

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR BAJA PADA BANGUNAN GEDUNG LAB TERPADU UNIVERSITAS ISLAM MALANG

Febri Renaldy¹⁾, Warsito²⁾, Azizah Rachmawati³⁾

- 1) Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email : febrirenaldyofficial@gmail.com
- 2) Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email : warsito@unisma.ac.id
- 3) Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email : azizah.rachmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Struktur baja adalah bahan struktur modern yang biasa digunakan untuk kebutuhan membangun gedung dan jembatan. Seiring berkembangnya perubahan zaman dengan pertumbuhan sumber daya manusia terutama bertambahnya mahasiswa yang terus meningkat oleh karena itu Universitas Islam Malang membangun Lab Terpadu. Konstruksi baja digunakan karena pemasangan yang mudah dan memiliki kekuatan yang tinggi. Gedung Lab Terpadu ini memiliki ukuran tinggi lima lantai dengan panjang 40 meter, lebar 16 meter dan tinggi 20,6 meter. Pada tugas akhir ini dilakukan perencanaan ulang menggunakan struktur rangka baja. Merencanakan ulang struktur baja ini menggunakan acuan Standart perencanaan yaitu SNI 1726:2012, SNI 1727:2013, SNI 2847:2013, SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1729-2002. Analisa perhitungan struktur rangka baja Lab Terpadu menggunakan pemodelan portal 2D dengan aplikasi STAAD Pro V8i serta merencanakan sambungan disetiap elemen baja, dan dihasil tebal pelat 12,5 cm dengan menggunakan tulangan pokok $\varnothing 10-125$ dan tulangan sengkang $\varnothing 10-200$; beban gempa dihasilkan 3875,83 kg, 7038,61 kg, 10355,5 kg, 13610,9 kg, 14821,2 kg ; balok anak menggunakan profil WF 350.175.7.11, WF 250.125.6.9, WF 200.100.5.5.8 ; balok induk menggunakan profil WF 900.300.16.28 ; kolom menggunakan profil WF 900.300.16.23. Digunakan pondasi tiang pancang berdasarkan perencanaan dengan kedalaman mencapai 12 meter, dengan SPT didasari daya dukung tiang adalah 110,319 ton.

Kata Kunci : *Studi Alternatif, Perencanaan, Struktur, Baja, Gedung*

ABSTRACT

Steel structures are modern structural materials that are commonly used to build buildings and Bridges. As the changing ages with the growth of human resources increased especially the growing number of students, therefore the Islamic University of Malang built an integrated Laboratory. Steel construction is used because of easy installation and high strength. The integrated Laboratory Building of the Islamic University of Malang has a five floors, 40 meters of the length, 16 meters of the width and 20,6 meters of the height. In this final project a re-planning is carried out using a steel frame structure. Re-planning this steel structure using the reference Standart of planning SNI 1726:2012, SNI 1727:2013, SNI 2847:2013, SNI 03-1726:2002 and SNI 03-1729-2002. Analysis of steel frame structure from integrated Laboratory calculation using 2D portal modeling with STAAD Pro V8i application as well as planning the connection in each steel element, and in result a plate thickness of 12,5 centimeters using the principal reinforcement $\varnothing 10-125$ of principal reinforcement and $\varnothing 10-200$ of stirrup reinforcement ; earthquake load is 3875,83 kg, 7038,61 kg, 10355,5 kg, 13610,9 kg, 14821,2 kg ; joist uses 350.175.7.11 WF profile, 250.125.6.9 WF, 200.100.5.5.8 WF ; main beam uses 900.300.16.28 profile WF ; the column uses 900.300.16.28 profile WF. Pile foundation is used based on planning with a depth of up to 12 meters, with the SPT based on the carrying capacity of the pile is 110,319 tons.

Keywords : *Alternative studies, Planning, Structure, Steel, Building*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Struktur baja adalah bahan struktur modern yang biasa digunakan untuk kebutuhan membangun gedung dan jembatan. Seiring berkembangnya perubahan zaman dengan pertumbuhan sumber daya manusia terutama bertambahnya mahasiswa yang terus meningkat oleh karena itu Universitas Islam Malang membangun Lab Terpadu. Lab Terpadu Universitas Islam Malang merencanakan membangun total 5 lantai, dimana gedung tersebut digunakan untuk gedung kampus terkhususnya Laboratorium.

