

**PERBANDINGAN DESAIN ALTERNATIF PONDASI DALAM PADA
PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN FLY OVER
SIMPANG AIR HITAM
KOTA SAMARINDA**

Taufan Hary Saputra ¹⁾

Dr. Ir. H. Habir, MT. ²⁾

Achmad Munajir, ST.,MT. ³⁾

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

ABSTRAK

Pondasi adalah bagian dari konstruksi bangunan yang berfungsi meletakkan bangunan dan meneruskan beban bangunan atas (upper structure/super structure) ke dasar tanah yang cukup kuat mendukungnya (Gunawan, 1983). Fungsi pondasi yaitu sebagai kaki bangunan atau alas bangunan, sebagai penahan bangunan dan meneruskan beban dari atas ke dasar tanah yang cukup kuat, sebagai penjaga agar kedudukan bangunan tetap stabil (tetap).

Pondasi yang dijadikan alternatif adalah pondasi dalam, yaitu pondasi tiang pancang beton spun pile dan pondasi bored pile. Metode perhitungan untuk menganalisis daya dukung pondasi tiang pancang beton spun pile menggunakan metode meyerhoff dan o'neil & reese sedangkan untuk pondasi bored pile menggunakan metode meyerhoff dan schertmann, namun perlu dipertimbangkan metode mana yang lebih memenuhi, untuk itu perlu dilakukan analisis daya dukung dari beberapa metode berdasarkan data geoteknik dengan menggunakan data sondir dan data N-SPT sehingga didapatkan hasil yang lebih realistik.

Berdasarkan data sondir 1 diperoleh hasil tiang pancang spun pile metode meyerhoff $Q_u = 958,575$ KN sementara $SPT = 444,608$ KN. Untuk pondasi bored pile metode meyerhoff $Q_u = 3189,66$ KN sementara $SPT = 5359,51$ KN. Berdasarkan analisa biaya didapat pondasi tiang pancang beton spun pile memerlukan anggaran sebesar Rp.1.384.737.203,80 sedangkan pondasi bored pile sebesar Rp. 1.096.925.395,54. Apabila pondasi ditinjau dari segi biaya maka pondasi jenis,bored pile lebih ekonomis bila digunakan.

Kata kunci : Bored Pile, Spun Pile, Kapasitas dukung, N-SPT, Sondir

- 1) Karya Siswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- 2) Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- 3) Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pondasi adalah bagian dari konstruksi bangunan yang berfungsi meletakkan bangunan dan meneruskan beban bangunan atas (*upper structure/super structure*) ke dasar tanah yang cukup kuat mendukungnya (Gunawan, 1983). Fungsi pondasi yaitu sebagai kaki bangunan atau alas bangunan, sebagai penahan bangunan dan meneruskan beban dari atas ke dasar tanah yang cukup kuat, sebagai penjaga agar kedudukan bangunan tetap stabil (tetap). Secara umum jenis-jenis struktur bawah (pondasi) dibagi menjadi 2 bagian, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Yang termasuk pondasi dangkal yaitu pondasi telapak, pondasi memanjang, pondasi rakit. Sedangkan pondasi dalam yaitu pondasi sumuran dan pondasi tiang.

Pondasi ini sangat diperlukan dalam suatu konstruksi dikarenakan mempunyai peranan penting sebagai penahan atau penopang beban bangunan yang berada di atasnya dan berguna untuk meneruskan beban beratnya sendiri kedalam tanah atau bebatuan yang terletak dibawahnya.

Pemilihan bentuk dan jenis pondasi bergantung pada beban yang harus didukung, kondisi tanah dasar, faktor lingkungan dan biaya. Perencanaan yang baik tidak hanya merencanakan dari segi teknis tetapi banyak faktor yang diperlukan dan ditinjau kembali agar perencanaan jenis pondasi yang akan digunakan tersebut dapat direncanakan secara optimal dan efisien. Sehingga pemilihan desain, durasi pekerjaan, biaya serta metode pelaksanaan yang dikeluarkan untuk pekerjaan tersebut menjadi sangat penting diperhatikan guna mendapatkan perencanaan yang baik optimal dan efisien. Laporan ini akan membahas perbandingan penggunaan pondasi tiang pancang *spun pile* dan pondasi *bored pile* dengan perbandingan desain teknis, biaya pekerjaan, metode pelaksanaan serta durasi waktu.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbandingan desain teknis pondasi *bored pile* dan pondasi tiang pancang beton (*Spun Pile*) ?

2. Bagaimana perbandingan antara biaya konstruksi pondasi *bored pile* dengan pondasi tiang pancang beton (*Spun pile*) ?
3. Jenis pondasi manakah yang paling ekonomis dan efisien untuk konstruksi pekerjaan Pondasi Jembatan Fly Over Simpang Air Hitam Kota Samarinda ?

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui bagaimana merencanakan pondasi *bored pile* dan pondasi tiang pancang beton (*spun pile*) pada pondasi Jembatan Fly Over.
2. Membandingkan alternatif pondasi dalam yang ekonomis dan efisien.

Manfaat Penelitian

1. Penulis ingin mengetahui dan menganalisa kapasitas daya dukung dan beban yang bekerja pada struktur pondasi dalam.
2. Memberikan pemahaman mengenai kapasitas daya dukung pondasi *bored pile* serta alternatif lainnya dalam mendesain suatu pondasi dalam tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Pembebanan Jembatan

Standar peraturan yang digunakan dalam menganalisa pembebanan jembatan adalah “Peraturan pembebanan pada jembatan menggunakan Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan” (PPTJ) 1992 dan “Standar Pembebanan Untuk Jembatan RSNI T-02-2005” yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum.

Kapasitas Dukung Tiang

Kapasitas dukung tiang adalah kemampuan atau kapasitas tiang dalam mendukung beban. Dalam beberapa literature digunakan istilah *pile capacity* atau *pile carrying capacity*. Untuk perhitungan kapasitas dukung tiang dapat berdasarkan hasil pengujian lapangan yaitu dari data sondir (*cone penetration test*) dan dari data boring (*standart penetration test*).

Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Bor

Besarnya kapasitas dukung fondasi tiang bor pada tanah tergantung pada kapasitas dukung ujung dan kapasitas gesekan antara struktur fondasi dengan 47 lapisan tanah. Kemampuan geser tanah dipengaruhi oleh panjang tiang sehingga kemampuan geser tanah semakin tinggi dengan bertambahnya kedalaman tiang di dalam tanah. Kapasitas dukung tiang merupakan besarnya beban yang dipikul oleh fondasi. Analisis kapasitas dukung pada tiang bor dilakukan dengan terlebih dahulu mengetahui data tanah. Dimensi tiang dan *pile cap*, jarak antar tiang, kedalaman fondasi dan data pendukung seperti mutu beton.

Kapasitas dukung fondasi tiang dapat dibedakan menjadi kapasitas dukung tiang tunggal dan kapasitas dukung kelompok tiang.

Kapasitas Dukung Tiang Tunggal

Kapasitas dukung tiang tunggal terdiri dari kapasitas dukung ujung tiang bor (Q_b) dan daya dukung selimut tiang (Q_s). Penentuan kapasitas dukung tiang dapat dilakukan dengan metode statis.

a) Berdasarkan Data Laboratorium

Kapasitas dukung pada tanah kohesif (lempung, lempung berlanau, lempung berpasir atau berkerikil yang sebagian besar butiran tanahnya terdiri dari butiran halus) (Hary C. H) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

1) Kapasitas Dukung Ujung Tiang

Tanah Pekerjaan pengeboran tanah pada pemasangan tiang menyebabkan perubahan kuat geser tanah lempung. Selain itu, pengecoran beton juga menambah kadar air lempung sehingga mengurangi kuat geser lempung.

Tahanan ujung tiang bor (Q_b) dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$Q_b = \mu \cdot A_b \cdot N_c \cdot C_b \quad (3.6)$$

Q_b = Tahanan ujung ultimit (ton)

μ = Faktor koreksi, $\mu = 0,8$ untuk $d < 1$ m, dan $\mu = 0,75$ untuk $d > 1$ m

A_b = Luas penampang ujung bawah tiang (m^2)

C_b = Kohesi tanah di bawah ujung tiang pada kondisi (*undrained*)

N_c = Faktor kapasitas dukung ($N_c = 9$)

2) Kapasitas Dukung Selimut Tiang

Untuk menghitung Tahanan gesek dinding tiang bor, (*Skempton 1966*) menyarankan faktor adhesi 0,45 sehingga persamaan tahanan gesek dinding tiang bor, menjadi :

$$Q_s = 0,45 \cdot C_u \cdot A_s \quad (3.7)$$

Dengan :

Q_s = Tahanan gesek dinding ultimit (ton)

C_u = Kohesi rata-rata tanah pada kondisi tak terdrainase disepanjang tiang (ton/m^2)

A_s = Luas selimut tiang (m^2)

3) Kapasitas Dukung Ultimit Tiang

Kapasitas ultimit tiang bor dinyatakan dalam persamaan :

$$Q_u = Q_b + Q_s \quad (3.8)$$

Dengan :

Q_u = Kapasitas ultimit tiang bor (ton)

Q_b = Tahanan ujung ultimit (ton)

Q_s = Tahanan gesek dinding ultimit (ton)

4) Kapasitas Ijin Tiang Tiang

Kapasitas ijin tiang bor, diperoleh dari jumlah tahanan ujung dan tahanan gesek dinding yang dibagi dengan faktor aman tertentu.

1) Untuk dasar tiang yang dibesarkan dengan diameter $d < 2$ m

$$Q_a = \frac{Q_u}{2,5} \quad (3.9)$$

2) Untuk tiang tanpa pembesaran dibagiang bawahnya

$$Q_a = \frac{Q_u}{2} \quad (4.0)$$

b) Berdasarkan Data Lapangan (Uji N-SPT)

1) Kapasitas Dukung Ujung Tiang Bor

$$Q_b = A_b \cdot q_d \quad (4.1)$$

Dengan :

Q_b = Kapasitas dukung ujung (ton)

A_b = Luas penampang tiang (m^2)

q_d = Unit tahanan Ujung (ton/m^2)

2) Kapasitas Dukung Selimut Tiang

$$Q_s = p \cdot \sum L_i \cdot f_i \quad (4.2)$$

Dengan :

p = Keliling tiang (m)

L_i = Tebal lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang.

F_i = Besar gaya geser maksimum dari lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (ton/m^2).

3) Kapasitas Dukung Ultimit Tiang

$$Q_u = q_d \cdot A + p \sum L_i \cdot f_i \quad (4.3)$$

Dengan :

Q_u = Daya dukung batas pada tanah pondasi (ton)

q_d = Unit tahanan Ujung (ton/m^2)

A = Luas ujung tiang (m^2)

4) Kapasitas Dukung Ijin Tiang

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \quad (4.4)$$

Dengan : F = Faktor aman

Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

a) Jumlah Tiang

Penentuan jumlah tiang didasarkan pada beban tetap yang bekerja pada fondasi dan kapasitas dukung ijin.

$$n = \frac{P}{Q_a} \quad (4.5)$$

n = Jumlah tiang

P = Beban total (ton)

Q_a = Kapasitas dukung ijin tiang (ton)

b) Efisiensi Kelompok Tiang

Efisiensi kelompok tiang (reduksi/ penyusutan kapasitas kelompok tiang) dihitung dengan rumus : (Sumber : H.C. Hardiyatmo, 2001)

Formula Converse – Labarre.

$$Eg = 1 - \theta \frac{(m - 1) n' + (n - 1) m}{90 m \cdot n'} \quad (4.6)$$

Eg = Efisiensi kelompok tiang

m = Jumlah baris tiang

n' = Jumlah tiang dalam satu baris

θ = arc tg d/s (derajat)

s = Jarak antar pusat tiang (m)

d = Diameter tiang (m)

Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Bor

Berdasarkan kapasitas daya dukungnya dibedakan oleh daya dukung ujung dan daya dukung geser dan apabila keduanya digabungkan akan didapat:

$$Q_{ult} = Q_c + Q_s \quad (5.1)$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} \quad (5.2)$$

Q_{ult} = kapasitas daya dukung tiang pancang maksimum (kN)

Q_c = kapasitas daya dukung ujung (kN)

Q_s = kapasitas daya dukung friksi yang didapat dari gaya geser antara tiang pancang dengan tanahnya (kN)

Q_{all} = kapasitas daya dukung tiang pancang ijin (kN)

SF = faktor keamanan

Metode Perhitungan Daya Dukung Berdasarkan Hasil Sondir

a. Metode Meyerhof

Kapasitas daya dukung

$$Q_{all} = \frac{q_c \cdot A + JHP \cdot K}{SF1 \cdot SF2} \quad (5.3)$$

Dimana:

Q_{all} = beban yang mampu dipikul tiang pancang (kN)

A = luas penampang tiang (cm^2)
 q_c = nilai konus dari sondir (kN/cm^2)
 k = keliling tiang (cm)
 JHP = jumlah hambatan lekat (kN/cm)
 $SF1$ = faktor keamanan = 3
 $SF2$ = faktor keamanan = 5

b. Metode Schmertmann (1975)

$$Q_p = q_c + A_{\text{ujung tiang}} \quad (5.4)$$

$$Q_c = \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2} A_{\text{tiang}} \quad (5.5)$$

Dimana:

Q_p = total daya dukung tahanan ujung (kN)

q_{c1} = nilai konus rata-rata mulai dari ujung tiang sampai 4 x diameter tiang kebawah

q_{c2} = nilai konus rata-rata mulai dari ujung tiang sampai 8 x diameter tiang keatas

Perhitungan daya dukung selimut tiang pancang:

$$Q_s = \sum \{C_{li} \cdot (P \cdot l_i)\} \quad (5.6)$$

Dimana:

Q_s = total daya dukung tahanan selimut tiang (kN)

C_{li} = jumlah cleef/gesekan (kN/m^2)

P = permeter/keliling tiang (cm)

l_i = panjang per segman (cm)

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi Jembatan Fly Over yang akan dijadikan penelitian adalah di persimpangan air hitam Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur.

Teknik Pengumpulan Data

Dalam memperoleh data primer dilakukan dengan uji lapangan dan laboratorium oleh Laboratorium Mekanika Tanah Poltek Samarinda yang merupakan hasil laporan survey lapangan PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk. Sedangkan dalam memperoleh data sekunder dilakukan dengan mengolah data primer. Adapun data-data tersebut meliputi :

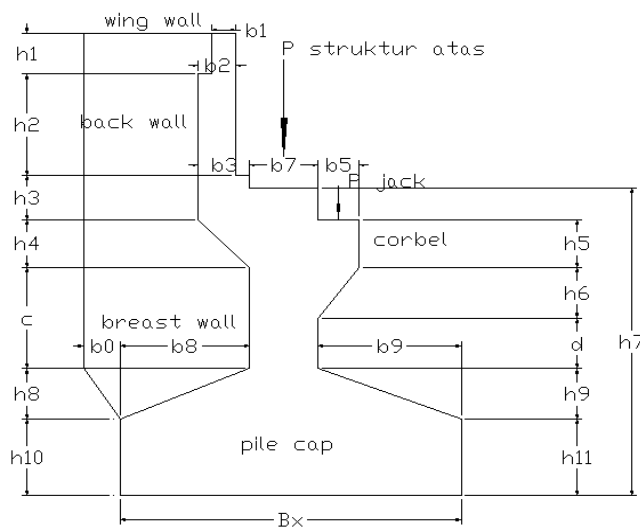
- a) Data Primer
 - Data Sondir
 - Data Boring
- b) Data Sekunder
 - Gambar Perencanaan
 - Foto Dokumentasi
 - Studi Literature

Teknik Analisis Data

Setelah data-data yang dibutuhkan sudah diperoleh, kemudian proses analisa data tersebut. Adapun cara - cara Analisa data tersebut sebagai berikut :

1. Analisa Teknis Struktur Pembebanan
2. Analisa Struktur Pondasi
3. Analisa Biaya Konstruksi Pondasi

ANALISA DAN PEMBAHASAN



Tabel 4.2 Uraian dimensi struktur bawah

NOTASI	(m)	NOTASI	(m)
h ₁	0,35	b ₀	0,53
h ₂	1,90	b ₁	0,35
h ₃	0,70	b ₂	0,55
h ₄	0,75	b ₃	0,75
h ₅	0,75	b ₅	0,60
h ₆	0,60	b ₇	1,00
b ₇	1,00	d	1,60
c	2,20	h ₇	4,85
h ₁₀	1,20	Bx	4,40
h ₁₁	1,20	H	7,30
h ₈	0,20	b ₈	1,60
h ₉	0,20	b ₉	1,60
		By	10,00

Data tanah dasar pile cap :

- a. Berat volume (w_s) = 18,00 kN/m³
 - b. Sudut gesek tanah (ϕ) = 30°
 - c. Kohesi tanah (c) = 678 Kpa
- a) Berat sendiri

Berat sendiri struktur atas :

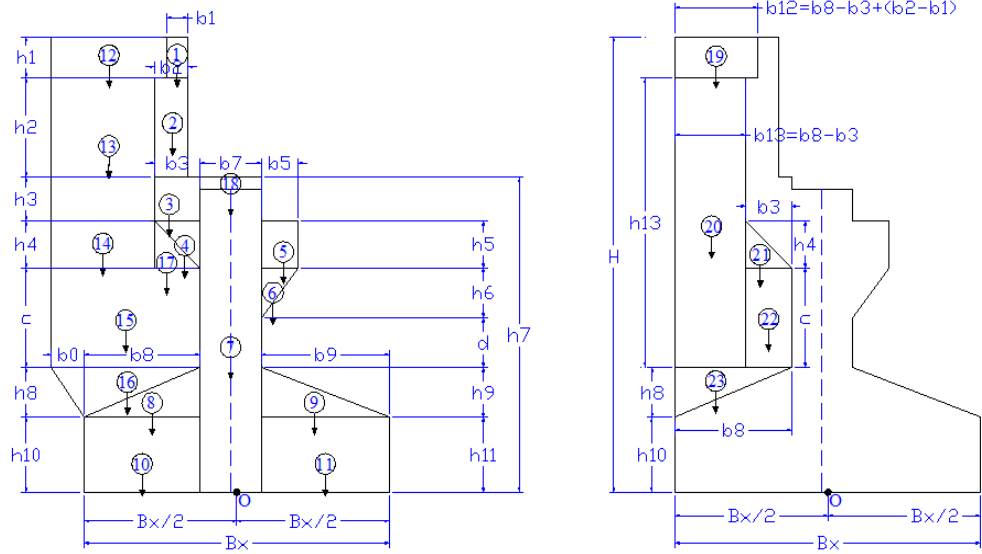
Tabel 4.3 Spesifikasi berat struktur atas

Beban	Parameter Volume				Berat kN	Satuan	Berat (kN)
	b (m)	t (m)	L (m)	n			
Slab	9,00	0,20	40,00	1	25,00	kN/m ³	1350,00
Deck slab	1,16	0,07	40,00	4	25,00	kN/m ³	243,60
Trotoar	1,00	0,20	40,00	2	24,00	kN/m ³	288,00
Girder			40,00	5	21,10	kN/m ³	3165,00
Diafragma			1,60	4	3,88	kN/m ³	59,27
Analisa Total berat sendiri struktur atas,						W _{MS} =	5105,87

Sumber : Penulis, 2018

Jadi beban 1 abutment akibat berat sendiri struktur atas yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Beban akibat struktur atas (P}_{MS1}) &= \text{Total Beban (Wms)} / 2 \\
 &= 5105.87 / 2 \\
 &= 2552.93 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.3 Parameter berat sendiri abutment

Tabel 4.4 Parameter berat abutment

No	Parameter Berat Bagian				Berat (kN)	Lengan (m)	Momen (kNm)
	b	h	Shape	Direct			
	ABUTMENT						
1	0,75	0,53	1	-1	298,13	1,285	-383,091
2	0,25	0,92	1	-1	172,50	1,035	-178,538
3	1,00	0,43	1	-1	322,50	1,210	-390,225
4	1,00	0,70	0,5	-1	262,50	1,043	-273,875
5	0,85	0,70	1	1	446,25	0,825	368,156
6	0,85	0,85	0,5	1	270,94	0,683	185,141
7	1,22	4,85	1	-1	4437,75	-0,010	44,377
8	1,60	0,20	0,5	-1	120,00	1,133	-136,000
9	1,80	0,20	0,5	1	135,00	1,000	135,000
10	1,60	1,20	1	-1	1440,00	1,400	-2016,000
11	1,80	1,20	1	1	1620,00	1,300	2106,000
	WING WALL						
12	1,58	0,53	1	-1	20,94	2,450	-51,29
13	1,32	1,35	1	-1	44,55	2,370	-105,58
14	1,32	0,70	1	-1	23,10	2,370	-54,75
15	2,13	2,20	1	-1	117,15	1,775	-207,94
16	2,13	0,20	0,5	-1	5,33	2,130	-11,34
17	1,00	0,20	0,5	-1	2,50	1,377	-3,441
18			0,2	-1	10,00	0,000	000

	TANAH						
19	0,10	0,53	1	-1	9,76	1,710	-16,697
20	0,60	4,25	1	-1	469,79	2,010	-944,271
21	1,00	0,70	0,5	-1	64,48	1,377	-88,768
22	1,00	2,20	1	-1	405,31	1,210	-490,420
23	1,60	0,20	0,5	-1	29,48	1,777	-52,370
					$P_{MS} = 10727,94$	$M_{MS} =$	-
							2565,927

