

RENCANA ULANG STRUKTUR BETON BERTULANG DENGAN STRUKTUR BAJA UNTUK PERBANDINGAN BIAYA PADA PROYEK BANGUNAN GEDUNG SMPN 4 KUTA UTARA

I Gede Made Gana Suniantara¹, I Made Budiadi² dan I Wayan Dana Ardika³

¹Mahasiswa Diploma Tiga Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali–80364

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali–80364

Email korespondensi: madegana25@gmail.com

ABSTRACT

Redesigning building structures from reinforced concrete to steel is one of the solutions to improve construction efficiency from both technical and economic perspectives. This study was conducted on the construction project of SMPN 4 Kuta Utara, focusing on analyzing changes in structural element dimensions and comparing the costs between using reinforced concrete and steel as the primary material. The planning process utilized SAP2000 version 22 software and referred to the applicable Indonesian National Standards (SNI). The analysis results showed that replacing concrete with steel led to smaller cross-sectional dimensions, lighter building weight, and shorter construction time due to the use of prefabricated components. Although steel structures have higher unit material costs, the efficiency in execution and reduced labor requirements provide economic advantages. Overall, steel structures are considered superior in terms of construction speed and dimensional efficiency, although careful cost planning is still necessary to ensure the project remains within budget.

Keywords: steel structure, reinforced concrete, cost comparison, construction efficiency, building redesign, SAP2000, prefabrication

ABSTRAK

Redesain struktur bangunan dari beton bertulang menjadi struktur baja merupakan pendekatan strategis dalam upaya meningkatkan efisiensi konstruksi secara teknis dan ekonomis. Penelitian ini diterapkan pada proyek pembangunan Gedung SMPN 4 Kuta Utara, yang bertujuan mengevaluasi perubahan dimensi elemen struktural serta melakukan analisis komparatif biaya antara dua jenis material utama tersebut. Proses perencanaan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SAP2000 versi 22, berdasarkan pedoman standar nasional (SNI). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penggunaan struktur baja memungkinkan dimensi penampang yang lebih kecil, bobot struktur yang lebih ringan, dan percepatan durasi konstruksi melalui metode prefabrikasi. Walaupun harga material baja relatif lebih mahal per satuan, efisiensi dalam metode pelaksanaan dan pengurangan volume pekerjaan lapangan memberikan keuntungan biaya secara keseluruhan. Dengan demikian, struktur baja memberikan kelebihan dalam hal efisiensi waktu dan dimensi, meskipun tetap diperlukan pertimbangan biaya yang tepat untuk menjaga kelayakan finansial proyek.

Kata kunci: struktur baja, beton bertulang, perbandingan biaya, efisiensi konstruksi, redesain bangunan, SAP2000, prefabrikasi

PENDAHULUAN

Pembangunan struktur bertingkat umumnya menggunakan beton bertulang sebagai material utama. Namun, konstruksi ini sering menghadapi kendala seperti waktu pengerjaan yang lama dan kualitas yang tidak terjamin. Sebagai alternatif, konstruksi baja profil menawarkan keunggulan dalam hal mutu yang terjamin sesuai standar dan waktu pengerjaan yang lebih cepat dibandingkan beton bertulang.[1]

Berbeda dengan beton bertulang, struktur baja profil memiliki kekuatan yang lebih daktail. Keunggulan ini memungkinkan konstruksi mengalami deformasi pasca-elastis yang besar, berulang kali, dan bolak-balik akibat gempa. Hal ini terjadi melalui pelelehan awal, sembari mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang memadai, sehingga struktur tetap berdiri meskipun sudah dalam kondisi ambang keruntuhan. Proposal ini bertujuan untuk membandingkan kecepatan pengerjaan proyek dan efisiensi biaya dalam perencanaan struktur antara beton bertulang dan baja. Dalam perencanaan ulang ini, balok dan kolom beton bertulang akan diganti dengan profil baja jenis BJ50, yang memiliki kuat leleh (f_y) 290 MPa dan kuat putus (f_u) 500 MPa. Untuk plat lantai, akan digunakan plat bondek yang dilapisi beton. Setelah ukuran profil baja ditentukan, langkah selanjutnya adalah merencanakan sambungan struktur, termasuk sambungan antar balok dan sambungan balok-kolom.)([2]