Pada pengerjaan tugas akhir ini merencanakan alternatif menggunakan struktur baja dengan tujuan memiliki kekuatan yang lebih tinggi serta proses pemasangannya yang lebih cepat. Karena keunggulannya tersebut sehingga menjadikan struktur baja yang paling umum dipakai.

TINJAUAN PUSTAKA

Struktur Baja

1. Landasan Teori

Baja adalah perpaduan logam dengan unsur besi dengan unsur dasar karbon sebagai unsur paduan utamanya. Unsur karbon pada baja memiliki kisaran 0.2% hingga 2.1% berat sesuai dengan grade-nya.

2. Beban dan Kombinasi

Pembebanan dan Kombinasi beban 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 :

- a. Beban mati (D)
- b. Beban Hidup (L)
- c. Beban Angin (W)
- d. Beban Gempa (E)
- e. Beban Kombinasi

METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Lab Terpadu Universitas Islam Malang terletak di Jln. MT Haryono, Kecamatan Lowokwaru, Kelurahan Dinoyo, Malang.

2. Pengumpulan data

Nama proyek : Pembangunan Gedung Lab Terpadu Universitas Islam Malang

Fungsi gedung : Gedung Laboratorium

Keseluruhan lantai : Lima lantai + atap

Ukuran gedung : - L = 40 meter

- b = 16 meter

- t = 20,6 meter

Zona gempa : Daerah zona gempa 3

3. Perincian dan data konstruksi

- a. Gedung terdiri dari 5 lantai dengan atap dan fungsi gedung sebagai gedung laboratorium dengan beban hidup 60 psf [SNI 1727:2013]
- 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

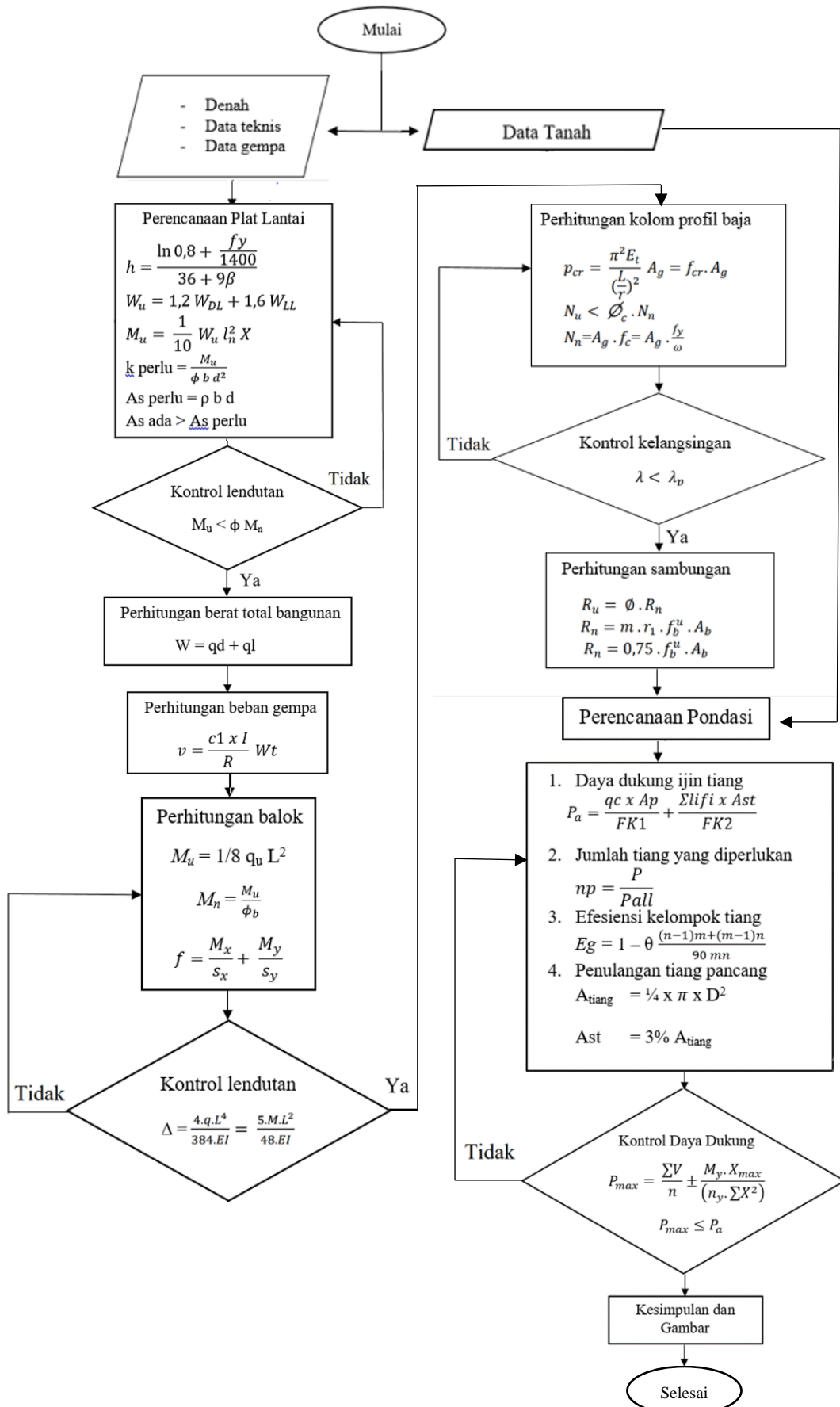
4. Teknik pengolahan data

- a. Mengumpulkan data-data yang telah ada.
- 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 aman.

- d. Analisis struktur terhadap model struktur dengan bantuan STAAD.Pro 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 komputer STAADPRO.
- g. Tahap menentukan kedalaman tanah keras untuk merencanakan dimensi poer dan diameter tiang pancang serta kebutuhan jumlah tiang pancang.
- h. 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. Fungsi gedung : Gedung Laboratorium
- b. Posisi gedung : Jl. MT Haryono, Kecamatan Lowokwaru, Malang.
- c. Jumlah lantai : 5 lantai + atap
- d. Jenis konstruksi : Struktur baja
- e. Luas gedung : $\pm 640 \text{ m}^2$
- f. Zona gempa : wilayah gempa 3

Pelat Lantai

Dengan $0,2 < \alpha m < 2,0$ ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari 12,5 cm [SNI 2847, 2013: 9.5.3.2]

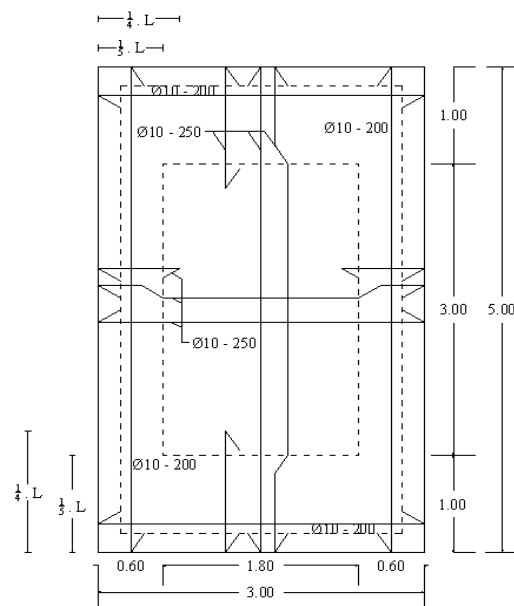
Maka, dipakai tebal pelat 125 mm = 12,5 cm

- Tulangan Pokok = $\emptyset 10 - 125$
- Tulangan Bagi = $\emptyset 10 - 200$
- Kekuatan tulangan besi polos (f_y) = 2400 kg/cm²

Tabel 1 Rekapitulasi Penulangan Pelat

Tulangan lap. arah x	$\emptyset 10 - 125$
Tulangan lap. arah y	$\emptyset 10 - 125$
Tulangan tump. arah x	$\emptyset 10 - 125$
Tulangan tump. arah y	$\emptyset 10 - 125$
Tulangan bagi	$\emptyset 10 - 200$

(Sumber: Hasil perhitungan)



Gambar 1 Detail Tulangan Pelat base floor sampai lantai 5

Balok Induk

Diperoleh data pada beam No.9 dari hasil analisa 2D menggunakan software STAADPro sebagai berikut :

Tabel 2 Rekapitulasi resume momen desain portal

Beam	Beban	Posisi	N (Fx)	D (Fy)	Moment (kgm)
9	Kombinasi 1	Lapangan	3138.7	10849.8	26270.551
	1,4 D	Tumpuan	3138.7	32549.5	60528.099
	Kombinasi 2	Lapangan	3801.82	14924.4	36005.928
	1,2 D + 1,6 L	Tumpuan	3801.82	44773.2	83389.266
	Kombinasi 3	Lapangan	1470.48	26778.8	3072.052
	1,2 D + 1L + 1 Ex + 0,3 Ey	Tumpuan	1470.48	52409.2	155303.74
	Kombinasi 4	Lapangan	2810.65	17004.3	22585.083
	1,2 D + 1L + 0,3 Ex + 1 Ey	Tumpuan	2810.65	42634.7	96692.741
	Kombinasi 5	Lapangan	103.209	20938.5	10987.549
	0,9D + 1Ex + 0,3Ey	Tumpuan	103.209	34888.2	122640.9
	Kombinasi 6	Lapangan	1443.38	11164	8525.482
	0,9D + 0,3Ex + 1Ey	Tumpuan	1443.38	25113.7	64029.919

(sumber : Analisa Perhitungan)

Menentukan profil

[Tabel Profil Konstruksi Baja, hal 21]

Dipakai profil 900 . 300 . 16 . 28 dengan kekuatan BJ 37, $f_y = 370$ Mpa

[SNI 03-1729-2002, hal 11]

[Tabel Profil Konstruksi Baja, hal 21]

- a. Kontrol stabilisas penampang profil

$$h_c = h - 2.t_f$$

$$h_c = 900 - 2 \times 28 = 844 \text{ mm}$$

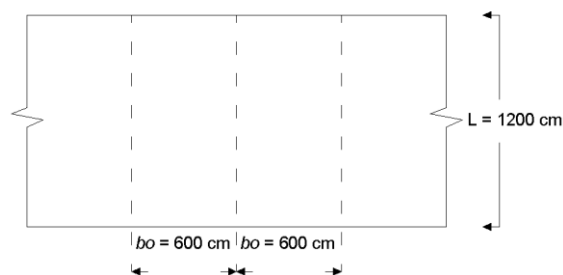
$$\frac{h_c}{t_w} = \frac{844}{16} = 52,75$$

$$\frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{370}} = 87,339$$

$$\frac{h_c}{t_w} \leq \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \longrightarrow \text{Penampang kompak}$$

- b. Menentukan lebar efektif balok

1. Balok Interior



Gambar 2 Penentuan Lebar Efektif

$$b_e = \frac{L}{4} = \frac{1200}{4} = 300 \text{ cm}$$

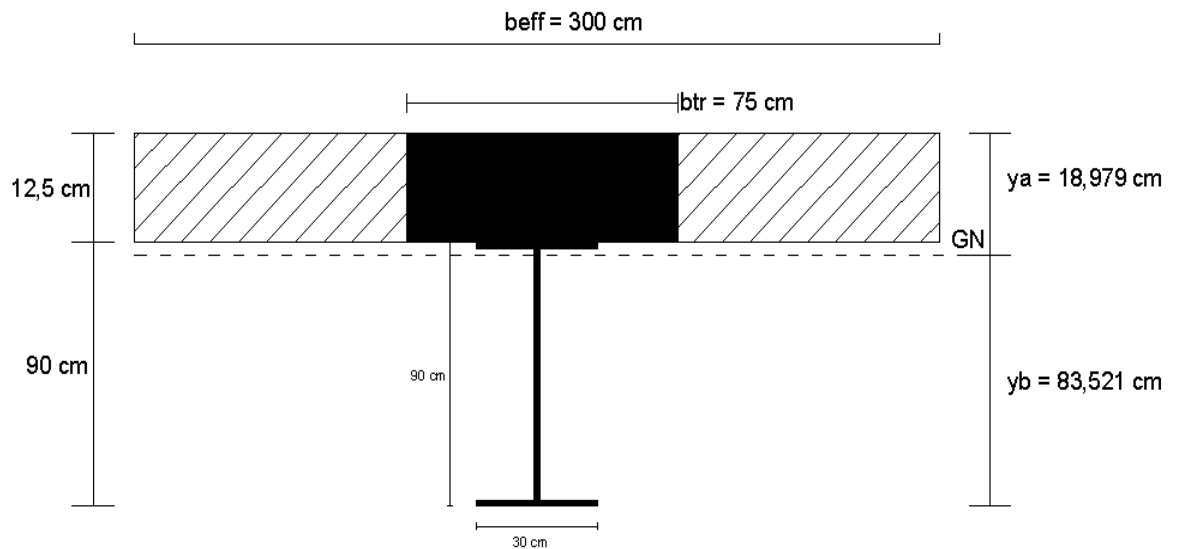
$$A_{\text{beton}} = 937,5 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{profil}} = 900.300.16.28 = 309,8 \text{ cm}^2$$

- Jarak garis netral dari tepi atas pelat beton

$$y_a = \frac{\sum A \cdot y}{\sum A} = \frac{23672,88}{1247,3} = 18,979 \text{ cm} = 189,79 \text{ mm}$$

$$y_b = h_{\text{beton}} + h_{\text{profil}} - y_a = 12,5 + 90 - 18,979 = 83,521 \text{ cm} = 835,21 \text{ mm}$$



Gambar 3 Jarak garis netral

2. Pemeriksaan terhadap terjadinya lendutan

Diket :

- Lendutan yang di izinkan

$$\Delta = \frac{L}{360} = \frac{1200}{360} = 3.33 \text{ cm}$$

- Lendutan yang terjadi

Berat Total beban mati bentang 12 meter Line E (Lantai 2)

$$\begin{aligned} \text{Beban mati Line E} &= \mathbf{50718.60 \text{ kg}} \text{ (Beban Terpusat)} \\ &= 50718,60 \text{ kg} / \text{Bentang Balok (L)} \\ &= 50718,60 \text{ kg} / 12 \text{ m} \\ &= \mathbf{4226,55 \text{ kg/m}} \text{ (Beban Merata)} \\ &= 4226,55 \text{ kg/m} \rightarrow \mathbf{42,2655 \text{ kg/cm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban hidup Line E} &= \mathbf{21092,04 \text{ kg}} \\ &= 21092,04 \text{ kg} / 12 \text{ m} \\ &= \mathbf{1757,67 \text{ kg/m}} \\ &= 1757,67 \text{ kg/m} \rightarrow \mathbf{17,5767 \text{ kg/cm}} \end{aligned}$$

$$L = 12 \text{ m} \rightarrow 1200 \text{ cm}$$

$$I_x \text{ WF } 900 \cdot 300 \cdot 16 \cdot 28 = 411000 \text{ cm}^4$$

➤ Lendutan total

$$\Delta = \Delta_{DL} + \Delta_{LL}$$

$$\Delta = 1,38 + 0,23 = 1,61 \text{ cm}$$

Lendutan yang terjadi < lendutan ijin

$$\Delta = 1,61 \text{ cm} < \Delta = 3,33 \text{ cm} \dots \text{OK}$$

Daya dukung *shear connector*

$$q_1 = \frac{d_1 \cdot S}{I_{tr}} = \frac{47304,79 \times 15598,451}{1034809,89} = 713,059 \text{ kg/cm}$$

$$q_2 = \frac{d_2 \cdot S}{I_{tr}} = \frac{35478,59 \times 15598,451}{1034809,89} = 534,794 \text{ kg/cm}$$

$$q_3 = \frac{d_3 \cdot S}{I_{tr}} = \frac{23652,39 \times 15598,451}{1034809,89} = 356,629 \text{ kg/cm}$$

$$q_4 = \frac{d_4 \cdot S}{I_{tr}} = \frac{11826,19 \times 15598,451}{1034809,89} = 178,264 \text{ kg/cm}$$

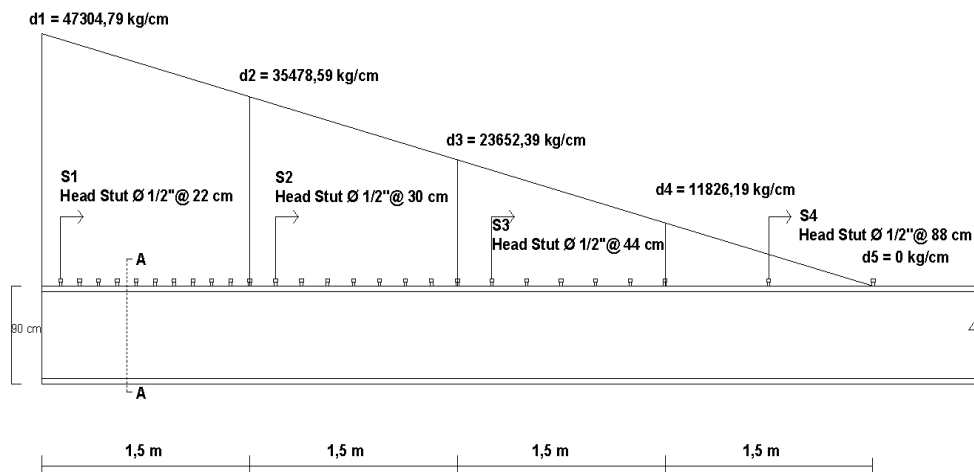
jarak antar *shear connector*

$$s_1 = \frac{Q_n}{q_1} = \frac{15598,451}{713,059} = 21,87 \text{ cm} \approx 22 \text{ cm}$$

$$s_2 = \frac{Q_n}{q_2} = \frac{15598,451}{534,794} = 29,17 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$$

$$s_3 = \frac{Q_n}{q_3} = \frac{15598,451}{356,529} = 43,75 \text{ cm} \approx 44 \text{ cm}$$

$$s_4 = \frac{Q_n}{q_4} = \frac{15598,451}{178,264} = 87,50 \text{ cm} \approx 88 \text{ cm}$$



Gambar 4 Detail Long Profil dan *shear connector*

Kolom

Diambil nilai terbesar dari kolom lantai satu pada Beam No. 41 berdasarkan hasil analisa STAADPro, sebagai berikut:

$$M_u / M_z = 111620,6 \text{ kgm}$$

$$F_x = N_u = 294014,53 \text{ kg}$$

$$F_y \text{ (Shear Along)} / V_u = 36072,968 \text{ kg}$$

Penentuan profil

BJ 37, $f_y = 370$ MPa [SNI 03-1729-2002, hal 11]

Digunakan profil WF 900.300.16.28 [Tabel Profil Konstruksi Baja, hal 20]

- a. Kuat rencana Kolom

$$P_n = N_n = 1690716,785 \text{ kg}$$

$$\phi P_n = 0,85 \times 1690716,785 = 1437109,267 \text{ kg}$$

- b. Kekuatan aksial Profil

$$\phi P_{ns} = 0,85 \cdot A_s \cdot f_y$$

$$= 0,85 \cdot 309,8 \cdot 3700$$

$$= 974321 \text{ kg}$$

- c. Beban tekan aksial pada beton yang harus ditransfer melalui tumpuan langsung pada sambungan:

$$\phi P_{nc} = \phi P_n - \phi P_{ns}$$

$$= 1437109,267 - 974321 = 462788,267 \text{ kg}$$

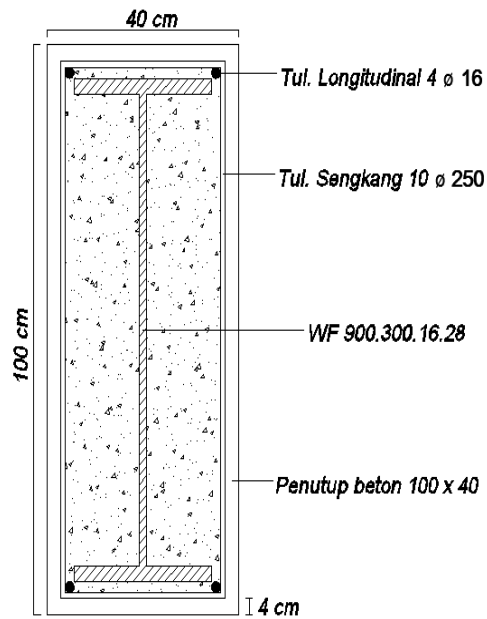
- d. Luas beton penumpu

Syarat: [SNI 03-1729-2002, hal 84]

$$\phi P_{nc} \leq 1,7 \cdot \phi_c \cdot f'_c \cdot A_b \rightarrow \phi_c = 0,6$$

$$A_b \leq \frac{P_{nc}}{1,7 \cdot \phi_c \cdot f'_c} = \frac{462788,267}{1,7 \cdot 0,6 \cdot 300} = 1512,379 \text{ cm}^2$$

$$A_c = 3682,16 \text{ cm}^2 \geq A_b = 1512,379 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{OK}$$



Gambar 5 Potongan Penampang atas Kolom

PENUTUP

Kesimpulan

1. Dimensi pelat lantai dan atap adalah 12,5 cm dengan tulangan pokok $\varnothing 10 - 125$ dan tulangan bagi $\varnothing 10 - 200$
2. Beban gempa yang terjadi pada struktur portal adalah :

- a. Lantai 1 : 3875,83 kg
 - b. Lantai 2 : 7038,61 kg
 - c. Lantai 3 : 10355,5 kg
 - d. Lantai 4 : 13610,9 kg
 - e. Lantai 5 : 14821,2 kg
3. Penggunaan ukuran profil baja untuk balok sehingga dapat bekerja secara efektif:
 - a. Balok induk WF 900 . 300 . 16 . 28
 - b. Balok anak WF 350 . 175 . 7 . 11
 - c. Balok anak WF 250 . 125 . 6 . 9
 - d. Balok anak WF 200 . 100 . 5,5 . 8
 4. Penggunaan ukuran profil baja untuk kolom sehingga mampu menahan beban kombinasi, beban aksial dan lentur adalah WF 900 . 300 . 16 . 28
 5. Ukuran pondasi yang dapat digunakan :
 - a. Ukuran poer yang digunakan untuk pondasi 4,2 m x 2,8 m
 - b. Pondasi menggunakan jenis tiang pancang ukuran Ø50 dengan jumlah 6 tiang dengan kedalaman tanah mencapai 12 m

Saran

1. Menganalisa struktur portal dapat menggunakan analisa perhitungan dengan pemodelan 3 dimesi.
2. Aplikasi lainnya yang dapat digunakan dalam perhitungan analisa struktur portal bisa menggunakan aplikasi SAP 2000 dan ETABS.
3. Penentuan jenis pondasi yang dipakai bisa menggunakan jenis pondasi bored pile dengan melihat kondisi tanah dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. SNI 1726:2012, Jakarta.
- [2] Anonim. 2013. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Struktur lain*. SNI 1727:2013, Jakarta.
- [3] Anonim. 2013. *Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan Gedung*. SNI 2847:2013, Jakarta.
- [4] Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung*. SNI 03-1729-2002, Jakarta.
- [5] Ir. Rudy Gunawan. 1988. *Tabel Profil KONSTRUKSI BAJA*. KANISIUS, Yogyakarta.