

# **TUGAS AKHIR**

## **STUDI PERENCANAAN PONDASI (*FRANKI PILE*) PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG ENTERPRENEUSHIP TERPADU UNIVERSITAS BRAWIJAYA**



Disusun Oleh :

**MEISYE D. V. KARMEZACH**

**2221903**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
TAHUN 2023**

# LEMBARAN PERSETUJUAN

## TUGAS AKHIR

### STUDI PERENCANAAN PONDASI (*FRANKI PILE*) PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG ENTERPRENEUSHIP TERPADU UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Menyusun Tugas Akhir

Oleh :

**Meisye D. V. Karmezach**

**2221903**

Telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan

Menyetujui

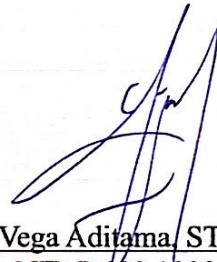
Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I



Ir. Eding Iskak Imananto, MT.  
NIP. 1966 0506 199303 1 004

Dosen Pembimbing II



Vega Aditama, ST., MT  
NIP. P 103 1900 559

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



Dr. Yosisunson P. Manaha, ST., MT.

NIP. P. 1030300383

# LEMBARAN PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

### STUDI PERENCANAAN PONDASI (*FRANKI PILE*) PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG ENTERPRENEUSHIP TERPADU UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir  
Jenjang Strata (S1) Pada Tanggal 26 Agustus 2024 Dan Diterima Untuk Memenuhi  
Salah Satu Syarat Dalam Memperoleh Gelar Sarjana (S-1)

Disusun Oleh :

**Meisye D. V. Karmezach**

**2221903**

**Dosen Penguji**

Dosen Penguji I



Eri Adrian Yudianto, ST., MT.  
NIP. Y. 1030300380

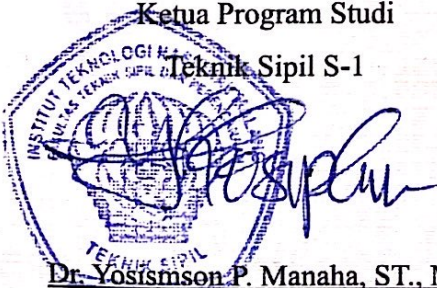
Dosen Penguji II



Dr. Ir. Lies Kurniawati W., MT  
NIP. P 1031500485

**Disahkan Oleh**

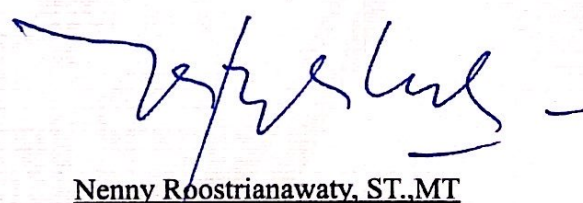
Ketua Program Studi



Dr. Yosismson P. Manaha, ST., MT.

NIP. P. 1030300383

Sekretaris Program Studi

Teknik Sipil S-1  


Nenny Roostrianawaty, ST., MT

NIP. P. 1031700533



# PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Meisye D. V. Karmezach  
NIM : 2221903  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan  
Menyatakan bahwa Tugas Akhir Saya yang berjudul

## **“STUDI PERENCANAAN PONDASI (*FRANKI PILE*) PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG ENTERPRENEUSHIP TERPADU UNIVERSITAS BRAWIJAYA”**

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, didalam naskah TUGAS AKHIR ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya orang atau pendapat yang pernah di tulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini disebut dalam sumber kutipan dan daftar pustaka

Apabila ternyata dalam naskah tugas akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi , saya bersedia Tugas Akhir ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Malang 12 Agustus 2024  
Yang membuat pernyataan

**Meisye D. V. Karmezach**  
**2221903**

## ABSTRAK

Pembangunan Gedung Entrepreneurship Terpadu di Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, difokuskan untuk memperbaiki infrastruktur kampus. Desain awal pondasi direncanakan menggunakan bore pile dengan diameter 80 cm dan kedalaman 18 meter. Namun, selama pengembangan desain, dipertimbangkan penggunaan pondasi Franki pile sebagai alternatif, mengingat keunggulannya dalam menyesuaikan diri dengan beragam kondisi tanah di wilayah Malang. Alternatif ini diharapkan mampu meningkatkan efektifitas dan stabilitas struktur bangunan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas daya dukung tiang *franki* pada Gedung Entrepreneurship Terpadu di Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur yang direncanakan pada kedalaman 21,5 m dengan diameter 0,8 m dan diameter pembesarannya 1,04 m. Data yang digunakan adalah data SPT (Standart Penetration Test) dengan menggunakan metode Meyerhof.

