

Analisis Desain Pondasi Rakit untuk Bangunan Bertingkat dengan Metode Konvensional

Dhyna Annisa Maghfira Bahagianda¹⁾

Setyanto²⁾

Idharmahadi Adha³⁾

Abstract

The foundation of the building is usually divided into two parts: shallow foundation and deep foundation, depending on the location of hard soil and the depth ratio with the width of the foundation ($D \leq B$). The foundation of this raft serves to mediate the surface of one or more columns within several lines or paths with the ground. The use of the raft foundation is used when the decline is a problem eg in soft soil. The foundation of raft becomes alternative choice seen from external factor that is implementation process which do not give impact to surrounding environment or building around it.

In this study conducted data collection obtained from the results of laboratory tests in the form of data sondir results, SPT results and data in the form of load structures and field load tests and building analysis load. From the laboratory results and the subsequent building load, the calculation of the force field with the SAP 2000 program, calculate the maximum carrying capacity of the raft foundation under review, calculate the decline of the raft foundation and obtain the result of the structural requirements of the raft foundation.

Based on the results of the analysis in this study found the carrying capacity of soil for raft foundation of 907.643 kN/m². While the maximum voltage distribution at the base of the raft foundation due to the load and moment is 38.0696 kN/m².

Keywords: Raft Foundation, Bearing Capacity, Reinforcement

Abstrak

Pondasi bangunan biasanya dibedakan atas dua bagian yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam, tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman dengan lebar pondasi ($D \leq B$). Pondasi rakit ini berfungsi untuk mengantarkan permukaan dari satu atau lebih kolom di dalam beberapa garis atau jalur dengan tanah. Pemakaian pondasi rakit dipergunakan apabila penurunan merupakan suatu masalah misalnya pada tanah lunak. Pondasi rakit menjadi alternatif pilihan dilihat dari faktor eksternal yaitu proses pelaksanaan yang tidak memberi dampak pada lingkungan sekitar atau bangunan di sekitarnya.

Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data diperoleh dari hasil uji laboratorium yang berupa data hasil sondir, hasil SPT dan data berupa beban struktur dan uji beban lapangan dan beban analisis bangunan. Dari hasil laboratorium dan beban bangunan selanjutnya dilakukan perhitungan bidang gaya dengan program SAP 2000, menghitung kapasitas daya dukung maksimum pondasi rakit yang ditinjau, menghitung penurunan pondasi rakit dan mendapatkan hasil kebutuhan struktur dari pondasi rakit tersebut.

Berdasarkan hasil dari analisis dalam penelitian ini didapat daya dukung tanah untuk pondasi rakit sebesar 907,643 kN/m². Sedangkan distribusi tegangan maksimum pada dasar pondasi rakit akibat beban dan momen adalah sebesar 38,0696 kN/m².

Kata kunci : Pondasi Rakit, Daya Dukung, Distribusi Tegangan

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Surel: dhynaamb@gmail.com

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145. Surel : setyanto@eng.unila.ac.id

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145. Surel : idharmahadiadha@yahoo.com

1. PENDAHULUAN

Pondasi rakit ini berfungsi untuk mengantarai permukaan dari satu atau lebih kolom di dalam beberapa garis atau jalur dengan tanah. Pada perhitungan desain pondasi rakit ini yang dilakukan adalah menganalisis daya dukung tanah menggunakan pondasi rakit dengan metode konvensional sebagai struktur bawah untuk bangunan bertingkat serta juga memperhatikan perencanaan galian pada struktur tersebut agar pondasi rakit yang digunakan bisa memenuhi persyaratan perencanaan struktur bawah.

Pemakaian pondasi rakit dipergunakan apabila penurunan merupakan suatu masalah misalnya pada tanah lunak. Penurunan ini akan dikontrol dengan cara efek apung yaitu berat bangunan diatur supaya kurang lebih sama dengan berat tanah yang digali (Bowles, 1992). Pondasi rakit menjadi alternatif pilihan dilihat dari faktor eksternal yaitu proses pelaksanaan yang tidak memberi dampak pada lingkungan sekitar atau bangunan di sekitarnya..

2. TINJAUAN

2.1. Umum

Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan suatu bagian dari konstruksi yang berfungsi menahan gaya beban di atasnya. Pondasi ini dibuat menjadi satu kesatuan dasar bangunan yang kuat yang terdapat dibawah konstruksi. Pondasi dapat didefinisikan sebagai bagian paling bawah dari suatu konstruksi yang kuat dan stabil (*solid*).

