

**PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG  
GEDUNG APARTEMEN REFINERY UNIT V PERTAMINA  
BALIKPAPAN**

Skripsi

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik  
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**QAEDI LUTHFAN MILZAM**

**201310340311009**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

**2018**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**JUDUL : PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG  
GEDUNG APARTEMEN REFINERY UNIT V  
PERTAMINA BALIKPAPAN**  
**NAMA : QAEDI LUTHFAN MILZAM**  
**NIM : 201310340311009**

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada Tanggal 13 Oktober 2018

Susunan Dosen Penguji :

1. Ir. Yunan Rusdianto, MT. Dosen Penguji I 
2. Faris Rizal Andardi, ST., MT. Dosen Penguji II 

Menyetujui dan Mengesahkan,

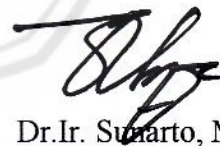
Malang, .....2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II




Ir. Ernawan Setyono, MT.



Dr. Ir. Sunarto, MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. Refikatul Karimah, MT.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan nikmat, serta hidayahnya tak lupa sholawat serta salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Gedung Apartemen Refinery Unit V Pertamina Balikpapan.**

Tugas akhir ini dilaksanakan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Malang. Adapun penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan semua pihak baik secara moril maupun materil. Pada kesempatan ini dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ahmad Mubin, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang
2. Ibu Ir. Rofikatul Karimah, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang
3. Bapak Ir, Ernawan Setyono, M.T. selaku dosen Pembimbing I yang dengan penuh kesabaran membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir, Sunarto, M.T. selaku dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini.
5. Papah dan Mamah yang telah merawat penulis dari kecil hingga seperti saat ini, dan tak henti-hentinya memberikan dukungan, masukan, motivasi serta doa kepada penulis hingga mampu menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini
6. Saudara penulis Nabilah Sharfina Awanis dan Qaedi Ahmad Waridi Munshif serta seluruh keluarga besar yang telah memberikan doa dan dukungan tanpa henti
7. Seorang wanita bernama Detta Selvira Farahdevi yang selalu menemani penulis, memberi doa, dukungan dan semangat serta yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis selama melaksanakan penyusunan tugas akhir ini.
8. Reza Nur Pahlevi, M. Aufa Fikri, Putrantama Adi Resa, M. Ronny Hermawan, Moch. Rizky Dwi, Rifky Maulana, Deni Rezki, Fiky Dharmanto, Haidar Wicaksono, dan Rizal Rosyik sebagai sahabat, saudara perantauan dan teman seperjuangan selama melaksanakan perkuliahan di Kota Malang

9. Seluruh dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang yang telah membimbing penulis selama berada di perkuliahan dari awal sampai sekarang.
10. Teman-teman Teknik Sipil A 2013 yang sudah menemani mulai dari awal perkuliahan hingga saat ini
11. Keluarga besar Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan banyak cerita dan pengalaman hidup kepada penulis
12. Keluarga besar KPMB Malang yang telah menampung dan menerima penulis dan mengajarkan banyak pengalaman hidup
13. Keluarga kost BCT F-11
14. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini

Terima kasih atas bimbingan, saran dan petunjuk serta masukan yang diberikan sehingga tugas akhir ini dapat selesai seperti yang diharapkan penulis.

Besar harapan semoga tugas akhir yang penulis susun ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan yang luas bagi pembacanya.

Malang, 12 November 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

COVER .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Maksud dan Tujuan.....	5
1.5. Metode Penulisan.....	5
1.6. Manfaat Perencanaan .....	5
1.7. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pembebanan .....	8
2.1.1. Beban Mati atau <i>Dead Load (D)</i> .....	8
2.1.2. Beban Hidup atau <i>Live Load (L)</i> .....	8
2.1.3. Beban Gempa atau <i>Earthquake Load (E)</i> .....	10
2.1.3.1. Faktor Keutamaan dan Kategori Risiko Struktur Bangunan .....	11
2.1.3.2. Klasifikasi Situs .....	13
2.1.3.3. Peta Gempa yang Dipertimbangkan Risiko – Tertarget (MCER) .....	15
2.1.3.4. Koefisien – Koefisien Situs dan Parameter – Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko – Tertarget (MCER). 16	

