Jurnal Sosial dan Teknologi (SOSTECH)
Volume 6, Number 10, Oktober 2026, pp. 3198-3207
e-ISSN 2774-5155
https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v6i10.33004

Evaluasi Kinerja Struktur dan Estimasi Biaya Balok dan Kolom Baja Gedung Sayap Kiri Polda Sulawesi Utara

Patrick Yeheskiel Saleh
Politeknik Negeri Manado, Indonesia
Email: fandelmaluw@gmail.com

Keywords:
Steel structure, ETABS, internal forces, cost estimate, Polda Sulut

This is an open access article under the CC BY-SA license.

Copyright © 2026 by Author. Published by Publikasiku Publisher

Abstract

Government building design requires structural systems that balance safety and construction costs, particularly in regions exposed to earthquakes. This study examines steel beams and columns and estimates structural costs for the left wing of the North Sulawesi Regional Police building in Manado. A quantitative case study was conducted on a building comprising three stories with an area of 1,500 square meters. Data were obtained through field observations, project documentation, and literature review. ETABS modeling considered dead, live, and earthquake loads. Internal forces informed section selection, while work quantities and unit prices formed the basis of cost estimation. Results indicated a maximum beam bending moment of 260.38 kN·m, column compressive force of 1,192.83 kN, and column bending moment of 316.55 kN·m. Selected sections comprised IWF 350×350 columns and IWF 400×200 and IWF 350×350 beams. Steelwork costs totaled IDR 1,982,000,000. The alternative cost recap recorded IDR 2,631,000,000 for steel and IDR 6,131,761,634 for reinforced concrete. These figures suggest potential economic advantages for steel within the examined project. However, cost comparisons remain indicative pending confirmation of equivalent work scopes. Structural adequacy cannot be established without capacity ratios and interstory drift checks. The study provides a project basis for further technical and economic verification.

Kata Kunci:
Struktur baja, ETABS, gaya dalam, estimasi biaya, Polda Sulut

Abstrak

Perencanaan gedung pemerintahan memerlukan sistem struktur yang mempertimbangkan keselamatan dan biaya konstruksi, terutama pada wilayah dengan bahaya gempa. Penelitian ini bertujuan mengkaji balok dan kolom baja serta mengestimasi biaya struktur gedung sayap kiri Polda Sulawesi Utara di Manado. Penelitian menggunakan studi kasus kuantitatif pada gedung perkantoran tiga lantai dengan luas sekitar 1.500 m². Data diperoleh melalui observasi lapangan, dokumentasi proyek, dan studi pustaka. Pemodelan menggunakan ETABS mempertimbangkan beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Gaya dalam digunakan sebagai dasar penentuan profil, sedangkan kuantitas pekerjaan dan harga satuan digunakan untuk menghitung biaya. Hasil menunjukkan momen lentur maksimum balok sebesar 260,38 kN·m, gaya aksial tekan kolom sebesar 1.192,83 kN, dan momen lentur kolom sebesar 316,55 kN·m. Profil yang digunakan meliputi kolom IWF 350×350 serta balok IWF 400×200 dan IWF 350×350. Biaya pekerjaan baja mencapai Rp1.982.000.000,00. Rekapitulasi alternatif mencatat biaya struktur baja sebesar Rp2.631.000.000,00 dan beton bertulang sebesar Rp6.131.761.634,00. Perbandingan tersebut mengindikasikan potensi keuntungan ekonomi struktur baja pada proyek ini, tetapi memerlukan verifikasi kesetaraan cakupan pekerjaan. Kecukupan struktur belum dapat dipastikan karena rasio kebutuhan terhadap kapasitas dan simpangan antarlantai belum disajikan. Penelitian menyimpulkan bahwa pengaitan analisis struktur dengan estimasi biaya memberikan dasar pertimbangan proyek, dengan kebutuhan pemeriksaan teknis dan ekonomi lanjutan

sebelum penetapan keputusan.