Dalam perencanaan pondasi untuk suatu struktur dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi. Pemilihan pondasi berdasarkan fungsi bangunan atas (*upper structure*) yang akan dipikul oleh pondasi tersebut, besarnya beban dan beratnya bangunan atas, keadaan tanah dimana bangunan tersebut didirikan dan berdasarkan tinjauan dari segi ekonomi.

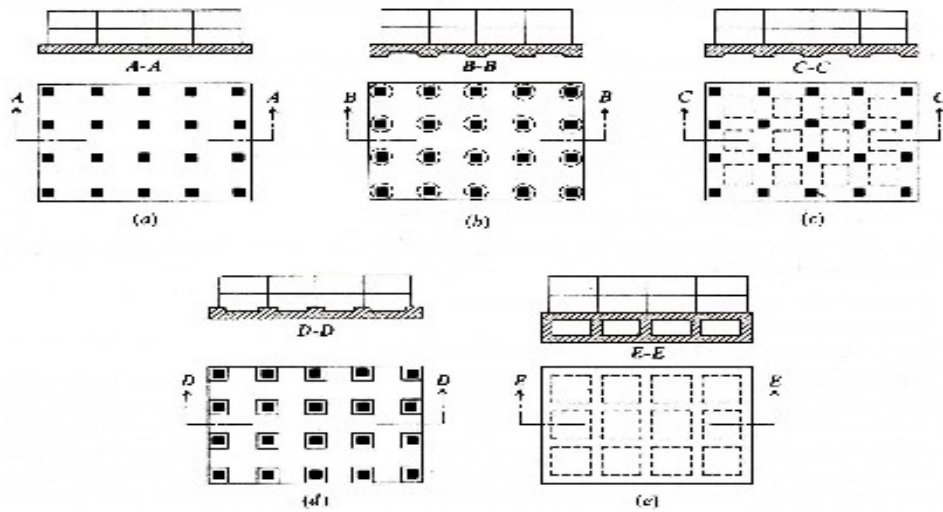
2.2. Tanah sebagai Pendukung Pondasi

Dalam pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan material, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun keduanya. Partikel-partikel dapat berbentuk bulat, bergerigi maupun bentuk-bentuk diantaranya. Istilah pasir, lempung, lanau, atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas yang ditentukan (Hardiyatmo, 2002).

2.3. Pondasi Rakit

Pondasi rakit adalah pelat beton besar yang digunakan untuk mengantarai permukaan (interface) dari satu atau lebih kolom di dalam beberapa garis atau jalur dengan tanah dasar (Surjandari, 2007).

Pondasi rakit merupakan salah satu jenis dari pondasi dangkal, berupa pondasi telapak sebar (*spread footing*) atau pondasi rakit (*raft foundation*) yang berfungsi untuk menyebarkan beban dari struktur ke tanah di bawahnya yang terdiri dari pelat tunggal yang meluas, yang mendukung beban struktur di atasnya (Aratua, 2004).



Gambar 1. Jenis Pondasi Rakit

Sebuah pondasi rakit boleh digunakan di mana tanah dasar mempunyai daya dukung yang rendah atau beban yang begitu besar, sehingga lebih dari 50 persen dari luas, ditutupi oleh pondasi telapak secara konvensional. Perancangan rakit yang paling lazim terdiri dari sebuah pelat beton rata dengan tebal 0,75 - 2 m, dan dengan alas serta dengan penulangan dua arah atas dan bawah yang menerus.

2.4 Daya Dukung

Daya dukung tanah didefinisikan sebagai kekuatan maksimum tanah menahan tekanan dengan baik tanpa menyebabkan terjadinya failure. Sedangkan failure pada tanah adalah penurunan (*settlement*) yang berlebihan atau ketidakmampuan tanah melawan gaya geser dan untuk meneruskan beban pada tanah. (Bowles, 1992).

Pondasi rakit harus dirancang untuk membatasi penurunan sampai jumlah yang dapat ditoleransi. Penurunan itu mungkin (Bowles, 1992):

1. Konsolidasi-termasuk setiap efek sekunder
2. Langsung atau elastis
3. Suatu kombinasi dari jumlah konsolidasi dan jumlah langsung.

