

Alternatif Desain Fondasi pada Gedung MTsS Al-Khairaat Desa Balamoa Pasca Gempa di Kabupaten Sigi

T.A. Rampaminanga¹, *S. Ramadhani²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

*Corresponding Author, Received: Oct. 2023, Revised: Nov. 2023, Accepted: Dec. 2023

ABSTRAK: Gempa yang terjadi pada tanggal 28 September 2018 menyebabkan salah satu sekolah di Kabupaten Sigi mengalami kerusakan. Sekolah tersebut adalah MTsS Alkhairaat Balamoa yang terletak di Jalan Poros Palu Bangga, Balamoa, Kecamatan Dolo Barat, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah. Akibat kerusakan tersebut maka perlu dilakukan rekonstruksi kembali dengan menggunakan Rumah Instan Sederhana Sehat (RISHA). Saat ini konstruksi fondasi yang ada di gedung MTsS Al-Khairaat Balamoa menggunakan fondasi sumuran, karena kedalaman tanah keras berdasarkan hasil uji *Cone Penetration Test* (CPT) letaknya dangkal dan beban yang bekerja tidak besar. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan kajian menggunakan fondasi dangkal, yaitu fondasi telapak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas dukung fondasi telapak berdasarkan nilai CPT dan memperoleh dimensi fondasi. Metode yang digunakan yaitu perhitungan daya dukung berdasarkan data CPT. Dimensi fondasi telapak yang direncanakan 0,5m x 0,5m. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh daya dukung tanah yang diijinkan tidak boleh kurang dari beban kolom terbesar (P_u) yaitu 6.289,82 kg.

Kata kunci : Alternatif fondasi, Gedung MTsS Al-Khairaat, Pasca Gempa, CPT dan Kapasitas Dukung

1 PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada 3 pertemuan lempeng utama dunia, yaitu Lempeng Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Ketiga lempeng tersebut bertubrukan di sekitar Pulau Sulawesi. Letak geologis Provinsi Sulawesi Tengah yang berada pada jalur patahan aktif menyebabkan daerah ini sangat rawan terhadap bencana akibat gempa bumi. Hal ini telah dibuktikan dengan kejadian gempa pada tanggal 28 September 2018 dengan kerusakan terparah pada tiga lokasi yaitu Kota Palu, Kabupaten Sigi, dan Kabupaten Donggala.

Kondisi gempa yang cukup tinggi pada wilayah Provinsi Sulawesi Tengah khususnya di Kabupaten Sigi, maka perlu direncanakan suatu konstruksi bangunan yang stabil terhadap bencana. Konstruksi bangunan yang akan dibangun pada MTsS Al-Khairaat Balamoa adalah Rumah Instan Sederhana Sehat (RISHA). Risha merupakan suatu inovasi teknologi *knockdown* yang biasa digunakan pada rumah sederhana dan telah memenuhi Peraturan Menteri Kimpraswil No. 403/KPTS/M/2003 tentang Pedoman Teknis Rumah Sederhana Sehat [1].

Fondasi merupakan suatu konstruksi yang menopang konstruksi yang ada di atasnya. Konstruksi tersebut harus kokoh dan stabil didalam perencanaannya. Perencanaan fondasi harus disesuaikan dengan beban bangunan yang ada di atasnya dan jenis tanahnya. Biasanya digunakan fondasi dangkal untuk beban bangunan

yang ringan dengan kondisi tanah yang cukup baik, tetapi untuk beban bangunan yang berat dan kondisi tanah kerasnya sangat dalam digunakan fondasi dalam.

Gedung MTsS Al-Khairaat Balamoa di wilayah Kabupaten Sigi direkonstruksi dengan menggunakan RISHA, sehingga konstruksi fondasi yang digunakan juga disesuaikan dengan bangunan yang ada di atasnya. Saat ini konstruksi fondasi yang ada di gedung MTsS Al-Khairaat Balamoa menggunakan fondasi sumuran, namun berdasarkan data hasil uji CPT perlu dikaji kembali menggunakan fondasi dangkal sebagai alternatif design fondasi dimana fondasi eksistingnya merupakan fondasi sumuran.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka direncanakan alternatif fondasi pada bangunan MTsS Al-Khairaat Balamoa dengan tipe fondasi telapak.

2 TINJAUAN PUSTAKA

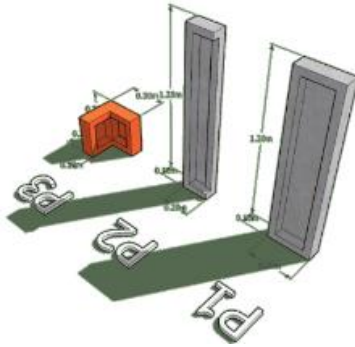
2.1 RISHA

Konstruksi Risha merupakan suatu konstruksi dengan metode pemasangan bongkar pasang yang menggunakan panel-panel beton dengan baut yang dibuat di pabrik [2].

