



ANALISIS PERENCANAAN DAYA DUKUNG PONDASI TIANG BOR PADA PROYEK JEMBATAN EAST CONNECTION TAXIWAY TAHAP 1 BANDAR UDARA INTERNASIONAL SOEKARNO-HATTA

Imam Nugroho¹, Erna Savitri²

^{1,2}Fakultas Teknik, Prodi Teknik Sipil, Universitas Pancasila
Imamnug24@gmail.com

ABSTRACT

Based on the planning contractor PT. Hutama Karya that the distance between the foundation pillars is not in accordance with the theory of the requirements for pile distance of 2.5D to 3D. Based on this, the purpose of this paper is to review the planned distance between poles of 3.75D on existing conditions and distance of 2.75D on alternative conditions and compare the bearing capacity of the pole group of the two conditions. In analyzing the carrying capacity planning of this foundation using two different methods, namely the Meyerhoff method and the Reese O'Neill method. The analysis was carried out by calculating the drill pole bearing capacity using the SPT test results data at point DB-03. Judging from the pile cap used in the existing condition, it was modified from 62.4 m × 11.4 m × 3.00 m to 62.4 m × 6.9 m × 3.00 m. From the results of the analysis, it is obtained that the ultimate carrying capacity of the existing drill pile group and alternative methods using the Meyerhoff method has the same results which is equal to 47,462,012 tons. Based on these results it can be concluded that the distance between existing pile is less efficient than the distance between alternative pile because it is equally safe when the distance between poles is changed according to the existing requirements of 2.5D.

Key Word: *N-SPT, Mayerhoff Method, Reese O'Neill, Carrying Capacity Bored Pile*

ABSTRAK

Berdasarkan perencanaan kontraktor PT. Hutama Karya bahwa jarak antar tiang pondasi tidak sesuai dengan teori persyaratan jarak antar tiang sebesar 2,5D sampai 3D. Berdasarkan hal tersebut, tujuan dari penulisan ini adalah untuk meninjau jarak antar tiang yang direncanakan sebesar 3,75D pada kondisi eksisting dan jarak 2,75D pada kondisi alternatif serta membandingkan daya dukung kelompok tiang dari dua kondisi tersebut. Dalam menganalisis perencanaan daya dukung pondasi ini menggunakan dua metode yang berbeda yaitu metode Meyerhoff dan metode Reese O'Neill. Analisis dilakukan dengan menghitung daya dukung tiang bor menggunakan data hasil uji SPT pada titik DB-03. Dilihat dari pile cap yang digunakan dalam kondisi eksisting, dimodifikasi dari 62,4 m × 11,4 m × 3,00 m menjadi 62,4 m × 8,4 m × 3,00 m. Dari hasil analisis didapat besar daya dukung ultimate kelompok tiang bor kondisi eksisting dan alternatif dengan menggunakan metode Meyerhoff memiliki hasil yang sama yaitu sebesar 47.462,012 Ton, dalam metode Reese O'Neill juga memiliki hasil yang sama yaitu sebesar 56.091,85 Ton. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa jarak antar tiang eksisting kurang efisien dibandingkan jarak antar tiang alternatif karena sama-sama aman ketika jarak antar tiang dirubah sesuai persyaratan yang ada yaitu 2,5D.

Kata kunci: Nilai N-SPT, metode Meyerhoff, metode Reese O'Neill, daya dukung pondasi, pile cap

PENDAHULUAN

Dari tahun ke tahun terjadi pertumbuhan jumlah penerbangan pada Bandar udara Soekarno-Hatta yang menyebabkan semakin sempitnya lahan parkir di apron akibat jumlah pesawat parkir yang meningkat dan juga menyebabkan antrian pesawat untuk lepas landas maupun mendarat pada Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta. Hal seperti ini perlu secepatnya di tanggulangi agar tidak merugikan pihak manapun, baik maskapai penerbangan maupun PT. Angkasa Pura selaku pengelola Bandar Udara.

PT. Angkasa Pura II (Persero) selaku pengelola Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta melakukan pembangunan taxiway penghubung antara Runway 1 dengan Runway 2 guna mengantisipasi kepadatan yang terjadi pada salah satu Runway dan apron akibat peningkatan jumlah pesawat.

Adapun ketidaksesuaian yang terdapat pada perencanaan struktur pondasi bahwa jarak antar tiang eksisting tidak sesuai dengan teori persyaratan jarak antar tiang sebesar $2,5D$ sampai $3D$. Berangkat dari hal tersebut penulis bermaksud untuk meninjau jarak antar tiang yang direncanakan sebesar $3,75D$ pada kondisi eksisting dan jarak $2,75D$ pada kondisi alternatif serta membandingkan daya dukung kelompok tiang dari dua kondisi tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan daya dukung kelompok tiang bor berdasarkan jarak antar tiang eksisting dan alternatif, memperoleh perbandingan daya dukung pondasi bored pile dengan kondisi eksisting dan kondisi alternatif sebagai analisa penulis. (metode Meyerhoff dan metode Reese dan O'Neill), mendapatkan perbandingan efisiensi dari dimensi pile cap yang digunakan untuk bored pile dengan jarak antar tiang eksisting dan alternatif.

METODE

Perhitungan daya dukung pondasi tiang dalam dapat menggunakan beberapa metode perhitungan, dua macam metode perhitungan di jabarkan seperti berikut ini :

a. Metode Meyerhoff (1956)

$$Q_{ult} = 40 \times N_b \times A_b + \frac{1}{50} \times \bar{N}_{spt} \times A_s$$

Dimana :

Q_{ult} = kapasitas ultimit tiang (ton)

N_b = nilai N_{spt} rata-rata sekitar $8D$ diatas ujung tiang dan $4D$ dibawah ujung tiang

N_{spt} = Nilai N rata-rata uji SPT, di sepanjang tiang

A_s = luas selimut tiang (m^2)

A_b = luas dasar tiang (m^2)

b. Metode Reese dan O'Neill

Rumus daya dukung tiang menggunakan metode ini adalah sebagai berikut :

a.) Daya dukung selimut tiang

$$Q_s = \sum (f_s \times A_s)$$

$$F_s = \alpha \times S_u$$

dimana nilai S_u didapat dengan rumus :

$$S_u = 0,0625 \times N_{spt} \text{ (tsf)}$$

dimana :

$$A_s = \text{Keliling tiang} \times \text{Panjang tiang (m2)}$$

N_{spt} = N_{spt} rata-rata disepanjang tiang
 D = Diameter tiang (m)
 α = Faktor koreksi dari hasil harga S_u

Tabel 1. Faktor Adhesi Untuk Tiang Bor pada Tanah Mengandung Lempung

Adhesion Factor	Undrained Shear Strength = S_u (tsf)
0,55	<2
0,49	2,0 – 3,0
0,42	3,0 – 4,0
0,38	4,0 – 5,0
0,35	5,0 – 6,0
0,33	6,0 – 7,0
0,32	7,0 – 8,0
0,31	8,0 – 9,0
Treat as Rock	>9,0

b.) Daya dukung ujung tiang (Q_p)

$Q_p = q_p \times A_p$
 $q_p = 0,6 \times N_{spt}$ (tsf) $\Rightarrow$ Untuk $N_{spt} \leq 75$
 $q_p = 45 \times N_{spt}$ (tsf) $\Rightarrow$ Untuk $N_{spt} \geq 75$
 Dimana,
 A_p = Luas permukaan ujung tiang
 N_{spt} = N_{spt} rata-rata
 D = Diameter tiang

Setelah melakukan perhitungan daya dukung tiang tunggal maka selanjutnya adalah mencari daya dukung kelompok tiang guna mengetahui jumlah tiang, serta kemampuan tiang dalam kelompoknya untuk memikul beban yang ada.

a. Penentuan Jumlah Tiang yang Dibutuhkan

Jumlah tiang pondasi yang dibutuhkan dapat dicari menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$n = \frac{P_v}{Q_{ult}}$$

Dimana :

N = Jumlah Tiang yang Dibutuhkan
 P_v = Total Beban Vertikal Struktur
 Q_{ult} = Daya Dukung Tiang Tunggal

b. Penentuan jarak Antar Tiang

Jarak optimal antar tiang pancang biasanya bernilai :

$$2,5D \geq S \geq 3D$$

Dimana :

S = Jarak antar tiang pancang

D = Diameter tiang pancang

Apabila jarak minimum antara tiang pancang lebih kecil dari 2,5D, maka dapat terjadi kemungkinan tanah di sekitar kelompok tiang pancang akan naik terlalu berlebihan karena terdesak oleh tiang-tiang yang dipancang terlalu berdekatan.

c. Penentuan Efisiensi Kelompok Tiang

berdasarkan rumus Converse - Labbarre dari Uniform Building Code AASHTO adalah :

$$E_G = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \times m \times n}$$

Dimana :

EG= Efisiensi Kelompok Tiang

θ = Arc tan (D/s) (derajat)

D = Ukuran penampang tiang

s = Jarak antar tiang (as ke as)

m = Jumlah tiang dalam satu kolom

n = Jumlah tiang dalam satu baris

d. Daya dukung kelompok tiang perlu di hitung agar pondasi yang kita rencanakan aman. Daya dukung kelompok tiang harus lebih besar dari beban aksial yang terjadi pada struktur. Penentuan daya dukung kelompok tiang dapat dicari menggunakan rumus berikut :

$$QUG = E_g \times n \times Q_{ult}$$

Dimana :

QUG = Daya dukung kelompok tiang

EG = Efisiensi kelompok tiang

n = Jumlah tiang yang digunakan

Qult = Daya dukung tiang tunggal

Proyek pembangunan Jembatan East Connection Taxiway Tahap 1 berada di Jalan Raya Utama Bandar Udara Internasional Soekarno – Hatta wilayah Cengkareng, Kabupaten Tangerang. Posisi proyek ini melintang pada Jalan Raya Utama Bandar Udara Internasional Soekarno – Hatta. Pondasi bored pile memiliki spesifikasi seperti berikut:

Jenis Tiang : Tiang Bor

Mutu Beton Tiang Bor : K-350

Dimensi Tiang Bor : Eksisting (Ø1,20 m) dan Alternatif (Ø1,2 m)

Jarak Antar Tiang : Eksisting 4,5 meter dan Alternatif 3 meter

Kedalam Tiang Bor : 37 meter

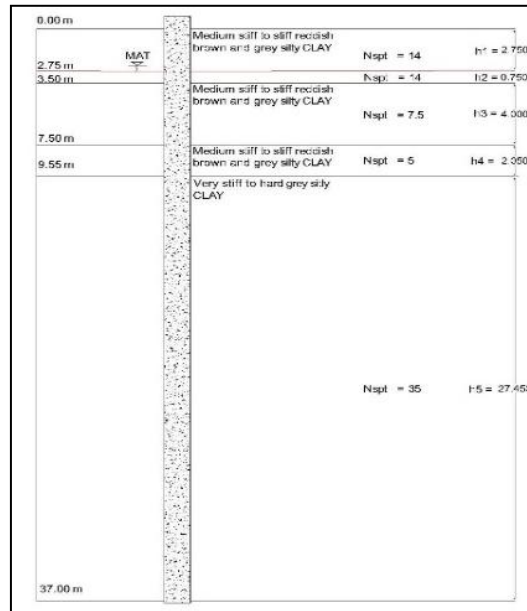
Dimensi pile cap : Eksisting (62,4 m × 11,4 m × 3 m).

Besaran beban yang telah diakumulasi oleh perencana, baik beban struktur maupun beban pesawat rencana terbesar untuk satu pier tersebut adalah beban vertikal sebesar 112.596,069 kN atau 11484.799 Ton.

Data pengujian tanah didapat dari pengujian lapangan dan juga pengujian laboratorium. Berikut ini merupakan data hasil pengujian tanah Standart Penetration Test (SPT) pada titik uji DB-03.



Gambar 1. Titik Uji SPT



Gambar 2. Visualisasi Data Lapisan Tanah



Gambar 3. Casing Tiang Eksisting Ø1,20 m

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang sudah ada, seperti data tanah dan data teknis perencanaan maka selanjutnya dapat dihitung daya dukung tiang tunggal pondasi bored pile serta daya dukung kelompok tiang pondasi bored pile. dari perhitungan tersebut dapat dianalisa kelayakan dari

kondisi eksisting maupun alternatif dan perbandingan hasil daya dukung pondasi tiang bor metode Meyerhoff maupun metode Reese O'Neill.

Tabel 2. Rekap Analisa Perhitungan

NO	DESKRIPSI	METODE MEYERHOFF		METODE REESE O'NEILL	
		Eksisting	Alternatif	Eksisting	Alternatif
1	PERHITUNGAN TIANG TUNGGAL				
1.1	Diameter Tiang	1,2 m	1,2 m	1,2 m	1,2 m
1.2	Panjang	37 m	37 m	37 m	37 m
1.3	Daya dukung ultimate	1.282,024 Ton	1.282,024 Ton	1.464,233 Ton	1.464,233 Ton
2	PERHITUNGAN KELOMPOK TIANG				
2.1	Beban Vertikal (BV)	11.484.799 Ton	11.484.799 Ton	11.484.799 Ton	11.484.799 Ton
2.2	Jumlah Tiang (n)	63	63	63	63
2.3	Jarak antar tiang (s)	4,5 m	3 m	4,5 m	3 m
2.4	Panjang <i>Pile cap</i>	62,4 m	62,4 m	62,4 m	62,4 m
2.5	Lebar <i>Pile cap</i>	11,4 m	3,0 m	11,4 m	3,0 m
2.6	Tebal <i>Pile cap</i>	3,0 m	3,0 m	3,0 m	3,0 m
2.7	Beban <i>Pile cap</i>	5.121,792 Ton	3.773,952 Ton	5.121,792 Ton	3.773,952 Ton
2.8	Beban vertikal total (Q)	16.606,591 Ton	15.258,751 Ton	16.606,591 Ton	15.258,751 Ton
2.5	Efisiensi kelompok tiang (syarat < 1)	0,608	0,608	0,608	0,608
2.6	Daya dukung kelompok tiang (syarat < BV)	47.462,012 Ton (aman)	47.462,012 Ton (aman)	56.091,85 Ton (aman)	56.091,85 Ton (aman)

