

STUDI PERENCANAAN ALTERNATIF GEDUNG LABORATORIUM TERPADU DENGAN METODE KOMPOSIT UNIVERSITAS JEMBER

Dendi Sephanie¹⁾, Warsito²⁾, Bambang Suprpto³⁾

- 1) Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email : dendisephanie2@gmail.com
- 2) Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email : warsito@gmail.com
- 3) Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email : bambang.suprpto@gmail.com

ABSTRAK

Perencanaan pada gedung dengan jumlah lantai banyak mengharuskan struktur gedung tersebut aman dan terhindar dari kegagalan struktur yang dapat menyebabkan kerugian finansial dan psikologis. Salah satu tahapan terpenting dalam perencanaan struktur adalah pemilihan metode pelaksanaan dan material pada struktur itu sendiri, dalam hal ini fokus pada penelitian ini adalah studi alternatif untuk gedung dengan jumlah lantai banyak. Gedung Laboratorium Terpadu pada Universitas Jember memiliki lantai sebanyak 7 lantai dengan struktur beton. Metode digunakan pada penelitian ini adalah metode alternatif dengan menggunakan struktur komposit, yang mana memanfaatkan kekuatan baja dalam hal memikul beban yang bekerja dan memanfaatkan sifat beton yang tahan terhadap api serta mudah didapatkan. Tahap awal penelitian adalah merencanakan tebal pelat lantai yang sesuai dengan beban dan didapatkan tebal pelat lantai 130 mm kemudian dilanjutkan kepada perencanaan balok dan kolom lalu terakhir adalah perencanaan pondasi untuk memikul gedung dan beban yang bekerja pada gedung. Hasil akhir penelitian diperoleh penggunaan baja profil WF 300.300.10.15 pada kolom dan WF 700.300.13.24 balok induk, WF 350.175.7.11 balok yang mana antara kolom dan balok menggunakan sambungan *semi rigid*, pada sambungan balok anak dan induk menggunakan sambungan *simple connection* sedangkan pada pondasi menggunakan *bore pile* dengan kedalaman 20 meter.

Kata kunci: Struktur Komposit, Profil WF, Pondasi *Bore Pile*

ABSTRAK

Planning on buildings with many floors requires the structure of the building to be safe and avoid the failure of structures that can cause financial and psychological losses. One of the most important stages of structural planning is the selection of implementation methods and materials on the structure itself, in this case the focus on this research is an alternative study for buildings with many floor numbers. The integrated laboratory building of the University of Jember has a floor of 7 floors with concrete structure. The method used in this research is an alternative method of using a composite structure, which utilizes the strength of steel in terms of carrying the burden of working and utilizing the fire-resistant, concrete properties that are easily obtained. The initial stage of the study was to plan a thick floor plate that corresponds to the load and obtained a thick 130 mm floor plate then continued to plan the last beam and column was the Foundation planning to assume the building and load working on the building. The final result of the study gained the use of the WF profile steel 300.300.10.15 in the column and WF 700.300.13.24 the parent beam, WF 350.175.7.11 the beam which between the columns and the beam using a semi-rigid connection, on the child and mains beam connection using a simple connection connection while the foundation uses bore pile with a depth of 20 meters.

Keyword: Composite Structure, WF Profile, Bore Pile Foundation

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu tahapan terpenting perencanaan struktur gedung dengan jumlah lantai yaitu pemilihan material, dasar dari pemilihan material agar supaya gedung dapat berdiri kokoh tanpa mengalami kegagalan struktur dan juga agar biaya pembangunan lebih ekonomis dan efisien.

Konsep dasar dalam perencanaan struktur ada tiga, yaitu: aman, efisien, dan ekonomis. Tentu saja dalam perencanaan diperlukan perhitungan analisa struktur yang matang dan juga perhitungan struktur yang sangat detail mengingat gedung yang akan direncanakan merupakan fasilitas umum. Maka dari itu, perhitungan struktur harus sangat matang dan memenuhi standar peraturan yang berlaku.

Objek penelitian pada tugas akhir ini adalah proyek Gedung Laboratorium Terpadu yang terletak didalam komplek Universitas Jember, gedung ini memiliki jumlah lantai 8 dan fungsi utama adalah sebagai laboratorium terpadu serta sebagai gedung perkuliahan untuk mahasiswa.

Mengingat gedung berfungsi sebagai fasilitas kampus dan juga sebagai laboratorium serta memiliki bentang yang panjang, penggunaan material beton dinilai kurang efektif karena diharuskan menggunakan dimensi yang besar serta menggunakan banyak sekali volume beton. Penelitian pada tugas akhir ini terfokuskan pada pergantian material beton ke material baja beton komposit untuk mengurangi penggunaan volume beton yang besar dan untuk menjaga kekuatan struktur.

Rumusan Masalah

Setelah didapatkan permasalahan dilapangan, maka dapat dirumuskan beberapa hal yang akan menjadi rumusan masalah, yaitu:

1. Berapakah dimensi pada pelat lantai ?
2. Berapakah dimensi profil baja untuk komponen balok induk dan balok anak ?
3. Berapakah dimensi profil baja pada kolom agar dapat menahan beban yang bekerja ?
4. Jenis sambungan apa yang digunakan pada balok induk dan balok anak serta pada sambungan balok induk dan kolom ?
5. Tipe pondasi dan dimensi pondasi untuk menyalurkan beban yang bekerja pada struktur ?

Tujuan & Manfaat

Kedepannya, diharapkan tujuan serta manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui dimensi pelat lantai.
2. Mengetahui dimensi profil baja pada balok anak dan balok induk.
3. Mengetahui dimensi profil baja dan dimensi beton untuk kolom.
4. Mengetahui tipe dan dimensi pondasi pada struktur.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Umum

Struktur komposit banyak digunakan pada struktur jembatan, gedung berjumlah lantai banyak dan juga pada struktur bentang panjang. Pada dasarnya, beton dan baja merupakan dua material berbeda yang jika disatukan dapat terjadi pergeseran atau lepasnya material beton dan material baja. Maka untuk mengatasi permasalahan tersebut digunakanlah penghubung geser atau *stud connector* dengan berbagai macam bentuk yaitu, penghubung geser baja kanal, stud, kanal, penghubung geser siku dan spiral. Keunggulan pada baja adalah dapat menahan beban pada bentang yang besar namun lemah terhadap karat dan juga terhadap api. Berbeda dengan beton, pada dasarnya beton dapat menahan beban tarik namun tidak bisa menahan beban tekan.

2. Konsep Pembebanan

Suatu struktur yang berdiri diatas tanah dan menjadi fasilitas umum ataupun fasilitas tertentu pasti menahan beban yang bekerja diatasnya. Pembebanan sudah diatur didalam peraturan yang telah ditetapkan, untuk jenis beban yang bekerja adalah sebagai berikut:

a. Beban Hidup

Jenis beban yang dapat bergerak dan berpindah tempat, beban ini diakibatkan oleh pengguna fasilitas gedung.

b. Beban Mati

Jenis beban yang bekerja pada gedung dan sifatnya permanen, beban ini diakibatkan oleh komponen gedung, perabot serta akibat dari fasilitas didalam bangunan.

c. Beban Gempa

Jenis beban yang berasal dari tanah sebagai akibat dari pergeseran tanah dan pergeseran lempeng tektonik didaerah bangunan berdiri.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Lokasi Objek Penelitian

Lokasi objek berada pada kompleks Universitas Jember dengan alamat sebagai berikut:

Alamat : Jln. Kalimantan No 37,

Kecamatan : Sumpalsari

Kabupaten : Jember

2. Tahapan

a. Studi Literatur

Mengumpulkan standar peraturan dan referensi literatur guna mendukung penelitian agar dapat berjalan lancar, adapun beberapa referensi adalah sebagai berikut:

- Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.
- Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983.
- SNI 1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gedung untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- SNI 1727-2013 tentang Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- SNI 1729-2015 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.
- SNI 2847-2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
- SNI 2052-2017 tentang Baja Tulangan.

b. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data berguna sebagai acuan dalam merencanakan struktur, yaitu:

- Data gambar kerja, berupa detail dan denah struktur eksisting
- Data penyelidikan tanah, berupa data SPT dan sondir guna mengetahui kedalaman dan jenis pondasi yang digunakan.
- Data perencanaan eksisting, mencakup fungsi gedung dan juga rencana penggunaan material eksisting.

c. Perencanaan Struktur Bangunan

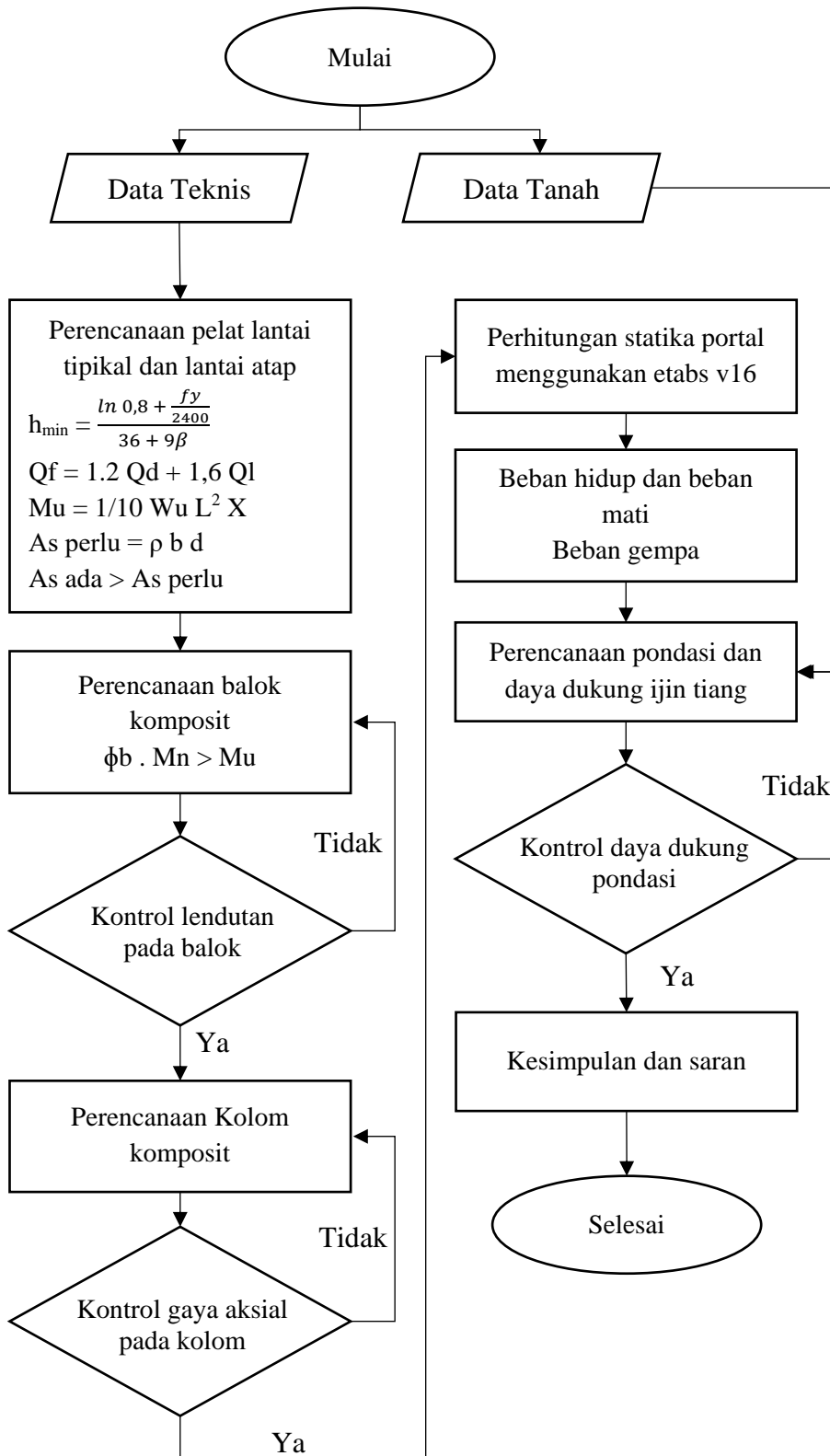
Tahapan selanjutnya yaitu perencanaan komponen bangunan gedung, meliputi:

- Pelat lantai
- Statika portal gedung
- Desain pembebanan
- Desain balok komposit
- Desain kolom komposit
- Perencanaan pondasi

d. Kesimpulan

Pada akhir penulisan, terdapat kesimpulan dan saran yang mencakup hasil dari desain bangunan, material gedung serta saran agar kedepannya dapat dikembangkan dan dilanjutkan.

Diagram Alir Penelitian



PEMBAHASAN

Data Struktur

- Fungsi bangunan : gedung laboratorium dan perkuliahan
- Jumlah lantai : 8 lantai
- Lebar bangunan: 48 m
- Panjang bangunan : 14 m
- Tinggi bangunan : 25 m
- Mutu bahan beton : 35 MPa
- Mutu bahan baja : 240 MPa (polos); 410 MPa (ulir); 370 MPa (profil bja)

Pelat Lantai Tipikal

$$h_{\min} = \frac{\ln(0,8 + \frac{fy}{1400})}{36+9\beta}$$

$$= 8,20 \text{ cm}$$

$$h_{\max} = \frac{\ln(0,8 + \frac{fy}{1400})}{36}$$

$$= 10,25 \text{ cm}$$

Diambil ketebalan lantai tipikal 13,00 cm

Tulangan Pokok

$$\rho_{\min} = \frac{0,25x\sqrt{fc}}{fy} = 0,0062$$

$$A_{S\text{perlu}} = \rho_{\min} \times b \times d$$

$$= 0,0062 \times 1000 \times 105 = 647,07 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan Ø 10 – 100

$$A_{S\text{sada}} = \frac{1000}{100} \times \frac{1}{4} \times \pi \times \text{Ø}^2$$

$$= 785 \text{ mm}^2$$

$A_{S\text{sada}} > A_{S\text{perlu}} \dots \text{OK!}$

Tulangan Susut

Koefisien susut = 0,0014

$$A_{S\text{susut}} = 0,0014 \times b \times h$$

$$= 0,0014 \times 1000 \times 130$$

$$= 182 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan Ø 8 - 200

$$A_{S\text{sada}} = \frac{1000}{200} \times \frac{1}{4} \times \pi \times \text{Ø}^2$$

$$= 251,20 \text{ mm}^2$$

$A_{S\text{sada}} > A_{S\text{susut}} \dots \text{OK!}$

Pelat Lantai Atap

$$h_{\min} = \frac{\ln(0,8 + \frac{fy}{1400})}{36+9\beta}$$

$$= 7,96 \text{ cm}$$

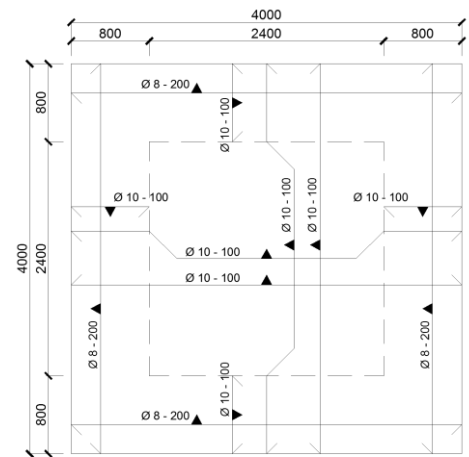
$$h_{\max} = \frac{\ln(0,8 + \frac{fy}{1400})}{36}$$

$$= 10,25 \text{ cm}$$

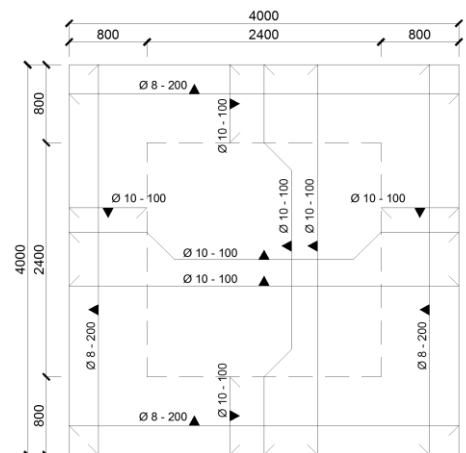
Diambil ketebalan lantai tipikal 12,50 cm

Tulangan Pokok

$$\rho_{\min} = \frac{0,25x\sqrt{fc}}{fy} = 0,0062$$



Gambar 1. Detail penulangan pelat lantai tipikal (sumber: hasil perhitungan)



Gambar 2. Detail penulangan pelat lantai tipikal (sumber: hasil perhitungan)

$$A_{S_{perlu}} = \rho_{min} \times b \times d$$

$$= 0,0062 \times 1000 \times 115 = 708,70 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan $\varnothing 10 - 100$

$$A_{S_{ada}} = \frac{1000}{100} \times \frac{1}{4} \times \pi \times \varnothing^2$$

$$= 785 \text{ mm}^2$$

$A_{S_{ada}} > A_{S_{perlu}} \dots \text{OK!}$

Tulangan Susut

Koefisien susut = 0,0014

$$A_{S_{susut}} = 0,0014 \times b \times h$$

$$= 0,0014 \times 1000 \times 140$$

$$= 196 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan $\varnothing 8 - 200$

$$A_{S_{ada}} = \frac{1000}{200} \times \frac{1}{4} \times \pi \times \varnothing^2$$

$$= 251,20 \text{ mm}^2$$

$A_{S_{ada}} > A_{S_{susut}} \dots \text{OK!}$

Balok Anak Lantai Tipikal

Direncanakan menggunakan profil baja WF 350.175.7.11 (Tabel Profil Baja, hal 5)

Diameter stud *connector* $\frac{1}{2}$ " dengan panjang stud 5 cm

Kontrol lendutan pada balok

$$\Delta_{DL} = 0,39 \text{ cm}$$

$$\Delta_{Total} = 0,63 \text{ cm}$$

$$\Delta_{LL} = 0,24 \text{ cm}$$

$$\Delta_{Ijin} = 2,22 \text{ cm}$$

$\Delta_{Total} < \Delta_{Ijin} \dots \text{Profil dapat digunakan}$

Kontrol Stud *Connector*

$$V_h = 1515360 \text{ kgcm}$$

$$Q_n = 46846,68 \text{ kgcm}$$

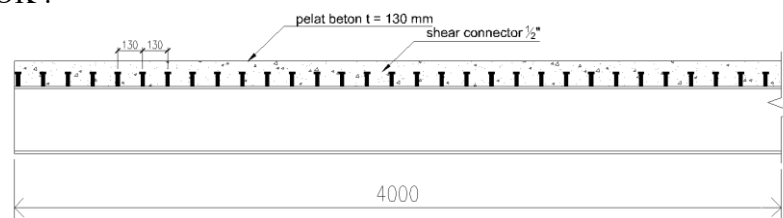
$$\text{Kebutuhan stud } connector = \frac{V_h}{Q_n} = 32,35 \approx 30 \text{ buah atau } 60 \text{ buah untuk satu bentang balok}$$

$$\text{Jarak antar stud } connector = \frac{L}{n} = 133 \text{ mm} \approx 130 \text{ mm}$$

Cek:

$s > s_{min} \dots \text{OK!}$

$s < s_{min} \dots \text{OK!}$



Gambar 3. Detail stud *connector* balok anak tipikal
(sumber: hasil perhitungan)

Balok Anak Lantai Atap

Direncanakan menggunakan profil baja WF 300.15.6,5.9 (Tabel Profil Baja, hal 5)

Diameter stud *connector* $\frac{1}{2}$ " dengan panjang stud 5 cm

Kontrol lendutan pada balok

$$\Delta_{DL} = 0,56 \text{ cm}$$

$$\Delta_{Total} = 0,68 \text{ cm}$$

$$\Delta_{LL} = 0,12 \text{ cm}$$

$$\Delta_{Ijin} = 2,22 \text{ cm}$$

$\Delta_{Total} < \Delta_{Ijin} \dots \text{Profil dapat digunakan}$

Kontrol Stud Connector

$$V_h = 1122720 \text{ kgcm}$$

$$Q_n = 46846,68 \text{ kgcm}$$

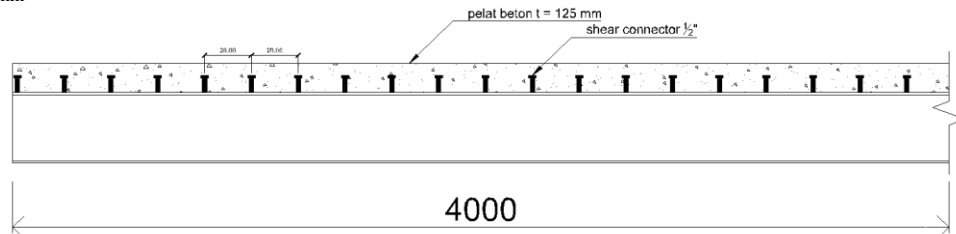
$$\text{Kebutuhan stud connector} = V_h / Q_n = 23,97 \approx 20 \text{ buah atau } 60 \text{ buah untuk satu bentang balok}$$

$$\text{Jarak antar stud connector} = L / n = 200 \text{ mm}$$

Cek:

$s > s_{\min}$... OK !

$s < s_{\min}$... OK !



Gambar 4. Detail stud connector balok anak atap
(sumber: hasil perhitungan)

Analisa Beban Gempa

Berat total bangunan dihitung dari per lantai

Tabel 1. Berat total bangunan

| Lantai | Tinggi lantai (m) | Berat total (kg) | Wi x Hi (kgm) |
|--------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Lantai 2 | 4,00 | 24663,20 | 98652,80 |
| Lantai 3 | 4,00 | 23333,20 | 23337,20 |
| Lantai 4 | 4,00 | 23333,20 | 23337,20 |
| Lantai 5 | 4,00 | 23333,20 | 23337,20 |
| Lantai 6 | 4,00 | 23333,20 | 23337,20 |
| Lantai Atap | 4,00 | 23333,20 | 23337,20 |
| Atap | 3,30 | 17133,12 | 17136,42 |
| Total Beban | | 158462,32 | 232475,22 |

(sumber: hasil perhitungan)

Parameter Percepatan Terpetakan

(Puskim PU)

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

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

Periode Getar Fundamental Gedung

$$T_a = 0,1 N = 0,8 \text{ detik}$$

Koefisien Modifikasi Respon

Menurut SNI 1726-2012 pasal 7.2, koefisien situs sebagai berikut:

$$R = 5$$

$$\Omega_0 = 3$$

$$C_d = 4,5$$

Tabel 2. Distribusi beban gempa pada gedung

| Lantai | Hi (m) | Hi ^k (m) | Wi (kg) | Wi x Hi ^k (kgm) | Cvx | Fx (kg) |
|--------------|--------|---------------------|------------------|----------------------------|-------------|-----------------|
| Lantai 2 | 4,00 | 4,92 | 24663,20 | 121455,84 | 0,159 | 5239,92 |
| Lantai 3 | 4,00 | 4,92 | 23333,20 | 114906,16 | 0,150 | 4957,35 |
| Lantai 4 | 4,00 | 4,92 | 23333,20 | 114906,16 | 0,150 | 4957,35 |
| Lantai 5 | 4,00 | 4,92 | 23333,20 | 114906,16 | 0,150 | 4957,35 |
| Lantai 6 | 4,00 | 4,92 | 23333,20 | 114906,16 | 0,150 | 4957,35 |
| Lantai Atap | 4,00 | 4,92 | 23333,20 | 114906,16 | 0,150 | 4957,35 |
| Penutup Atap | 3,30 | 3,95 | 17133,12 | 67628,15 | 0,089 | 2917,65 |
| Σ | | | 158462,32 | 763614,77 | 1,00 | 32944,32 |

(sumber: hasil perhitungan)

Balok Induk Lantai Tipikal

Hasil analisa ETABS menghasilkan *output* untuk balok B8:

M3/Mu = 11754,95 kgm

V3/Vu = 10604,49 kg

Direncanakan menggunakan profil baja WF 700.300.13.24 (Tabel Profil Baja, hal 5)

Diameter stud *connector* ½" dengan panjang stud 5 cm

Kontrol lendutan pada balok

$$\Delta_{DL} = 1,24 \text{ cm}$$

$$\Delta_{Total} = 1,94 \text{ cm}$$

$$\Delta_{LL} = 0,12 \text{ cm}$$

$$\Delta_{Ijin} = 2,22 \text{ cm}$$

$\Delta_{Total} < \Delta_{Ijin}$... Profil dapat digunakan

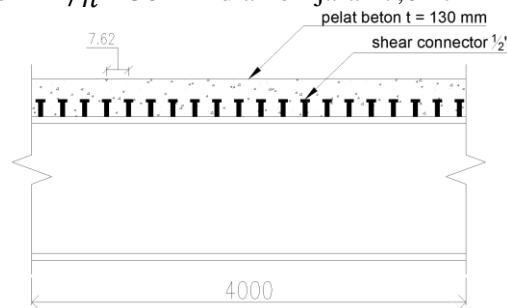
Kontrol Stud *Connector*

$$V_h = 5172000 \text{ kgcm}$$

$$Q_n = 46846,68 \text{ kgcm}$$

Kebutuhan stud *connector* = $V_h / Q_n = 110,40 \approx 110$ buah atau 220 buah untuk satu bentang balok

Jarak antar stud *connector* = $L / n = 36$ mm diambil jarak 7,62 cm



Gambar 5. Detail stud *connector* balok induk tipikal
(sumber: hasil perhitungan)

Balok Induk Lantai Atap

Hasil analisa ETABS menghasilkan *output* untuk balok B1:

M3/Mu = 5127,62 kgm

V3/Vu = 6051,13 kg

Direncanakan menggunakan profil baja WF 500.200.10.16 (Tabel Profil Baja, hal 5)

Diameter stud *connector* ½" dengan panjang stud 5 cm

Kontrol lendutan pada balok

$$\Delta_{DL} = 0,90 \text{ cm}$$

$$\Delta_{Total} = 1,25 \text{ cm}$$

$$\Delta_{LL} = 0,35 \text{ cm}$$

$$\Delta_{Ijin} = 1,67 \text{ cm}$$

$\Delta_{Total} < \Delta_{Ijin}$... Profil dapat digunakan

Kontrol Stud *Connector*

$$V_h = 2740800 \text{ kgcm}$$

$$Q_n = 46846,68 \text{ kgcm}$$

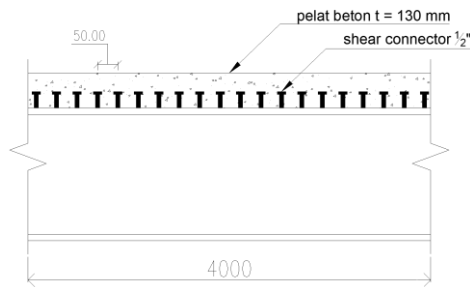
Kebutuhan stud *connector* = $V_h / Q_n = 58,51 \approx 60$ buah atau 120 buah untuk satu bentang balok

Jarak antar stud *connector* = $L / n = 50$ mm

Cek:

$s > s_{min}$... OK !

$s < s_{min}$... OK !



Gambar 6. Detail stud *connector* balok induk atap
(sumber: hasil perhitungan)

Perencanaan Kolom

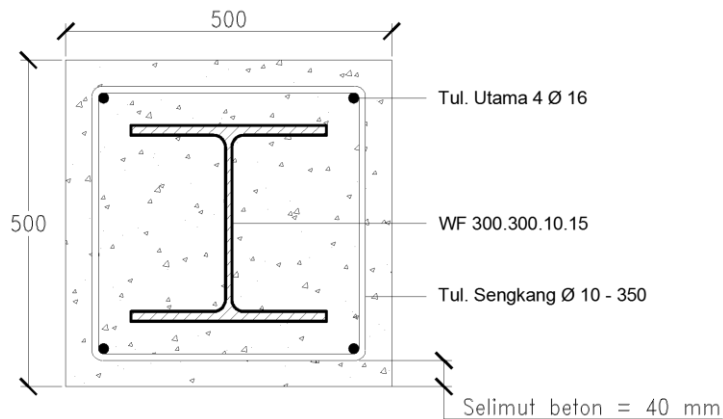
Berdasarkan pada analisa ETABS didapatkan gaya pada kolom C5 sebagai berikut:

$$M_u = 5173,03 \text{ kgm}$$

$$V_u = 1540,84 \text{ kg}$$

$$P = 94480,91 \text{ kg}$$

Pada komponen kolom menggunakan baja profil WF 300.300.10.15, dengan ukuran beton 500 x 500 mm dan tebal selimut beton 40 mm



Gambar 7. Detail kolom tipikal
(sumber: hasil perhitungan)

Perencanaan Sambungan

Berdasarkan analisa ETABS didapat hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Analisa ETABS untuk sambungan

| Gaya bekerja | Balok No. 39 | Balok No. 45 | Kolom No. 12 | Kolom No. 7 |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| Mu (kgm) | 11754,95 | 5127,62 | 275948,37 | 364034,34 |
| Vu (kg) | 10604,49 | 6051,13 | 17635,78 | 18404,99 |
| Pu (kg) | 2134,43 | 831,13 | 79217,61 | 94480,19 |

(sumber: hasil analisa)

Analisa Stabilitas Rangka

$$R_n = 11101,277 \text{ kg}$$

$$= 70548 \text{ kg}$$

$$R_v = 0,6 \times f_y \times d_7 \times t_{w7} \left(1 - \frac{3 \times b_7 \times t_{f7}^2}{h_{39} \times h_{45} \times t_{w7}} \right)$$

$$\phi R_v = \phi \times R_v = 0,9 \times 70548 = 63493,23 \text{ kg}$$

Cek:

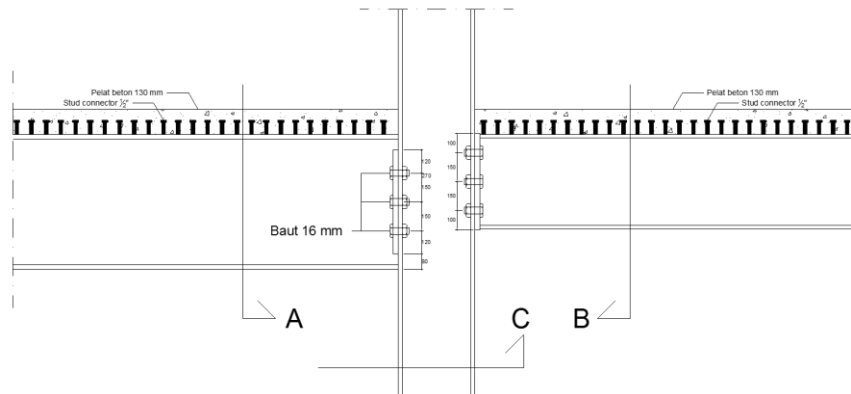
$R_n < \phi R_v$... tidak diperlukan pengaku

Diameter baut = 16 mm

Tebal pelat = 25 mm

$$\text{Jumlah baut} = \frac{T}{V_d} = 3 \text{ baut}$$

Jarak baut dari tepi = 120 mm
 Jarak antar baut = 200 mm



Gambar 8. Detail sambungan
 (sumber: hasil perhitungan)

Perencanaan Pondasi

Analisa ETABS untuk titik 5 adalah:

$P_u = 255,903$ ton

$Q_u = 354,95$ ton

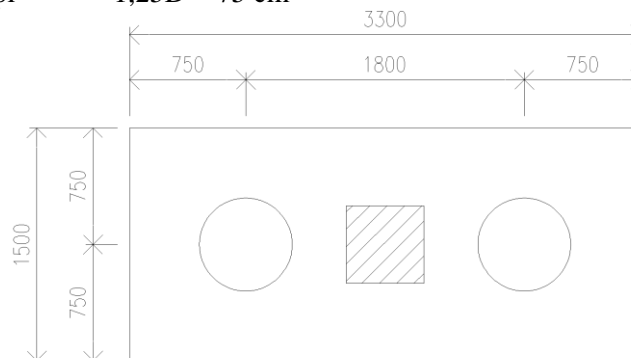
Kebutuhan tiang

$$n = \frac{P_u}{Q_u} = 2 \text{ tiang}$$

Diameter tiang = 60 cm

Jarak antar tiang = $3D = 180$ cm

Jarak tiang ke tepi = $1,25D = 75$ cm



Gambar 9. Detail pondasi titik 5
 (sumber: hasil perhitungan)

PEMBAHASAN

Kesimpulan

1. Pelat lantai setebal 130 mm dengan tulangan $\varnothing 10 - 100$, pelat atap tebal 125 mm dengan tulangan $\varnothing 10 - 100$
2. Profil baja untuk balok induk dan anak sebagai berikut
 - Balok induk = WF 700.300.13.24
 - Balok anak = WF 350.175.7.11
3. Profil baja untuk kolom WF 300.300.10.15 dan ukuran beton 500 x 500 mm
4. Sambungan pada balok menggunakan *semi rigid connection* dan *simple connection*
5. Pondasi menggunakan *bore pile* diameter 60 cm kedalaman 20 meter

Saran

Diperlukan studi mendalam tentang biaya pembangunan, manajemen waktu serta metode pelaksanaan. Tetap memperhatikan faktor keamanan, efisiensi dan juga ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, (2002). SNI 2847-2002 *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- [2] Anonim, (2012). SNI 1726-2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- [3] Oentoeng, (2000) *Konstruksi Baja*. Andi.
- [4] Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, (1983). *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.