2.1.1 Komponen Struktur

Komponen struktur adalah suatu bagian yang penting dari konstruksi yang mendukung berdirinya bangunan. Pada teknologi Risha ada 3 panel komponen struktur utama bangunan Risha seperti pada Gambar 1 yang merupakan bagian dari sistem rangka, yaitu:

1. Panel struktur tipe 1 (P1)
2. Panel struktur tipe 2 (P2), dan
3. Panel simpul atau penyambung (P3)



Gambar 1 Komponen Struktur Utama Bangunan Risha [2].

2.2 Definisi Fondasi

Fondasi adalah suatu struktur bangunan yang berfungsi sebagai penopang bangunan yang memindahkan beban dari bangunan di atasnya ke bagian bawah, sehingga perlu perencanaan yang baik sesuai standar agar diperoleh bangunan yang kuat. [3]. [4] fondasi merupakan bagian yang paling rendah dari konstruksi bangunan yang meneruskan beban ke tanah.

2.2.1 Persyaratan Perencanaan Fondasi

Menurut Hardiyatmo [4] persyaratan perencanaan fondasi adalah sebagai berikut:

1. Faktor aman yang digunakan dalam perhitungan kapasitas dukung fondasi umumnya adalah 3. Faktor aman ini harus terpenuhi terhadap keruntuhan tanah.
2. Keruntuhan geser yang terjadi masih dalam batas yang diijinkan pada tanah yang belum diuji dan terjadi penurunan.

Menurut Bowles [5] menyatakan bahwa dalam merencanakan suatu konstruksi fondasi ada dua persyaratan yang harus dipenuhi yaitu tanah dasar harus mampu mendukung beban konstruksi yang ada di atasnya tanpa mengalami keruntuhan geser (*shear failure*) dan penurunan. Fondasi harus dalam batas yang diizinkan.

2.2.2 Fondasi Telapak

Fondasi telapak adalah suatu konstruksi fondasi dangkal yang dibangun untuk mendukung bangunan secara langsung pada tanah. Suatu konstruksi menggunakan fondasi telapak jika terdapat lapisan tanah keras yang cukup dangkal dengan kualitas baik yang mampu mendukung bangunan pada permukaan tanah atau sedikit di bawah permukaan tanah.

Fondasi telapak pada umumnya digunakan untuk mendukung kolom suatu konstruksi bangunan [4]. Fondasi ini banyak digunakan karena metode pelaksanaannya mudah dan

ekonomis. Fondasi telapak dinilai paling efektif dalam menahan beban struktur bangunan hingga konstruksi bangunan dua lantai. Fondasi telapak masuk dalam Fondasi dangkal karena perbandingan antara nilai kedalaman dan lebar fondasinya ($Df/B \leq 1$). Penggunaan jenis atau tipe fondasi telapak sangat bergantung pada beban konstruksi yang bekerja di atasnya dan jenis tanahnya [6].

2.3 Pembebanan

2.3.1 Beban Mati atau dead load (D)

Beban mati adalah berat dari seluruh bagian dari konstruksi bangunan gedung yang terpasang atau bersifat tetap, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung, dan komponen arsitektural maupun struktural lainnya yang tidak terpisahkan dari bangunan gedung [7].

2.3.2 Beban Hidup atau Live Load (L)

Beban hidup adalah beban yang mempunyai sifat yang berubah-ubah dan bukan bagian dari konstruksi bangunan. Beban ini termasuk pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati [7].

2.3.3 Beban Gempa atau Earthquake Load (E)

Beban gempa atau beban seismik adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada bangunan atau gaya-gaya yang bekerja pada bangunan akibat dari gempa.

2.4 Pemodelan Struktur

Permodelan struktur gedung sekolah pada penelitian ini menggunakan program Etabs v19 yang dianalisis untuk mendapatkan besarnya reaksi perletakan. Pembebanan mengikuti Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG) tahun 1983 dan juga Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.

2.5 Kerusakan Bangunan Akibat Gempa

Bangunan yang mengalami kerusakan dikategorikan dalam beberapa kondisi, yaitu:

1. Kategori 0 : Tidak Rusak (T)
2. Kategori I : Ringan – Non Struktur (R)
3. Kategori II : Ringan – Struktur (R)
4. Kategori III : Sedang
5. Kategori IV : Berat (B)
6. Kategori V : Roboh

2.6 Daya Dukung Tanah

Analisis kapasitas dukung tanah adalah mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban fondasi dari struktur yang terletak di atasnya.

Analisis daya dukung tanah dilakukan dengan cara pendekatan untuk memudahkan hitungan. Persamaan yang dibuat, dikaitkan dengan sifat-sifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi saat keruntuhan. Beberapa model analisis daya dukung yang dapat digunakan antara lain adalah analisis Meyerhof dan Schmertmann.

2.6.1 Analisis Daya Dukung Berdasarkan Data CPT

Meyerhof (1956) [9] dalam Hardiyatmo (2015) [8] menjelaskan bahwa untuk analisis fondasi pada tanah berpasir kapasitas dukung yang diizinkan ditentukan berdasarkan persamaan penurunan 1 inci.

Untuk fondasi telapak atau fondasi memanjang dengan lebar $B \leq 120$ cm,

$$q_a = \left(\frac{q_c}{30}\right) \dots\dots\dots(1)$$

Untuk fondasi bujur sangkar atau fondasi memanjang dengan lebar $B \geq 120$ cm,

$$q_a = \left(\frac{q_c}{50}\right) \left(\frac{B+0,3}{B}\right)^2 \dots\dots\dots(2)$$

dengan:

q_a : daya dukung izin untuk penurunan 1" (kg/cm²),

q_c : tahanan konus, q_c diambil rata-rata pada kedalaman 0 sampai 1B dari dasar pondasi,

B : lebar fondasi (cm),

FS : faktor keamanan.

Owkti (1970), memberikan persamaan daya dukung berdasarkan daya dukung berdasarkan data CPT untuk tanah.

$$q_u = 48 - 0,009 (300 - \bar{q}_c)^{1,5} \dots\dots\dots(3)$$

dengan:

q_c : nilai q_c rata-rata pada interval dasar fondasi hingga 1B dari dasar fondasi.

Daya dukung ijin tanah (q_a), pada daya dukung biasanya diberi faktor keamanan (FS) ≥ 3 untuk tanah pasir.

$$q_a = \left(\frac{q_u}{FS}\right) \dots\dots\dots(4)$$

2.7 Penurunan Fondasi

Penurunan (*settlement*) fondasi dapat dibagi menjadi 3 komponen, yaitu: penurunan segera (*immediate settlement*), penurunan konsolidasi primer (*primary consolidation*) dan penurunan konsolidasi sekunder (*secondary consolidation*).

2.7.1 Penurunan Segera

Penurunan segera atau disebut juga penurunan elastis merupakan penurunan yang dihasilkan oleh distorsi massa tanah akibat tekanan beban yang ada di atasnya, dan terjadi pada volume konstan. Penurunan ini terjadi setelah beban diberikan pada fondasi. Penurunan yang banyak terjadi pada tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus yang kering karena penurunan terjadi setelah terjadi penerapan beban.

$$S_i = \frac{qB}{E} (1 - \mu^2) I_p \dots\dots\dots(5)$$

dengan:

S_i : penurunan segera,

q : tekanan pada dasar fondasi,

B : modulus elastis,

μ : angka poisson,

I_p : faktor pengaruh.

Tabel 1 Batas penurunan maksimum [4].

Jenis Fondasi	Batas Penurunan Maksimum (mm)
Fondasi terpisah untuk tanah berlempung	65
Fondasi terpisah untuk tanah pasir	40
Fondasi rakit pada tanah lempung	65-100
Fondasi rakit pada tanah pasir	40-65

Tabel 2 Faktor pengaruh I_m (lee,1962) dan I_p (Schleicher 1962) untuk fondasi kaku, dan faktor pengaruh untuk fondasi fleksibel Terzaghi,1943 [8]

Bentuk Fondasi	Fleksibel (I_p)			Kaku	
	Pusat	Sudut	Rata-rata	I_p	I_m
Lingkaran	1,00	0,64	0,85	0,88*	
Bujur sangkar Empat persegi panjang	1,12	0,36	0,95	0,82	3,70
L/B = 1,5	1,36	0,68	1,20	1,06	4,12
2,0	1,53	0,77	1,31	1,20	4,38
5,0	2,10	1,05	1,83	1,70	4,82
10,0	2,52	1,26	2,25	2,10	4,93
100,0	3,38	1,69	2,96	3,40	5,06

Tabel 3 Perkiraan angka poisson (μ) [8]

Macam tanah	μ
Lempung tak jenuh	0,1 - 0,3
Lempung berpasir	0,2 - 0,3
Lanau	0,3 - 0,35
Pasir padat	0,2 - 0,4
Pasir kasar (angka pori, $e = 0,4 - 0,7$)	0,15
Pasir halus (angka pori, $e = 0,4 - 0,7$)	0,25
Batu (angka tergantung dari macamnya)	0,1 - 0,4
Loess	0,1 - 0,3

Tabel 4 Pekiraan modulus elastisitas (E) [8]

Macam tanah	E (Kn/m ²)	
Lempung	Sangat lunak	300 - 3000
	Lunak	2000 - 4000
	Sedang	4500 - 9000
	Keras	7000 - 20000
	Berpasir	30000 - 42500
Pasir	Berlanau	5000 - 20000

Tidak berlanau	10000 - 25000
Padat	50000 - 100000
Pasir dan kerikil	
Padat	80000 - 200000
Tidak padat	50000 - 140000
Lanau	2000 - 20000
Loess	15000 - 60000
Serpih	140000 - 1400000

Tabel 5 Klasifikasi Tanah dari Data CPT [10]

