beban angin (W). Kombinasi beban ini penting untuk memastikan bahwa struktur dapat menahan berbagai kondisi beban yang mungkin terjadi selama masa operasional bangunan.

Tabel 4. Kombinasi beban *ultimate*

No	Kombinasi	Deskripsi
1	A1	D (Beban Mati)
2	A2	D + L (Beban Mati + Beban Hidup)
3	A3	D + 0.75L + 0.75W (Beban Mati + Beban Hidup + Beban Angin)
4	A4	0.6D + W (Beban Mati + Beban Angin)
5	A5	(1.0 + 0.14 SDS)D + 0.7ρQE (Beban Mati + Beban Gempa)
6	A6	(1.0 + 0.105 SDS)D + 0.525ρQE + 0.75L (Beban Mati + Beban Gempa + Beban Hidup)
7	A7	(0.6 - 0.14 SDS)D + 0.7ρQE (Beban Mati + Beban Gempa)

Desain ulang dilakukan dengan mengganti elemen struktural seperti kolom dan balok dari beton bertulang ke baja. Tabel 5 menyajikan rekapitulasi elemen struktural pada desain eksisting dan desain yang telah diubah, dengan menunjukkan dimensi kolom dan balok yang

digunakan pada masing-masing desain. Perubahan signifikan dapat dilihat pada ukuran kolom dan balok yang lebih efisien dengan penggunaan material baja dibandingkan beton bertulang.

Tabel 5. Rekapitulasi elemen struktural: Perbandingan desain eksisting dan desain ulang

No	Elemen	Desain Eksisting	Desain Ulang (Baja)
1	Kolom	K500 x 700	H-Beam 300 x 300
2	Kolom	K500 x 500	H-Beam 250 x 250
3	Kolom	K400 x 700	H-Beam 250 x 249
4	Kolom	K400 x 500	H-Beam 200 x 200
5	Balok	B400 x 800	IWF 450 x 200
6	Balok	B400 x 600	IWF 400 x 200
7	Balok	B300 x 700	IWF 350 x 175
8	Balok	B300 x 500	IWF 300 x 150
9	Balok	B200 x 700	IWF 250 x 125
10	Balok	B200 x 600	IWF 200 x 150

Hasil analisis menunjukkan bahwa penggantian material struktur menghasilkan pengurangan biaya yang signifikan. Tabel 6 merangkum kebutuhan unit batang baja untuk balok dan kolom, serta jumlah material yang dibutuhkan untuk struktur baja. Hasil analisis ini

menunjukkan bahwa penggunaan baja membutuhkan jumlah material yang lebih sedikit dibandingkan beton bertulang, meskipun ukuran dimensi elemen struktural lebih besar pada desain eksisting.

Tabel 6. Rekapitulasi kebutuhan unit per tipe profil baja

Elemen	Profil (IWF)	Panjang (m) per Unit	Jumlah Unit (12m)
Balok	150 x 75	53.82	5
	150 x 100	55.3	5
	200 x 150	165.95	14
	250 x 125	87.57	8
	300 x 150	140	12
	350 x 175	241	21
	400 x 200	161.1	14
	450 x 250	194.2	17
	Kolom	100 x 100	21
200 x 200		72	7
250 x 250		87	8
300 x 300		174	15

Tabel 7 merangkum perhitungan biaya material untuk balok dan kolom baja yang digunakan dalam desain baru. Biaya material untuk balok baja jenis IWF dan kolom H-Beam dihitung berdasarkan harga satuan dan jumlah material yang diperlukan. Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa pengurangan biaya material yang signifikan dapat dicapai, yang berkontribusi pada penghematan total biaya material. Sebagai kesimpulan, penelitian ini menunjukkan bahwa

peralihan dari beton bertulang ke rangka baja pada proyek X dapat menghasilkan penghematan biaya material hingga 35,91%, seperti yang tercatat pada Tabel

8. Biaya material awal sebesar Rp 3.034.590.307 dapat dikurangi menjadi Rp 1.944.901.587, yang menunjukkan efisiensi biaya yang signifikan tanpa mengorbankan kekuatan dan keamanan struktur.