Tabel 1. Faktor Daya Dukung untuk Persamaan *Terzaghi*

Ø deg	Keruntuhan Geser Umum			Keruntuhan Geser Lokal		
	Nc	Nq	N γ	Nc	Nq	N γ
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	36	23,7	11,7	9,0

Tabel 1. Faktor Daya Dukung untuk Persamaan *Terzaghi* (Lanjutan)

Ø deg	Keruntuhan Geser Umum			Keruntuhan Geser Lokal		
	Nc	Nq	N _γ	Nc	Nq	N _γ
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,5	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

Terzaghi (1923), memberikan prinsip tegangan efektif yang bekerja pada segumpal tanah. Prinsip tegangan efektif ini hanya berlaku pada tanah yang jenuh sempurna, yaitu:

1. Tegangan normal total (σ) pada suatu bidang didalam massa tanah, yaitu tegangan akibat berat tanah total termasuk air dalam ruang pori, per satuan luas, yang arahnya tegak lurus.
2. Tekanan pori (u), disebut juga dengan tekanan netral yang bekerja ke segala arah sama besar, yaitu tekanan air yang mengisi rongga di antara butiran padat.
3. Tegangan normal efektif (σ') pada suatu bidang didalam massa tanah, yaitu tegangan yang dihasilkan dari beban berat butiran tanah persatuan luas bidangnya.

2.5 Beban Eksentris

Beban vertikal eksentris dapat dianalogikan dengan beban momen dan beban vertikal sentris terhadap pusat berat pondasi (0).

Luas dasar pondasi (A) = $B_x \cdot B_y$ dan $M_y = P \cdot e_x$ didapat :

$$\sigma_{eks} = \frac{P}{A} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e_x}{B_x} \right) \quad \text{atau} \quad \sigma_{eks} = \frac{P}{B_x \cdot B_y} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e_x}{B_x} \right)$$

Bila dijumpai adanya momen pada sumbu y (M_x) dan momen pada sumbu x (M_y) maka persamaan diatas dapat di tulis :

$$\sigma_{eks} = \frac{P}{B_x \cdot B_y} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e_x}{B_x} \pm \frac{6 \cdot e_y}{B_y} \right)$$

2.6 Desain Struktur Pondasi Rakit dengan Metode Konvensional

Metode ini digunakan pada kondisi berikut:

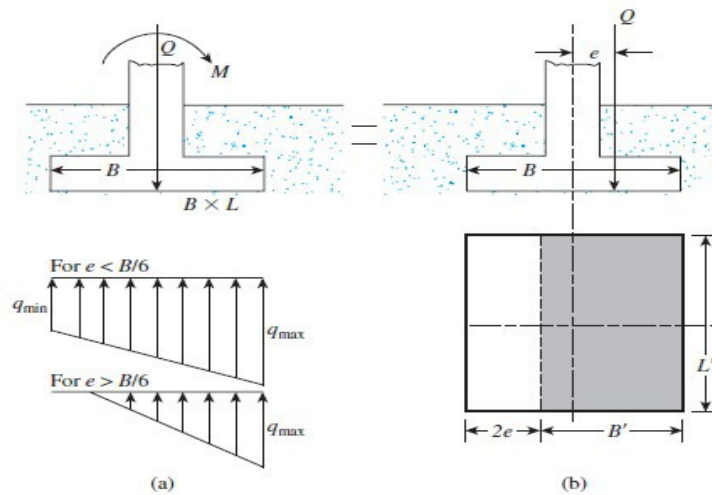
A. Pondasi sangat kaku

B. Pengaturan jarak antara kolom atau beban kolom yang tidak lebih dari 20%

Dalam Metode Konvensional, pondasi rakit dianggap sangat kaku, soil pressure (tegangan kontak) terdistribusi secara linear dan resultan tegangan kontak berhimpit dengan resultan beban kolom.

Tahapan perhitungan Metode Konvensional dapat dilakukan sebagai berikut:

- a. Menentukan letak resultan beban kolom (Q) terhadap sumbu-sumbu plat pondasi rakit (e_x dan e_y)
- b. Menghitung tegangan kontak yang terjadi pada tanah di bawah masing-masing kolom.



Gambar 2. Beban Momen dan Eksentris pada Pondasi

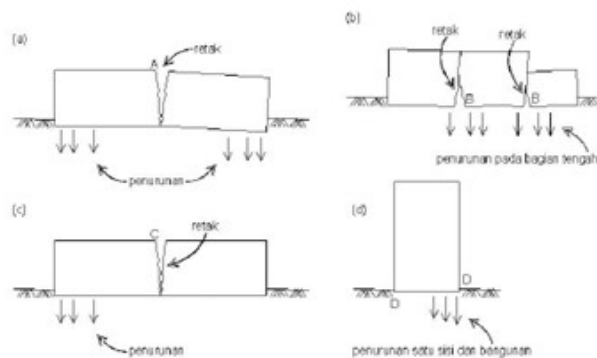
2.7 Penurunan

Istilah penurunan digunakan untuk menunjukkan gerakan titik tertentu pada bangunan terhadap titik referensi yang tetap. Jika seluruh permukaan tanah di bawah dan di sekitar bangunan turun secara seragam dan penurunan tidak terjadi berlebihan, maka turunnya bangunan akan tidak nampak oleh pandangan mata dan penurunan yang terjadi tidak menyebabkan kerusakan bangunan (Hardiyatmo, 2002).