Meskipun demikian, perubahan dari struktur beton bertulang ke struktur baja bukan tanpa tantangan. Dibutuhkan pemahaman mendalam tentang perilaku material dalam kondisi tertentu, seperti di bawah beban siklik atau dalam lingkungan yang agresif. Selain itu, aspek teknis seperti koneksi antara elemen baja dan beton serta metode pelaksanaan di lapangan menjadi faktor kritis yang harus dipertimbangkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan antara struktur beton bertulang dan struktur baja, baik dari aspek efisiensi maupun ekonomisnya. Dengan memahami perbedaan dan keunggulan masing-masing, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan konstruksi di masa depan, terutama dalam menciptakan struktur yang lebih efisien, tahan lama, dan ramah lingkungan.

Masalah di lapangan seperti mutu yang tidak sesuai serta lendutan pada balok dan kolom menjadi alasan kuat untuk beralih ke struktur baja. Struktur beton bertulang rentan terhadap korosi pada tulangan baja, terutama jika perlindungan terhadap kelembapan atau air asin tidak memadai. Korosi ini dapat menyebabkan ekspansi tulangan yang merusak beton di sekitarnya. Selain itu, beton bertulang memiliki kelemahan dalam menahan beban tarik. Meskipun tulangan baja ditambahkan untuk memperkuat kemampuan tarik, seringkali terdapat kesenjangan atau distribusi tegangan yang tidak merata, yang dapat mengakibatkan retak mikro dan dalam jangka panjang, penurunan kekuatan struktur. Beton bertulang memiliki densitas tinggi, yang meningkatkan berat struktur keseluruhan. Ini

menjadi tantangan untuk proyek konstruksi di area dengan kapasitas tanah rendah atau untuk bangunan tinggi yang membutuhkan material ringan. Beton bertulang juga cenderung kurang efisien dalam menahan beban dinamis seperti gempa bumi, angin kencang, atau getaran dari kendaraan berat, membuatnya lebih rentan terhadap kelelahan material akibat siklus pembebanan berulang. Terakhir, beton bertulang cenderung kehilangan kekuatannya pada suhu tinggi, seperti saat terjadi kebakaran, karena baja di dalam beton dapat melunak, mengurangi integritas struktur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengusung konsep kualitatif, yang bertujuan untuk mengeksplorasi dan memahami makna suatu masalah sosial atau kemanusiaan dari sudut pandang individu atau kelompok. Pendekatan ini mengandalkan penilaian subjektif terhadap sikap, opini, dan perilaku. Dalam konteks penelitian ini, metode kualitatif akan digunakan untuk menggali lebih dalam faktor-faktor yang memengaruhi pemilihan struktur beton komposit. Ini dapat dilakukan melalui wawancara dengan kontraktor untuk mendapatkan informasi tentang spesifikasi dan dimensi beton yang relevan. Pada tahap persiapan, peneliti akan melakukan studi literatur untuk memperkaya pemahaman terkait topik penelitian. Selanjutnya, peneliti akan mengumpulkan data dari instansi terkait serta variabel-variabel yang krusial dalam mempercepat waktu pelaksanaan proyek, dengan bantuan perangkat lunak seperti SAP2000 dan Microsoft Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan dimensi elemen antara struktur beton bertulang dan struktur baja

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada pekerjaan kolom, balok, pelat dan sambungan pada proyek SMPN 4 Kuta Utara dengan menggunakan aplikasi SAP 2000 maka didapat hasil perubahan dimensi sebagai berikut;

1. Profil Kolom Cek Kelangsingan

$$\Lambda = l/r = 400/7,51 \quad (1)$$

$$= 53,3 < 200 \rightarrow \text{OK}$$

Jadi, artinya tidak melebihi batas kelangsingan diakrenakan kelangsingan dibawah 200

Evaluasi Keamanan

Beban actual = 36705 kg

Ratio beban terhadap kapasitas

$$= 36705/273122$$

$$= 0,134 \rightarrow \text{AMAN}$$

Artinya Kolom bisa dinyatakan aman dengan profil 300.300.9.14 mm

2. Profil Balok

Tabel 1. Kesimpulan Profil

Digunakan,	4	3,5	2,4
Wf	250 x 175 x 7 x 11	250 x 175 x 7 x 11	250 x 175 x 7 x 11
Cek Tegangan	AMAN	AMAN	AMAN
Cek Lendutan	AMAN	AMAN	AMAN

