

Universitas Katolik Santo Thomas

Repositori Unika Santo Thomas

<http://eprints.ust.ac.id>

Fakultas Teknik (FT)
Program Studi Teknik Sipil

Undergraduate Papers

Manalu, William Panji Putra

2023

Evaluasi Daya Dukung Aksial Tiang Pancang Berdasarkan Data Sondir Dengan Metode Mayerhoff Dan Aoki Dan De Alencar.

<http://eprints.ust.ac.id/id/eprint/463>

Downloaded from Repositori Institusi UST, Universitas Katolik Santo Thomas

**EVALUASI DAYA DUKUNG AKSIAL TIANG PANCANG
BERDASARKAN DATA SONDIR DENGAN METODE MAYERHOFF
DAN AOKI DAN DE ALENCAR**
(Studi Kasus)

Diajukan untuk melengkapi tugas- tugas dan memenuhi syarat
untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil

Tugas Akhir

Disusun Oleh:

WILLIAM PANJI PUTRA MANALU

160310016



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SANTO THOMAS
MEDAN
2023**

EVALUASI DAYA DUKUNG AKSIAL TIANG PANCANG
BERDASARKAN DATA SONDIR DENGAN METODE MAYERHOFF
DAN AOKI DE ALENCAR
(STUDI KASUS)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas Dalam Memenuhi Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Rekayasa Struktur)

Disusun Oleh :

WILLIAM PANJI PUTRA MANALI

160310016

Seminar Proposal : 19 Mei 2023

Seminar Isi : 11 Agustus 2023

Sidang Meja Hijau : 31 Agustus 2023

DISetujui Oleh :

(Ir. Binsar Sibongwa, M.Eng)
Pembimbing

DISAHKAN Oleh :

(Ir. Simon Dertnial Arigan, M.Eng)
Koordinator Tugas

(Syaiful Bahubara, S.T., M.T.)
Ketua Program Studi

(Syaiful Bahubara, S.T., M.T.)
Ketua Fakultas Teknik

EVALUASI DAYA DUKUNG AKSIAL TIANG PANCANG
BERDASARKAN DATA SONDIR DENGAN METODE MAYERHOFF
DAN AOKI DE ALENCAR
(STUDI KASUS)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas Dalam Memenuhi Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Rekayasa Struktur)

Disusun Oleh :

WILLIAM PANJI PUTRA MANALU

160310016
Seminar Proposal : 19 Mei 2023
Seminar Isi : 11 Agustus 2023
Sidang Meja Hijau : 31 Agustus 2023

DISETUJUI OLEH :

(Ir. Maritus Simanung, M.T.)
Pembimbing I

DISAHKAN OLEH :

(Ir. Simon Dertha Tarigan, M.T.)
Pembimbing II

(Ir. Samsuardi Batubara, S.T, M.T.)
Pembimbing III

(Ir. Binsar Sititonga, M.T.)
Pembimbing IV

ABSTRAK

Pada suatu pekerjaan konstruksi pondasi memiliki peranan yang sangat penting. Pondasi harus mampu mendukung beban sampai batas keamanan yang telah ditentukan, termasuk mendukung beban maksimal yang mungkin terjadi. Sehingga, pondasi suatu struktur bangunan harus diperhitungkan daya dukung agar dapat menjamin kestabilan bangunan dalam menahan beban yang bekerja dan juga penurunan pada pondasi tidak boleh melebihi batas yang telah ditentukan.

Dalam penulisan karya ilmiah ini penulis mencoba mengkonsentrasikan Tugas Akhir kepada permasalahan pondasi dalam, yaitu tiang pancang dengan Menggunakan Data CPT (Sondir), serta perhitungan Penurunan Pondasi Tiang Tunggal pada Proyek Pembangunan Tangki akan dicari nilai daya dukung *ultimit* pondasi tunggal berdasarkan data *CPT* dengan metode Mayerhof dan Aoki dan De Lencar.

Adapun tujuan penulisan karya ilmiah adalah untuk mengetahui daya dukung aksial tekan tiang tunggal dengan metode Mayerhoff dan Aoki dan De Lencar serta mengetahui penurunan tiang tunggal. Pada tugas akhir ini diambil model tangki timbun yang berlokasi di Tanjung Morawa, Medan.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan aplikasi SAP2000 diperoleh gaya aksial maksimum yang terjadi pada pondasi tiang sebesar 100,898 ton, sedangkan daya dukung izin aksial pondasi tiang dengan metode Aoki dan De Alencar diperoleh 106,893 ton dan untuk metode Meyerhoff diperoleh 200,9 ton.

Dari hasil analisa yang di dapat terjadi perbedaan diantara kedua metode. Adapun perbedaan diantar kedua metode sebesar 46,84% dan perbedaan penurunan total tiang antara kedua metode sebesar 46,75%.

Melalui analisa yang telah dilakukan, didapatkan perkiraan penurunan tiang tunggal (*single pile*) menggunakan ketiga metode masih dalam batas Aman.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun hanturkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas kasih dan penyertaan-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan topik “**EVALUASI DAYA DUKUNG AKSIAL TIANG PANCANG BERDASARKAN DATA SONDIR DENGAN METODE MAYERHOFF DAN AOKI DAN DE ALENCAR**”.

Tugas Akhir ini dibuat sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S1) di program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.

Selesainya Tugas Akhir ini tentu tidak lepas dari dukungan doa dan motivasi serta bimbingan dari beberapa pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Ir. Oloan Sitohang, MT.** Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
2. Bapak **Ir. Charles Sitindaon, MT.** Selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
3. Bapak **Ir. Binsar Silitonga, MT.** Selaku Dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak **Reynaldo Siahaan, ST, M.Eng.** Selaku Wakil Kepala Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan.
5. Bapak **Ir. Simon Deryha Tarigan, MT.** Selaku koordinator Tugas Akhir, sekaligus dosen pembanding.
6. Bapak **Samsuardi Batubara, ST. MT.** Selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan sekaligus Dosen pembanding.
7. Bapak **Ir. Martius Ginting, MT.** Selaku Dosen pembanding yang telah memberikan waktu, tenaga dan masukan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
8. Terkhusus untuk Ayahanda tercinta T. Manalu dan Ibunda S. Hutapea yang selalu memberikan motivasi, mendoakan untuk kelancaran Tugas Akhir ini dan yang telah memenuhi semua kebutuhan yang diperlukan sampai saat ini.
9. Terkhusus untuk abang dan kakak yang sangat saya cintai Sando Manalu, Million Manalu, dan adik saya Harry Manalu. Terimakasih atas semua doa,

semangat, motivasi, dan canda tawa yang telah menemani saya hingga berada di tahap ini.

10. Abangda tercinta Aldi Perdana Sialoho, ST. Yang dengan sangat sabar mengajari, dan memberikan masukan, serta motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Pasangan saya Rosalia Tampubolon yang sangat sabar dan tulus menemani saya serta memberikan masukan, motivasi kepada saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Teman-teman seangkatan dan seperjuangan “Civil-16” yang selalu ada disaat suka maupun duka, teman bercanda tertawa ria meskipun dengan beban tugas yang seringkali mengajak kami untuk bergadang.
13. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan baik Senior maupun Junior yang telah ikut membantu dan memberikan masukan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
14. Serta pihak lain yang telah ikut serta membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari banyak kekurangan dan kelemahan dalam Tugas Akhir ini, oleh karena itu kritik dan saran yang baik sangat dibutuhkan penulis demi memperbaiki Tugas Akhir ini menuju kesempurnaan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi kita semua yang membacanya.

Medan,.....

WILLIAM PANJI PUTRA MANALU

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR NOTASI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
BAB II STUDI PUSTAKA.....	5
2.1 Umum.....	5
2.2 Tiang Pancang	8
2.3 Jenis Tiang Pancang Beton	9
2.4 Hydraulic Jack In	11
2.5 Pemancangan Hydraulic Jack In	12
2.5.1 Material yang digunakan	12
2.5.2 Alat Pancang Spesifikasi Teknis HSPD 120 Ton.....	13
2.5.3 Cara Kerja Alat Jack-in Pile	14
2.5.4 Pelaksanaan Pemancangan Tiang Mini Pile dengan Jack-in Pile	15

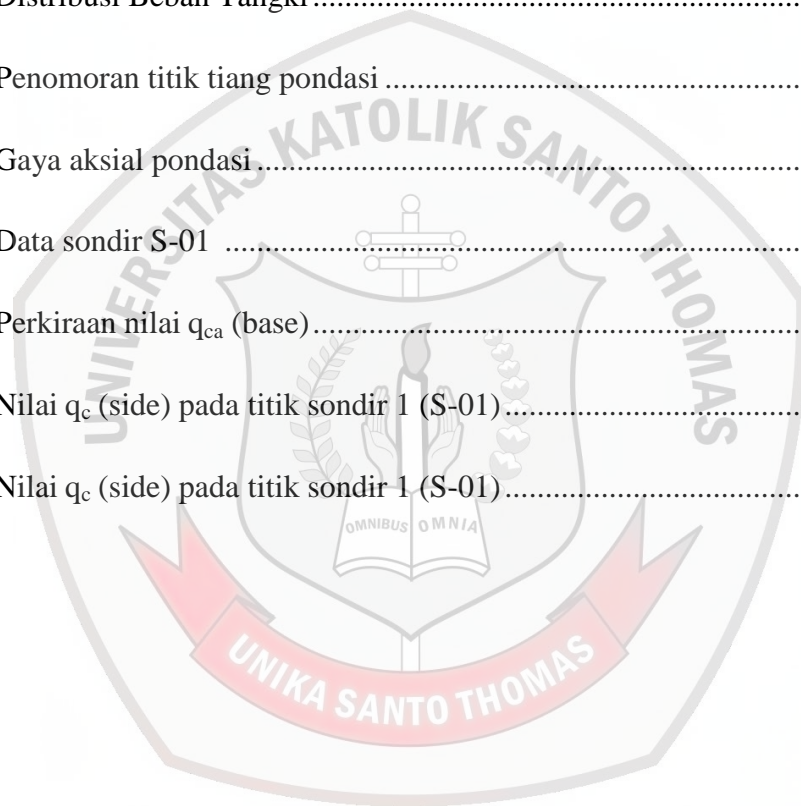
2.5.5 Penyambungan/Pengelasan Tiang Mini Pile	16
2.5.6 Penggunaan Dolly.....	17
2.5.7 Penghentian Pemancangan	17
BAB III LANDASAN TEORI.....	18
3.1 Tanah.....	18
3.1.1 Ukuran tanah.....	19
3.1.2 Jenis jenis tanah	22
3.1.3 Tanah Dasar (<i>Sub-grade</i>)	23
3.1.4 Klasifikasi Tanah	23
3.1.5 Sistem Klasifikasi Unified.....	24
3.1.6 Sistem Klasifikasi AASHTO.....	30
3.1.7 Sifat Fisis Tanah.....	32
3.1.8 Ukuran Butiran.....	33
3.1.9 Berat Jenis Tanah.....	33
3.2 Tangki Timbun.....	34
3.2.1 Tangki Digunakan	34
3.3 The Cone Penetration Or Cone Penetrometer Test (CPT)	36
3.4 Pengujian Sondir	36
3.4.1 Istilah/Terminology dalam Pengujian Sondir.....	38
3.4.2 Peralatan Pengujian Sondir.....	39
3.4.3 Pembacaan Manometer Pengujian Sondir	43
3.4.4 Persiapan Pengujian.....	44

3.4.5 Pembacaan Hasil Pengujian.....	44
BAB IV METODE PENELITIAN	56
4.1 Data Umum Proyek.....	56
4.2 Data Teknis Proyek	56
4.3 Metode Pengumpulan Data	57
4.4 Metode Analisis.....	59
BAB V ANALISA DAN PERHITUNGAN	60
5.1 Menghitung Gaya Aksial Menggunakan Aplikasi SAP 2000.....	60
5.2 Menghitung kapasitas daya dukung tiang pancang dari data sondir dengan metode Aoki dan De Alencar	63
5.3 Menghitung kapasitas daya dukung tiang pancang dari data sondir dengan metode Meyerhoff	67
5.4 Menghitung penurunan tiang tunggal (<i>single pile</i>)	69
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	73
6.1 Kesimpulan.....	73
6.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74

DAFTAR GAMBAR

2.1	Triangular Piles.....	9
2.2	Spun Pile.....	10
2.3	Square Pile	10
2.4	Detail Penampang.....	11
2.5	<i>Details jeck-in pile</i>	14
2.6	Pengelasan Sambungan	16
2.7	Alat jack-in pile	16
2.8	Batasan-batasan Ukuran Jenis Golongan Tanah Beberapa Sistem.....	21
3.1	<i>Cone Roof</i>	34
3.2	<i>Dome roof</i>	35
3.3	Bagan Alir Pengujian Sondir (SNI 2827:2008)	37
3.4	Alat Konus (a) Collapsed (Keadaan tertekan) dan (b) Extended (Keadaan terbentang), (ASTM D 3441 - 05).....	40
3.5	Alat Bikonus (a) Collapsed (Keadaan tertekan) dan (b) Extended (Keadaan terbentang) (ASTM D 3441 - 05; SNI 2827:2008)	41
3.6	Rangkaian alat penetrasi konus (sondir Belanda) (Gambar 6 SNI 2827: 2008).....	43
3.7	Sistem Gaya Waktu Pengujian Sondir.....	49
3.8	Faktor penurunan I_0 (Poulos dan Davis).....	51
3.9	Koreksi kompresi, R_k (Poulos dan Davis)	51
3.10	Koreksi kedalaman, R_h (Poulos dan Davis)	52

3.11 Koreksi angka Poisson, R_u (Poulus dan Davis) (<i>Hardiyatmo, H.C., 2002</i>).....	52
3.12 Koreksi kekakuan lapisan pendukung, R_b (Poulos dan Davis).....	53
4.1 Peta kedudukan Kota Tanjungmorawa dalam wilayah Propinsi Sumatera Utara	56
4.2 Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	58
5.1 Distribusi Beban Tangki	61
5.2 Penomoran titik tiang pondasi	62
5.3 Gaya aksial pondasi.....	62
5.4 Data sondir S-01	64
5.5 Perkiraan nilai q_{ca} (base).....	64
5.6 Nilai q_c (side) pada titik sondir 1 (S-01).....	65
5.7 Nilai q_c (side) pada titik sondir 1 (S-01).....	69



DAFTAR TABEL

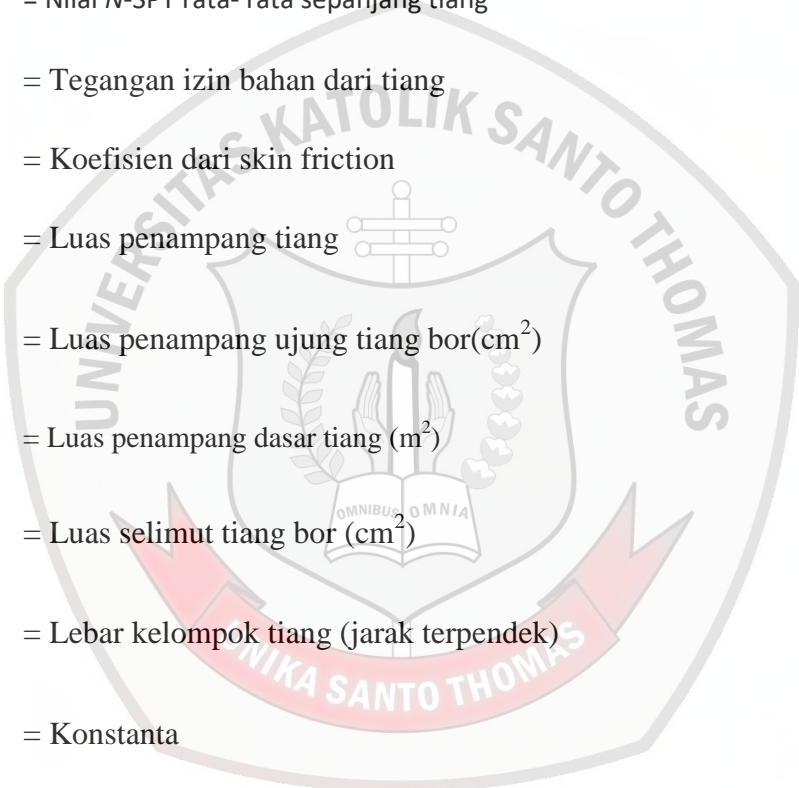
2.1	Spesifikasi Teknis Mesin Hidraulik Jack HSPD 120 Ton.....	13
3.1	Klasifikasi butiran tanah menurut USCS, MIT, AASHTO, USDA dan ASTM	19
3.2	Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah.....	21
3.3	Sistem Klasifikasi Tanah <i>Unified</i>	27
3.4	Sistem Klasifikasi Tanah <i>Unified</i> (lanjutan).....	29
3.5	Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO.....	31
3.6	Sistem Klasifikasi AASHTO (lanjutan)	32
3.7	Macam Tanah dan Indeks Plastisitasnya	33
3.8	Berat Jenis Tanah (<i>Specific Gravity</i>).....	34
3.9	Istilah dalam Pengujian Sondir	38
3.10	Faktor empirik F_b dan F_s (<i>Titi & Farsakh, 1999</i>).....	48
3.11	Nilai faktor empirik untuk tipe tanah yang berbeda (<i>Titi & Farsakh, 1999</i>).....	48
3.12	<i>Safety Factor</i> Tiang Pancang disarankan <i>Reese dan O'Neil</i>	49
3.13	Perkiraan angka poisson (μ) (<i>Hardiyatmo. H.C., 1996</i>).....	54
5.1	Perhitungan beban Merata Penampang tangki	60
5.2	<i>Joint Reaction</i>	62
5.3	Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Titik S-1 dan S-2.....	66
5.4	Perhitungan daya dukung ultimate dan ijin tiang pancang (S-01).....	68
5.5	Perhitungan daya dukung ultimate dan ijin tiang pancang (S-02).....	68

5.6 Perkiraan penurunan tiang tunggal72

5.7 Perbandingan penurunan total tiang tunggal antara aplikasi SAP, Metode Aoki dan Metode Mayerhof72



DAFTAR NOTASI



η_H	= Efisiensi pemukul
η_B	= Koreksi diameter lubang bor
η_S	= Koreksi oleh tipe tabung sampler SPT
η_R	= Koreksi untuk panjang batang bor
\bar{N}	= Nilai N -SPT rata-rata sepanjang tiang
$\bar{\sigma}$	= Tegangan izin bahan dari tiang
ξ	= Koefisien dari skin friction
A	= Luas penampang tiang
A_b	= Luas penampang ujung tiang bor (cm^2)
A_p	= Luas penampang dasar tiang (m^2)
A_s	= Luas selimut tiang bor (cm^2)
B_g	= Lebar kelompok tiang (jarak terpendek)
C	= Konstanta
C_N	= Tekanan <i>overburden</i>
C_p	= Koefisien empiris
C_s	= Konstanta empiris $(0,93 + 0,16\sqrt{(L/D)}) \cdot C_p$
C_u	= Kohesi <i>undrained</i> (kN/m^2)
D	= Diameter tiang (m)

E	= Modulus elastis tiang
E_g	= Efisiensi kelompok tiang
E_p	= Modulus elastisitas material (umumnya: $2,1 \times 10^6 \text{ N/m}^2$)
f	= Jarak momen maksimum dari permukaan tanah (m)
f_{av}	= Tahanan gesek rata-rata untuk keseluruhan tiang (kN/m^2)
f_b	= Tahanan ujung satuan (kg/cm^2)
Fr	= <i>Ratio</i> gesekan (<i>fricition ratio</i>)
f_s	= Tahanan gesek satuan (kg/cm^2)
g	= Jarak dari lokasi momen maksimum sampai dasar tiang (m)
h	= Tinggi jatuh palu
H_u	= Beban lateral (kN)
I	= Momen inersia tiang
I	= Faktor pengaruh
K	= Koefisien tekanan tanah lateral
K_c	= Koef. Modifikasi tahanan konus
K_f	= Koef. Modifikasi tahanan gesek sisi konus
L	= Panjang total tiang (m)
L_g	= Panjang kelompok tiang (jarak terpanjang)

L_i = Tebal lapisan tanah (m)

m = Jumlah baris tiang

n = Jumlah tiang dalam satu baris

n = Nilai eksponensial:

N_1 = Nilai N_{60} yang telah di koreksi

N_{60} = Nilai N yang diperoleh dari korelasi

N_p = Nilai N -SPT pada dasar pondasi

Nq^* = Faktor kuat dukung

P = Beban total konstruksi bangunan atas

P_a = Tekanan atmosfer (100 kN/m^2)

P_o' = Tekanan *overburder* efektif

Q_{all} = Daya dukung tiang izin

Q_c = q_c rata-rata (Kn/m^2) pada zona $1d$ dibawah ujung tiang dan $4d$ di atas

Tiang

$Q_{g(u)}$ = Daya dukung batas kelompok tiang

Q_p = Daya dukung ujung tiang

Q_s = Daya dukung gesekan selimut tiang

Q_u = Daya dukung tiang *ultimit* (batas)

- Q_{wp} = Daya dukung yang bekerja pada ujung tiang (kN)
- Q_{ws} = Daya dukung *friction* (kN)
- R_x = Tahanan tanah tiang di atas kerusakan X
- s = Jarak pusat ke pusat tiang
- S = Penurunan elastis tiang tunggal (mm)
- S_1 = Penurunan yang terjadi disepanjang tiang (mm)
- S_2 = Penurunan tiang oleh beban yang bekerja pada ujung tiang (mm)
- S_3 = Penurunan tiang oleh beban fraksi sepanjang selimut tiang (mm)
- SF = Faktor keamanan (*safety factor*)
- Sf = Penurunan maksimum tiang (mm)
- $S_{g(e)}$ = Penurunan elastis kelompok tiang (mm)
- W_p = Berat sendiri tiang
- W_p = Berat tiang
- α = Koefisien *adhési* antara tanah dan tiang
- θ = Arc tan d/s
- σ = Tegangan pada penampang tiang

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan aplikasi SAP2000 diperoleh gaya aksial maksimum yang terjadi pada pondasi tiang sebesar 100,898 ton, sedangkan daya dukung izin aksial pondasi tiang dengan metode Aoki dan De Alencar diperoleh 106,893 ton dan untuk metode Meyerhoff diperoleh 200,9 ton.

Melalui analisa yang telah dilakukan, didapatkan perkiraan penurunan tiang tunggal (*single pile*) menggunakan ketiga metode masih dalam batas Aman.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka disarankan :

1. Untuk menghitung daya dukung pondasi, harus memiliki data yang lengkap baik data lapangan maupun data laboratorium guna mendapatkan hasil yang maksimum.
2. Tugas akhir ini dapat dilanjutkan dengan menghitung/ merencanakan struktur.
3. Sebaiknya dilakukan beberapa metode untuk menghitung daya dukung pondasi guna mendapatkan desain yang ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

Faurika Nasution. 2010. *Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Serta Perhitungan Penurunan Pondasi Tiang Tunggal Pada Proyek Pembangunan Cargo – Bandara Kualanamu Medan.*

Zainul Arifin. 2007. *Komparasi Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal Dihitung Dengan Beberapa Metode Analisa.* Universitas Diponegoro Semarang.

Hardiyatmo, H. C., 1996, *Teknik Pondasi 1*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Hardiyatmo, H. C., 2002, *Teknik Pondasi 2, Edisi Kedua*, Beta Offset, Yogyakarta.

Sardjono, H.S 1998, *Pondasi Tiang Pancang*, Surabaya, Sinar Wijaya

Bowles, J.E, 1991. *Analisis dan Desain Pondasi, Edisi keempat Jilid 1*, Erlangga, Jakarta.

Braja M. Das, 2011, *Principle Foundation Engineering, Seventh Edition*, United States Of America