Namun, kondisi tertentu dapat menyebabkan terganggunya kestabilan, bila penurunan terjadi secara berlebihan. Umumnya, penurunan yang tidak seragam lebih membahayakan bangunan dari pada penurunan total.

Dalam bidang teknik sipil, ada dua hal yang perlu diketahui mengenai penurunan, yaitu (Hardiyatmo, 2002):

- Besarnya penurunan yang akan terjadi
- Kecepatan penurunan



Gambar 3. Contoh Kerusakan Bangunan Akibat Penurunan

2.7 Desain Akhir Pondasi Rakit

Asumsi yang digunakan pada metode konvensional adalah:

- Pondasi rakit sangat kaku
- Tegangan tanah terdistribusi pada garis yang lurus atau secara linear
- Tidak ada penurunan differensial yang terjadi

Dalam metode ini dilakukan suatu penaksiran dimana pondasi rakit dibagi menjadi beberapa jalur-jalur yang dibebani sederetan kolom dan dilawan oleh tekanan tanah.

3. METODE PENELITIAN

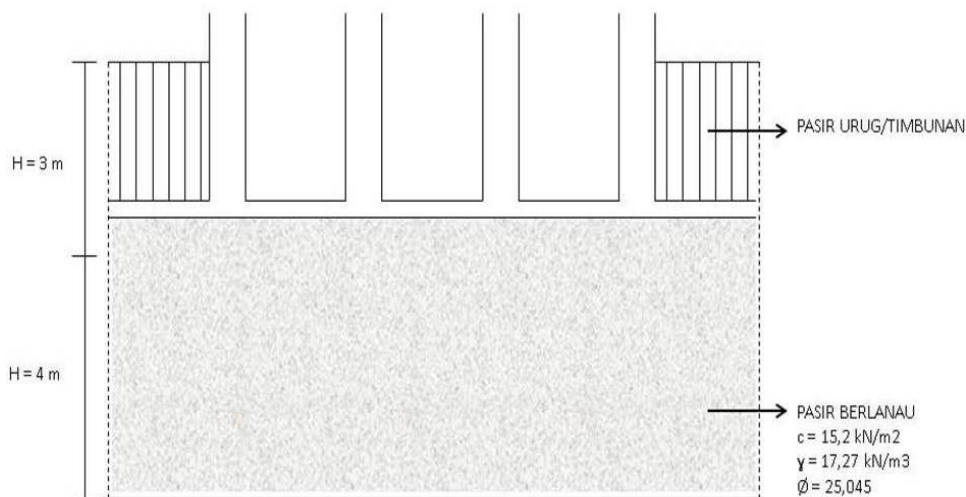
Untuk meninjau kembali perhitungan perencanaan pondasi rakit pada proyek pembangunan gedung bertingkat ini, data diperoleh dari hasil uji laboratorium yang berupa data hasil sondir, hasil SPT dan data berupa beban struktur dan uji beban lapangan.

Cara analisis perencanaan pondasi rakit dilakukan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data pembebanan bangunan
2. Merencanakan pembebanan dengan menggunakan program SAP 2000
3. Menghitung kapasitas daya dukung maksimum pondasi rakit yang ditinjau
4. Menghitung penurunan pondasi rakit
5. Menghitung kebutuhan struktur dari pondasi rakit

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dijelaskan langkah-langkah analisis perhitungan pondasi dangkal dengan tipe pondasi rakit. Pada penelitian ini digunakan perhitungan daya dukung tanah menggunakan analisis Terzhagi.



Gambar 4. Potongan Pondasi

A. Daya Dukung Tanah Terhadap Pondasi sebagai Pelat Setempat

$$qu1 = 1,3 \cdot c \cdot Nc + po \cdot Nq + 0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N \gamma$$

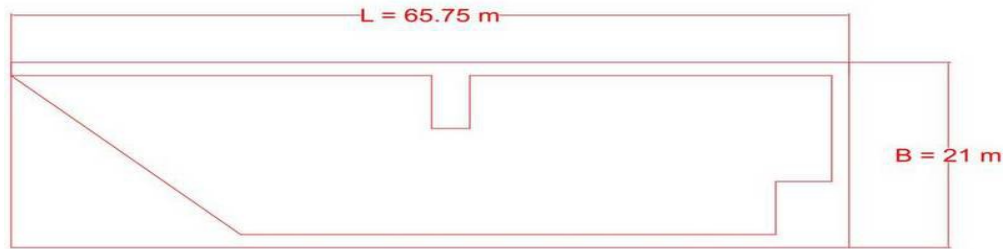
Dengan SF = 2, maka didapat $qu1 = 627,23 \text{ kN/m}^2$

B. Daya Dukung Tanah Terhadap Bangunan

$$qu2 = C \cdot Nc (1 + 0,3 B/L) + po \cdot Nq + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N \gamma (1 - 0,2 B/L)$$

Dengan SF = 2, maka didapat $qu2 = 1361,33 \text{ kN/m}^2$

Dengan SF = 3, maka didapat $qu2 = 907,64 \text{ kN/m}^2$



Gambar 5. Tampak Atas Konstruksi Bangunan

C. Pengaruh Air Tanah Pada Kapasitas Dukung Tanah

Pada tanah pondasi berbutir halus yang terendam air, tanah tidak mudah meloloskan air, maka parameter yang digunakan pada tinjauan jangka pendek harus didasarkan pada kondisi undrained (tak terdrainasi). Jadi parameter kuat geser yang digunakan harus berupa parameter tegangan total dengan $\phi_u = 0$ dan kohesi $= c_u$. Setelah waktu yang lama atau kondisi jangka panjang, tanah ini akan berkonsolidasi sehingga kuat geser akan berangsur – angsur bertambah. Dalam kondisi seperti ini akan dihasilkan nilai kapasitas dukung tanah yang lebih tinggi dari pada hitungan kapasitas dukung tanah jangka pendek.

D. Distribusi Tegangan Akibat Momen dan Gaya Eksentrisitas

1. Titik Berat Konstruksi Bangunan Akibat Gaya

Tabel 2. Perhitungan Titik Berat Konstruksi Bangunan Akibat Gaya

No	P (kN)	Y (m)	X (m)	PY (kNm)	PX (kNm)
1	383.3485	1.35	1.5	517.5204	575.0227
2	651.193	1.35	7.5	879.1105	4883.9475
3	367.5322	1.35	13.5	496.1684	4961.6847
4	825.867	5.75	1.5	4748.7352	1238.8005
5	1002.7689	5.75	9	5765.9211	9024.9201
6	824.9977	5.75	12	4743.7367	9899.9724
7	542.8668	5.75	19.5	3121.4841	10585.9026
8	871.3043	11.75	1.5	10237.8255	13069.9564
9	995.8077	11.75	9	11700.7404	8962.2693
10	998.7921	11.75	12	11735.8071	11985.5052
11	875.6319	11.75	19.5	10288.6748	17074.8220
12	855.1342	17.75	1.5	15178.6320	1282.7013
13	968.5547	17.75	9	17191.8459	8716.9923
14	969.2864	17.75	12	17204.8336	11631.4368
15	855.3524	17.75	19.5	15182.5051	16679.3718
16	886.9101	23.75	1.5	21064.1148	1330.3651

Tabel 2. Perhitungan Titik Berat Konstruksi Bangunan Akibat Gaya (Lanjutan)

No	P (kN)	Y (m)	X (m)	PY (kNm)	PX (kNm)
17	1012.6441	23.75	9	24050.2973	9113.7969
18	1006.8451	23.75	12	23912.5711	12082.1412
19	873.3122	23.75	19.5	20741.1647	17029.5879
20	765.3124	29.75	1.5	22768.0439	1147.9686
21	1144.181	29.75	9	34039.3847	10297.629
22	1200.1829	29.75	12	35705.4412	14402.1948
23	942.7763	29.75	19.5	28047.5949	18384.1378
24	944.8226	35.75	1.5	33777.4079	1417.2339
25	1256.9619	35.75	9	44936.3879	11312.6571
26	1198.5295	35.75	12	42847.4296	14382.354
27	944.9331	35.75	19.5	33781.3583	18426.1954
28	882.5523	41.75	1.5	36846.5585	1323.8284
29	1010.6416	41.75	9	42194.2868	9095.7744
30	1008.8957	41.75	12	42121.3954	12106.7484
31	883.7224	41.75	19.5	36895.4102	17232.5868
32	854.4118	47.75	1.5	40798.1634	1281.6177
33	991.5627	47.75	9	47347.1189	8924.0643
34	935.3679	47.75	12	44663.8172	11224.4148
35	810.9848	47.75	19.5	38724.5242	15814.2036
36	865.8811	53.75	1.5	46541.1091	1298.8216
37	1064.8455	53.75	9	57235.4456	9583.6095
38	767.8248	53.75	13.5	41270.583	10365.6348
39	670.3092	59.75	1.5	40050.9747	1005.4638
40	944.8843	59.75	7.5	56456.8369	7086.6322
41	414.8795	65.75	1.5	27278.3271	622.3192
Σ	36272.6126			1093089.29	355102.2873

2. Titik Berat Bangunan

Tabel 3. Perhitungan Titik Berat Terhadap Penampang Bangunan

No	A (m ²)	Y (m)	X (m)	AY (m ³)	AX (m ³)
1	52.8	3.55	6	187.44	316.8
2	432	17.5	9	7560	3888
3	36	31.25	12	1125	432
4	270	40.25	9	10867.5	2430
5	162	53.75	6	8707.5	972
Σ	952.8			28447.44	8038.8

3. Momen pada Kolom Arah Sumbu X dan Y

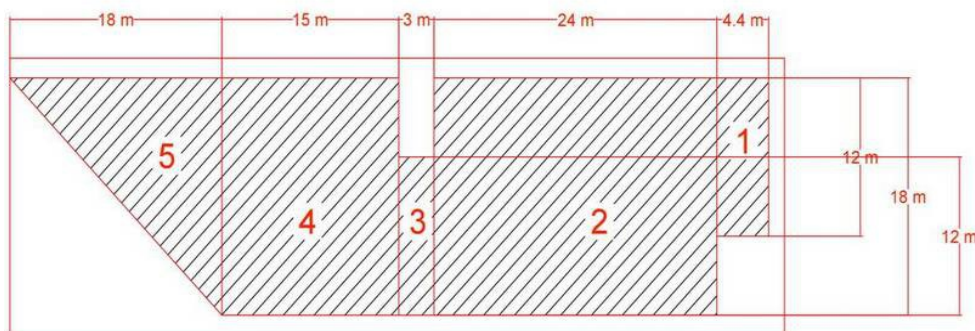
Tabel 4. Perhitungan Momen Akibat Titik Berat terhadap Gaya pada Kolom Arah Sumbu X dan Y

No	P (kN)	X (m)	Y (m)	Mx (kNm)	My (kNm)
1	383.3485	8.2898	-28.7854	3177.8823	-11034.8399
2	651.193	2.2898	-28.7854	1491.1017	-18744.8509
3	367.5322	-3.7102	-28.7854	-1363.6179	-10579.5613
4	825.867	8.2898	-24.3854	6846.2722	-20139.0971
5	1002.7689	0.7898	-24.3854	791.9868	-24452.9207
6	824.9977	-2.2102	-24.3854	-1823.4099	-20117.8989
7	542.8668	-9.7102	-24.3854	-5271.3452	-13238.0240
8	871.3043	8.2898	-18.3854	7222.9383	-16019.2780
9	995.8077	0.7898	-18.3854	786.4889	-18308.3228
10	998.7921	-2.2102	-18.3854	-2207.5302	-18363.1922
11	875.6319	-9.7102	-18.3854	-8502.5608	-16019.28
12	855.1342	8.2898	-12.3854	7088.8914	-10591.18
13	968.5547	0.7898	-12.3854	764.9645	-11995.9373
14	969.2864	-2.2102	-12.3854	-2142.3168	-12004.9997
15	855.3524	-9.7102	-12.3854	-8305.6428	-10593.88
16	886.9101	8.2898	-6.3854	7352.31	-5663.2757
17	1012.6441	0.7898	-6.3854	799.79	-6466.1376
18	1006.8451	-2.2102	-6.3854	-2225.33	-6429.1087
19	873.3122	-9.7102	-6.3854	-8480.0361	-5576.4477
20	765.3124	8.2898	-0.3854	-6344.29	-294.9513
21	1144.181	0.7898	-0.3854	903.67	-440.9673
22	1200.1829	-2.2102	-0.3854	-2652.64	-462.5504
23	942.7763	-9.7102	-0.3854	-9154.55	-363.3459
24	944.8226	8.2898	5.6146	7832.3903	5304.8009
25	1256.9619	0.7898	5.6146	992.7485	7057.3382
26	1198.5295	-2.2102	5.6146	-2648.9899	6729.2637
27	944.9331	-9.7102	5.6146	-9175.4893	5305.4213
28	882.5523	8.2898	11.6146	7316.1820	10250.4919
29	1010.6416	0.7898	11.6146	798.2047	11738.1979
30	1008.8957	-2.2102	11.6146	-2229.8612	11717.92
31	883.7224	-9.7102	11.6146	-8581.1212	10264.0821
32	854.4118	8.2898	17.6146	7082.90294	15050.1220

