

PERENCANAAN TIANG PANCANG BERDASARKAN DISTRIBUSI BEBAN KE TIANG PADA GEDUNG HOTEL RICH PALACE

Rahmad Gesang Al Amin¹, Ir. Diding Suhardi, ST, MT, IPM, ACPE, ASEAN Eng²

CV. Kalea Tech / Direktur, Kota Batu

² Program Profesi Insinyur, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Kontak Person:

Rahmad Gesang Al Amin

Jl. Airlangga No.04 A Rt.022 Rw.003, Sumber Pucung - Malang

E-mail: gesang.rachmad@gmail.com

Abstrak

Pondasi tiang pancang atau disebut juga pondasi paku bami dipergunakan untuk konstruksi beban berat (high rise building). Tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton dan baja yang digunakan untuk meneruskan (mentransmisikan) beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah di dalam massa tanah. Tujuan dari studi ini adalah untuk menghitung daya dukung tiang pancang

Yang memiliki panjang tiang yang tidak seragam, Langkah-langkah dalam analisis perencanaan tiang pancang dan pilecap berdasarkan distribusi beban ke tiang gedung Hotel Rich Palace, dilakukan dengan cara pengamatan, pengambilan data dari pihak proyek dan studi ke perpustakaan.

Kata kunci: Tiang Pancang, penampang, momen kapasitas.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia penggunaan tiang pancang untuk pondasi dalam lebih banyak dikenal oleh konsultan dan kontraktor serta masyarakat pada umumnya karena teknologi pelaksanaannya yang sudah biasa dilaksanakan seperti pemancangan pondasi pada pembangunan gedung, ruko, jembatan, pabrik serta bangunan yang lain. Perencanaan pondasi pada suatu gedung terutama gedung bertingkat (*Highrise Building*) mutlak diperlukan mengingat berat bangunan dan unsur-unsur lain di dalamnya memerlukan penyaluran yang sebanding dengan daya dukungnya. Dalam analisa perencanaan pondasi hal-hal yang perlu diperhatikan adalah beban struktur atas dan karakteristik tanah di lapangan. Karena keduanya merupakan hal yang paling mempengaruhi pada saat analisa perencanaan tipe pondasi serta panjang pondasi yang akan digunakan.

Perencanaan pondasi pada proyek pembangunan Hotel Rich Palace yang di desain dengan menggunakan tipe pondasi tiang pancang. Hal ini berdasarkan hasil perencanaan konsultan proyek, dimana hasil analisis tersebut diperoleh akibat beban gedung bertingkat dan karakteristik tanah di lapangan. Namun kebanyakan selama ini desain-desain panjang tiang pancang dalam satu kelompok (*pilecap*) selalu sama dengan mempertimbangkan pengambilan gaya yang paling maksimal sehingga panjang tiang pancang di ambil yang maksimal dalam satu kelompok (*pilecap*).

Dengan digunakannya tiang pancang yang sesuai dengan dimensi yang diinginkan dan desain tiang pancang yang mampu memikul pembebanan dari struktur atasnya serta peralatan mesin pancang yang lebih mudah bergerak dalam area lapangan proyek menjadikan kapasitas pemancangan yang cenderung lebih efektif dalam pelaksanaan (kondisi mesin normal serta cuaca yang mendukung). Dimana jumlah titik acuan pemancangan menjadi metode pondasi dalam dengan menggunakan tiang pancang berada pada urutan pertama ditinjau dari segi pemakaian di beberapa proyek Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Pada analisis perencanaan tiang pancang ini terdapat permasalahan yang perlu diperhatikan, antara lain :

1. Bagaimana merencanakan tiang pancang beserta pilecap berdasarkan distribusi beban.

1.3 Batasan permasalahan

Batasan masalah dalam perhitungan analisis perencanaan tiang pancang struktur pembangunan Hotel Rich Palace di Surabaya adalah sebagai berikut :

1. Data – data Gedung :
 - Nama Proyek : Pembangunan Hotel Rich Palace
 - Lokasi : Jl. HR. Muhammad No. 269, Surabaya
 - Fungsi Bangunan : Perhotelan dan Penginapan
 - Jumlah Tingkat : 24 Lantai
2. Tidak meninjau aspek biaya arsitektural dan manajemen konstruksi.
3. Gaya dalam diambil dari data sekunder.
4. Analisa perhitungan struktur :
 - a. Perhitungan daya dukung tanah dari data tanah yang ada.
 - b. Perhitungan perencanaan ulang tiang pancang menggunakan metode distribusi gaya dan momen dari tiang gedung (struktur yang di atas).
 - c. Perhitungan perencanaan ulang pilecap dengan menggunakan metode distribusi gaya dari tiang gedung (struktur di atas)..