Sumber : Hasil Analisa, 2018

Jadi beban total akibat berat sendiri struktur (P_{MS}) adalah :

$$\begin{aligned}
 P_{MS} &= P_{MS1} + P_{MS2} \\
 &= 2552,93 + 10727,94 \\
 &= 13280,87 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Momen total akibat berat sendiri struktur (M_{MS}) adalah :

$$\begin{aligned}
 M_{MS} &= M_{MS1} + M_{MS2} \\
 &= 25.529 + (-2565.93) \\
 &= -2537.40 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Pondasi

Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Pondasi *Bored Pile*

Metode Schertmann and Nottingham

Diameter Pondasi Bored Pile 80 cm

Data Sondir yang dipakai untuk perhitungan kuat dukung adalah titik S-01

Tahanan ujung tiang persatuan luas (f_b) = nilai rata - rata q_c sepanjang $8d$ diatas dasar tiang dan $4d$ dibawah tiang

Tahanan Ujung persatuan luas (f_b)

$$Q_u = A_b \cdot f_b + A_s \cdot f_s$$

$$Q_u = A_b \cdot \omega \cdot q_{ca} + A_s \cdot K_f \cdot q_f$$

$$q_{c1} = \frac{60 + 55 + 50 + 45 + 47 + 48 + 50 + 50 + 50 + 50 + 50 + 50}{13}$$

$$q_{c1} = 50,38 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{c2} = \frac{53 + 57 + 60 + 65 + 80 + 115 + 140 + 220}{8}$$

$$q_{c2} = 98,75 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{ca} = \frac{1}{2} \times q_{c1} + q_{c2}$$

$$q_{ca} = \frac{1}{2} \times 50,38 + 98,75$$

$$q_{ca} = 74,57 \text{ kg/cm}^2 = 7457 \text{ kN/m}^2$$

$$f_b = \omega q_{ca} \leq 150 \text{ kg/cm}^2 \text{ (15000 kN/m}^2\text{)}$$

asumsi pasir terkonsolidasi normal (OCR = 1), nilai faktor $\omega = 1$

$$f_b = \omega q_{ca} \leq 150 \text{ kg/cm}^2 \text{ (15000 kN/m}^2\text{)}$$

$$f_b = 1 \times 74,57 \text{ kg/cm}^2 = 74,57 \text{ kg/cm}^2 = 7457 \text{ kN/m}^2 \leq 15000 \text{ kN/m}^2$$

Tahanan Ujung

$$Q_b = A_b \times f_b$$

$$A_b = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$A_b = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 80^2$$

$$A_b = 5024 \text{ cm}^2$$

$$Q_b = 5024 \times 74,57$$

$$Q_b = 374626,15 \text{ kg} = 3746,2615 \text{ kN}$$

Tahanan Gesek

$$Q_s = A_s \times f_s$$

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

$$A_s = 3,14 \times 0,8 \times 20,4$$

$$A_s = 51,24 \text{ m}^2$$

$$f_s = k_f \times q_f$$

$$f_s = 0,9 \times 0,33 \text{ diambil dari rata - rata tabel sondir}$$

$$f_s = 0,297 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s = 29,7 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_s = A_s \times f_s$$