Pada pondasi tiang *franki* didapatkan daya dukung tiang tunggal ( $Q_a$ ) Tipe I, 2 dan 3 adalah 454,816 ton, daya dukung tiang kelompok ( $Q_{pg}$ ) Tipe I ( 2771,261 ton), Tipe 2 (1957,681 ton), Tipe 3 (1957,681 ton), daya dukung lateral Tipe I (5,236 ton), Tipe 2 (6,07 ton), Tipe 3 (5,07 ton), untuk Jumlah tiang dan ukuran pilecap Tipe I ( 7,2 x 7,2 m) dengan tulangan pilecap arah x 21 D 22 dan arah y 20 D 22mm dan didukung oleh 9 tiang *franki*, Tipe 2 ( 7,2 x 4,6 m) dengan tulangan pilecap arah x 21 D 22mm dan arah y 16 D 22mm dan didukung oleh 6 tiang *franki*, Tipe 3 ( 6,3 x 7,2 m) dengan tulangan pilecap arah x 18 D 22mm dan arah y 22 D 22mm dandidukung oleh 6 tiang *franki*. Untuk tulangan utama tiang *franki* 12 D 25 mm, dan tulangan Sengkang D 13-87 mm dan Penurunan setiap pondasi tipe I, 2 dan 3 berturut-turut adalah 2,987 m, 2,648 m, 2,36 m.

**Kata Kunci :** *Perencanaan Pondasi, Pondasi dalam, Pondasi Franki pile, Penurunan Pondasi, Pilecap, Penulangan pilecap, Penulangan Tiang Franki.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan kuasa-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir. Adapun tujuan dari Tugas Akhir ini adalah agar memenuhi syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang. Selama menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT., Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang
2. Nenny Roostrianawaty, ST., MT Selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang
3. Ir. Eding Iskak Imananto, MT Selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan telah memberikan masukan-masukan kepada penulis dalam penyelesaian penyusunan tugas akhir ini.
4. Vega Aditama, ST.,MT Selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah membantu dan membimbing dalam penyelesaian penyusunan tugas akhir ini.
5. Edwin Yudha Hernanda, ST. Selaku peneliti terdahulu yang memberi banyak data untuk pembuatan tugas akhir ini.
6. Mama dan papa, serta adik-adik saya (Aca dan Miller) yang selalu memberi doa, semangat dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
7. Teman-teman (Ledy, Bams, Afdal, Izal, Ryan, Angga,) Terima kasih juga kepada Moonton dan Krafton yang telah memberi hiburan dan keseruan di saat saya butuh rehat sejenak dari tekanan pembuatan tugas akhir ini.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, sehingga Tugas Akhir ini dapat di selesaikan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 28 Agustus 2024

Meisye D. V. Karmezach

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I    PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Studi.....	2
1.5 Manfaat Studi.....	3
1.6 Batasan Masalah .....	3
1.7 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Studi Terdahulu.....	5
2.2 Pondasi <i>Franki pile</i> .....	11
2.3 Metode Pelaksanaan Pondasi <i>Franki pile</i> .....	12
2.4 Kelebihan dan Kekurangan Pondasi <i>Franki pile</i> .....	13
2.4.1 Persyaratan Kedalaman Pondasi Franki .....	13
2.5 Pembebanan Struktur.....	14
2.5.1 Ketentuan Perencanaan Pembebanan .....	15
2.5.2 Beban Mati (Dead Load) .....	15

2.5.3 Beban Hidup (L4e Load).....	15
2.5.4 Beban Angin (Wind Load).....	15
2.5.5 Beban Gempa .....	16
2.5.6 Kombinasi Pembebanan Berfaktor .....	19
2.6 Daya Dukung Pondasi <i>Franki pile</i> .....	20
2.6.1 Faktor Aman .....	20
2.6.2 Daya Dukung Berdasarkan Data Sondir atau Cone Penetration Test (CPT).....	21
Metode Schmertman dan Nottingham.....	21
2.6.3 Daya Dukung Berdasarkan Data Uji SPT .....	21
2.6.4 Daya Dukung Berdasarkan Data Uji Laboratorium .....	22
2.7 Daya Dukung Grup Tiang.....	24
2.7.1 Efisiensi Grup Tiang.....	25
2.7.2 Distribusi Beban Tiap Tiang Dalam Grup Tiang .....	27
2.8 Penurunan Pondasi Tiang.....	29
2.8.1 Penurunan Pondasi Tiang Tunggal .....	29
2.8.2 Penurunan Pondasi Tiang Kelompok .....	32
2.9 Perencanaan Pondasi Tiang Franki .....	33
2.9.1 Tulangan Longitudinal.....	33
2.9.2 Tulangan Transversal .....	36
2.10 Perencanaan Pile Cap dan Pondasi Franki.....	37
2.10.1 Perencanaan Pile Cap .....	37
<b>BAB III METODOLOGI STUDI.....</b>	<b>40</b>
3.1 Data Proyek.....	40
3.1.1 Lokasi Studi.....	40
3.1.2 Data Teknis Proyek.....	40
3.1.3 Mutu Bahan Bangunan .....	41
3.2 Teknik Pengumpulan Data .....	41
3.3 Tahap Perencanaan.....	41
3.3.1 Studi Literatur.....	41
3.3.2 Pengumpulan Data.....	41



3.3.3 Analisa Pembebanan.....	43
3.3.4 Pemodelan dan Analisa Struktur.....	43
3.3.5 Pemeriksaan Hasil (Output).....	43
3.3.6 Perhitungan Daya Dukung Pondasi.....	43
3.3.7 Perhitungan Penulangan Pondasi dan Pile Cap.....	43
3.4 Bagan Alir.....	44
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>46</b>
4.1 Data Perencanaan Pondasi Tipe – 1.....	46
4.1.1 Data Teknis.....	46
4.2 Daya Dukung Tiang Franki ( metode Mayerhof).....	49
4.2.1 Menghitung nilai Nb & Ns Direncanakan pada kedalaman 21,5 m.....	49
4.2.2 Daya Dukung Lateral.....	57
4.2.3 Menentukan Kriteria Jenis Jenis Tiang.....	59
4.2.4 Kontrol Geser Pons Pondasi Tipe-1.....	63
4.3 Perhitungan Penurunan Pondasi Tipe 1.....	66
4.4 Perhitungan Penulangan Pile Cap Tipe-1.....	69
4.4.1 Perhitungan Penulangan pile cap arah X.....	69
4.4.2 Perhitungan Penulangan pile cap arah Y.....	78
4.5 Data Perencanaan Pondasi Tipe – 2.....	87
4.5.1 Data Teknis.....	87
4.6 Daya Dukung Tiang Franki Tipe 2 ( metode Mayerhof).....	89
4.6.1 Menghitung nilai Nb & Ns Direncanakan pada kedalaman 21,5 m.....	89
4.6.2 Daya Dukung Lateral Pondasi Tipe 2.....	96
4.6.3 Menentukan Kriteria Jenis Jenis Tiang Pondasi Tipe 2.....	99
4.6.4 Kontrol Geser Pons Pondasi Tipe-2.....	104
4.7 Perhitungan Penurunan Pondasi Tipe 2.....	107
4.8 Perhitungan Penulangan Pile Cap Tipe-2.....	110
4.8.1 Perhitungan Penulangan pile cap arah X.....	110
4.8.2 Perhitungan Penulangan pile cap arah Y.....	119
4.9 Data Perencanaan Pondasi Tipe - 3.....	127