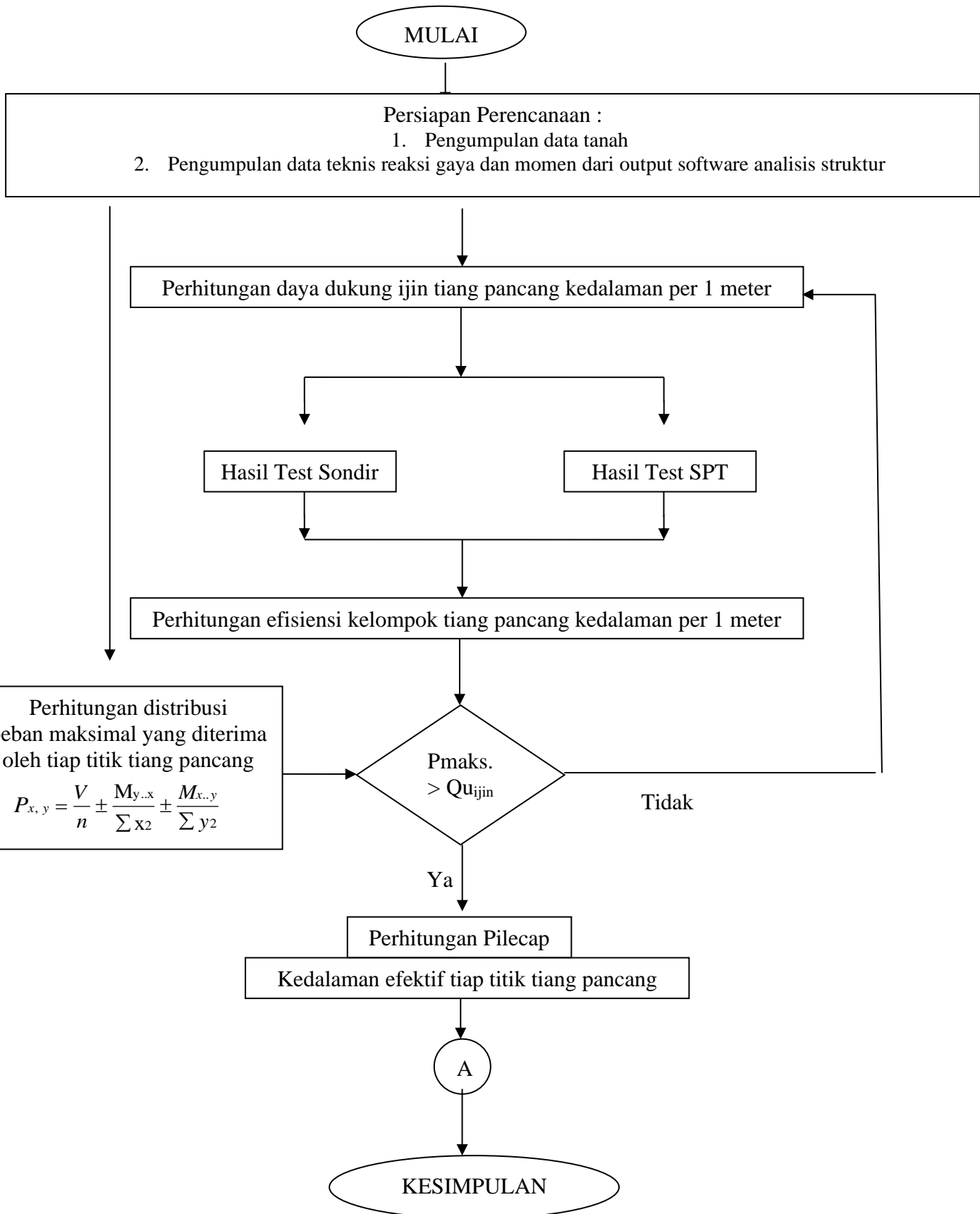
2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Langkah-langkah dalam analisis perencanaan tiang pancang dan pilecap berdasarkan distribusi beban ke tiang gedung Hotel Rich Palace ditinjau dari aspek biaya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur dari beberapa sumber (buku – buku referensi, peraturan perencanaan)
 2. Mengumpulkan data-data teknis struktur atas dari output software analisis struktur
 - a. Gaya Vertikal (P)
 - b. Gaya Geser maksimal (H)
 - c. Momen Lentur arah x (M_x)
 - d. Momen Lentur arah y (M_y)
 3. Mengumpulkan data-data tanah
 - a. Test Sondir
 - b. Test SPT
 4. Menghitung daya dukung ijin tiang pancang per kedalaman 1 meter.
 5. Melanjutkan dengan perhitungan efisiensi kelompok tiang (*pilecap*) per kedalaman 1 meter.
 6. Menghitung distribusi beban maksimal yang diterima oleh tiang pancang ($P_{max. Tiang}$)
 7. Menentukan Kedalaman tiap Titik Tiang Pancang
Hasil P_{max} . tiap titik tiang pancang yang mendekati $<$ (kurang dari) hasil perhitungan efisiensi kelompok tiang dalam kedalaman tertentu. Sehingga di dapatkan kedalaman tiap titik tiang pancang yang berbeda-beda.
 8. Perencanaan Pilecap
Pendimensian dan penulangan dihitung berdasarkan *SNI 03-2847-2002* & menggunakan data-data yang diperoleh dari output software analisis struktur.
 9. Gambar Perencanaan
Gambar perencanaan meliputi :
 - a. Gambar arsitek terdiri dari :
 - Gambar denah
 - Gambar tampak
 - Potongan memanjang
 - Potongan melintang
 - b. Gambar struktur terdiri dari :
 - Gambar denah rencana pondasi dan titik tiang pancang
 - Gambar penulangan pilecap
- -2002 psl.13.3.1(2)