Hasil Sondir		Klasifikasi
q_c	F_s	
6,0	0,15 - 0,40	Humus, lempung sangat lunak
6,0 - 10,0	0,20	Pasir kelanauan lepas, pasir sangat lepas
	0,20 - 0,60	Lempung lembek, lempung kelanauan lembek
	0,10	Kerikil lepas
10,0 - 30,0	0,1 - 0,40	Pasir lepas
	0,40 - 0,60	Lempung atau lempung kelanauan
	0,80 - 2,00	Lempung agak kenyal
30 - 60	1,50	Pasir kelanauan, pasir agak padat
	1,0 - 3,0	Lempung atau lempung kelanauan kenyal
	1,00	Kerikil kepasiran lepas
60 - 150	3,00	Pasir padat, pasir kelanauan atau lempung padat dan lempung kelanauan
	3,00	Lempung kekerikilan kenyal
150 - 300	1,0 - 2,0	Pasir padar, pasir kekerikilan, pasir kasar, pasir kelanauan sangat padat

3 METODE PENELITIAN

Lokasi bangunan sekolah MTsS Al-Khairaat Balamoa terletak di Jl. Trans Palu Bangga, Desa Balamoa, Kecamatan Dolo Barat, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah. Data fondasi berupa data sekunder yakni data tanah berdasarkan hasil uji CPT yang diperoleh dari PT. Sentra Multikarya Infastruktur. Saat ini fondasi yang digunakan yaitu fondasi sumuran dengan diameter 60 cm dan kedalaman 100 cm.

Metode analisis kapasitas dukung yang digunakan yakni metode Meyerhof dan dibandingkan dengan metode Metode Owkati, sedangkan analisis penurunan, berupa penurunan segera.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisa Pembebanan dengan Menggunakan ETABS v19

4.1.1 Data Material

Beban (Gambar 2, 3, dan 4) dihitung berdasarkan peraturan beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lainnya [6], sedangkan perhitungan terhadap gaya gempa berdasarkan [11] dengan metode *Respon Spektrum*, dan dianalisis menggunakan program ETABS v19. Faktor-faktor yang diperhitungkan dalam pembebanan adalah beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Beban yang bekerja pada fondasi diasumsikan sebagai beban titik (P).

4.1.2 Beban Mati (ADL)

Beban Mati Tambahan Dinding (ADL)

Tinggi dinding = 3,7 m
Beban dinding = 250 kg/m²
Beban ADL Dinding = 625 kg/m

Beban Mati Tambahan Atap (ADL)

Beban Atap (asumsi) = 300 kg
Beban Mati Tambahan ME (ADL)
Beban ME = 25 kg/m²

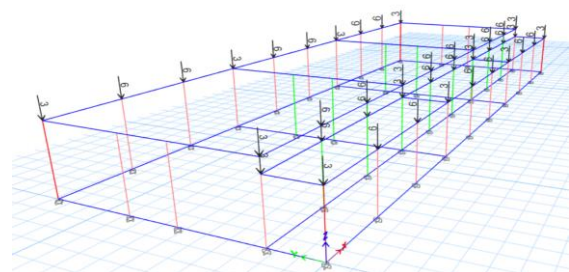
Beban Mati Tambahan Plafond (ADL)

Beban Plafond = 18 kg/m²

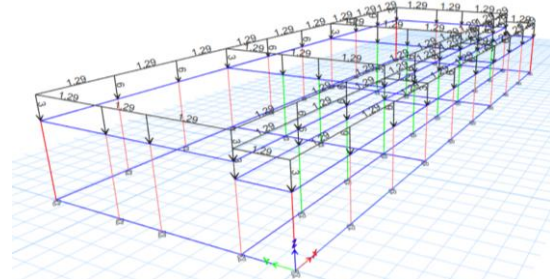
Beban ADL ME dan Plafon didistribusikan beban terbagi merata

Beban = 129 kg/m

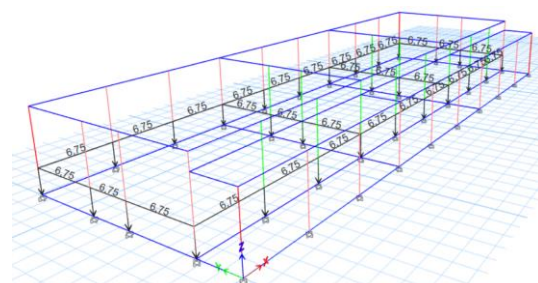
Beban ADL atap, plafon+ ME, dan dinding seperti ditunjukkan dalam Gambar 4.1, Gambar 4.2, dan Gambar 4.3.



Gambar 2 Beban ADL Atap MTsS Al-Khairaat Balamoa



Gambar 3 Beban ADL Plafond + ME



Gambar 4 Beban ADL Dinding

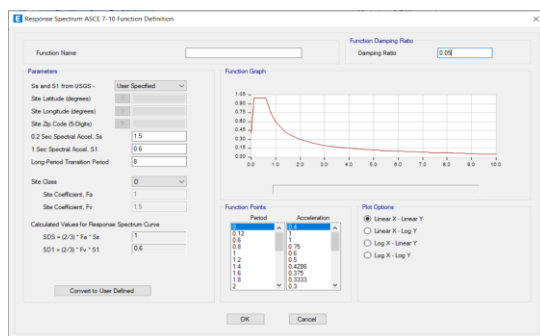
4.1.3 Beban Hidup (LL)

Peraturan pembebanan telah ditetapkan bahwa fungsi suatu ruangan di dalam gedung akan membuat

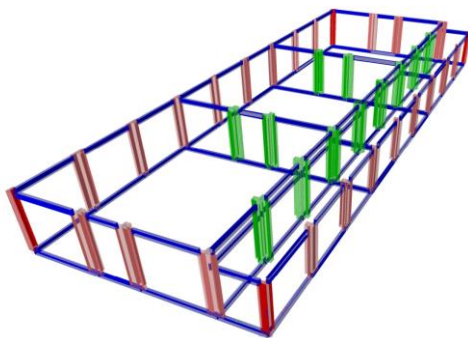
beban yang berbeda, misalnya beban untuk kantor tentu berbeda dengan beban untuk gedung dan lainnya. Beban hidup berdasarkan fungsi ruangan dari Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung diambil beban hidup 250 kg/m^2 [12].

4.1.4 Beban Gempa

Koefisien respons seismik dinyatakan dalam percepatan gravitasi dan nilainya tergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya diberikan oleh *spectrum respons* seismik rencana dalam Gambar 5. Pemodelan 3D ditunjukkan dalam Gambar 6.



Gambar 5 Input Respon Spectrum

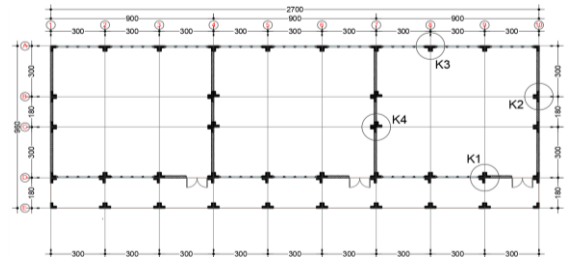


Gambar 6 Model 3D Gedung MTsS Al-Khairaat Balamoa dengan Program ETABS v19

Tabel 6 Output Etabs v19

TABLE: Element Forces - Columns							
Column	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Station	P	M2
C96	27	ENVELOPE	Combinatic Min		0	-61.6831	-2.1638
C60 (K1)	28	ENVELOPE	Combinatic Min		0	-61.6831	-3.7582
C95	26	ENVELOPE	Combinatic Min		0	-61.2979	-4.6226
C90	21	ENVELOPE	Combinatic Min		0	-36.4517	-0.3019
C93 (K4)	24	ENVELOPE	Combinatic Min		0	-36.4517	-0.3051
C39	5	ENVELOPE	Combinatic Min		0	-34.4902	-5.6736
C36	12	ENVELOPE	Combinatic Min		0	-34.4902	-5.3751
C30	6	ENVELOPE	Combinatic Max		1.625	-12.4419	2.3447
C35 (K3)	11	ENVELOPE	Combinatic Max		1.625	-12.4419	2.3802
C71	18	ENVELOPE	Combinatic Max		2.7	-12.2524	0.2792
C37	13	ENVELOPE	Combinatic Min		3	-7.9821	-7.5465
C29	2	ENVELOPE	Combinatic Max		1.5	-7.9233	0.2389
C58	1	ENVELOPE	Combinatic Max		1.5	-7.9233	0.2389
C102	165	ENVELOPE	Combinatic Max		1.2	-7.8779	0.0766
C99	162	ENVELOPE	Combinatic Max		1.2	-7.8779	0.1184
C38	14	ENVELOPE	Combinatic Max		1.5	-7.7126	0.6356
C87 (K2)	16	ENVELOPE	Combinatic Max		1.5	-7.7126	1.0935
C86	15	ENVELOPE	Combinatic Max		1.5	-7.4424	0.6996
C37	13	ENVELOPE	Combinatic Max		1.5	-7.4424	1.0237
C31	7	ENVELOPE	Combinatic Max		3	-7.4234	0.2075
C34	10	ENVELOPE	Combinatic Max		3	-7.4234	0.2093
C84	168	ENVELOPE	Combinatic Max		1.2	-7.1612	-0.1328
C105	169	ENVELOPE	Combinatic Max		1.2	-7.1612	-0.1328
C93	24	ENVELOPE	Combinatic Max		3	-2.203	1.6703
					m	kN	kN-m

Berdasarkan Tabel 6 dapat dilihat bahwa beban terbesar bangunan adalah 61,6831 kN atau 6.289,82 kg. Analisa pembebanan dilakukan dengan meninjau 4 titik kolom (Gambar 7) yang membantu dalam perhitungan beban rencana fondasi. Pada perencanaan ini dimensi fondasi direncanakan berdasarkan beban maksimum pada kolom struktur bangunan.



Gambar 7 Denah Beban Kolom Tinjauan

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.2 diambil nilai reaksi terbesar yaitu paka kolom 1 (K1) dengan nilai beban 6.289,82 kg.

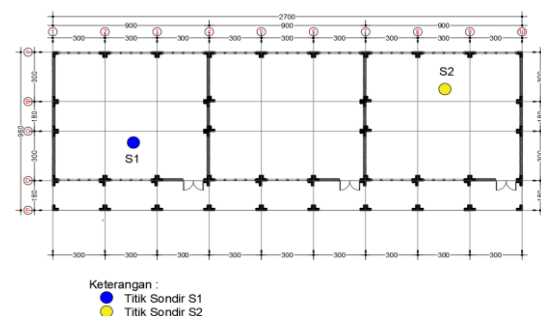
Tabel 7 Nilai Reaksi Beban pada Kolom Tinjauan

Pu (Kg)			
K1	K2	K3	K4
6.289,82	786,45	1.268,70	3.716,97

4.2 Hasil Analisa Data Tanah

Data tanah yang diperoleh dari PT. Sentra Multikarya Infrastruktur yaitu berupa data hasil pengujian CPT sebanyak 2 titik dan diuji di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Tadulako.

Untuk menghitung daya dukung tanah diambil titik yang terdalam yaitu titik CPT 2 (S₂) sebagai acuan (Gambar 8).

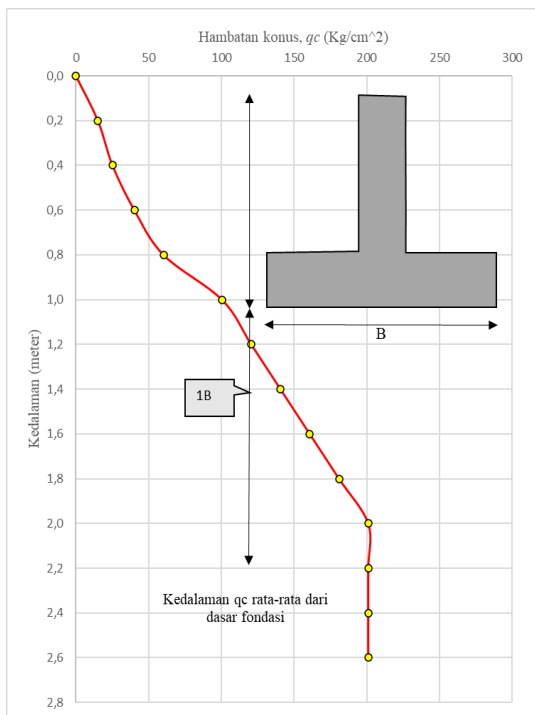


Gambar 8 Sketsa letak titik CPT

4.2.1 Analisa Daya Dukung Tanah

Direncanakan suatu fondasi dengan dimensi $1,2\text{m} \times 1,2\text{m}$, $0,8\text{m} \times 0,8\text{m}$, $0,5\text{m} \times 0,5\text{m}$ dengan kedalaman 1 m. Data CPT yang digunakan yaitu titik CPT 2 (S₂), dikarenakan titik CPT 2 (S₂) adalah titik CPT yang terdalam (Gambar 4.8). Pada titik CPT 2 (S₂) nilai hambatan konus rata-rata (q_c) yaitu sebesar

157,03 kg/cm² (Tabel 4.3). Nilai beban yang dipikul fondasi (P_u) diambil dari nilai beban yang terbesar, yaitu sebesar 6.289,82 kg/m².



Gambar 9 Penentuan Nilai q_c Rata-rata

Tabel 7 Nilai Hambatan Konus Rata-rata

Kedalaman (m)	Hambatan Konus, q_c Kg/cm ²		
	B = 1,2	B = 0,8	B = 0,5
1,0	100,50	100,50	100,50
1,2	120,60	120,60	120,60
1,4	140,70	140,70	140,70
1,5	150,75	151,75	152,75
1,6	160,80	160,80	
1,8	180,90	180,90	
2,0	201,00		
2,2	201,00		
2,4			
2,5			
2,6			
2,7			
2,8			
Rata-rata	157,03	142,54	128,64

3.2.2 Analisis Daya Dukung Tanah Menggunakan Metode Mayerhof

1. Daya dukung tanah dengan lebar $B = 1,2$ m.

Daya dukung ultimit

$$q_a = \left(\frac{q_c}{50} \right) \left(\frac{B+0,3}{B} \right)^2$$

$$= \left(\frac{157,03}{50} \right) \left(\frac{1,2+0,3}{1,2} \right)^2 = 4,91 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 49.072,27 \text{ kg/m}^2$$

$$Q_{ijin} = q_a \times A$$

$$= 49.072,27 \times (1,2 \times 1,2)$$

$$= 70.664,07 \text{ kg}$$

Kontrol beban kolom yang dapat dipikul fondasi: $Q_{ijin} \geq P_u$
 $70.664,07 \text{ kg} \geq 6.289,82 \text{ kg} \dots \text{Aman}$

2. Daya dukung tanah dengan lebar $B = 0,8$ m.

Daya dukung izin

$$q_a = \left(\frac{q_c}{30} \right)$$

$$q_a = \left(\frac{142,54}{30} \right) = 4,75 \text{ kg/cm}^2 = 47.513,89 \text{ kg/m}^2$$

$$Q_{ijin} = q_a \times A$$

$$= 47.513,89 \times (0,8 \times 0,8)$$

$$= 30.408,89 \text{ kg}$$

Kontrol beban kolom yang dapat dipikul fondasi:

$$Q_{ijin} \geq P_u$$

$$30.408,89 \text{ kg} \geq 6.289,82 \text{ kg} \dots \text{Aman}$$

3. Daya dukung tanah dengan lebar $B = 0,5$ m.

Daya dukung ultimit

$$q_a = \left(\frac{q_c}{30} \right)$$

$$q_a = \left(\frac{128,64}{30} \right) = 4,29 \text{ kg/cm}^2 = 42.879,17 \text{ kg/m}^2$$

$$Q_{ijin} = q_a \times A$$

$$= 42.879,17 \times (0,5 \times 0,5)$$

$$= 10.719,79 \text{ kg}$$

Kontrol beban kolom yang dapat dipikul fondasi

$$Q_{ijin} \geq P_u$$

$$10.719,79 \text{ kg} \geq 6.289,82 \text{ kg} \dots \text{Aman}$$

Tabel 8 Perhitungan Dimensi Fondasi 1,2 m × 1,2 m pada Kolom Tinjauan

Kolom Tinjauan	P_u (kg)	B (m)	Df (m)	q_c rata-rata (kg/cm ²)	q_a (kg/m ²)	Q	Kontrol
						$q_a \times A$ kg	
K1	6.289.82	1.20	1.00	157.03	49.072.27	70.664.07	Aman
K2	786.45	1.20	1.00	157.03	49.072.27	70.664.07	Aman
K3	1.268.70	1.20	1.00	157.03	49.072.27	70.664.07	Aman
K4	3.716.97	1.20	1.00	157.03	49.072.27	70.664.07	Aman

Tabel 9 Perhitungan Dimensi Fondasi 0,8 m × 0,8 m pada Kolom Tinjauan

Kolom Tinjauan	P_u (kg)	B (m)	Df (m)	q_c rata-rata (kg/cm ²)	q_a (kg/m ²)	Q	Kontrol
						$q_a \times A$ kg	
K1	6.289.82	0.80	1.00	142.54	47.513.89	30.408.89	Aman
K2	786.45	0.80	1.00	142.54	47.513.89	30.408.89	Aman
K3	1.268.70	0.80	1.00	142.54	47.513.89	30.408.89	Aman
K4	3.716.97	0.80	1.00	142.54	47.513.89	30.408.89	Aman

Tabel 10 Perhitungan Dimensi Fondasi 0,5 m × 0,5 m pada Kolom Tinjauan

Kolom Tinjauan	P_u (kg)	B (m)	Df (m)	q_c rata-rata (kg/cm ²)	q_a (kg/m ²)	Q	Kontrol
						$q_a \times A$ kg	
K1	6.289.82	0.50	1.00	128.64	42.879.17	10.719.79	Aman
K2	786.45	0.50	1.00	128.64	42.879.17	10.719.79	Aman
K3	1.268.70	0.50	1.00	128.64	42.879.17	10.719.79	Aman
K4	3.716.97	0.50	1.00	128.64	42.879.17	10.719.79	Aman

Berdasarkan tabel perhitungan dimensi fondasi (Tabel 8, 9, dan 10) diketahui bahwa semua dimensi yang dianalisis terhadap kolom tinjauan adalah aman ($Q > P_u$).

4.2.3 Analisis Daya Dukung Tanah Menggunakan Metode Owkati

1. Daya dukung tanah pada kedalaman (D_f) 1 m.

Untuk metode ini tidak ada batasan lebar (B) pada perhitungan daya dukung ultimit.

Daya dukung ultimit

$$\begin{aligned} q_u &= 48 - 0,009 (300 - q_c)^{1,5} \\ &= 48 - 0,009 (300 - 157,03)^{1,5} \\ &= 32,61 \text{ kg/cm}^2 = 326.147,63 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Daya dukung izin:

$$\begin{aligned} q_a &= \left(\frac{q_u}{F_s} \right) \\ &= \left(\frac{326.147,63}{3} \right) \\ &= 108.715,88 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{ijin} &= q_a \times A \\ &= 108.715,88 \times (0,5 \times 0,5) \\ &= 27.178,97 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Kontrol beban kolom yang dapat dipikul fondasi $q_a \geq P_u$

$$29.625 \text{ kg/m}^2 \geq 6.289,82 \text{ kg/m}^2 \dots \text{Sangat Aman}$$

Hasil perhitungan dari metode Meyerhof dan metode Owkati, nilai daya dukung yang diperoleh cenderung lebih besar berdasarkan metode Owkati (sangat besar, aman sekali), sekalipun dimensi fondasi sudah relatif kecil ($0,5 \times 0,5$) m. Sebaiknya yang digunakan sebagai dimensi atau hasil perhitungan daya dukung adalah metode Meyerhof.

4.3 Perhitungan Penurunan Fondasi

Pada perhitungan penurunan fondasi digunakan beban fondasi yang terbesar, yaitu 6.289,82 kg.

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{Rasio Poison } (\mu) &= 0,15 \\ \text{Faktor Pengaruh } (I_p) &= 0,82 \\ \text{Modulus Elastisitas } (E) &= 10.000 \text{ kN/m}^2 \\ &= 1.019.700 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$(1 \text{ kN} = 101,97 \text{ kg/m}^2)$$

$$\text{Dimensi Fondasi } (B) = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Kedalaman Fondasi } (D_f) = 1 \text{ m}$$

$$\text{Beban Fondasi } (P_u) = 6.289,82 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Penurunan ijin, } S_{ijin} = 1'' = 2,54 \text{ cm}$$

Tekanan Fondasi (q):

$$q = \frac{P_u}{A} = \frac{6.289,82}{(0,5 \times 0,5)} = 6.289,82 \text{ kg/m}^2$$

sehingga, penurunan yang terjadi adalah:

$$\begin{aligned} S_i &= \frac{q \times B}{E} (1 - \mu^2) I_p \\ &= \frac{6.289,82 \times 0,52}{1.019.700} (1 - 0,15^2) 0,82 \\ &= 0,002 \text{ m} = 0,20 \text{ cm} \leq 2,54 \text{ cm} \dots \text{Aman} \end{aligned}$$

4.4 Pembahasan

Pada perencanaan ini, jenis fondasi yang digunakan adalah fondasi telapak. Perhitungan daya dukung tanah dianalisis berdasarkan data CPT.

Data CPT yang digunakan adalah data CPT yang terdalam atau data CPT S_2 , dan kemudian diambil 4 titik beban kolom tinjauan yakni K_1 , K_2 , K_3 , dan K_4 . Data CPT dianalisis menggunakan metode Meyerhof dan Owkati.

Dalam perhitungan daya dukung menggunakan metode Owkati, nilai daya dukung yang diperoleh cenderung lebih besar (sangat aman sekali) dikarenakan dalam perhitungan daya dukung menggunakan metode Owkati tidak ada batasan lebar dimensi fondasi, maka sebaiknya metode yang digunakan untuk perhitungan daya dukung adalah metode Meyerhof.

Penggunaan dimensi $1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$ dan $0,8 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}$ tidak ekonomis, karena beban kolom sangat ringan. Hasil perhitungan dimensi fondasi telapak yang lebih ekonomis untuk seluruh titik beban kolom tinjauan adalah dimensi $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$.

Hasil perhitungan daya dukung fondasi berdasarkan data CPT dengan metode Meyerhof dari ukuran $1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$, $0,8 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}$, dan $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$, menunjukkan kisaran nilai daya dukung atau beban yang diijinkan berkisar $6.289,82 \text{ kg} - 70.664,07 \text{ kg}$.

Faktor yang mempengaruhi ukuran dimensi fondasi dan daya dukung tanah adalah nilai hambatan konus (q_c) dan beban yang dipikul (P_u).

5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kapasitas daya dukung tanahnya cukup baik, hanya saja tergantung beban pada kolom, sehingga daya dukung tanah yang diijinkan tidak boleh kurang dari beban kolom terbesar (P_u) yaitu 6.289,82 kg.
2. Dimensi fondasi telapak yang baik/ekonomis digunakan yaitu $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$, karena dimensi tersebut adalah dimensi yang daya dukung tanahnya cukup aman untuk semua titik kolom tinjauan.

6. REFERENSI

- [1] Sabaruddin, A., & Sukmana, N. P. RISHA Rumah Instan Sederhana Sehat. Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, 2015.
- [2] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (Tanpa Tahun). RE-Produk LITBANG PUPR Rumah Instan Sederhana Sehat (RISHA).

- (<http://eproduklitbang.pu.go.id/risha/Diakses> 28 Juli 2022).
- [3] Ramadhan. Pengertian Fondasi: Ciri-Ciri, Jenis & Macam, Fungsi, Manfaat, Kelebihan & Kekurangan Fondasi. Retrieved Maret 10, 2021
 - [4] Hardiyatmo, H.C. Analisis dan perancangan Fondasi I Edisi Ke-4. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, 2020.
 - [5] Bowles, J.E., Analisa dan Desain Fondasi, Jakarta: Erlangga, 1997.
 - [6] Banta, C., Analisa Daya Dukung dengan Metode SPT, CPT dan Mayerhof pada Lokasi Rencana Konstruksi PLTU Nagan Raya Provinsi Aceh, Teras Jurnal, Vol 3, No.1 pp 15-24, Mar. 2013.
 - [7] Standar Nasional Indonesia (SNI) 1727-2013. Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain, Jakarta. BSN. 2013.
 - [8] Hardiyatmo, H.C. Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian II edisi Ke-3. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2015.
 - [9] Meyerhof, G. G. "Penetration tests and bearing capacity of cohesionless soils". Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division 82.1: 866-1. 1956.
 - [10] Das, Braja M. Mekanika Tanah 1. Erlangga. Jakarta. 1995.
 - [11] Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726-2012. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung, Bandung, 2012.
 - [12] Departemen Pekerjaan Umum., Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Bangunan Gedung (PPIUG 1983), Bandung. 1983