

Alternatif Struktur Masjid Segara Swarga Bernady Land dengan Dinding Geser dan Pondasi Eksisting

(Studi kasus Perumahan Bernady Land, Jl. Cendrawasih, Puring, Kel. Slawu, Kec. Patrang, Kab. Jember)

Alternative Structure of Segara Swarga Mosque in Bernady Land with Shear Wall and Existing Foundation

(case study: bernady land housing, jl. cendrawasih, puring, slawu village, patrang district, jember regency)

Mohammad Fahmi¹, Ilanka Cahya Dewi², Pujo Priyono³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: Mohammad.fahmi13.05.97@gmail.com

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: ilankadewi@unmuhjember.ac.id

³Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
email: Pujopriyono@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Pengembangan ilmu pengetahuan tentang infrastruktur gedung di Indonesia menciptakan variasi struktur, termasuk pembangunan baru dan pengalihan fungsi. Analisis kekuatan struktur penting untuk menghadapi perubahan pembebanan akibat alih fungsi. Penelitian ini berfokus pada analisis alternatif kerangka struktur Masjid Segara Swarga di Bernady Land dengan beton bertulang dan kapasitas pondasi eksisting. Metode analisis dinamik menggunakan aplikasi SAP2000, kinerja struktur dinilai sesuai SNI 2847-2019. Hasil analisis menunjukkan plat lantai 150 mm dengan tulangan Ø16 - 100 mm pada arah X dan Ø16 - 80 mm pada arah Y. Balok 20/50 memiliki tulangan geser Ø10 - 100 mm. Balok 15/30 dan 15/20 dengan variasi tulangan. Kolom 40/40 menggunakan tulangan 5D16 dan 3D16, kolom 25/25 menggunakan tulangan 3D12 dan 3D12. Dinding geser memerlukan tulangan minimum dengan syarat $V_u > 0,083A_{cv}\sqrt{f'_c}$, menggunakan dua lapis tulangan D16 - 300 untuk arah horizontal dan vertikal. Pondasi memenuhi daya dukung dan kuat geser 31% dan 36%. Penelitian ini bertujuan memberikan analisis alternatif terhadap kerangka struktur Masjid Segara Swarga di Bernady Land, meningkatkan keamanan struktur gedung yang tahan gempa.

Kata Kunci: Alih Fungsi Struktur, SAP2000, SNI 2847:2019.

Abstract

The development of knowledge in building infrastructure in Indonesia has led to various building structure variations, including new constructions and repurposing of existing buildings. Analyzing the structural strength is crucial in facing changes in loadings due to functional transformations. This research focuses on an alternative analysis of the structural framework of Segara Swarga Mosque in Bernady Land, using reinforced concrete and considering the existing foundation capacity. The dynamic analysis method employs SAP2000 software, and the structural performance is evaluated following SNI 2847-2019. The analysis results show a 150 mm floor plate with Ø16 - 100 mm reinforcement in the X direction and Ø16 - 80 mm in the Y direction. The 20/50 size beam has Ø10 - 100 mm shear reinforcement. The 15/30 and 15/20 size beams have variations in reinforcement. The 40/40 size columns use 5D16 and 3D16 reinforcement, while the 25/25 size columns use 3D12 and 3D12 reinforcement. The shear wall requires a minimum amount of reinforcement with the condition $V_u > 0,083A_{cv}\sqrt{f'_c}$, using two layers of Ø16 - 300 reinforcement for horizontal and vertical directions. The foundation meets the required bearing capacity and shear strength of 31% and 36%, respectively. This research aims to provide an alternative analysis of the structural framework of Segara Swarga Mosque in Bernady Land, enhancing earthquake-resistant building safety in the area.

Keywords: Structural Conversion, SAP2000, SNI 2847:2019.

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan mengenai infrastruktur bangunan gedung di Indonesia, kini terdapat berbagai variasi struktur gedung yang semakin berkembang. Mulai dari mendirikan bangunan baru hingga mengalihfungsikan struktur bahan bangunan, perubahan pembebanan terjadi dan memerlukan analisis kekuatan struktur yang komprehensif.

Perubahan rencana pada pembangunan bertahap suatu struktur bangunan dapat terjadi dengan pertimbangan operasional bangunan dan keuangan pemilik. Perubahan tersebut dapat berupa penambahan jumlah tingkat (lantai), penambahan bentang pada struktur bangunan, serta bahan utama yang digunakan sebagai komponen struktur bangunan tersebut. Struktur bangunan yang dianalisis merupakan gedung 2 tingkat.

Kolom pada gedung-gedung tinggi yang tahan gempa biasanya mengalami beban yang cukup besar untuk menahan gaya seismik. Untuk menahan gaya geser, momen, dan gaya kerusakan akibat gempa, umumnya diperlukan pemasangan elemen struktur yang kuat seperti dinding geser.

Penelitian ini dilakukan dengan analisis dinamik respons spektrum menggunakan perangkat lunak SAP2000, dan level kinerja struktur ditentukan berdasarkan ketentuan SNI 2847-2019. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan dan kesesuaian pondasi eksisting saat mengubah dinding konvensional menjadi dinding geser.

B. Rumusan Masalah

dalam rumusan masalah tugas akhir ini, penulis akan meninjau beberapa point masalah berikut :

1. Bagaimana merancang desain elemen struktural beton bertulang dengan mempertimbangkan kondisi pondasi eksisting pada Masjid Segara Swarga di Bernady Land?
2. Bagaimana merancang desain dinding geser dengan mempertimbangkan kondisi

pondasi eksisting pada Masjid Segara Swarga di Bernady Land?

3. Bagaimana reaksi pondasi eksisting terhadap daya dukung tanah pada Masjid Segara Swarga di Bernady Land?

C. Batasan Masalah

Agar tidak terlalu meluas dan lebih terarah maka dalam melakukan penelitian perlu adanya batasan masalah dalam journal ini meliputi :

1. Tidak membahas rencana anggaran biaya (RAB)
2. Tidak ada beban angin.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang dapat disampaikan dalam journal ini adalah :

1. Mendesain elemen structural beton bertulang dengan mempertimbangkan kondisi pondasi eksisting pada Segara Swarga Mosque di Bernady Land.
2. Mendesain dinding geser dengan mempertimbangkan kondisi pondasi eksisting pada Segara Swarga Mosque di Bernady Land.
3. Menganalisa reaksi pondasi eksisting terhadap daya dukung tanah pada Masjid Segara Swarga di Bernady Land.

E. Manfaat Penelitian

Hasil analisa ini dapat dijadikan sebagai bahan masukan yang dapat digunakan sebagai acuan untuk terus meningkatkan perkembangan bidang konstruksi dimasa yang akan datang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi Masjid

Masjid adalah tempat ibadah bagi umat Islam yang umumnya memiliki bentuk bangunan utama berupa persegi atau persegi panjang. Hal ini bertujuan agar saf (barisan shalat) dapat tersusun dengan rapi dan arah kiblat mudah terlihat. Selain itu, bangunan masjid dirancang dengan bentuk yang unik dan khas, tidak menyerupai bangunan lain, agar mudah dikenali sebagai tempat ibadah. Bagian-bagian utama dalam masjid meliputi menara, kubah, tempat ibadah, tempat wudhu, serta fasilitas lainnya, dan setiap bagian memiliki fungsi khusus dalam mendukung kegiatan

ibadah. Dalam merencanakan pembangunan masjid, perhitungan yang tepat dan sesuai standar juga diperlukan untuk memastikan kekokohan dan kelayakan bangunan yang dibangun.

B. Pengertian Beton

Beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan pembentuk massa padat (SK SNI T-15-1991-03). Sifat dan karakteristik material penyusun beton mempengaruhi kinerja beton yang dibuat. Pemilihan material yang sesuai sangat penting dalam perencanaan beton untuk mendapatkan kekuatan optimum dan kemudahan pekerjaan (workabilitas). Meskipun beton dirancang dengan kuat tekan tinggi, sulit dikerjakan di lapangan, maka rancangan tersebut menjadi tidak efektif. Beton bertulang digunakan untuk memperkuat struktur beton karena memiliki kuat tekan yang besar namun kuat tarik yang kecil. Berbagai inovasi beton telah dikembangkan, seperti beton ringan, beton semprot, beton fiber, beton berkekuatan tinggi, beton mampat sendiri, dan lain-lain, menjadikannya bahan bangunan yang paling banyak digunakan di dunia.

C. Pembebanan

SNI 2847:2019 mengatur berbagai kombinasi beban yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan struktur beton. Berikut adalah beberapa kombinasi beban yang sesuai dengan SNI 2847:2019:

- 1,4D
- 1,2D + 1,6L
- 1,2D + 1,6L + 0,5W
- 1,2D + 1,0E
- 0,9D + 1,0W
- 0,9D + 1,0E

Keterangan:

- D : Beban Mati
 L : Beban Hidup
 W : Beban Angin
 E : Beban Gempa

1. Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian bangunan gedung yang bersifat tetap, termasuk peralatan tetap yang tidak terpisahkan dari

gedung. Beban mati untuk gedung diatur dalam SNI 03-1727-1989-F.

Tabel 1. Tabel Beban Mati

Material	Specific Gravity (Kg/m ³)
Beton tanpa tulangan	2200
Beton bertulang	2400
Baja	7850
Kayu	1000
Pasir	1600

(sumber : SNI 03-1727-1989-F)

2. Beban Hidup (Live Load)

Berat semua beban yang terjadi akibat penggunaan dari gedung tersebut, termasuk peralatan yang sering berpindah posisi sehingga mengakibatkan perubahan pada pembebanan yang ada.

Tabel 2. Tabel Beban Hidup

Komponen	Beban (Kg/m ²)
Beban hidup pada atap	100
Lantai ruang olahraga, pabrik, bengkel, gudang, tempat orang berkumpul, perpustakaan, toko buku, masjid, gereja, bioskop, dan ruang mesin atau alat	400
Balkon atau tangga	300

(sumber : SNI 03-1727-1989-F)

D. Perencanaan Dinding Geser

1. Persyaratan Tulangan

- Apabila gaya geser desain, $V_u > 0,083\lambda A_{cv}\sqrt{f_c'}$, rasio penulangan ρ_l dan ρ_t tidak boleh kurang dari 0,0025

$$0.0025 \leq \begin{cases} \rho_l = \frac{A_{sv}}{A_{cv}} \\ \rho_t = \frac{A_{sn}}{A_{cn}} \end{cases}$$

Dengan

ρ_l = rasio luasan tulangan yang tersebar pada bidang yang tegak lurus bidang A_{cv} , terhadap luasan gross beton A_{cv} .

ρ_t = rasio luasan tulangan yang tersebar pada bidang yang parallel bidang A_{cv} , terhadap luasan gross beton yang tegak lurus terhadap tulangan tersebut.

- Apabila gaya geser desain, $V_u < 0,083\lambda A_{cv}\sqrt{f_c'}$, maka dapat digunakan rasio tulangan minimum seperti pada

- dinding struktural biasa sesuai pasal 14.3 SNI 2847-2013.
- Jarak tulangan untuk masing-masing arah pada dinding struktural tidak boleh melebihi 450 mm.
- Paling sedikit harus dipasang tulangan dalam dua lapis apabila $V_u > 0,17Acv\lambda\sqrt{f_c}$

2. Kuat Geser

Kuat geser suatu dinding geser dikatakan mencukupi apabila dipenuhi kondisi berikut:

Dimana :

- V_u = Gaya geser terfaktor
- V_n = Kuat geser nominal dinding geser
- ϕ = Faktor reduksi kekuatan

3. Desain Untuk Torsi

Kekuatan momen torsi menurut pasal 11.5.3.1 (b) SNI 2847 – 2013 :

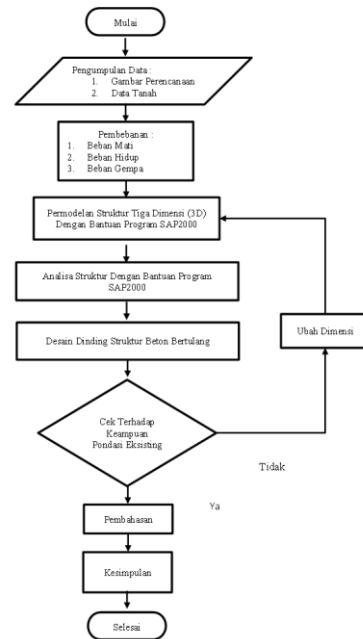
$$\left(\frac{V_u}{b_w.d}\right) + \left(\frac{T_u.P_h}{1,7.A2oh}\right) \leq \phi \left(\left(\frac{V_c}{b_w.d}\right) + 0,66.\sqrt{f_c}\right)$$

Dimana :

- V_u = Gaya geser terfaktor
- T_u = Gaya torsi terfaktor
- b_w = Tebal dinding geser
- A_{oh} = Luas yang dilingkupi oleh garis pusat tulangan torsi

3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif, yaitu penelitian yang kemudian diolah dan dievaluasi untuk diambil kesimpulan. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan lebih menekankan pada pemeriksaan data yang menghasilkan hubungan yang signifikan antar variabel yang dianalisis. Metode deskriptif merupakan metode yang digunakan untuk menggambarkan atau menganalisis suatu hasil penelitian tetapi tidak digunakan untuk membuat kesimpulan yang lebih luas.



Gambar 1. Bagan Alir Perencanaan
 (Sumber : Pengolahan ata, 2022)

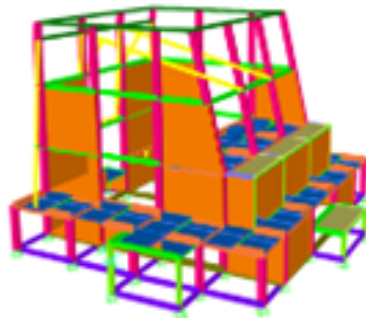
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Untuk Desain

- Bentuk bangunan :
 - Jumlah lantai : 2
 - Tinggi tiap lantai : $\pm 3,20$ m
 - Tinggi total gedung : 15 m
 - Panjang Gedung : 18,80 m
 - Lebar gedung : 20,90 m
- Jenis tanah pada lokasi gedung : Tanah Sedang
- Dimensi elemen bangunan
 - Tebal plat lantai : 0,15 m
 - Dimensi balok
 - B induk : 20 cm x 50 cm
 - B tepi : 15 cm x 30 cm
 - B anak : 15 cm x 20 cm
- Dimensi kolom :
 - Kolom 1 : 40 cm x 40 cm
 - Kolom 2 : 25 cm x 25 cm
- Mutu bahan:
 - f_c = 40 MPa
 - f_y = 420 MPa
- Kategori gedung sebagai bangunan peribadatan.

B. Permodelan Struktur

Struktur bangunan ini terdiri dari tiga bagian bangunan yang membentuk huruf L. Ketiga bagian bangunan dimodelkan dalam satu struktur tanpa dilakukan dilatasi karena mengingat fungsi bangunan yang sangat memperhatikan aspek estetika. Seluruh Bangunan memiliki 2 lantai dengan sistem portal dan rangka pemikul beban lateral (shear wall). Permodelan struktur 3D ditampilkan pada Gambar.



Gambar 2. Permodelan Struktur
 (sumber : Hasil Perhitungan)

C. Perencanaan Struktur

Setelah dilakukan perencanaan konfigurasi struktur (permodelan struktur frame 3 dimensi), kemudian analisis struktur dilakukan dengan bantuan program SAP 2000 V.22. output yang dihasilkan berupa gaya – gaya dalam (momen, gaya geser, dan gaya normal) selanjutnya dilakukan perencanaan secara manual berdasarkan standart perencanaan yang ada, yaitu SNI 2847-2019, tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung. Analisis ini diawali dengan memberikan input data pembebanan terhadap konfigurasi struktur yang ada, yaitu pembebanan untuk beban mati, beban hidup dan juga input pembebanan terhadap gempa.

D. Penentuan Jenis Tanah

Persyaratan berikut, yang disebutkan dalam SNI 2847-2019, harus dipenuhi pada ketebalan tanah 30 meter teratas untuk suatu jenis tanah diklasifikasikan sebagai keras, sedang, atau lunak. Perhitungan Nilai hasil Test Penetrasi rata – rata (N) :

$$N = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m t_i / N_i}$$

Dimana :

t_i = tebal lapisan tanah ke- i

N_i = nilai hasil test penetrasi standart lapisan tanah ke- i

M = jumlah lapisan tanah yang ada di atas batuan dasar

Berdasarkan grafik jenis tanah, tanah di bawah bangunan merupakan Tanah Sedang pada kedalaman 30 meter dengan nilai rata-rata hasil uji penetrasi standar (N) = 34,22 (15 N 50).

Tabel 3. Tabel Nilai Hasil Test Penetrasi

Lapis	Deskripsi Tanah	tebal (m)	Kedalaman (m)	SPT	/N	/N	N	= 30/Σ N
1	Batu dan Pasir	4.5	2.5	70	0.064	0.075	0.877	34.220
			4.5	53	0.085			
2	Lanau kepasiran dan lempung	3	6.5	18	0.167	0.167		
3	Lanau Kelempungan	5.5	8.5	8	0.688	0.504		
			10.5	11	0.500			
			12.5	17	0.324			
4	Lanau Kelempungan dengan Batu	2.5	14.5	55	0.045	0.045		
5	Berbatu	2	16.5	70	0.029	0.029		
6	Lanau Kelempungan dengan Batu Berpasir	2.5	18.5	63	0.040	0.058		
			20	33	0.076			
Total Tebal	20							

(sumber : Hasil Perhitungan)

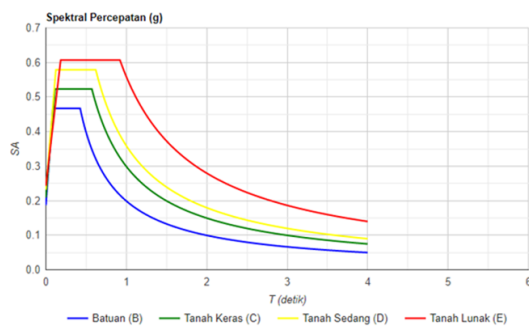
E. Parameter Respon Spectrum Rencana

Respon Spectrum adalah salah satu dari banyak teknik yang digunakan dalam perencanaan bangunan untuk menentukan pengaruh gempa. Gempa bumi adalah getaran, sehingga secara alami memiliki kualitas getaran seperti frekuensi, periode, spektrum, dan lain-lain. Dalam hal ini, hubungan antara respon spectrum informasi dan spektrum percepatan gempa (S) dengan waktu selama periode gempa (T). perhitungan gaya gempa menggunakan analisis dinamik sesuai dengan spesifikasi SNI 1726-2013. Nilai parameter respon spektrum untuk kondisi tanah ringan di wilayah Jember tercantum di bawah ini.

Tabel 4. Parameter Respons Gempa Wilayah Jember untuk Kelas Situs D (Tanah Sedang)

PGA (g)	0,354
C _{RS}	0,996
C _{R1}	0,893
S _s (g)	0,701
S ₁ (g)	0,299
F _A	1
F _V	2
S _{MS} (g)	1
S _{M1} (g)	0,539
S _{DS} (g)	0,579
S _{D1} (g)	0,359
T ₀ (detik)	0,124
T _s (detik)	0,062

(sumber :Hermanto,R. 2021)



Gambar 3. Grafik Spektral Percepatan Gempa Wilayah Jember

(sumber :Hermanto,R. 2021)

F. Respon Spectrum Rencana Untuk Horizontal

Tabel 5. Tabel Hasil Respon Spectrum

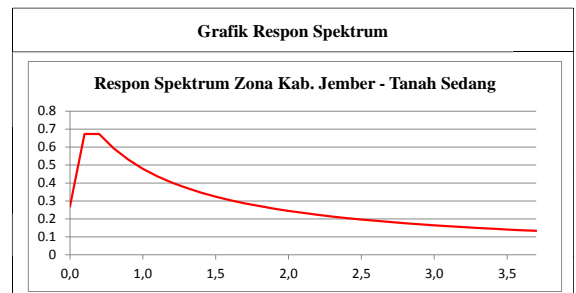
Hasil Respon Spectrum	
S _s = 0,879	hasil pembacaan Respons Spektra aplikasi PUS-GEN PUSKIM 2019-2020
S ₁ = 0,394	hasil pembacaan Respons Spektra aplikasi PUS-GEN PUSKIM 2019-2020
F _a = 1,15	(hasil interpolasi linier)
F _y = 1,91	(hasil interpolasi linier)
S _{ms} = 1,009	(F _a x S _s)
S _{m1} = 0,750964	(F _v xS ₁)
SDS = 0,673	(2/3xS _{ms})
SD1 = 0,51	(2/3xS _{m1})
R = 8	Faktor Reduksi
I = 1,5	Kategori Resiko

(sumber :Hermanto,R. 2021)

Tabel 6. Nilai Respon Spektrum

Nilai Respon Spektrum			
0,4.SDS	=	0,269	Nilai ke- 0
T ₀	=	0,149	T ₀ = 0.2 x (SD1/SDS)
T ₀ -S _a	=	0,673	S _a = SDS
T _s	=	0,744	T _s = SD1/SDS
T _s -S _a	=	0,673	S _a = SDS
T _s -n	=	-	S _a = SD1-n/T-n (berdasar waktu)

(sumber :Hermanto,R. 2021)



Gambar 4. Grafik Respon Spektrum Horizontal

(sumber :Hermanto,R. 2021)

Tabel 7. Tabel Respon Spektrum

Tabel Respon Spektrum			
T	T detik	S _a	Keterangan
0	0,0	0,269	0,4.SDS
T ₀	0,1	0,673	S _a = SDS
T _s	0,7	0,673	S _a = SDS
T _s +0.1	0,8	0,593	S _a = SD1/T-n
T _s +0.2	0,9	0,530	S _a = SD1/T-n
T _s +0.3	1,0	0,480	S _a = SD1/T-n
T _s +0.4	1,1	0,438	S _a = SD1/T-n
T _s +0.5	1,2	0,402	S _a = SD1/T-n
T _s +0.6	1,3	0,373	S _a = SD1/T-n
T _s +0.7	1,4	0,347	S _a = SD1/T-n
T _s +0.8	1,5	0,324	S _a = SD1/T-n
T _s +0.9	1,6	0,305	S _a = SD1/T-n
T _s +1	1,7	0,287	S _a = SD1/T-n
T _s +1.1	1,8	0,272	S _a = SD1/T-n
T _s +1.2	1,9	0,258	S _a = SD1/T-n
T _s +1.3	2,0	0,245	S _a = SD1/T-n
T _s +1.4	2,1	0,234	S _a = SD1/T-n
T _s +1.5	2,2	0,223	S _a = SD1/T-n
T _s +1.6	2,3	0,214	S _a = SD1/T-n
T _s +1.7	2,4	0,205	S _a = SD1/T-n
T _s +1.8	2,5	0,197	S _a = SD1/T-n
T _s +1.9	2,6	0,189	S _a = SD1/T-n
T _s +2	2,7	0,182	S _a = SD1/T-n
T _s +2.1	2,8	0,176	S _a = SD1/T-n
T _s +2.2	2,9	0,170	S _a = SD1/T-n

T	T detik	Sa	Keterangan
Ts+2.3	3,0	0,164	Sa = SD1/T-n
Ts+2.4	3,1	0,159	Sa = SD1/T-n
Ts+2.5	3,2	0,154	Sa = SD1/T-n
Ts+2.6	3,3	0,150	Sa = SD1/T-n
Ts+2.7	3,4	0,145	Sa = SD1/T-n
Ts+2.8	3,5	0,141	Sa = SD1/T-n
Ts+2.9	3,6	0,137	Sa = SD1/T-n
Ts+3	3,7	0,134	Sa = SD1/T-n

(sumber :Hermanto,R. 2021)

G. Kontrol Kekuatan Pondasi Eksisting

Reaksi pondasi adalah respon atau tanggapan struktur terhadap beban yang diterima dari pondasi. Hal ini mencakup gaya-gaya dan momen-momen yang ditransmisikan oleh pondasi ke struktur bangunan untuk menopang dan menjaga stabilitas keseluruhan struktur. Reaksi pondasi diperhitungkan dalam analisis struktural untuk memastikan bahwa pondasi memiliki kapasitas yang memadai untuk menahan beban dan memenuhi persyaratan keamanan struktural. Dengan bantuan program SAP2000 Versi 24, diperoleh reaksi yang terjadi pada titik pondasi:

Tabel 8. Reaksi Pada Pondasi

Joint	OutputCase	CaseType	F3	M1	M2
Text	Text	Text	Kgf	Kgf-m	Kgf-m
2	DEAD	LinStatic	55044,11	708,05	-706,29
2	LIVE	LinStatic	3222,1	204,04	-350,96
3	DEAD	LinStatic	47620,66	261,76	1597,04
3	LIVE	LinStatic	3861,48	33,29	444,89
4	DEAD	LinStatic	67975,38	-111,9	5360,52
4	LIVE	LinStatic	8669,84	-109,58	675,53
9	DEAD	LinStatic	68431,55	108,49	5419,87
9	LIVE	LinStatic	8576,38	109,78	661,33
10	DEAD	LinStatic	46819,76	-267,4	1732,2
10	LIVE	LinStatic	4009,16	-32,55	431,12
11	DEAD	LinStatic	54541,51	-662,23	1192,04
11	LIVE	LinStatic	3336,29	-200,77	-339,57
15	DEAD	LinStatic	1881,6	31,36	-31,36
15	LIVE	LinStatic	0	0	0
16	DEAD	LinStatic	1881,6	-31,36	-31,36
16	LIVE	LinStatic	0	0	0
17	DEAD	LinStatic	21421,77	-21,49	670,73
17	LIVE	LinStatic	5773,19	-25,76	286,19
18	DEAD	LinStatic	21417,24	17,42	673,2
18	LIVE	LinStatic	5776,55	25,95	287,35
19	DEAD	LinStatic	47590,77	-37,49	371,2
19	LIVE	LinStatic	9182,71	-27,55	-84,45
20	DEAD	LinStatic	47622,86	33,97	370,71
20	LIVE	LinStatic	9181,38	27,7	-85,61
	MAKSIMUM		76645,22	-221,48	6036,05

(Sumber : hasil Perhitungan)

H. Jenis Pondasi

Perencanaan pondasi gedung ini menggunakan pondasi tiang/strous. Metode ini dipilih untuk menopang beban struktur besar

dan mengatasi kondisi tanah yang tidak stabil. Pondasi tiang/strous terdiri dari tiang-tiang vertikal yang ditanam ke dalam tanah. Tiang-tiang ini terbuat dari beton bertulang atau material kuat lainnya. Dengan pondasi tiang/strous ini, gedung akan memiliki fondasi yang kokoh dan stabil, memberikan keamanan dan kinerja optimal.

I. Data-Data Tanah Dan Daya Dukung Tanah

Data-data tanah pada perencanaan pondasi gedung ini diambil sesuai dengan hasil penyelidikan tanah . Penyelidikan tanah yang dilakukan berupa penglujiann CPT/ Cone Penetration Test.

J. Daya Dukung Pondasi

Daya dukung pada pondasi tiang pancang ditentukan oleh dua hal, yaitu unsur perlawanan tanah di ujung tiang dan unsur lekatan lateral tanah di sekeliling tiang. Pondasi diletakkan pada suatu kedalaman tanah keras.

Disamping itu daya dukung suatu tiang harus ditinjau berdasarkan kekuatan bahan dan kekuatan tanah tempat tiang dipancang. Hasil daya dukung yang menentukan yang dipakai sebagai daya dukung izin tiang.

1. Daya Dukung Tiang Pancang yang Berdiri Sendiri

- **Berdasarkan kekuatan tanah**
 Perhitungan daya dukung tanah berdasarkan data tanah yang ada, adalah dengan menggunakan metode Teori Klasik adalah sebesar (sesuai hasil analisa data tanah)

Pada kedalaman 6 m, nilai :

$$C_n = 130 \text{ kg/cm}^2 = 13000 \text{ kN/m}^2$$

$$C_l = 960 \text{ kg/cm} = 960 \text{ kN/m}$$

$$\text{Sehingga Pijin} = A * C_n / 3 + O * C_l / 5$$

Untuk Ukuran D30:

$$= 0,25 * 3,14 * 0,3 * 13000 / 3 + 3,14 * 0,3 * 960 / 5 = 235,5 + 207 = 306 + 180 = 486 \text{ kN}$$

- **Berdasarkan kekuatan bahan**

Tiang pancang yang digunakan adalah tiang beton bertulang ukuran D30 dengan mutu beton

$$f'c=20 \text{ MPa} \rightarrow fc=0,3 \cdot f'c=6 \text{ MPa} =6000 \text{ kPa}$$

$$P1 \text{ tiang} = Ag \cdot fc - W_{\text{tiang}}$$

$$=$$

$$0,25 \cdot 3,14 \cdot 0,32(6000) - 0,25 \cdot 3,14 \cdot 0,32 \cdot 6 \cdot 24$$

$$= 423,9 - 11$$

$$= 412,9 \text{ kN (Menentukan)}$$

2. Daya Dukung Tiang Pancang dalam Kelompok Tiang

Daya dukung satu tiang dalam kelompok (P) didapat dari daya dukung satu tiang yang berdiri sendiri (P1) dikalikan dengan suatu faktor efisiensi (Ce), yang dihitung dengan rumus :

$$P1 \text{ tiang dlm kelp.} = P1 \text{ tiang bebas} \times Ce$$

Faktor efisiensi dari daya dukung tiang menurut Converse -Labarre dirumuskan :

$$Ce = \frac{1 - \frac{\text{Arc tan}\left(\frac{D}{S}\right)}{90^\circ} \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{mn} \right]}$$

dimana :

D : diameter tiang pancang

S : jarak antar as tiang bor dalam suatu group

m : jumlah baris tiang

n : jumlah kolom tiang

Pengaruh dari sebuah group tiang dalam perhitungan daya dukung batas tidak diperhitungkan, jika jarak dari as ke as dari masing-masing tiang (S) lebih besar dari 6Ø. Sedangkan nilai

$$S_{\text{min}} = 2,5 \cdot \emptyset = 2,5 \cdot 20 = 50 \text{ cm}$$

$$Ce = 0,87$$

$$P1 \text{ tiang dlm kelp} = P1 \text{ tiang bebas} \times Ce$$

$$= 411 \times 0,87 = 364 \text{ kN}$$

3. Beban Maksimum Tiang

Beban maksimum yang bekerja pada satu tiang dalam kelompok tiang, dihitung berdasarkan gaya aksial dan momen-momen yang bekerja pada tiang.

Perumusan yang dipakai :

$$P_{\text{max}} = \frac{\sum Pu}{n} + \frac{M_x Y_{\text{max}}}{\sum y^2} + \frac{M_y X_{\text{max}}}{\sum x^2}$$

dimana :

P max : beban maksimum yang diterima satu tiang pancang

$\sum Pu$: jumlah total beban aksial yang bekerja pada tiang (termasuk poer)

M_x : momen yang terjadi pada arah x

M_y : momen yang terjadi pada arah y

n : jumlah tiang dalam kelompok tiang

X_{max} : absis terjauh dari titik berat kelompok tiang

Y_{max} : ordinat terjauh dari titik berat kelompok tiang

$\sum x^2$: jumlah dari kuadrat absis tiap tiang

$\sum y^2$: jumlah dari kuadrat ordinat tiap tiang

4. Perhitungan Pondasi Tiang

Data perencanaan tiang :

* Type = Beton bertulang mutu beton $f'c = 20 \text{ MPa}$

* Ukuran D300 mm

Data pembebanan :

* V = 766 kN

* $M_x = 2,21 \text{ kN m}$

* $M_y = 60,36 \text{ kN m}$

5. Perhitungan daya dukung tiang pancang dan kelompok tiang

$$S_{\text{min}} = 2,5 s$$

$$= 2,5 \times 0,3$$

$$= 0,75 \text{ m}$$

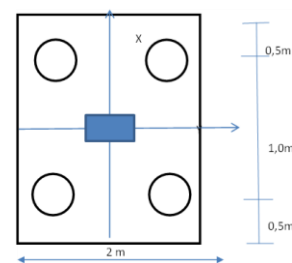
$$S_{\text{renc}} = 1 \text{ m (OK)}$$

$$m = n_y = 2 \text{ buah}$$

$$n = n_x = 1 \text{ buah}$$

$$P_{\text{per}} = 2 \times 2,0 \times 0,5 \text{ m}^3$$

$$W_{\text{poer}} = 2 \times 24 = 48 \text{ kN}$$



Gambar 5. Desain susunan kelompok tiang strous

(Sumber : Hasil Perhitugnan)

6. Perhitungan beban maksimum tiang

$$n = 4 \text{ buah}$$

$$X_{\text{max}} = 0,5 \text{ m} ; Y_{\text{max}} = 0,5 \text{ m}$$

$$\sum x^2 = 2 \times 2 \times (0,5)^2 = 0,72 \text{ m}^2$$

$$\sum y^2 = 2 \times 1 \times (0,5)^2 = 0,72 \text{ m}^2$$

$$\sum P = V = 766 + 48 = 814 \text{ kN}$$

$$P_{max} = \frac{\sum P}{n} + \frac{M_x Y_{max}}{\sum y^2} + \frac{M_y X_{max}}{\sum x^2}$$

$$= 203,5 + 1,53 + 41,9$$

$$= 246,9 \text{ KN} < P1 \text{ tiang dlm kelp.} = 364 \text{ KN}$$

K. Perencanaan Poer (Pile Cap)

1. Perhitungan Geser Pons pada Poer

Dalam merencanakan tebal poer, harus dipenuhi syarat bahwa kekuatan geser nominal beton harus lebih besar dari geser pons yang terjadi.

Gaya geser pons harus memenuhi persyaratan :

$$\phi V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \cdot \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d$$

tetapi tidak boleh melebihi :

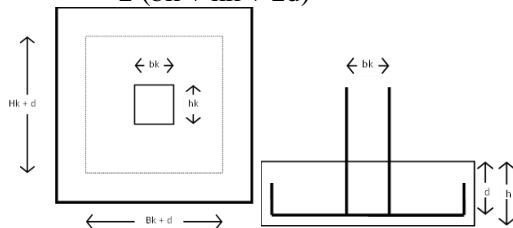
$$\phi V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d \text{ Atau } \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \leq 2$$

dimana :

$$\phi = 0.6$$

β_c = rasio dari panjang terhadap sisi pendek pendek kolom

b_o = keliling dari penampang kritis poer
 $= 2(bk + hk + 2d)$



Gambar 6. Pile Cap

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan

Data perencanaan :

- * f_c' = 20 Mpa
- * f_y = 320 Mpa
- * h = 40 cm
- * dimensi kolom = 30 x 50 cm
- * decking = 50 mm
- * ϕ tul. renc. = 16 mm
- P_u = 958 kN
- d = 400 - 50 - (16/2)
- = 342 mm
- b_o = 2(bk + hk + 2d)
- = 2(300+500+2x342)
- = 2968 mm
- β_c = 1 (kolom persegi)

$$\left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \leq 2 \rightarrow 3 > 2, \text{ dipakai batas } \phi V_c$$

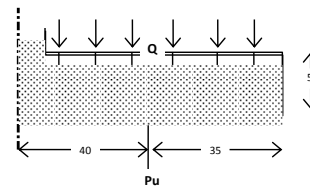
$$\phi V_c = 1500 \text{ kN} > P_u = 958 \text{ kN} \rightarrow \text{OK}$$

Jadi tidak diperlukan tulangan tambahan untuk memikul geser pons, akan tetapi tulangan geser diambil dari tulangan lentur.

2. Perhitungan Tulangan Lentur pada Poer

Untuk perhitungan tulangan lentur, poer dianalisa sebagai balok kantilever dengan perletakan jepit pada kolom.

Beban yang bekerja adalah beban terpusat dari tiang sebesar P dan berat sendiri poer sebesar Q.



Gambar 7. Tulangan Lentur pada Poer

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Berat poer

$$Q = 1,8 \times 0,4 \times 24 = 17,3 \text{ kN/m} \rightarrow$$

$$Q_u = 1,2 \times 17,3 = 20,7 \text{ kN/m}$$

$$P_{u \max} \text{ 1tiang dlm kelp.} = 1,5 \times 400 = 600 \text{ kN}$$

Momen yang bekerja :

$$M_u = -P \cdot 1,2 + 0,5 \cdot Q \cdot 1,2$$

$$= -600 \times 0,4 \times 2 + 0,5 \times 20,7 \times 0,42$$

$$= -480 + 1,7 \text{ kN-m} = -468,3 \text{ kN-m}$$

$$R_n = 0,28$$

$$m = 20$$

$$s \text{ perlu} = 0,0009$$

Karena $s \text{ perlu} < s \text{ min} = 1,4/320 = 0,004$, maka

$$\rho \text{ pakai} = \rho \text{ min} = 0,004$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \text{ pakai} \cdot b \cdot d_y = 0,004 (1800) 342$$

$$= 2463 \text{ mm}^2 \text{ Jadi dipakai tulangan D16-125} \rightarrow A_s = 2893 \text{ mm}^2$$

L. Perhitungan Plat

1. Analisa Struktur Pelat

Data Bahan Struktur :

Mutu beton :

$$F_c = 40 \text{ Mpa}$$

$$F_y = 420 \text{ Mpa}$$

Data Plat Lantai

Panjang bentang arah x (l_x) = 4.80 m

Panjang bentang arah y (l_y) = 5 m

Tebal plat = 15 cm

Koefisien momen plat untuk $l_y/l_x = \frac{5}{4.80} = 1$
 (dua arah)

Dimana: Momen – momen plat akibat beban terbagi rata (Tumpuan terjepit penuh)

2. Pembebanan

➤ Beban Mati ((Dead Load)

Total beban mati QD = 4,32 kN/m²

➤ Beban Hidup (Dead Live)

QL = 4 kN/m²

➤ Beban Rencana Terfaktor

Beban rencana terfaktor =
 $1.2 \times QD + 1.6 \times QL = QU = 11,584$
 kN/m²

➤ Momen Plat Akibat Beban Terfaktor

- Momen lapangan arah x = $cl_x \times 0.001 \times Qu \times l_y^2 = 5,605$ kNm

- Momen lapangan arah y = $cly \times 0.001 \times Qu \times l_y^2 = 6,082$ kNm

- Momen tumpuan arah x = $ctx \times 0.001 \times Qu \times l_y^2 = 13,879$ kNm

- Momen tumpuan arah y = $cty \times 0.001 \times Qu \times l_y^2 = 15,059$ kNm

3. Penulangan Plat

Data – data :

- Lebar plat yang ditinjau sebesar 1 m

b = 1000 mm

- Tebal plat

h = 150 mm

- Selimut beton

dc = 20 mm

- Diameter tulangan yang digunakan

Ø = 16 mm

- Tebal efektif plat lantai $dx = h - dc - \frac{\text{Ø}}{2} = 122$ mm

- Tebal efektif plat lantai $dy = h - dc - \frac{\text{Ø}}{2} = 106$ mm

- Untuk : $fc' \leq 30$ Mpa

$\beta_1 = 0,85$ mm

- Untuk : $fc' > 30$ Mpa $\beta_1 = 0,85 - 0,5 \times (fc' - 30) / 7 = 0,77$

Factor pembentuk distribusi tegangan beton,

$\beta_1 = 0,85$ mm

a. Tulangan Lapangan Arah X

- Digunakan tulangan

Ø 16 – 100

- Luas tulangan terpakai

$As = \pi / 4 \times \text{Ø}^2 \times b / s = 2.009,6$ mm²

b. Tulangan Lapangan Arah Y

- Digunakan tulangan

Ø 16 – 80

- Luas tulangan terpakai

$As = \pi / 4 \times \text{Ø}^2 \times b / s = 2.512$ mm²

c. Tulangan Tumpuan Arah X

- Digunakan tulangan

Ø 16 – 100

- Luas tulangan terpakai

$As = \pi / 4 \times \text{Ø}^2 \times b / s = 2.009,6$ mm²

d. Tulangan Tumpuan Arah Y

- Digunakan tulangan

Ø 16 – 80

- Luas tulangan terpakai

$As = \pi / 4 \times \text{Ø}^2 \times b / s = 2.512$ mm²

4. Kontrol Lendutan

- Modulus elastis beton

$Ec = 4700 \times \sqrt{fc'} = 25742,92$ Mpa

- Modulus elastis baja tulangan

$Es = 200.000$ Mpa

- Beban merata (tak terfaktor) pada plat

$Q = QD + QL = 8,32$ N/mm

- Panjang bentang plat

$Lx = 4800$ mm

- Batas lendutan maksimum yang diijinkan

$Lx / 240 = 20$ mm

- Momen inersia brutto penampang plat

$Ig = 1/12 \times b \times h^3 = 281250000$ mm³

- Modulus keruntuhan lentur beton

$fr = 0.7 \times \sqrt{fc'} = 4,427$ Mpa

- Nilai perbandingan modulus elastis

$n = Es / Ec = 6,728$

- Jarak garis netral terhadap sisi atas beton

$c = n \times As / b = 16,90$ mm

- momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton di hitung sbb :

$Icr = 1/3 \times b \times c^3 + n \times As \times (d - c)^2 = 188.297.122,5$ mm⁴

$yt = h/2 = 75$ mm

- Momen Retak :

$Mcr = fr \times Ig / yt = 16.601.957,72$ Nmm

- Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban) :

$Ma = 1/8 \times Q \times Lx^2 = 23961600$ Nmm

- Inersia efektif untuk perhitungan lendutan

- $I_e = (Mcr / Ma)^3 \times I_g + [1 - (Mcr / MA)^3] \times I_{cr}$
 $= 219.213.835 \text{ mm}^4$
- Lenturan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup :
 $\delta_e = 5 / 384 \times Q \times Lx^4 / (Ec \times I_e) = 8,83 \text{ mm}$
 - Rasio tulangan slab lantai :
 $\rho = As / (b \times d) = 0,021 \text{ mm}^2$
 - Faktor ketergantungan waktu untuk beban mati, nilai :
 $\zeta = 2$
 $\lambda = \zeta / (1 + 50 \times \rho) = 0,985$
 - Lenturan jangka panjang akibat rangkang dan susut :
 $\delta_g = \lambda \times 5 / 384 \times Q \times Lx^4 / (Ec \times I_e) = 8,70 \text{ mm}$
 - Lenturan total
 $\delta_{tot} = \delta_e + \delta_g = 17,52$
 - Syarat : $\delta_{tot} \leq Lx / 240$
 $19,85 \leq 20$ maka dinyatakan AMAN (OK)

M. Perhitungan Balok

- momen nominal kapasitas Mnk
 $\beta \times As \times fs' \times (d - s) + 0,85 \times fc' \times a \times b \times (d - a/2) = 934.359 \text{ kg-cm}$
- Dari perhitungan diatas dapat diketahui nilai Mnd = 784.690 kg-cm
- Kemudian untuk nilai Mnk = 934.359 kg-cm. Dimana nilai Mnk > Mnd maka dinyatakan Aman.
- Jumlah rencana tulangan (n)=
 $\frac{As}{0,25 \times \pi \times (\phi/10)^2} = 3$
- Jumlah tulangan tekan As' =
 $\beta \times n = 2$
- Luas tulangan As =
 $n \times 0,25 \times \pi \times (\phi/10)^2 = 6,03 \text{ cm}^2$
- Luas tulangan As' =
 $As' \times 0,25 \times \pi \times (\phi/10)^2 = 3,02 \text{ cm}^2$
- Maka untuk susunan tulangan
 Tulangan Tarik = 3 D 16 mm
 Tulangan Tekan = 2 D 16 mm

N. Pemeriksaan Kapasitas Penampang Balok

- a = 13,60 cm
- x = $\frac{a}{\beta_1} = 16 \text{ cm}$
- $\epsilon_s' = \frac{(xb - s)}{xb \times 0,003} = 0,0017 \text{ cm}^2$

- $\epsilon_y = \frac{fy}{2100000} = 0,0020 \text{ cm}^2$
- $fs' = \epsilon_s' < \epsilon_y$ maka, $(\epsilon_s' \times 2100000) = 3.623 \text{ kg/cm}^2$
- $(Cc + As' \times fs') = \frac{(0,85 \times fc' \times a) + As' \times fs'}{1000} = 103 \text{ kg/cm}^2$
- ZCc = d-a/2 = 35,60 cm
- ZCs' = d-s = 35,60 cm
- Mnk =
 $\frac{(0,85 \times fc' \times b \times a \times Zcc) + (As' \times fs' \times zcs')}{100000} = 36,81 \text{ ton-m} = 368,12 \text{ kN-m}$
- Muk = Mnk x ϕ
 $= 294,45 \text{ ton-m} = 294,50 \text{ kN-m}$

O. Desain Tulangan Geser Balok

1. tumpuan

- d = +h - p - ϕ_s - ϕ_2 = 457 mm
- Vc = $\frac{1/6 \times fc'^{0,5} \times b \times d}{1000} = 96,34 \text{ kN}$
- $\frac{1}{2} Vc = \frac{Vc}{2} = 48,17 \text{ kN}$
- Check mampu beton
 $\phi_s \times Vc = 0,75 \times 96,34 \text{ kN} = 72,26 \text{ kN}$
 Check Vu > $\phi_s \times Vc$, dari perhitungan diatas nilai Vu lebih besar dari nilai $\phi_s \times Vc$, maka disimpulkan memerlukan tulangan geser.
- Vs = $\frac{Vu}{\phi_s} - Vc = 14,49 \text{ kN}$
- Av = + $\phi_s \times \pi/4 \times \phi_s \times nv = 157 \text{ mm}^2$
- s perlu = + $\frac{Av \times fy \times d / Vs}{1000} = 2.080,34 \text{ mm}$
- s = 250 mm
 dikarenakan s perlu > 0 maka, nilai s = 250, jika s perlu < 0 maka nilai s = s perlu
- s max = $\frac{d}{2} = 114$
 maka digunakan :
 D 10 - 100 mm dengan nv 2 kaki

2. lapangan

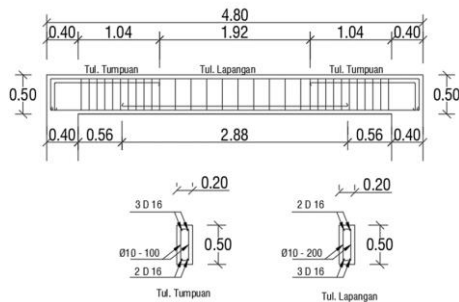
- d = +h - p - ϕ_s - ϕ_2
 $= 457 \text{ mm}$
- Vc = $\frac{1/6 \times fc'^{0,5} \times b \times d}{1000} = 96,34 \text{ kN}$
- $\frac{1}{2} Vc = \frac{Vc}{2} = 48,17 \text{ kN}$
- Check mampu beton
 $\phi_s \times Vc = 0,75 \times 96,34 \text{ kN} = 72,26 \text{ kN}$

Check $V_u > \phi_s \times V_c$, dari perhitungan diatas nilai V_u lebih besar dari nilai $\phi_s \times V_c$, tulangan geser min.

- $V_s = \frac{V_u}{\phi_s} - V_c = -91,08 \text{ kN}$
 - $A_v = + \phi_s \times \pi/4 \times \phi_s \times n_v = 157 \text{ mm}^2$
 - $s \text{ perlu} = + \frac{A_v \times f_y \times d / V_s}{1000} = -330,8 \text{ mm}$
 - $s = 250 \text{ mm}$
- dikarenakan $s \text{ perlu} > 0$ maka, nilai $s = 250$, jika $s \text{ perlu} < 0$ maka nilai $s = s \text{ perlu}$
- $s \text{ max} = \frac{d}{2} = 229$

maka digunakan :

D 10 - 200 mm dengan n_v 2 kaki

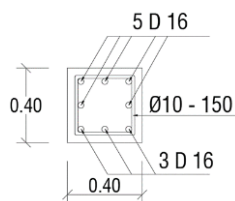


Gambar 8. Desain Penulangan Balok Geser 20 x 50 cm
 (sumber : Hasil Perhitungan)

P. Perencanaan tulangan kolom

1. Momen terfaktor :

- $P_{ud} = 55.234,70 \text{ kg}$
- $M_{ud} = 891.017 \text{ kg-cm}$



Gambar 8. Perencanaan Tulangan Kolom 40 x 40 cm
 (sumber : Hasil Perhitungan)

2. Perhitungan :

➤ Gaya – gaya nominal yang harus dipikul penampang :

- $P_{nd} = \frac{P_{ud}}{\phi} = 84.976 \text{ kg}$
- $M_{nd} = \frac{M_{ud}}{\phi} = 1.370.795 \text{ kg-cm}$

➤ Luas tulangan total

$$A_{st} = n_{st} \times 0.25 \times \pi \times \left(\frac{\phi}{10}\right)^2 = 16,08 \text{ cm}^2$$

$$A_b = \frac{A_{st}}{(b \times h)} = 0,01 \times 100\% = 1\%$$

➤ Coba – coba

$$x = 10,6 < x_b = 20,52 \text{ cm}$$

$$a = x \times \beta_1 = 8,16 \text{ cm}$$

➤ regangan dan tegangan baja tulangan

$$\epsilon_s' = \frac{(x-s)}{x} \times 0,003 = 0,00136$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{2100000} = 0,002$$

$$f_s' = 2.852,83 \text{ kg/cm}^2$$

syarat $f_s' = \epsilon_s' < \epsilon_y = \epsilon_s' \times 2.100.000$,
 maka $f_s' = 0,00136 \times 2.100.000 = 2.852,83 \text{ kg/cm}^2$

$$\epsilon_s = \frac{(x-s)}{x} \times 0,003 = 0,00791$$

$$f_s = 4.200 \text{ kg/cm}^2$$

syarat $f_s' = \epsilon_s' < \epsilon_y = \epsilon_s' \times 2.100.000$,
 dikarenakan $\epsilon_s' > \epsilon_y$, maka diambil nilai $f_y = 4.200 \text{ kg/cm}^2$

➤ gaya – gaya nominal penampang

$$C_c = 0.85 f_c' \times a \times b = 111.003 \text{ kg}$$

$$C_s = A_s' \times f_s' = 22.944 \text{ kg}$$

$$T_s = A_s \times f_s = 33.778 \text{ kg}$$

$$P_{nk} = C_c + C_s - T_s = 100.169 \text{ kg}$$

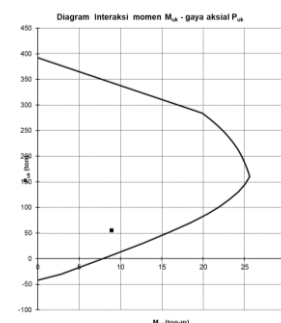
keterangan : dikarenakan nilai $P_{nk} = 100.169 \text{ kg}$
 $> P_{nd} = 84.976 \text{ kg}$ maka dinyatakan sebagai OK.

$$M_{nk} = C_c \times h/2 - a/2 + C_s \times (h/2 - s) + T_s \times (h/2 - s) = 2.572.516 \text{ kg-cm}$$

keterangan : dikarenakan nilai $M_{nk} = 2.572.516 \text{ kg-cm}$
 $> M_{nd} = 1.370.795 \text{ kg-cm}$ maka dinyatakan sebagai OK.

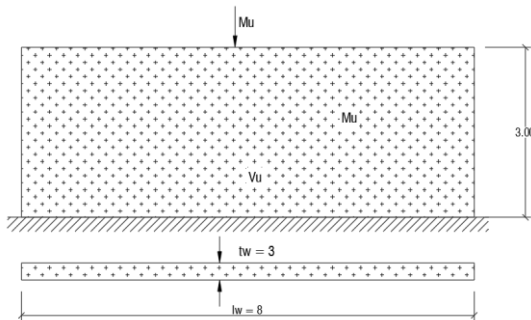
$$P_{uk} = \frac{P_{nk} \times 0.7}{1000} = 70 \text{ ton} \quad \frac{P_{nd} \times 0.7}{1000} = 59,48 \text{ ton}$$

$$M_{uk} = \frac{M_{nk} \times 0.7}{100000} = 18 \text{ ton-m} \quad \frac{M_{nd} \times 0.7}{100000} = 8,91 \text{ ton-m}$$



Gambar 9. Diagram Interaksi Momen Muk – Gaya Aksial Puk
 (sumber : Hasil Perhitungan)

Q. Analisis Struktur Dinding Geser



Gambar 10. Struktur Dinding Geser
 (sumber : Hasil Perhitungan)

➤ Perhitungan

- Syarat tulangan minimum :
 Periksa apakah $V_u > 0,083A_{cv}\sqrt{f'c}$
 $A_{cv} = 300 \times 8000 = 2400000 \text{ mm}^2$
 $0,083A_{cv}\sqrt{f'c} = 0,083(2.400.000)(\sqrt{30}) = 1091063 \text{ N} = 1091,063 \text{ kN} < V_u = 4000 \text{ kN}$

Maka rasio tulangan vertical dan horizontal ρ_l dan $\rho_t > 0,0025$
 Periksa apakah perlu dipasang tulangan dalam lapis, sehingga

$$0,17A_{cv}\sqrt{f'c} = 0,17(2.400.000)(\sqrt{30}) = 2234708 \text{ N} = 2234,708 \text{ kN} < V_u = 4000 \text{ kN}$$

Sehingga dipasang dua lapis.

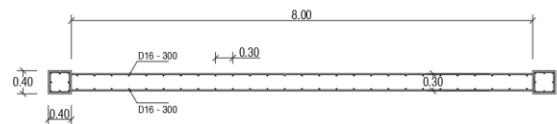
- Perhitungan tulangan horizontal dan vertical dinding structural
 Rasio tulangan minimum adalah 0,0025, sehingga dibutuhkan luas per m² dinding sebesar :
 $0,0025A_{cv} = 0,0025(300 \times 1000) = 750 \text{ mm}^2/\text{mm}$
 Jika dipasang tulangan D16 dalam dua lapis, $A_s = 2(201) = 402 \text{ mm}^2$, maka jarak antar tulangan : $s = 402/750 = 0,536 \text{ m} \approx 500 \text{ mm} > 450 \text{ mm}$
 dicoba digunakan D16 – 300 dalam dua lapis untuk arah horizontal dan vertical.
- Periksa kuat geser dinding

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{3}{8} = 0,35 < 2,0 \rightarrow \alpha_c = 0,17$$

$$\rho_t = \frac{402}{300 \times 300} = 0,004467$$

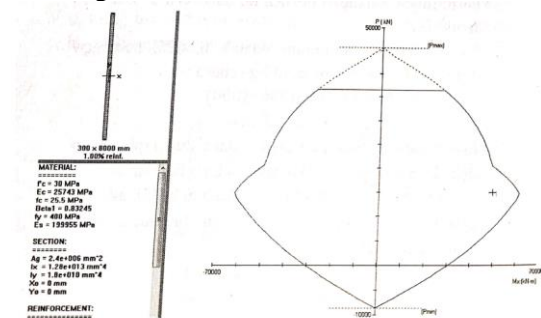
$$V_n = A_{cv}(\alpha_c\sqrt{f'c} + \rho_t f_y) = 2400000(0,17\sqrt{30} + 0,004467 \times 400) = 6522708 \text{ N}$$

$$\phi V_n = 0,75 \times 6522708 = 4892031 \text{ N} = 4892,301 \text{ kN} > V_u = 4000 \text{ kN} \text{ (OK)}$$



Gambar 11. Penulangan Dinding Geser
 (sumber : Hasil Perhitungan)

- Kebutuhan tulangan untuk kombinasi aksial dan lentur dengan diagram interaksi di bawah :
 Dapat dilihat bahwa dinding cukup kuat dalam memikul beban yang bekerja ($P_u = 15000 \text{ kN}$ dan $M_u = 50000 \text{ kN-m}$). titik koordinat ($M_u; P_u$) berada di dalam garis diagram interaksi.



Gambar 12. Diagram Interaksi Tulangan
 (sumber : Hasil Perhitungan)

5. KESIMPULAN

- Merancang desain elemen struktural beton bertulang pada Masjid Segara Swarga di Bernady Land dengan mempertimbangkan kondisi pondasi eksisting menggunakan SAP2000 dan mengikuti SNI 2847-2019. Hasil analisis menunjukkan plat lantai dengan ketebalan 150 mm dan tulangan Ø16 - 100 mm pada arah X serta Ø16 - 80 mm pada arah Y. Balok dan kolom ditunjang dengan variasi tulangan sesuai ukuran. Pondasi tetap memenuhi daya

- dukung dan kekuatan geser yang diperlukan.
- Merancang desain dinding geser dengan mempertimbangkan kondisi pondasi eksisting pada Masjid Segara Swarga di Bernady Land melibatkan perhitungan jumlah tulangan minimum sesuai persyaratan $V_u > 0,083A_{cv}\sqrt{f'c}$. Dua lapis tulangan D16 - 300 digunakan untuk arah horizontal dan vertikal. Desain dinding geser bertujuan untuk meningkatkan kapasitas struktur bangunan dalam menahan gaya geser akibat gempa dan beban lateral lainnya.
 - Reaksi pondasi eksisting terhadap daya dukung tanah pada Masjid Segara Swarga di Bernady Land dievaluasi melalui analisis reaksi yang terjadi pada titik pondasi dengan bantuan program SAP2000. Kontrol kuat dukung pondasi, masih memenuhi dengan derajat sisa yang tersedia 31 persen, dengan kuat geser pons yang masih tersedia 36 persen.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Honarto, R. J., Handono, B. D., & Pandaleke, R. (2019). Perencanaan Bangunan Gedung Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Di Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik Vol. 7 No. 2 Februari 2019 (201-208) ISSN: 2337-6732*.
- Masagala, A. A., & Ma'arif, F. (2016). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Berlantai 4. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika Vol. 19, No. 1, 80-90*.
- Nugraha, S., & Firmanto, A. (2016). Analisis Perencanaan Gedung Kantor Samsat Kabupaten Kuningan Dengan Menggunakan Struktur Beton SNI 2013. *Jurnal Konstruksi Unswawati Cirebon*.
- Priyono, P. (2019). *Buku Ajar Struktur Beton Bertulang 1 Berdasarkan SNI 2847:2013. Jember*.
- Priyono, P. (2019). *Buku Ajar Struktur Beton Tahan Gempa (Edisi 2). Jember*