PENDAHULUAN

Pembangunan gedung pemerintahan seperti gedung Kepolisian Daerah Sulawesi Utara (Polda Sulut) menuntut perencanaan yang cermat, terutama dalam memilih sistem struktur yang aman, andal, dan terjangkau. Sebagai bangunan gedung, yaitu wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 29/PRT/M/2006 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung, 2006; Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, 2002), struktur atas sangat memengaruhi total biaya proyek sebagaimana tercermin dalam Rencana Anggaran Biaya (RAB), sehingga pemilihan tipe struktur menjadi keputusan kunci pada tahap perencanaan. Gedung bertingkat umumnya dibangun dengan sistem struktur baja atau beton bertulang. Struktur baja memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, mudah difabrikasi, dan dapat dipasang dengan ketelitian yang baik (Azanaw, 2024), sedangkan struktur beton bertulang menawarkan kemudahan pelaksanaan, material yang lebih terjangkau, dan ketahanan yang cukup baik terhadap kondisi lingkungan.

Perbedaan karakteristik tersebut memengaruhi komponen biaya dalam RAB, yaitu biaya material, tenaga kerja, peralatan, dan durasi pelaksanaan. Material baja cenderung lebih mahal, tetapi percepatan pekerjaan berpotensi menekan biaya tidak langsung. Sebaliknya, beton bertulang yang lebih murah dari sisi material dapat memerlukan waktu pengerjaan yang lebih lama sehingga berdampak pada biaya total proyek. Oleh karena itu, estimasi biaya perlu disusun berdasarkan desain struktur yang telah dianalisis, bukan hanya berdasarkan asumsi awal (Abdulhameed, 2023; Barus & Chairina, 2024; Chalid & Walujodjati, 2024; Prasetyani, 2022).

Analisis struktur gedung menggunakan perangkat lunak ETABS telah banyak dilakukan. Ayuddin, (2024) menganalisis perilaku struktur gedung kantor di Kota Makassar dengan ETABS V.18, dan Ashary et al. (2024) memodelkan gedung BRI Kota Parepare dengan ETABS v.20 untuk mengetahui kekuatan maksimum struktur. Pakiding (2024) menganalisis model perancangan Gedung Laboratorium Terpadu Fakultas Teknik Universitas Andi Djemma, sedangkan Itteridi dan Shaleh (2017) serta Dewi dan Pratama (2018) memanfaatkan ETABS untuk merencanakan struktur gedung pendidikan. Pada struktur baja, ETABS digunakan antara lain untuk analisis perhitungan struktur baja (Nugroho et al., 2021), redesain gedung hotel enam lantai dengan portal baja (Departemen Pekerjaan Umum, 1987; Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1983; Jati et al., 2024), dan perencanaan ulang gedung rumah sakit dengan struktur baja (Cahyani et al., 2022). Kajian-kajian tersebut berfokus pada analisis dan perancangan elemen struktur, sedangkan keterkaitannya dengan estimasi biaya pekerjaan pada gedung pemerintahan di Manado belum banyak dibahas dalam kajian pustaka penelitian ini.

Berdasarkan uraian tersebut, kebaruan penelitian ini terletak pada keterpaduan antara evaluasi respons balok dan kolom baja hasil analisis ETABS dengan penyusunan volume pekerjaan dan estimasi biaya pada gedung sayap kiri Polda Sulut, sehingga keputusan pemilihan material dapat didasarkan pada pertimbangan teknis dan ekonomis sekaligus. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kecukupan elemen dan respons struktur berdasarkan kriteria yang berlaku, serta menghitung kuantitas dan estimasi biaya berdasarkan desain yang dihasilkan. Hasilnya diharapkan menambah referensi perencanaan struktur atas berbahan baja

dan menjadi bahan pertimbangan dalam memilih material struktur yang efisien serta memenuhi persyaratan keamanan. Penelitian dibatasi pada struktur atas gedung dengan beban mati, beban hidup, dan beban gempa, serta tidak membahas metode pelaksanaan konstruksi.