2.2 Alir Perencanaan



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. PERHITUNGAN DAYA DUKUNG IJIN TIANG PANCANG

Contoh perhitungan daya dukung ijin tiang pancang pada kedalaman

- 15.0m menggunakan formula Meyerhof (1956).

$$Q_u = 4.N_b.A_b + \frac{N_r.A_s}{50} \dots\dots\dots(2-9a)$$

$$Q_u \text{ ijin} = \frac{Q_u}{SF}$$

Dimana :

- Q_u = kapasitas ultimate tiang (ton)
- N_b = nilai SPT pada ujung bawah tiang
- N_r = nilai SPT rata-rata sepanjang tiang
- A_b = luas penampang tiang (ft²)
- A_s = luas selimut tiang (ft²)
- SF = 3 (untuk tanah pasir) dan 5 (untuk tanah lempung)

- Diameter tiang pancang = 0.5m = 1.64 feet

$$A_b = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A_b = \frac{1}{4} \times 3.14 \times 1.64^2$$

$$A_b = 2.11 \text{ feet}^2$$

- $A_s = A_b$

- N_r menggunakan hitungan nilai q_c untuk pondasi tiang (Meyerhof, 1976) dapat dilihat pada gambar 2.3.1

$$N_r = 8d \text{ ke atas dan } 4d \text{ ke bawah}$$

$$N_r = 8 \times 0.5 = 4m \text{ dan } 4 \times 0.5 = 2m$$

$$N = -11.0 = 15$$

$$= -12.0 = 15$$

$$= -13.0 = 14$$

$$= -14.0 = 13$$

$$= -15.0 = 13$$

$$= -16.0 = 12$$

$$= -17.0 = 13$$

$$N_r = 95 / 7 = 13.57$$

$$Q_u = 4.13.2,11 + \frac{13,57.2,11}{50}$$

$$Q_u = 110.42 \text{ t}$$

$$Q_u \text{ ijin} = \frac{110.42}{3}$$

$$Q_u \text{ ijin} = 36.81 \text{ t}$$

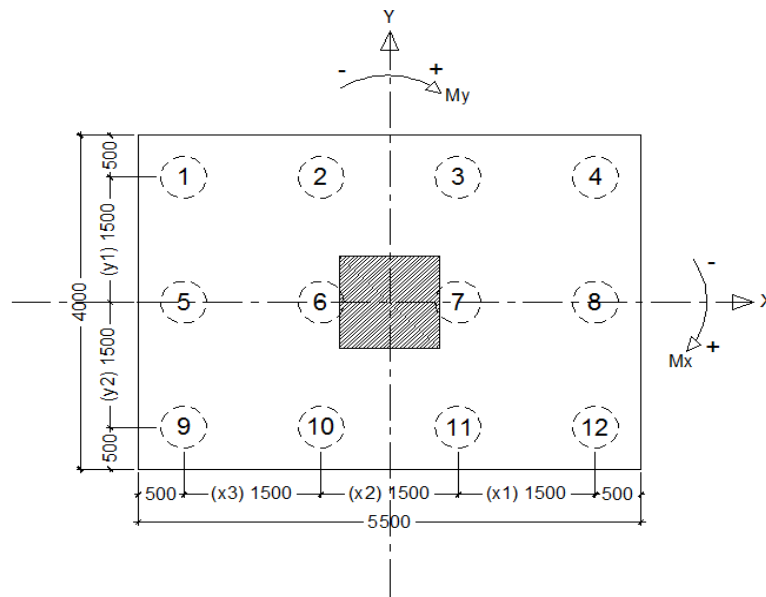
Untuk perhitungan daya dukung dengan berbagai kedalaman tanah dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil perhitungan daya dukung ijin tiang pancang

Kedalaman (m)	N	Nb	Ab (feet ²)	Nr	As (feet ²)	Qu (ton)	Qu ijin (ton)
- 1.0	0	0	2.11	1.43	2.11	0.06	0.02
