

ANALISA PERBANDINGAN STRUKTUR KOLOM BAJA DENGAN STRUKTUR KOLOM BETON BERTULANG PADA GUDANG KOMODITAS PANGAN

Studi Kasus: Gudang Komoditas Pangan Ibu Kota Nusantara (IKN)

(COMPARATIVE ANALYSIS OF STEEL COLUMN STRUCTURE WITH REINFORCED CONCRETE COLUMN STRUCTURE IN FOOD COMMODITY WAREHOUSE)

(Case Study : Food Commodity Warehouse In Ibu Kota Nusantara (IKN))

Daniel Ranualam Purnama¹, Fadli Kurnia¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Indonesia

E-mail: goswajm02@gmail.com

Diterima 1 Oktober 2025 Disetujui 20 November 2025

ABSTRAK

Pemindahan Ibu Kota Negara ke Ibu Kota Nusantara (IKN) di Kalimantan Timur membutuhkan infrastruktur pendukung, termasuk gudang komoditas pangan. Gudang ini penting untuk menjamin ketersediaan dan distribusi pangan bagi penduduk. Awalnya, struktur gudang dirancang menggunakan baja, namun biaya konstruksi yang tinggi mendorong pencarian alternatif yang lebih ekonomis. Penelitian ini merancang gudang dengan struktur kolom beton bertulang sebagai solusi yang lebih efisien dari segi biaya, namun tetap memenuhi aspek kekuatan dan ketahanan struktur. Maka dari itu, penggunaan kolom beton bertulang dipertimbangkan sebagai solusi yang lebih tahan terhadap kondisi lingkungan dan potensi biaya yang lebih rendah. Penelitian ini menggunakan metode analisis perbandingan antara kolom baja dan kolom beton bertulang untuk mengevaluasi kekuatan dan efisiensi biaya pada penyimpanan komoditas pangan di IKN. Temuan penelitian menunjukkan bahwa kolom beton bertulang memiliki performa struktural yang lebih baik ketimbang kolom baja, dengan angka pada gaya aksial, geser, dan momen lentur utama yang lebih tinggi, sehingga lebih mampu menanggung beban di gudang pangan. Walaupun kolom baja menawarkan fleksibilitas dalam lentur minor dan lebih cepat dalam pembangunan, kolom beton bertulang memberikan efisiensi biaya sebesar 49%. Dengan kekuatan dan keunggulan biaya, kolom beton bertulang dianggap lebih sesuai untuk diterapkan pada gudang komoditas pangan yang bersifat permanen dan memerlukan daya dukung yang tinggi.

Kata kunci: Kolom Baja; Beton Bertulang; Gudang Pangan; Efisiensi Biaya; Ibu Kota Nusantara

ABSTRACT

The relocation of Indonesia's capital to Nusantara (IKN) in East Kalimantan requires supporting infrastructure, including food storage warehouses. These facilities are essential to ensure the availability and distribution of food commodities for the population. The warehouse structure was initially designed using steel; however, the high construction cost prompted the search for a more economical alternative. This study proposes the use of reinforced concrete columns as a cost-efficient solution while still meeting the required structural strength and durability. Reinforced concrete columns are considered more resistant to environmental conditions and offer potential cost advantages. This research employs a comparative analysis method to evaluate the structural performance and cost efficiency of steel columns versus reinforced concrete columns for food storage facilities in IKN. The findings indicate that reinforced concrete columns exhibit superior structural performance compared to steel columns, with higher axial, shear, and major flexural capacities, making them more suitable for supporting warehouse loads. Although steel columns provide advantages in minor flexural flexibility and faster construction, reinforced concrete columns offer a cost efficiency of 49%. With their strength and economic benefits, reinforced concrete columns are deemed more appropriate for permanent food storage warehouses requiring high load-bearing capacity.

Keywords: Steel Column; Reinforced Concrete; Food Warehouse; Cost Efficiency; Ibu Kota Nusantara

PENDAHULUAN

Pemindahan Ibu Kota Negara dari Jakarta ke Ibu Kota Nusantara (IKN) di Penajam Paser Utara dan Tenggarong, Provinsi Kalimantan Timur, membutuhkan pembangunan infrastruktur yang memadai untuk mendukung fungsi kota sebagai pusat pemerintahan baru. Salah satu fasilitas penting yang harus tersedia adalah gudang komoditas pangan, yang berperan sebagai pusat penyimpanan dan distribusi guna menjamin ketersediaan pangan bagi masyarakat IKN [1].

Gudang adalah sebuah bangunan yang difungsikan untuk menyimpan, mengatur, atau mengemas barang. Di dalam gudang, dapat ditemui berbagai jenis barang, termasuk bahan baku, barang setengah jadi, atau barang yang sedang dikemas. Berdasarkan Purnomo (2004), gudang merupakan sebuah bangunan yang dirancang untuk menyimpan barang, baik itu bahan baku yang akan diproses dalam kegiatan manufaktur maupun barang yang telah selesai dan siap untuk dijual [2].

Dalam pembangunan gudang komoditas pangan, pemilihan sistem struktur sangat menentukan kekuatan, ketahanan, biaya, dan waktu pelaksanaan konstruksi. Struktur baja memiliki beberapa keunggulan, antara lain kekuatan tarik yang tinggi, kemudahan fabrikasi dan pemasangan, serta kemampuan membentuk bentang lebar tanpa banyak kolom sehingga memberikan ruang penyimpanan yang lebih luas [3]. Sementara itu, struktur beton bertulang unggul dari segi ketahanan terhadap korosi, biaya konstruksi yang lebih rendah, perawatan yang minim, serta kemampuan menahan beban tekan yang tinggi. Dalam perancangannya, struktur baja mengacu pada SNI 1729:2020 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, yang mengadopsi standar AISC 2016, sedangkan struktur beton bertulang mengacu pada SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan, yang mengadopsi ACI 318-14. Standar ini memastikan bahwa desain struktur memenuhi persyaratan kekuatan, kestabilan, dan keselamatan yang berlaku di Indonesia [4].