Kajian internasional juga menunjukkan bahwa hubungan antara desain struktur dan biaya telah menjadi perhatian dalam penelitian bangunan tahan gempa. Papavasileiou dan Charmpis (2020), melalui artikel Earthquake-resistant buildings with steel or composite columns: Comparative assessment using structural optimization dalam Journal of Building Engineering, membandingkan bangunan dengan kolom baja dan kolom komposit menggunakan optimasi struktur. Penelitian tersebut mencakup 154 proses optimasi desain dengan mempertimbangkan biaya material dan batasan keselamatan struktur. Selanjutnya, Papavasileiou et al. (2020), dalam Engineering Structures, membandingkan efektivitas biaya tiga pendekatan penguatan seismik bangunan komposit dengan memperhatikan kapasitas elemen dan respons struktur. Kedua publikasi memiliki tautan rekaman Scopus pada repositori institusinya. Secara bersama, penelitian tersebut memperkuat dasar bahwa pertimbangan ekonomi harus berkaitan dengan persyaratan teknis, meskipun objek, metode optimasi, dan konteks penguatan yang digunakan berbeda dari proyek gedung baru dalam penelitian ini. University of the Highlands and Islands

Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, kesenjangan penelitian ini tidak terletak pada ketiadaan kajian yang menghubungkan struktur dan biaya, sebab hubungan itu telah dibahas dalam berbagai konteks. Kesenjangan yang lebih tepat adalah kebutuhan akan bukti pada konteks proyek yang ditinjau, yaitu keterlacakan hubungan antara hasil analisis balok dan kolom baja, profil yang digunakan, kuantitas pekerjaan, dan estimasi biaya gedung perkantoran tiga lantai Polda Sulawesi Utara. Hasil penelitian pada prototipe beton bertulang, bangunan komposit, atau proyek penguatan tidak dapat langsung mewakili kondisi tersebut. Perbedaan geometri, sistem struktur, pembebanan, serta dasar harga pekerjaan membatasi penerapan langsung temuan sebelumnya. Karena itu, penelitian ini diperlukan untuk menjelaskan hubungan teknis dan ekonomi berdasarkan data proyek, sekaligus memperjelas cakupan informasi yang tersedia dan batas kesimpulan yang dapat ditarik dari analisis.

Urgensi penelitian muncul dari kebutuhan untuk menyediakan dasar pengambilan keputusan yang terukur dalam perencanaan gedung pemerintahan. Penentuan profil yang belum dikaitkan dengan kebutuhan gaya dalam dapat menghasilkan estimasi material yang kurang tepat, sedangkan perhitungan biaya yang tidak memiliki cakupan pekerjaan jelas menyulitkan penilaian alternatif struktur. Di sisi teknis, penyajian gaya dalam perlu dibedakan dari pembuktian kecukupan elemen, karena penilaian keselamatan memerlukan pemeriksaan kapasitas, stabilitas, dan kondisi layan yang relevan. Di sisi ekonomi, komponen profil baja, sambungan, dan perlindungan antikarat perlu memiliki kuantitas serta harga satuan yang dapat ditelusuri. Penelitian ini menjadi penting untuk mempertemukan kedua kebutuhan tersebut dalam satu kajian proyek. Dengan demikian, hasilnya dapat membantu mengidentifikasi dasar perhitungan yang telah tersedia sekaligus kebutuhan verifikasi tambahan sebelum keputusan teknis dan anggaran ditetapkan.

