

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA KOMPOSIT PADA GEDUNG YEAST CREAM PABRIK RAGI DI KABUPATEN MALANG

Intan Setiawati¹, Warsito² dan Ita Suhermin Ingsih³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: 21801051180@unisma.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: warsito@unisma.ac.id

³ Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: ita.suhermin@unisma.ac.id

ABSTRAK

The demand for industrial buildings, such as factories, requires structures that are strong, efficient, and safe in resisting both vertical and lateral loads. Composite steel structures have become one of the most widely considered alternatives, as they combine the advantages of steel and concrete to produce a structural system that is more economical and has high stiffness. In the design of the Yeast Cream Factory building in Malang Regency, the selection of an appropriate structural system is crucial to ensure both stability and cost efficiency in construction. The objectives of this study are to determine the slab thickness and reinforcement requirements, define the dimensions, types, and sizes of steel profiles for beams, specify safe and efficient column dimensions and profiles, and design the type and dimensions of foundations suitable for the building conditions. The methods employed include literature review, field and technical data collection, structural modeling and seismic load analysis using ETABS 22.4.0, as well as manual calculations for critical elements based on Indonesian Standards (SNI 1726, 1727, 1729, 2847). The results indicate that the typical floor slab has a thickness of 120 mm with Ø10-100 reinforcement, while the roof slab has a thickness of 100 mm with Ø10-100 reinforcement. The main beams use WF 400.200.8.13, secondary beams use WF 350.175.7.11 and WF 400.200.8.13, columns use WF 250.250.9.14, and the foundation system applies bore piles with 60 cm diameter and 60 cm thickness combined with pile caps measuring 3.30 m × 1.50 m, designed for medium soil classification.

Keywords: Composite Steel Structure, Slab, Beam, Column, Foundation, Structural Design, SNI

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan pembangunan di Indonesia semakin pesat, terutama pada sektor industri yang menuntut tersedianya bangunan yang kuat, efisien, dan tahan lama. Salah satu infrastruktur penting dalam dunia industri adalah bangunan pabrik yang berfungsi sebagai wadah utama kegiatan produksi. Bangunan jenis ini dituntut mampu menahan beban operasional yang besar serta menjamin keselamatan pekerja dalam jangka panjang. Oleh karena itu, perencanaan struktur bangunan menjadi aspek yang sangat krusial dalam menjamin keberlanjutan fungsi industri

[1].

Struktur baja selama ini banyak digunakan karena memiliki kekuatan tarik dan tekan yang tinggi, fleksibilitas dalam fabrikasi, serta memungkinkan percepatan konstruksi. Selain itu, baja memiliki sifat daktilitas yang baik sehingga mampu menahan deformasi besar sebelum runtuh, yang membuatnya lebih aman terhadap beban dinamis seperti gempa [2]. Namun, struktur baja murni juga memiliki kelemahan, seperti risiko korosi, tekuk pada elemen tekan, dan biaya pemeliharaan yang relatif tinggi.

Sebagai solusi atas keterbatasan tersebut, muncullah struktur baja komposit yang

mengombinasikan keunggulan baja dan beton. Beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi, sementara baja unggul dalam menahan gaya tarik. Gabungan kedua material ini menghasilkan elemen struktur yang lebih efisien secara teknis maupun ekonomis. Penelitian pada Rumah Sakit Hermina Malang menunjukkan bahwa penggunaan balok komposit mampu meningkatkan kapasitas pembebanan sekaligus mengurangi dimensi penampang, sehingga lebih efisien dibandingkan sistem konvensional [3].

Keunggulan lain dari sistem struktur komposit adalah kemampuannya mereduksi lendutan dan meningkatkan kekakuan lantai. Studi perencanaan struktur komposit pada Rumah Sakit Muhammadiyah Gresik, misalnya, menunjukkan bahwa penggunaan balok baja komposit dapat menekan lendutan hingga 30% serta meningkatkan kapasitas beban hingga 50% dibandingkan beton non-komposit. Hal ini berimplikasi langsung pada efisiensi material, durabilitas struktur, serta penghematan biaya konstruksi [4].

Dari aspek ketahanan gempa, struktur baja komposit juga sangat relevan diterapkan di Indonesia yang termasuk wilayah rawan gempa. Menurut ketentuan SNI 1726:2019, struktur harus mampu memberikan kekuatan, kekakuan, dan disipasi energi yang cukup untuk menahan gaya lateral akibat gempa. Kombinasi baja dan beton dalam sistem komposit memungkinkan struktur menyerap energi gempa dengan lebih baik dibandingkan baja konvensional, sehingga meningkatkan faktor keselamatan bangunan [5].

Selain efisiensi teknis dan ketahanan gempa, penggunaan sistem komposit juga mendukung percepatan pelaksanaan konstruksi karena memungkinkan penggunaan metode pracetak pada beberapa komponennya. Hal ini terbukti pada studi alternatif gedung bertingkat di Malang dengan sistem precast yang menunjukkan peningkatan efisiensi waktu pembangunan serta kemudahan kontrol kualitas [6]. Dengan demikian, struktur baja komposit tidak hanya unggul dari sisi kekuatan dan keamanan, tetapi juga mendukung prinsip efisiensi dalam pembangunan infrastruktur.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian mengenai perencanaan struktur baja komposit

pada gedung Yeast Cream Pabrik Ragi di Kabupaten Malang menjadi penting untuk dilakukan. Kajian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi praktis bagi perencana dan kontraktor, tetapi juga memperkaya literatur akademik di bidang teknik sipil, khususnya dalam pengembangan desain struktur industri yang tangguh, efisien, dan sesuai dengan standar nasional yang berlaku di Indonesia.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang maka diperoleh identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Diperlukan perhitungan tebal pelat dan kebutuhan tulangan agar struktur komposit tetap aman, efisien, dan sesuai standar perencanaan..
2. Komponen balok harus direncanakan ulang dengan mempertimbangkan interaksi antara pelat beton dan profil baja, sehingga diperlukan perhitungan dimensi serta pemilihan jenis dan ukuran profil baja yang sesuai dengan peraturan SNI dan metode desain komposit.
3. Kolom sebagai elemen tekan utama dalam struktur juga harus dianalisis ulang untuk menentukan jenis dan ukuran profil baja yang sesuai agar mampu menahan beban vertikal dan gaya lateral secara stabil.
4. Perubahan sistem struktur atas akan berdampak pada perencanaan pondasi, sehingga perlu ditentukan dimensi dan jenis pondasi yang mampu menyalurkan beban ke tanah dasar dengan aman.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, didapatkan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah tebal pelat dan kebutuhan tulangan pada struktur komposit agar aman dan efisien sesuai standar perencanaan?
2. Berapakah dimensi balok serta jenis dan ukuran profil baja yang dibutuhkan pada komponen balok agar mampu memikul beban yang bekerja sesuai dengan ketentuan perencanaan struktur?

3. Berapa dimensi profil baja yang diperlukan pada struktur kolom agar mampu menahan beban yang bekerja sesuai dengan standar perencanaan?
4. Berapakah dimensi dan apa jenis pondasi yang direncanakan?

1.4. Batasan Masalah

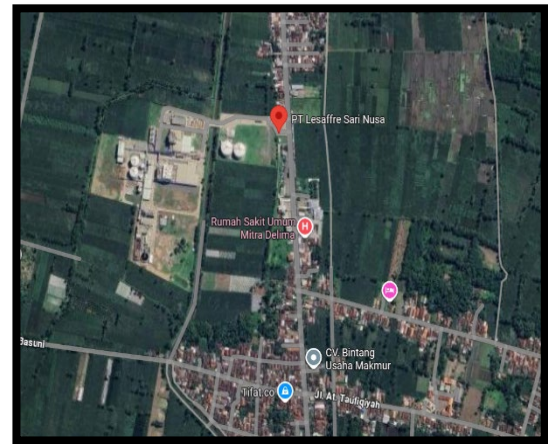
1. Perencanaan hanya dilakukan pada struktur utama gedung *Yeast Cream*, meliputi pelat lantai, balok, kolom dan pondasi.
2. Perencanaan struktur mengikuti standar dan peraturan yang berlaku di Indonesia, yaitu:
 - SNI 1726:2019 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa)
 - SNI 1727:2013 (Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung)
 - SNI 1729:2002 (Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural)
 - SNI 2847:2013 (Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung)
3. Studi ini tidak mencakup perhitungan struktur sekunder seperti tangga, atap ringan, dan elemen arsitektural lainnya.
4. Analisis struktur dan permodelan pembebanan dilakukan dengan bantuan ETABS 22.4.0, dan hasil perhitungan manual akan dilakukan untuk elemen-elemen kritis sebagai validasi.
5. Studi ini bersifat alternatif, sehingga tidak membandingkan secara mendalam antara struktur baja biasa dan struktur komposit secara keseluruhan, tetapi fokus pada perencanaan sistem struktur komposit sebagai pengganti.
6. Tidak menghitung analisa biaya serta metode pelaksanaan.
7. Tidak menghitung estimasi hari pengerjaan.
8. Tidak meninjau masalah social ekonomi dan dampak terhadap lingkungan.
9. Tidak menghitung tangki penyimpanan pada bangunan tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

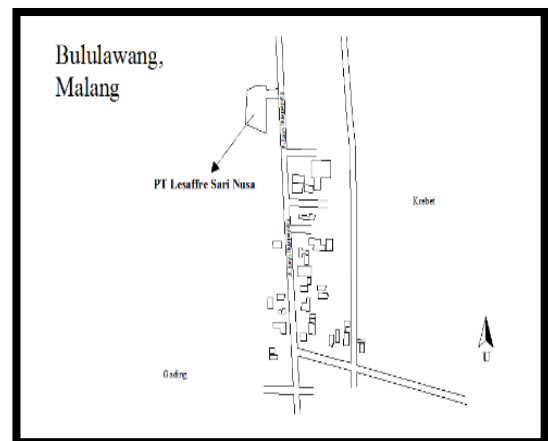
2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Pabrik Ragi PT Lesaffre Sari Nusa Indonesia, Kecamatan Bululawang, Kabupaten Malang, Jawa Timur.

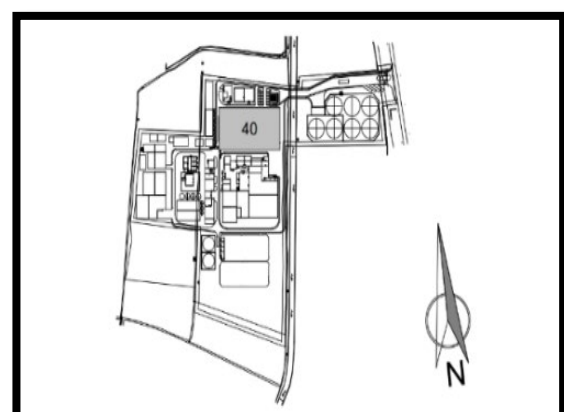
Tepatnya pada Gedung *Yeast Cream* / BD 40.



Gambar 1 Lokasi Proyek Pembangunan Pabrik Ragi PT Lesaffre Sari Nusa
Sumber: *Google Earth*, 2025



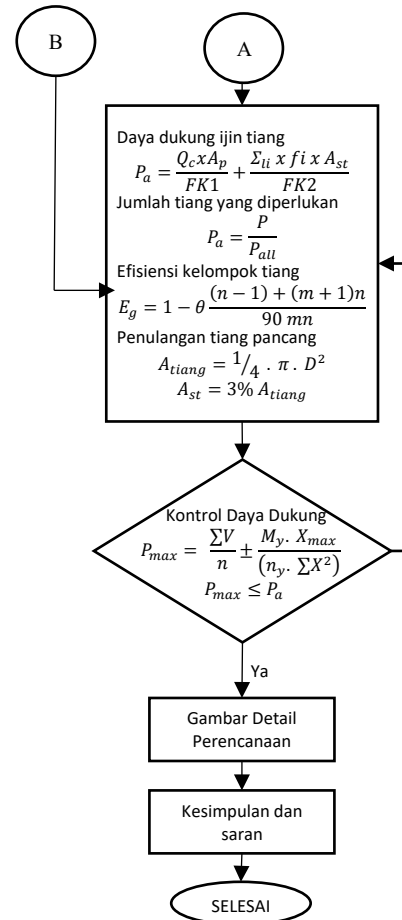
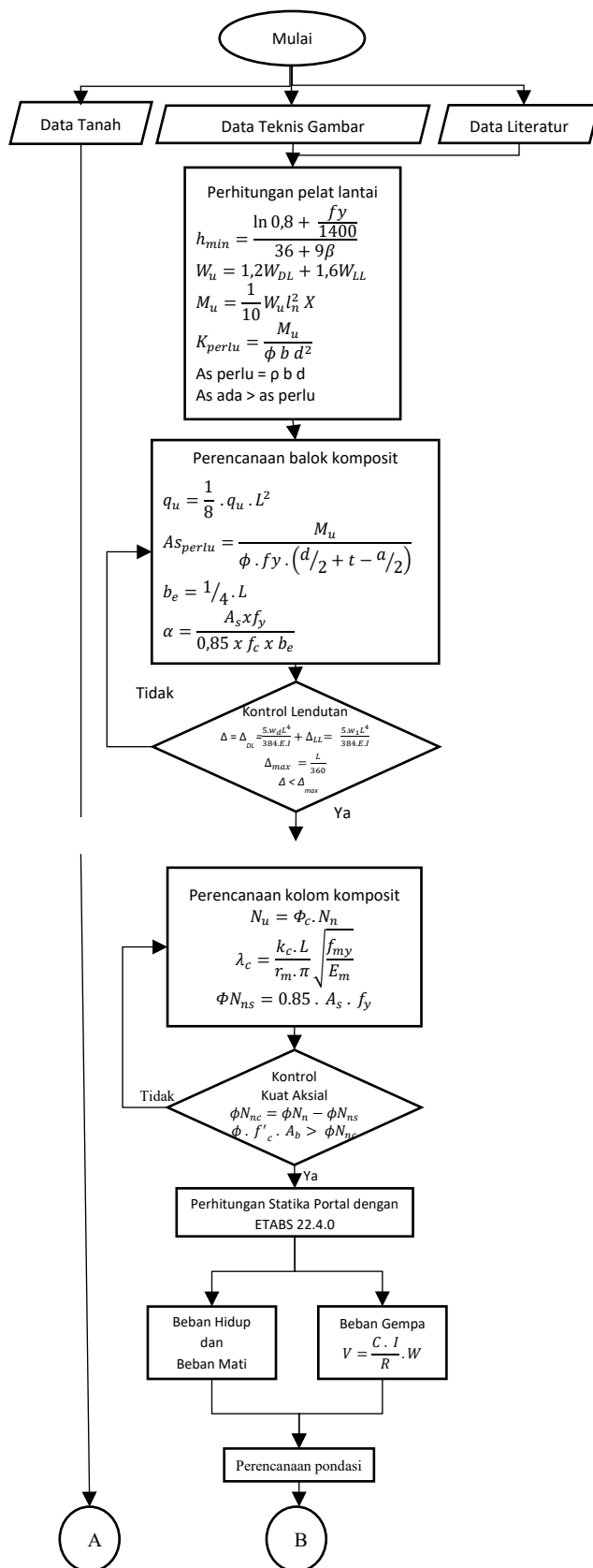
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian
Sumber : *Cadmapper*, 2025



Gambar 3. Peta Gedung *Yeast Cream*
Sumber : Data Gambar Kerja

2.2. Diagram Alir

• Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
Sumber: Gambar Pribadi

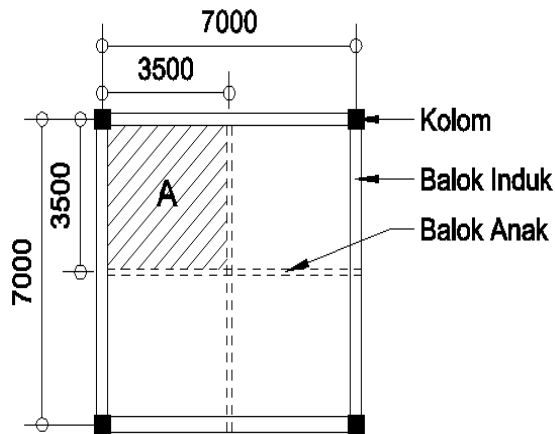
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Perencanaan

1. Lokasi bangunan : Kabupaten Malang
2. Fungsi bangunan : Gedung Pabrik
3. Jenis struktur : Komposit Baja Beton
4. Jumlah lantai : 4 lantai + 1 atap
5. Luas bangunan : 18 m x 21 m = 378 m²
6. Tinggi bangunan : 22 m
7. Data material
Mutu Beton (fc') : 30 MPa tidak
Tegangan Leleh Baja (fy) : 2400 kg/cm² = 240 MPa
Tegangan Putus Baja (fu) : 4100 kg/cm² = 400 MPa
8. Dasar perencanaan

- SNI 1727:2013 Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung
- SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Non Gedung
- SNI 1729-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja
- SNI 2847-2002 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung
- Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia 1984

3.2 Pelat lantai



Didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

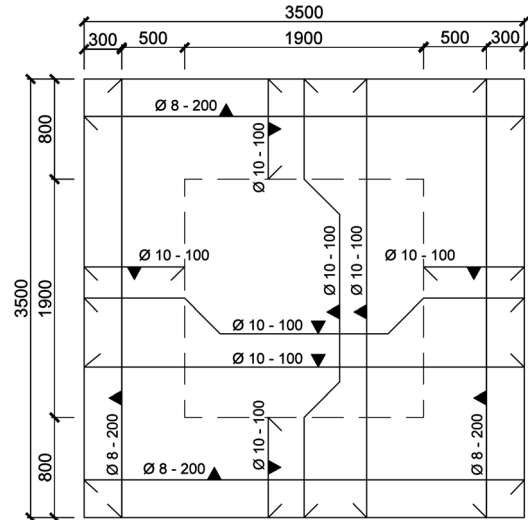
$$\begin{aligned}
 0,2 &> \alpha_{fm} < 2,0 \\
 h &= \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 5 \beta (\alpha_{fm} - 0,2)} \\
 &= \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{3500 \times 0,8 + 0,171} \\
 &= \frac{36 + 5 \times 1 (0,85 - 0,2)}{3400} \\
 &= \frac{36 + 5 (0,65)}{3400} \\
 &= \frac{26,65}{3400} \\
 &= 127,58 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka pelat lantai A dengan $h = 120$ mm

Tabel 1 Rekapitulasi Penulangan Pelat Tipe A

Tulangan lapangan arah x	Ø 10 – 100
Tulangan lapangan arah y	Ø 10 – 100
Tulangan tumpuan arah x	Ø 10 – 100
Tulangan tumpuan arah y	Ø 10 – 100
Tulangan susut	Ø 8 – 200

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 3. Detail Tulangan
Sumber: Hasil Perhitungan

3.3 Balok Anak

Mencari nilai W_x untuk penentuan profil

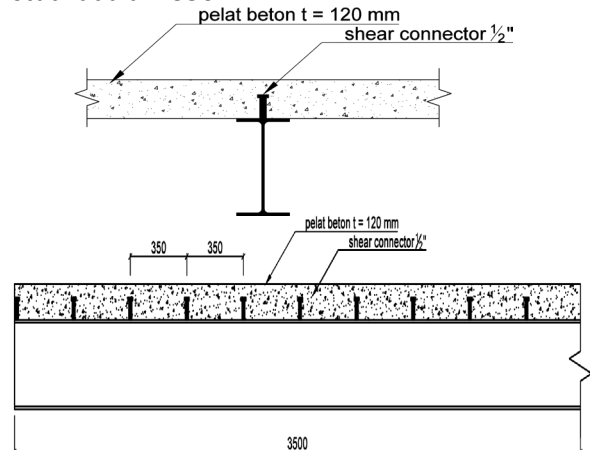
$$\begin{aligned}
 M_u &= W_x \times f_y \\
 W_x &= \frac{M_u}{f_y} \\
 &= \frac{1514328}{2400} \\
 &= 630,97 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Rencana profil WF 350.175.7.11 dengan $S_x = 777 \text{ cm}^3 > W_x = 630,97 \text{ cm}^3$

→ Balok Anak Grid C' (1-2) : WF 350.175.7.11

→ Balok Anak Grid B' (3-4) : WF 400.200.8.13

Jumlah stud 10 buah untuk $\frac{1}{2}$ bentang balok atau sebanyak 20 buah untuk satu bentang penuh dengan jarak antar stud adalah 350 mm.



Gambar 4. Detail Shear Connector
Sumber: Hasil Perhitungan

3.4 Analisa Beban Gedung

Tabel 2 Berat Total Beban mati dan Beban Hidup

Lantai	Beban Mati (kg)	Beban Hidup (kg)	Jumlah Beban (kg)
Lantai 2	35644,74	8640	44284,74
Lantai 3	35644,74	8640	44284,74
Lantai 4	35644,74	8640	44284,74
Atap	34594,74	9180	43774,74
Total Beban			176628,96

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 3 Berat Total bangunan

Lantai	Tinggi lantai (m)	Berat total (kg)	Wi x Hi (kgm)
Lantai 2	5,00	44284,74	221423,70
Lantai 3	6,00	44284,74	44290,74
Lantai 4	5,70	44284,74	44290,44
Atap	5,30	43774,74	43780,04
Total Beban		176628,96	353784,92

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 4 Distribusi gaya gempa pada setiap portal

Lantai	Fx	Fy
Lantai 2	1649,32	1374,43
Lantai 3	2034,06	1695,05
Lantai 4	1917,54	1597,95
Penutup Atap	1743,31	1452,76

Sumber: Hasil Perhitungan

3.5 Analisa Beban Gempa

→ Parameter Percepatan Terpetakan

Diambil pada website <http://puskim.pu.go.id>

$$S_s = 0,697 \text{ g}$$

$$S_1 = 0,297 \text{ g}$$

→ Koefisien Situs

SNI 1726:2019 Pasal 6.2

$$S_{MS} = 0,910 \text{ g}$$

$$S_{M1} = 0,832 \text{ g}$$

→ Parameter Percepatan Spektral

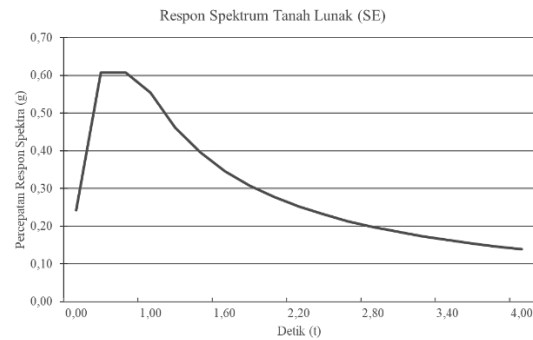
SNI 1726:2019 Pasal 6.3

$$S_{DS} = 0,607 \text{ g}$$

$$S_{D1} = 0,554 \text{ g}$$

→ Kategori Desain Seismik

$$0,50 \leq S_{DS} \text{ kategori desain seismic D}$$



3.6 Balok Induk

Perhitungan momen balok induk menggunakan bantuan aplikasi ETABS 2022 dengan memasukkan data sebagai berikut:

Balok *defaults ETABS*; Beban mati = 935 kg/m

Kolom *defaults ETABS*; Beban hidup = 1120 kg/m

Didapatkan hasil untuk balok sebagai berikut:

$$M3/Mu = 26541,03 \text{ kgm}$$

$$V3/Vu = 25189,78 \text{ kg}$$

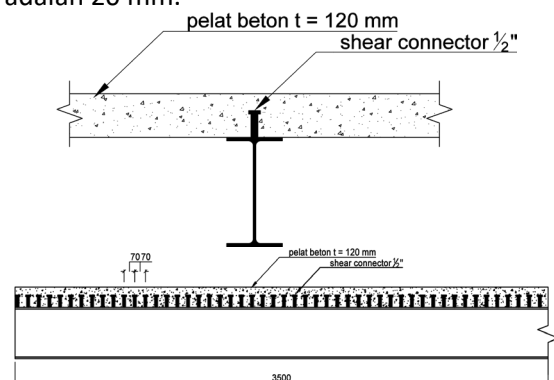
Mencari nilai Wx untuk penentuan profil

$$M_u = W_x \times f_y$$

$$W_x = \frac{M_u}{f_y} = \frac{1175495}{3700} = 317,70 \text{ cm}^3$$

Rencana profil WF 400.200.8.13 dengan $S_x = 1185 \text{ cm}^3 > W_x = 317,70 \text{ cm}^3$

Jumlah stud minimal 50 buah untuk ½ bentang balok atau sebanyak 100 buah untuk satu bentang penuh dengan jarak antar stud adalah 20 mm.