Awalnya, gudang komoditas pangan di IKN direncanakan menggunakan struktur baja sepenuhnya. Namun, biaya konstruksi dengan material baja terbukti sangat tinggi, sehingga diperlukan alternatif yang lebih ekonomis tanpa mengorbankan kekuatan dan keamanan bangunan. Beton bertulang menjadi pilihan yang layak karena selain memiliki biaya konstruksi yang relatif lebih rendah, juga dapat memberikan kinerja struktural yang memadai untuk bangunan gudang [5].

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbandingan antara struktur kolom baja dan struktur kolom beton bertulang pada gudang komoditas pangan di IKN. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai aspek teknis dan ekonomis kedua jenis struktur, sehingga dapat menjadi dasar dalam memilih sistem struktur yang tepat, efisien, dan sesuai kebutuhan pembangunan [6].

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan *redesain* perencanaan struktur gudang komoditas pangan yang berfokus pada struktur kolom. Maksud utama dari penelitian ini adalah untuk membandingkan desain gudang komoditas pangan yang

menggunakan struktur kolom beton bertulang dengan struktur kolom baja profil, tetapi tetap memprioritaskan aspek kekuatan dan keamanan struktur.

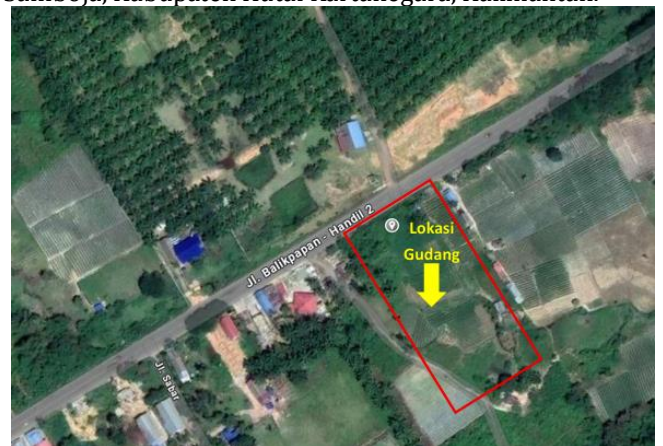
Untuk memastikan penelitian ini dapat berjalan secara maksimal, maka penelitian ini memberikan batasan pada ruang lingkup pembahasan. Batasan masalah tersebut sebagai berikut:

1. Struktur yang ditinjau hanya struktur atas dan tidak meninjau struktur bawah gudang komoditas pangan.
2. Elemen struktur yang akan di desain ulang adalah struktur kolom baja menjadi struktur kolom beton bertulang.
3. Penelitian ini tidak meneliti dalam aspek manajemen konstruksi, dan aspek arsitektur dari proyek tersebut.
4. Jenis tanah ditentukan sebagai tanah sedang

METODE

Lokasi Penelitian

Adapun lokasi studi kasus gudang komoditas pangan ini berada di Ibu Kota Nusantara atau biasa disebut dengan IKN yang secara geografis terletak di Kecamatan Samboja dan Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur. Adapun menurut UU IKN Pasal 6, IKN terletak secara geografis di antara 117° 0' 31.292" Bujur Timur dan 0° 38' 44.912" Lintang Selatan, 117° 11' 51.903" Bujur Timur dan 1° 15' 25.260" Lintang Selatan, 116° 31' 37.728" Bujur Timur dan 0° 59' 22.510" Lintang Selatan, dan 117° 18' 28.084" Bujur Timur dan 1° 6' 42.398" Lintang Selatan. Untuk lokasi pembangunan gudang komoditas pangan sendiri terletak di Jalan Balikpapan Samarinda Km 26, Kelurahan Karya Merdeka, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan.



Gambar 1. Lokasi Pembangunan Gudang Komoditas Pangan.

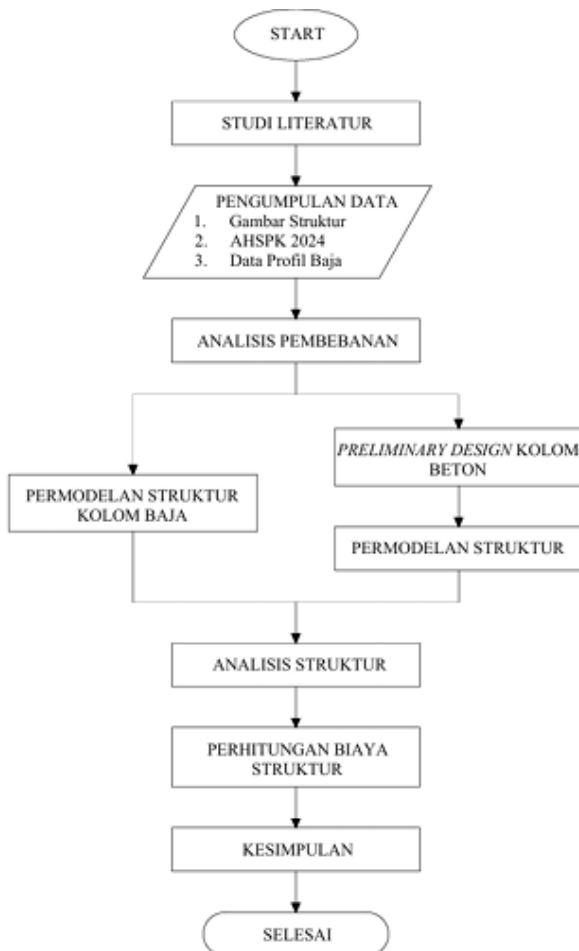
Teknik Pengumpulan Data

Data yang akan dipakai dalam studi ini adalah data sekunder, dan penelitian ini akan dilaksanakan dengan menggunakan metode analisis kuantitatif. Data yang dijadikan referensi dalam pembuatan penelitian ini adalah informasi yang diperoleh dari lembaga tertentu, yang langsung digunakan sebagai sumber dalam merencanakan struktur atas gudang untuk komoditas pangan yang berada

di IKN. Klasifikasi data yang dapat mendukung penyusunan penelitian ini termasuk literatur, grafik, tabel, dan peta yang saling berhubungan erat.