4.9.1 Data Teknis .....	127
4.10 Daya Dukung Tiang Franki Tipe 3 ( metode Mayerhof) .....	129
4.10.1 Menghitung nilai Nb & Ns Direncanakan pada kedalaman 21,5 m.....	129
4.10.2 Daya Dukung Lateral Pondasi Tipe 3.....	135
4.10.3 Menentukan Kriteria Jenis Jenis Tiang Pondasi Tipe 3.....	138
4.10.4 Kontrol Geser Pons Pondasi Tipe-3 .....	143
4.11 Perhitungan Penurunan Pondasi Tipe 3 .....	146
4.12 Perhitungan Penulangan pile cap Tipe-3.....	149
4.12.1 Perhitungan penulangan Pile Cap Tipe 3 arah X.....	149
4.12.2 Perhitungan Penulangan pile cap Tipe 3 arah Y .....	158
4.13 Perhitungan Penulangan Pokok Pondasi Tiang .....	166
4.14 Perencanaan Tulangan Spiral .....	185
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>187</b>
5.1 Kesimpulan .....	187
5.2 Saran .....	188
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>189</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Metode Pelaksanaan Pondasi Franki Pile .....	12
Gambar 2. 2 Klasifikasi tanah berdasarkan hasil uji sondir mekanis .....	14
Gambar 2. 3 Peta Vs30 Provinsi Jawa Timur .....	16
Gambar 2. 4 Daerah overlap disekitar pondasi tiang .....	24
Gambar 2. 5 Efisiensi Tiang Pancang Kelompok.....	25
Gambar 2. 6 Beban terpusat dan momen-momen. ....	28
Gambar 2. 7 Beban terpusat dan momen-momen. ....	29
Gambar 2. 8 Penampang Tulangan Tiang Bor.....	33
Gambar 2. 9 Diagram interaksi kolom .....	36
Gambar 3. 1 Lokasi Studi .....	40
Gambar 3. 2 Denah Kolom Lantai 1-10 .....	42
Gambar 3. 3 Denah Portal Kolom Balok.....	42
Gambar 4. 1 Denah Penempatan Pondasi Tipe 1 .....	47
Gambar 4. 2 Pondasi Tipe 1 dan Grafik N-SPT .....	49
Gambar 4. 3 Rencana Dimensi Pilecap pondasi Tipe-1 ( 9 Tiang).....	52
Gambar 4. 4 Jarak Antar Franki Pile Terhadap X dan Y .....	55
Gambar 4. 5 Jarak Grafik Hubungan $n_h$ dengan Kepadatan Relatif ( $D_r$ ) Tanah Pasir Pondasi Tipe 1 .....	58
Gambar 4. 6 Hubungan antara $\mu/B4.\gamma.K_p$ dan $H_u/K_p.B3.\gamma$ Pondasi Tipe 1 .....	61
Gambar 4. 7 Geser Pons Akibat Kolom (Tipe-1) .....	63
Gambar 4. 8 Keliling Bidang Geser Kritis .....	64
Gambar 4. 9 Skema Pembebanan Arah X Pada Pile Cap Tipe 1 .....	70
Gambar 4. 10 Penulangan Pile Cap Arah X .....	77
Gambar 4. 11 Skema Pembebanan Arah Y Pada Pile Cap Tipe 1 .....	79
Gambar 4. 12 Penulangan Pilecap Arah Y (Tipe 1).....	86
Gambar 4. 13 Denah Penempatan Pondasi Tipe 2.....	87
Gambar 4. 14 Pondasi Tipe 2 dan Grafik N-SPT .....	89
Gambar 4. 15 Rencana Dimensi Pilecap pondasi Tipe-2 ( 6 Tiang) .....	92
Gambar 4. 16 jarak antar franki pile terhadap X dan Y.....	95