Atas dasar kesenjangan dan urgensi tersebut, kebaruan penelitian dirumuskan sebagai kontribusi empiris pada konteks proyek melalui pengaitan hasil pemodelan ETABS dengan profil balok dan kolom baja, kuantitas pekerjaan, serta estimasi biaya gedung sayap kiri Polda Sulawesi Utara. Kebaruan ini bersifat kontekstual dan tidak dimaksudkan sebagai klaim bahwa integrasi analisis struktur dan biaya pertama kali diperkenalkan. Penelitian bertujuan

mengidentifikasi gaya dalam akibat pembebanan yang ditinjau, membahas profil elemen berdasarkan hasil analisis dan informasi desain yang tersedia, serta menghitung kuantitas dan estimasi biaya pekerjaan struktur baja. Data biaya alternatif beton bertulang digunakan sebagai pembanding secara indikatif dengan memperhatikan kesetaraan cakupan pekerjaan. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada balok dan kolom struktur atas, sementara durasi konstruksi, metode pelaksanaan, dan biaya sepanjang umur bangunan tidak menjadi objek analisis kuantitatif.

Melalui tujuan tersebut, penelitian diharapkan memberikan kontribusi berupa dokumentasi hubungan antara respons struktur, kebutuhan profil, dan biaya pada sebuah proyek gedung pemerintahan di Manado. Secara akademik, kajian ini dapat menjadi bahan pembanding bagi penelitian struktur baja dengan karakteristik bangunan dan lokasi yang berbeda, serta dasar untuk kajian lanjutan mengenai rasio kebutuhan terhadap kapasitas, simpangan antarlantai, dan sensitivitas harga material. Secara praktis, hasil penelitian dapat membantu perencana, estimator, kontraktor, dan pengelola proyek memahami komponen yang memengaruhi kebutuhan baja serta anggaran pekerjaan. Manfaatnya terletak pada tersedianya informasi yang dapat ditelusuri untuk mendukung pembahasan alternatif struktur dan pemeriksaan RAB. Dengan mempertahankan batas interpretasi sesuai kelengkapan data, penelitian ini diharapkan mendukung keputusan perencanaan yang lebih transparan dan terukur tanpa menggeneralisasi keunggulan biaya maupun keamanan suatu material untuk seluruh proyek.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kasus kuantitatif pada pembangunan gedung sayap kiri Polda Sulut yang berlokasi di Jl. Bethesda Sario, Kota Manado, Sulawesi Utara (Gambar 1). Objek yang ditinjau adalah elemen struktur atas berupa balok dan kolom baja pada gedung perkantoran tiga lantai dengan luas bangunan sekitar 1.500 m².



Gambar 1. Lokasi proyek pembangunan gedung tambahan Polda Sulut
Sumber: Peta lokasi proyek (citra satelit), diolah

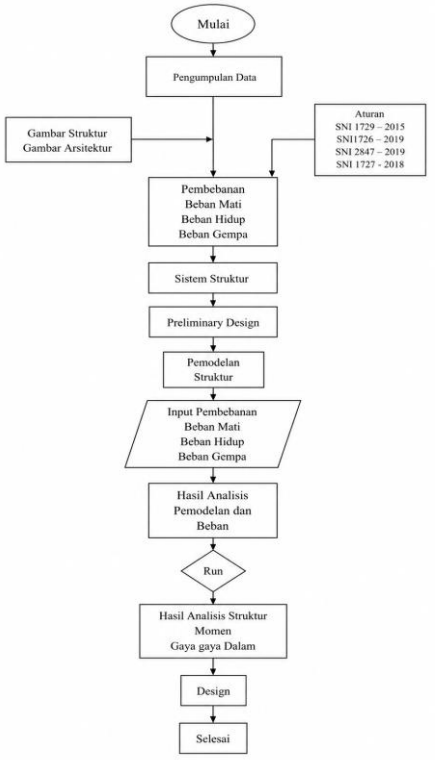
Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi pekerjaan di lokasi proyek, diskusi dengan pihak pelaksana dan pihak lain yang terlibat, serta dokumentasi foto lapangan. Data sekunder berupa gambar struktur dan gambar arsitektur, data proyek dari pihak kontraktor dan pengawas, serta literatur berupa jurnal, buku pedoman, dan standar yang diperoleh melalui studi pustaka.

