

# ANALISA PENULANGAN KONSTRUKSI GEDUNG SATU BASEMEN EMPAT LANTAI

Muhammad Imaduddin<sup>1,\*</sup>, Muhammad Arfan<sup>2,\*</sup> Agus Hariyanto<sup>3,\*</sup>

<sup>1,2,3</sup> Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang

[Arfan.syoib88@gmail.com](mailto:Arfan.syoib88@gmail.com)

## Abstract

*Based on the artifact drawing in the appendix, it discusses structural planning where only drawings are produced in planning and there is no reinforcement plan which is an important element in the construction of a building in order to produce a strong, safe and economical building. Therefore, the author discusses the reinforcement of the structure.*

*To achieve the planning objectives, structural planning must follow the regulations set by the government in the form of the Indonesian National Standard (SNI). Planning of the building that has been determined so that the strength and safety factors of the building can be achieved and there is no collapse in the planned building.*

*The results of the analysis of a four-story basement office building from the calculations obtained the same results in calculations using the SAP 2000 and SNI programs 03-2847-2002, therefore the reinforcement obtained is accurate, namely the results of the SAP 2000 and SNI programs 03-2847-2002. The results of planning a four-storey office building from several planned variations obtained a total net concrete area, namely variation 1 of 14800.96 cm<sup>2</sup>, variation 2 of 15172.1 cm<sup>2</sup>, variation 3 of 11297.69 cm<sup>2</sup> and variation 4 experiencing structural failure. From these results it can be concluded that the safe and economical variations of beams, columns are variation 3 where the dimensions are B1 (30 cm x 40 cm), B2 (15 cm x 25 cm), K1 (50 cm x 50 cm), K2 (45 cm x 45 cm), K3 (40 cm x 40 cm), K4 (35 cm x 35 cm)*

*Keywords: Sekayu office building for rent, beam and column planning, four-story basement structure, analysis results*

## 1. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Berdasarkan gambar artitek pada lampiran 3 membahas perencanaan struktur dimana pada perencanaan hanya gambar yang dihasilkan dan tidak adanya perencanaan penulangan yang merupakan unsur penting pada pembangunan suatu gedung agar dapat menghasilkan gedung yang kuat, aman dan ekonomis. Oleh karena itu penulis membahas mengenai penulangan struktur. Perencanaan struktur bertujuan untuk menghasilkan suatu struktur yang stabil, cukup kuat, mampu menahan beban, dan memenuhi tujuan-tujuan

lainnya seperti ekonomi dan kemudahan pelaksanaan. Maksud dari penelitian ini adalah untuk merencanakan desain struktur balok dan kolom gedung perkantoran dengan menggunakan program SAP2000 versi student.

### B. Maksud dan Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Merencanakan dimensi balok dan kolom gedung satu basemen empat lantai, Menentukan dimensi balok dan kolom yang aman dan ekonomis untuk digunakan pada gedung satu basemen empat lantai,

Menentukan dimensi variasi balok dan kolom yang direncanakan aman atau tidak.

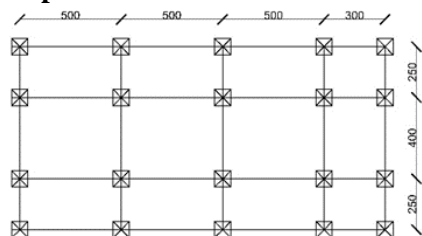
### C. Batasan Masalah

Dalam perencanaan gedung baru sewa perkantoran ini pembahasan yang akan dikaji hanya berupa:

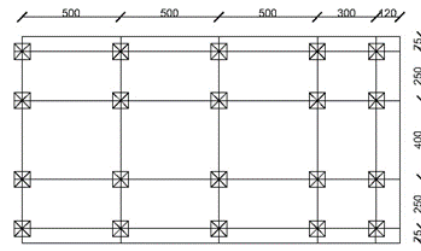
1. Bangunan yang dirancang adalah Gedung Sewa Perkantoran Sekayu, 3 gedung yang direncanakan dalam penelitian yaitu struktur satu basemen empat lantai dengan luas (18 m x 9 m) dan tinggi gedung 16 meter dan basemen 3 meter.
2. Desain struktur gedung hanya dilakukan terhadap elemen struktur atas yang meliputi kolom dan balok menggunakan program SAP2000 versi student. Sedangkan elemen struktur seperti plat lantai, plat atap, tangga, dan pondasi tidak di desain.
3. Perencanaan balok dan kolom pada penelitian ini menggunakan empat variasi ukuran.
4. Perencanaan perhitungan analisis digunakan software SAP 2000 versi mahasiswa
5. Analisis pembebanan menggunakan beban mati, beban hidup dan beban angin sesuai dengan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983, sedangkan beban gempa tidak diikut direncanakan.

## 2. METODE PENELITIAN

### A. Data perencanaan



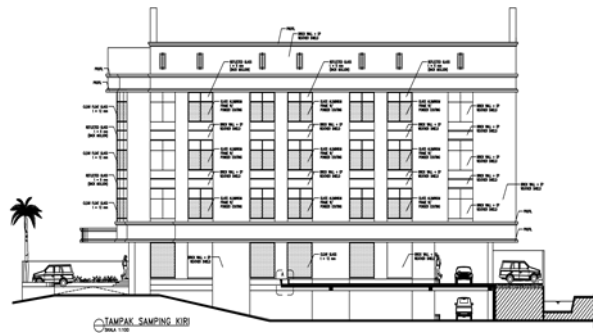
Gambar 1. Denah Lantai basemen – satu



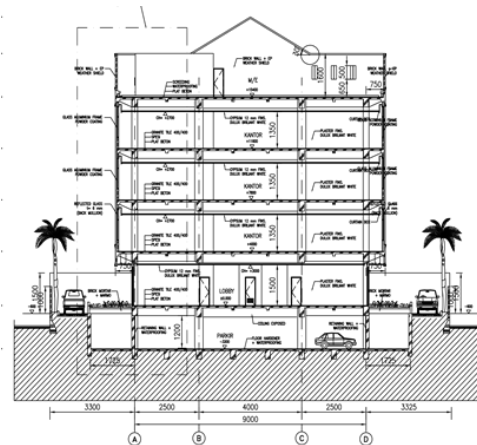
Gambar 2. Denah Lantai dua - empat



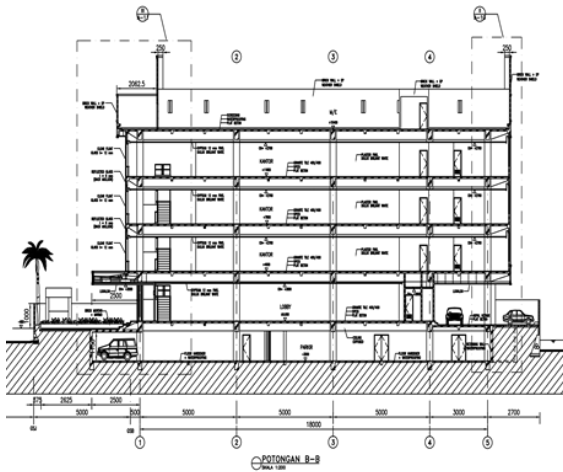
Gambar 3. Tampak depan



Gambar 4. Tampak samping



Gambar 5. Potongan A-A



Gambar 6. Potongan B-B

## B. Metode Pengumpulan Data

Perencanaan ini menggunakan acuan standar sebagai berikut :

1. Standard dan Tata Cara Perhitungan Struktur untuk Bangunan Gedung, SKSNI T-15-1991-03
2. Tata Cara Penghitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI-03-2847-2002).
3. Baja Tulangan Beton (SNI-07-2052-2002)
4. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah & Gedung (SKBI-1987).

## C. Analisis Data

### 1. Data Perencanaan

Menurut Sukron, (2021) Perencanaan adalah bagian yang terpenting dari pembangunan suatu gedung atau bangunan yang lainnya. Perencanaan dapat diartikan sebagai suatu usaha untuk menyusun, mengatur atau mengorganisasikan suatu hal atau topik sehingga menghasilkan output (hasil) yang sesuai keinginan dengan tetap memperhatikan standar ekonomis, aman, kuat dan nyaman.

Adapun gambar perencanaan pada penelitian ini terdiri dari gambar denah per lantai dan didukung dengan gambar tampak. Spesifikasi material pada penelitian ini adalah sebagai berikut : Mutu Beton menggunakan  $F_c$  25 Mpa, untuk beton modulus elastisitasnya

adalah  $4700\sqrt{f_c}$  dan untuk baja tulangan modulus elastisitasnya adalah 239.700 MPa

### 2. Preliminary design

Perencanaan dimensi balok, meliputi :

- a. Syarat dimensi balok menurut SNI-03-2847-2002 (11.5)

Untuk "kondisi dua tumpuan" tebal minimum balok  $(h)=L/16$

Untuk "kondisi satu ujung menerus"  $h=L/18,5$  Untuk "kondisi kedua ujung menerus"  $h=L/21$ .

Untuk lebar balok syaratnya  $b_w=h/2$  s/d  $2/3h$

- b. Perencanaan dimensi kolom direncanakan kolom dengan  $b = h$ , design kolom menggunakan metode trial and eror pada program SAP 2000

### 3. Pembebanan

Kombinasi digunakan mengacu pada SNI 03- 2847-2002 pasal 11.2 sebagai berikut :

$$\text{Kombinasi 1} = 1,4 D \quad (1)$$

$$\text{Kombinasi 2} = 1,2 D + 1,6 L \quad (2)$$

$$\text{Kombinasi 3} = 1,2 D + 1,2 WL + 1,6 L \quad (3)$$

Keterangan :

$D = \text{Dead load}$

$L = \text{Live load}$

$WL = \text{Wind load}$

### 4. Permodelan Stuktur

Pemodelan struktur untuk dilakukan dengan Program SAP2000 adapun langkah-langkah permodelan struktur pada SAP2000 adalah input data teknis gedung, input data mutu material, dan input elemen struktur. Input data teknis Gedung yang meliputi:

- a. Jumlah lantai (Number of Stories)
- b. Ketinggian antar lantai yang sama (*Typical Story Height*)
- c. Ketinggian lantai bawah (*Bottom Story Height*)
- d. Penentuan satuan (*Units*) yang akan digunakan

Input data mutu material meliputi data bahan material beton dan tulangan tersebut diinput ke SAP2000 adapun data yang diinput meliputi mutu bahan, modulus elastisitas berat jenis material dan sifat sifat material lainnya. Input element strukur yang meliputi :

- a. Balok : Input dimensi pada *preliminary design* pada elemen balok dengan material beton bertulang
- b. Kolom : Input dimensi *preliminary design* pada elemen kolom dengan material beton bertulang

### 5. Analisis Gaya

Dalam Analisis struktur dilakukan dengan program SAP2000 untuk mengetahui berbagai gaya dalam yang terjadi seperti gaya normal (Pu), geser (Vu), dan momen (Mu)

### 6. Perencanaan Elemen Strukur

Perencanaan yang meliputi perhitungan penulangan dihitung menggunakan program SAP2000 kemudian dihitung secara manual berdasarkan SNI-03-2847-2002, adapun Langkah adalah sebagai berikut :

Tulangan Lentur

$$A_{dtulangan} = 1/4 \pi D^2 \quad (4)$$

$$n = A_{program} / A_{dtulangan}$$

$$n_{ADTULANGAN} > A_{PROGRAM}$$

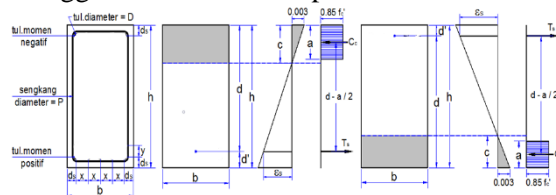
Keterangan :

$A_{DTulangan}$  = Luas diameter tulangan mm<sup>2</sup>

$A_{Program}$  = Luas tulangan program SAP mm<sup>2</sup>

n = Jumlah tulangan

Perencanaan balok yang meliputi perhitungan penulangan balok dihitung menggunakan metode empiris



Gambar 7. Tegangan, regangan dan gaya yang terjadi pada perencanaan lentur murni beton bertulang

### a. Perhitungan tulangan

Factor bentuk distribusi tegangan beton

$$B_1 = 0,85 - 0,05 \frac{(f_c - 30)}{7} \quad (5)$$

Rasio tulangan pada kondisi balance

$$P_b = \frac{B_1 \times 0,85 \times \frac{f_c}{f_y} \times 600}{600 + f_y} \quad (6)$$

Faktor tahanan momen maksimum

$$R_{max} = 0,75 \times P_b \times f_y \left[ \frac{1 - 0,5 \times 0,75 \times P_b \times f_y}{0,85 \times f_c} \right]$$

Factor reduksi kekuatan lentur  $\phi = 0,80$  (7)

Jarak tulangan terhadap sisi luar beton

$$d_s = t_s + \emptyset + \frac{D}{2} \quad (8)$$

Jumlah tulangan dalam satu baris

$$n_s = \frac{b - 2 \times d_s}{25 + D} \quad (9)$$

Jarak horizontal pusat ke pusat antara tulangan

$$x = \frac{b - n_s \times D - 2 \times d_s}{n_s - 1} \quad (10)$$

Jarak vertical pusat ke pusat antara tulangan

$$y = D + 25 \quad (11)$$

### b. Tulangan momen positif

Momen positif nominal rencana

$$M_n = \frac{M_{u+}}{\phi} \quad (12)$$

Tinggi efektif balok

$$d = h - d' \quad (13)$$

Factor tahanan momen

$$R_n = \frac{M_n \times 10^6}{b \times d^2} \quad (14)$$

Rasio tulangan yang diperlukan

$$p = 0,85 \times \frac{f_c}{f_y} \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0,85 \times f_c}}$$

Rasio tulangan minimum

$$p_{\min} = \sqrt{\frac{f_c}{4 \times f_y}} \quad (15)$$

Luas tulangan yang diperlukan

$$A_s = p \times b \times d \quad (16)$$

$p$  = Rasio tulangan

Jumlah tulangan yang diperlukan

$$n = \frac{A_s}{\frac{\pi}{4} \times D^2} \quad (17)$$

$A_s$  = Luas tulangan

Luas tulangan terpakai

$$A_s = n \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \quad (18)$$

Jumlah baris tulangan

$$n_b = \frac{n}{n_s} \quad (19)$$

$n_s$  = Jumlah tulangan dlm satu baris

Letak titik berat tulangan

$$d' = \frac{\sum n_i \times y_i}{n} \quad (20)$$

$n_i$  = Jumlah tulangan

$y_i$  = Jarak tulangan

Tinggi efektif balok

$$d = h - d' \quad (21)$$

Momen nominal

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times F_c \times b} \quad (22)$$

Momen nominal

$$M_n = A_s \times f_y \times d - \frac{a}{2} \times 10^{-6} \quad (23)$$

Tahanan momen balok

$$\text{Syarat } \phi \times M_n \geq M_u^+ \quad (24)$$

c. Tulangan momen negative

Momen positif nominal rencana

$$M_n = \frac{M_u^-}{\phi} \quad (25)$$

$M_n$  = Momen negatif nominal rencana,

$M_u^+$  = Momen rencana negatif akibat beban terfaktor

Tinggi efektif balok

$$d = h - d \quad (26)$$

$d'$  = Diperkirakan jarak pusat tulangan

lentur ke sisi beton

$h$  = Tinggi balok

Faktor tahanan momen

$$R_n = \frac{M_n \times 10^6}{b \times d^2} \quad (27)$$

Rasio tulangan yang diperlukan

$$p = 0,85 \times \frac{f_c}{f_y} \times 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0.85 \times f_c}} \quad (28)$$

Rasio tulangan minimum

$$p_{\min} = \sqrt{\frac{f_c}{4 \times f_y}} \quad (29)$$

Luas tulangan yang diperlukan

$$A_s = p \times b \times d \quad (30)$$

$p$  = Rasio tulangan

Jumlah tulangan yang diperlukan

$$n = \frac{A_s}{\frac{\pi}{4} \times D^2} \quad (31)$$

Luas tulangan terpakai

$$A_s = n \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \quad (32)$$

Jumlah baris tulangan

$$n_b = \frac{n}{n_s} \quad (33)$$

$n_s$  = Jumlah tulangan dlm satu baris,

Letak titik berat tulangan

$$d' = \frac{\sum n_i \times y_i}{n} \quad (34)$$

$n_i$  = Jumlah tulangan

$y_i$  = Jarak tulangan

Tinggi efektif balok

$$d = h - d' \quad (35)$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times F_c \times b} \quad (36)$$

Momen nominal

$$M_n = A_s \times f_y \times d - \frac{a}{2} \times 10^{-6} \quad (37)$$

Tahanan momen balok

$$\text{Syarat } \phi \times M_n \geq M_u^+ \quad (38)$$

$M_n$  = Momen negatif nominal rencana,

$M_u^+$  = Momen rencana positif akibat beban terfaktor

d. Tulangan geser

Kuat geser beton

$$V_c = \frac{f_c}{6} \times b \times d \times 10^{-3} \quad (39)$$

$V_c$  = Kuat geser beton

$b$  = Lebar balok

$d$  = Tinggi efektif balok

Tahanan geser beton

$$\phi \times V_c \quad (40)$$

$\phi$  = Faktor reduksi kekuatan geser,  
Tahanan geser sengkang

$$\phi \times V_s = V_u - \phi \times V_c \quad (41)$$

$V_s$  = Kuat geser sengkang  
 $V_u$  = Gaya geser ultimit rencana  
 $V_c$  = Kuat geser beton  
Luas tulangan geser sengkang

$$A_v = n_s \times \frac{\pi}{4} \times P^2 \quad (42)$$

$A_v$  = Luas tulangan geser sengkang  
 $P$  = Diameter sengkang (polos) yang digunakan  
Jarak Sengkang yang diperlukan

$$s = A_v \times f_y \times \frac{d}{V_s \times 10^3} \quad (43)$$

$s$  = Jarak sengkang yang diperlukan  
Jarak Sengkang maksimum

$$S_{max} = \frac{d}{2}$$

$d$  = Tinggi efektif balok

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil analisa

Hasil Data perencanaan berupa gambar dan data spesifikasi material yang akan digunakan dalam perencanaan. Adapun gambar perencanaan arsitektur pada perencanaan ini terdiri dari gambar denah lantai basemen, 1, 2, 3 dan 4 seperti yang terdapat pada lampiran 3. Beban dan material yang digunakan dalam perencanaan ini merupakan beton bertulang dengan spesifikasi sebagai berikut :

Beban-beban yang diperhitungkan adalah sebagai berikut :

- Beban Mati (Dead Load) Beban dinding pasangan bata merah 1/2 batu = 250 kg/m<sup>2</sup>
- Beban Hidup (Live Load) Lantai 1 – 4 (perkantoran) = 250 kg/m<sup>2</sup> Lantai atap (atap dak) = 100 kg/m<sup>2</sup> Lantai atap akibat air hujan (10 cm) = 100 kg/m<sup>2</sup>
- Beban Angin (Wind Load) Tekanan tiup minimum dalam arah X dan Y = 40 kg/m<sup>2</sup>

Data mutu bahan yang akan digunakan dalam perencanaan struktur bangunan perkantoran 4 lantai ini sebagai berikut :

- Mutu rencana beton menggunakan  $f'c = 25$  MPa dengan modulus elastisitas  $4700\sqrt{25} = 23500$  KN
- Mutu Rencana untuk tulangan pokok atau longitudinal menggunakan BJ 41 dengan  $f_y = 410$  Mpa dan  $f_u = 550$  Mpa

Dimensi penampang yang akan di gunakan pada perencanaan struktur bangunan perkantoran 4 lantai ini sebagai berikut :

Variasi kolom	K.Basemen (KB) dan K. Lantai 1 (K1) Cm	Kolom Lantai 2 (K2) Cm	Kolom Lantai 3 (K3) Cm	Kolom Lantai 4 (K4) Cm
1	50 x 50	50 x 50	50 x 50	50 x 50
2	60 x 60	50 x 50	45 x 45	40 x 40
3	50 x 50	45 x 45	40 x 40	35 x 35
4	40 x 40	30 x 30	20 x 20	20 x 20

Gambar 8. variasi ukuran struktur

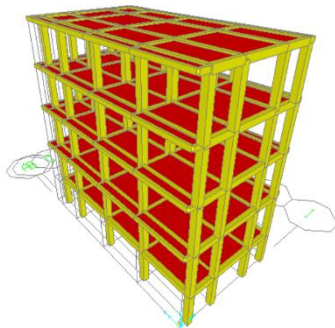
Variasi Balok	Balok Induk (B1) cm	Balok Anak (B2) cm	Variasi Plat (cm)
1	35 x 50	20 x 35	12
2	30 x 50	20 x 25	12
3	30 x 40	15 x 25	12
4	20 x 40	10 x 15	12

Gambar 9. variasi ukuran struktur

Perencanaan struktur dilakukan setelah semua beban kombinasi selesai dimasukkan ke dalam SAP2000, Kemudian di run analysis maka akan di dapatkan gaya-gaya yang berkerja pada struktur bangunan berupa gaya momen (Momen 3-3), gaya lintang (shear 2-2) dan gaya normal (axial force). Dalam perhitungan perencanaan struktur gedung sewa perkantoran 4 lantai ini di ambil gaya-gaya maksimum yang berkerja di balok, kolom dan plat, sehingga gedung yang akan direncanakan mampu memikul semua beban-beban yang berkerja baik beban berat sendiri bangunan (dead load), beban hidup (live load), beban gempa (quake) dan beban air hujan (rain), maka didapatkan hasil yang aman dan tepat.

Program SAP2000 dilengkapi dengan fasilitas pemisah otomatis gaya-gaya maksimum yang berkerja dari 3 beban kombinasi yang dimasukan berdasarkan peraturan SNI 03-2847-2002. Demikian memudahkan kita dalam menentukan gaya-gaya yang berkerja secara tepat.

Penampang balok dan kolom untuk struktur gedung perkantoran dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 10. Tampilan 3d struktur

## B. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisa perhitungan perencanaan gedung perkantoran empat lantai diambil momen maximum dari setiap variasi perencanaan untuk memudahkan dalam mendesain tulangan balok dan kolom. Agar memudahkan melihat momen maximum, maka rekap dalam bentuk gambar dibawah ini:

Frame Section	Momen Maximum (KN/M)			
	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4
Balok Induk (B1)	-29,31	-29,1	-27,5	-24,4
Balok Anak (B2)	-6,1	-4,9	-4,3	-3,25
Kolom Basemen (KB)	16,32	19,6	16,1	14
Kolom Lantai Satu (K1)	32	25	21,9	22
Kolom Lantai Dua (K2)	21,8	21	19,7	14,8
Kolom Lantai Tiga (K3)	18,4	16,9	15,19	7,5
Kolom Lantai Empat (K4)	19,3	12,4	10,7	5

Frame Section	Momen Maximum (+) (KN/M)			
	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4
Balok B1	16,5	16	14,7	14,8
Balok B2	4,2	2,8	2,7	1,92

Gambar 11. Momen Maximum

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan dalam perhitungan dan desain penulangan dari setiap variasi yang didesain penulangannya, maka untuk memudahkannya maka direkap menjadi satu tabel perhitungan penulangan seperti dibawah ini :

DESKRIPSI	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4
<b>Balok B1</b>	35 x 50	30 x 50	30 x 40	20 x 40
Tulangan atas	4 D14	4 D14	5 D14	-
Tulangan Bawah	4 D14	4 D14	6 D14	-
Sengkang	Ø8-170	Ø8-200	Ø8-200	-
<b>Balok B2</b>	20 x 35	20 x 25	15 x 25	10 x 15
Tulangan atas	2 D14	2 D14	2 D14	-
Tulangan Bawah	2 D14	2 D14	2 D14	-
Sengkang	Ø8-290	Ø8-300	Ø8-400	-
<b>Kolom KB Dan K1</b>	50 x 50	60 x 60	50 x 50	40 x 40
Tulangan	13 D16	18 D16	13 D16	-
Sengkang	Ø10-90	Ø10-110	Ø10-150	-
<b>Kolom K2</b>	50 x 50	50 x 50	45 x 45	30 x 30
Tulangan	13 D16	13 D16	11 D16	-
Sengkang	Ø10-90	Ø10-150	Ø10-160	-
<b>Kolom K3</b>	50 x 50	45 x 45	40 x 40	20 x 20
Tulangan	13 D16	10 D16	8 D16	-
Sengkang	Ø10-90	Ø10-190	Ø10-180	-
<b>Kolom K4</b>	50 x 50	40 x 40	35 x 35	20 x 20
Tulangan	13 D16	8 D16	7 D16	-
Sengkang	Ø10-90	Ø10-200	Ø10-200	-
<b>Plat</b>	12 cm	12 cm	12 cm	12 cm
Keterangan	OK	OK	OK	FAIL

Gambar 12. Rekapitulasi hasil perhitungan Penulangan SAP 2000

DESKRIPSI	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4
<b>Balok B1</b>	35 x 50	30 x 50	30 x 40	20 x 40
Tulangan atas	4 D14	4 D14	5 D14	-
Tulangan Bawah	4 D14	4 D14	6 D14	-
Sengkang	Ø8-170	Ø8-200	Ø8-200	-
<b>Balok B2</b>	20 x 35	20 x 25	15 x 25	10 x 15
Tulangan atas	2 D14	2 D14	2 D14	-
Tulangan Bawah	2 D14	2 D14	2 D14	-
Sengkang	Ø8-290	Ø8-300	Ø8-400	-

Gambar 13. Rekapitulasi hasil perhitungan Penulangan metode empiris

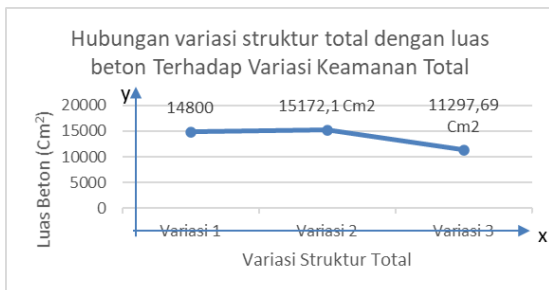
Hasil perencanaan gedung sewa perkantoran satu basemen empat lantai perhitungan yang didapatkan hasil yang sama pada perhitungan menggunakan program sap 2000 dan metode empiris yang mengacu pada

sni 03-2847-2002 oleh karena itu penulangan yang didapat adalah akurat yaitu hasil dari program sap 2000 dan metode empiris.

Hasil perhitungan luas beton variasi aman Seluruh rekapitulasi hasil perhitungan nilai luas beton netto dari 3 variasi aman yang telah direncanakan. Untuk memudahkan melihat keseluruhan variasi yang lebih ekonomis maka dituangkanlah dalam sebuah tabel total luas beton netto dan grafik total luas beton netto dibawah ini :

Deskripsi	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3
Luas Beton Netto B1 (Cm <sup>2</sup> )	1737,7	1487,7	1183,17
Luas Beton Netto B2 (Cm <sup>2</sup> )	693,86	493,86	368,86
Luas Beton Netto KB (Cm <sup>2</sup> )	2473,88	3563,83	2473,88
Luas Beton Netto K1 (Cm <sup>2</sup> )	2473,88	3563,83	2473,88
Luas Beton Netto K2 (Cm <sup>2</sup> )	2473,88	2473,88	2002,9
Luas Beton Netto K3 (Cm <sup>2</sup> )	2473,88	2005	1584
Luas Beton Netto K4 (Cm <sup>2</sup> )	2473,88	1584	1211
Total Luas Beton Netto (Cm <sup>2</sup> )	14800,96	15172,1	11297,69

Gambar 14. Rekapitulasi total luas beton



Gambar 15. Grafik total luas beton

Berdasarkan gambar diatas dapat disimpulkan bahwa perhitungan struktur gedung sewa perkantoran yang aman dan ekonomis adalah perhitungan variasi 3. Hal ini dapat diketahui dari total luas beton netto pada 3 variasi yang aman dari 4 variasi yang direncanakan, dengan nilai total luas beton netto 11297,69 cm<sup>2</sup>.

### C. Hasil Perhitungan

Hasil Variasi Desain Struktur Perencanaan. Desain struktur merupakan tahap akhir dari

perencanaan yang dilakukan setelah menganalisis struktur yang bertujuan untuk mendapatkan hasil kebutuhan luas tulangan utama (pokok) dan tulangan sengkang (*begel*) yang diperlukan untuk Kolom Basemen (KB), Kolom Lantai Satu (K1), Kolom Lantai Dua (K2), Kolom Lantai Tiga (K3), Kolom Lantai Empat (K4), Balok Induk (B1), Balok Anak (B2) dan plat (P1) pada program SAP2000. Program SAP2000 akan menunjukkan hasil desain struktur yang aman dengan tidak munculnya peringatan *overstress* pada balok dan kolom, sehingga gedung tersebut dapat menahan beban yang diperhitungkan di perencanaannya.

Desain struktur beton pada SAP2000 ini sepenuhnya mengikuti peraturan SNI 03-2847-2002 (Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung) dan, Parameter-parameter yang digunakan pada perencanaan struktur gedung perkantoran ini menggunakan program SAP2000. sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Dari keempat variasi yang direncanakan ada 3 variasi yang aman dan satu variasi yang gagal, yaitu variasi ke 4 mengalami kegagalan struktur dimana ada pemberitahuan peringatan *overstress*.

Berdasarkan factor efisiensi dan ekonomis maka digunakan hasil perencanaan dari struktur variasi ketiga. Hasil dari pendesainan struktur gedung perkantoran pada variasi 3 yang memiliki frame dengan ukuran Kolom Basemen (KB) 50x50 cm, Kolom Lantai Satu (K1) 50x50 cm, Kolom Lantai Dua (K2) 45x45 cm, Kolom Lantai Tiga (K3) 35x35 cm, Kolom Lantai Empat (K4) 30x30 cm, Balok Induk (B1) 20x40 cm, Balok Anak (B2) 15x25 cm, Plat 12 cm ini tidak mengalami kegagalan struktur .

Keberhasilan struktur ini dikarenakan cukup atau memenuhinya ukuran kolom dan balok yang digunakan sehingga mampu menahan beban yang direncanakan yang meliputi 3 macam kombinasi pembebanan,

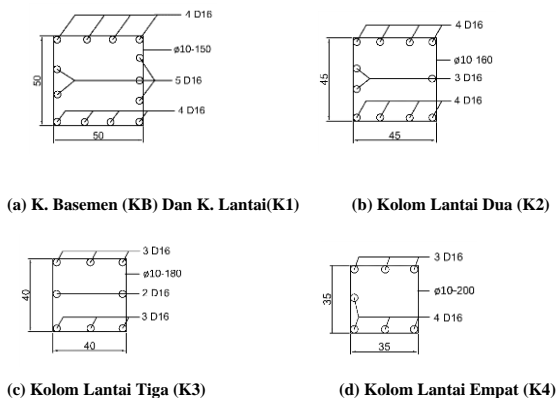


dengan di tandai tidak adanya peringatan overstress. Peringatan tidak adanya overstress.

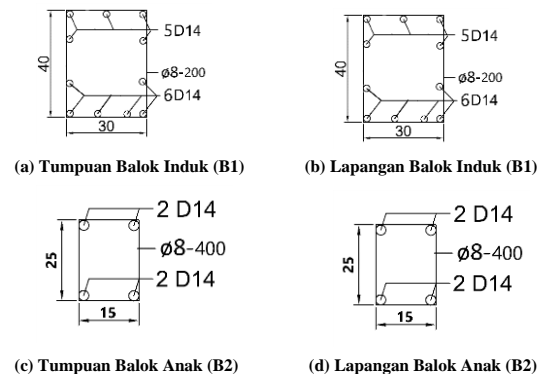
Tipe Kolom	Kolom KB K1	Kolom K2	Kolom K3	Kolom K4
Dimensi	50 x 50	45 x 45	40 x 40	35 x 35
Tulangan Utama	13 D16	11 D16	8 D16	7 D16
Tulangan Sengkang	ø 10-150	ø 10-160	ø 10-180	ø 10-200
Tipe Balok	Balok Induk (B1)			
Posisi	Tumpuan	Lapangan		
Dimensi	30 x 40	30 x 40		
Tulangan Atas	5 D14	5 D14		
Tulangan Bawah	6 D14	6 D14		
Tulangan Sengkang	ø 8-200	ø 8-200		
Tipe Balok	Balok Anak (B2)			
Posisi	Tumpuan	Lapangan		
Dimensi	15 x 25	15 x 25		
Tulangan Atas	2 D14	2 D14		
Tulangan Bawah	2 D14	2 D14		
Tulangan Sengkang	ø 8-400	ø 8-400		
Status	Aman			

Gambar 16. Hasil desain struktur variasi 3

Hasil gambar detail penulangan



Gambar 17. Detail penulangan kolom variasi 3



Gambar 18. Detail penulangan balok variasi 3

Berdasarkan hasil analisis, pada perencanaan pembebanan ditinjau terhadap beban hidup dan beban mati menurut pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (PPURG 1987). Pada perhitungan beban mati akibat haya luar dihitung dari komponen gedung yang membebani elemen struktur dinding, sementara tinjauan beban hidup dihitung berdasarkan fungsi lantai bangunannya, dikarenakan pada perencanaan arsitektur sebelumnya pada lantai dasar mempunyai fungsi ruangan perkantoran pada lantai 1, 2, 3, dan 4 mempunyai fungsi ruangan yang sama sehingga pembebanan pelat lantainya disesuaikan terhadap fungsi lantainya.

Perhitungan gaya dalam dihitung menggunakan program Structure Analisis Program SAP2000 dengan memodelkan struktur dalam frame secara tiga dimensi (3D) dengan pereletakan jepit pada pondasinya, kemudian hasil run analisis SAP2000 di export kedalam data file microsoft excel, dikarenakan elemen struktur mempunyai beban yang berbeda-beda sehingga pada data gaya dalam momen, geser dan aksial diambil data yang mewakili setiap lantainya untuk perencanaan elemen struktur. Berdasarkan gambar perencanaan denah arsitektur,

Perhitungan perencanaan elemen struktur berdasarkan SNI 03- 2847-2002 dihitung secara manual menggunakan program microsoft excel. Pada perencanaan elemen struktur balok perhitungan dimensi balok berdasarkan preliminary design balok kemudian didapatkan kebutuhan luas tulangan hasil run analisis SAP2000 kemudian dikontrol secara manual terhadap luas tulangan minimum (Asmin) dan kontrol kekuatan kapasitas momen rencana (MR) harus lebih besar dari pada momen ultimit (Mu), Perencanaan penulangan balok direncanakan berdasarkan daerah tumpuan dan lapangan, berdasarkan hasil perhitungan diperoleh balok induk

menggunakan tulangan longitudinal (Deform) dengan tulangan sengkang (Polos).

Pada perencanaan elemen struktur kolom yang nilainya membesar ke lantai terendah maka untuk alasan ekonomis direncanakan dimensi kolom yang tidak tipikal setiap lantainya, berdasarkan hasil run analisis SAP 2000 diperoleh kebutuhan luas tulangan kolom kemudian dikontrol secara manual terhadap rasio tulangan dan kontrol kekuatan penampang kolom gaya aksial rencana (Pr) harus lebih besar dari aksial ultimit (Pu)

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Hasil perencanaan gedung sewa perkantoran satu basemen empat lantai perhitungan yang didapatkan hasil yang sama pada perhitungan menggunakan program sap 2000 dan metode empiris yang mengacu pada sni 03-2847-2002 oleh karena itu penulangan yang didapat adalah akurat yaitu hasil dari program sap 2000 dan metode empiris.

Beberapa variasi yang direncanakan didapat total luas beton netto yaitu variasi 1 sebesar 14800,96 cm<sup>2</sup>, variasi 2 sebesar 15172,1 cm<sup>2</sup>, variasi 3 sebesar 11297,69 cm<sup>2</sup> dan variasi 4 mengalami kegagalan struktur. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan variasi balok, kolom yang aman dan ekonomis adalah variasi 3 dimana ukuran dimensi

1. Balok Induk B1 (30 cm x 40 cm) Tulangan Atas 5D14 dan Tulangan Bawah 6D14 sengkang Ø8-200,
2. Balok Anak B2 (15 cm x 25 cm) Tulangan Atas 2D14 dan Tulangan Bawah 2D14 sengkang Ø8-400,
3. Kolom Basemen KB dan Kolom Lantai 1 K1 (50 cm x 50 cm) Tulangan Pokok 13D16 sengkang Ø10-150,

4. Kolom Lantai 2 K2 (45 cm x 45 cm) Tulangan Pokok 11D16 sengkang Ø10- 160
5. Kolom Lantai 3 K3 (40 cm x 40 cm) Tulangan Pokok 8D16 sengkang Ø10- 180,
6. Kolom Lantai 4 K4 (35 cm x 35 cm) Tulangan Pokok 7D16 sengkang Ø10- 200,

##### B. Saran

Berdasarkan kendala yang penyusun hadapi selama penyusunan laporan tugas akhir ini. Penyusun memberikan saran dalam perencanaan struktur gedung antara lain:

1. Desain struktur gedung pada penelitian ini hanya dilakukan terhadap elemen struktur yang meliputi balok dan kolom. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mendesain elemen struktur seperti plat lantai, plat atap, tangga, dan pondasi.
2. Pembebanan desain struktur gedung hanya dilakukan pembebanan menggunakan beban mati, hidup, dan angin, perlu adanya penelitian lanjutan untuk menggunakan pembebanan gempa.
3. Pengoperasian program dalam mendesain struktur berjalan lambat dikarenakan kekurangan pengetahuan mengenai program sap 2000, disarankan untuk penelitian selanjutnya untuk penyusunan tugas akhir sudah menguasai program SAP 2000.

#### REFERENSI

- Asroni, Ali. 2010. Balok Dan Pelat Beton Bertulang. Muhammadiyah University Press. Jakarta.
- Cintantya, Budi, 2021. Program Analisis Struktur SAP2000, Penerbit Lakeisha. Jawa Tengah.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. Struktur Beton Bertulang. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

- L. Wahyudi dan Syahril, 1999. Struktur Beton Bertulang. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- ML Purwani (2006). Perencanaan Struktur Bangunan Empat Lantai Universitas Diponegoro. Semarang.
- SNI-03- 2847-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- SN Indonesia · 2013. Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- SNI 03 – 1727 - 1989. Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Sudarmoko, 1996. Diagram Perancangan Kolom Beton Bertulang, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sukron, 2021, Perencanaan Struktur Gedung 5 Lantai Politeknik Trisila Dharma Tegal Universitas Pancasakti Tegal. Jawa Tengah.