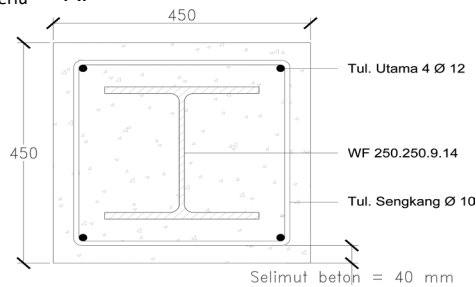
Gambar 5. Detail Shear Connector Balok Induk

Sumber: Hasil Perhitungan

3.7 Kolom

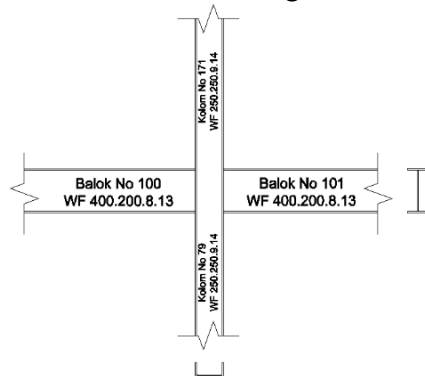
Berdasarkan hasil analisa Etabs diperoleh rekapitulasi beban terbesar pada kolom sebagai berikut:

$\mu_u = 18789,09$ kgm
 $V_u = 7146,16$ kg
 $P = 309594,08$ kg
 BJ 37, $f_y = 370$ MPa (SNI 1729-2002)
 Rencana profil WF 250.250.9.14
 Rencana tulangan utama/longitudinal 4 Ø 12
 Jarak tulangan = 32,00 cm
 $A_r = 1,130$ cm²
 $A_{r\text{perlu}} = 0,576$ cm²
 $A_{r\text{perlu}} < A_r$



Gambar 6. Penampang Kolom Komposit
 Sumber: Hasil Perhitungan
 Sumber: Hasil Analisa

3.8 Perencanaan Sambungan



Gambar 7. Rencana Sambungan balok induk dengan kolom
 Sumber: Hasil Analisa

Tabel 4 Statika Pembebanan

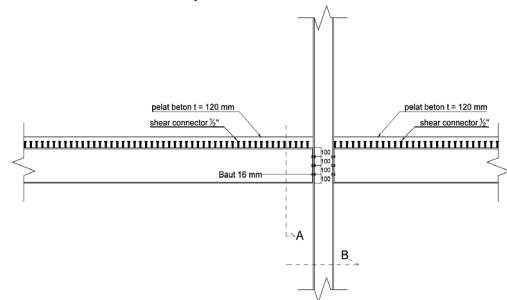
	Balok 100	Balok 101
μ_u (kgm)	14771,57	4805,77
V_u (kg)	21782,69	12427,16
P_u (kg)	615,14	557,41
	Kolom 79	Kolom 171
μ_u (kgm)	9529,28	13286,03
V_u (kg)	3258,46	4314,25
P_u (kg)	8,95	616,92

Sumber: Hasil ETABS

Sambungan balok induk dengan kolom:

- Sambungan Baut diameter 16 mm

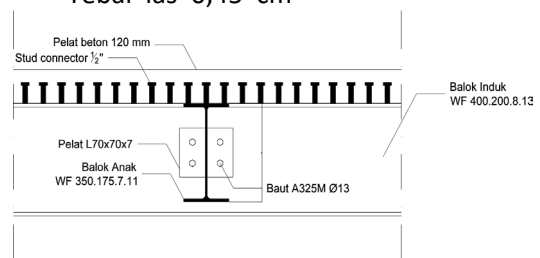
- Tebal plat sambungan 25 mm
- Jarak antar baut 100 mm
- Jumlah baut 6 buah
- Tebal las 1,35



Gambar 8. Detail Sambungan balok induk dengan kolom
 Sumber: Hasil Analisa

Sambungan Balok anak dengan balok induk:

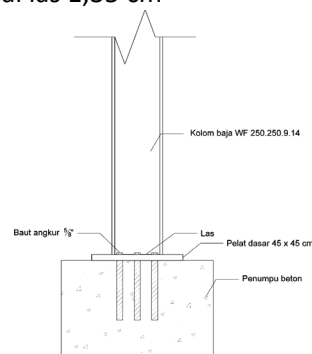
- Sambungan baut diameter 13 mm
- Pelat siku L 70.70.7
- Jarak antar baut 75 mm
- Tebal las 0,45 cm



Gambar 9. Detail Sambungan balok induk dengan balok anak
 Sumber: Hasil Analisa

Sambungan kolom dengan pelat dasar

- Dimensi pelat dasar 55 x 55 cm
- Tebal pelat dasar 3 cm
- Diameter angkur 15.88 mm
- Jumlah baut 8 buah
- Tebal las 1,35 cm



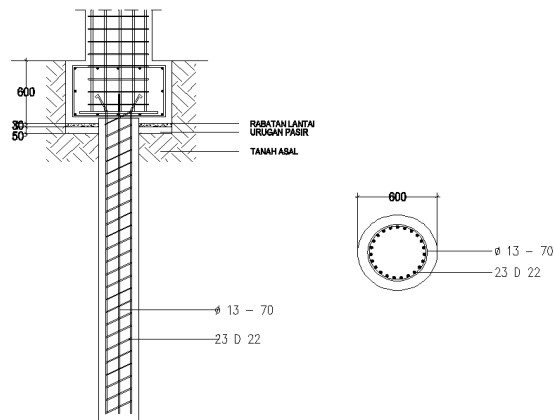
Gambar 10. Detail Sambungan kolom dengan pelat dasar
 Sumber : Hasil Analisa

3.9 Perencanaan Pondasi

Diameter Borepile = 60 cm

Kedalaman borepile = 20 m

Dimensi poer = 3,30 x 1,50 m



Gambar 11. Detail pondasi
Sumber : Hasil Analisa

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

1. Pelat lantai komposit pada lantai tipikal (lantai 2–4) direncanakan dengan tebal 120 mm menggunakan tulangan $\varnothing 10-100$, sedangkan untuk pelat atap digunakan tebal 100 mm dengan tulangan $\varnothing 10-100$. Dimensi dan tulangan tersebut telah memenuhi syarat keamanan dan efisiensi sesuai standar perencanaan struktur.
2. Komponen balok yang digunakan adalah:
 - Balok induk : WF 400.200.8.13
 - Balok anak : WF 350.175.7.11 dan WF 400.200.8.13
3. Pemilihan profil ini mampu memikul beban secara efektif sesuai ketentuan perencanaan struktur.
4. Struktur kolom menggunakan profil baja WF 250.250.9.14 yang direncanakan dapat menahan gaya tekan dan momen yang bekerja dengan aman sesuai standar perencanaan. Profil ini juga digunakan untuk menyalurkan beban struktur ke pondasi.
5. Struktur pondasi menggunakan pondasi bore pile berdiameter 60 cm dengan tebal 60 cm dan poer berukuran 3,30 m x 1,50 m. Jenis

pondasi ini dipilih berdasarkan klasifikasi tanah sedang pada lokasi pembangunan sehingga mampu menyalurkan beban struktur ke tanah dasar secara aman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Renaldy dan A. Rachmawati, "STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA PADA BANGUNAN GEDUNG LAB TERPADU UNIVERSITAS ISLAM MALANG".
- [2] T. A. Winata dan B. Suprpto, "STUDI ALTERNATIF GEDUNG FISIP UNIVERSITAS ISLAM MALANG DENGAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)".
- [3] "STRUKTUR KOMPOSIT PADA RUMAH SAKIT HERMINA."
- [4] "STRUKTUR KOMPOSIT RS MUHAMMADIYAH GRESIK."
- [5] "STUDI PERENCANAAN APARTEMEN TAMAN MELATI SRPMK."
- [6] R. D. Brata dan A. Rokhmawati, "STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN TOWER 3 APARTEMEN NAYUMI SAMTOWER MALANG DENGAN SISTEM STRUKTUR PRECAST".