Gambar 4. 17 Hubungan $\eta h$ dengan Kepadatan Relatif ( $D_r$ ) Tanah Pasir Pondasi Tipe 2 .....	98
Gambar 4. 18 Hubungan antara $\mu/B4.\gamma.Kp$ dan $Hu/Kp.B3.\gamma$ Pondasi Tipe 2 .....	102
Gambar 4. 19 Geser Pons Akibat Kolom (Tipe-2) .....	104
Gambar 4. 20 Keliling Bidang Geser Kritis Tipe-2.....	105
Gambar 4. 21 Skema Pembebanan Arah X Pada Pile Cap Tipe 2.....	111
Gambar 4. 22 Penulangan Pile Cap Tipe 2 Arah X .....	118
Gambar 4. 23 Skema Pembebanan Arah Y Pada Pile Cap Tipe 2 .....	120
Gambar 4. 24 Penulangan Pilecap Arah Y (Tipe -2) .....	126
Gambar 4. 25 Denah Penempatan Pondasi Tipe 3.....	127
Gambar 4. 26 Pondasi Tipe 3 dan Grafik N-SPT .....	129
Gambar 4. 27 Rencana Dimensi Pilecap pondasi Tipe-3 ( 6 Tiang) .....	132
Gambar 4. 28 Jarak Antar Franki Pile Terhadap X Dan Y .....	134
Gambar 4. 29 Hubungan $\eta h$ dengan Kepadatan Relatif ( $D_r$ ) Tanah Pasir Pondasi Tipe 3 .....	137
Gambar 4. 30 Hubungan antara $\mu/B4.\gamma.Kp$ dan $Hu/Kp.B3.\gamma$ Pondasi Tipe 3 .....	141
Gambar 4. 31 Geser Pons Akibat Kolom Tipe 3 .....	143
Gambar 4. 32 Keliling Bidang Geser Kritis Tipe-3.....	144
Gambar 4. 33 Skema Pembebanan Arah X Pada Pile Cap Tipe 3.....	150
Gambar 4. 34 Penulangan Pile Cap Tipe 3 Arah X .....	157
Gambar 4. 35 Skema Pembebanan Arah Y Pada Pile Cap (Tipe-3).....	159
Gambar 4. 36 Penulangan Pile Cap Tipe 3 Arah Y .....	165
Gambar 4. 37 Penampang Lingkaran Tiang Franki.....	166
Gambar 4. 38 Diagram tegangan dan regangan franki pile kondisi Lentur Murni .....	169
Gambar 4. 39 Diagram Tegangan Regangan Kondisi Seimbang .....	174
Gambar 4. 40 Diagram Tegangan Regangan Kondisi Patah Tarik .....	177
Gambar 4. 41 Diagram Tegangan Regangan Kondisi Patah Desak .....	180
Gambar 4. 42 Diagram Interaksi .....	184

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi Terdahulu.....	7
Tabel 2. 2 Diameter Shaft dan Beban Kerja Nominal (Tiang Franki).....	11
Tabel 2. 3 Kategori Resiko desain seismik berdasarkan parameter percepatan pada periode 1 detik .....	17
Tabel 2. 4 Kategori Resiko desain seismik berdasarkan parameter percepatan pada periode 1 detik .....	17
Tabel 2. 5 Kombinasi Beban Berfaktor .....	19
Tabel 2. 6 Faktor Aman yang di sarankan oleh Reese dan O'Neill (1989).....	20
Tabel 2. 7 Koefisien Karakteristik tanah .....	22
Tabel 2. 8 Nilai koefisien $C_p$ .....	31
Tabel 2. 9 Angka Poison .....	31
Tabel 2. 10 Modulus Elastisitas ( $E_s$ ) .....	32
Tabel 2. 11 Koordinat ( $M_n$ , $P_n$ ) diagram interaksi .....	36
Tabel 4. 1 Hasil Output Etabs (kN) .....	46
Tabel 4. 2 Hasil Konversi Output Etabs (Ton) .....	46
Tabel 4. 3 Nilai N-SPT di titik B2 .....	50
Tabel 4. 4 Nilai qca rata- rata di kedalaman 14 - 26 m.....	50
Tabel 4. 5 Nilai qca rata- rata di kedalaman 2 - 22 m.....	51
Tabel 4. 6 Nilai Faktor Keamanan Pondasi Tipe 1 .....	52
Tabel 4. 7 Beban Maksimum Yang Di Terima Pondasi .....	56
Tabel 4. 8 Korelasi kepadatan relatif tanah pasir dengan $N_{spt}$ Pondasi Tipe 1.....	57
Tabel 4. 9 Korelasi $N_{spt}$ dan berat jenis .....	59
Tabel 4. 10 Korelasi $N_{spt}$ dan berat jenis .....	60
Tabel 4. 11 Nilai koefisien Empiris ( $C_p$ ).....	67
Tabel 4. 12 Hasil Output Etabs Pondasi Tipe – 2 (kN).....	87
Tabel 4. 13 Hasil Konversi Output Etabs Pondasi Tipe – 2 (Ton).....	87
Tabel 4. 14 Nilai NSPT di Titik B2 .....	90
Tabel 4. 15 Nilai qca rata- rata di kedalaman 14 – 26 m .....	90
Tabel 4. 16 Nilai Nilai qca rata- rata di kedalaman 2 - 22 m.....	91
Tabel 4. 17 Nilai Faktor Keamanan Pondasi Tipe 2 .....	91

Tabel 4. 18 Beban Maksimum Yang Di Terima Pondasi Tipe 2.....	96
Tabel 4. 19 Korelasi kepadatan relatif tanah pasir dengan Nspt Pondasi Tipe 2.....	97
Tabel 4. 20 korelasi Nspt dan berat jenis Pondasi Tipe 2 .....	99
Tabel 4. 21 korelasi Nspt dan berat jenis Pondasi Tipe 2 .....	100
Tabel 4. 22 Nilai koefisien Empiris (Cp).....	108
Tabel 4. 23 Nilai Modulus Elastisitas Tanah (Es).....	108
Tabel 4. 24 Nilai Angka Poisson Tanah (Vs).....	108
Tabel 4. 25 Hasil Output Etabs Pondasi Tipe 3 (kN).....	127
Tabel 4. 26 Hasil Konversi Output Etabs Pondasi Tipe 3 (Ton).....	127
Tabel 4. 27 Nilai NSPT di Titik B2 .....	130
Tabel 4. 28 Nilai qca rata- rata di kedalaman 14 - 26 m.....	130
Tabel 4. 29 Nilai qca rata- rata di kedalaman 2 - 22 m.....	131
Tabel 4. 30 Nilai Faktor Keamanan Pondasi Tipe 3 .....	131
Tabel 4. 31 Beban Maksimum Yang Di Terima Pondasi Tipe 3.....	135
Tabel 4. 32 Korelasi kepadatan relatif tanah pasir dengan Nspt Pondasi Tipe 3.....	136
Tabel 4. 33 Korelasi Nspt Dan Berat Jenis Pondasi Tipe 3 .....	139
Tabel 4. 34 Korelasi Nilai SPT dan Berat Jenis Pondasi Tipe 3.....	139
Tabel 4. 35 Nilai koefisien Empiris (Cp) Pondasi Tipe 3 .....	147
Tabel 4. 36 Nilai Modulus Elastisitas Tanah (Es) Pondasi Tipe 3.....	147
Tabel 4. 37 Nilai Angka Poisson Tanah (Vs) Pondasi Tipe 3 .....	147
Tabel 4. 38 Nilai $\phi$ Pn dan $\phi$ Mn Perhitungan .....	183



## DAFTAR NOTASI

$Q_{pg}$	: Daya dukung kelompok tiang
$Q_{ijin}$	: Daya dukung satu tiang
$E_g$	: Efisiensi kelompok tiang
$n$	: Jumlah tiang
$S$	: Jarak minimum sumbu tiang (cm)
$D$	: Diameter tiang (cm)
$m$	: Jumlah tiang pada deretan baris
$n$	: Jumlah tiang dalam deretan kolom
$Q_i$	: Beban tiap tiang ke-I
$M_x$	: momen yang bekerja memutar sumbu x (dibidang sejajar sumbu y)
$Y_i$	: koordinat y tiang ke-i terhadap titik berat grup (dapat bernilai + atau -)
$M_y$	: momen yang bekerja memutar sumbu y (dibidang sejajar sumbu x)
$X_i$	: koordinat x tiang ke-i terhadap titik berat grup (dapat bernilai + atau -)
$Q$	: beban luar terpusat tidak sentris
$M_x$ & $M_y$	: momen (memutar sumbu x dan sumbu y)
$E_x$ & $e_y$	: jarak beban Q ke titik berat grup
$S_c$	: penurunan elastis total pondasi tiang tunggal
$S_s$	: penurunan akibat deformasi aksial tiang tunggal
$S_p$	: penurunan dari ujung tiang
$S_{ps}$	: penurunan dari akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang
$Q_p$	: beban yang didukung tiang ujung (kN)
$Q_s$	: penurunan akibat deformasi aksial tiang tunggal (kN)
$A_p$	: luas penampang tiang (m <sup>2</sup> )
$E_p$	: modulus elastisitas tiang (kN/m <sup>2</sup> )
$L$	: panjang tiang (m)
$\alpha$	: koefisien yang bergantung pada distribusi gesekan selimut sepanjang pondasi tiang
$Q_p$	: perlawanan ujung dibawah beban kerja atau beban ujung yang diijinkan (kN)

$C_p$	: koefisien empiris
$q_p$	: tahanan ujung tiang (kN/m <sup>2</sup> )
$\frac{Q_{ws}}{P.L}$	: gesekan rata-rata sepanjang tiang (kN)
$p$	: keliling tiang (m)
$L$	: panjang tiang tertanam (m)
$D$	: diameter atau sisi tiang (m)
$E$	: modulus elastisitas tanah (kN/m <sup>2</sup> )
$\nu_s$	: angka poisson tanah
$I_{ws}$	: faktor pengaruh : $2 + 0,35\sqrt{L/D}$
$q$	: tekanan pada dasar pondasi (kN/m <sup>2</sup> )
$B_g$	: lebar kelompok tiang (m)
$N$	: harga rata-rata $N$ pada kedalaman $B_g$ di bawah kaki pondasi tiang
$L$	: kedalaman pondasi tiang (m)
$a_b$	: Tinggi blok tegangan
$E_s$	: Modulus elastisitas tulangan baja
$\epsilon_c$	: Regangan beton
$\epsilon_s$	: Regangan tulangan baja
$d$	: Jarak dari serat tekan ke pusat tulangan tarik longitudinal
$f_s$	: Tegangan tarik baja tulangan
$f_y$	: Kekuatan leleh yang disyaratkan
$c$	: Jarak dari serat tekan ke sumbu netral
$C_b$	: Jarak dari serat tekan beton terluar ke sumbu tinjauan
$C_s$	: Besarnya nilai terkendali tekan baja
$C_c$	: Besarnya nilai terkendali tekan beton
$T_s$	: Besarnya nilai terkendali tarik baja
$P_{nb}$	: Kuat desak nominal
$PT$	: Kuat tarik murni
$P_o$	: Beban aksial murni
$M_{nb}$	: Momen nominal
$V_u$	: gaya geser terfaktor pada penampang

$V_n$	: kuat geser nominal
$\Phi$	: faktor reduksi kekuatan geser
$P_u$	: beban aksial terfaktor (N)
$f_c'$	: kuat tekan beton (MPa)
$A_g$	: luas kotor penampang tiang (mm <sup>2</sup> )
$b_w$	: lebar penampang (mm)
$d$	: tinggi efektif (mm)
$s$	: tebal selimut tiang pancang (mm)
$A_v$	: luas tulangan transversal/geser (mm <sup>2</sup> )
$A_v$	: $\frac{1}{4} \pi D^2 d$ : tinggi efektif (mm)
$f_y$	: tegangan leleh tulangan (MPa)
$s$	: rentang jarak/spasi tulangan transversal atau geser (mm)
$Q_i$	: beban maksimum yang diterima oleh pondasi (kN)
$Q$	: jumlah total beban normal/gaya aksial (kN)
$n$	: jumlah pondasi
$M_y$	: momen yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu y (kNm)
$X_{max}$	: jarak terjauh tiang terpusat berat kelompok pada sumbu x (m)
$n_y$	: banyak tiang dalam satu baris searah sumbu y (buah)
$\sum x^2$	: jumlah kuadrat absis tiang (m <sup>2</sup> )
$M_x$	: momen yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu x (kNm)
$Y_{max}$	: jarak terjauh tiang terpusat berat kelompok pada sumbu y (m)
$n_x$	: banyak tiang dalam satu baris searah sumbu x (buah)
$\sum y^2$	: jumlah kuadrat absis tiang (m <sup>2</sup> )