

EVALUASI PONDASI DAN ABUTMENT OVERPASS SEMAYANG STA. 0+350 PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL MEDAN - BINJAI

Oleh:

Anjuma Roni Ardi Lingga
Universitas Darma Agung, Medan

E-mail:

anjumaroniardilingga@gmail.com

ABSTRACT

Every civil building such as buildings, bridges, roads, tunnels, towers, dams/dykes and so on must have a foundation that can support it. In construction where the subgrade under the building does not have sufficient bearing capacity to carry the weight of the building and the load it receives or if the supporting soil that has sufficient bearing capacity is located very deep, pile foundations are usually used. In general, pile foundations are placed vertically in the ground, but if necessary they can be tilted so that they can withstand horizontal forces. To determine the carrying capacity of the pile, the calculation of the carrying capacity of the pile using the Meyerhof method by looking for the efficiency value of the pile group using SPT data and comparing it with the results of the PDA test and looking for the value of the vertical load on the bridge structure can be used to determine the carrying capacity of the pile. If the maximum load value is less than the carrying capacity of a single pile, then the pile carrying capacity under construction is safe.

Keywords: *Pile, Single Pile Bearing Capacity, Group Pile Bearing Capacity, Group Efficiency, Vertical Load*

ABSTRAK

Setiap bangunan sipil seperti gedung, jembatan, jalan raya, terowongan, menara, dam/tanggul dan sebagainya harus mempunyai pondasi yang dapat mendukungnya. Dalam pembangunan yang tanah dasar di bawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang diterimanya atau apabila tanah pendukung yang mempunyai daya dukung yang cukup letaknya sangat dalam, maka biasanya memakai pondasi tiang. Pada umumnya pondasi tiang ditempatkan tegak lurus (*vertikal*) di dalam tanah, tetapi apabila diperlukan dapat dibuat miring agar dapat menahan gaya – gaya horizontal. Untuk mengetahui daya dukung tiang tersebut dapat memakai perhitungan daya dukung tiang dengan metode *Meyerhof* dengan mencari nilai efisiensi kelompok tiang dengan menggunakan data SPT dan membandingkannya dengan hasil pengujian PDA dan mencari nilai beban vertikal struktur jembatan. Apabila nilai beban maksimum lebih kecil daripada daya dukung satu tiang maka daya dukung tiang dalam pembangunan itu aman.

Kata Kunci: *Tiang Pancang, Daya Dukung Tiang Tunggal, Daya Dukung Tiang Kelompok, Efisiensi Kelompok, Beban Vertikal*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman dan kemajuan teknologi telah banyak menggunakan konstruksi seperti bangunan-bangunan tinggi, jalan layang *overpass* (*flyover*), jembatan, bendungan, dan konstruksi-konstruksi lain yang menggunakan pondasi yang kuat dan mampu meneruskan beban struktur di atasnya ke lapisan tanah dibawahnya. Jenis pondasi yang digunakan pada umumnya menggunakan pondasi tiang pancang. Salah satu bangunan yang menggunakan pondasi tiang pancang adalah *overpass*.

Overpass/jalan layang merupakan satu bangunan infrastruktur di bidang transportasi yang dibangun tidak sebidang dengan tanah, melayang melewati daerah/kawasan tertentu yang biasanya selalu memiliki permasalahan tertentu. Seperti kemacetan lalu lintas, melewati persilangan kereta api untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas dan efisiensi.

Pondasi merupakan bagian bangunan yang menghubungkan bangunan dengan tanah, yang menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban berguna dan gaya-gaya luar terhadap gedung seperti tekanan angin dan gempa bumi (*Heinz Frick, 2001 : 40*). Pondasi atau pondamen ialah suatu konstruksi, guna menjamin kedudukan bangunannya. Pondamen meneruskan berat bangunan dengan muatan-muatannya kepada tanah dibawahnya (*Imam Subarkah, 1956 : 70*). Pondasi merupakan suatu komponen memiliki fungsi sebagai kekuatan struktur ke zona yang berdekatan dengan tanah atau batuan (*Geotechnical Engineering Foundation Design-John N.Cernica*).

Abutment merupakan bangunan bawah jembatan yang terletak pada kedua ujung pilar-pilar jembatan, berfungsi sebagai pemikul seluruh beban hidup (Angin, kendaraan, dll) pada jembatan.

Pada perencanaan pondasi ada beberapa kegiatan yang dilakukan antara lain: *soil investigation*, perencanaan desain pondasi dan pemancangan. Adapun tujuan

dilaksanakan *soil investigation* adalah untuk mendapatkan karakteristik dan parameter-parameter tanah yang mempengaruhi tanah lokasi bangunan tersebut. Karena pada prinsipnya suatu bangunan tidak akan dapat dibangun di tanah yang tidak mampu menerima beban struktur tersebut karena akan menyebabkan terjadinya penurunan (*settlement*) dari konstruksi struktur tersebut, atau dengan kata lain stabilitas struktur tersebut akan terganggu.

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, judul penelitian yang akan penulis angkat dalam Skripsi ini adalah "EVALUASI PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI DAN *ABUTMENT OVERPASS* SEMAYANG (Sta. 0+350) PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL MEDAN - BINJAI".

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, disamping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan.

Tanah berasal dari pelapukan batuan baik melalui proses mekanik maupun melalui proses kimia yang kemudian bisa tersebar ke tempat lain dengan bantuan dari air, angin, maupun gravitasi. Tanah yang terjadi oleh penumpukan produk-produk pelapukan hanya di tempat asalnya saja disebut tanah residual. Tanah residual mempunyai ciri-ciri gradasi butiran yang lebih halus berada dipermukaan dan semakin dalam dari permukaan gradasi butiran semakin besar. Tanah yang terbawa ke tempat lain dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, tergantung dari

jenis pembawa dan cara pengendapan (deposisi) ditempat lain, seperti:

1. Tanah *Glacial*, terbentuk karena transportasi dan deposisi oleh gletser (sungai es).
2. Tanah *Alluvial*, terbentuk karena terangkut oleh air yang mengalir dan terdeposisi di sepanjang aliran sungai.
3. Tanah *Lacustrine*, terbentuk karena deposisi di danau yang tenang.
4. Tanah *Marine*, terbentuk karena deposisi di laut.
5. Tanah *Aeolian*, terbentuk karena terangkut dan terdeposisi oleh angin.
6. Tanah *Colluvial*, terbentuk oleh pergerakan tanah dari tempat asalnya karena gravitasi seperti yang terjadi pada saat tanah longsor.

Tanah mempunyai peranan yang sangat penting dalam pembangunan suatu bangunan dikarenakan segala bentuk bangunan selalu dibangun di atas maupun di dalam tanah

2.1.1 Karakteristik Tanah

Karakteristik statik tanah menggambarkan parameter tanah dalam keadaan stabil akibat pembebanan yang mempunyai intensitas yang tetap yang berada pada tempatnya dan mempunyai arah atau garis kerja yang tetap. Karakteristik statik tanah terdiri dari sudut geser dalam (ϕ), nilai kohesi (c) dan *poisson's ratio* (μ).

1. Sudut Geser Dalam

Sudut geser dalam (ϕ) merupakan karakteristik statik yang sangat diperlukan baik pada analisis maupun disain pekerjaan pondasi. Tanah pasir memiliki nilai sudut geser dalam (ϕ) cenderung sangat besar. Sudut geser dalam merupakan parameter yang dapat digunakan untuk menentukan kestabilan tanah pasir. Pasir dengan sudut geser dalam yang besar akan jauh lebih stabil daripada pasir dengan sudut geser dalam yang kecil. Faktor-faktor yang mempengaruhi sudut geser dalam tanah pasir diantaranya ukuran butir, kandungan

air (w), kekasaran permukaan butiran, angka pori (v), kepadatan relatif (D_r), distribusi ukuran butir dan bentuk partikel butiran. Didalam analisis, tanah sering dianggap betul-betul pasir murni ataupun lempung murni. Anggapan ini penting karena untuk menyederhanakan masalah yang ada. Walaupun sudah dianggap berupa pasir murni, nilai sudut geser dalam (ϕ) pasir dari beberapa tempat tidaklah sama. Nilai sudut geser dalam (ϕ) untuk berbagai jenis tanah dapat dilihat di Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah

Jenis dan kondisi Tanah	Sudut Geser Dalam ($^{\circ}$)
Kerikil kepasiran	$35^{\circ} - 40^{\circ}$
Kerikil kerakal	$35^{\circ} - 40^{\circ}$
Pasir padat	$35^{\circ} - 40^{\circ}$
Pasir lepas	30°
Lempung kelanauan	$25^{\circ} - 30^{\circ}$
Lempung	$20^{\circ} - 25^{\circ}$

Sumber: Buku Mekanika Tanah, Braja M Das Jilid 1

2. Kohesi

Kohesi adalah interaksi antara mineral-mineral penyusun lempung dengan air yang menyebabkan lekatan antara butiran yang satu dengan butiran yang lain. Suatu tanah lempung akan mempunyai nilai kohesi (c) tertentu yang mana unit kohesi akan sama dengan unit tegangan. Tanah lempung adalah kebalikan dari tanah pasir yaitu memiliki nilai kohesi (c) yang sangat besar dengan nilai sudut geser dalam (ϕ) yang relatif kecil. Sampai saat ini belum ada data yang komprehensif tentang nilai kohesi suatu tanah lempung.

3. METODOLOGI PENELITIAN

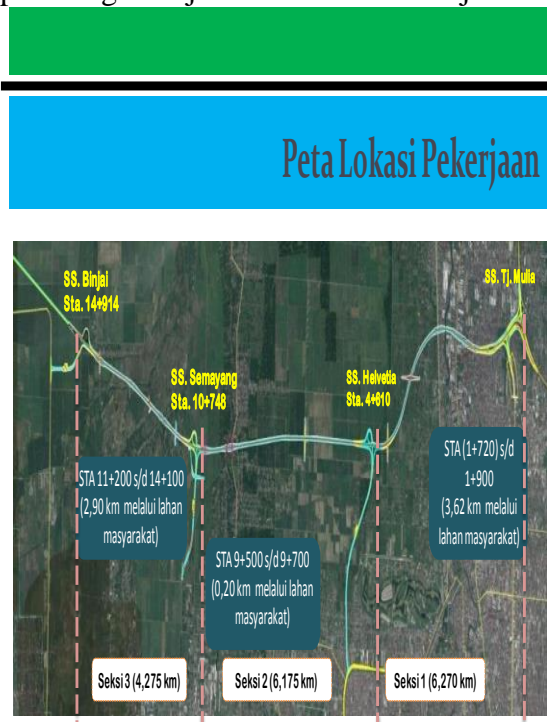
3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian analisis deskriptif.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada pelaksanaan pembangunan *Overpass*

Semayang (Sta. 0+350) pada proyek pembangunan jalan tol Medan - Binjai.



Gambar 3.1 Denah Lokasi Proyek

Data Umum Proyek

3.1. Data Umum dan Teknis Proyek

Data umum Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Medan - Binjai meliputi seksi I akses Tanjung Mulia - Helvetia sepanjang 6,270 km, seksi II akses Helvetia - Semayang sepanjang 6,175 km dan seksi III Semayang - Binjai sepanjang 4,275 km terletak di Kota Madya Binjai - Kabupaten Deli Serdang.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Daya Dukung Tiang Tunggal Berdasarkan Data SPT

- Perhitungan Daya Dukung Tiang dengan Data SPT Menggunakan Metode *Meyerhof*

Kapasitas tiang pancang dan nilai N menurut *Meyerhof*

$$Q_u = 40 \times N_b \times A_b + 0,2 \times \bar{N} \times A_s$$

$$Q_i = Q_u / SF$$

Dimana:

Q_u = Daya dukung batas pondasi tiang pancang (Ton)

N_b = Nilai N-SPT rata-rata pada elevasi dasar tiang pancang = $(N_1 + N_2) / 2$

N_1 = Nilai SPT rata-rata sekitar 8D diatas tiang

N_2 = Nilai SPT rata-rata sekitar 4D dibawah tiang

\bar{N} = Nilai SPT rata-rata sepanjang tiang

A_b = Luas dasar tiang (m^2)

A_s = Luas selimut tiang (m^2)

Q_i = Daya dukung ijin

$Q_{s.p}$ = Daya dukung ijin tiang tunggal (*single pile*)

$Q_{p.g}$ = Daya dukung ijin tiang kelompok (*pile group*)

SF = Faktor keamanan, diambil 2,5 – 3

Diketahui data Tiang sebagai berikut:

D = 0,6 meter (diameter tiang)

$$A_b = \frac{\pi}{4} \times D^2 = \frac{\pi}{4} \times 0,6^2$$

$$= 0,283 \text{ m}^2$$

$$A_s = \pi \times D \times L$$

Kedalaman: $8D = 8 \times 0,6 \text{ m} = 4,2 \text{ m}$

$4D = 4 \times 0,6 \text{ m} = 2,4 \text{ m}$

Penyelesaian:

Maka, daya dukung ultimit tiang pancang kedalaman per 3 meter adalah:

Kedalaman 0- 3 meter

➤ *Abutment 1*

0

$$8D. \quad N_1 = \frac{0+14}{2} = 7,0$$

3

$$4D. \quad N_2 = \frac{11+14}{2} = 12,5$$

$$N_b = \frac{N_1 + N_2}{2} = \frac{7+12,5}{2} = 9,75$$

$$\bar{N} = \frac{0 + 14 + 11}{3} = 8,33$$

Daya dukung selimut tiang (3,0 meter)

$$A_s = \pi \times D \times L$$

$$= \pi \times 0,6 \times 3,0$$

$$= 5,657 \text{ m}^2$$

Daya dukung ultimit tiang

$$Q_u = 40 \times N_b \times A_b + 0,2 \times \bar{N} \times A_s$$

$$Q_u = 40 \times 9,75 \times 0,283 + 0,2 \times 8,33 \times 5,657$$

$$= 110,370 + 9,425$$

$$= 119,795 \text{ Ton}$$

$$Q_{ijin} = 119,795/3$$

$$= 39,932 \text{ Ton}$$

➤ **Abutment 2**

0

$$8D. \quad N1 = \frac{0+21}{2} = 10,5$$

3

$$4D. \quad N2 = \frac{21+15}{2} = 18$$

$$N_b = \frac{N1+N2}{2} = \frac{10,5+18}{2} = 14,25$$

$$\bar{N} = \frac{0+21+15}{3} = 12$$

$$A_s = \pi \times D \times L$$

$$= \pi \times 0,6 \times 3,0$$

$$= 5,657 \text{ m}^2$$

Daya dukung ultimit tiang

$$Q_u = 40 \times N_b \times A_b + 0,2 \times \bar{N} \times A_s$$

$$Q_u = 40 \times 14,25 \times 0,283 + 0,2 \times 12 \times 5,657$$

$$= 161,310 + 13,577$$

$$= 174,887 \text{ Ton}$$

$$Q_{ijin} = 174,887/3$$

$$= 58,296 \text{ Ton}$$

Daya dukung selimut tiang (3 meter)

Tabel 4.1 Perhitungan Q (ijin) menggunakan data SPT *Abutment 1*

Titik	Kedalaman (meter)	N-SPT	Meyerhof					
			N _b	\bar{N}	Ab	As	Qu	Qi (Ijin)
	m ²				m ²	Ton	Ton	
ABT-1	3	14	9,75	8,33	0,283	5,657	119,743	39,914
	6	10	13,33	13,50	0,283	11,314	181,406	60,469
	9	24	16,42	14,20	0,283	16,971	233,942	77,981
	12	8	17,58	15,50	0,283	22,629	269,091	89,697
	15	35	29,50	18,71	0,283	28,286	439,641	146,547
	18	45	40,33	25,88	0,283	33,943	631,997	210,666
	21	48	46,58	30,56	0,283	39,600	769,057	256,352
	24	50	49,67	33,30	0,283	45,257	863,355	287,785
	27	52	51,67	35,36	0,283	50,914	944,674	314,891

Tabel 4.2 Perhitungan Q (ijin) menggunakan data SPT *Abutment 2*

Titik	Kedalaman (meter)	N-SPT	Meyerhof					
			N _b	\bar{N}	Ab	As	Qu	Qi (Ijin)
	m ²				m ²	Ton	Ton	
ABT-2	3	21	14,25	12,000	0,283	5,657	174,806	58,269
	6	13	17,08	14,200	0,283	11,314	225,418	75,139
	9	26	19,17	15,000	0,283	16,971	267,771	89,257
	12	11	19,17	17,000	0,283	22,629	293,794	97,931
	15	31	24,58	18,375	0,283	28,286	382,093	127,364
	18	27	26,25	19,556	0,283	33,943	429,754	143,251
	21	23	30,42	24,800	0,283	39,600	540,559	180,186
	24	51	42,25	25,455	0,283	45,257	708,429	236,143
	27	52	50,33	29,083	0,283	50,914	865,637	288,546

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan daya dukung tiang pondasi dan *abutment overpass* semayang (Sta. 0+350) pada proyek pembangunan jalan tol Medan - Binjai, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan beberapa metode efisiensi kelompok tiang (Eg) digunakan nilai efisiensi yang paling rendah yaitu menggunakan metode *Converse-Labarre* dengan nilai efisiensi: $Eg = 0,7$
2. Didapat perbandingan daya dukung tiang tunggal (*single pile*) dalam perhitungan pengujian SPT dengan hasil pengujian data PDA dalam satu *abutment* tiang pancang yaitu:
Abutment 1,
Hasil Pengujian SPT = 169,05 ton
Hasil Pengujian PDA = 130,36 ton
Abutment 2,
Hasil Pengujian SPT = 115,74 ton
Hasil Pengujian PDA = 157,96 ton
3. Beban yang dipikul oleh tiang pancang memiliki:
 - Berat konstruksi bawah (Berat sendiri *abutment*) = 149,209 ton
 - Beban mati = 23,818 ton
4. Beban hidup = 12,975 ton Didapat Pmaks sebesar 111,195 ton

Jadi, dapat disimpulkan bahwa tiang pancang pada kedua *Abutment* dapat memikul beban yang diterima, karena yang dikatakan aman jika $P_{maks} < Q_{s.p}$ (*single pile*).

Abutment 1,
Hasil Pengujian SPT = 111,195 ton < 169,05 ton Ok (Aman)
Hasil Pengujian PDA = 111,195 ton < 130,36 ton Ok (Aman)
Abutment 2,
Hasil Pengujian SPT = 111,195 ton < 115,74 ton Ok (Aman)
Hasil Pengujian PDA = 111,195 ton < 157,96 ton Ok (Aman)

Saran

Berdasarkan kajian yang telah dilaksanakan, saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut:

1. Dalam melaksanakan perhitungan perencanaan pondasi sebaiknya pemilihan metode yang akan digunakan harus tepat sesuai dengan kondisi dilapangan.
2. Sebelum melakukan perhitungan hendaknya kita memperoleh data teknis yang lengkap, karena data tersebut menunjang dalam membuat rencana analisa perhitungan, sesuai dengan standar dan syarat-syaratnya.
3. Data-data sesuai kondisi di lapangan. Data ini akan sangat diperlukan dalam perencanaan dan perhitungan.
4. Mengadakan analisa tentang kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi di masa yang akan datang sehingga konstruksi hasil perencanaan tersebut dapat memenuhi standart untuk masa kini dan masa yang akan datang.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E. 1986. *Analisa Dan Desain Pondasi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- Bowles, J.E. 1991. *Analisa Dan Desain Pondasi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Hardiyatmo, H.C. 1996. *Teknik Pondasi 1*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Sunggono, V.Kh. 1995. *Teknik Sipil*. Bandung: Nova
- Napitu, Ependi. 2009. *Rekayasa Pondasi 2*. Medan: Politeknik Negeri Medan
- Rahardjo, Paulus P. 2000. *Manual Pondasi Tiang*. Program Pasca Sarjana Teknik Sipil, Universitas Khatolik Parahyangan
- Supriyadi, Bambang. 2007. *Jembatan*. Yogyakarta: Beta Offset Kavling Maduksimo 28
- <http://rizaldyberbagidata.blogspot.ae/2012/06/pondasi-tiang-pancang-pile-foundation.html?m=1> diakses 6 Juni 2016