Tabel 4. Perhitungan Momen Akibat Titik Berat terhadap Gaya pada Kolom Arah Sumbu X dan Y (Lanjutan)

No	P (kN)	X (m)	Y (m)	Mx (kNm)	My (kNm)
33	991.5627	0.7898	17.6146	783.1362	17465.9803
34	935.3679	-2.2102	17.6146	-2067.2565	16476.1314
35	810.9848	-9.7102	17.6146	-7875.8246	14285.1728
36	865.8811	8.2898	23.6146	7177.9811	20447.4358
37	1064.8455	0.7898	23.6146	841.0149	25145.9005
38	767.8248	-3.7102	23.6146	-2848.7835	18131.8755
39	670.3092	8.2898	29.6146	5556.7292	19850.9388
40	944.8843	2.2898	29.6146	2163.5960	27982.3705
41	414.8795	8.2898	35.6146	3439.2680	14775.7674
Σ	36272.6126			-0.5709	-0.4002

4. Momen Inersia Penampang pada Arah Sumbu X dan Y



Gambar 6. Dimensi/Bentuk Bangunan

Tabel 5. Perhitungan Momen Inersia Penampang pada Arah Sumbu X dan Y

No	B (m)	H (m)	Ix (m ⁴)	Iy (m ⁴)
1	12	4.4	85.184	633.6
2	18	24	20736	11664
3	12	3	27	432
4	18	15	5062.5	7290
5	18	18	2916	2916
			28826.684	22935.6

5. Tegangan Terhadap Gaya

$$\sigma = \frac{\sum P}{\sum A} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e_x}{B_x} + \frac{6 \cdot e_y}{B_y} \right)$$

$$\sigma \leq q u_2$$

$$53,75 \text{ kN/m}^2 \leq 907,64 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{ok!}$$

6. Tegangan Terhadap Momen

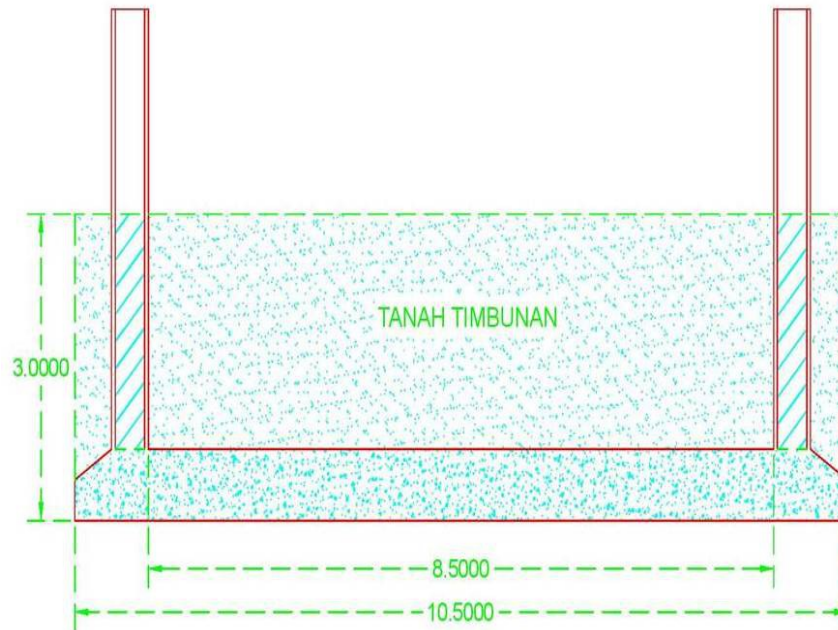
$$\sigma_{maks} \leq q u^2$$

$$38,06 \text{ kN/m}^2 \leq 907,64 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{ok!}$$

$$\sigma_{min} \leq q u^2$$

$$38,06 \text{ kN/m}^2 \leq 907,64 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{ok!}$$

E. Penulangan Pondasi



Gambar 7. Potongan Pelat Pondasi yang Ditinjau

Tabel 6. Hasil Perhitungan Momen dan Lintang

Tebal Pelat Pondasi (cm)	Momen (kNm)				Lintang (kN)
	Mlx (+)	Mly (+)	Mtx (-)	Mty (-)	
40	904.98	598.14	4134.81	3513.03	1381.72
30	869.52	574.77	3973.21	3375.74	1327.72
20	834.16	551.39	3811.62	3238.44	1273.72

Tabel 7. Hasil Perbandingan Tulangan dengan Tebal Pelat Pondasi 40 cm, 30 cm, 20 cm

Tebal Pelat Pondasi (cm)	Tulangan Induk				Tulangan Geser
	Mlx	Mly	Mtx	Mty	
40	D16-99	D16-99	D16-99	D16-99	Ø10-200
30	D16-98	D16-98	D16-98	D16-98	Ø10-170
20	D16-98	D16-98	D16-98	D16-98	Ø10-130

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan pengolahan data, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Analisis dayadukung tanah menggunakan persamaan *Terzhagi* di dapat daya dukung tanah untuk pondasi rakit pada gedung bertingkat 4 adalah sebesar $907,64 \text{ kN/m}^2$.
2. Distribusitegangan maksimum pada dasar pondasi rakit akibat beban dan momen adalah sebesar sebesar $38,06 \text{ kN/m}^2$, lebih kecil daripada daya dukung tanahnya.

Tebal pelat pondasi 40 cm menghasilkan momen lapangan arah x (+) sebesar 904,98 kNm memerlukan 61 tulangan dengan diameter 16 mm , momen lapangan arah y (+) sebesar 598,14 kNm memerlukan 76 tulangan dengan diameter 16 mm, momen tumpuan arah x (-) sebesar 4134,81 kNm memerlukan 227 tulangan dengan diameter 16 mm dan momen tumpuan arah y (-) sebesar 3513,03 kNm memerlukan 184 tulangan dengan diameter 16 mm.

Kemudian dapat pula disimpulkan bahwa pelat pondasi dengan tebal 30 cm menghasilkan momen lapangan arah x (+) sebesar 869,52 kNm memerlukan 61 tulangan dengan diameter 16 mm , momen lapangan arah y (+) sebesar 574,77 kNm memerlukan 76 tulangan dengan diameter 16 mm, momen tumpuan arah x (-) sebesar 3973,21 kNm memerlukan 275 tulangan dengan diameter 16 mm dan momen tumpuan arah y (-) sebesar 3375,74 kNm memerlukan 216 tulangan dengan diameter 16 mm.

Pada pelat pondasi dengan tebal 20 cm menghasilkan momen lapangan arah x (+) sebesar 834,16 kNm memerlukan 61 tulangan dengan diameter 16 mm , momen lapangan arah y (+) sebesar 551,39 kNm memerlukan 76 tulangan dengan diameter 16 mm, momen tumpuan arah x (-) sebesar 3811,62 kNm memerlukan 290 tulangan dengan diameter 16 mm dan momen tumpuan arah y (-) sebesar 3238,44 kNm memerlukan 272 tulangan dengan diameter 16 mm.

Kebutuhan tulangan geser pada tebal pelat 40 cm menggunakan $\emptyset$ dengan jarak 200 mm, pada tebal pelat 30 cm menggunakan $\emptyset$ dengan jarak 170 mm, dan pada tebal pelat 20 cm menggunakan $\emptyset$ dengan jarak 130 mm dikarenakan pada perhitungan digunakan penulangan sengkang minimum untuk semua jenis tebal pelat.

3. Semakin tipis tebal pelat pondasi maka kebutuhan tulangan yg diperlukan juga semakin banyak hal ini dikarenakan beban tanah timbunan yang ditahan dan momen semakin besar sedangkan ukuran pondasi semakin tipis. Sebaiknya digunakan analisis perhitungan dengan tebal pelat yang tidak membutuhkan banyak tulangan atau dengan kata lain tidak boros dalam segi biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aratua, L., 2004, "Bahan Kuliah Mekanika Tanah", Medan: Penerbit UNIMED.
- Bowles, J. E., 1992, "Analisis dan Desain Fondasi", Jilid 1 Edisi keempat, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, "Mekanika Tanah I", Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C., 2003, "Teknik Pondasi II", Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Surjandari, N. S., 2007, "Analisa Penurunan Pondasi Rakit Pada Tanah Lunak", Jurnal Gema Teknik No.2 Tahun X.
- Terzaghi, Karl. Ralph B. Peck, 1993, "Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa", Edisi kedua, Jakarta: Penerbit Erlangga.