

STUDI PERENCANAAN STRUKTUR BAJA PADA BANGUNAN GEDUNG KAMPUS STKIP AL HIKMAH SURABAYA

Muhammad Zainur Rozikin¹⁾, Warsito²⁾, Bambang Suprpto³⁾

- 1) Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email : muhzai0@gmail.com
- 2) Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email : warsito@unisma.ac.id
- 3) Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email :
Bambang.Suprpto@unisma.ac.id

ABSTRAK

Proyek pembangunan gedung kampus STKIP Al Hikmah Surabaya yang terletak di kompleks sekolah Al Hikmah Surabaya ini difungsikan sebagai gedung perkuliahan. Semakin berkembangnya zaman, proyek pembangunan struktur juga mengikuti perkembangan salah satunya dengan menggunakan struktur baja. Baja sebagai konstruksi memiliki kekuatan yang lebih tinggi, juga lebih mudah dalam pelaksanaannya dan penyambungan antar elemen. Gedung kampus STKIP Al Hikmah ini memiliki ukuran tinggi delapan lantai dengan panjang bangunan 40,1 m, lebar bangunan 21 m dan tinggi bangunan 29 m. Secara umum, tugas akhir ini adalah merencanakan ulang dengan rangka baja dalam perencanaan strukturnya. Dalam perencanaan ulang struktur ini mengacu pada Standar perencanaan yang digunakan yaitu SNI 1729:2015, SNI 1727:2013, SNI 2847:2013, SK SNI 03-1726-2002 dan SKBI-1.3.53.1987. Perhitungan studi perencanaan struktur baja pada gedung kampus STKIP Al Hikmah ini menggunakan metode pemodelan 2D pada STAAD PRO V8i serta merencanakan sambungan pada bangunan strukturalnya, dan menghasilkan tebal pelat 120 mm dengan tulangan menggunakan tulangan weremesh M9 – 150 ; balok anak menggunakan profil WF 450.200.9.14, WF 400.200.8.13, WF 350.175.7.11, WF 300.150.7.9 ; balok induk menggunakan profil WF 500.200.10.16, WF 300.150.7.9 ; kolom menggunakan profil WF 600.200.12.20. Perencanaan pondasi menggunakan pondasi tiang pancang kedalaman 39 m, dengan daya dukung tiang berdasarkan SPT adalah 88,757 ton.

Kata Kunci: Struktur Baja, Studi Perencanaan, Gedung Kampus

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kota Surabaya adalah salah satu kota terbesar di Indonesia. Selain sebagai ibukota Jawa Timur, kotaini juga menjadi pusat perkembangan politik, ekonomi, budaya, pendidikan dan juga industri. Sebagai pusat perkembangan pendidikan, kota Surabaya juga memiliki sejumlah perguruan tinggi baik negeri maupun swasta yang ternama.

Sebagai salah satu perguruan tinggi swasta di Indonesia, STKIP Al Hikmah Surabaya semakin berkembang dari hari kehari. Mulai dari sumber daya manusianya yaitu dosen pengajar, mahasiswa, dan karyawan, hingga perbaikan lingkungan di sekitar area kampus tersebut. Namun, dalam proses menuju perbaikan tersebut tidak jarang dihadapang berbagai kendala.

Salah satu kendala yang dihadapi adalah terjadinya ketidakseimbangan antara jumlah mahasiswa dengan jumlah ruang kelas yang tersedia. Meningkatnya kebutuhan ruang kelas, tidak diimbangi dengan adanya jumlah mahasiswa yang juga meningkat tiap tahunnya, terutama setelah penerimaan mahasiswa baru di STKIP Al Hikmah Surabaya. Jumlah mahasiswa yang meningkat tentunya mempengaruhi kegiatan belajar –

mengajar, salah satu cara untuk menuntaskan permasalahan tersebut adalah dengan menyediakan ruang kelas tambahan bagi mahasiswa. Itulah yang mendasari pembangunan gedung kampus ini.

Rumusan Masalah

1. Berdasarkan identifikasi masalah yang ada, maka dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :
2. Berapa dimensi plat komposit ?
3. Berapa dimensi profil balok baja yang dipakai sehingga mampu bekerja secara efektif ?
4. Berapa dimensi profil kolom baja agar mampu menahan beban aksial, beban kombinasi, dan lentur yang bekerja ?
5. Berapa dimensi pondasi serta jenis pondasi yang digunakan agar mampu menahan beban yang bekerja ?