Tabel 7. Rekapitulasi biaya material per unit profil baja

Elemen	Profil (IWF)	Harga per Unit (Rp)	Jumlah Unit	Total Harga (Rp)
Balok	150 x 75	2354400	5	11772000
	150 x 100	3108222	5	15541110
	200 x 150	3972000	14	55608000
	250 x 125	6605400	8	52843200
	300 x 150	9035400	12	108424800
	350 x 175	10664800	21	223960800
	400 x 200	15063100	14	210883400
Kolom	450 x 250	17528000	17	297976000
	100 x 100	2683200	2	5366400
	200 x 200	9284500	7	64991500
	250 x 250	13314500	8	106516000
	300 x 300	21015000	15	315225000

Tabel 8. Perbandingan biaya material eksisting vs *redesign*

Keterangan	Biaya Eksisting (Rp)	Biaya Redesign (Rp)	Penghematan Biaya (Rp)	Persentase Penghematan (%)
Total Biaya	3034590307	1944901587	1089688720	0.3591

#### IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa peralihan dari struktur beton bertulang ke rangka baja pada proyek X dapat menghasilkan optimasi biaya material yang signifikan. Berdasarkan hasil analisis menggunakan perangkat lunak ETABS, diperoleh bahwa struktur baja dapat memenuhi persyaratan kekuatan dan stabilitas yang ditetapkan dalam standar SNI 1729:2020. Dengan mengganti elemen struktur seperti kolom dan balok dari beton bertulang ke baja, total biaya material dapat dikurangi sebesar 35,91%, yang setara dengan penghematan Rp 1.089.688.720, dari biaya awal Rp 3.034.590.307 menjadi Rp 1.944.901.587. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan material baja tidak hanya mengurangi biaya, tetapi juga mempercepat waktu konstruksi, yang menjadi keuntungan tambahan dalam pembangunan proyek. Oleh karena itu, penggunaan struktur baja dapat menjadi pilihan yang lebih efisien untuk proyek dengan kebutuhan efisiensi biaya dan waktu.

#### DAFTAR PUSTAKA

American National Standards Institute. (2011). *Standard for composite steel floor deck*. American National Standards Institute.

- ASTM International. (2020). *ASTM A572/A572M-20: Standard specification for high-strength low-alloy columbium-vanadium structural steel*. ASTM International.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2020)*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung (SNI 1726:2019)*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 2847:2019)*. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural (SNI 1729:2020)*. Badan Standarisasi Nasional.
- Dewobroto, W. (2016). *Struktur baja* (Edisi II). Penerbit Jurusan Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.
- Kurniawan, R., Nurcahyo, C. B., & Putri, Y. E. R. W. (2015). *Analisa perbandingan biaya dan waktu bangunan konstruksi baja menggunakan sistem Pre-Engineering Building dan sistem konvensional pada proyek pabrik Fober Cement Boards Mojosari (Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember)*.
- Liman, Y. (2017). *Astra: On becoming the pride of Nation* (1st ed.). Gramedia Pustaka Utama.
- Mawu, S. (2018). *Analisa struktur baja serta metode pelaksanaan pekerjaan pada proyek Modisland Fashion Store (Program Studi D-IV, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado)*.

- Meidiani, S., & Marlina, L. (2017). *Analisa perbandingan pemakaian baja konvensional profil WF (pabrikasi) dengan profil tersusun (built-up) siku sama kaki pada konstruksi bangunan portal frame*. Jurnal/Paper, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas IBA, Palembang.
- Muharromi, M. L., & Budi Nugroho, A. S. (2021). *Analisis perbandingan volume pekerjaan beton bertulang berdasarkan BOQ MC-100 dengan pemodelan Autodesk Revit (studi kasus pada proyek pembangunan gedung UGM)* (Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada).
- PT Gunung Garuda. (2020). *Brosur ukuran wide flange dan H-beam*. PT Gunung Garuda.
- PUPR Cipta Karya. (2021). *Website desain spektra Indonesia*. <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id>
- Saefudin, & Herianto, E. (2008). *Analisis sifat mekanik baja fasa ganda pada proses intercritical annealing dengan quenching untuk baja karbon rendah*. ISSN L41i-2213.
- Senggasi, B. (2018). *Desain struktur baja pada proyek pembangunan kantor Dinas PU di Manado*. Jurnal Penelitian, Politeknik Negeri Manado.
- Tumimomor, M. (2016). *Analisis penghubung geser (shear connector) pada balok baja dan pelat beton*. Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi.