

ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI DENGAN METODA SPT, CPT, DAN MEYERHOF PADA LOKASI RENCANA KONSTRUKSI PLTU NAGAN RAYA PROVINSI ACEH

Banta Chairullah

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
email: bantachairullah@yahoo.com

Abstrak

Tulisan ini melaporkan dan membahas hasil analisa lapisan tanah dari pengeboran pada lokasi rencana Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berlokasi di Nagan Raya Provinsi Aceh. Analisa lapisan tanah didasarkan pada bor log profile saat pengeboran dilaksanakan dengan mesin bor dalam. Analisa daya dukung lapisan tanah didasarkan pada perhitungan dengan menggunakan data SPT, data CPT, dan data laboratorium menurut metode Meyerhof. Hasil analisa lapisan menunjukkan bahwa pada lokasi tiga titik pengeboran, terdapat lapisan pasir lanauan kerikilan sampai kedalaman 16 m dengan SPT N_{avg} 28, kemudian dari 16 m sampai 25 m terdapat lapisan lempung lanauan konsistensi sedang dengan N_{avg} 11 dan di kedalaman 25 m sampai 40 m dijumpai lapisan keras sangat padat batu lanau lempungan berkerikil dengan $N_{avg} >70$. Hasil perhitungan dan analisa daya dukung lapisan tanah menunjukkan besaran yang tidak jauh berbeda antara hitungan dengan data SPT, CPT, dan dengan data Lab metode Meyerhof. Perbedaan besaran daya dukung antar metode tersebut berada pada kisaran 2% sampai 8%. Berdasarkan kondisi log profile lapisan dan analisa daya dukung lapisan, maka penggunaan pondasi dangkal tapak dapat menjadi pilihan yang tepat karena lapisan pendukung yang baik dapat dijumpai pada kedalaman (elevasi) yang dangkal dari permukaan tanah dan metode SPT lebih baik digunakan dari pada metode daya dukung yang lain.

Kata kunci: *bor log, analisa lapisan, daya dukung*

1. Pendahuluan

Sesuai dengan tahapan dalam proses pembangunan suatu konstruksi bangunan sipil, selalu dibutuhkan suatu perencanaan lengkap dan mendetail tentang rencana bangunan (*drawing design*). Untuk itu maka terlebih dahulu dibutuhkan data perencanaan, antara lain survey lokasi, topografi, geologi, dan penyelidikan tanah lengkap sebelum pembangunan konstruksi. Oleh karena itu, maka pada perencanaan pembangunan PLTU yang berlokasi di Nagan Raya Provinsi Aceh, dilakukan penyelidikan tanah untuk memperoleh data disain pondasi bangunan tersebut. Pekerjaan penyelidikan tanah di lapangan meliputi: Boring, uji N-SPT, pengambilan UDS, dan pekerjaan sondir (CPT). Di laboratorium, pekerjaan meliputi pengujian sifat-sifat fisis dan sifat mekanis tanah dari sampel UDS yang diperoleh dari boring. Setelah pekerjaan lapangan dan laboratorium selesai, dilanjutkan dengan analisa-analisa data terkait dengan parameter geoteknik yang akan dipakai langsung untuk perencanaan (disain) konstruksi pondasi.

2. Tinjauan Pustaka

Pondasi merupakan salah satu elemen bangunan yang mempunyai peranan yang sangat penting dalam menyalurkan gaya dari elemen konstruksi bagian atas ke tanah dasar. Oleh sebab itu, kekuatan pondasi harus mempertimbangkan kesesuaian antara beban dari konstruksi dan kemampuan dukung tanah.

Bowles (1997: 174) menyatakan ada dua persyaratan umum yang harus dipenuhi dalam merencanakan pondasi. Pertama, tanah dasar harus mampu mendukung beban konstruksi tanpa mengalami keruntuhan geser (*shear failure*), dan yang kedua penurunan pondasi yang akan terjadi harus dalam batas yang diizinkan.

Hasil perencanaan pondasi berupa tipe, kedalaman, dan dimensi pondasi berdasarkan data nilai SPT dapat dibandingkan dengan hasil yang diperoleh berdasarkan data sifat fisis dan mekanis dari pengujian laboratorium. Perhitungan daya dukung pondasi berdasarkan data laboratorium dapat menggunakan metode Terzaghi atau metode Meyerhof. Metode perhitungan daya dukung Meyerhof atau Terzaghi mendasarkan pada nilai phi (ϕ) dan kohesi c serta berat volume tanah (γ_s). Untuk lokasi pengeboran yang mempunyai sampel UDS berupa tanah lempung juga diuji sifat konsolidasinya, sehingga dapat juga dihitung potensi penurunan dan lama waktu penurunan yang akan terjadi. Daya dukung berdasarkan data uji lapangan dapat menggunakan data SPT atau CPT seperti disarankan oleh Bowles (1997).

2.1 Analisa Daya Dukung berdasarkan data SPT

Daya dukung lapisan pondasi dangkal berdasarkan data SPT untuk penurunan izin 2,5 cm diusulkan menggunakan persamaan berikut ini.

$$q_a = (N/F_2)[(B+F_3)/B]^2 K_d \dots\dots\dots (1)$$

$$\rightarrow K_d = 1 + 0,33 D/B \leq 1,33$$

untuk B > 1,2 sebagai contoh 1,5 m maka

$$q_a = 30 N$$

q_a = daya dukung izin dalam satuan kPa

Penggunaan persamaan SPT tersebut di atas sejalan dengan persamaan daya dukung berdasarkan data sondir CPT yang dikemukakan oleh Bowles (1997:214). Perkiraan daya dukung dengan data CPT untuk perencanaan pondasi tapak dapat mengacu pada beberapa persamaan empiris seperti yang diusulkan atau direkomendasikan oleh Meyerhof (1976), Begemann (1965), Vesic (1967), dan Van der Veen (1957), ataupun yang direkomendasikan oleh Bowles (1997) dengan memperhatikan jenis dan ukuran pondasi serta keadaan lapisan tanah.

2.2 Analisa Daya Dukung berdasarkan data CPT

Bowles (1997:214), mengusulkan persamaan daya dukung menurut data uji CPT dengan rumus berikut ini.

➤ Tanah tak berkohesi (pasir, kerikil)

- Lajur : $q_{ult} = 28 - 0,0052 (300 - q_c)^{1,5} \text{ (kg/cm}^2\text{) } \dots\dots (2)$

- Bujur sangkar: $q_{ult} = 48 - 0,009 (300 - q_c)^{1,5} \text{ (kg/cm}^2\text{) } \dots\dots (3)$

➤ Tanah berkohesi (lempung, lanau)

- Lajur: $q_{ult} = 2 + 0,28 q_c \text{ (kg/cm}^2\text{) } \dots\dots (4)$

- Bujur sangkar: $q_{ult} = 5 + 0,34 q_c \text{ (kg/cm}^2\text{) } \dots\dots (5)$

Korelasi SPT dengan CPT untuk tanah pasir-kerikil diusulkan oleh Bowles (1977) adalah:

$$q_c = 4N \text{ (kg/cm}^2\text{) } \dots\dots (6)$$

2.3 Daya Dukung berdasarkan data LAB

Daya dukung pondasi dapat juga dihitung dengan data hasil uji laboratorium berdasarkan salah satu metoda yang dikemukakan oleh Terzaghi, Meyerhof, ataupun Hansen. Berikut ini diuraikan salah satunya metoda daya dukung berdasarkan Meyerhof yang dikutip dari Bowles (1997:181).

Beban vertikal:

$$q_{ult} = c N_c s_c d_c + q N_q s_q d_q + 0,5 \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} \quad \dots\dots\dots (7)$$

Beban miring:

$$q_{ult} = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0,5 \gamma B N_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma} \quad \dots\dots\dots (8)$$

Faktor bearing capacity:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45 + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_{\gamma} = (N_q - 1) \tan(1,4\phi)$$

$$K_p = \tan^2(45 + \phi/2)$$

Faktor bentuk:

$$s_c = 1 + 0,2 K_p(B/L) \quad \rightarrow \quad \text{semua } \emptyset$$

$$s_q = s_{\gamma} = 1 + 0,1 K_p(B/L) \quad \rightarrow \quad \emptyset > 10$$

Faktor kedalaman:

$$d_c = 1 + 0,2 \sqrt{K_p(D/B)} \quad \rightarrow \quad \text{semua } \emptyset$$

$$d_q = d_{\gamma} = 1 + 0,1 \sqrt{K_p(D/B)} \quad \rightarrow \quad \emptyset > 10$$

3. Metode Penelitian

Pekerjaan pengeboran pada lokasi rencana bangunan PLTU Nagan Raya mencakup pengeboran inti 3 titik bor dan selama pengeboran dilakukan pengujian SPT dan pengambilan sampel asli (UDS).

3.1 Pelaksanaan Pengeboran

Pengeboran dengan mesin bor dalam yang mampu menembus lapisan sampai 75 meter. Mata bor yang jenis tungsten (*steel bits*) 76 mm (NX). Pengambilan contoh inti pemboran dilakukan dengan peralatan tabung penginti tipe “*double* atau *barrel*” secara kontinu sedalam lubang bor. Pengambilan contoh tidak terganggu UDS setiap interval 5 m dalam bor. Selama pemboran dicatat dengan baik dan teliti tentang kondisi dan jenis tanah/batu yang dituangkan lengkap dalam Bor Log litologi. Uji penetrasi standar SPT (Standard Penetration Test) pada tiap kedalaman interval 2 m dalam lubang bor. Kedalaman pengeboran tiap titik bor 40 meter atau setelah 3 kali berturut-turut terbaca nilai SPT $N \geq 50$.

3.2 Pelaksanaan Pengujian SPT

Uji Penetrasi Standar (SPT) dilakukan untuk memperoleh “*N-Value/Blow*” dari contoh lapisan tanah yang representatif. Uji SPT dilakukan pada setiap lobang bor, dengan interval kedalaman 2 m atau di tiap-tiap pergantian jenis lapisan tanah. Apabila pada kedalaman tertentu SPT harus dilakukan berdekatan dengan pengambilan contoh *undisturbed UDS*, maka Uji SPT dilakukan sesudah pengambilan contoh UDS. Metoda pengujian mengikuti standard ASTM. D 1586

3.3 Peralatan Pengujian SPT

Palu SPT standar seberat 63.5 kg. Pipa pemandu yang memungkinkan palu jatuh bebas setinggi 75 Cm. Topi pelindung (*Knocking head*) dan kabel baja/sling

dan Stang Bor/Rod. Split Spoon sampler Barrel, diameter luar 2" dan diameter dalam 1 $\frac{3}{8}$ " inch. Materials lainnya seperti pelumas, paraffin, kantong plastik, secukupnya.

3.4 Pengambilan contoh tanah UDS

Agar data dan sifat-sifat tanahnya cukup baik, maka perlu dijaga terhadap gangguan saat pengambilan, pengangkutan dan penyimpanan contoh-contoh tanah inti, memenuhi ketentuan standar.

- Penentuan penyebaran dan interval titik pengambilan UDS disesuaikan dengan kebutuhan desain dan kondisi geologi setempat atau interval 5 m.
- Pengambilan sampel menggunakan sampler tube (*shelby tube*) yang mampu mengambil sampel sepanjang 45 – 50 cm.
- Tabung contoh yang telah terisi segera disekat kedua ujungnya dengan lilin/parafin serta diberi label.
- Sampel UDS yang diambil segera di bawa ke laboratorium untuk dianalisa.
- Kotak penyimpan contoh diberi label dengan informasi tercantum: nama/ lokasi proyek, nomor titik bor, nomor (urut) kotak penyimpan dan kisaran kedalaman
- Contoh batuan yang sudah tersusun dalam kotak penyimpanan difoto.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Diskripsi Lapisan Tanah Hasil Boring

Kondisi profil lapisan tanah hasil pengeboran dapat dilihat Tabel 1 sampai dengan Tabel 3 secara rinci untuk tiap titik bor. Sampel yang diperoleh dari pekerjaan pengeboran dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian sifat-sifat fisis dan sifat-sifat mekanis. Hasil pengujian laboratorium dirangkum dalam Tabel 5.

Tabel 1 Diskripsi Lapisan Pada Titik MBO/BH01

Depth	Variasi N N avrg	Jenis lapisan tanah & batuan
0,00 – 2,00	2	Tanah organik, gambut
3,00 – 14,0	22 – 29 Navrg = 26	Pasir lanauan medium
15 - 24	6 – 15 Navrg = 11	Lempung lanauan lunak - sedang
25,0 – 40,00	47 – 76 Navrg = 58	Batu lanau lempungan berkerikil, sangat keras dan sangat padat

Tabel 2 Diskripsi Lapisan Pada Titik MBO/BH02

Depth	Variasi N N avrg	Jenis lapisan tanah & batuan
0,00 – 16,00	23 – 44 Navrg = 30	Pasir lanauan medium
17,00 – 20,00	10 – 17 Navrg = 14	Lempung lanauan sisipan pasir
21,0 – 40,00	44 – 100 Navrg = 66	Batu lanau lempungan dengan sisipan pasir lanauan sangat keras dan sangat padat

Tabel 3 Diskripsi Lapisan Pada Titik MBO/BH03

Depth	Variasi N N avrg=	Jenis lapisan tanah & batuan
0,00 – 16,00	23-38 Navrg = 34	Pasir lanauan dengan gradasi baik kepadatan medium
17,0 – 20,00	8-16 Navrg = 12	Lempung lanauan dengan sisipan pasir
21,0 – 32,00	42 - 49 Navrg = 46	Pasir bergradasi baik, padat
33,0 – 40,00	78 - 100 Navrg = 89	Batu lanau lempungan sangat keras dan padat dengan sisipan pasir lanauan sedang

Dengan menggabungkan ke tiga profil log bor tersebut dapat diringkas dan dianalisa bahwa susunan lapisan tanah pada lokasi penyelidikan sebagai berikut:

1. Lapis pertama sampai kedalaman 16 m rata-rata merupakan lapisan yang didominasi oleh pasir lanauan fraksi halus sampai sedang dengan dia butiran max = 2 mm, kepadatan sedang, bergradasi baik, nilai SPT bervariasi dari 22 ~ 38 dengan N rata-rata = 28.
2. Lapisan kedua kedalaman 16 ~ 20 m didominasi oleh lempung lanauan sampai lanau lempungan dengan sisipan tipis pasir halus, kaku plastisitas medium, nilai SPT bervariasi 6 ~ 17 rata-rata N = 11. Lapisan ini adalah yang paling lunak dibandingkan dengan lapisan lainnya yang dijumpai pada lokasi penyelidikan tanah.
3. Pada kedalaman 20 ~ 28 m dijumpai lapisan pasir lanauan hingga pasir halus ~ sedang dia max = 4 mm, bergradasi baik, termasuk lapisan padat dan keras, dengan nilai SPT rata-rata $N \geq 47$.
4. Kedalaman 28 ~ 40 m didominasi oleh lapisan batuan lanau lempungan tersementasi mengandung > 80% carbon, sangat keras, sangat padat dengan nilai SPT N bervariasi 44 ~ > 100 dan rata-rata N = 68
5. Lapisan yang sangat padat dan sangat keras terdapat pada kedalaman mulai 35 m sampai 40 m pada semua titik bor, ketebalan lapisan minimal 6 m, nilai SPT $N \geq 80$ dengan profil lapisan tanah batuan lanau lempungan tersementasi, sangat keras – padat.

Berdasarkan uraian analisa di atas, dapat disimpulkan bahwa lapisan keras dan sangat padat didiskripsikan sebagai lapisan batuan lanau lempungan bercampur butiran kasar dijumpai pada kedalaman mulai 21 meter di titik bor MBO/BH02, mulai 25 meter di titik bor MBO/BH01 dan mulai kedalaman 33 m di titik bor MBO/BH03.

4.2 Hasil Pengujian CPT dan Indikasi Lapisan

Klasifikasi jenis lapisan tanah didasarkan pada hasil uji sondir dan hubungan tahanan ujung dengan rasio gesekan ($f_r = f_s/q_c$) yang dikemukakan oleh Robertson dan Campanella, 1983).

Jika hasil sondir dibandingkan dengan hasil boring terindikasi adanya kesamaan lapisan tanah yang didiskripsikan dengan borlog dan indikasi lapisan berdasarkan nilai conus CPT seperti uraian berikut ini:

- 1) Pada sondir terutama di titik S02 dan S03 terindikasi pada kedalaman 3 m sudah terdapat lapisan pasir lanauan padat dengan q_c max mencapai ≥ 200 kg/cm^2 . Hasil pengujian SPT pada titik B01 dan B02 nilai SPT N rata-rata= 35 yang termasuk dalam kelompok lapisan tanah pasir lanauan padat. Hubungan nilai rata-rata CPT-SPT adalah q_c (140 kg/cm^2) = 4 N (35) masuk dalam korelasi umum praktis.
- 2) Pada titik sondir S01, lapisan tanah keras terindikasi pada kedalaman 11 m dengan $q_c = 166 \text{ kg/cm}^2$. Lapisan ini diindikasikan sebagai pasir lanauan padat hingga sangat padat. Borlog HB 01 pada kedalaman yang sama 11 m, nilai SPT rata-ratanya N = 27 didiskripsikan sebagai pasir lanauan padat sedang. Hal ini menunjukkan ada kesesuaian hasil antar sondir dengan bor tanah.
- 3) Berdasarkan uraian di atas, dapat dinyatakan bahwa terdapat kesesuaian dan korelasi yang baik antara pengujian dengan sondir dan pengujian dengan pengeboran tanah. Hanya saja alat sondir mempunyai keterbatasan kapasitas penembusan untuk lapisan padat sehingga tidak termonitor lagi untuk lapisan yang lebih dalam jika tahanan konus telah mencapai 200 kg/cm^2 , walaupun masih ada kemungkinan di bawahnya terdapat lapisan lunak.

Tabel 4 Hasil Uji CPT dan indikasi lapisan

Pengelompokan data pengujian CPT, variasi Cone Resistance q_c dan q_s					Prediksi jenis Lapisan dan konsistensi Tanah
Kdlaman	Tebal	Variasi q_c	q_c	q_s	
(m)	(m)	(kg/cm ²)			
MBO/S01					
0 – 0,80	0,80	5 - 7	6	0,5	lempung lunak
0,80 - 1,40	0,6	30- 50	36	1,0	Lanau pasiran kaku
1,40 - 7,0	5,6	60 - 175	114	2,01	Pasir lanauan sedang-padat
7,0 – 11,0	4,0	65 - 100	81	2,95	Lanau pasiran sangat kaku
$\geq 11,0$		135 - 200	166	2,11	Pasir berlanau padat-sangat padat
MBO/S02					
0 – 0,60	0,60	7 - 10	8	0,60	Lempung, lunak
0,6 – 1,40	0,80	15 - 50	32	0,75	Lanau pasiran kaku, gembur
1,40 -2,80	1,40	90 - 200	120	2.38	Pasir lanauan, padat-sangat padat
MBO/S03					
0 – 1,80	1,80	40 - 85	70	1,57	Lanau pasir kaku-sangat kaku
1,80 – 3,0	1,20	100 - 220	115	1,91	Pasir lanauan padat-sangat padat

4.3 Hasil Pengujian Laboratorium

Berdasarkan serangkaian pengujian sifat fisis dan mekanis di laboratorium, untuk perencanaan daya dukung pondasi dapat digunakan parameter tanah untuk kondisi rata-rata yaitu sudut geser $\phi = 30^\circ$, nilai kohesi $c = 22 \text{ kPa}$, dan berat volume tanah $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$.

Tabel 5 Hasil Pengujian Laboratorium

Titik	Depth (m)	SGS (-)	γ_s (kg/cm ³)	Φ (°)	c (kg/cm ²)
BH01	1,00	0,99	0,42	-	-
	5,00	2,63	1,54	32	0,15
	11,00	2,39	1,56	32	0,22
	17,00	2,48	1,14	5	0,23
	23,00	2,51	1,04	5	0,22
BH02	1,00	2,52	1,45	31	0,22
	5,00	2,33	1,74	34	0,17
	10,00	2,62	1,72	32	0,26
	15,00	2,68	1,63	28	0,33
BH03	30,00	2,45	1,67	6	0,35
	15,0	2,70	1,62	32	0,26

4.4 Analisa Bearing Capacity Lapisan Tanah

Daya dukung lapisan tanah (bearing capacity) dihitung untuk dua jenis pondasi yaitu pondasi dangkal (tapak) dan pondasi dalam (tiang). Namun yang menjadi pembahasan di sini adalah fokus pada pondasi dangkal tapak. Perhitungan daya dukung tapak dilakukan dengan menggunakan tiga metoda yaitu SPT, CPT, dan data laboratorium metode Meyerhof.

4.4.1 Daya dukung metode SPT

Dalam contoh hitungan, pondasi diletakkan pada kedalaman 2m. Pada kedalaman 2m nilai SPT rata-rata = 28 dan nilai CPT q_c rata-rata = 116 kg/cm². Daya dukung izin menurut data SPT (q_a) dihitung dengan Pers (1) dan hasil hitungan ditampilkan pada Tabel 6. Mengacu pada Pers. (1), maka untuk $N = 28$, daya dukung izin SPT menjadi $q_a = 840$ kPa atau = 84 t/m² atau = 8,4 kg/cm². Untuk ukuran tapak 1,6 x 1,6 m maka beban yang diizinkan adalah 215 ton.

Tabel 6 Daya Dukung Tanah Data SPT

No	N SPT	q_a (kg/cm ²)	Dimensi (m)		Beban izin (Pa (ton))
			B	L	
1	28	8,4	1,0	1,0	84
2	28	8,4	1,2	1,2	121
3	28	8,4	1,4	1,4	165
4	28	8,4	1,6	1,6	215
5	28	8,4	1,8	1,8	272
6	28	8,4	2,0	2,0	336

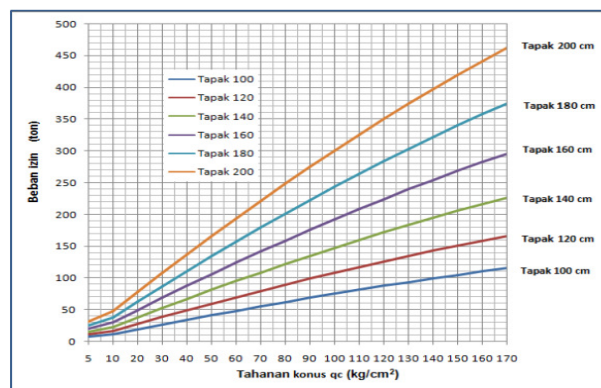
4.4.2 Daya dukung metode CPT

Daya dukung pondasi tapak yang dihitung dengan menggunakan data CPT ditunjukkan pada Tabel 7 yang mengacu pada Pers (3).

Bedasarkan hitungan menurut data CPT dengan $q_c = 116$ kg/cm² maka beban pondasi yang diizinkan untuk dimensi tapak yang sama adalah 218 ton. Jika dibandingkan daya dukung SPT $\rightarrow Pa = 215$ ton dengan daya dukung CPT yang menghasilkan $Pa = 218$ ton, tentu saja sangat dekat dan berkorelasi baik. Untuk dapat lebih menjeneralkan kondisi hubungan antara tahanan konus CPT dengan daya dukung maka dibuat grafik hubungan untuk beberapa ukuran tapak bujur sangkar seperti pada Gambar 1.

Tabel 7 Daya Dukung Tanah Data CPT

No	Conus qc kg/cm ²	qult kg/cm ²	Daya dukung izin pondasi Pa (ton) Tapak bujur sangkar BxB (cm)					
			100	120	140	160	180	200
1	5	2	8	12	16	20	26	32
2	10	4	12	17	23	30	38	47
3	20	6	19	28	38	50	63	78
4	30	8	27	39	53	69	87	108
5	40	10	34	49	67	88	111	137
6	50	12	41	60	81	106	134	166
7	60	15	48	70	95	124	157	194
8	70	17	55	80	108	142	179	221
9	80	19	62	89	122	159	201	248
10	90	21	69	99	135	176	223	275
11	100	23	75	108	147	192	243	301
12	116	26	85	123	167	218	276	340
13	120	26	88	126	172	224	284	350
14	130	28	94	135	183	239	303	374
15	140	30	99	143	195	254	322	397
16	150	31	105	151	206	269	340	420



Gambar 1 Hubungan tahanan qc dengan beban izin untuk variasi dimensi

Grafik pada Gambar 1 dapat memudahkan untuk mengetahui/memperkirakan daya dukung dari berbagai tahanan konus qc dan variasi dimensi ukuran tapak bujur sangkar dengan cara interpolasi linear nilai-nilai yang terbaca pada grafik tersebut.

4.4.3 Daya dukung metode Meyerhof (data lab)

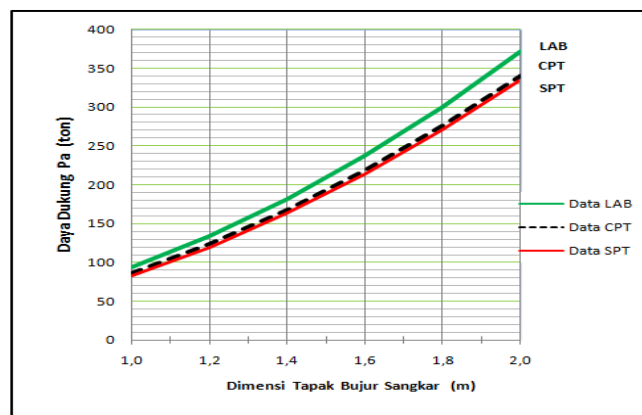
Perhitungan daya dukung pondasi dangkal dengan data lab berdasarkan pada metode Meyerhof untuk beberapa variasi ukuran tapak diperlihatkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Daya Dukung Data Laboratorium

DAYA DUKUNG PONDASI BERDASARKAN METODA MEYERHOF
Bowles (1997) $Q_{ult} = c N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + 0,5 \gamma B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma}$

Soil Parameter			Base Dimension			Qult	Qall	Pall
∅ (phi) ^o	c kPa	γ kN/m ³	B m	L m	Df m			
30	22	17,0	1,0	1,0	2,0	2.806	935	94
30	22	17,0	1,2	1,2	2,0	2.782	927	134
30	22	17,0	1,4	1,4	2,0	2.772	924	181
30	22	17,0	1,6	1,6	2,0	2.771	924	236
30	22	17,0	1,8	1,8	2,0	2.776	925	300
30	22	17,0	2,0	2,0	2,0	2.786	929	371

Untuk ukuran tapak yang sama yang dihitung dengan metoda SPT dan CPT, maka menggunakan data laboratorium menghasilkan beban izin Pa = 236 ton. Perbedaan besaran beban izin pondasi antara tiga metoda tersebut berada pada kisaran 2% - 8%. Berdasarkan perhitungan tersebut di atas, maka pada ke tiga lokasi titik bor untuk bangunan rencana, penggunaan pondasi dangkal dapat menjadi alternatif pilihan yang tepat dan sesuai, yang dapat mendukung beban izin ≥ 200 ton. Namun hal ini masih sangat tergantung pada beban konstruksi yang bekerja. Jika beban kerja cukup besar dan berdasarkan perhitungan konstruksi membutuhkan konstruksi yang tahan dan aman terhadap penggulingan, maka penggunaan pondasi tiang pancang dapat menjadi alternatif pilihan. Hubungan dimensi tapak bujur sangkar dengan beban pondasi yang diizinkan pada lokasi penyelidikan tanah ditunjukkan pada Gbr 2 untuk berbagai metoda daya dukung yang digunakan.



Gambar 2 Hubungan dimensi tapak dengan daya dukung pondasi

Gambar 2 menunjukkan bahwa dari tiga metoda perhitungan daya dukung pondasi tapak, garis hubungan dengan data lab (metode Meyerhof) berada di atas masih sedikit lebih besar dari dua metoda lainnya. Garis hubungan metode CPT berjalan hampir berhimpitan dengan metode SPT. Hasil ini memperlihatkan bahwa, untuk hitungan daya dukung, metode CPT atau SPT cukup baik untuk digunakan secara praktis, tergantung data apa yang tersedia.

5. Kesimpulan dan Saran

Mengacu pada hasil perhitungan dan analisa daya dukung pondasi yang diuraikan di atas, dapat disimpulkan dan disarankan beberapa hal berikut ini.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dihasilkan dari hasil analisa terhadap pondasi sebagai berikut:

1. Penggunaan jenis atau tipe pondasi tapak atau tiang akan sangat bergantung pada beban konstruksi yang bekerja. Untuk beban kerja yang sama, memungkinkan penggunaan pondasi dangkal ataupun pondasi tiang melalui perhitungan bearing capacity dan settlement yang teliti dan cermat.
2. Penggunaan pondasi dangkal untuk beban yang besar harus dilakukan dengan perhitungan yang cermat dan teliti terhadap kemungkinan penurunan lapisan lemah yang ada di bawahnya terutama *differential settlement*.

3. Hasil perhitungan daya dukung pondasi tapak untuk dimensi 1,6x1,6 m kedalaman 2 m dengan tiga metoda menghasilkan daya dukungnya:
 - ✓ Cara SPT => Pa = 215 ton
 - ✓ Cara CPT => Pa = 218 ton
 - ✓ Cara LAB => Pa = 236 ton
4. Jika diperbandingkan tiga cara tersebut terlihat bahwa perbedaan daya dukung (beban izin) yang satu dengan yang lain tidak terlalu besar yaitu 2% – 8%, dan daya dukung metode SPT adalah yang terkecil dari dua metode lainnya.

5.2 Saran dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisa lapisan tanah dan perhitungan daya dukung, serta membandingkan antar metoda perhitungan tersebut, maka direkomendasi beberapa hal berikut ini.

1. Untuk pondasi dengan beban tertentu yang tidak terlalu besar penggunaan pondasi dangkal tapak sangat sesuai untuk dipilih. Namun harus dihitung dengan baik kemungkinan penurunan lapisan lempung lanauan konsistensi sedang dengan $N_{avg} = 12$ di kedalaman 16 – 24 m.
2. Untuk pondasi dengan beban sangat berat, dapat disarankan penggunaan tiang pancang karena dapat menempatkan ujung tiang pada lapisan keras dan sangat padat sehingga akan mencegah kemungkinan terjadinya penurunan “settlement” pada pondasi.
3. Metode perhitungan bearing capacity yang sesuai untuk digunakan dalam perencanaan tapak maupun tiang adalah metode SPT karena mempunyai data yang lengkap sampai kedalaman 40 m dan memberikan hasil yang cukup baik.

Daftar Kepustakaan

1. Bowles, J.E., 1993, *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Terjemahan: JK. Hainim, Jakarta: Erlangga.
2. Bowles, J.E., 1997, *Analisa dan Desain Pondasi*, Jakarta: Erlangga.
3. Brinkgreve, R.B., and Vermeer, P.A., 1998, *Finite Element Code for Soil and Rock Analysis*, Version 7, Rotterdam: A.A. Balkema.
4. Coduto, D.P., 2001, *Foundation Design Principles and Practices*, USA: Pearson Prentice Hall
5. Das, B.M., 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jakarta: Erlangga.
6. Das, B.M., 2004, *Principles of Foundation Engineering*, USA: Thomson Brooks/Cole
7. Hardiyatmo, H.C., 2002, *Teknik Pondasi*, Yogyakarta: Beta Offset
8. Wesley, L.D., 2010, *Mekanika Tanah Untuk Tanah Endapan Dan Residu*, Yogyakarta: Andi