Tujuan & Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dan manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Tujuan
 - a. Untuk memperoleh dimensi plat komposit yang digunakan
 - b. Memperoleh dimensi profil balok baja yang bekerja secara efektif
 - c. Memperoleh dimensi profil kolom baja yang mampu menahan beban aksial, beban kombinasi, dan lentur yang bekerja
 - d. Memperoleh dimensi pondasi dan jenis pondasinya
2. Manfaat
 - a. Mahasiswa menerapkan ilmu perencanaan struktur gedung yang diperoleh di dalam proses perkuliahan
 - b. Diharapkan dapat memberikan manfaat dan informasi secara lebih detail dalam tata cara perencanaan struktur baja

TINJAUAN PUSTAKA

Struktur Baja

1. Landasan teori

Baja struktur adalah suatu jenis baja yang berdasarkan pertimbangan ekonomi, kekuatan sifatnya, cocok untuk pemikul beban. Beberapa keuntungan yang diperoleh dari baja sebagai bahan struktur yaitu baja mempunyai kekakuan cukup tinggi serta merata, kekakuan baja terhadap tarik ataupun tekan tidak banyak berbeda dan bervariasi dari 300 Mpa sampai 2000 MPa. Sifat-sifat mekanisme baja struktural untuk perencanaan ditetapkan sebagai berikut :

- Modulus elastisitas : $E = 200.000 \text{ Mpa}$
- Modulus geser : $G = 80.000 \text{ Mpa}$
- Nisbah poisson : $\mu = 0,3$

Koefisien pemuaian : $\alpha = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ ($1 \text{ Mpa} = 10 \text{ kg/cm}^2$)

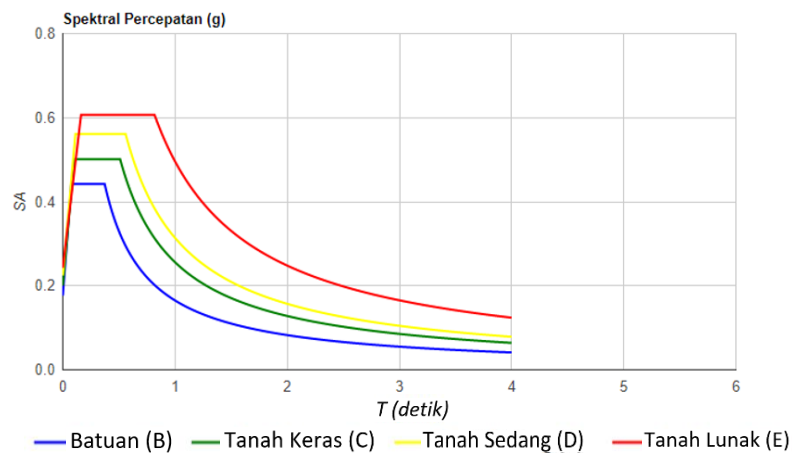
Desain dan komponen struktur dan sambungan harus konsisten dengan perilaku dimaksud dari system portal dan asumsi yang dibuat. Kecuali dibatasi oleh peraturan bangunan gedung yang berlaku, ketahanan terhadap beban lateral dan stabilitas bisa menggunakan setiap kombinasi komponen struktur dan sambungan.

2. Beban dan kombinasi

Beban dan kombinasi beban yang ditetapkan berdasarkan SNI 1727:2013 Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain, serta SNI 1726:2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non dan struktur lainnya yang dibagi menjadi beberapa aspek antara lain :

- Beban mati (D)
- Beban Hidup
- Beban Angin (W)
- Beban Gempa (E)

Nilai spektrum respon desain juga dapat diketahui dengan menggunakan aplikasi desain spektra indonesia yang diakses melalui internet dengan membuka website Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman – Kementrian Pekerjaan Umum.



Gambar 1 Spektrum respon desain wilayah Surabaya
(Sumber : puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011)

e. Beban Kombinasi

Menurut SNI: 2012 struktur bangunan gedung dan gedung dirancang menggunakan pembebanan untuk metode tegangan ijin. Komponen elemen struktur dan elemen-elemen fondasi berdasarkan metode tegangan ijin:

- D
- D + L
- D + (Lr atau R)
- D + 0,75L + 0,75(Lr atau R)
- D + (0,6W atau 0,7E)
- D + 0,75(0,6W atau 0,7E) + 0,75L + 0,75(Lr atau R)
- 0,6D + 0,6W
- 0,6D + 0,7E

METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian proyek ini terletak di kompleks sekolah Al Hikmah Surabaya Jl. Kebonsari elveka V, Surabaya.

2. Pengumpulan data

Nama proyek : Pembangunan Gedung Kampus STKIP Al Hikmah Surabaya

Fungsi bangunan : Gedung perkuliahan

Jumlah lantai : Delapan lantai + atap
 Ukuran bangunan : - Panjang = 40,1 m
 - Lebar = 21 m
 - Tinggi = 29 m
 Zona gempa : Wilayah zona gempa 2

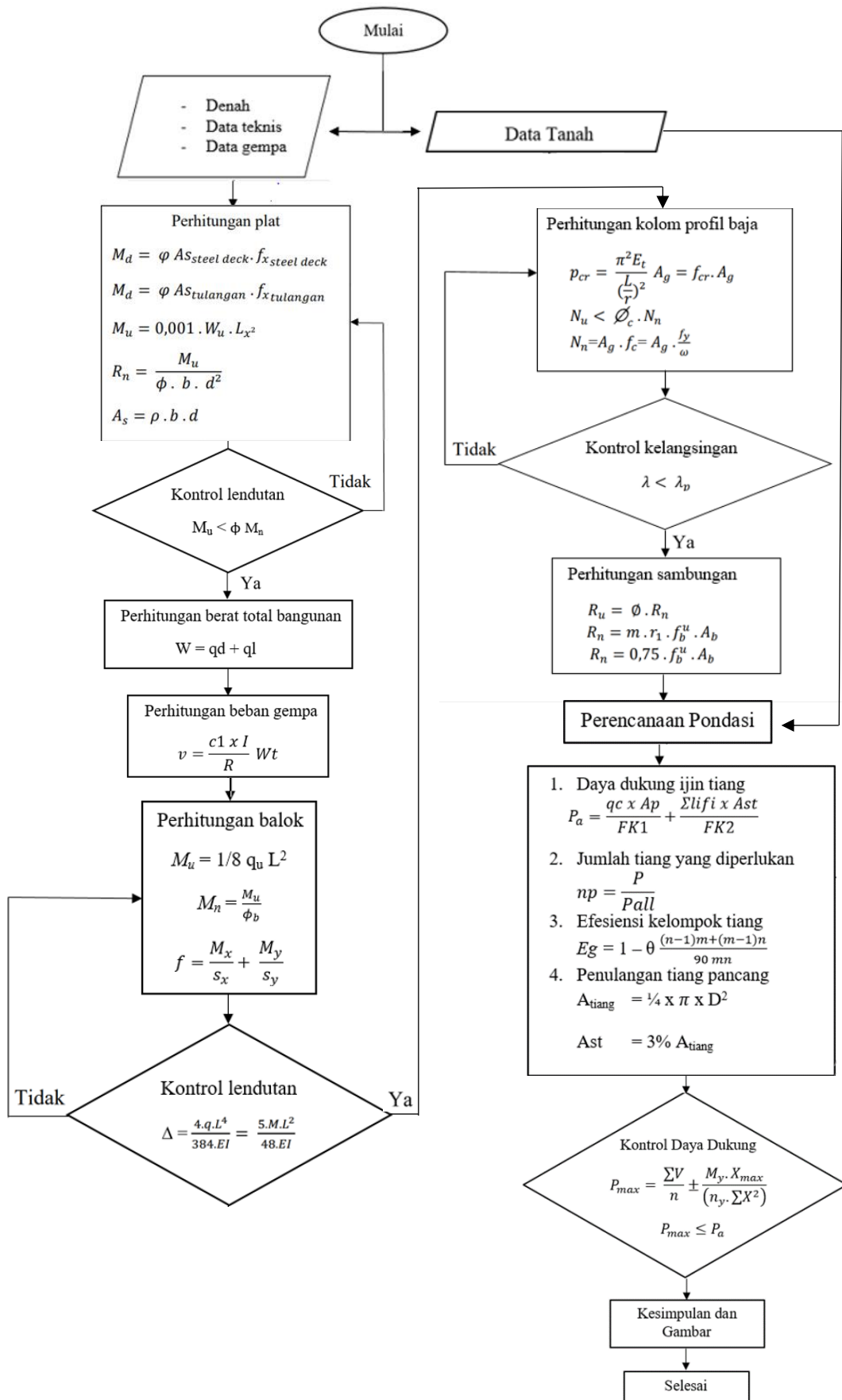
3. Spesifikasi dan data struktur

- a. Gedung terdiri dari 8 lantai dengan atap dan fungsi gedung sebagai gedung kampus dengan beban hidup 250 kg/m² (PPIU 1983)
- b. Lantai gedung bahan beton bertulang dengan $F_c = 30$ Mpa dan $F_y = 240$ Mpa
- c. Struktur utama (balok dan kolom) menggunakan bahan baja

4. Teknik pengolahan data

- a. Tahap persiapan. Persiapan dilakukan untuk mencari data dan informasi yang mendukung perancangan struktur
- b. Pemodelan geometri struktur portal
- c. Perencanaan plat atap dan plat lantai dari beton bertulang, selanjutnya hasil perencanaan dianalisa terhadap beban yang bekerja untuk mengetahui apakah struktur aman atau tidak berdasar kinerja batas layan
- d. Analisis struktur terhadap model struktur dengan bantuan SAP 2000 untuk mengetahui besarnya nilai joint displacement, momen gaya geser, dan gaya tekan atau gaya tarik pada struktur portal terhadap beban beban yang bekerja (beban luar dan beban gravitasi)
- e. Pemilihan profil baja untuk elemen utama struktur (balok, balok anak dan kolom)
- f. Kontrol profil baja terhadap momen, gaya geser, dan gaya tekan atau gaya tarik yang diperoleh dari hasil pemodelan struktur dengan bantuan program computer STAADPRO
- g. Tahap pengambilan kesimpulan. Pada tahap ini, dengan berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dibuat suatu kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian.

Diagram Alir Penelitian



PEMBAHASAN

Data Perencanaan

- a. Jenis bangunan : Gedung kampus
- b. Lokasi bangunan : Jl. Kebonsari elveka V, Surabaya
- c. Jumlah lantai : 8 lantai + atap
- d. Jenis konstruksi : Struktur baja
- e. Luas bangunan : $\pm 840 \text{ m}^2$
- f. Zona gempa : wilayah gempa 2

Plat Lantai

Tulangan konvensional = $\emptyset 10 - 120$

Mutu tulangan besi polos (f_y) = 2400 kg/cm^2

Mutu tulangan besi wire mesh (f_{yw}) = 5000 kg/cm^2

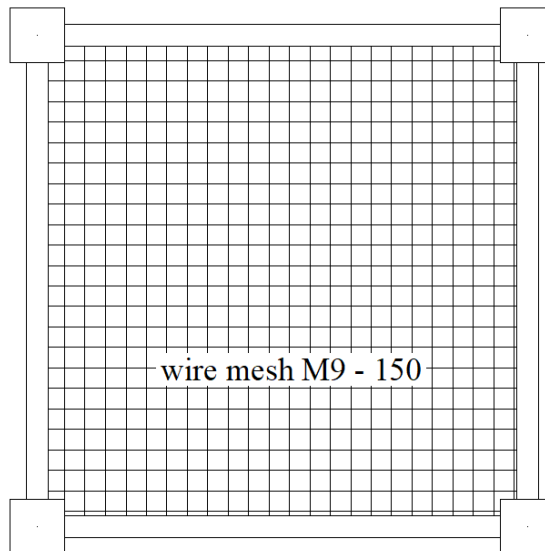
Luas tulangan konvensional = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times 1000/s$
= $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 102 \times 1000/120$
= $654,17 \text{ mm}^2$

Luas tulangan wire mesh = $A_s \times f_y/f_{yw}$
= $654,17 \times 2400/5000$
= 314 mm^2

Dicoba tulangan = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times 1000/s$

wire mesh M9 – 150 = $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 92 \times 1000/150$
= $423,9 \text{ mm}^2$

As wire mesh > As tul konvensional = $423,5 \text{ mm}^2 > 314 \text{ mm}^2$



Gambar 2 Pelat lantai dasar sampai lantai 8

Balok Anak

Pemilihan Profil BJ 37 , $f_y = 370 \text{ Mpa}$ (SNI 03-1729-2002, hal 11)

Dicoba dengan profil WF 450.200.9.14

(Tabel Profil Konstruksi Baja, hal 20)

Dengan data penampang sebagai berikut:

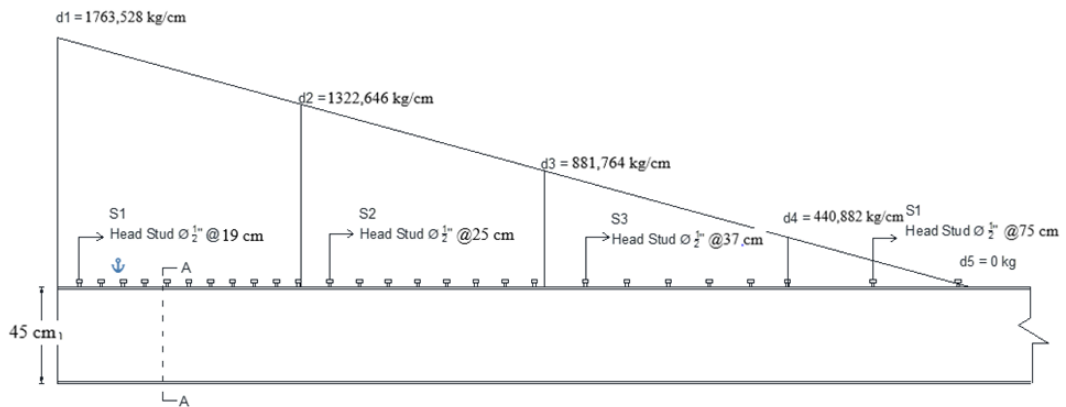
$W = 76 \text{ kg/m}$ $h = 450 \text{ mm}$
 $b = 200 \text{ mm}$ $t_f = 14 \text{ mm}$
 $t_w = 9 \text{ mm}$ $r = 18 \text{ mm}$
 $A = 96,8 \text{ cm}^2$ $I_x = 33500 \text{ cm}^4$
 $Z_x = 1490 \text{ cm}^3$ Dengan tebal pelat (t_s) = $120 \text{ mm} = 12 \text{ cm}$

Daya dukung shear connector

$q_1 = (d_1 \cdot S) / I_{tr} = (13807,86 \times 26372,343) / 109371,64 = 1763,528 \text{ kg/cm}$
 $q_2 = (d_2 \cdot S) / I_{tr} = (10355,89 \times 26372,343) / 109371,64 = 1322,646 \text{ kg/cm}$
 $q_3 = (d_3 \cdot S) / I_{tr} = (6903,93 \times 26372,343) / 109371,64 = 881,764 \text{ kg/cm}$
 $q_4 = (d_4 \cdot S) / I_{tr} = (3451,96 \times 26372,343) / 109371,64 = 440,882 \text{ kg/cm}$

jarak antar shear connector

$s_1 = Q_n / q_1 = (26372,343) / (1414,053) = 18,65 \text{ cm} \approx 19 \text{ cm}$
 $s_2 = Q_n / q_2 = (26372,343) / 1060,540 = 24,87 \text{ cm} \approx 25 \text{ cm}$
 $s_3 = Q_n / q_3 = (26372,343) / 707,026 = 37,30 \text{ cm} \approx 37 \text{ cm}$
 $s_4 = Q_n / q_4 = (26372,343) / 353,513 = 74,60 \text{ cm} \approx 75 \text{ cm}$



Gambar 3 Detail profil dan shear connector

Analisa beban bangunan

Berat total bangunan

Tabel 1 Berat total bangunan

Lantai	Beban Mati (kg)	Beban Hidup (kg)	Berat Total (kg)
Atap	80889.70	28788.48	109678.18
7	103125.70	28788.48	131914.18
6	103125.70	28788.48	131914.18
5	103125.70	28788.48	131914.18
4	103125.70	28788.48	131914.18
3	103125.70	28788.48	131914.18
2	107802.70	28788.48	136591.18
Jumlah			905840.26

(sumber : hasil perhitungan)

Tabel 2 Berat tingkat

Lantai	Tinggi (m)	Berat Tingkat (kg)	$W_x \cdot h_x$ (kgm)
Atap	29.00	109678.18	3180667.22
7	25.00	131914.18	3297854.50
6	21.00	131914.18	2770197.78
5	17.00	131914.18	2242541.06
4	13.00	131914.18	1714884.34
3	9.00	131914.18	1187227.62
2	5.00	136591.18	682955.90
Σ		905840.26	15076328.42

(sumber : hasil perhitungan)

Tabel 3 Distribusi vertikal gaya gempa dan arah pembebanan

No	Lantai	Tinggi (hi)	H_i^k (m)	(Wi)	$W_i \cdot H_i^k$ (m)	C_{vx}	f_x
1	atap	29	56.8693	109678.18	6237317.227	0.22924	20245.9
2	Lantai 7	25	47.5913	131914.18	6277973.708	0.23073	20377.9
3	Lantai 6	21	38.6067	131914.18	5092776.718	0.18717	16530.8
4	Lantai 5	17	29.9598	131914.18	3952120.592	0.14525	12828.3
5	Lantai 4	13	21.7136	131914.18	2864332.989	0.10527	9297.45
6	Lantai 3	9	13.9666	131914.18	1842393.927	0.06771	5980.3
7	Lantai 2	5	6.89865	136591.18	942294.5127	0.03463	3058.63
	Σ			919814.46	27517495.08		89681.9

(sumber : hasil perhitungan)

Balok Induk

Berdasarkan hasil analisa 2D STAADPro pada Beam No. 30, diperoleh data sebagai berikut:

M_z / M_u : 47095,75 kgm

Pemilihan Profil

BJ 37, $f_y = 370$ Mpa (SNI 03-1729-2002, hal 11)

Dicoba dengan profil WF 500.200.10.16

(Tabel Profil Konstruksi Baja, hal 20)

Dengan data penampang sebagai berikut:

W = 89,6 kg/m h = 500 mm

b = 200 mm t_f = 16 mm

t_w = 10 mm r = 20 mm

A = 114,2 cm² I_x = 47800 cm⁴

Z_x = 1910 cm³ Dengan tebal pelat (t_s) = 120 mm = 12 cm

Kolom

Ditinjau pada kolom lantai satu, yaitu berdasarkan hasil analisa STAADPro pada Beam No. 36, diperoleh nilai maksimum sebagai berikut:

M_z / M_u = 91404,4 kgm

$N_u = F_x$ = 140702,9 kg

F_y (Shear Along) / V_u = 30854,939 kg

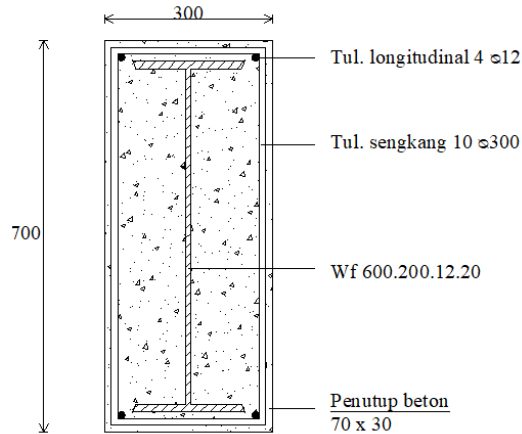
Pemilihan profil

BJ 37, $f_y = 370 \text{ mPa}$ (SNI 03-1729-2002, hal: 11)

Dipakai profil WF 600.200.12.20 (Tabel Profil Konstruksi Baja, hal: 21)

Dengan data penampang sebagai berikut:

$W = 151 \text{ kg/m}$ $h = 600 \text{ mm}$ $b = 200 \text{ mm}$
 $t_f = 20 \text{ mm}$ $t_w = 12 \text{ mm}$ $r = 28 \text{ mm}$
 $A = 192,5 \text{ cm}^2$ $I_x = 118000 \text{ cm}^4$ $Z_x = 4020 \text{ cm}^3$



Gambar 4 Penampang kolom

Perhitungan sambungan

Dari hasil perhitungan analisa STAADPro diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4 Statika pembebanan pada node 22

	Balok 61	Balok 16	Kolom 36	Kolom 76
$M_u (kgm)$	2053,368	11551,959	91404,04	8323,936
$N_u = F_x (kg)$	2558,772	481,233	140702,9	135985,97
$V_u = F_y (kg)$	10030,371	10780,273	30854,939	39741,258

(sumber : hasil perhitungan)

Perhitungan Sambungan Balok dengan Kolom

Untuk menghitung kebutuhan jumlah baut yang dibutuhkan dipakai nilai kuat baut nominal yang terkecil yaitu $V_d = 7029 \text{ kg/baut}$

Gaya tarik dan tekan akibat momen

$$C = T = M_{u16} / (0,95 \cdot d_{61}) = 11551,959 / (0,95 \cdot 0,5) = 40533,189 \text{ kg}$$

Jumlah baut yang dibutuhkan

$$n = T / V_d = (40533,189) / 7029 = 5,77 \approx 6 \text{ baut}$$

Jarak baut

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak dari tepi} &: 1,5 \cdot d_b & \leq s \leq & 3 \cdot d_b \\
 &: 1,5 \cdot 1,9 & \leq s \leq & 3 \cdot 1,9 \\
 &: 2,85 & \leq s \leq & 5,7
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar baut: } 2,5 \cdot db &\leq s \leq 7 \cdot db \\ &: 2,5 \cdot 1,9 &\leq s \leq 7 \cdot 1,9 \\ &: 4,75 &\leq s \leq 13,3 \end{aligned}$$

Sambungan pelat ujung dengan kolom diperhitungkan sama dengan perhitungan sambungan pelat ujung dengan balok. Panjang las yang dibutuhkan $L_w = 73$ cm dengan tebal las $t_e = 1,35$ cm

Perhitungan Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk

Jumlah baut yang dibutuhkan $n = V_u/V_d = 8325,27/7029 = 1,1844 \approx 2$ baut

Pondasi

Data klasifikasi pondasi tiang pancang yang digunakan sebagai berikut:

Diameter tiang pancang	= 40 cm	= 0,40 m
Panjang tiang pancang	= 3900 cm	= 39 m
Mutu baja f_y	= 390 mPa	= 3900 kg/cm ²
Mutu beton f_c	= 35 mPa	= 350 kg/cm ²

Daya dukung berdasarkan kekuatan bahan = 439,6 ton, sedangkan daya dukung terhadap kekuatan tanah pada kedalaman 39 meter = 88,757 ton. Jadi daya dukung yang menentukan berdasarkan kekuatan tanah.

Dari perhitungan staadpro diperoleh gaya yang terjadi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} P_u &= 140702,9 \text{ kg} &= 140,7029 \text{ ton} \\ M_u &= 91404,04 \text{ kgm} &= 91,40404 \text{ tonm} \end{aligned}$$

Kebutuhan tiang (n)

$$\begin{aligned} n &= P_u/P_{\text{tiang}} \\ &= (140,7029)/88,757 = 1,58 \text{ Direncanakan tiang pancang 4 tiang} \end{aligned}$$

Dimensi penampang poer pondasi yaitu:

$$\begin{aligned} p &= 2400 \text{ mm} &= 2,4 \text{ m} \\ l &= 2400 \text{ mm} &= 2,4 \text{ m} \\ t &= 500 \text{ mm} &= 0,5 \text{ m} \end{aligned}$$

PENUTUP

Kesimpulan

1. Dimensi plat adalah 12 cm dengan menggunakan plat bondek dan tulangan wire mesh M9 – 150
2. Dimensi profil balok baja yang digunakan :
 - a. Balok induk WF 500.200.10.16
 - b. Balok anak WF 450.200.9.14
3. Dimensi kolom baja yang digunakan adalah kolom WF 600.200.12.20
4. Dimensi pondasi yang digunakan :
 - a. Poer pondasi dengan ukuran 2,4 m x 2,4 m
 - b. Jenis pondasi memakai tiang pancang Ø40 sebanyak 4 tiang dengan kedalaman 39 m

Saran

1. Analisa perhitungan struktur dapat menggunakan analisa 3 dimensi

2. Aplikasi yang digunakan dalam perencanaan portal dapat menggunakan aplikasi SAP 2000
3. Perencanaan pondasi dapat menggunakan jenis pondasi sumuran dengan mempertimbangkan kondisi tanah

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983*. Badan Standarisasi Nasional.

Anonim. 2012. *SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Perencanaan Ulang Struktur Baja Menggunakan Spesifikasi Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 03-1729-2002)*. Jakarta.

Puskim, 2018. *Desain Spektra Indonesia*.
(<http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desainpektraIndonesia2011/>)

SNI 1727:2013. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Struktur lain SNI 1727:2013*.