

PERHITUNGAN STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG KULIAH TERPADU 10 LANTAI

Ayyasi Felageti Sofian¹⁾, M. Yusuf²⁾, Elvira³⁾

¹⁾Mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak

^{2,3)} Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak

E-mail:ayasfs@yahoo.com

ABSTRAK

Perhitungan Struktur beton bertulang gedung kuliah terpadu 10 lantai ini bertujuan untuk menganalisa perhitungan yang memenuhi persyaratan kekakuan dan sesuai standar yang berlaku di Indonesia serta dapat menguasai program sebagai alat bantu menganalisa analisis struktur. Perencanaan gedung kuliah ini direncanakan dengan memperhitungkan gaya gempa karena di dalam SNI 1726-2012 Kalimantan Barat sudah termasuk zona gempa ringan. Dalam makalah ini gedung di rencanakan mengacu pada SNI 2847-2013 untuk desain beton bertulang, SNI 1726-2012 untuk desain terhadap gempa dan SNI 1727-2013 untuk pembebanan pada struktur. Perhitungan struktur gedung ditinjau terhadap beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa. Perhitungan yang dilakukan meliputi elemen pelat, balok, kolom, dan fondasi. Dalam membantu untuk menganalisa analisis struktur dibantu dengan program ETABS 2016. Dari peta zonasi gempa keberadaan wilayah struktur termasuk dalam kategori desain seismik A dan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SPRMB). Digunakan fondasi tiang pancang spun pile karena sesuai untuk kondisi tanah lunak di Kota Pontianak dengan daya dukung yang sebagian besar didapat dari daya lekat tiang pada tanah.

Kata kunci : struktur, beton bertulang , SNI 2847-2013, SNI 1726-2012, SNI 1727-2013, fondasi.

Abstract

Calculation of reinforced concrete structures integrated 10-storey lecture building aims to analyze calculations that meet rigidity requirements and according to applicable standards in Indonesia and can master the program as a tool to analyze structural analysis. The lecture building planning is planned taking into account the earthquake force because in SNI 1726-2012 West Kalimantan includes a mild earthquake zone. In this paper project the building is planned to refer to SNI 2847-2013 for reinforced concrete designs, SNI 1726-2012 for the design of earthquakes and SNI 1727-2013 for loading on structures. Calculation of building structure is reviewed for dead loads, live loads, wind loads, and earthquake loads. Calculations carried out include plate elements, beams, columns, and foundations. In helping to analyze structural analysis assisted with the ETABS 2016 program. From the earthquake zoning map the existence of the structure area is included in the category of seismic design A and uses the Ordinary Moment Resisting Frame System (SPRMB). Spun pile foundation is used because it is suitable for soft soil conditions in Pontianak City with carrying capacity which is mostly obtained from the stick strength of the pile on the ground.

Keywords : structural, reinforced concrete , SNI 2847-2013, SNI 1726-2012, SNI 1727-2013, foundation

I. PENDAHULUAN

Dengan banyaknya minat siswa-siswa yang mencari tempat kuliah untuk meneruskan studinya dari SMA, dan pesatnya perkembangan penduduk khususnya di lingkungan Universitas Tanjungpura, Universitas mendapat kendala salah satunya adalah ruang kuliah, gedung bertingkat diharapkan menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Sebagian besar struktur-struktur bangunan di daerah Kalimantan Barat tidak memperhitungkan gaya gempa karena dianggap sebagai pemborosan, namun dalam SNI 1726-2012 Kalimantan Barat sudah termasuk zona gempa

ringan dan mengharuskan setiap bangunan di Kalimantan Barat di desain dengan memperhitungkan parameter gaya gempa.

Berdasarkan pertimbangan dari beberapa paragraf diatas dalam penyusunan Tugas Akhir ini saya mengambil judul “Perhitungan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah Terpadu 10 Lantai” yang terhadap gaya gempa. Dimana dalam tugas akhir ini struktur akan direncanakan ulang dengan menambahkan 6 lantai dari yang sebelumnya 4 lantai menjadi 10 lantai, dengan fungsi lantai yang sama dengan bangunan aslinya.

Tujuan dari penulisan makalah sebagai berikut:

1. Dapat Merencanakan bangunan yang memenuhi persyaratan kekakuan dan seaisi dengan standar yang berlaku di Indonesia.
2. Mampu menguasai program komputer sebagai alat bantu menganalisa analisis struktur.
3. Beban-beban yang digunakan adalah beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa.
4. Analisis struktur dilakukan dengan bantuan program komputer.
5. Peraturan-peraturan yang digunakan dalam perencanaan adalah sebagai berikut:
 - a) Persyaratan beton struktur untuk bangunan gedung SNI 2847-2013.
 - b) Beban minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung Struktur atau Non Struktur, SNI 1727-2013.
 - c) Tata cara perencanaan ketahanan Gempa untuk struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726-2012.

II. METODOLOGI DAN PUSTAKA

Spesifikasi material yang digunakan adalah:

1. Mutu beton, f_c' :
 - ⌚ Beton struktur : 35 MPa
2. Mutu baja, f_y :
 - ⌚ Baja ulir : 400 MPa
 - ⌚ Baja polos : 240 MPa
3. Data tinggi bangunan
 - ⌚ Jumlah lantai : 10 lantai
 - ⌚ Tinggi lantai 2 : 5,25 m
 - ⌚ Tinggi lantai 3 – 9 : 4,2 m
 - ⌚ Tinggi lantai atap : 4,2 m
 - ⌚ Tinggi lantai PentHouse : 2 m
 - ⌚ Tinggi struktur bangunan : 40,85 m
 - ⌚ Panjang bangunan : 57 m
 - ⌚ Lebar bangunan : 28,5 m

Metodologi Penulisan

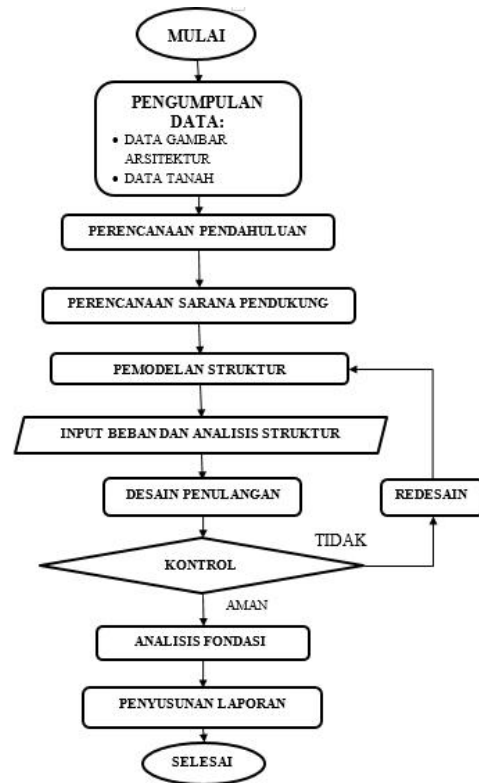
Struktur dianalisis terhadap beban-beban yang bekerja seperti beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa. Tujuannya untuk menentukan tegangan atau gaya-gaya yang bekerja pada elemen struktur akibat pembebanan yang terjadi.

Analisis perhitungan gaya dilakukan dengan bantuan program analisis struktur dengan tinjauan bentuk tiga dimensi dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Ruang lingkup yang dibahas pada makalah ini adalah sebagai berikut:

- a. Struktur yang direncanakan adalah gedung dengan fungsi Gedung Kuliah.
- b. Penentuan koordinat elemen struktur,
- c. Penentuan jenis dan mutu bahan yang digunakan,
- d. Penentuan dimensi-dimensi elemen struktur,
- e. Pemodelan struktur pada program,

- ⌚ Balok dan kolom sebagai komponen struktur utama dimodelkan sebagai frame sesuai dimensi penampang dan ukuran bentang masing-masing yang telah ditetapkan dalam perencanaan pendahuluan.
 - ⌚ Untuk pemodelan pelat dimodelkan sebagai shells.
- f. Pembebanan pada struktur,
 - ⌚ Penentuan beban akibat sarana pendukung gedung.
 - ⌚ Penentuan beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa.
 - g. Faktor pembebanan,
 - h. Analisis struktur program komputer.



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan Struktur

Perencanaan sarana Pendukung Gedung

Analisa perhitungan gaya-gaya untuk sarana pendukung dilakukan secara terpisah dari struktur utama gedung. Hasil reaksi dari gaya yang dihasilkan akan disalurkan menjadi beban pada struktur utama gedung. Sarana pendukung yang digunakan pada gedung ini menggunakan 2 tipe tangga, dan 4 buah *lift*/elevator dengan kapasitas muatan masing-masing lift sebanyak 15 orang (1000 kg).

III. HASIL DAN ANALISA

Beban-beban yang dianalisa dan dimasukkan kedalam program analisa struktur yaitu sebagai berikut:

⌚ **Beban mati**

Berikut beban mati yang digunakan dalam perhitungan yang mengacu pada PPPURG 1987 (Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, 1987).

Tabel 1. Beban Mati Tambahan

No.	Material	Berat (kg/m ²)
1	Adukan semen per cm tebal	21
2	Penutup lantai per cm tebal	24
3	Dinding batako berlubang tebal 10 cm	120
4	Plumbing dan instalasi listrik	25
5	Plafon dan rangka	18

⌚ **Beban hidup**

Berikut beban hidup yang digunakan dalam perhitungan pelat lantai yang mengacu pada SNI 1727:2013.

Tabel 2. Beban Hidup

No.	Hunian atau Penggunaan	Berat (kN/m ²)
1	Ruang Kelas	1,92
2	Koridor Lantai Pertama	4,79
3	Koridor Lantai	3,83
4	Ruang Pertemuan	4,79
5	Balkon dan Dek	4,79

⌚ **Beban angin**

Tekanan angin rencana, $q_{\text{angin}} = 40 \text{ kg/m}^2$

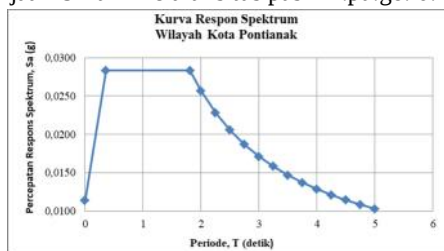
Koefisien angin :

Angin tekan, $c = 0,9$

Angin hisap, $c = 0,4$

⌚ **Beban gempa**

Perhitungan beban gempa pada gedung kuliah ini, menggunakan respons spektrum desain yang mengacu pada SNI 1726:2012 dan menggunakan program yang disediakan oleh dinas Pekerjaan Umum melalui situs puskim.pu.go.id.



Gambar 2. Kurva Respon Spektrum Desain Wilayah Kota Pontianak – Tanah Lunak

Faktor pembebanan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1,4D
- 1,2D + 1,6L
- 1,2D + 1,0W_x + 1,0L
- 1,2D - 1,0W_x + 1,0L
- 1,2D + 1,0W_y + 1,0L
- 1,2D - 1,0W_y + 1,0L
- (1,2 + 0,2 SDS)D + 1,0L ± 0,3 EQ_x ± 1,0 EQ_y
- (1,2 + 0,2 SDS)D + 1,0L ± 1,0 EQ_x ± 0,3 EQ_y
- 0,9D + 1,0W_x
- 0,9D - 1,0W_x
- 0,9D + 1,0W_y
- 0,9D - 1,0W_y
- (0,9 - 0,2 SDS)D + 1,0L ± 0,3 EQ_x ± 1,0 EQ_y
- (0,9 - 0,2 SDS)D + 1,0L ± 1,0 EQ_x ± 0,3 EQ_y

Hasil Perencanaan Struktur

Hasil perencanaan elemen-elemen struktur yang diperoleh dari perhitungan berpedoman berdasarkan SNI 2847:2013.

⌚ **Pelat**

Ada 3 asumsi dalam pemodelan pelat lantai yaitu :

- Shell, pelat diasumsikan menerima gaya vertikal akibat beban mati dan hidup, juga menerima gaya horizontal/ lateral akibat gempa. (Riza, 2010)
- Membrane, pelat diasumsikan menerima gaya horizontal saja. (Riza, 2010)
- Plate, pelat diasumsikan hanya menerima gaya vertikal saja, akibat beban mati dan hidup. (Riza, 2010)
- Thick Plate, pelat diasumsikan mempunyai ketebalan lebih, biasanya digunakan untuk jalan beton, tempat parkir dan plat yang berfungsi sebagai pondasi. (Riza, 2010)

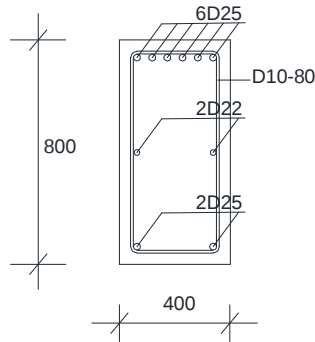
Dari hasil perencanaan pelat diperoleh :

Tebal pelat : 12 cm
Tul tump arah x : M10-150
Tul lap arah x : M10-150
Tul tump arah y : M10-150
Tul lap arah y : M10-150

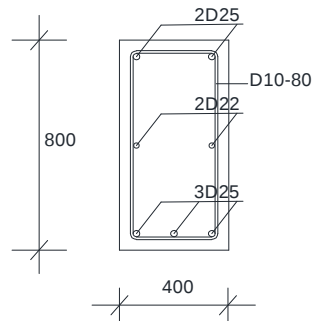
⌚ **Balok**

Balok yang direncanakan menggunakan tulangan rangkap. Yang dimaksud dengan balok beton bertulangan rangkap ialah balok beton yang diberi tulangan pada penampang beton daerah tarik dan daerah tekan. (Ali Asroni, 2010. Balok dan Pelat beton Bertulang)

- Tinggi balok (h) = 800 mm
- Lebar balok (b) = 400 mm
- Tulangan utama rencana (D) = 25 mm
- Tulangan geser rencana (Ø) = 10 mm
- Tulangan puntir rencana = 19 mm
- Selimut beton (p) = 40 mm



Gambar 3. Detail Penulangan Balok Area Tumpuan



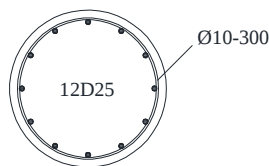
Gambar 4. Detail Penulangan Balok Area Lapangan

Tabel 3. Rekapitulasi Penulangan Balok

Tipe Balok	Area	Dimensi (mm)	Longitudinal Atas	Longitudinal Bawah	Pinggung	Sengkaung
B1	Tumpuan	400 x 800	6D25	2D25	2D22	Ø10 - 80
			2D25	3D25		D10 - 80
B2	Tumpuan	550 x 900	6D29	2D29	4D19	Ø13 - 100
			2D29	3D29		D13 - 125
B3	Tumpuan	300 x 600	5D19	2D19	2D16	Ø10 - 100
			2D19	3D19		Ø10 - 150
B4	Tumpuan	200 x 400	4D25	2D25	2D16	Ø10 - 100
			2D25	2D25		Ø10 - 100

a. Kolom

- Diameter kolom, (hk) = 800 mm²
- Tinggi kolom, (tk) = 4200 mm
- Luas penampang kolom, (Ag) = 502654 mm²
- Diameter tul utama, (D) = 25 mm
- Diameter tul sengkang, (Ø) = 10 mm
- Selimut beton(p) = 40 mm



Gambar 5. Detail Kolom K2-B Diameter 800mm²

Tabel 4. Rekapitulasi Penulangan Kolom

Tipe Kolom	Dimensi (mm)	Longitudinal	Sengkang	Lantai
K1-A	900 x 900	16D25	Ø10 - 300 mm	2 - 4
K1-H	900	16D25	Ø10 - 300 mm	2 - 4
K2-A	800 x 800	16D25	Ø10 - 300 mm	5 - 7
K2-B	800	12D25	Ø10 - 300 mm	5 - 7
K3-A	700 x 700	12D25	Ø10 - 300 mm	8 - Atap
K3-B	700	12D25	Ø10 - 300 mm	8 - Atap
K4	500 x 500	16D16	Ø10 - 300 mm	Bordes
K5	300 x 300	4D19	Ø10 - 300 mm	PentHouse

Perencanaan Fondasi

Analisa Pembebanan Fondasi

Fondasi direncanakan menggunakan tiang pancang *spun pile* berdiameter 50 cm dengan kedalaman 30 m. Berdasarkan data N-SPT, didapat daya dukung ijin tiang pancang dikurangi berat sendiri :

Berat tiang *spun pile* :

$$W = 301 \text{ kg/m}$$

$$W_t = 30 \text{ m} \times 301 \text{ kg/m} = 9,030 \text{ ton}$$

$$Q_a = Q_a - W_t$$

$$= 187,344 - 9,030$$

$$= 178,314 \text{ ton}$$

- Jarak antar as tiang :
 $2,5D < S < 3D$
 $125 < S < 150 \text{ cm}$
 digunakan $S = 150 \text{ cm}$

- Jarak as tiang ke tepi
 $D < S < 1,5D$
 Dengan $D =$ diameter tiang
 $50 \text{ m} < S < 75 \text{ cm}$
 digunakan $S = 50 \text{ cm}$

- Tambahan berat poer
 Lebar = 2,5 m
 Panjang = 4 m
 Tinggi = 1,3 m

Berat poer :

$$W_p = 4 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 1,3 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 31,2 \text{ ton}$$

Dari program ETABS diperoleh nilai beban layan untuk dfondasi dengan kombinasi $1DL + 1LL$:
 $P_s = 5828,6 \text{ kN} \approx 582,86 \text{ ton}$

Sehingga berat total yang dibebankan pada fondasi sebesar :

$$W_{\text{total}} = P_s + W_p = 614,06 \text{ ton}$$

Kebutuhan jumlah tiang pancang sementara :
 Dicoba menggunakan $n = 6$ tiang

Perhitungan efisiensi kelompok tiang menurut Converse Labarre :

Dengan,

$$m = \text{Jumlah deret tiang} = 3 \text{ tiang}$$

$$n = \text{Jumlah tiang setiap deret} = 2 \text{ tiang}$$

$$D = \text{Diameter tiang} = 50 \text{ cm}$$

$$S = \text{Jarak antar tiang} = 150 \text{ cm}$$

$$\theta = \arctan (D/S) = 18,435$$

$$E_g = 1 - q \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \right)$$

$$= 1 - 18,435 \left(\frac{(2-1)3 + (3-1)2}{90.3.2} \right)$$

$$= 0,761$$

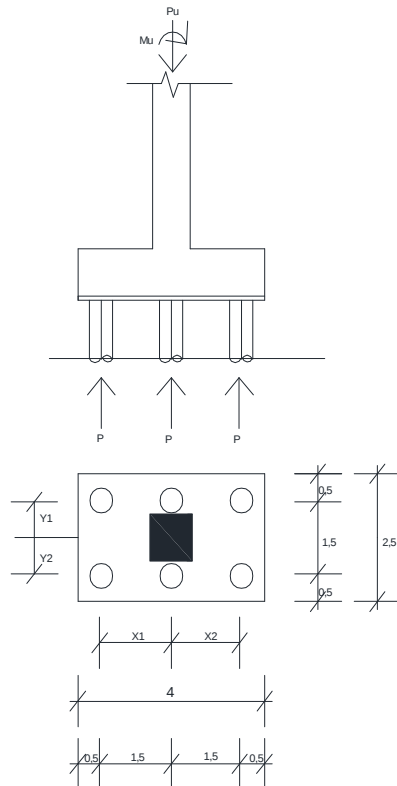
Sehingga daya dukung kelompok tiang sebesar :

$$P_b = Q_a \times n_t \times E_g$$

$$= 178,314 \times 6 \times 0,761$$

$$= 814,211 \text{ ton} > W_{\text{total}} = 614,06 \text{ ton}$$

,Maka daya dukung kelompok tiang cukup aman



Gambar 6. Konfigurasi Tiang Rencana

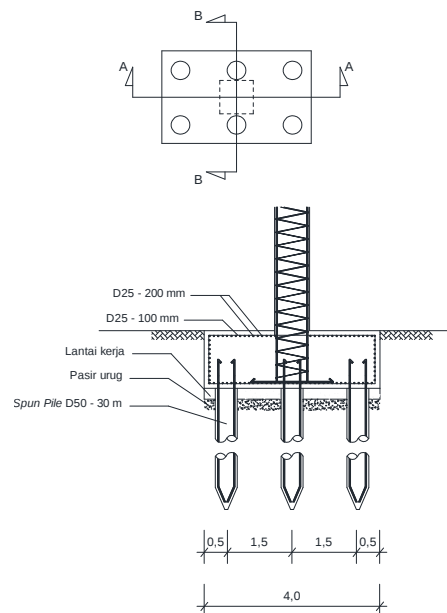
⌚ Penulangan Poer/Pile Cap

Data Perencanaan :

f'_c	= 35 Mpa
f_y	= 400 Mpa
β_1	= 0,8
Lebar, B	= 2,5 m
Panjang, L	= 4 m
Tebal, h	= 1,3 m
Selimut, p	= 80 mm
Diameter tulangan, D	= 25 mm
Faktor reduksi, ϕ_m	= 0,9

Tabel 5. Perhitungan Penulangan Fondasi P1

Data Perencanaan	P1	
	Arah X	Arah Y
Pu	582.860	
Mx	9.970	
My	3.900	
Banyak Tiang (n)	6	
Lebar (mm)	2.5	
Panjang (mm)	4	
Tebal (mm)	1.3	
Selimut Beton (mm)	80	
Tulangan Rencana (mm)	25	
d (mm)	1207.5	1182.5
Mu (kNm)	4788.53	1695.47
Rn	1.459639	0.5389
ρ_{perlu}	0.003743	0.00136
ρ_{aktual}	0.003743	0.0018
Asperlu	18080.13	5321.25
Astul	490.8739	490.874
Jarak Tulangan	108.5997	230.62
Jarak Tulangan Digunakan	D25-100	D25-200



Gambar 7. Penulangan Poer/Pile Cap

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Lokasi perencanaan gedung termasuk dalam kategori desain seismik A (KDS A) dimana digunakan sistem rangka pemikul momen biasa (SPRMB)

2. Sarana pendukung yang terdapat pada gedung kuliah terpadu adalah sebagai berikut:

- a) Tangga

Tangga Tipe 1

Tebal pelat tangga(t) : 220 mm

Tebal bordes : 220 mm

Tulangan utama lapangan: D13 - 150 mm

Tulangan utama Tumpuan: D13 - 150 mm

Tulangan bagi susut : $\varnothing$ 10 - 150 mm

Tangga Tipe 2

Tebal pelat tangga(t) : 220 mm

Tebal bordes : 220 mm

Tulangan utama lapangan: D13 - 150 mm

Tulangan utama Tumpuan: D13 - 150 mm

Tulangan bagi susut : $\varnothing$ 10 - 150 mm

- b) Lift

Jumlah lift yang digunakan : 4 buah

Kecepatan : 1,75 m/s

Kapasitas muatan : 1000 kg

3. Dimensi komponen struktur yang didapatkan dari hasil analisis ini adalah sebagai berikut :

- a. Tebal pelat lantai = 120 mm

- b. Dimensi balok

– B1 = 400 mm x 800 mm

– B2 = 550 mm x 900 mm

– B3 = 300 mm x 600 mm

– B4 = 200 mm x 400 mm

- c. Dimensi kolom

– Lantai 1 - 3

K1-A= 900 mm x 900 mm

K1-B= D =900 mm

– Lantai 4 - 6

K1-A= 800 mm x 800 mm

K1-B= D =800 mm

– Lantai 7 - Atap

K1-A= 700 mm x 700 mm

K1-B= D =700 mm

– K Bordes

K4 = 500 mm x 500 mm

– K PentHouse

K5 = 300 mm x 300 mm

3. Pada saat pemodelan struktur dengan menggunakan program, pemahaman terhadap program dan pemahaman terhadap struktur yang akan direncanakan harus dimatangkan sejak awal agar tidak terjadi kekeliruan.

DAFTAR PUSTAKA

Asroni, Ali. 2010. *Balok dan Pelat beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013)*. Jakarta

Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)*. Jakarta.

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

Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987)*. Jakarta.

Riza, Miftakhur. 2010. *Aplikasi Perencanaan Struktur Gedung dengan ETABS*. Jakarta: ARS Group.

Saran

1. Perencanaan struktur gedung mengacu kepada peraturan-peraturan yang terbaru di Indonesia, dimana diharapkan setelah menyelesaikan tugas akhir dapat merencanakan dengan peraturan-peraturan yang terbaru.
2. Sebelum memulai penyusunan tugas akhir, data-data berupa literatur-literatur dan data-data pendukung dalam perencanaan seperti data tanah, gambar struktur, dan detail-detail dikumpulkan sedemikian mungkin untuk memudahkan dalam penyusunan.