-2.0	5	5	2.11	2.57	2.11	42.36	14.12
-3.0	5	5	2.11	4.00	2.11	42.42	14.14
-4.0	8	8	2.11	6.14	2.11	67.86	22.62
-5.0	10	10	2.11	8.29	2.11	84.85	28.28
-6.0	15	15	2.11	10.43	2.11	127.19	42.40
-7.0	15	15	2.11	11.86	2.11	127.25	42.42
-8.0	15	15	2.11	13.29	2.11	127.31	42.44
-9.0	15	15	2.11	14.29	2.11	127.35	42.45
-10.0	15	15	2.11	15.00	2.11	127.38	42.46
-11.0	15	15	2.11	14.86	2.11	127.37	42.46
-12.0	15	15	2.11	14.57	2.11	127.36	42.45
-13.0	14	14	2.11	14.29	2.11	118.90	39.63
-14.0	13	13	2.11	13.86	2.11	110.43	36.81
-15.0	13	13	2.11	13.57	2.11	110.42	36.81
-16.0	12	12	2.11	13.29	2.11	101.96	33.99
-17.0	13	13	2.11	13.00	2.11	110.39	36.80
-18.0	13	13	2.11	13.00	2.11	110.39	36.80
-19.0	13	13	2.11	13.29	2.11	110.41	36.80
-20.0	14	14	2.11	13.57	2.11	118.87	39.62
-21.0	15	15	2.11	14.71	2.11	127.37	42.46
-22.0	15	15	2.11	16.86	2.11	127.46	42.49
-23.0	20	20	2.11	19.57	2.11	169.82	56.61
-24.0	28	28	2.11	23.43	2.11	237.58	79.19
-25.0	32	32	2.11	27.14	2.11	271.54	90.51
Kedalaman (m)	N	Nb	Ab (feet ²)	Nr	As (feet ²)	Qu (ton)	Qu ijin (ton)
-26.0	40	40	2.11	31.43	2.11	339.31	113.10
-27.0	40	40	2.11	34.29	2.11	339.44	113.15
-28.0	45	45	2.11	33.86	2.11	381.67	127.22
- 29.0	35	35	2.11	32.29	2.11	297.10	99.03
-30.0	17	17	2.11	30.29	2.11	144.92	48.31
-31.0	17	17	2.11	27.29	2.11	144.80	48.27
-32.0	18	18	2.11	24.43	2.11	153.13	51.04
-33.0	19	19	2.11	20.86	2.11	161.42	53.81
-34.0	20	20	2.11	18.86	2.11	169.79	56.60
-35.0	20	20	2.11	19.43	2.11	169.81	56.60
-36.0	21	21	2.11	20.00	2.11	178.29	59.43
-37.0	21	21	2.11	20.57	2.11	178.31	59.44
-38.0	21	21	2.11	21.14	2.11	178.34	59.45
-39.0	22	22	2.11	18.29	2.11	186.67	62.22
-40.0	23	23	2.11	15.43	2.11	194.99	65.00

