

PERHITUNGAN STRUKTUR GEDUNG PERKULIAHAN WIDYA DHARMA KOTA PONTIANAK

Syarendi¹, M. Yusuf², Gatot Setya Budi³

¹Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak

^{2,3}Dosen Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak
rendimufc@gmail.com

Abstrak

Pada awalnya Perguruan Tinggi Widya Dharma memiliki jurusan Akademika Sekretaris dan Manajemen (ASM) jenjang Diploma III atau biasa disebut D3. Banyaknya alumni dari ASM Widya Dharma yang berkeinginan melanjutkan ke jenjang Strata 1 (S1) turut mendasari pemikiran pendirian STIE Widya Dharma. (Yayasan Widya Dharma Kota Pontianak, 2016). Dengan berdirinya STIE Widya Dharma, jumlah mahasiswa yang kuliah di Perguruan Tinggi Widya Dharma bertambah pesat, yang membuat ruang kuliah yang sudah ada tidak cukup untuk menampung jumlah mahasiswa tersebut, pada tahun 2016 Perguruan Tinggi Widya Dharma membangun gedung perkuliahan baru sepuluh lantai untuk memenuhi kebutuhan ruang kuliah. Bangunan yang tinggi akan menimbulkan beban horizontal yang besar ketika terjadi gempa, karena semakin tinggi suatu bangunan maka akan semakin berat pula bangunan tersebut. Sedangkan berat suatu bangunan adalah faktor yang paling mempengaruhi beban gempa. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 1726-2012) mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, Kota Pontianak termasuk dalam zona gempa ringan dan mengharuskan setiap bangunan di Kota Pontianak memperhitungkan parameter gaya gempa untuk mengantisipasi terjadinya gempa agar tidak menimbulkan dampak kerugian yang besar. Dalam karya tulis ini, penulis mencoba merencanakan gedung perkuliahan Perguruan Tinggi Widya Dharma yang sekarang masih dalam tahap pengerjaan tersebut dengan memperhitungkan parameter gaya gempa. Penulis berharap karya tulis ini dapat menjadi referensi untuk pembangunan gedung di Kota Pontianak yang memperhitungkan parameter gaya gempa dengan menggunakan acuan SNI 1726-2012.

Kata kunci : bangunan yang tinggi, struktur gedung, parameter gaya gempa, fondasi.

Abstract

In the beginning Widya Dharma College had Academic Secretary and Management (ASM) majors in Diploma III level or commonly called D3. The number of alumni from ASM Widya Dharma who wish to continue to the Undergraduate level (S1) also underlies the founding thinking of STIE Widya Dharma. (Widya Dharma Foundation, Pontianak City, 2016). With the establishment of STIE Widya Dharma, the number of students studying at Widya Dharma College is increasing rapidly, which makes the existing lecture rooms not enough to accommodate the number of students, in 2016 Widya Dharma College built a new ten-story lecture building to meet space needs college. High buildings will cause a large horizontal load when an earthquake occurs, because the higher the building, the more heavy the building will be. While the weight of a building is the factor that most affects the earthquake load. According to the Indonesian National Standards (SNI 1726-2012) concerning the Procedures for Planning Earthquake Resilience for Building and Non-Building Structures, Pontianak City is included in a mild earthquake zone and requires that every building in Pontianak City take into account earthquake-style parameters to anticipate earthquakes so as not to cause a big loss. In this paper, the author tries to plan the lecture building of the Widya Dharma College which is now still under construction, taking into account the earthquake force parameters. The author hopes that this paper can be a reference for building construction in the city of Pontianak which takes into account earthquake-style parameters using the reference SNI 1726-2012.

Keywords : high buildings, building structures, earthquake force parameters, foundations.

1. Pendahuluan

Perguruan Tinggi Widya Dharma adalah salah satu Kampus yang terletak di Jl. H.O.S Cokroaminoto No. 445 Pontianak, Kalimantan Barat. Pada awalnya Perguruan Tinggi Widya Dharma memiliki jurusan Akademika Sekretaris

dan Manajemen (ASM) jenjang Diploma III atau biasa disebut D3. Banyaknya alumni dari ASM Widya Dharma yang berkeinginan melanjutkan ke jenjang Strata 1 (S1) turut mendasari pemikiran pendirian STIE Widya Dharma. (Yayasan Widya Dharma Kota Pontianak, 2016).

Dengan adanya STIE Widya Dharma, jumlah mahasiswa di Perguruan Tinggi Widya Dharma semakin bertambah, sehingga pada tahun 2016 Perguruan Tinggi Widya Dharma membangun gedung perkuliahan baru sepuluh lantai untuk memenuhi kebutuhan ruang kuliah.

Bangunan yang tinggi akan menimbulkan beban horizontal yang besar ketika terjadi gempa. Hal ini terjadi karena semakin tinggi suatu bangunan, maka akan semakin berat pula bangunan tersebut. Sedangkan berat suatu bangunan adalah faktor yang paling mempengaruhi beban gempa.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 1726-2012) mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, Kota Pontianak termasuk dalam zona gempa ringan dan mengharuskan setiap bangunan di Kota Pontianak memperhitungkan parameter gaya gempa untuk mengantisipasi terjadinya gempa agar tidak menimbulkan dampak kerugian yang besar.

Karenanya penulis mencoba merencanakan gedung perkuliahan Perguruan Tinggi Widya Dharma yang sekarang masih dalam tahap pengerjaan tersebut dengan memperhitungkan parameter gaya gempa. Dengan harapan tugas akhir ini dapat menjadi referensi mengenai pembangunan gedung dengan memperhitungkan parameter gaya gempa di Kota Pontianak dengan menggunakan acuan SNI 1726-2012.

Maksud dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai penerapan ilmu-ilmu yang dipelajari selama perkuliahan dan dibantu dengan penggunaan program analisa struktur dalam perhitungan struktur bangunan.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Menguasai dasar-dasar dan tahapan-tahapan dalam perhitungan struktur bangunan gedung.
2. Mampu melakukan analisis gaya-gaya dalam menggunakan program analisa struktur akibat beban vertikal dan beban horizontal.
3. Mampu mengolah hasil gaya-gaya dalam dari program analisa struktur ke dalam perhitungan beton.
4. Mampu merencanakan bangunan gedung yang kuat secara struktural sesuai standar yang berlaku.

Dikarenakan perencanaan struktur merupakan salah satu pekerjaan yang sangat rumit dan kompleks, serta kemampuan yang terbatas dari penulis, maka ada beberapa batasan yang diambil dalam perencanaan struktur ini antara lain :

1. Struktur yang digunakan adalah struktur beton bertulang.
2. Struktur yang direncanakan adalah struktur atas bangunan berupa pelat, balok dan kolom serta struktur bawah bangunan berupa fondasi.

3. Sistem struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB).
4. Struktur yang direncanakan akan menerima beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup serta menerima beban horizontal berupa beban angin dan beban gempa.
5. Analisa gempa dihitung menggunakan analisis dinamik.
6. Perencanaan struktur merujuk pada SNI 2847-2013 dan SNI 1726-2012.
7. Beban yang diperhitungkan merujuk pada SNI 1727-2013 dan PPPURG-1987.
8. Penggunaan program analisa struktur tidak hanya sampai menghasilkan gaya dalam saja, tetapi sampai menghasilkan luas tulangan yang diperlukan pada elemen struktural.

Adapun data fisik dari gedung ini adalah :

1. Struktur : Beton Bertulang
2. Jumlah lantai : 10 lantai
3. Panjang bangunan : 36 m
4. Lebar bangunan : 22 m
5. Tinggi lantai 1 & 2 : 3,5 m
6. Tinggi lantai 3 - 9 : 4 m
7. Tinggi lantai 10 & dak : 3 m
8. Tinggi total bangunan : 41 m

Spesifikasi material adalah :

1. Mutu beton (f_c') : 30 MPa
2. Mutu baja (f_y) deform : 400 MPa
3. Mutu baja (f_y) polos : 240 Mpa

2. Tinjauan Pustaka

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

a. Beban mati

Berikut beban mati yang digunakan dalam perhitungan yang mengacu pada SNI 1727-2013 dan PPPURG 1987 (Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, 1987).

Tabel 1. Beban Mati Tambahan

No.	Material	Berat (kg/m ²)
1	Beton	2.200
2	Beton bertulang	2.400
3	Baja	7.850
4	Adukan semen per cm tebal	21
5	Penutup lantai per cm tebal	24
6	Dinding batako berlubang tebal 10 cm	120
7	Plumbing dan instalasi listrik	25
8	Penutup atap Zincalum	6,94

b. Beban hidup

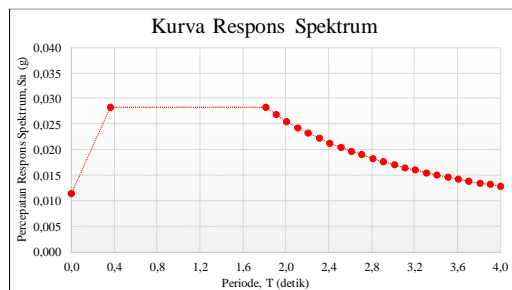
Berikut beban hidup yang digunakan dalam perhitungan pelat lantai yang mengacu pada SNI 1727-2013.

Tabel 2. Beban Hidup

No.	Hunian atau Penggunaan	Berat (kg/m ²)
1	Garasi / Parkir	1,92
2	Ruang Kelas	1,92
3	Ruang Kantor	2,4
4	Ruang Komputer	4,79
5	Ruang Pertemuan	4,79
6	Ruang Makan dan Restoran	4,79
7	Perpustakaan	7,18
8	Tangga dan jalan keluar	4,79

c. 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

d. Beban angin

Tekanan angin rencana, $q_{\text{angin}} = 0,77 \text{ kN/m}^2$
 Koefisien angin :
 Angin tekan, $c = 0,8$
 Angin hisap, $c = 0,3$

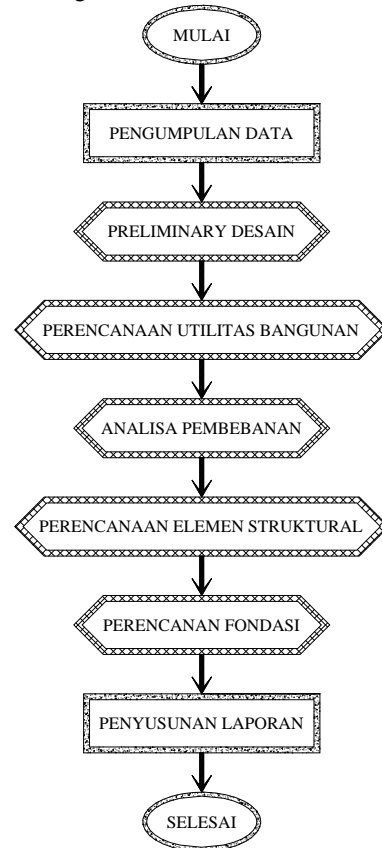
Kombinasi pembebanan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. $U = 1,4D$
2. $U = 1,2D + 1,6L$
3. $U = 1,2D + 1,0L \pm 1,0W_x$
4. $U = 1,2D + 1,0L \pm 1,0W_y$
5. $U = (1,2 + 0,2.S_{DS})D + 1,0L \pm 1,0E_x \pm 0,3E_y$
6. $U = (1,2 + 0,2.S_{DS})D + 1,0L \pm 0,3E_x \pm 1,0E_y$
7. $U = 0,9D \pm 1,0W_x$
8. $U = 0,9D \pm 1,0W_y$
9. $U = (0,9 - 0,2.S_{DS})D \pm 1,0E_x \pm 0,3E_y$
10. $U = (0,9 - 0,2.S_{DS})D \pm 0,3E_x \pm 1,0E_y$

3. Metodologi Perhitungan

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:



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan Struktur

4. 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 3 tipe tangga, dan 2 buah lift dengan kapasitas muatan masing-masing lift sebanyak 17 orang (1150 kg).

5. Hasil Perencanaan Struktur

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

a. Pelat

Asumsi dalam pemodelan pelat lantai yaitu sebagai Plate, pelat diasumsikan hanya menerima gaya vertikal saja, akibat beban mati dan hidup.

(Riza, 2010)

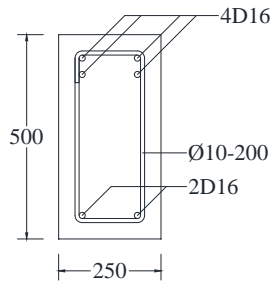
Dari hasil perencanaan pelat diperoleh :

- Tebal pelat : 12 cm
- Tul. Tumpuan : M8-150
- Tul. lapangan : M8-150

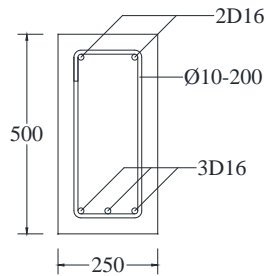
b. Balok

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) = 500 mm
- Lebar balok (b) = 250 mm
- Tulangan utama rencana (D) = 16 mm
- Tulangan geser rencana (Ø) = 10 mm
- Selimut beton (p) = 40 mm



Gambar 3. Detail Penulangan Balok Area Tumpuan



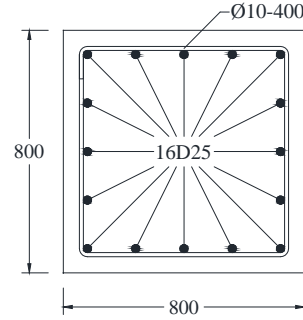
Gambar 4. Detail Penulangan Balok Area Lapangan

Tabel 3. Rekapitulasi Penulangan Balok

Tipe Balok	Daerah	Tulangan Lentur			Tulangan Torsi	Tulangan Sengkang
		atas	bawah	Baris		
B 20/40	Tumpuan	4D22	2D22	2	2D13	Ø10-75
	Lapangan	2D22	2D22	1		Ø10-125
B 25/50	Tumpuan	4D22	2D22	2	2D16	Ø10-75
	Lapangan	2D22	3D22	1		Ø10-100
B 30/60	Tumpuan	6D22	2D22	2	2D22	Ø12-75
	Lapangan	2D22	4D22	1		Ø12-125
B 40/70	Tumpuan	5D22	2D22	1	4D22	Ø12-75
	Lapangan	2D22	4D22	1		Ø12-250

c. Kolom

- Diameter kolom, (hk) = 900 mm²
- Tinggi kolom, (tk) = 4000 mm
- Luas penampang kolom, (Ag) = 640000 mm²
- Diameter tul utama, (D) = 16 mm
- Diameter tul sengkang, (Ø) = 10 mm
- Selimut beton(p) = 40 mm



Gambar 5. Detail Kolom 90x90 cm

Tabel 4. Rekapitulasi Penulangan Kolom

Tipe Kolom	Luas Tulangan Perlu Longitudinal (mm ²)	Tulangan Longitudinal	Rasio Tulangan	Tulangan Sengkang
40 x 40	160000	12D16	1,508%	Ø10-200
75 x 75	562500	16D25	1,081%	Ø10-300
80 x 80	640000	16D25	1,227%	Ø10-400
85 x 85	722500	16D25	1,087%	Ø10-400
90 x 90	810000	16D29	1,305%	Ø10-450
L 25 x 50	187500	12D16	1,287%	Ø10-250

6. Perencanaan Fondasi

a. Analisa Pembebanan Fondasi

Fondasi direncanakan menggunakan tiang pancang *spun pile* berdiameter 40 cm dengan kedalaman 30 m.

$$\text{Diameter } (D) = 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman } (l) = 30 \text{ m}$$

$$\text{Berat } (W) = 0,199 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

1. Berat sendiri tiang pancang

$$W_p = l.W = 30 \times 0,199 = 5,97 \text{ ton}$$

2. Luas penampang di dasar tiang pancang

$$A_p = \frac{1}{4} . f . D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,4^2 = 0,126 \text{ m}^2$$

3. Luas selimut tiang pancang

$$A_s = l . f . D = 30 \times 3,14 \times 0,4 = 37,699 \text{ m}$$

4. Daya dukung ultimit tiang pancang, (Mayerhoff 1956)

$$\begin{aligned} Q_u &= (40 . N_b . A_p) + (0,2 . N . A_s) - W_p \\ &= (40 \times 51 \times 0,126) + (0,2 \times 13,6 \times 37,699) - 5,97 \\ &= 352,926 \text{ ton} = 3529,255 \text{ kN} \end{aligned}$$

5. Daya dukung ijin tiang pancang

$$FK \text{ (Pengendalian Normal)} = 2,5 \rightarrow$$

Bangunan Permanen

$$Q_a = \frac{Q_u}{FK} = \frac{3529,255}{2,5} = 1411,702 \text{ kN}$$

Dari program analisa struktur diperoleh $P_u = 5629,884$ kN, maka dapat diperkirakan jumlah tiang pancang yang diperlukan adalah :

$$n_{\text{perlu}} = \frac{P_u}{Q_a} = \frac{5629,884}{1411,702} = 3,988 \approx 5 \text{ tiang}$$

Dalam formula *fled*, kapasitas individu tiang berkurang sebesar 1/16 akibat adanya tiang yang berdampingan baik dalam dalam arah diagonal. arah lurus maupun

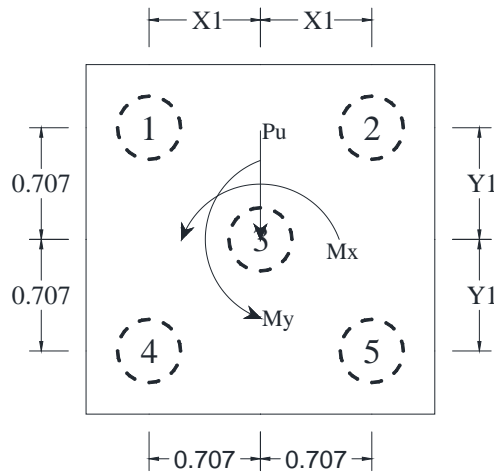
1. Efisiensi kelompok tiang,

$$E_g = 4.E_A + 1.E_B = \left(4 \times \frac{13}{16}\right) + \left(1 \times \frac{12}{16}\right) = 4$$

2. Daya dukung kelompok tiang,

$$\begin{aligned} Q_{ag} &= (E_g \cdot Q_a) \\ &= (4 \times 1411,702) \\ &= 5646,809 \text{ kN} > P_u = 5629,884 \text{ kN} \dots \text{OK} \end{aligned}$$

Maka daya dukung kelompok tiang cukup aman



Gambar 6. Konfigurasi Tiang Rencana

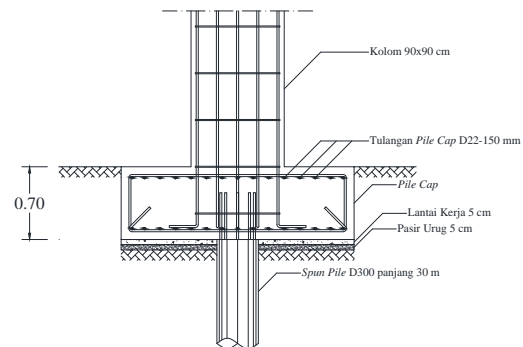
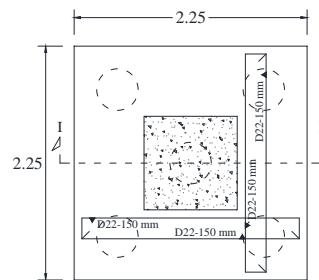
b. Penulangan Poer/Pile Cap

Data Perencanaan :

f_c'	= 30 Mpa
f_y	= 400 Mpa
β	= 0,836
Lebar, B	= 2,25 m
Panjang, L	= 2,25 m
Tebal, h	= 0,7 m
Selimit, p	= 75 mm
Diamater tulangan, D	= 22 mm
Faktor reduksi, m	= 0,9

Tabel 5. Perhitungan Penulangan Fondasi P5

Item	Nilai	Satuan
f_c'	= 30	MPa
f_y	= 400	MPa
β	= 0,836	
b	= 0,03197	
min	= 0,00350	
max	= 0,02397	
b	= 2250	mm
l	= 2250	mm
c	= 900	mm
h	= 700	mm
p	= 75	mm
ds	= 94,5	mm
d	= 605,5	mm
P_u	= 5.626.176	kN
A_{pc}	= 5.062.500	m^2
V_u	= 1,111	kN/m^2
l_x	= 675	mm
M_u	= 569.650.340	N.mm
R_n	= 0,767	mPa
perlu	= 0,00195	
pakai	= 0,00350	
A_s perlu	= 4768,3125	mm^2
D	= 22	mm
A_s	= 380,133	mm^2
s	= 167,413	mm



Potongan I - I

Gambar 7. Penulangan Poer/Pile Cap

7. Kesimpulan Dan Saran

a. Kesimpulan

Dari hasil analisis penulisan ini dapat diambil kesimpulan seperti berikut :

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

- Tangga

Tangga Tipe 1

Tebal pelat tangga (t)	: 150 mm
Tebal bordes	: 150 mm
Tulangan lapangan	: D13 - 250 mm
Tulangan tumpuan	: D13 - 250 mm
Tulangan bagi susut	: 10 - 250 mm

Tangga Tipe 2

Tebal pelat tangga (t)	: 150 mm
Tebal bordes	: 150 mm
Tulangan lapangan	: D13 - 250 mm
Tulangan tumpuan	: D13 - 250 mm
Tulangan bagi susut	: 10 - 250 mm

Tangga Tipe 3

Tebal pelat tangga (t)	: 200 mm
Tulangan lapangan	: D13 - 200 mm
Tulangan tumpuan	: D13 - 200 mm
Tulangan bagi susut	: 10 - 200 mm

- Lift

Jumlah yang diperlukan	: 2 buah
Kecepatan	: 1,75 m/s
Kapasitas penumpang	: 17 orang
Kapasitas muatan	: 1150 kg

2. Atap direncanakan dengan kaspant sistem portal, yaitu :

- Gording menggunakan Lipped Channel C100x50x20

- Kaspant menggunakan baja profil IWF 300x150

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

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

- Tebal pelat lantai 120 mm
- Dimensi balok yang terdiri dari :
 - Balok 200 x 400 mm
 - Balok 250 x 500 mm
 - Balok 300 x 600 mm
 - Balok 400 x 700 mm

- Dimensi kolom
 - Kolom 400 x 400 mm
 - Kolom 750 x 750 mm
 - Kolom 800 x 800 mm
 - Kolom 850 x 850 mm
 - Kolom 900 x 900 mm
 - Kolom L 250 x 250 mm

5. Struktur bawah gedung yang direncanakan adalah fondasi tapak dengan tiang pancang *Spun Pile* diameter 40 cm kedalaman 30 m. Fondasi terdiri dari :

- P1 (1 tiang pancang)
- P3 (3 tiang pancang)
- P4 (4 tiang pancang)
- P5 (5 tiang pancang)

b. Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan dari hasil penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Sebelum menggunakan program analisa struktur sebaiknya pahami dulu dasar-dasar ilmu statika, agar dapat mengoreksi hasil output dari program meskipun belum benar-benar memahami cara kerja program analisa struktur tersebut.
2. Dalam merencanakan suatu struktur bangunan gedung gunakanlah peraturan-peraturan yang terbaru sebagai pedoman.
3. Dalam merencanakan suatu struktur bangunan gedung sebaiknya memiliki data-data yang lengkap, seperti gambar arsitek gedung dan data tanah agar mudah dalam merencanakan struktur bangunan tersebut.

Daftar Pustaka

Aroni, 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.

- Budiono, Bambang, Nyoman Triani Herlina Dewi, Merilda Kristalya, Silviani Lionita Claudya Manik, dan Eben Haezer Kurniawan Ong. 2017. *Contoh Disain Bangunan Tahan Gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Dinding Struktur Khusus di Jakarta*. Bandung: ITB
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987)*. Jakarta.
- Rahardjo, Paulus P. 2000. *Manual Pondasi Tiang*. Bandung : Universitas Katholik Parahyangan
- Riza, Miftakhur. 2010. *Aplikasi Perencanaan Struktur Gedung dengan ETABS*. Jakarta: ARS Group.
- Sardjono, H. S. 1998. *Pondasi Tiang Pancang*. Jilid 1. Surabaya: Sinar Wijaya.