Bagan Alir Penelitian

Prosedur yang akan dilakukan dalam perencanaan penelitian ini adalah dengan membandingkan dari segi kekuatan dan segi biaya dari kedua jenis struktur kolom tersebut. Adapun beberapa tahapan yang akan dilakukan dapat dilihat pada (Lihat Gambar 2.)



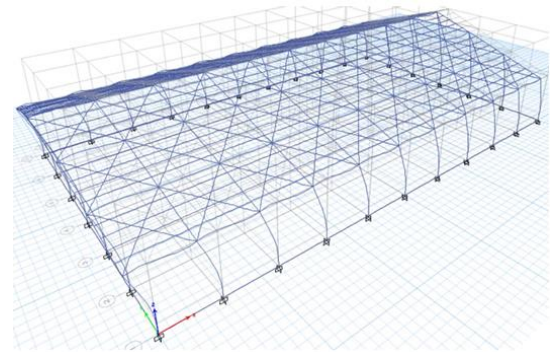
Gambar 2. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

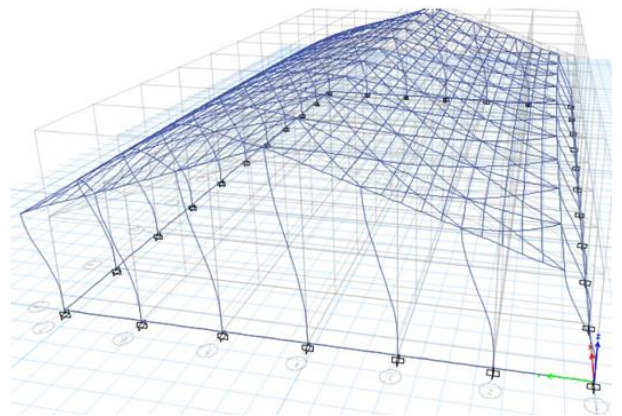
Struktur Kolom Baja

1. Kontrol Mode 1, Mode 2 Translasi, Mode 3 Rotasi

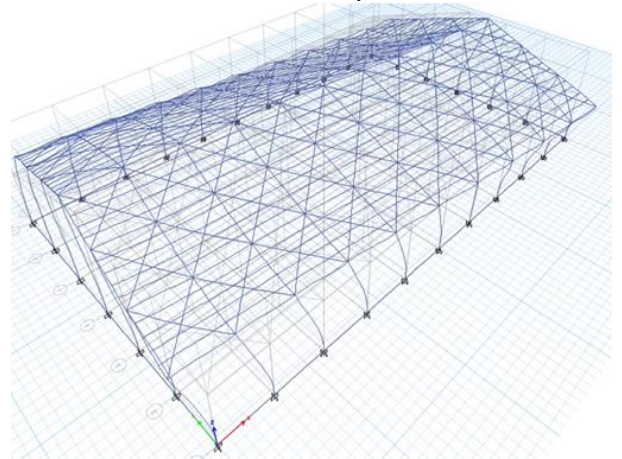
Mode 1 dan Mode 2 adalah menggambarkan gerakan translasi atau geser yang mana bangunan cenderung bergoyang ke arah X dan Y seperti pada (Lihat Gambar 3.) dan (Lihat Gambar 4.) Adapun Mode 3 adalah menggambarkan gerakan rotasi atau puntir struktur terhadap titik pusat matanya seperti pada (Lihat Gambar 5.) Nilai Mode 1 dan Mode 2 yang diwakili oleh UX dan UY mendominasi, dan untuk Nilai Mode 3 yang diwakili dengan nilai RZ mendominasi.



Gambar 3. Mode 1 Translasi Pada Bangunan Dengan Kolom Baja



Gambar 4. Mode 2 Translasi Pada Bangunan Dengan Kolom Baja



Gambar 5. Mode 3 Rotasi Pada Bangunan Dengan Kolom Baja

Dalam (Lihat Tabel 1.) dapat dilihat bahwa nilai UX pada Mode 1 adalah 0,2926, nilai UY pada Mode 2 adalah 0,4623, nilai RZ pada Mode 3 adalah 0,1585, dari hasil tersebut telah memenuhi persyaratan karena untuk nilai Mode 1 dan Mode 2 didominasi dengan UX dan UY sedangkan untuk Mode 3 didominasi oleh RZ.

Tabel 1. Mode 1, Mode 2, Mode 3 Kolom Baja

Case	Mode	UX	UY	RZ
Modal	1	0,2926	0	0
Modal	2	0	0,4623	0
Modal	3	0	0	0,1583

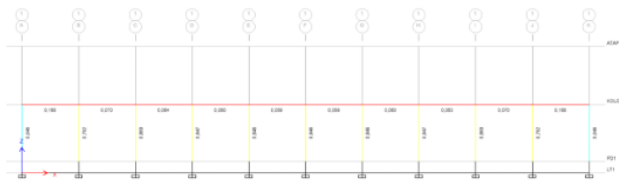
2. Kontrol Stress Rasio

Adapun untuk nilai *Stress* rasio kolom (Lihat Tabel 2.) bahwa hasil pemodelan kolom baja yang telah

dilakukan menunjukkan hasil bahwa kolom tersebut aman, karena nilai *Stress* rasio pada kolom kurang dari 1. Maka dapat disimpulkan bahwa secara struktural, kolom dipandang aman dari kemungkinan kerusakan yang disebabkan oleh gaya aksial dan momen yang terjadi bersamaan. Ini juga mengindikasikan bahwa pilihan profil baja yang dipakai sudah sesuai dan efisien dari segi kekuatan.

