

ANALISA STRUKTUR BETON BERTULANG BANGUNAN GEDUNG PUSAT LAYANAN HAJI DAN UMROH

Sujiat^{1*}, Zainul Ikhwan²

^{1,2} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bojonegoro
Jl. Lettu Suyitno No. 2 Bojonegoro
*e-mail : sujatmaibit@gmail.com

ABSTRACT

Building structures must be designed in accordance with existing provisions so that the comfort and safety of building owners and users are met, including building structures whose main construction is concrete. Concrete construction must be designed to meet the effectiveness of comfort and space utilization so that maximum and efficient strength is met. The Structure Planning of the Hajj and Umrah Service Center aims to obtain a design plan that meets technical requirements to provide a good structural plan. The main material making up the structure is reinforced concrete according to SNI 03-2847-2013. Earthquake load planning using spectrum response analysis. While non-earthquake loads are adjusted to SNI 03-1727-2012. In this research the method used is quantitative analysis. This research is expected to help in determining a good structural plan.

Keywords : concrete structure, building, planning

ABSTRAK

Struktur bangunan gedung harus dirancang sesuai ketentuan yang ada agar kenyamanan dan keamanan pemilik dan pengguna gedung terpenuhi, tak terkecuali struktur gedung yang konstruksi utamanya adalah beton. Konstruksi beton harus dirancang agar memenuhi efektifitas kenyamanan dan pemanfaatan ruangan agar terpenuhinya kekuatan yang maksimal dan efisien. Perencanaan Struktur Bangunan Pusat Layanan Haji Dan Umroh ini bertujuan untuk mendapatkan design rencana yang memenuhi syarat teknis guna memberikan rencana struktur yang baik. Bahan utama penyusun struktur adalah beton bertulang mengacu pad SNI 03-2847-2013. Perencanaan beban akibat gempa menggunakan analisis respon spektrum. Sedangkan beban non gempa disesuaikan dengan SNI 03-1727-2012. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah analisis Kuantitatif. Penelitian ini diharapkan bisa membantu dalam menentukan rencana struktur yang baik.

Kata Kunci : struktur beton, gedung, perencanaan

PENDAHULUAN

Struktur bangunan gedung harus dirancang sesuai ketentuan yang ada agar kenyamanan dan keamanan pemilik dan pengguna gedung terpenuhi, tak terkecuali struktur gedung yang konstruksi utamanya adalah beton. Pemodelan struktur tidak hanya berhenti di penyiapan data saja, tetapi pemodelan seharusnya disesuaikan dengan dengan problem yang akan dianalisisa (Dewobroto, 2004). Konstruksi beton harus dirancang agar memenuhi efektifitas kenyamanan dan pemanfaatan ruangan agar terpenuhinya kekuatan yang maksimal dan efisien. Salah satunya Gedung Pusat Layanan Haji dan Umroh Terpadu dirancang dengan konstruksi beton baik plat atap, plat lantai, balok, dan kolom.

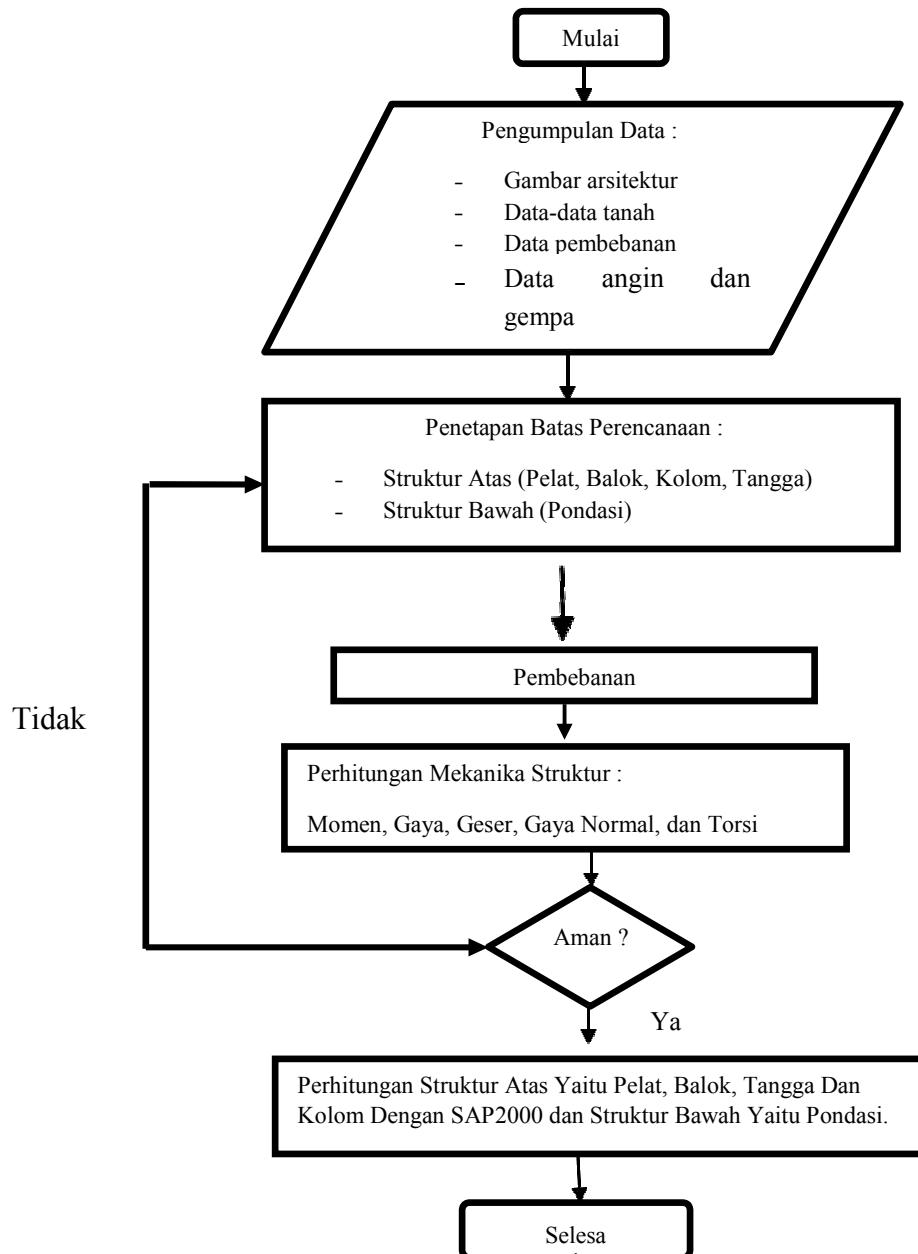
Proses perancangan (analisis dan desain) struktur merupakan salah satu langkah kerja bidang rekayasa struktur yang banyak melibatkan alat bantu (Purnijanto et.al, 2019) Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan design rencana yang memenuhi syarat teknis guna memberikan rencana struktur yang baik.. Metode yang

digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah analisis kuantitatif. Adapun Lokasi yang diambil oleh peneliti dalam penelitian ini adalah Gedung Pusat Layanan Haji dan Umroh Terpadu (PLHUT) Kemenag Tuban.

Garis besar langkah-langkah perencanaan struktur disajikan dalam bentuk *flow chart* ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan Struktur

Sumber : Peneliti, 2020

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perencanaan Dimensi Struktur

Langkah awal dalam mendesain struktur gedung adalah menentukan besarnya dimensi dari penampang komponen struktur tersebut. Perencanaan Dimensi balok tertera pada Tabel 1 sampai 3.

Tabel 1 . Perencanaan Dimensi Balok

Tipe Balok	b (cm)	h (cm)
BL1	25	60
BL2	25	50
BL3	25	45
BL4	20	40
BL4.1	15	30

Sumber : Peneliti, 2020

Tabel 2 . Perencanaan Dimensi Kolom

Tipe kolom	b (cm)	h (cm)
K1	40	40
K2	60	25
K3	40	20

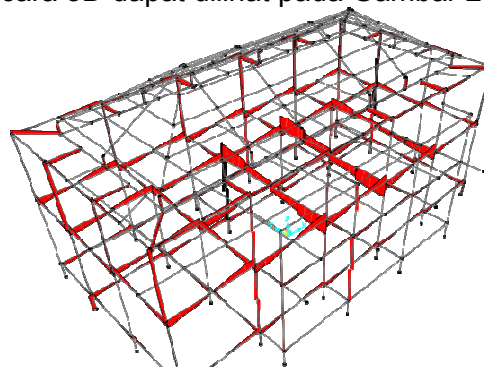
Sumber : Peneliti, 2020

Tabel 3 . Perencanaan Dimensi Sloof

Tipe Soof	b (cm)	h (cm)
S1	25	40
S2	25	35

Sumber : Peneliti, 2020

Pemodelan struktur secara 3D perencanaan struktur gedung menggunakan beton bertulang dengan mutu beton $f'c = 16,6$ Mpa. Sedangkan mutu baja f_y Tul = 294 MPa untuk tulangan ulir (besi U30) dan f_y Ges = 240 MPa untuk tulangan polos (besi U24). Adapun pemodelan gedung secara 3D dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pemodelan Struktur 3D

Sumber : Analisis Peneliti, 2020

2. Kombinasi Pembebanan

Beban yang diperhitungkan dalam perencanaan gedung ini adalah sebagai berikut :

1. Beban mati (D)
2. Beban hidup (L)
3. Beban gempa (E)
4. Beban angin (W)

Kombinasi pembebanan yang digunakan adalah :

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6L
3. 1,4D + 1L ± E
4. 1,4D + 1L ± 1,6

3. Analisa Struktur Terhadap Beban Gempa

Analisa struktur gedung tahan gempa ditentukan berdasarkan konfigurasi struktur dan fungsi bangunan yang dikaitkan dengan tanah dasar dan peta zona gempa sesuai dengan SNI 03- 1726-2012 untuk Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non gedung.

4. Analisa Tulangan Pelat Lantai dan Tulangan Balok

Dengan acuan SNI 2847 – 2013 (Standar Struktur Beton Indonesia), maka penulangan plat lantai dapat dilihat pada Tabel 4. Sedangkan untuk tulangan balok dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Penulangan Plat Lantai

Tipe	Tulangan Pakai	
	Arah X	Arah Y
Lapangan	φ 10 - 130	φ 10 - 150
Tumpuan	φ 10 - 120	φ 10 - 150

Sumber : Peneliti, 2020

Tabel 5. Perhitungan Tulangan Balok

Tipe Balok	h (mm)	b (mm)	fy Tul (MPa)	fy Ges (MPa)	Fc (MPa)	d (mm)
BL1	600	250	294	235	16,6	560,5
BL2	500	250	294	235	16,6	445,5
BL3	450	250	294	235	16,6	410,5
BL4	400	200	294	235	16,6	360,5
BL4.1	300	150	294	235	16,6	260,5

Sumber : Peneliti, 2020

5. Analisa Penulangan Balok

Analisa penulangan balok terdiri dari tulangan lentur lapangan, tumpuan, tulangan geser lapangan dan tumpuan. Hasil analisa dapat dilihat sebagai berikut :

A. Tulangan Lentur Daerah Lapangan

$$M_n = 9,849 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = 1,254 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 0,0045$$

Cek persyaratan :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0048 < 0,0045 < 0,0205 \text{ (memenuhi)}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = \rho = 0,0048$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho_{\min} \times b \times d \\ &= 667,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan pakai (n) :

$$\frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi^2} = 5,030 \text{ (6 tulangan)}$$

Dipakai Tulangan 6 Ø 13

$$\begin{aligned} \text{As ada} &= 6 \times \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \\ &= 795,99 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\text{As ada} > \text{As perlu}$$

$$795,99 > 667,3 \text{ (memenuhi)}$$

Kontrol Kemampuan Penampang

$$a = \frac{\text{As ada} \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} = 66,342$$

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= \text{As ada} \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 12,341 \times 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Syarat :

$$M_n \text{ ada} > M_n$$

$$12,341 \times 10^7 > 9,849 \times 10^7 \text{ (Memenuhi)}$$

B. Tulangan Lentur Daerah Tumpuan

$$M_n = 11,812 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = 1,504 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 0,0054$$

Cek persyaratan :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0048 < 0,0054 < 0,0205 \text{ (memenuhi)}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = \rho = 0,0054$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \times b \times d \\ &= 759,7 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan pakai (n) :

$$\frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi^2} = 5,7264 \text{ (6 tulangan)}$$

Dipakai Tulangan 6 Ø 13

$$\begin{aligned} \text{As ada} &= 6 \times \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \\ &= 795,99 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Syarat :

$$\text{As ada} > \text{As perlu}$$

$$795,99 > 759,7 \text{ (memenuhi)}$$

Kontrol Kemampuan Penampang

$$a = \frac{\text{As ada} \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} = 66,342$$

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= \text{As ada} \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 12,341 \times 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Syarat :

$$M_n \text{ ada} > M_n$$

$$12,341 \times 10^7 > 11,812 \times 10^7 \text{ (Memenuhi)}$$

C. Penulangan Geser Balok Untuk Tulangan Lapangan

Berdasarkan hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000 didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{Gaya Geser } V_u &= 108911,7 \text{ N} \\ \emptyset V_c &= 58160,772 \text{ N} \\ 3 \emptyset V_c &= 174482,32 \text{ N} \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned} \emptyset V_c < V_u < 3 \emptyset V_c \\ 58160,772 < 108911,7 < 174482,32 \text{ (memenuhi)} \end{aligned}$$

Dengan acuan (SNI 2847-2013 Pasal 11.2.1.1)

Karena $\emptyset V_c < V_u < 3 \emptyset V_c$ maka tulangan geser tidak harus disediakan namun mengingat fungsi tulangan geser (sengkang) bukan hanya untuk menahan geser namun juga sebagai pengikat tulangan utama maka sengkang tetap disediakan. Maka dipasang tulangan geser $\phi 8-150$ mm.

D. Perhitungan Penulangan Geser Balok Untuk Tulangan Tumpuan

Berdasarkan hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000 didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{Gaya Geser } V_u &= 108801,1 \text{ N} \\ \emptyset V_c &= 58160,772 \text{ N} \\ 3 \emptyset V_c &= 174482,32 \text{ N} \end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned} \emptyset V_c < V_u < 3 \emptyset V_c \\ 58160,772 < 108801,1 < 174482,32 \text{ (memenuhi)} \end{aligned}$$

Dengan acuan (SNI 2847-2013 Pasal 11.2.1.1)

$\emptyset V_c < V_u < 3 \emptyset V_c$ maka tulangan geser tidak harus disediakan namun mengingat fungsi tulangan geser (sengkang) bukan hanya untuk menahan geser namun juga sebagai pengikat tulangan utama maka sengkang tetap disediakan. Maka dipasang tulangan geser $\phi 8-150$ mm.

Berdasarkan hasil analisa tersebut, maka penulangan balok dapat dilihat pada Tabel 6. Pada Tabel 6.

Tabel 6. Penulangan Balok

Tipe Balok	Dimensi Balok	Lentur		Geser	
		Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
BL1	25/60	6D13	6D13	$\phi 8-150$	$\phi 8-150$
BL2	25/50	4D13	4D13	$\phi 8-150$	$\phi 8-150$
BL3	25/45	4D13	4D13	$\phi 8-150$	$\phi 8-150$
BL4	20/40	4D13	3D13	$\phi 8-150$	$\phi 8-150$
BL 4.1	15/30	2D13	2D13	$\phi 8-150$	$\phi 8-150$

Sumber : Peneliti, 2020

6. Analisa Tulangan Kolom

Tulangan kolom terdiri dari tulangan lentur dan geser. Hasil analisa tulangan lentur dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisa Tulangan Lentur pada Kolom

As Diperoleh Dari Hasil Output Sap 2000		
Name Of		= K1 40x40 Cm
Frame		= 49
As Perlu		= 1600
In Combination		= SL

Sumber : Peneliti, 2020

Menghitung Jumlah Tulangan (n)

$$n = \frac{As\ perlu}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \emptyset^2} = 7,9618 \text{ (8 Tulangan)}$$

Dipakai Tulangan 8 Ø 16

Kontrol Keamanan

$$\begin{aligned} As\ ada &= 8 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 16^2 \\ &= 1607,68 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Syarat :

$$As\ ada > As\ Perlu$$

$$1607,68 > 1600 \text{ (Aman)}$$

Untuk penulangan lentur didasarkan hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000 untuk tipe kolom K1 didapatkan :

$$\text{Gaya Geser } Vu = 19352 \text{ N}$$

$$\emptyset Vc = 57855,199$$

$$3 \emptyset Vc = 173565,60 \text{ N}$$

Syarat :

$$\emptyset Vc < Vu < 3 \emptyset Vc$$

$$57855,199 < 19352 < 173565,60 \text{ (memenuhi)}$$

$$\emptyset Vs = 38503,199 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} Vs\ Perlu &= \frac{\emptyset Vs}{0,6} \\ &= 64172,00 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Av &= 2 \times \frac{1}{4} \pi (\emptyset)^2 \\ &= 157,00 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s &= \frac{Av \times Fy \times d}{Vs\ perlu} \\ &= 255,35 \text{ (200 mm)} \end{aligned}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan Ø 10 – 200 mm

7. Perhitungan Tulangan Sloof

Tipe sloof dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Tipe Sloof

Tipe Sloof	h (mm)	b (mm)	fy Tul (MPa)	fy Ges (MPa)	Fc (MPa)	d (mm)
S1	400	250	294	235	16,6	359
S2	350	250	294	235	16,6	310,5

Sumber : Peneliti, 2020

Tulangan Lentur Daerah Lapangan

$$M_n = 1,270 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = 0.527 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 0,0018$$

Cek persyaratan :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0048 < 0,0018 < 0,0205 \text{ (memenuhi)}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\min} = 0,0048$$

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

$$= 369,6 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan pakai (n) :

$$\frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi^2} = 2,786 \text{ (3 tulangan)}$$

Dipakai Tulangan 3 Ø 13

$$A_s \text{ ada} = 3 \times \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2$$

$$= 397.995 \text{ mm}^2$$

Syarat :

$$A_s \text{ ada} > A_s \text{ perlu}$$

$$397.995 > 369,6 \text{ (memenuhi)}$$

Kontrol Kemampuan Penampang

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \times f_y}{0,85 \times f_c \times b}$$

$$= 33,171$$

$$M_n \text{ ada} = A_s \text{ ada} \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 3,439 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

Syarat :

$$M_n \text{ ada} > M_n$$

$$3,439 \times 10^7 > 1,270 \times 10^7 \text{ (Memenuhi)}$$

Tulangan Lentur Daerah Tumpuan

$$M_n = 2,521 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = 1,046 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = 0,0037$$

Cek persyaratan :

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0048 < 0,0037 < 0,0205 \text{ (memenuhi)}$$

$$\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\min} = 0.0037$$

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

$$= 369,6 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan pakai (n) :

$$\frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot \phi^2} = 2,7863 \text{ (3 tulangan)}$$

Dipakai Tulangan 3 Ø 13

$$A_s \text{ ada} = 3 \times \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2$$

$$= 398,00 \text{ mm}^2$$

Syarat :

$$A_s \text{ ada} > A_s \text{ perlu}$$

$$398,00 > 369,6 \text{ (memenuhi)}$$

Kontrol Kemampuan Penampang

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} = 33,171$$

$$M_n \text{ ada} = A_s \text{ ada} \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 3,439 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

Syarat :

$$M_n \text{ ada} > M_n$$

$$3,439 \times 10^7 > 2,521 \times 10^7 \text{ (Memenuhi)}$$

Untuk perhitungan Penulangan Geser Sloof Untuk Tulangan Lapangan diperoleh dari hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000 didapatkan :

$$\text{Gaya Geser } V_u = 29766,3 \text{ N}$$

$$\emptyset V_c = 32696,336 \text{ N}$$

$$3 \emptyset V_c = 98089,0 \text{ N}$$

Syarat :

$$\emptyset V_c < V_u < 3 \emptyset V_c$$

$$32696,336 < 29766,3 < 98089,0 \text{ (memenuhi)}$$

Dengan acuan (SNI 2847-2013 Pasal 11.2.1.1)

Karena $V \emptyset V_c < V_u < 3 \emptyset V_c$ maka tulangan geser tidak harus disediakan namun mengingat fungsi tulangan geser (sengkang) bukan hanya untuk menahan geser namun juga sebagai pengikat tulangan utama maka sengkang tetap disediakan. Maka dipasang tulangan geser $\phi 8$ -150 mm.

Perhitungan penulangan geser sloof tulangan tumpuan berdasarkan hasil output dan diagram gaya dalam dari analisa SAP 2000 didapatkan :

$$\text{Gaya Geser } V_u = 29750,9 \text{ N}$$

$$\emptyset V_c = 32696,336 \text{ N}$$

$$3 \emptyset V_c = 98089,01 \text{ N}$$

Syarat :

$$\emptyset V_c < V_u < 3 \emptyset V_c$$

$$32696,336 < 29750,9 < 98089,01 \text{ (memenuhi)}$$

Dengan acuan (SNI 2847-2013 Pasal 11.2.1.1)

$\emptyset V_c < V_u < 3 \emptyset V_c$ maka tulangan geser tidak harus disediakan namun mengingat fungsi tulangan geser (sengkang) bukan hanya untuk menahan geser namun juga sebagai pengikat tulangan utama maka sengkang tetap disediakan. Maka dipasang tulangan geser $\phi 8$ -150 mm.

8. Analisa Penulangan Pondasi

Hasil perhitungan Pondasi berdasarkan Sap 2000 tertera pada Tabel 9
Tabel 9. Data Perhitungan Pondasi Sap 2000

Dimensi pondasi		Pu / F3 Diperoleh Dari Hasil Output Sap 2000	
Lebar Pondasi Arah X	1.2 : 1200 mm	Joint	= 36
Lebar Pondasi Arah Y	1.2 : 1200 mm	Pu / F3	= 19261.48 kg/m
Ketebalan Pondasi	0.4 : 400 mm	In Combination	= SL
fc'	: 16.60 Mpa		
Selimut Beton	b : 30.0 mm	Joint	= 11
Tebal Efektif (d = ht - b)	: 370.0 mm	Mu / M2	= 579.54 kg/m
βc	: 1.0	In Combination	= COMB1
bcolumn (lebar Kolom)	: 400.0 mm		
b2/hcolumn (lebar Kolom)	: 400.0 mm	Jumlah Strouss	= 2.00 Bh

$bo = b_{column} + 2 \cdot 0.5 \cdot h$:	800.0	f_y	= 300.00 Mpa
		mm		
$ho = b_2/h_{column} + 2 \cdot 0.5 \cdot h$:	800.0		
		mm		

Cek geser pons (slide pons)

$$A = 2 \times (bo + ho) \times d$$

$$= 1184000 \text{ mm}^2$$

$$Vc1 = (1 + 2 / \beta_c) + (f_c^{0.5} / 6) \times A$$

$$= 2411991.38 \text{ N} \text{ -----> } 241199.14 \text{ kg}$$

$$Vc2 = (f_c^{0.5} / 6) \times A$$

$$= 1607994.25 \text{ N} \text{ -----> } 160799.43 \text{ kg}$$

Vc pakai = Vc2 (diambil yang terkecil)

Cek :

$$Vc2 > p/\phi$$

$$160799.43 > 24076.85 \text{ (ok)}$$

Penulangan Pondasi Poer

$$Mu = 0,57954 \times 10^4 \text{ Nmm}$$

$$Mn = 0,7 \times 10^4 \text{ Nmm}$$

$$Rn = 0,04$$

$$m = 21,262$$

$$\rho = 0,0001$$

$$\rho \text{ pakai} = \rho$$

$$As \text{ perlu} = \rho \times b \times d = 65,37$$

Rencana tulangan direncanakan dengan besi ulir D13

$$s = 0.25 \times \pi \times (\emptyset)^2 \times \frac{b}{As \text{ perlu}}$$

$$= 2435 \text{ mm (2430 mm)}$$

Jadi dipaki sengkang dengan tulangan D 13 – 2430 mm

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan *design* rencana struktur yang baik dapat dilakukan dengan menjadikan SNI sebagai acuan didalam setiap perhitungan dan perencanaan, sehingga hal itu dapat menjadikan suatu *design* rencana struktur yang baik dan memenuhi syarat.

SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, maka didapatkan beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk perencanaan struktur suatu bangunan sebaiknya gunakan peraturan yang terbaru dan sesuai.
2. Sebaiknya menambah pemahaman tentang materi perencanaan struktur gedung beton bertulang agar lebih baik ketika merencanakan suatu gedung.

DAFTAR PUSTAKA

- Abryandoko. E.W. (2018). *Penilaian Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dengan Menggunakan Metode Hirarc Dan Safety Policy*. Jurnal Rekayasa Sipil, Universitas Brawijaya.
- Badan Standar Nasional. (2013). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 03- 2847-2013*. Jakarta : Badan Standar Nasional.
- Badan Standar Nasional. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung SNI 03-1726-2012*. Jakarta : Badan Standar Nasional.
- Badan Standar Nasional 2013. *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain SNI 1727-2013*. Jakarta : BSN.
- Dewobroto, W., (2004). *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan SAP2000*. Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Purnijanto, B., Widorini, T dan Kustirini, A. (2019). *Pengaruh Pemodelan Massa Pada Analisis Dinamik Struktur*. Jurnal Teknika, Vol.14, No. 2, 2019.