3.2. PERHITUNGAN DISTRIBUSI BEBAN ke TIANG GEDUNG

3.1.1 Pilecap pada as 2/B



Gambar 3.1 Denah tiang pancang Pilecap pada as 2/ B

$$P_{x,y} = \frac{V}{n} \pm \frac{M_{y..x}}{\sum x^2} \pm \frac{M_{x..y}}{\sum y^2} \dots\dots\dots(2-13)$$

Dimana :

- V = beban kolom (t)
- n = jumlah tiang
- P_x = beban yang dihitung tiang pada jarak x dari pusat pondasi (t)
- M_x = momen pada kolom (t.m)
- x = jarak tiang yang ditinjau dari pusat pondasi (m)

Diketahui berdasarkan hasil analisis perhitungan ETABS diperoleh :

- V = 1104 t
- $M_x = 147$ t.m
- $M_y = 84$ t.m

$$P_1 = \frac{1104}{12} - \frac{84 \cdot 2,25}{33,75} - \frac{147 \cdot 1,5}{18} = 92 - 5,60 - 12,25 = 74,15 \text{ t}$$

3.3. Kriteria Desain

Untuk perhitungan struktur digunakan kriteria desain untuk material beton bertulang dengan parameter-parameter seperti yang telah direncanakan.

1. Massa jenis beton bertulang : 240 kg/m³
2. Berat jenis beton bertulang : 2400 kg/m³
3. Modulus elastisitas beton : 234500 kg/cm²
4. Angka poisson : 0,2
5. Koefisien ekspansi panas : 9,9 x 10⁻⁶
6. Modulus geser beton : 97708,33 kg/cm²
7. Mutu beton : $f_c = 30$ MPa → 361,45 kg/cm²
: $f_c = 25$ MPa → 301,20 kg/cm²
8. Mutu tulangan baja : $f_y = 400$ MPa → 4000 kg/cm²

$$: f_y = 240 \text{ MPa} \rightarrow 2400 \text{ kg/cm}^2$$

3.4. Data Perencanaan

Perencanaan gedung ini pada penelitian ini didasarkan atas data-data sebagai berikut:

1. Mutu beton : 30 Mpa
2. Mutu baja tulangan : 400 Mpa
3. Jumlah lantai : 3 lantai
4. Tinggi tiap lantai : 4 m
5. Tinggi bangunan : 12 m
6. Luas bangunan : 80 m²
7. Dimensi kolom : Variasi
8. Dimensi balok : 25 cm × 45 cm

3.5. Kombinasi Pembebanan

Pada penelitian ini ada beberapa kombinasi beban yang digunakan, yaitu sebagai berikut :

1. Beban mati (D) yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk kolom, balok, plat lantai, dinding, lantai keramik, atap, plafond, instalasi, dan peralatan layan tetap.
2. Beban hidup (L) yang ditimbulkan oleh pengguna gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan dan lain-lain.
3. Beban gempa (E) yang ditentukan menurut Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung (SNI 03-1726-2002).