Tabel 2. *Stress* Rasio Kolom Baja

Grid Kolom	<i>Stress</i> Rasio
1	0,46
2	0,04
3	0,086
A 4	0,114
5	0,086
6	0,04
7	0,046



Gambar 6. *Stress* Rasio A1

3. Kontrol Desain Kolom Baja

- Tegangan Tekan Kritis
Kelangsingan Nondimensional

$$\lambda = \frac{K \times L}{r} \dots\dots\dots (1)$$

$$= \frac{1 \times 600 \text{ mm}}{521 \text{ mm}}$$

$$= 11,516$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 E}} \times \frac{K \times L}{r} \dots\dots\dots (2)$$

$$= \sqrt{\frac{240}{3,14^2 \times 200000}} \times 11,516$$

$$= 0,217$$

Karena hasil $\lambda < 1,5$ maka menggunakan rumus kelangsingan rendah

$$F_{cr} = 0,658^{\lambda^2} \times F_y \dots\dots\dots (3)$$

$$= 0,658^{\lambda^2} \times 240 \text{ MPa}$$

$$= 215,786 \text{ MPa}$$

- Kuat Tekan Nominal
 $P_n = F_{cr} \times A_s \dots\dots\dots (4)$
 $= 215,786 \times 13060$
 $= 2818159,93 \text{ N}$
 $= 2818,16 \text{ kN}$

- Kuat Tekan Rencana Kolom
 $\phi P_n = 0,90 \times P_n \dots\dots\dots (5)$
 $= 0,90 \times 2818,16$
 $= 2536,344 \text{ kN}$

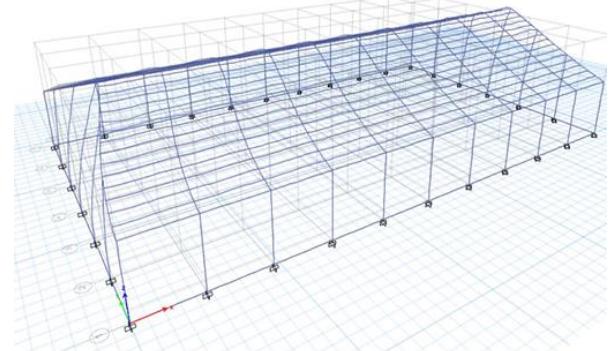
- Kontrol Keamanan Kolom
 $= \frac{P_u}{\phi P_n} < \dots\dots\dots (6)$
 $= \frac{114,689}{2536,344} < 1$
 $= 0,045 < 1$

Setelah dilakukan kontrol secara manual terhadap kolom baja, maka kolom tersebut dinyatakan aman,

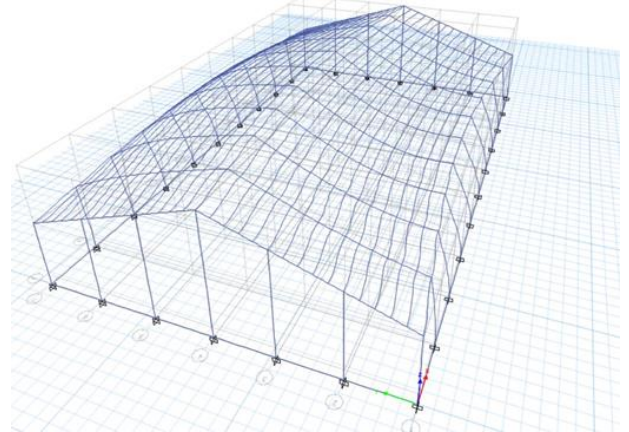
karena beban yang bekerja pada kolom masih berada di bawah kapasitas desain dan kolom tidak mengalami kegagalan terhadap gaya tekan.

Struktur Kolom Beton Bertulang

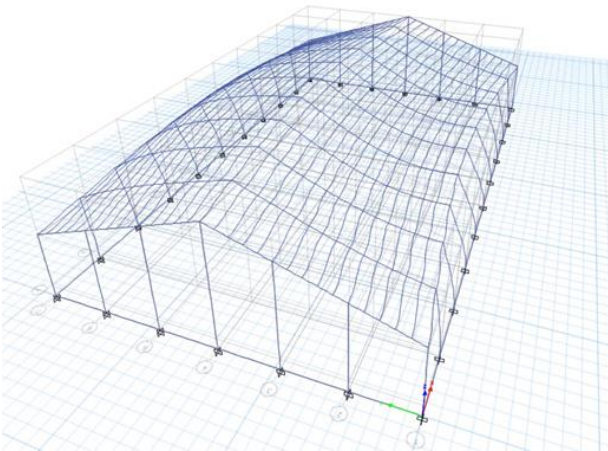
1. Kontrol Mode 1, Mode 2 Translasi, Mode 3 Rotasi
Mode 1 dan Mode 2 adalah menggambarkan gerakan translasi atau geser yang mana bangunan cenderung bergoyang ke arah X dan Y seperti pada (Lihat Gambar 7.) dan (Lihat Gambar 8.) Adapun Mode 3 adalah menggambarkan gerakan rotasi atau puntir struktur terhadap titik pusat matanya seperti pada (lihat Gambar 9.) Nilai Mode 1 dan Mode 2 yang diwakili oleh UX dan UY mendominasi, dan untuk Nilai Mode 3 yang diwakili dengan nilai RZ mendominasi.



Gambar 7. Mode 1 Translasi Pada Bangunan Dengan Kolom Beton Bertulang



Gambar 8. Mode 2 Translasi Pada Bangunan Dengan Kolom Beton Bertulang



Gambar 9. Mode 3 Rotasi Pada Bangunan Dengan Kolom Beton Bertulang

Dalam (Lihat Tabel 3.) dapat dilihat bahwa nilai UX pada Mode 1 adalah 0,2912, nilai UY pada Mode 2 adalah 0,6743, nilai RZ pada Mode 3 adalah 0,2409. Dari hasil tersebut telah memenuhi persyaratan karena untuk nilai Mode 1 dan Mode 2 didominasi dengan UX dan UY sedangkan untuk Mode 3 didominasi oleh RZ.

Tabel 3. Mode 1, Mode 2, Mode 3 Kolom Beton Bertulang

Case	Mode	UX	UY	RZ
Modal	1	0,2912	0	0
Modal	2	0	0,6743	0
Modal	3	0	0	0,2409

2. Kontrol Stress Rasio

Adapun untuk nilai Stress rasio kolom (Lihat Tabel 4.) bahwa hasil Pemodelan kolom beton bertulang yang telah dilakukan menunjukkan hasil bahwa kolom tersebut aman, karena nilai Stress rasio pada kolom kurang dari 1. Maka dapat disimpulkan bahwa secara struktural, kolom dipandang aman dari kemungkinan kerusakan yang disebabkan oleh gaya aksial dan momen yang terjadi bersamaan. Ini juga mengindikasikan bahwa pilihan profil baja yang dipakai sudah sesuai dan efisien dari segi kekuatan.

Tabel 4. Stress Rasio Kolom Beton Bertulang

Grid Kolom	Stress Ratio	
A	1	0,087
	2	0,09
	3	0,175
	4	0,207
	5	0,175
	6	0,09
	7	0,087



Gambar 10. Stress Rasio A1

3. Kontrol Desain Kolom Beton Bertulang

Gaya Aksial Nominal Kolom

$$P_n = 0,85 \times F_y' \times (A_g - A_s) + F_y \times A_s \quad (7)$$

$$= 0,85 \times 240 \times (350 \text{ CM}^2 - 60,82 \text{ CM}^2) + 420 \times 60,82 \text{ CM}^2$$

$$= 104473,90 \text{ Kg}$$

$$= 1023,8 \text{ kN}$$

Kekuatan Rencana

$$\phi P_n = 0,65 \times P_n \quad (8)$$

$$= 0,65 \times 1023,8 \text{ kN}$$

$$= 665,50 \text{ kN}$$

Kontrol Gaya Aksial Terfaktor (P_u)

$$P_u < \phi P_n = 156,71 \text{ kN} < 665,50 \text{ kN} \text{ (OK)}$$

Setelah dilakukan kontrol gaya aksial terfaktor pada kolom beton bertulang, diperoleh hasil bahwa kolom tidak perlu diperbesar dan tulangan tidak perlu ditambah karena gaya aksial terfaktor lebih kecil dari kekuatan rencana

Kontrol *Strong Column – Weak Beam*

$$M_n \text{ Balok} = \frac{Z_X \times F_y}{10^6} \quad (9)$$

$$= \frac{152 \times 10^4 \times 240}{10^6}$$

$$= 364,8 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_n \text{ Balok} = 2 \times M_n \text{ Balok} \quad (10)$$

$$= 2 \times 364,8 \text{ kNm}$$

$$= 729,6 \text{ kNm}$$

$$\alpha = \frac{A_s \times F_y}{0,85 \times F_c' \times b} \quad (11)$$

$$= \frac{6082 \times 420}{0,85 \times 27 \times 500}$$

$$= 222,61 \text{ mm}$$

$$M_n \text{ Kolom} = A_s \times F_y \times \left(d - \frac{\alpha}{2} \right) \quad (12)$$

$$= 6082 \text{ mm}^2 \times 420 \text{ Mpa} \times \left(650 \text{ mm} - \frac{222,61 \text{ mm}}{2} \right)$$

$$= 1376079501 \text{ n/mm}$$

$$= 1376,08 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_n \text{ Kolom} = 2 \times M_n \text{ Kolom} \quad (13)$$

$$= 2 \times 1376,08 \text{ kNm}$$

$$= 2752,16 \text{ kNm}$$

$$\text{Kontrol} = \Sigma M_n \text{ Kolom} > \Sigma M_n \text{ Balok}$$

$$= 2752,16 \text{ kNm} > 729,6 \text{ kNm} \text{ (OK)}$$

Setelah dilakukan kontrol *Strong Column – Weak Beam* maka didapatkan hasil bahwa $\Sigma M_n \text{ Kolom} > \Sigma M_n \text{ Balok}$ maka persyaratan *Strong Column – Weak Beam* terpenuhi.

Kontrol Luas Tulangan Longitudinal

$$A_g 0,01 < A_{st} < A_g 0,06$$

$$3500 \text{ mm}^2 < 6082 \text{ mm}^2 < 21000 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

Setelah dilakukan kontrol luas tulangan longitudinal didapatkan hasil bahwa kolom telah sesuai dengan ketentuan minimum dan maksimum yang diatur dalam SNI.

Kontrol Kelangsingan Kolom Beton Bertulang

Tentukan Sumbu Lemah

$$\text{Sumbu Lemah} = 50 \text{ cm}$$

$$\text{Momen Inersia Terkecil} = \frac{b \times h^3}{12} \quad (14)$$

$$= \frac{0,7 \times 0,5^3}{12}$$

$$= 0,0143 \text{ m}^4$$

$$\begin{aligned} \text{Hitung Jari-Jari Girasi} \\ \text{Luas Penampang} &= 0,50 \times 0,70 \\ &= 0,35 \text{ m}^2 \\ \text{Jari-Jari Girasi} &= \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}} \dots\dots\dots(15) \\ &= \sqrt{\frac{10,0143}{0,35}} \\ &= 0,202 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tentukan Panjang Efektif Kolom} \\ \text{Le} &= K \times L \dots\dots\dots(16) \\ &= 0,7 \times 11 \\ &= 7,7 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rasio Kelangsingan} \\ \lambda &= \frac{Le}{r} \dots\dots\dots(17) \\ &= \frac{7,7}{0,202} \\ &= 38,11 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tentukan Batas Kelangsingan} \\ \text{Rasio Momen Ujung} &= \frac{M_1}{M_2} \dots\dots\dots(18) \\ &= \frac{7,252}{9,768} \\ &= 0,742 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Batas Kelangsingan} &= 34 - 12 \times 0,742 \\ &= 25,09 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan kontrol batasan kelangsingan didapatkan hasil bahwa nilai $\lambda > \lambda_{\text{Maks}}$ (38,11 > 25,09) maka kolom dianggap sebagai kolom langsing dan perlu dihitung untuk efek tekuknya.

Efek Tekuk

Momen Ujung

$$M_2 = 7,252 \text{ kNm}$$

$$M_3 = 9,768 \text{ kNm}$$

$$\text{Luas Penampang} = 0,50 \times 0,70$$

$$= 0,35 \text{ m}^2$$

$$\text{Modulus Elastisitas Beton} = 24422 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Kritis Euler (Pcr)} &= \frac{\pi^2 \times E_c \times I_{\min}}{Le^2} \dots\dots\dots(19) \\ &= \frac{3,14^2 \times 24422 \times 0,0143}{7,7^2} \end{aligned}$$

$$= 58041,75 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor Pembesaran Momen} &= \frac{1}{1 - \frac{Pu}{0,75 Pcr}} \dots\dots\dots(20) \\ &= \frac{1}{1 - \frac{665,50}{0,75 \times 58041,75}} \end{aligned}$$

$$= 1,02$$

$$\begin{aligned} \text{Momen Ultimit Diperbesar} &= 1,02 \times 9,768 \\ &= 9,92 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Setelah dilakukan kontrol efek tekuk kolom didapatkan hasil dari rasio P_u/P_{cr} sangat kecil sehingga beban yang bekerja masih jauh di bawah kapasitas tekuk elastis kolom. Dengan kata lain: kolom memiliki kekakuan lentur (EI) yang besar sehingga beban aksial 665,5 kN jauh di bawah beban yang menyebabkan *buckling*.

Dimensi Struktur Kolom

Adapun spesifikasi struktur kolom yang digunakan pada Pemodelan ETABS dapat (Lihat Tabel 5.)

Tabel 5. Spesifikasi Struktur Kolom

Jenis Struktur	Dimensi (mm)	Tulangan Utama	Tulangan Sengkang
Baja	350 x 350 x 12 x 19	-	-
Beton Bertulang	500 x 700	16D22	D18-100

Perbandingan Gaya Dalam

Dapat (Lihat Tabel 6.) merupakan rekapitulasi gaya dalam yang dapat bekerja pada masing-masing jenis kolom dengan lokasi yang sama dan pembebanan yang sama.

Tabel 6. Rekapitulasi Gaya Dalam Yang Bekerja Pada Kolom

Jenis Kolom	P (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	M2 (kN/m)	M3 (kN/m)	T (kN/m)
Baja	71,9	4,2	45,63	137,3	2,67	0,051
Beton	141,2	4,7	55,34	200,2	15,76	0,081

Disimpulkan bahwa hasil rekapitulasi gaya dalam, kolom beton bertulang menunjukkan kapasitas yang lebih tinggi pada gaya aksial (P), momen lentur sumbu 2 (M2), dan torsi (T) dibandingkan kolom baja. Hal ini mengindikasikan bahwa kolom beton bertulang memiliki kekakuan dan kemampuan menahan beban yang lebih baik pada aspek-aspek tersebut. Dengan demikian, secara keseluruhan kolom beton bertulang dapat dikatakan lebih unggul dari segi kapasitas gaya dalam pada perencanaan struktur gudang komoditas pangan ini. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Andrisman Satria, Andi Yusuf, Lissa Opirina, dan Firzan yang mana menyebutkan bahwa struktur kolom beton bertulang cenderung lebih kuat dari pada kolom baja [7].

Analisa Biaya Kolom Baja

Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan adalah proses penentuan dari besaran-besaran volume per item yang dibutuhkan pada pekerjaan struktur kolom.

Tabel 7. Volume Pekerjaan Kolom Baja

VOLUME KOLOM BAJA										
No	Uraian	P	L	T	Jumlah	Sat	QT	(+)	Kg/m	Jumlah
A PEKERJAAN STRUKTUR H BEAM DAN WF										
1	Pek. Kolom H Beam 350 x 350 x 19 x 12 mm (K1) (Arah Pendek)				8	1.084,26	Kg	14,00		137,00
	1 Pek. Pas. Kolom H Beam 350 x 350 x 19 x 12 mm					13,34	Kg	14,00	6,00	186,73
	2 Pek. Pas. 6EA Anchor Bolt M19 - L800 - 80					88,17	Kg	14,00		1.234,40
	3 Pek. Pas. Stiffener Plate T = 12 mm	6,00	0,16	0,012		48,04	Kg	14,00		7.850,00
	4 Pek. Pas. Base Plate T = 12 mm	0,51	0,51	0,012		37,68	Kg	14,00		672,59
	5 Pek. Pas. Cleat Plate T = 12 mm	4,00	0,10	0,012			Kg	14,00		7.850,00
2	Pek. Kolom H Beam 350 x 350 x 19 x 12 mm (K1) (Arah Memanjang)				6,00	822,00	Kg	18,00		137,00
	1 Pek. Pas. Kolom H Beam 350 x 350 x 19 x 12 mm					13,34	Kg	18,00	6,00	240,08
	2 Pek. Pas. 6EA Anchor Bolt M19 - L800 - 80					88,17	Kg	18,00		1.587,08
	3 Pek. Pas. Stiffener Plate T = 12 mm	6,00	0,16	0,012		48,04	Kg	18,00		7.850,00
	4 Pek. Pas. Base Plate T = 12 mm	0,51	0,51	0,012		37,68	Kg	18,00		664,76
	5 Pek. Pas. Cleat Plate T = 12 mm	4,00	0,10	0,012			Kg	18,00		7.850,00

Analisa Biaya

Pada langkah ini dilakukan analisa biaya pada setiap item-item yang ada pada volume pekerjaan, analisa biaya bisa dilakukan dengan mengacu pada AHSPK dan harga pada daerah sekitar pembangunan gudang komoditas pangan.

Tabel 8. Biaya Analisis Kolom Baja

No.	URAIAN PEKERJAAN	VOL.	SAT.	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
A PEKERJAAN STRUKTUR H BEAM DAN WF					
1	Pek. Kolom H Beam 350 x 350 x 12 x 19 mm (K1) (Arah Pendek)				
1	1 Pek. Pas. Kolom H Beam 350 x 350	15.179,60	Kg	31.865,16	483.700.361,48
2	2 Pek. Pas. 6EA Anchor Bolt M19 - L800 - 80	186,73	Kg	35.344,51	6.599.950,48
3	3 Pek. Pas. Stifner Plate T = 12 mm	1.234,40	Kg	35.185,00	43.432.251,22
4	4 Pek. Pas. Base Plate T = 12 mm	672,59	Kg	35.185,00	23.665.008,68
5	5 Pek. Pas. Cleat Plate T = 12 mm	527,52	Kg	35.185,00	18.560.791,12
2	Pek. Kolom H Beam 350 x 350 x 12 x 19 mm (K1) (Arah Memanjang)				
1	1 Pek. Pas. Kolom H Beam 350 x 350	14.796,00	Kg	31.865,16	471.476.886,65
2	2 Pek. Pas. 6EA Anchor Bolt M19 - L800 - 80	240,08	Kg	35.344,51	8.485.650,62
3	3 Pek. Pas. Stifner Plate T = 12 mm	1.587,08	Kg	35.185,00	55.841.465,86
4	4 Pek. Pas. Base Plate T = 12 mm	864,76	Kg	35.185,00	30.426.439,73
5	5 Pek. Pas. Cleat Plate T = 12 mm	678,24	Kg	35.185,00	23.863.874,30
Jumlah Harga Kolom Baja					1.340.570.547,17

Analisa Biaya Kolom Beton Bertulang

Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan adalah proses penentuan dari besaran-besaran volume per item yang dibutuhkan pada pekerjaan struktur kolom.

Tabel 9. Volume Pekerjaan Kolom Beton Bertulang

VOLUME KOLOM BETON										
No	Uraian	P	L	T	Jumlah	Sat	QT	Tulangan	Sengkang	Jumlah
1 PEKERJAAN KOLOM BETON										
1	Pek. Kolom 30 cm x 50 cm (K1)									
1	1 Pek. Pas. Bekisting	0,60	1,00	8	12,66	m ²	14,00			177,28
2	2 Pek. Pas. Pembesian BU 10D20 + BS D10			8	221,53	Kg	14,00	2,470	0,617	3.101,37
3	3 Pek. Pas. Pengcoran Beton K-300	0,30	0,50	8	1,19	m ³	14,00			16,62
2	Pek. Kolom 50 cm x 70 cm (K2)									
1	1 Pek. Pas. Bekisting	1,00	1,40	7,20	17,28	m ²	18,00			311,04
2	2 Pek. Pas. Pembesian BU 16D22 + BS D18			7,20	515,23	Kg	18,00	2,980	1,990	9.274,18
3	3 Pek. Pas. Pengcoran Beton K-300	0,50	0,70	7,20	2,52	m ³	18,00			45,36

Analisa Biaya

Pada langkah ini dilakukan analisa biaya pada setiap item-item yang ada pada volume pekerjaan, analisa biaya bisa dilakukan dengan mengacu pada AHSPK dan harga pada daerah sekitar pembangunan gudang komoditas pangan.

Tabel 10. Biaya Analisis Kolom Beton Bertulang

No.	URAIAN PEKERJAAN	VOL.	SAT.	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
A PEKERJAAN KOLOM BETON					
1	Pek. Kolom 30 cm x 50 cm (K1)				
1	1 Pek. Pas. Bekisting Kolom 3 x Pakai (Polywood 12 mm)	177,28	m ²	202.110,15	35.830.087,39
2	2 Pek. Pas. Pembesian BU 10D20 + BS D10	3.101,37	Kg	13.641,70	42.307.893,01
3	3 Pek. Pengcoran Beton Ready Mix K-300	16,62	m ³	1.153.098,10	19.164.490,42
2	Pek. Kolom 50 cm x 70 cm (K2)				
1	1 Pek. Pas. Bekisting Kolom 3 x Pakai (Polywood 12 mm)	311,04	m ²	202.110,15	62.864.341,06
2	2 Pek. Pas. Pembesian BU 16D22 + BS D18	9.274,18	Kg	13.641,70	126.515.497,62
3	3 Pek. Pengcoran Beton Ready Mix K-300	45,36	m ³	1.153.098,10	52.304.529,82
Jumlah Harga Kolom Beton					702.068.638,84