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan untuk jarak antar tiang eksisting dengan jarak antar tiang alternatif, maka didapat analisa sebagai berikut :

1. Untuk jarak antar tiang eksisting daya dukung ultimate tiang tunggal (Qult) metode Reese O'Neill sebesar 1.464,233 Ton, daya dukung ultimate untuk tiang tunggal (Qult) alternatif sebesar 1.464,233 Ton. 1. Untuk jarak antar tiang eksisting daya dukung ultimate tiang tunggal (Qult) metode Meyerhoff sebesar 1.282,065 Ton, daya dukung ultimate untuk tiang tunggal (Qult) alternatif sebesar 1.282,065 Ton.
2. Besaran beban yang diterima untuk satu tiang pada kondisi eksisting sebesar 263,598 Ton dimana nilai tersebut lebih kecil dari daya dukung tiang yang sebesar 1.464,855 Ton, dengan demikian dapat di katakan bahwa tiang aman untuk digunakan. Sedangkan Besaran beban yang diterima untuk satu tiang pada kondisi alternatif sebesar 263,596 Ton dimana nilai tersebut lebih kecil dari Daya dukung tiang tunggal yang sebesar 1.464,855 Ton, dengan demikian dapat di katakan bahwa tiang juga aman untuk digunakan.
3. Daya dukung ultimate kelompok tiang bor (Qug) metode Meyerhoff untuk tiang eksisting sebesar 47.462,012 Ton dan daya dukung ultitimate kelompok tiang bor (Qug) untuk kondisi alternatif sebesar 47.462,012 Ton. 3. Daya dukung ultimate kelompok tiang bor (Qug) metode Reese O'Neill untuk tiang eksisting sebesar 56.091,85 Ton, daya dukung ultimate kelompok tiang bor (Qug) metode Reese O'Neill untuk tiang alternatif sebesar 56.091,85 Ton.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa perbedaan daya dukung ultimate tiang tunggal dari kedua metode tersebut tidak terlalu jauh. Nilai daya dukung tiang tunggal untuk metode Meyerhoff sangat dipengaruhi oleh besarnya nilai N_{spt} rata-rata pada jarak 8D diatas ujung tiang dan 4D dibawah ujung tiang yang memungkinkan hasil yang didapat lebih akurat, Sedangkan pada metode Reese O'Neill hanya menggunakan nilai N_{spt} pada ujung tiang. Berdasarkan hasil analisa daya dukung kelompok tiang dapat disimpulkan bahwa jarak antar tiang yang digunakan pada kondisi eksisting terlalu jauh dan cenderung tidak efisien, saat jarak antar tiang dirubah sesuai teori yaitu menjadi 2,5D di dapatkan hasil yang sama-sama aman untuk digunakan. Ditinjau dari jarak tiang yang digunakan, tiang eksisting yang memiliki jumlah tiang 63 buah, dan ukuran pile cap $62,4 \text{ m} \times 11,4 \text{ m} \times 3,00 \text{ m}$ dinilai lebih boros dan kurang efektif jika dibandingkan dengan kondisi alternatif dengan ukuran pile cap $62,4 \text{ m} \times 8,4 \text{ m} \times 3,00 \text{ m}$.

UCAPAN TERIMA KASIH (*optional*)

Terimakasih kepada PT. Utama Karya (Persero) khususnya tim proyek jembatan East Connection Taxiway Tahap 1 Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta. yang sudah memfasilitasi penulis untuk mengambil data pengujian tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo Harry Christady. (2017). Mekanika Tanah II (Edisi Ke-7). Yogyakarta. Fakultas Teknik Gadjah Mada.
- Pamungkas, Anugrah, Erny Harianti. (2013). Desain Pondasi Tahan Gempa. Yogyakarta. Andi Yogyakarta.
- Hardiyatmo Harry Christady. (2008). Teknik Fondasi 2 (Edisi ke-4). Yogyakarta. Fakultas Teknik Gadjah Mada.
- Ir. Agus Iqbal Manu DIPL, HEng., MIHT. 1988. Pengantar dan Prinsip–Prinsip Perencanaan Bangunan bawah / Pondasi Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum
- Bowles, J. E. (2005). Analisis dan Desain Pondasi 2. Erlangga, Jakarta