

TINJAUAN KEKUATAN STRUKTUR GEDUNG BANK JABAR BANTEN SYARIAH KANTOR CABANG BOGOR

Askia Esa Aulia¹, Empung², Indra Mahdi³

^{1, 2, 3}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Siliwangi

e-mail: askiaea@gmail.com¹

Abstrak

Gedung Bank Jabar Banten Syariah Kantor Cabang Bogor adalah gedung yang memiliki 5 lantai dengan luas bangunan $489,375 \text{ km}^2$. Gedung ini beralamatkan di Jalan raya padjajaran desa babakan kecamatan bogor utara. Tujuan pembangunan bank ini adalah menunjang pelaksanaan pembangunan nasional dalam rangka meningkatkan pemerataan, pertumbuhan ekonomi, dan stabilitas nasional ke arah peningkatan kesejahteraan rakyat, sehingga diperlukan prasarana yang baik.

Analisis perhitungan yang digunakan yaitu mengacu kepada SNI 2847-2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Elemen-elemen struktur yang dianalisa meliputi pelat, balok, kolom, core wall dan pondasi bored pile.

Hasil analisis menghasilkan dimensi balok $350 \times 700 \text{ mm}$ dengan diameter tulangan 19 mm . Dimensi kolom $650 \times 650 \text{ mm}$ dengan diameter tulangan 19 mm . Tebal pelat 120 mm dengan tulangan D10-150. Dimensi pile cap $2250 \times 2250 \text{ mm}$ dengan tulangan D19-200. Dimensi core wall $(2 \times 2600 \times 150 \text{ mm}) + (2100 \times 150 \text{ mm})$ dengan tulangan D10-150. Diameter bore pile 500 mm dengan tulangan D19-100. Hasil analisa struktur gedung bank menunjukkan bahwa kapasitas momen yang dimiliki lebih besar dari pada gaya-gaya luar yang bekerja.

Kata kunci: *Balanced, Corewall, Over Reinforced, Under Reinforced*

Abstrack

Bank Jabar Banten Syariah Building Branch Office Bogor is a building that has 5 floors with a building area of $489,375 \text{ km}^2$. This building is addressed at Jalan Raya Padjajaran, Babakan Village, Bogor North District. The purpose of the bank's development is to support the implementation of national development in order to improve equity, economic growth, and national stability towards improving people's welfare, so that good infrastructure is needed.

The calculation analysis used is referring to SNI 2847-2013 concerning Requirements for Structural Concrete for Building Buildings. The structural elements analyzed include plates, beams, columns, core walls and bored pile foundations.

The results of the analysis produced a $350 \times 700 \text{ mm}$ beam dimension with a diameter of 19 mm reinforcement. Column dimensions $650 \times 650 \text{ mm}$ with a diameter of 19 mm reinforcement. 120 mm plate thickness with reinforcement D10-150. Dimension of pile cap $2250 \times 2250 \text{ mm}$ with reinforcement D19-200. Core wall dimensions $(2 \times 2600 \times 150 \text{ mm}) + (2100 \times 150 \text{ mm})$ with D10-150 reinforcement. 500 mm bore pile diameter with reinforcement D19-100. The results of bank building structure analysis show that the capacity of the moment possessed is greater than the external forces acting

Keyword: *Balanced, Under Reinforced, Over Reinforced, Corewall*

I. PENDAHULUAN

Gedung Bank Jabar Banten Syariah Kantor Cabang Bogor adalah gedung yang memiliki 5 lantai dengan luas bangunan 489,375 km^2 . Gedung ini beralamatkan di Jalan raya padjajaran desa babakan kecamatan bogor utara. Tujuan pembangunan bank ini adalah menunjang pelaksanaan pembangunan nasional dalam rangka meningkatkan pemerataan, pertumbuhan ekonomi, dan stabilitas nasional ke arah peningkatan kesejahteraan rakyat.

Untuk menunjang pembangunan ekonomi yang melibatkan bank sebagai sarannya, maka dibutuhkan prasarana yang baik. Perencanaan gedung ini memerlukan suatu perencanaan yang teliti dan matang sesuai dengan syarat fungsi bangunan (beban kerja), estetika bangunan (arsitektural), keamanan struktural (desain elemen struktur) dan pertimbangan ekonomi. Dengan demikian akan dihasilkan struktur gedung yang ekonomis, efektif, dan efisien.

Metode atau konsep yang digunakan dalam tinjauan ulang kekuatan struktur Gedung Bank Jabar Banten Syariah Kantor Cabang Bogor ini adalah konsep desain struktur beton bertulang yang mampu menahan segala macam beban yang mungkin bekerja (beban mati, beban hidup, dan beban gempa), sehingga bangunan dapat digunakan dengan aman dan nyaman. Mengingat bahwa kota bogor termasuk kedalam wilayah gempa 4, maka struktur bangunan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga mampu bekerja dengan baik. Analisis perhitungan yang digunakan yaitu mengacu kepada SNI 2847-2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, dimana dalam beton bertulang terdapat konsep keruntuhan *balanced*, *under reinforced* dan *over reinforced*. Dimana konsep *under reinforced* adalah yang paling dianjurkan. Analisis kapasitas elemen-elemen yang dihitung harus menghasilkan kapasitas yang lebih besar dari gaya-gaya luar yang bekerja. Untuk menghitung atau menganalisis gaya-gaya dalam yang terjadi digunakan program SAP2000 dan ETABS. Program SAP2000 dan ETABS merupakan suatu program yang

dipergunakan untuk melakukan perhitungan analisis struktur statik/dinamik untuk struktur beton bertulang maupun struktur baja.

Dalam perancangan bangunan gedung, perencanaan pembebanan merupakan suatu komponen yang sangat penting. Beban-beban yang bekerja pada struktur dihitung menurut :

1. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (SKBI – 1.3.53.1987).
2. Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 2847:2013).
3. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (SNI 1726:2012).
4. Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2013).

Berdasarkan SNI 1726-2012, kombinasi pembebanan dibagi menjadi:

- A. Kombinasi beban untuk metoda ultimit
- B. Kombinasi beban untuk metoda tegangan ijin

Menurut SNI 2847-2013, beton adalah material konstruksi yang diperoleh dari pencampuran pasir, kerikil/batu pecah, semen serta air. Terkadang beberapa macam bahan tambahan dicampurkan ke dalam campuran tersebut dengan tujuan memperbaiki sifat-sifat dari beton, yakni antara lain untuk meningkatkan *workability*, *durability*, serta waktu pengerasan beton.

- A. Kuat tekan beton terhadap gaya tekan
Perilaku komponen struktur beton bertulang pada waktu menahan berbagai beban di antaranya ialah gaya aksial, lenturan, gaya geser, puntir, ataupun merupakan gabungan dari gaya-gaya tersebut.

- B. Baja tulangan
Beton tidak dapat menahan gaya tarik melebihi nilai tertentu tanpa mengalami retak-retak. Untuk itu, agar beton dapat bekerja dengan baik dalam suatu sistem struktur, perlu dibantu dengan memberinya perkuatan penulangan yang terutama akan mengemban tugas menahan gaya tarik yang akan timbul di dalam sistem.

Perencanaan Elemen Struktur

A. Pelat

Pelat adalah komponen struktur yang merupakan sebuah bidang datar yang lebar dengan permukaan atas dan bawahnya sejajar. Pelat bisa bertulang 2 atau 1 arah saja, tergantung sistem strukturnya. Bila perbandingan antara panjang dan lebar pelat tidak melebihi 2, digunakan penulangan 2 arah.

B. Balok

Balok adalah batang struktural yang berfungsi menahan gaya-gaya yang bekerja dalam arah transversal terhadap sumbu, yang mengakibatkan terjadinya lenturan/lendutan.

Berdasarkan persentase tulangan baja yang digunakan dalam suatu komponen struktur balok, maka terdapat tiga macam keruntuhan lentur balok yang dapat terjadi: keruntuhan *balanced*, *under reinforced* dan *over reinforced*.

C. Kolom

Kolom adalah salah satu komponen struktur vertikal yang secara khusus difungsikan untuk memikul beban aksial tekan (dengan atau tanpa adanya momen lentur) dan memiliki rasio tinggi/panjang terhadap dimensi terkecilnya sebesar 3 atau lebih. Kolom memikul beban vertikal yang berasal dari pelat lantai atau atap dan menyalurkannya ke pondasi.

D. Core Wall

Core wall adalah jenis dinding geser yang terletak di pusat-pusat massa bangunan yang berfungsi sebagai pengaku bangunan gedung. Biasanya *core wall* diletakkan pada lubang Lift yang berfungsi sebagai dinding lift sekaligus.

E. Pondasi

Pondasi dalam istilah ilmu teknik sipil dapat didefinisikan sebagai bagian dari struktur bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan berfungsi untuk menyalurkan beban-beban yang diterima dari struktur atas ke lapisan tanah.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif, yaitu penelitian yang menggambarkan kondisi proyek tertentu dengan analisis data yang ada, dimana hasil yang diperoleh adalah data berupa angka. Sedangkan analisis data menggunakan metode analitis dan deskriptif. Analitis artinya mengolah sedemikian rupa data yang sudah ada sehingga diperoleh hasil akhir yang dapat disimpulkan.

Lokasi Penelitian

Lokasi Gedung Bank Jabar Banten Syariah Kantor Cabang Bogor pembangunan berada di Jalan Raya Padjajaran Desa Babakan Kecamatan Bogor Utara.

Pengumpulan Data

Demi memudahkan analisis maka dibutuhkan data yang berkaitan langsung dengan proyek yang dijadikan objek penelitian. Adapun jenis data terdiri dari dua jenis yaitu data primer dan data sekunder.

Namun hanya ada satu jenis data yang digunakan dalam penelitian pada proyek ini. Jenis data tersebut adalah data sekunder. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder berupa data tanah dan gambar struktur gedung.

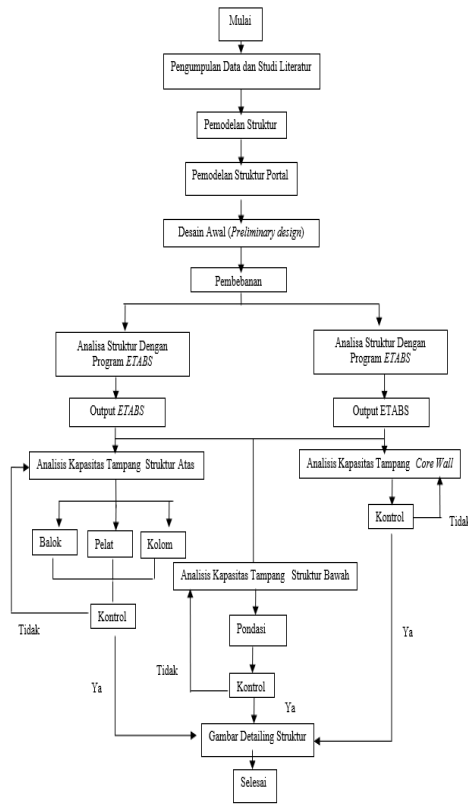
Pengolahan Data

Adapun urutan kegiatan yang dilakukan dalam

pengolahan data adalah sebagai berikut

1. Mengumpulkan data-data proyek.
2. Pemodelan struktur
3. Pembebanan struktur sesuai dengan ppurg 1987
4. Analisis struktur menggunakan program SAP2000 dan ETABS
5. Output gaya dalam yang terjadi.
6. Analisa kapasitas elemen struktur pelat, balok, kolom, core wall, dan pondasi
7. Kontrol kapasitas terhadap gaya dalam yang bekerja.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

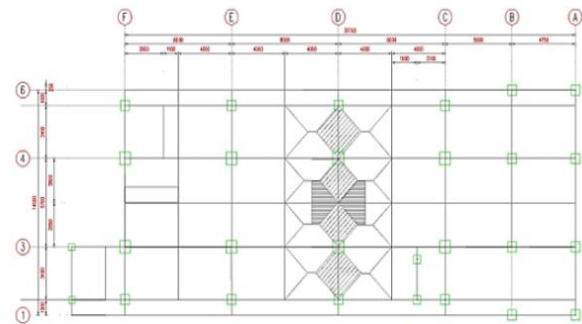
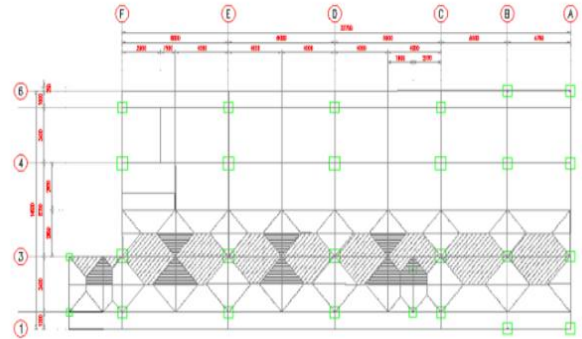
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis pembebanan portal

Dalam proses analisa struktur portal 2 dimensi menggunakan perangkat lunak SAP2000 dan portal 3 dimensi menggunakan perangkat lunak ETABS, pembebanan yang digunakan yaitu beban mati, beban hidup, dan beban akibat berat sendiri. Pembebanan struktur mengacu pada Peraturan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung tahun 1987.

Portal 2 Dimensi

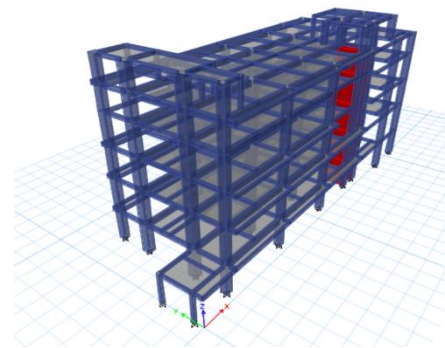
Untuk analisa portal 2 dimensi digunakan metode amplol untuk menghitung pembebanan.



Gambar 2. Pembebanan Portal 2 Dimensi

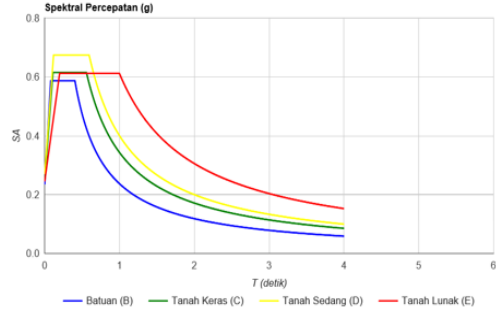
Portal 3 Dimensi

Proses analisa struktur menggunakan perangkat lunak ETABS.



Gambar 3. Pembebanan Portal 3 Dimensi

Untuk beban gempa diambil dari puskim,go untuk daerah bogor, sehingga mengeluarkan spektrum respon seperti berikut:



Gambar 4. Respon Spektrum Gempa Statik Bogor

Output Gaya Dalam 3 Dimensi

Karena output gaya dalam 3 dimensi lebih besar dari 2 dimensi, sehingga nilai yang digunakan untuk kontrol analisa tampang yaitu nilai dari 3 dimensi.

Tabel 1. Output Gaya Dalam Balok

Section	Loc	V kN	M- kNm	M+ kNm	T kNm
B2	End-I	169,2458	-194,406	97,2028	5,0522
	Middle	166,3358	-48,6014	89,5467	5,8967
	End-J	168,4782	0	95,0353	5,8967
B3A	End-I	258,6652	-493,122	246,561	40,7545
	Middle	206,6296	-123,281	219,5109	17,5261
	End-J	253,0091	0	243,5672	35,1809
B5	End-I	96,3968	-159,335	79,6676	2,5766
	Middle	88,6844	-40,3839	128,5694	3,7802
	End-J	96,2964	-161,536	80,7679	3,7802
RB2	End-I	105,8892	-123,601	61,8003	0,4399
	Middle	97,7657	-30,9002	90,7469	14,5041
	End-J	93,844	-121,741	60,8703	14,5041
RB3A	End-I	132,4764	-291,777	145,8885	14,1121
	Middle	121,7213	-74,0729	202,7813	4,2362
	End-J	173,3722	-296,292	148,1458	15,2809
RB2	End-I	110,9623	-123,601	61,8003	4,5819
	Middle	102,9113	-30,9002	90,7469	5,6009
	End-J	105,6504	-121,741	60,8703	5,6009

Tabel 2. Output Gaya Dalam Balok Anak

Section	Loc	V kN	M- kNm	M+ kNm	T kNm
B1	End-I	146,6351	-70,2375	35,1187	2,8523
	Middle	7,532	-18,2513	47,9914	6,272
	End-J	9,692	-73,0051	36,5025	10,4625
B4	End-I	2,3557	-1,41	0	0
	Middle	1,507	-2,3924	0	1,4112
	End-J	0,0382	0	5,7499	1,4112
RB1	End-I	77,4554	-50,7518	40,179	5,566
	Middle	78,3511	-12,6879	27,2464	7,0404
	End-J	79,0247	0	15,3246	7,0404
RB4	End-I	21,8757	-17,8533	6,2382	6,0374
	Middle	20,4357	-10,2608	7,7874	5,1559
	End-J	17,1733	0	14,4309	0,6191
RB6	End-I	134,7213	-100,02	50,0094	6,36
	Middle	113,1569	-28,8021	87,1764	6,131
	End-J	141,633	0	57,6043	4,8763

Tabel 3. Output Gaya Dalam Kolom

Section	Location	P kN	V Major kN	V Minor kN	M Major kNm	M Minor kNm
K4	Top	-15,498	23,649	32,7418	-6,5844	-8,1383
	Bottom	-10,443	23,649	32,7418	-34,0624	-17,0651
K3	Top	-1874,5	68,5333	20,4724	-86,3421	59,4966
	Bottom	-1848,3	68,5333	20,4724	188,1272	-76,927
K2	Top	1414,32	449,136	137,1636	-81,8854	-162,13
	Bottom	1459,94	449,136	137,1636	665,6159	471,1526
K1	Top	843,284	373,409	56,7462	-37,6585	-99,5402
	Bottom	873,400	373,409	56,7462	344,5407	229,8358

Tabel 4. Output Gaya Dalam Core Wall

Pier	Location	p kN	V2 kN	V3 kN	T kNm	M2 kNm	M3 kNm	
SW1	Top	Max	1117,46	92,339	319,08	551,49	1540,74	-540,95
		Min	-2195,19	-46,007	-326,195	-574,610	-1477,82	295,84
	Bottom	Max	1034,89	92,339	319,08	551,49	2817,09	-171,59
		Min	-2277,75	-46,007	-326,195	-574,610	-2782,6	111,81

Perhitungan Kapasitas Tampang Pelat

Data Pelat :

Tebal pelat (h) = 12 cm → 120 mm

Tebalselimut(d') = 25 mm

d = 120-25 = 95mm

Diameter tulangan (D)= 10 mm

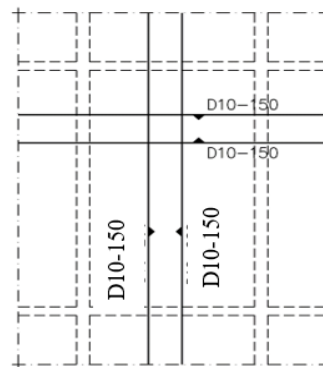
Jarak tulangan arah x (s)= 150 mm

Jarak tulangan arah y (s)= 150 mm

b = 1000 mm

fy = 400 MPa

f'c = 25 Mpa



Gambar 5. Detail Tulangan Pelat

Perhitungan

Jumlah tulangan :

$$150 = \frac{1000}{n-1} = \frac{1000}{n-1} = 7,66 \approx 8 \text{ buah}$$

Luasan tulangan

$$A = 78,5 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan $\rho = 0,00661$

$$\rho_{\max} = 0,75\rho_b = 0,02709$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = 0,0035$$

$$M_u = M_n \cdot \phi$$

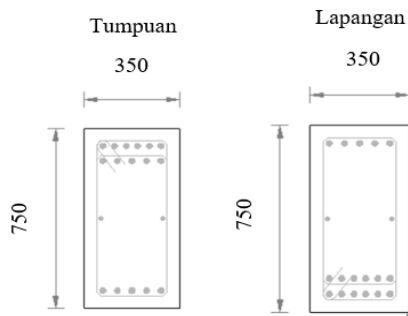
$$= 2013,5826 \text{ kg.m} > M_x = 675,095 \text{ kg} \text{ (aman)}$$

Balok

Data penampang balok induk, B3A:

- b = 350 mm
- h = 700 mm
- diameter tulangan = 19 mm
- selimut beton, $d' = 25 \text{ mm}$
- $d = h - d' - \phi_{\text{senggang}} - \frac{1}{2} \phi_{\text{lentur}}$

$$d = 700 - 25 - 10 - \frac{1}{2} (19) = 655,5 \text{ mm}$$



Gambar 6. Detail Tulangan Balok Induk

Data material:

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$E_c = 23500 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$E_s = 200000 \text{ Mpa}$$

Tulangan lentur lapangan akibat momen positif (M^+)

$$A_s = 3400,62 \text{ mm}^2$$

$$A_{s'} = 1416,925 \text{ mm}^2$$

$$C = \frac{(A_s - A_{s'}) \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1 \cdot b}$$

$$= 125,51 \text{ mm}$$

$$\epsilon'_s = \frac{c-d'}{c} \cdot 0,003$$

$$= 0,0024 > \epsilon'_y \text{ (} f_y/E_s = 0,002 \text{)}$$

$$M_1 = C_c \cdot Z$$

$$= 0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b \cdot (d - \frac{a}{2})$$

$$= 477,787 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

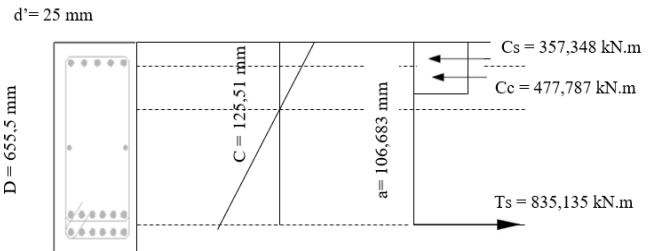
$$M_2 = C_s \cdot Z'$$

$$= A_{s'} \cdot f_y \cdot (d - d')$$

$$= 357,348 \text{ kN} \cdot \text{M}$$

$$M = M_1 + M_2$$

$$= 835,135 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_x = 219,51 \text{ Kn.m}$$



Gambar 7. Diagram Tegangan Balok

Tulangan geser balok

Diameter $\phi 10 - 200$

$$A_v = \pi r^2$$

$$= 78,5 \text{ mm}^2$$

$$2 \text{ kaki} = 157 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

$$V_s = 205827 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot w \cdot d$$

$$= 191187,5 \text{ N}$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$= 397014,5 \text{ N}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$206629,6 < 0,6 \cdot 397014,5$$

$$206629,6 \text{ N} < 238208,7 \text{ N} \text{ (aman)}$$

Kolom

Kolom yang ditinjau dalam perencanaan penulangan ini adalah kolom K2, dengan data-data perencanaan sebagai berikut:

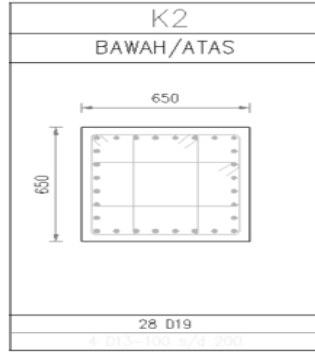
$$\text{Dimensi kolom} = 650 \times 650 \text{ mm}$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

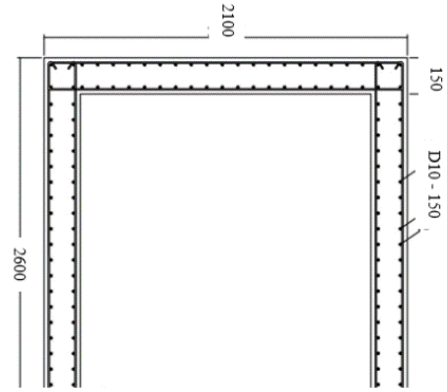
$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$d' = 40 \text{ mm}$$

$$d = 610 \text{ mm}$$



Gambar 8. Detail Tulangan Kolom



Gambar 9. Detail Tulangan Core Wall

$$\phi P_{nb} = 3546713,625 \text{ N} > P_u \text{ 1459940 N}$$

(Keruntuhan Tarik)

$$\phi M_{nb} = 0,65 \cdot 1907554440 = 1239910386 \text{ Nmm}$$

$$\phi P_o = 0,80 \cdot 14169835,84 = 11335868,67 \text{ N}$$

$$\phi P_o > P_u$$

$$11335868,67 \text{ N} > 1459940 \text{ N (aman)}$$

$$\phi M_{no} = 0,65 \cdot 484,2 = 314,73 \text{ kN m}$$

$$\phi P_{nb} = 45444672 \text{ N} > P_u \text{ 2277750 N}$$

(Keruntuhan Tarik)

$$\phi M_{nb} = 0,65 \cdot 48572286340 = 31571986120 \text{ Nmm}$$

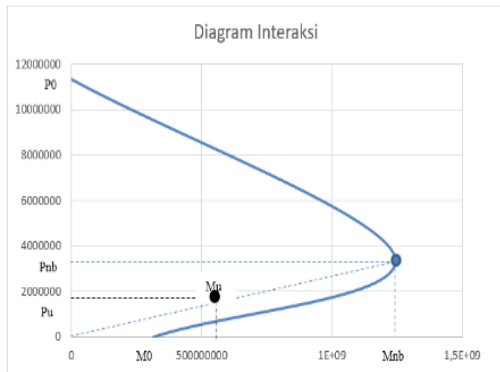
$$\phi P_o = 0,80 \cdot 31038714,5 = 24830971,6 \text{ N}$$

$$\phi P_o > P_u$$

$$24830971,6 \text{ N} > 2277750 \text{ N}$$

$$\phi M_{no} = 0,65 \cdot 136665,035 = 88832,272 \text{ kN m}$$

$$> M_u \text{ 2817,09 kN m}$$



Gambar 9. Diagram Interaksi Kolom

Tulangan geser kolom
 Data tulangan geser :
 Gaya geser tumpuan (V_u) = 449,136 kN
 Diameter tulangan = 13 mm, jarak 100 mm
 $V_u < \phi V_n$
 $449136 < 0,75 \cdot 1656763,723$
 $449136 \text{ N} < 1242572,792 \text{ N (aman)}$

Core Wall
 $f'_c = 30 \text{ Mpa}$
 $f_y = 400 \text{ Mpa}$
 $d' = 40 \text{ mm}$
 $d = 2600 - 40 = 2560 \text{ mm}$

Tulangan geser Core wall
 - $f'_c = 30 \text{ MPa}$
 - $f_y = 400 \text{ Mpa}$
 - tebal corewall, $t_w = 150 \text{ mm}$
 - tinggi corewall, $h_w = 15,5 \text{ m}$
 - lebar corewall arah x, $l_{wx} = 2,1 \text{ m}$
 - lebar corewall arah y, $l_{wy} = 2,6 \text{ m} + 2,6 \text{ m}$

Arah x
 $V_{nx} = 4527,0153 \text{ kN} < V_n = 4977,967 \text{ kN}$
 Arah y
 $V_{ny} = 888,668 \text{ kN} < V_n = 4977,967 \text{ kN}$

Pondasi
 Komponen struktur direncanakan menggunakan material beton bertulang dengan spesifikasi sebagai berikut dengan menggunakan satuan KN-m:
 Mutu beton (f'_c), pondasi dan *pile cap* = 30 MPa = 30000 KN/m²
 E_c kolom, *shear wall*
 $= 4700 \cdot \sqrt{f'_c} = 25742,96 \text{ Mpa}$
 $= 25742960 \text{ KN/m}^2$
 Mutu Baja Tulangan pokok (f_y) = 400 MPa = 400000 KN/m²

Mutu Baja Tulangan geser (f_{ys}) = 240 MPa = 240000 KN/m²

Berat jenis beton bertulang = 24 KN/m³

Adapun parameter tanah yang digunakan dalam perencanaan fondasi, berdasarkan data tanah hasil sondir pada lokasi yang sama. Pada data sondir diketahui jika pada kedalaman 18 meter memiliki tekanan konus sebesar 155 kg/cm².

Analisis perhitungan daya dukung tanah

a. Daya dukung berdasarkan Terzaghi

B, dimensi penampang tiang

= 0,5 m

Kedalaman pondasi tiang pancang, H = 18 m

$q_c = 155 \text{ kg/cm}^2 = 15500 \text{ KN/m}^2$

Kohesi (c) = $q_c/20 = 155 \text{ kg/cm}^2 / 20 = 7,75 \text{ kg/cm}^2 = 775 \text{ KN/m}^2$

Berat isi tanah rata-rata, $\gamma_t = 16,67 \text{ KN/m}^3$

Sudut gesek tanah, $\phi = 40^\circ$

Dari tabel Terzaghi:

$N_c = 95,7$

$N_q = 81,3$

$N_\gamma = 100,4$

$$q_{ult} = (1,3 \cdot c \cdot N_c) + (H \cdot \gamma_t \cdot N_q) + (\beta \cdot \gamma_t \cdot B \cdot N_\gamma)$$

$$= (1,3 \cdot 775 \cdot 95,7) + (18 \cdot 16,67 \cdot 81,3) + (0,4 \cdot 16,67 \cdot 0,5 \cdot 100,4)$$

$$= 121147,3616 \text{ kN / m}^2$$

Kapasitas daya dukung ujung tiang

$$Q_p = A_p \cdot q_{ult} = (3,14 \cdot 0,25^2) \cdot 121147,3616 = 23775,169 \text{ kN}$$

$$Q_s = 0,005 \times q_c \times A_s$$

$$= 4380,3 \text{ kN}$$

Kapasitas daya dukung bored pile ijin

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s = 23775,169 \text{ kN} + 4380,3 \text{ kN} = 28155,469 \text{ kN}$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} = \frac{28155,469}{3} = 9385 \text{ kN}$$

b. Metode langsung (Meyerhoff)

$$Q_u \text{ ijin} = \frac{q_c \cdot A_p}{3} + \frac{JHL \cdot Kt}{5}$$

$$= \frac{155 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 1962,5 \text{ cm}^2}{3} + \frac{1026,67 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \cdot 157 \text{ cm}}{5}$$

$$= 133633,2713 \text{ kg} = 1336,3327 \text{ kN}$$

c. Metode daya dukung masing-masing tiang Terzaghi)

$$\rightarrow = \rightarrow + \rightarrow + \rightarrow$$

$$\frac{P}{P_1} = \frac{P}{P_2} = \frac{P}{P_3}$$

$$\rightarrow (\text{Adhesi}) = 7300,5 \text{ kN}$$

$$\rightarrow (\text{gesekan}) = 2020,85 \text{ kN}$$

$$\rightarrow = 380402,715 \text{ kN}$$

$$\rightarrow = \rightarrow + \rightarrow + \rightarrow$$

$$= 389730,065 \text{ kN}$$

$$\rightarrow \text{netto} = \rightarrow - \text{berat tiang}$$

$$= 388373,585 \text{ kN}$$

Dari hasil daya dukung diatas diambil daya dukung tiang pancang yang terkecil yaitu hasil perhitungan daya dukung berdasarkan data uji sondir dengan P = 1336,3327 kN.

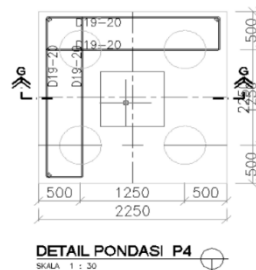
Data Spesifikasi Bored Pile:

Tiang lingkaran, diameter: 500 mm

Mutu Beton : 30 Mpa

Mutu Baja : 400 Mpa

Perhitungan efisiensi kelompok tiang



Gambar 15. Detail Pondasi P4

Perhitungan efisiensi kelompok tiang berdasarkan rumus Converse-Labbarre dari Uniform Building Code AASHTO adalah:

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 mn} = 0,6972$$

Kapasitas daya dukung vertikal kelompok tiang adalah:

$$= E_g \times \text{jumlah pile} \times \text{daya dukung tiang}$$

$$= 0,6972 \times 4 \times 1336,3327 \text{ kN} = 3725 \text{ kN} > P_u$$

$$= 617,1068 \text{ kN} \dots \text{ (OK)}$$

$$P_{maks} = \frac{P_u}{n_p} \pm \frac{M_y \times X_{max}}{\sum X^2} \pm \frac{M_x \times Y_{max}}{\sum Y^2}$$

$$P_{maks} = \frac{714,306}{4} \pm \frac{272,18 \cdot 0,625}{1,5625} \pm \frac{108,77 \cdot 0,625}{1,5625}$$

$$P_{maks} = 330,947 \text{ kN} < \text{daya dukung ijin tekan tiang } 1336,3327 \text{ kN (ok)}$$

Beban yang diterima tiang minimum adalah:

$$P_{min} = 178,567 - 108,872 - 43,508$$

$$P_{min} = 26,187 \text{ kN} < \text{daya dukung ijin tekan tiang } 1336,3327 \text{ kN (ok)}$$

Dengan ketentuan bahwa :

$$P_{netto} = Q_{ulti} \text{ (daya dukung ijin tekan tiang)}$$

$$P_{maks} \leq P_{netto} \dots ok$$

$$P_{min} \leq P_{netto} \dots ok$$

$$P_{min} \geq 0 \dots ok$$

Data Pile cap :

Tebal pile cap, h = 800 mm.

d_{rerata} = tebal pondasi – selimut – 1 diameter tulangan

$$= 800 - 75 - 19 = 706 \text{ mm}$$

$$b_{ypilecap} = 2250 \text{ mm}$$

$$b_{xpilecap} = 2250 \text{ mm}$$

$$b_{kolom} = 650 \text{ mm}$$

$$h_{kolom} = 650 \text{ mm}$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$V_u = 179,67 \text{ kN}$$

$$M_u = 272,18 \text{ kN m}$$

$$P_u = 1336,3327 \text{ kN (berdasarkan}$$

metode Meyerhoff)

a. Kapasitas gaya geser pilecap

Gaya geser yang bekerja pada penampang kristis adalah:

$$B_o = 4 \cdot 1356 = 5424 \text{ mm}$$

$$\beta_c = \frac{650}{650} = 1$$

Dalam SNI 2847:2013, Pasal 11.11.2.1 bahwa

nilai kuat geser pondasi dua arah, V_c , untuk beton ditentukan dari nilai terkecil antara:

$$V_{c1} = 0,17 \left(\frac{1+2}{\beta_c} \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$= 10696,832 \text{ kN}$$

$$V_{c2} = 0,083 \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2 \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$= 12545,4681 \text{ kN}$$

$$V_{c3} = 0,33 \lambda \sqrt{f'_c} b_o d$$

$$= 6921,479 \text{ kN}$$

Maka diambil V_c terkecil: $V_{c3} = 6921,479 \text{ kN}$

$$\phi V_n = 0,75 \cdot V_c = 0,75 \cdot 6921,479 = 5191,109 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 5191,109 \text{ kN} > 179,67 \text{ kN (aman)}$$

Kapasitas momen pilecap

- Lebar Penampang

$$B' = 800 \text{ mm}$$

- Berat pile cap pada penampang

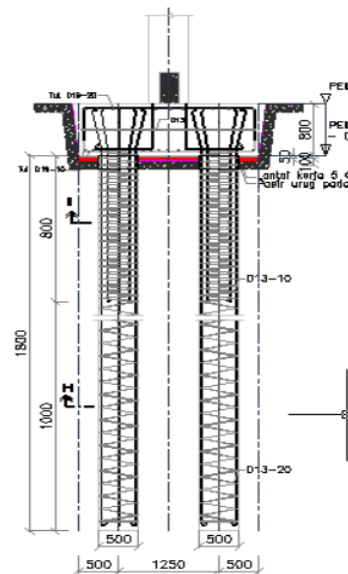
$$q' = 1920 \text{ kg/m} = 19,2 \text{ KN/m}$$

- Hitung M_n

$$P_u = 1336,3327 \text{ KN}$$

$$M_u = -(P_u/4) \cdot 0,325 + 0,5 q B'^2$$

$$= -102,433 \text{ kN.m}$$



Gambar 10. Detail Tulangan Pondasi P4

Dipakai tulangan dengan D19 – 200 (terpasang 12 tulangan)

$$M_{n0} = M_1 + M_2$$

$$= 10568,369 \text{ kN . m}$$

$$\phi M_{no} = 0,65 \cdot 10568,369 = 6869,440 \text{ kN m} >$$

$$M_u 272,18 \text{ kN m (aman)}$$

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil analisa struktur yang dimodelkan 3 dimensi menghasilkan nilai gaya-gaya dalam yang lebih besar dibandingkan dengan struktur yang dimodelkan dengan 2 dimensi.
2. Besarnya nilai mutu beton, baja, dan dimensi yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kapasitas elemen (pelat, balok, kolom, core wall, pondasi) yang dihasilkan.
3. Semua kapasitas elemen (pelat, balok, kolom, core wall, pondasi) melebihi gaya dalam yang bekerja, sehingga dikategorikan aman.

Saran

1. Dalam merencanakan struktur gedung masalah pembebanan adalah bagian yang sangat penting, sehingga diperlukan pemahaman dan ketelitian dalam menghitung.
2. Dalam perencanaan dianjurkan menggunakan banyak literatur atau referensi yang berkaitan untuk dapat mengetahui perbandingan dan ketepatan dari hasil gaya-gaya dalam pada portal.
3. Diperlukan ketelitian dalam melakukan input data pada perangkat lunak ETABS 16 agar mendapatkan hasil yang tepat

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Asroni, Ali. 2010. *Balok Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2]. Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012)*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- [3]. Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- [4]. Imran, Iswandi dan Fajar Hendrik, 2010. *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa*. Bandung: ITB.

- [5]. PUSKIM. 2011. *Desain Spektra Indonesia*. [online]. Tersedia: http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/
- [6]. Rakhman, Nizar Aulia. 2019. *Perencanaan Struktur Gedung Apartemen di Kota Tasikmalaya*. Tugas akhir. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Siliwangi: Tasikmalaya.
- [7]. Setiawan, Agus, 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*. Jakarta: Erlangga.