Dari hasil analisis biaya konstruksi yang telah dilakukan terhadap kedua jenis kolom menunjukkan bahwa total biaya untuk kolom beton bertulang adalah sebesar Rp 661.787.910, sedangkan untuk kolom baja mencapai Rp 1.340.570.547. Selisih biaya antara kedua jenis kolom tersebut adalah Rp 678.782.637, di mana biaya kolom baja lebih tinggi. Secara persentase, penggunaan kolom beton bertulang memberikan efisiensi biaya sebesar ±50,63% dibandingkan kolom baja. Perbedaan biaya yang signifikan ini mengindikasikan bahwa, dari perspektif ekonomi konstruksi, kolom beton bertulang merupakan pilihan yang lebih efisien dan layak dipertimbangkan sebagai alternatif pengganti kolom baja dalam perencanaan struktur gudang komoditas pangan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zerrico Correia Mesquita, Andy Kristafi Arifianto, dan Handika Setya Wijaya bahwa dalam segi biaya struktur kolom beton bertulang cenderung lebih ekonomis dari pada struktur baja [8].

KESIMPULAN

Kolom beton bertulang memiliki kekuatan struktur yang lebih unggul dibandingkan kolom baja dalam menahan berbagai jenis beban. Gaya aksial pada kolom beton mencapai 156,61 kN, dua kali lipat dari kolom baja sebesar 71,95 kN. Gaya geser (V3) dan momen lentur utama (M2) pada kolom beton juga lebih tinggi, masing-masing sebesar 81,16 kN dan 317,09 kNm/m, dibandingkan kolom baja yang hanya 45,63 kN dan 137,26 kNm/m. Hal ini menunjukkan bahwa kolom beton lebih andal terhadap beban vertikal, lateral, dan lentur. Namun, nilai torsi pada kolom beton yang lebih besar (0,548 kNm/m) menunjukkan perlunya perhatian khusus pada sambungan dan penulangan. Momen lentur pada sumbu utama (M2) untuk kolom beton (317,09 kNm/m) lebih tinggi dibandingkan dengan kolom baja (137,26 kNm/m), yang mengindikasikan bahwa kolom beton bertulang lebih unggul dalam menahan momen yang disebabkan oleh beban pada atap dan dinding gudang yang luas serta terbuka.

Biaya total untuk kolom baja adalah 1.340.570.547,17 rupiah, sementara kolom beton bertulang hanya memerlukan 661.787.910,75 rupiah. Ini menunjukkan bahwa menggunakan kolom beton bertulang menurunkan biaya sebesar ±50,63%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. K. Saraswati and E. A. W. Adi, "Pemindahan Ibu Kota Negara Ke Provinsi Kalimantan Timur Berdasarkan Analisis SWOT," *JISIP (Jurnal Ilmu Sos. dan Pendidikan)*, vol. 6, no. 2, pp. 4042–4052, 2022, doi: 10.58258/jisip.v6i2.3086.
- [2] Davin Herdiansyah Putra, Noval Sigit Nurdianto, Khoirul Yanuar Rizqi, and Putu Eka Karunia Dewi, "Analisis Penataan Gudang dan Tumpukan Pada Gudang Barang Setengah Jadi PT.Integra Indocabinet.Tbk," *Manufaktur Publ. Sub Rumpun Ilmu Keteknikan Ind.*, vol. 2, no. 3, pp. 01–08, 2024, doi: 10.61132/manufaktur.v2i3.434.
- [3] R. P. Cahyadi, "Analisa Profil Baja Pada Struktur Rangka Atap Rumah Adat Gadang, Joglo Dan Tongkonan (Analysis of Steel Profile on Roof Truss Structure of Traditional House Gadang, Joglo and Tongkonan)," *J. Ekon. Vol. 18, Nomor 1 Maret 201*, vol. 2, no. 1, pp. 41–49, 2020.
- [4] M. Fauzan, "Peran Pemerintah Provinsi Sulawesi Tengah Sebagai Penyangga Ibu Kota Negara (IKN) Baru: Perspektif Distribusi Logistik Untuk Kebutuhan Pangan Ibu Kota Negara Baru," *J. Pembang. Drh.*, vol. 2, no. 2, pp. 78–87, 2022.
- [5] D. M. Hutasoit, R. Natawidjana, and E. Widyaningsih, "Studi Perbandingan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Baja dan Struktur Beton Bertulang Pada Proyek Pembangunan Gedung," *Pros. FTSP Ser. 6*, vol. 2, no. 1, pp. 353–358, 2023, [Online]. Available: <https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/ftsp/article/view/2551>
- [6] E. Hari Purwoko and N. Cholis Idham, "Pengaruh Layout Ruang Dan Selubung

Bangunan/Gudang(Building Envelope) Terhadap Kualitas Penyimpanan Mutu Gabah/Beras Studi Kasus: D.I Yogyakarta,” *Semin. Karya Pameran Arsit. Indones.*, pp. 255–263, 2019.

- [7] A. Satria, A. Yusra, L. Opirina, and P. T. Sipil, “Desain Ulang Gedung Laboratorium Teknik Sipil Universitas Teuku Umar Dengan Menggunakan Struktur Baja,” vol. 6, no. 2, pp. 101–106, 2020.
- [8] Z. Correia Mesquita, A. K. Arifianto, and H. Setya Wijaya, “Perbandingan Efisiensi Balok Kolom Beton dan Kolom Baja di Bangunan Museum MPU Purwa Kota Malang,” *J. Penelit. Mhs. Tek. Sipil dan Tek. Kim.*, vol. 3, no. 2, pp. 195–199, 2019, [Online]. Available: <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik>