

INOVASI PERENCANAAN GEDUNG: PEMANFAATAN METODE KOMPOSIT UNTUK EFISIENSI DAN KEBERLANJUTAN

Warsito
Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
email : warsito@unisma.ac.id,

ABSTRAK

Pembangunan mall Dinoyo terdiri dari 3 area, area 1 untuk mall, area 2 untuk tempat parkir dan area 3 untuk pasar modern. Pembahasan pada tugas akhir mengambil obyek area 1 dimana jumlah lantainya sebanyak 6. Sedangkan pada area 2 dan 3 hanya direncanakan 4 lantai. Metode yang dilakukan selama proses pengumpulan data adalah Metode literatur yaitu mengumpulkan, mengidentifikasi dan mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan. Metode observasi dengan langsung survei ke lapangan agar keadaan sesungguhnya yang ada di lapangan diketahui, sehingga dapat diperoleh gambaran sebagai pertimbangan dalam perencanaan desain struktur. Dari hasil analisa perhitungan Inovasi Perencanaan Gedung: Pemanfaatan Metode Komposit Untuk Efisiensi Dan Keberlanjutan, diperoleh hasil perhitungan pelat lantai dengan tebal 150 mm menggunakan tulangan weremesh M10 – 200. Dimensi balok komposit menggunakan baja WF 350.175.7.11 dan balok induk menggunakan baja WF 450.300.11.18, baja WF 800.300.16.30 dan baja WF 400.200.8.13. Kolom komposit menggunakan profil WF 400.400.13.21 dengan dimensi kolom 50 cm x 50 cm. Pondasi yang digunakan menggunakan pondasi tiang pancang dengan ukuran 2 m x 2 m spesifikasi tiang pancang diameter 20 cm, jumlah tiang pancang 4 buah dan kedalaman tiang 5,2 m. Hasil dari perhitungan struktur beton komposit pada Maal Dinoyo, menghasilkan rencana anggaran biaya sebesar Rp 28.578.100.000.

Kata kunci : *Perencanaan Gedung, Metode Komposit, Inovasi, Keberlanjutan, Mall Dinoyo.*

ABSTRACT

The construction of the Dinoyo mall consists of 3 areas, area 1 for the mall, area 2 for the parking lot, and area 3 for the modern market. The discussion in the final project takes the object of area 1 where the number of floors is 6. Meanwhile, in areas 2 and 3, only 4 floors are planned. The method used during the data collection process is the literature method, namely collecting, identifying, and processing written data and the work methods used. The observation method involves direct field surveys so that the actual conditions in the field are known and an overview can be obtained for consideration in structural design planning. From the results of the calculation analysis of Building Planning Innovation: Utilization of Composite Methods for Efficiency and Sustainability, the calculation results for a floor plate with a thickness of 150 mm using M10 - 200 wire mesh reinforcement were obtained. The dimensions of the composite beam used WF 350.175.7.11 steel and the main beam used WF 450.300.11.18 steel, WF steel 800.300.16.30, and WF steel 400.200.8.13. The composite column uses the WF 400.400.13.21 profile with column dimensions of 50 cm x 50 cm. The foundation uses a pile foundation with dimensions of 2 m x 2 m. The pile specifications are 20 cm in diameter, the number of piles is 4, and the depth is 5.2 m. The calculation results of the composite concrete structure at Maal Dinoyo resulted in a planned cost budget of IDR 28,578,100,000.

Keywords: *Building Planning, Composite Methods, Innovation, Sustainability, Dinoyo Mall.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam perencanaan pembangunan struktur harus memperhatikan bahwa perancangan struktur merupakan unsur yang penting agar menghasilkan gedung yang kuat dan aman. Dan struktur baja saat ini menjadi salah satu bahan struktur yang banyak digunakan untuk bangunan gedung dan jembatan. (Renaldy *et al.*, 2013)

Hotel Aston Inn Mojokerto terletak dekat jln. Raya By pass 10 Sumber Gayam, Kenanten Kec.Puri Mojokerto. Hotel ini dibangun karena peningkatan sektor pariwisata di Mojokerto. Luas Hotel Aston Inn ini 1925 m² dengan luas bangunan 7100 m² memiliki Panjang bangunan 56 m an lebar 15 m dan terdiri 8 lantai dengan struktur beton bertulang.

Pada tugas akhir ini penulis akan merencanakan ulang dengan alternative struktur komposit. Perencanaan ini digunakan bertujuan agar struktur yang digunakan lebih kuat dibanding menggunakan satu komponen struktur saja. Penyusunan tugas akhir ini menggunakan pemodelan ETABS 2016 dengan acuan SNI 1726:2012. (SNI 1726 : 2012)

Identifikasi Masalah

1. Struktur beton bertulang jika berbentuk Panjang akan berpengaruh pada dimensi besar sedangkan jika menggunakan baja bentang Panjang dimensi akan lebih kecil.
2. Penggunaan dimensi untuk balok yang menggunakan beton bertulang akan lebih besar, dibanding menggunakan struktur baja dengan dimensi akan menjadi lebih kecil.
3. Penggunaan kolom komposit memiliki kapasitas yang tinggi untuk menahan beban dengan ukuran yang kecil dibanding dengan kolom beton bertulang.
4. Perencanaan pondasi dengan dimensi tiang kecil akan menyebabkan jumlah lebih banyak dibanding dengan dimensi tiang besar dengan jumlah lebih sedikit.

Rumusan Masalah

1. Berapakah tebal pelat dan tulangan yang digunakan ?
2. Berapakah dimensi balok anak dan balok induk jika menggunakan baja ?
3. Berapakah dimensi kolom yang digunakan jika menggunakan kolom komposit?
4. Berapakah kedalaman pondasi yang diperoleh sesuai hasil N-SPT ?

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Baja

Baja struktur adalah suatu jenis baja yang kekuatan sifatnya mampu untuk memikul suatu beban. Untuk struktur baja komposit struktur ini terdiri dari dua materil yaitu baja dan beton, dapat dikatakan struktur komposit jika terdapat adanya penghubung geser yang dapat menggabungkan komponen tersebut. Struktur komposit tersebut dapat menahan beban 33 hingga 50 % lebih besar dari beban yang biasa dipikul oleh baja atau beton saja. (Agus Setiawan, 2008)

Definisi Pelat

Pelat lantai merupakan bidang struktur yang lurus yang tebalnya lebih kecil dari struktur lainnya. Untuk pelat satu arah tebal minimum yang ditentukan ialah bentang L_y merupakan bentang Panjang dan L_x merupakan bentang pendek. Dan untuk pelat dua arah tebal pelat kisaran 100 mm – 125 mm (SNI 2847:2013)

Definisi Gempa

Struktur suatu bangunan ketahanan gempa harus diperhatikan, agar tidak terjadinya keruntuhan. Rencana gempa untuk perencanaan ditetapkan selama 50 tahun sebesar 2% .(SNI 1726:2012).

Definisi Pembebanan

Untuk mencapai kondisi struktur yang aman maka semua komponen pembebanan harus direncanakan dengan baik agar kekuatan desainnya melebihi hasil dari beban yang terjadi (SNI 1726:2012)

Definisi Balok

Balok ialah bagian struktur yang berguna untuk menyalurkan beban ke struktur kolom. Untuk penggunaan balok khususnya balok baja telah ditemukan sejak lama tetapi tanpa adanya penghubung geser. (Agus Setiawan, 2008) .

Definisi Kolom

Komponen struktur bangunan yang penting ialah pada kolom, karna kolom sebagai penyangga beban, dan apabila terjadi kegagalan pada kolom maka akan mengakibatkan keruntuhan pada strukturnya. (Dipohusodo, 1999)

Definisi Pondasi

Untuk pondasi tiang pancang ialah suatu konstruksi yang mampu untuk menahan beban orthogonal ke sumbu tiang dengan jalan menyerap lenturan. (Sardjono H., 1991)

METOLOGI PENELITIAN

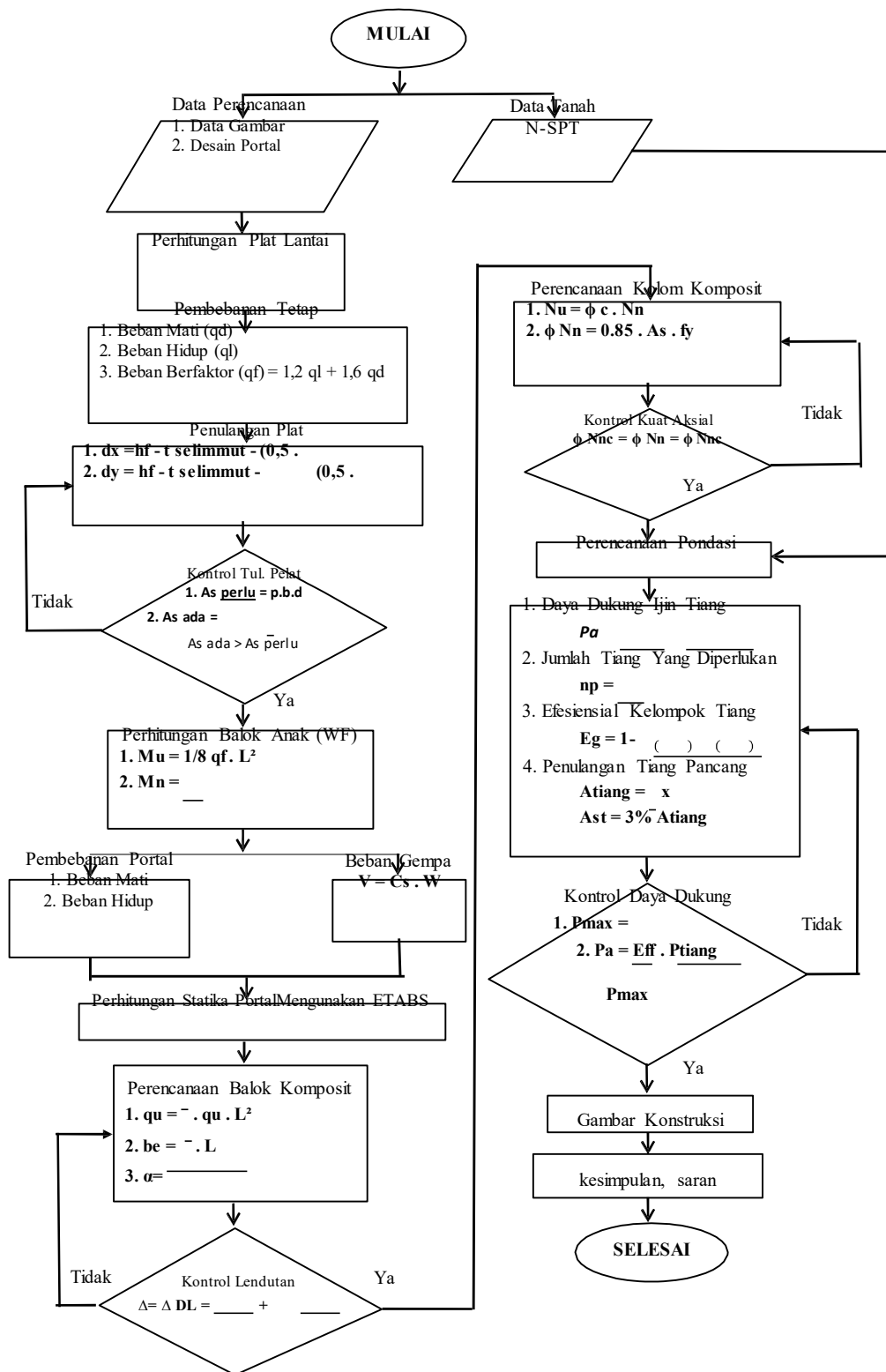
Lokasi Studi

Lokasi proyek Gedung berada di Jln.Raya By Pass 10 Sumber Gayam,Kenanten Kec Puri Mojokerto Jawa Timur.



Gambar 1. Peta Kabupaten Mojokerto
(Sumber : Profil Kabupaten Mojokerto)

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Flowchart Perencanaan

(Sumber : Hasil Perencanaan, 2021)

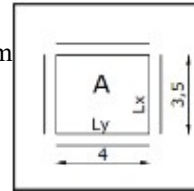
PEMBAHASAN

Data yang digunakan :

1. Lokasi Bangunan : Kota Mojokerto
2. Fungsi Bangunan : Gedung Hotel Aston Inn Mojokerto
3. Konstruksi Bangunan : Struktur Baja
4. Jumlah Lantai : 8 Lantai + 1 Atap
5. Lebar Bangunan : 15.00 m (Data gambar proyek)
6. Panjang Bangunan : 56.00 m (Data gambar proyek)
7. Tinggi Bangunan : 30.00 m (Data gambar proyek)
 - a. Mutu Beton (f_c') : 30 Mpa (Data lapangan proyek)
 - b. Mutu Baja polos (f_y) : 240 Mpa
 - c. Mutu Baja ulir (f_y) : 390 Mpa

Perencanaan Pelat Lantai

$$\begin{aligned}
 L_y &= 4,00 \text{ m} ; L_x = 3,50 \text{ m} \\
 h_{\min} &= \frac{\phi \cdot n \cdot 0,8 \cdot \frac{f_y}{1400}}{365 \cdot 0,8 \cdot \frac{240}{1400}} = \frac{354,57}{365 \cdot 0,8 \cdot \frac{240}{1400}} = 7,74 \text{ cm} = 8 \text{ cm} \\
 h_{\max} &= \frac{\phi \cdot n \cdot 0,8 \cdot \frac{f_y}{1500}}{36} = \frac{365 \cdot 0,8 \cdot \frac{240}{1400}}{36} = \frac{45792}{36} = 9,84 \text{ cm} = 10 \text{ cm}
 \end{aligned}$$



Maka, tebal pelat di rencana (h_f) = 12 cm (SNI, 2847 : 2013)

Pembebanan Plat (Aturan PPIURG 1987). (PU, 1987)

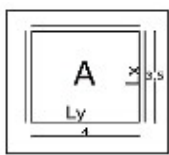
- Beban Mati (q_d) = 422 kg/m²
 Beban Hidup (q_l) = 383,2 kg/m²
 Beban Berfaktor (q_f) = 1119,5 kg/m²

Penulangan Plat Lantai

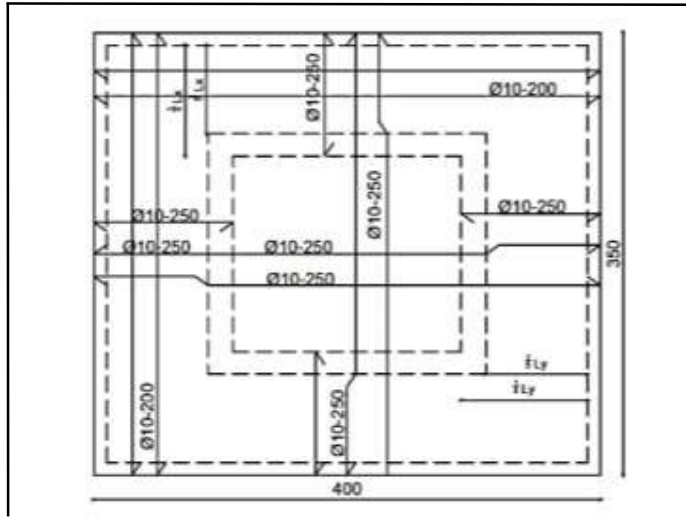
Tulangan Pokok = Ø10 – 125 mm

Tulangan Bagi (Susut) = Ø10 – 20 mm

Tabel 1. Rekapitulasi Tulangan Pelat

Tipe pelat	Jenis Penulangan	Arah	Dimensi (ø)	Jarak
	Lapangan	x	10,0	125
	Lapangan	y	10,0	125
	Tumpuan	x	10,0	125
	Tumpuan	y	10,0	125
	Susut	x,y	10,0	200

(Sumber : Hasil Perencanaan, 2021)



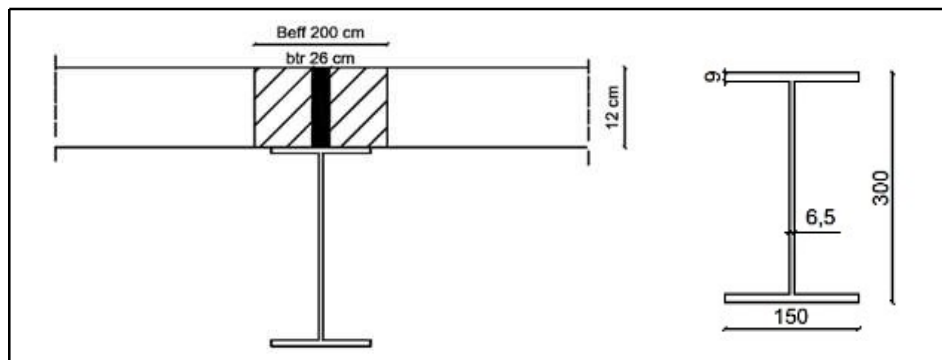
Gambar 3. Detail Penulangan Pelat
(Sumber : Hasil Perencanaan, 2021)