3. Profil Pelat Lantai dan Weremesh

Tabel 2. Kesimpulan Bondek

Rasio tulangan minimum,	r_{min}	=	0,0025	
As perlu tulangan bawah	$r \times b \times d$	=	315	mm^2
Jarak tulangan yang diperlukan,	$s = p / 4 * \sqrt{f_c} * b / A_s$	=	202	mm^2
Jarak tulangan maksimum,	$s_{max} = 2 * h =$	=	300	mm
Diambil jarak tulangan :	s	=	200	mm
Digunakan tulangan wiremesh,		=	Ø8-200	
Luas tulangan terpakai, A_s Pasang	$p / 4 * \sqrt{f_c} * b / s$	=	318	mm^2
As pasang < As perlu (ok)				

Perbandingan biaya antara penggunaan beton bertulang dengan struktur baja dalam suatu proyek konstruksi

Berdasarkan evaluasi Rencana Anggaran Biaya (RAB), struktur baja memerlukan total biaya Rp672.404.000. Sebagai perbandingan, struktur beton konvensional dengan lingkup pekerjaan serupa membutuhkan anggaran Rp508.474.868.

Tabel 3. Perencanaan RAB

RAB GEDUNG C					
NO	Uraian	Volume	satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
A	PEKERJAAN GEDUNG C Lt. 1				
I	Pekerjaan Baja				
1	Pek. H-Beam Kolom 30/30	2713,71	kg	Rp 51.881,58	Rp 140.791.746,04
3	Pek. Angkur	32	bh	Rp 210,00	Rp 6.720,00
4	Pek. Base Plat	8	bh	Rp 150.000,00	Rp 1.200.000,00
II	Pekerjaan Pemasangan				
1	Pek. Pasangan bata ringan t = 12,5 cm; BRICON	52,8	m2	Rp 165.316,44	Rp 8.728.708,04
					Rp 150.727.174,08
B	PEKERJAAN GEDUNG C Lt. 2				
I	Pekerjaan Baja				
1	Pek. H-Beam Kolom 30/30	2713,71	kg	Rp 51.881,58	Rp 140.791.746,04
2	Pek. Balok Wf 25/17,5	917,28	kg	Rp 51.881,58	Rp 47.589.934,62
3	Pek. Baut	48	bh	Rp 25.000,00	Rp 1.200.000,00
II	Pekerjaan Pemasangan				
1	Pek. Pasangan bata ringan t = 12,5 cm; BRICON	52,8	m2	Rp 165.316,44	Rp 8.728.708,04
					Rp 198.310.388,70
C	PEKERJAAN GEDUNG C Lt. 3				
I	Pekerjaan Baja				
1	Pek. H-Beam Kolom 30/30	2713,71	kg	Rp 51.881,58	Rp 140.791.746,04
2	Pek. Balok Wf 25/17,5	2610,72	kg	Rp 51.881,58	Rp 135.448.275,46
2	Pek. Baut	48	bh	Rp 41.864,65	Rp 2.009.503,14
3	Pek. Bondek	19	bh	Rp 250.000,00	Rp 4.750.000,00
II	Pekerjaan Beton				
1	Pek. Beton slab t = 15 cm				
	Pek. Beton; f'c = 20 Mpa	7,3	m3	Rp 1.125.325,02	Rp 8.214.872,63
III	Pekerjaan Pemasangan				
1	Pek. Pasangan bata ringan t = 12,5 cm; BRICON	52,8	m2	Rp 165.316,44	Rp 8.728.708,04
IV	Pekerjaan Pembesian				
	Pek. Pembesian beton slab (wire mesh M 9 satu layer U 50)	286,4	m2	Rp 14.072,83	Rp 4.030.457,70
V	Pek. Bekisting				
	Pek. Bekisting Plat	5,22	m2	Rp 154.642,94	Rp 807.236,14
					Rp 304.780.799,15
D	PEKERJAAN PLAT ATAP				
I	Pekerjaan Beton				
1	Pek. Beton slab t = 15 cm				
	Pek. Beton; f'c = 20 Mpa	6	m3	Rp 1.125.325,02	Rp 6.751.950,11
II	Pekerjaan Pemasangan				
1	Pek. Pasangan bata ringan t = 12,5 cm; BRICON	52	m2	Rp 165.316,44	Rp 8.596.454,89
III	Pekerjaan Pembesian				
	Pek. Pembesian beton slab (wire mesh M 9 satu layer U 50)	286,4	m2	Rp 14.072,83	Rp 4.030.457,70
IV	Pek. Bekisting				
	Pek. Bekisting Plat	2,13	m2	Rp 154.642,94	Rp 329.389,46
					Rp 19.708.252,16
JUMLAH TOTAL RAB GEDUNG C					Rp 673.526.614,09