$$Q_s = 51,24 \times 29,7$$

$$Q_s = 1522 \text{ KN}$$

Kuat Dukung Ultimit

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$Q_u = 3746,2615 + 1522$$

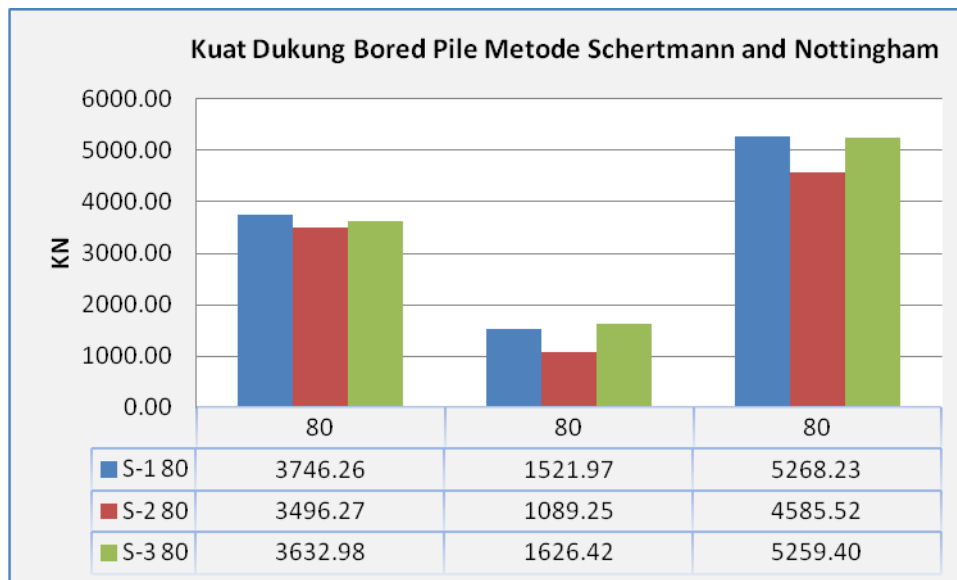
$$Q_u = 5268,23 \text{ KN}$$

Tabel 4.7 Perhitungan Kuat Dukung Bored Pile dengan Metode Schertmann and Nottingham dari beberapa diameter tiang.

No.	Kode Titik	Diameter Tiang (d) cm	Tahanan Ujung (Qb) KN	Tahanan Gesek (Qs) KN	Kuat Dukung Ultimit (Qu) KN
1	S-1	80	3746.26	1521.97	5268.23
	S-2	80	3496.27	1089.25	4585.52
	S-3	80	3632.98	1626.42	5259.40
2	S-1	100	5853.53	1902.46	7756.00
	S-2	100	5462.92	1361.57	6824.49
	S-3	100	5676.53	2033.02	7709.56

Sumber : Hasil Analisa, 2018

Gambar 4.11 Grafik Kuat Dukung Bored Pile Metode Schertmann and Nottingham



DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E. (1996), *foundation analysis and Design* , McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo, Japan.
- Coduto, P.D. (1994), *Foundation Design Principles and Practies*, Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- FHWA. (2006), *Soil and Foundations - Refrences Manual - Volume II*, FHWA NHI-06-089, U.S. Dep. Of Transportatiton, Washington, DC.
- Hardiyatmo, H.C. (2011), *Analisis dan Perancangan Fondasi I – Edisi II*, LPPM-UGM
- Hardiyatmo, H.C. (2015), *Analisis dan Perancangan Fondasi II – Edisi III*, LPPM-UGM
- Hardiyatmo, H.C. (2015), *Converse Labarre, Equation for Pile Group Efficiency*, *Analisis dan Perancangan Fondasi II – Edisi III*, LPPM-UGM
- Hansen, J.B. (1961), *The Ultimate Resistance of Rigid Piles Againts Transversal Forces*, Danis Geotechnical Institute, Bulletin No.12, Copenhagen, pp.5-9
- Mayerhof, G.G. (1956), *Penetration Tests and Bearing Capacity of Cohesionless Soils*, JSMFD, ASCE, Vol.82, SM 1, pp.1-19
- SNI-03-2827, (2008) , *Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan Alat Sondir*, Departeman Pekerjaan Umum Republik Indonesia
- SNI-03-2847, (2002), *Tata Cara Perhitungan Beton untuk Bangunan Gedung*, Departeman Pekerjaan Umuum Republik Indonesia
- SNI-T02, (2005), *Standar Pembebanan untuk Jembatan*, Departeman Pekerjaan Umuum Republik Indonesia
- Sardjono. HS, (1991), *Pondasi Tiang Pancang*, Jilid I, Sinar Wijaya-Surabaya
- Sardjono. HS, (1998), *Pondasi Tiang Pancang*, Jilid II, Sinar Wijaya-Surabaya
- Sasrodarsono, S, (2000) *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*, PT. Pradnya Paramita – Jakarta.
- Tambunan, J. (2012) , *Studi Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang*, Jurnal Rancang Sipil, Universitas Simalungun.
- Terzaghi, K. And Peck, R.B. (1948, 1967), *Soil Mechanics in Engineering Prattice*, 2nd. John Wiley and Sons, New York.
- Tomlinson, M.J. (1963), *Foundation Design and Construction*, The Garden City Press Limited, Lechworth, Hertfordshire SG6 1JS, 2nd editon.
- Wuaten, H.M. *Dasar – Dasar Struktur Beton Bertulang*, modul Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.