Perencanaan Balok Anak

Dengan profil WF = 300.150.6,5.9

Lebar efektif

$$- \text{beff} = \frac{L}{4} = \frac{800}{4} = 200 \text{ cm}$$



Gambar 4. Balok Anak Komposit
(Sumber : Hasil Perencanaan, 2021)

$$\text{Lendutan beban mati } \Delta_{DL} = \frac{5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4}}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 11.92 \cdot 400^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 72100} = 0,2755$$

$$\text{Lendutan beban hidup } \Delta_{LL} = \frac{5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4}}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 9.98 \cdot 400^4}{384 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 47427.8} = 0,0351$$

$$\text{Lendutan total } \Delta = \Delta_{DL} + \Delta_{LL} = 0,3106 \text{ cm}$$

Lendutan yang terjadi < lendutan ijin

$$\Delta = 0,31106 < \Delta = 2,222 \text{ cmOK}$$

Analisa Beban Bangunan

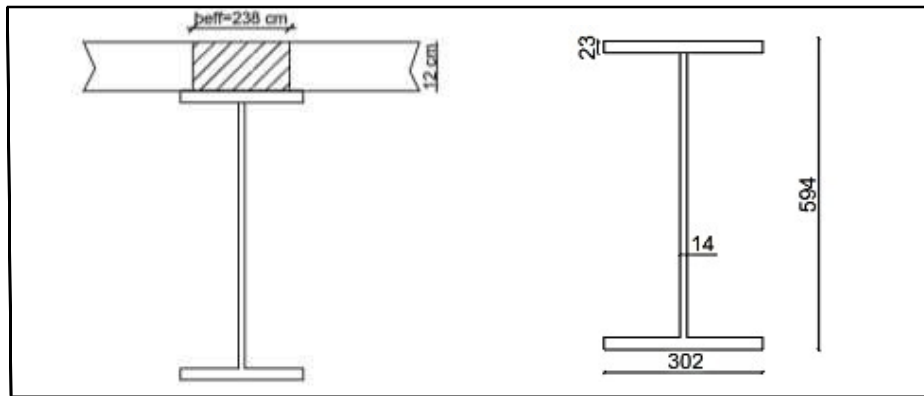
Tabel 2. Berat total bangunan

Lantai	Beban Mati	Beban Hidup	Beban Total (kg)
Atap	53257,05	12000	65257
8	67577,05	30000	97577
7	67577,05	30000	97577
6	67577,05	30000	97577
5	67577,05	30000	97577
4	67577,05	30000	97577
3	67577,05	30000	97577
2	70919,13	30000	100919
Total			751638

(Sumber : Hasil Perencanaan, 2022)

Perencanaan Balok Induk

Dengan profil WF = 600.300.14.23
 Lebar efektif, b_{eff} = $\frac{950}{4} = 238$ cm



Gambar 5. Balok Induk Komposit
 (Sumber : Hasil Perencanaan, 2022)

Lendutan yang di izinkan Δ = $\frac{950}{360} = 2,639$ cm

Lendutan beban mati Δ_{DL} = $5 \frac{4272 \times 950^4}{384 \times 2 \times 10^6 \times 137000} = 1,65$ cm

Lendutan beban hidup Δ_{LL} = $5 \frac{3174 \times 950^4}{384 \times 2 \times 10^6 \times 55142320} = 0,3053$ cm

Lendutan total Δ = $\Delta_{DL} + \Delta_{LL} = 1,65 + 0,3053 = 1,9588$ cm

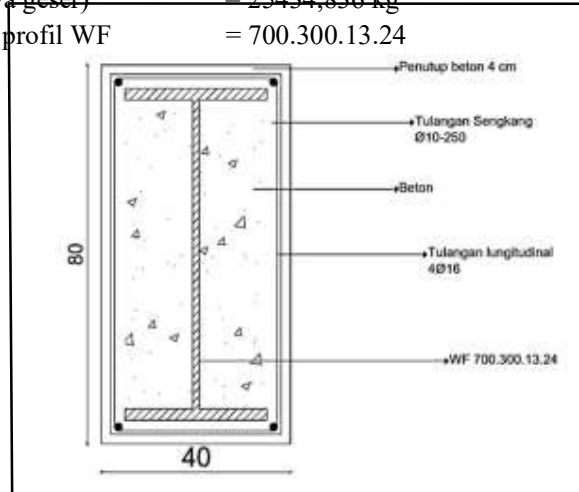
Lendutan yang terjadi < lendutan ijin

$\Delta = 1,9558 < \Delta = 2,639$ cmOK

Perencanaan Kolom

- Mu (Momen) = 60509,479 kgm
 - P (Aksial) = 392739,388 kg
-

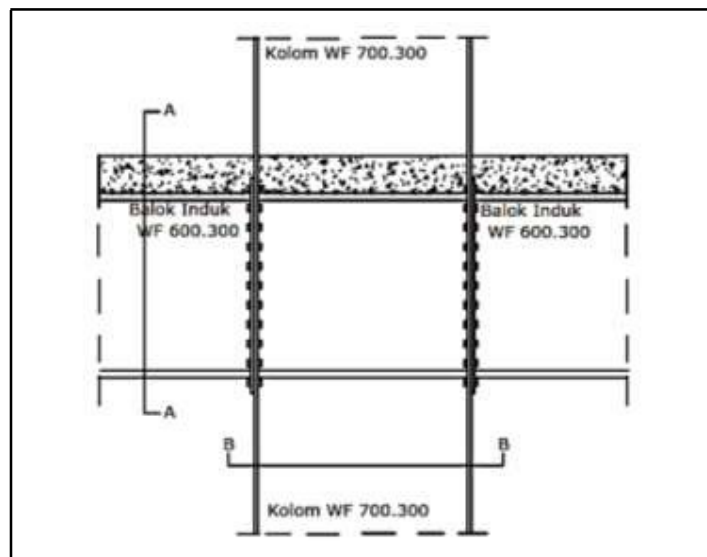
- V_2 (Gaya geser) = 25434,836 kg
- Dipakai profil WF = 700.300.13.24



Gambar 7. Kolom Komposit
(Sumber : Hasil Perencanaan, 2022)

Sambungan Balok dan Kolom

$$\begin{aligned} \text{WF balok induk} &= 600 \cdot 300 \cdot 14 \cdot 23 \\ \text{WF kolom} &= 700 \cdot 300 \cdot 13 \cdot 24 \end{aligned}$$



Gambar 8. Sambungan Balok Kolom
(Sumber : Hasil Perencanaan, 2022)

Sambungan Balok Anak dan Balok Induk

$$\begin{aligned} \text{WF Balok Anak} &= 300 \cdot 150 \cdot 6,5 \cdot 9 \\ \text{WF Balok Induk} &= 600 \cdot 300 \cdot 14 \cdot 23 \end{aligned}$$

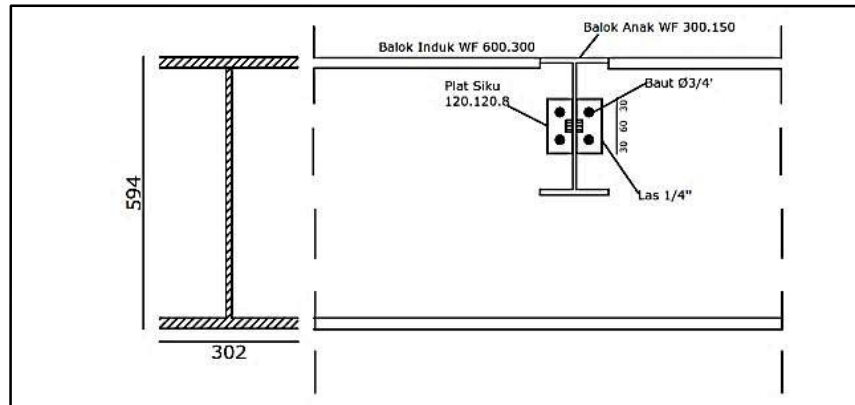
Menghitung kebutuhan jumlah baut

Untuk menghitung kebutuhan jumlah baut yang dibutuhkan yaitu nilai kuat yang terkecil, $V_d = 7029 \text{ kg/baut}$. Sehingga jumlah baut yang dibutuhkan :

$$n = \frac{\phi \phi}{\phi d} = \frac{121171 \cdot 356}{7029} = 1,72 = 2 \text{ baut}$$

Gaya geser yang diterima pada 2 baut

$$\frac{\phi \phi}{\phi d} = \frac{121171 \cdot 3568}{2} = 6058,678 \text{ kg/baut} < V_d 7029 \text{ kg/baut} \dots \text{OK}$$



Gambar 9. Sambungan Balok Induk dan Balok Anak
(Sumber : Hasil Perencanaan, 2022)

Pondasi Tiang pancang

$$\text{Mu kolom balok} = 60509,47 \text{ kgm} = 60,509479 \text{ tonm}$$

$$\text{Pu kolom balok} = 392739,38 \text{ kg} = 392,7393 \text{ ton}$$

$$\text{Diameter tiang} = 50 \text{ cm} = 0,50 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman tiang} = 2500 \text{ cm} = 25 \text{ m}$$

$$P_{ijin} = \text{Eff} \cdot P_{tiang} = 0,802 \cdot 147,842$$

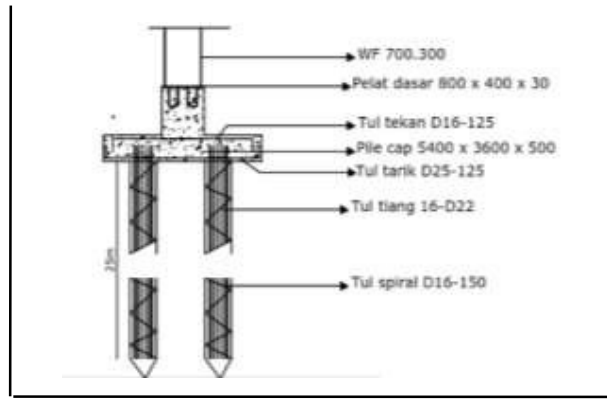
$$= 118,700 \text{ ton}$$

$$P_{\max} = \frac{P \phi}{n} = \frac{\phi \phi}{\phi d} = \frac{392 \cdot 7393}{4} = \frac{60 \cdot 5094 \cdot 0 \cdot 75}{2 \cdot 2 \cdot 25}$$

$$\frac{\phi \phi}{\phi d}$$

$$= 108,849 \text{ ton}$$

$$\text{Jadi, } P_{\max} = 108,894 \text{ ton} < P_{ijin} 118,700 \text{ ton} \dots \text{Aman}$$



Gambar 10. Rencana Pondasi Tiang Pancang
(Sumber : Hasil Perencanaan, 2022)

PENUTUP

Kesimpulan

1. Tebal pelat lantai dan atap adalah 12 cm dengan tulangan pokok arah Lx / Ly Ø10-125 dan tulangan bagi Ø10-200.
2. Dimensi baja untuk balok anak menggunakan WF 300.150.6,5.9 . Balok induk menggunakan WF 600.300.14.23
3. Untuk ukuran profil baja pada kolom adalah WF 700.300.13.24 dengan dimensi kolom ukuran 80 x 40 cm.
4. Besar dimensi tiang pondasi yang digunakan Ø50 , dengan jenis pondasi tiang pancang dengan ukuran poer 3m x 3m dan jumlah tiang dalam 1 poer ada 4 tiang.

Saran

1. Untuk alternative tulangan plat lantai & atap bisa menggunakan tulangan wiremesh.
2. Perencanaan alternative struktur nya bisa menggunakan beton bertulang.
3. Aplikasi lain yang dapat digunakan untuk perhitungan analisa struktur portalnya bisa menggunakan aplikasi SAP 2000 , STAADPRO.
4. Untuk penentuan jenis pondasi bisa menggunakan jenis pondasi bored pile / sesuai tanah lokasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Setiawan 2008, *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*, E. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Anonim . 2012. SNI 1726 : 2012 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Badan Stanarisasi Nasional.
- Dipohusodo, I. (1999) 'Struktu Beton Bertulang SK. SNI T-15-1991-03', pp. 1–527.
- PPPURG 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung* . pdf".
- Renaldy, F, dkk 2013 *Studi Alternatif Perencanaan Struktur Baja Bangunan Gedung Lab Terpadu Universitas Islam Malang* . Skripsi Tidak diterbitkan. Malang. Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang
- Sardjono H. (1991) 'Pondasi Tiang Pancang Jilid 2'. Surabaya : Penerbit Sinar Wijaya.
- SNI, 2847:2013 (2013) 'Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung', Bandung: Badan Standardisasi Indonesia, pp. 1–265.