KESIMPULAN

1. Besar perubahan dimensi elemen antara struktur bertulang dan struktur baja ialah

BETON

No	Nama	Bahan	Dimensi	Satuan
1	Kolom	Beton bertulang	40/40	mm
2	Balok	Beton bertulang	B1 30/60	mm
			B2 25/40	mm
3	Weremesh	Besi W8	100.100	mm
4	Tebal Plat Lantai	Beton bertulang	120	mm

BAJA

No	Nama	Bahan	Dimensi	Satuan
1	Kolom	Hbeam	30.30.9.14	mm
2	Balok	Iwf	250.175.7.11	mm
3	Weremesh	Besi W8	100.100	mm
4	Tebal Plat Lantai	Beton bertulang	150	mm

2. Berdasarkan evaluasi Rencana Anggaran Biaya (RAB), total biaya untuk struktur baja mencapai Rp672.404.000. Sebagai perbandingan, struktur beton konvensional dengan lingkup pekerjaan yang setara memerlukan anggaran sebesar Rp508.474.868. Dengan demikian, struktur baja lebih mahal sebesar Rp163.929.130 atau sekitar 34,5%.

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Pada perencanaan awal permasalahan waktu dan akses mobilisasi alat berat sangatlah susah karena padatnya lalu lintas, Saran menggunakan struktur baja dikarenakan permasalahan mengejar waktu walaupun sedikit lebih mahal tapi dalam pengerjaan jauh lebih efisien waktu dan upah tenaga,
2. Perencanaan dan analisis struktur hendaknya selalu berpedoman peraturan-peraturan yang berlaku sebagai syarat perencana struktur, baik dalam menentukan beban, koefisien, asumsi maupun dasar teori, sehingga dapat terciptanya bangunan yang kuat, stabil serta layak pakai dan nyaman.

3. Pemilihan metode analisis beban gempa sebaiknya disesuaikan dengan jenis struktur gedung tersebut. Bila struktur gedung beraturan gunakan metode analisis *static equivalen* dan untuk struktur tidak beraturan gunakan metode analisis *response spectrum*.
4. Pemodelan struktur SAP 2000 v22, sebaiknya dilakukan mendekati atau sama dengan desain aslinya sebaiknya dilakukan mendekati atau sama dengan desain aslinya serta sebaiknya dilakukan analisis dengan teliti dan benar. Agar didapat hasil yang sesuai, akurat dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. Muhammadiyah Jember and P. Priyono, "STUDI STANDARISASI REDESAIN STRUKTUR BAJA MENJADI STRUKTUR BETON TAHAN GEMPA (Studi Kasus : Gedung Kuliah Kampus Unej Cabang Bondowoso) 'STUDY OF STEEL STRUCTURE REDESIGN STANDARDIZATION BECOME A EARTHQUAKE-RESISTANT CONCRETE STRUCTURE' (Case Study : Bond," 2022. [Online]. Available: <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JST>
- [2] R. R. Aminuddin, A. wibawa B. Santoso, and H. Yudo, "JURNAL TEKNIK PERKAPALAN 37 sebagai Bahan Poros Baling-baling Kapal (Propeller Shaft) setelah Proses Tempering," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 3, pp. 368–374, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [3] T. Profil and W. Flange, "Load Resistant Factor Design (Lrfd)," 2002.