Analisis struktur dilakukan dengan perangkat lunak ETABS Computers and Structures, (2023) yang dikembangkan untuk gedung bertingkat (Alfianto, 2017). Pemodelan dimulai dengan menentukan jumlah lantai (*story*), tinggi lantai, dan *grid* sesuai jarak antar kolom pada gambar rencana. Material baja didefinisikan dengan modulus elastisitas 200.000 MPa, kemudian penampang kolom dan balok diinput sebagai *frame section* tipe I/*wide flange*, dan tumpuan dasar kolom ditetapkan sesuai asumsi perencanaan. Beban yang ditinjau meliputi beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Beban mati dan beban hidup mengacu pada SNI 1727:2013, sedangkan beban gempa mengacu pada SNI 1726:2019 dengan gempa rencana berprobabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun umur bangunan, dengan analisis respons gempa berdasarkan prinsip dinamika struktur (Chopra, 2012). Perencanaan elemen baja mengacu pada SNI 1729:2015 dan ketentuan seismik SNI 7860:2020 (Badan Standardisasi Nasional, 2013, 2015, 2019a, 2019b, 2020). Kombinasi pembebanan ultimit yang digunakan ialah 1,4D; 1,2D + 1,6L + 0,5(Lr atau R); 1,2D + 1,6(Lr atau R) + (L atau 0,5W); dan 1,2D + 1,0E + L, dengan D adalah beban mati, L beban hidup, Lr beban hidup atap, R beban hujan, W beban angin, dan E beban gempa.

Setelah model dijalankan (*running analysis*), diperoleh gaya aksial, momen lentur, gaya geser, dan torsi pada elemen balok dan kolom yang menjadi dasar penentuan profil. Selanjutnya volume pekerjaan struktur baja dihitung dari profil terpilih, dan estimasi biaya dihitung dengan mengalikan volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan sebagaimana Persamaan (1). Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.

$$B = V \times HSP \qquad (1)$$

Keterangan: B = biaya pekerjaan (Rp); V = volume pekerjaan; HSP = harga satuan pekerjaan (Rp per satuan volume).



Gambar 2. Diagram alir penelitian
Sumber: Hasil penelitian, diolah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Objek penelitian adalah gedung perkantoran tiga lantai dengan luas sekitar 1.500 m² dan sistem struktur baja (Tabel 1). Hasil pemodelan dan analisis ETABS digunakan sebagai dasar penentuan profil, perhitungan volume pekerjaan, dan penyusunan RAB.

Tabel 1. Data umum bangunan

Uraian	Keterangan
Nama bangunan	Gedung Polda Sulawesi Utara
Lokasi	Jl. Bethesda Sario, Kota Manado, Sulawesi Utara
Fungsi bangunan	Gedung perkantoran
Jumlah lantai	3 lantai
Luas bangunan	± 1.500 m²
Struktur	Struktur baja
Perangkat lunak analisis	ETABS
Dasar perhitungan biaya	Volume pekerjaan × harga satuan pekerjaan

Sumber: Data proyek, diolah

Gaya Dalam pada Balok dan Kolom

Tabel 2 menyajikan gaya dalam maksimum hasil analisis ETABS berdasarkan kombinasi beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Pada balok diperoleh momen lentur maksimum 260,38 kN·m, gaya geser 0,02 kN, dan torsi 0,0096 kN·m. Pada kolom diperoleh gaya aksial tekan 1.192,83 kN, momen lentur 316,55 kN·m, dan gaya geser 95,87 kN. Momen lentur kolom yang lebih besar daripada momen balok serta adanya gaya aksial tekan yang besar menunjukkan bahwa kolom bekerja sebagai elemen aksial-lentur sehingga perlu dievaluasi terhadap kedua pengaruh tersebut secara bersamaan.

Tabel 2. Gaya dalam maksimum hasil analisis ETABS

Elemen	Gaya dalam	Notasi	Nilai	Satuan
Balok	Momen lentur	Mu	260,38	kN·m
Balok	Gaya geser	Vu	0,02	kN
Balok	Torsi	Tu	0,0096	kN·m
Kolom	Gaya aksial	Pu	1.192,83	kN
Kolom	Momen lentur	Mu	316,55	kN·m
Kolom	Gaya geser	Vu	95,87	kN

Sumber: Hasil analisis ETABS, diolah

Sebagai pembanding, Ayuddin (2024) melaporkan gaya aksial maksimum sebesar 205,2169 kN pada gedung kantor di Kota Makassar, sedangkan Ashary et al. (2024) memperoleh gaya tekan aksial kolom sebesar 2.431,7439 kN pada gedung BRI Kota Parepare. Gaya aksial kolom pada penelitian ini (1.192,83 kN) berada di antara kedua nilai tersebut. Perbedaan ini dipengaruhi oleh perbedaan geometri, jumlah lantai, beban, dan material struktur masing-masing gedung, sehingga perbandingan tersebut bersifat indikatif.

Dimensi Penampang Balok dan Kolom Baja

Berdasarkan gaya dalam pada Tabel 2, hasil desain penampang disajikan pada Tabel 3.

Kolom menggunakan profil IWF 350×350, sedangkan balok menggunakan profil IWF 400×200 dan IWF 350×350.

Tabel 3. Profil baja hasil desain

Elemen struktur	Profil baja
Kolom	IWF 350×350
Balok	IWF 400×200 dan IWF 350×350

Sumber: Hasil analisis ETABS, diolah

Penelitian ini belum menyajikan rasio kapasitas (*Demand Capacity Ratio*/DCR) setiap elemen maupun simpangan antar lantai. Dengan demikian, kecukupan profil terhadap kriteria kekuatan, stabilitas, dan kondisi layan menurut SNI 1729:2015 dan SNI 1726:2019 baru dapat dinyatakan secara indikatif berdasarkan gaya dalam hasil analisis, belum sebagai verifikasi definitif. Pemeriksaan DCR secara rinci merupakan prioritas kajian lanjutan.

Volume Pekerjaan dan Rencana Anggaran Biaya Struktur Baja

Volume pekerjaan dihitung dari profil terpilih, yaitu pekerjaan kolom baja sebesar 28.000 kg dan balok baja sebesar 32.000 kg, ditambah pekerjaan sambungan dan pengecatan anti karat. Biaya tiap item dihitung dengan Persamaan (1) dan dirangkum pada Tabel 4, dengan total biaya pekerjaan struktur baja sebesar Rp1.982.000.000,00.

Tabel 4. Rencana anggaran biaya struktur baja

No.	Uraian pekerjaan	Volume	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah harga (Rp)
1	Pekerjaan kolom baja	28.000	kg	22.000	616.000.000
2	Pekerjaan balok baja	32.000	kg	22.000	704.000.000
3	Pekerjaan sambungan	1	titik	150.000.000	150.000.000
4	Pekerjaan pengecatan	64.000	m^2	8.000	512.000.000
	Total biaya struktur baja				**1.982.000.000**

Sumber: Hasil perhitungan RAB, diolah

Pekerjaan balok baja merupakan komponen biaya terbesar (Rp704.000.000; 35,5%), diikuti pekerjaan kolom baja (Rp616.000.000; 31,1%), pengecatan (Rp512.000.000; 25,8%), dan sambungan (Rp150.000.000; 7,6%). Pengadaan dan pemasangan profil baja untuk kolom dan balok menyumbang sekitar 66,6% dari total biaya, sehingga biaya struktur baja sangat dipengaruhi oleh berat profil dan harga baja per kilogram.

Perbandingan dengan Struktur Beton Bertulang

Rekapitulasi RAB menunjukkan bahwa biaya alternatif struktur beton bertulang sebesar Rp6.131.761.634,00, sedangkan struktur baja sebesar Rp2.631.000.000,00 (Tabel 5). Dengan demikian, pada data yang dianalisis, struktur baja menghasilkan biaya konstruksi yang lebih rendah.

Tabel 5. Perbandingan rekapitulasi RAB alternatif struktur

Alternatif struktur	Total RAB (Rp)
Struktur baja	2.631.000.000
Struktur beton bertulang	6.131.761.634

Sumber: Hasil rekapitulasi RAB, diolah

Selisih biaya antara kedua alternatif dipengaruhi oleh harga material dasar, kebutuhan tenaga kerja dan alat bantu, serta kompleksitas pelaksanaan. Struktur baja memiliki harga material per satuan berat yang lebih tinggi, tetapi pemasangannya lebih cepat dan tidak memerlukan waktu perawatan (*curing*) seperti beton. Sebaliknya, struktur beton bertulang lebih terjangkau dari sisi material, namun memerlukan waktu pelaksanaan lebih lama akibat proses pengecoran, pembesian, dan bekisting. Durasi pelaksanaan belum dianalisis secara kuantitatif dan harga satuan dapat berfluktuasi, sehingga perbandingan ini bersifat indikatif. Pemilihan struktur juga perlu mempertimbangkan aspek non-teknis, seperti ketersediaan material dan tenaga kerja ahli struktur baja di lokasi proyek.

KESIMPULAN

Penelitian pada gedung sayap kiri Polda Sulawesi Utara menunjukkan keterkaitan antara hasil analisis struktur menggunakan ETABS, penentuan profil balok dan kolom baja, serta estimasi biaya pekerjaan. Analisis menghasilkan momen lentur maksimum balok sebesar 260,38 kN·m, sedangkan kolom menerima gaya aksial tekan maksimum sebesar 1.192,83 kN dan momen lentur sebesar 316,55 kN·m. Profil yang digunakan adalah IWF 350×350 untuk kolom serta IWF 400×200 dan IWF 350×350 untuk balok. Biaya pekerjaan baja yang mencakup kolom, balok, sambungan, dan pengecatan tercatat sebesar Rp1.982.000.000,00. Pada rekapitulasi alternatif, RAB struktur baja sebesar Rp2.631.000.000,00 lebih rendah dibandingkan beton bertulang sebesar Rp6.131.761.634,00. Perbandingan tersebut menunjukkan potensi keuntungan ekonomi struktur baja pada proyek ini, tetapi masih bersifat indikatif karena kesetaraan cakupan biaya perlu dipastikan. Kecukupan profil juga belum dapat dinyatakan secara definitif karena rasio kebutuhan terhadap kapasitas dan simpangan antarlantai belum disajikan.

Penelitian selanjutnya disarankan melengkapi pemeriksaan kapasitas balok dan kolom, interaksi gaya aksial dan lentur, stabilitas elemen, kapasitas sambungan, serta simpangan antarlantai berdasarkan standar yang relevan. Verifikasi keluaran ETABS, khususnya nilai gaya geser balok, perlu dilakukan untuk memastikan konsistensi pemodelan, satuan, dan pengambilan hasil. Kajian biaya perlu menyamakan cakupan pekerjaan kedua alternatif, menjelaskan perbedaan nilai biaya pekerjaan baja dengan rekapitulasi RAB, serta memeriksa kuantitas sambungan dan luas pengecatan. Analisis sensitivitas harga material, biaya tenaga kerja, transportasi, durasi pelaksanaan, dan pemeliharaan juga diperlukan agar penilaian ekonomi lebih menyeluruh. Penggunaan beberapa alternatif profil dan studi pembanding pada bangunan lain diharapkan menghasilkan rekomendasi pemilihan struktur yang lebih kuat secara teknis dan ekonomis.

PENDANAAN

Penulis menyatakan bahwa tidak ada dukungan finansial yang diterima untuk pelaksanaan penelitian ini dan/atau penerbitan artikel ini.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa penelitian ini dilakukan tanpa adanya hubungan komersial atau finansial yang dapat ditafsirkan sebagai potensi konflik kepentingan.

KONTRIBUSI PENULIS

Patrick Yeheskiel Saleh: konseptualisasi penelitian, perancangan metodologi, pelaksanaan eksperimen, pengumpulan data, analisis data, penyusunan manuskrip, dan revisi manuskrip, supervisi penelitian, validasi hasil penelitian, pemberian masukan ilmiah, serta peninjauan dan revisi manuskrip. Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir manuskrip.

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN ARTIFISIAL GENERATIF

Penulis menyatakan bahwa kecerdasan artifisial (AI) generatif digunakan dalam penyusunan manuskrip ini untuk membantu meningkatkan kejelasan bahasa, memperbaiki tata bahasa, dan menyempurnakan struktur penulisan. AI generatif tidak digunakan untuk menghasilkan, memanipulasi, atau menganalisis data penelitian. Seluruh isi manuskrip telah ditinjau dan diverifikasi oleh penulis. Penulis bertanggung jawab sepenuhnya atas keakuratan, integritas, dan isi akhir manuskrip.

REFERENSI

Abdulhameed, A. Z. (2023). Enhancing seismic performance of multi-story steel buildings using inner mega braced frames. *Misan Journal of Engineering Sciences*, *2*(2), 38–56. https://doi.org/10.61263/mjes.v2i2.61

Alfianto, R. (2017). *Analisa perhitungan bangunan dengan metode ETABS (studi kasus)*. Universitas Medan Area.

Azanaw, G. M. (2024). Revolutionary steel structures: A comprehensive review of current trends and future directions. *Applied Engineering*, *8*(2), 89–101. https://doi.org/10.11648/j.ae.20240802.14

Badan Standardisasi Nasional. (2013). *SNI 1727:2013 Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain*. Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI 1729:2015 Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural*. Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2019a). *SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung*. Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2019b). *SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan*. Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 7860:2020 Ketentuan seismik untuk bangunan gedung baja struktural*. Badan Standardisasi Nasional.

Barus, D., & Chairina, E. (2024). Evaluasi struktur balok dan hubungan balok dengan kolom sesuai SNI 2847:2019 pada proyek pembangunan gedung parkiran kantor UPPD Medan Utara. *Jurnal Teknik Sipil*, *3*(1), 62–67. https://doi.org/10.30743/jtsip.v3i1.9554

Cahyani, N., Sugiharti, & Naibaho, A. (2022). Perencanaan ulang gedung type B1 RSUD Dr. Soewandhi Surabaya menggunakan struktur baja. *Jurnal Teknik Sipil, Politeknik Negeri*

Malang.

Chalid, N. A., & Walujodjati, E. (2024). Evaluasi struktur beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen khusus pada gedung KORPRI Kab. Garut. *Jurnal Konstruksi*, *22*(1), 67–75. https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.22-1.1504

Chopra, A. K. (2012). *Dynamics of structures: Theory and applications to earthquake engineering* (4th ed.). Prentice Hall.

Computers and Structures, I. (2023). *ETABS: Integrated building design software (User manual)*. Computers and Structures, Inc.

Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Peraturan perencanaan bangunan gedung*. Departemen Pekerjaan Umum.

Direktorat Jenderal Cipta Karya. (1983). *Peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung (PPIUG 1983)*. Departemen Pekerjaan Umum.

Jati, S. K., Purnomo, W. A. S., & Antonius. (2024). Redesain struktur gedung hotel 6 lantai menggunakan portal baja. *Jurnal Ilmiah Sultan Agung*, *3*(3), 249–263. https://jurnal.unissula.ac.id/index.php/JIMU/article/view/40277

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 29/PRT/M/2006 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung, (2006).

Nugroho, H. T., Suhendra, & Nuklirullah, M. (2021). Analisa perhitungan struktur baja menggunakan program ETABS. *Jurnal Talenta Sipil*, *4*(2), 120–127. https://doi.org/10.33087/talentasipil.v4i2.60

Prasetyani, N. H. (2022). *Redesain struktur atas gedung Jogja Apartel dengan sistem rangka bresing konsentris khusus*. Universitas Islam Indonesia.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, (2002).