Kombinasi pembebanan yang dipakai sebagai berikut :

- Kombinasi 1 : 1,4 DL
- Kombinasi 2 : 1,2 DL + 1,6 LL
- Kombinasi 3 : 1,2 DL + 1,0 LL + 1,0 EL
- Kombinasi 4 : 1,2 DL + 1,0 LL - 1,0 EL
- Kombinasi 5 : 0,9 DL + 1,0 EL
- Kombinasi 6 : 0,9 DL - 1,0 EL

3.6. Hasil Analisis Nilai Pu Dan Mu

Pada perhitungan nilai Pu dan Mu, permodelan struktur gedung ini menggunakan bantuan software SAP2000 v.14. Data-data perencanaan telah diuraikan pada sub bab sebelumnya. Dari analisis tersebut didapat kesimpulan beban Pu dan Mu sebagai berikut :

Tabel 4.1 Beban Pu dan Mu Pada Kolom 40x40 cm

No	Jenis Beban	Pu (N)	Mu1 (Nm)	Mu2 (Nm)
1	Mati	248430,01	-2326,62	4730,25
2	Hidup	28120,32	-275,67	560,53
3	Gempa	88865,89	100788,02	60741,71
No	Kombinasi Beban			
1	1,4D	347802,01	-3257,26	6622,35
2	1,2D + 1,6L	343108,52	-3233,01	6573,15
3	1,2D + 1,0L + 1,0E	326236,33	-80602,89	33597,64
4	1,2D + 1,0L - 1,0E	326236,33	-80602,89	33597,64
5	0,9D + 1,0E	223587,01	-79629,24	31618,03
6	0,9D - 1,0E	223587,01	-79629,24	31618,03

Tabel 4.2 Beban Pu dan Mu Pada Kolom 64x25 cm

No	Jenis Beban	Pu (N)	Mu1 (Nm)	Mu2 (Nm)
1	Mati	250084,84	-2666,31	5568,24

2	Hidup	28287,11	-315,93	660,02
3	Gempa	84802,56	119772,07	32576,74
No	Kombinasi Beban			
1	1,4D	350118,78	-3732,83	7795,54
2	1,2D + 1,6L	345361,19	-3705,06	7737,93
3	1,2D + 1,0L + 1,0E	328388,92	-96156,77	13360,58
4	1,2D + 1,0L - 1,0E	328388,92	-96156,77	13360,58
5	0,9D + 1,0E	225076,36	-95040,95	11030,09
6	0,9D - 1,0E	225076,36	-95040,95	11030,09

Tabel 4.3 Beban Pu dan Mu Pada Kolom Diameter 45 cm

No	Jenis Beban	Pu (N)	Mu1 (Nm)	Mu2 (Nm)
1	Mati	248876,79	-2275,37	4613,42
2	Hidup	28066,82	-269,61	546,71
3	Gempa	91373,82	101995,82	63120,47
No	Kombinasi Beban			
1	1,4D	348427,51	-3185,52	6458,78
2	1,2D + 1,6L	343559,07	-3161,82	6410,83
3	1,2D + 1,0L + 1,0E	326718,97	-81581,64	35400,51
4	1,2D + 1,0L - 1,0E	326718,97	-81581,64	35400,51
5	0,9D + 1,0E	223989,11	-80629,42	33469,78
6	0,9D - 1,0E	223989,11	-80629,42	33469,78

Berikut adalah hasil perhitungan dari bentuk kolom penampang persegi, persegi panjang dan lingkaran dengan mutu beton $f'c = 30 \text{ Mpa}$ & 25 Mpa dan mutu baja $f_y = 400 \text{ Mpa}$ & 240 Mpa .

Tabel 4.6 Nilai As dan Nilai Rasio Tulangan Pada Kolom $f'c=25\text{Mpa}$ & $f_y=240\text{MPa}$

No	Jenis Kolom	Mutu Beton $f'c$ (MPa)	Mutu Baja f_y (MPa)	Nilai As (mm ²)	Rasio Tulangan (%)
1	Persegi 40x40 cm	25	240	2512	1,57
2	Persegi Panjang 64x25 cm	25	240	2512	1,57
3	Lingkaran dia = 45 cm	25	240	2512	1,58

Tabel 4.7 Nilai As dan Nilai Rasio Tulangan Pada Kolom $f'c=25\text{Mpa}$ & $f_y=400\text{MPa}$

No	Jenis Kolom	Mutu Beton $f'c$ (MPa)	Mutu Baja f_y (MPa)	Nilai As (mm ²)	Rasio Tulangan (%)
1	Persegi 40x40 cm	25	400	1884	1,18
2	Persegi Panjang 64x25 cm	25	400	1884	1,18
3	Lingkaran dia = 45 cm	25	400	1608	1,01

Tabel 4.8 Nilai As dan Nilai Rasio Tulangan Pada Kolom $f'c=30\text{Mpa}$ & $f_y=240\text{Mpa}$

No	Jenis Kolom	Mutu Beton $f'c$ (MPa)	Mutu Baja f_y (MPa)	Nilai As (mm ²)	Rasio Tulangan (%)
1	Persegi 40x40 cm	30	240	2512	1,57
2	Persegi Panjang 64x25 cm	30	240	2512	1,57
3	Lingkaran dia = 45 cm	30	240	2512	1,58

Tabel 4.9 Nilai As dan Nilai Rasio Tulangan Pada Kolom $f'c=30\text{Mpa}$ & $f_y=400\text{Mpa}$

No	Jenis Kolom	Mutu Beton $f'c$ (MPa)	Mutu Baja f_y (MPa)	Nilai As (mm ²)	Rasio Tulangan (%)
1	Persegi 40x40 cm	30	400	1884	1,18
2	Persegi Panjang 64x25 cm	30	400	1884	1,18
3	Lingkaran dia = 45 cm	30	400	1608	1,01

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis penelitian di atas, yang dilakukan pada tiga bentuk penampang yaitu penampang persegi, persegi panjang dan lingkaran dengan luas penampang beton yang sama, dapat disimpulkan bahwa :

1. A. Untuk mutu beton kolom $f'c = 30$ MPa didapat nilai $M_n > M_u$ dengan dimensi kolom sebagai berikut:
 - a. Kolom persegi 40 x 40 cm
Nilai $M_n = 253.031,74$ Nm $> M_u = 100.788,02$ Nm
 - b. Kolom persegi panjang 64 x 25 cm
Nilai $M_n = 141.960,91$ Nm $> M_u = 119.772,07$ Nm
 - c. Kolom lingkaran \varnothing 45 cm
Nilai $M_n = 253.411,62$ Nm $> M_u = 101.995,82$ Nm
- B. Untuk mutu beton kolom $f'c = 25$ MPa didapat nilai $M_n > M_u$ dengan dimensi kolom sebagai berikut:
 - a. Kolom persegi 40 x 40 cm
Nilai $M_n = 230.985,98$ Nm $> M_u = 100.788,02$ Nm
 - b. Kolom persegi panjang 64 x 25 cm
Nilai $M_n = 129.591,98$ Nm $> M_u = 119.772,07$ Nm
 - c. Kolom lingkaran \varnothing 45 cm
Nilai $M_n = 231.332,09$ Nm $> M_u = 101.995,82,07$ Nm

2. Momen nominal pada kolom dengan bentuk penampang lingkaran diameter 45 cm dengan mutu beton $f'c = 30$ MPa, mutu baja $f_y = 400$ Mpa memiliki kemampuan menahan momen yang paling besar dibandingkan dengan penampang persegi 40X40 maupun penampang persegi panjang 64x45 cm. Momen kolom nominal pada kolom dengan bentuk persegi panjang 64x25 cm dengan mutu beton $f'c = 25$ Mpa, mutu baja $f_y = 240$ Mpa lebih efisien untuk digunakan, karena memiliki perbandingan nilai M_n lebih mendekati dengan nilai M_u dibandingkan dengan penampang persegi 40X40 maupun penampang lingkaran diameter 45 cm.

REFERENSI

- [1] Aminullah, Muhammad. Ir., MT. Struktur Beton II. Jakarta: Universitas Mercu Buana. 2008.

- [2]
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (SNI 03-2847-2002). Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Jakarta. 2002.
- [4]
- [5] Departemen Pekerjaan Umum. (SKSNI T-15-1991-03). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, Direktorat Yayasan LPMB Jakarta. 1991.
- [6]
- [7] Ertanto, Riskiawan. Analisa Perbandingan Perilaku Struktur Pada Gedung, Denpasar: Fakultas Teknik Sipil Universitas Udayana. 2015.
- [8]
- [9] Sudarmoko. Perencanaan dan Analisis Kolom Beton Bertulang, Yogyakarta: Biro Penerbit. 1996.