2.1.3.5.	Parameter Percepatan Spektral Desain.....	17
2.1.3.6.	Spektrum Respons Desain.....	17
2.1.3.7.	Kombinasi Sistem Perangkai dalam Arah yang Berbeda.....	19
2.1.3.8.	Perioda Fundamental Pendekatan.....	19
2.1.3.9.	Geser Dasar Seismik.....	21
2.1.3.10.	Perhitungan Koefisien Respon Seismik.....	21
2.1.3.11.	Distribusi Vertikal Gaya Gempa.....	22
2.1.4.	Beban Kombinasi Terfaktor.....	22
2.2.	Perencanaan Tiang Pancang.....	23
2.3.	Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang.....	25
2.3.1.	Daya Dukung Tiang Verikal.....	25
2.3.2.	Daya Dukung Horizontal.....	27
2.3.2.1.	Daya Dukung Ijin Horizontal pada Tanah Kohesif dan Ujung Terjepit.....	28
2.3.3.	Daya Dukung Ijin Tarik.....	28
2.3.4.	Daya Dukung Tiang Tunggal Berdasarkan <i>Dutch Cone Penetration Test</i> .....	29
2.4.	<i>Pile Group</i> (Tiang pancang Kelompok).....	30
2.4.1.	Jumlah Tiang Pancang yang Dibutuhkan.....	30
2.4.2.	Jarak Antar Tiang Pancang dalam Kelompok.....	30
2.4.3.	Efisiensi Kelompok Tiang Pancang.....	31
2.4.4.	Beban Maksimum Tiang pada Kelompok Tiang.....	32
2.5.	Kontrol Pengangkatan Tiang.....	34
2.5.1.	Pengangkatan Satu Titik.....	34
2.5.2.	Pengangkatan Dua Titik.....	35
2.6.	Perencanaan <i>Pile Cap</i> .....	36
2.6.1.	Dimensi <i>Pile Cap</i> .....	37
2.6.2.	Penulangan <i>Pile Cap</i> .....	38
2.6.3.	Tinjauan Terhadap Geser.....	39
2.6.3.1.	Kontrol Terhadap Geser Satu Arah.....	39
2.6.3.2.	Kontrol Terhadap Geser Dua Arah.....	40
2.7.	Penurunan Tiang ( <i>Settlement</i> ).....	42
2.7.1.	Penurunan Segera.....	42

2.7.2.	Penurunan Konsolidasi Primer .....	45
2.7.3.	Penurunan Konsolidasi Sekunder .....	46

### BAB III METODE PERENCANAAN

3.1.	Waktu Pelaksanaan Proyek.....	50
3.2.	Lokasi Perencanaan.....	50
3.3.	Prosedur Perencanaan.....	50
3.3.1.	Studi Literatur .....	52
3.3.2.	Pengumpulan Data .....	52
3.3.3.	Perhitungan Pembebanan Struktur Atas.....	52
3.3.4.	Perencanaan Dimensi Tiang Pancang .....	52
3.3.5.	Perhitungan Daya Dukung Ijin Tiang Pancang .....	53
3.3.6.	Kontrol .....	53
3.3.7.	Penurunan Pondasi Kelompok Tiang Pancang.....	53
3.3.8.	Perhitungan perencanaan <i>Pile Cap</i> .....	53
3.3.9.	Desain Pondasi dan <i>Pile Cap</i> .....	53
3.4.	Data Perencanaan.....	54
3.4.1.	Data Umum.....	54
3.4.2.	Mutu Bahan .....	54
3.5.	Analisis dan Perhitungan.....	56

### BAB IV PERENCANAAN

4.1.	Analisa Pembebanan .....	57
4.1.1.	Beban Mati atau <i>Dead Load</i> (DL) .....	57
4.1.2.	Beban Hidup atau <i>Live Load</i> (LL) .....	60
4.1.3.	Beban Gempa.....	61
4.2.	Analisa Struktur .....	68
4.2.1.	Pemodelan Struktur .....	68
4.2.2.	Hasil Analisa Struktur .....	74
4.3.	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang .....	77
4.3.1.	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Tipe 1 Titik K-4B .....	77
4.3.1.1.	Daya Dukung Ijin Vertikal Tiang Pancang .....	78
4.3.1.2.	Daya Dukung Ijin Horizontal Tiang Pancang.....	80

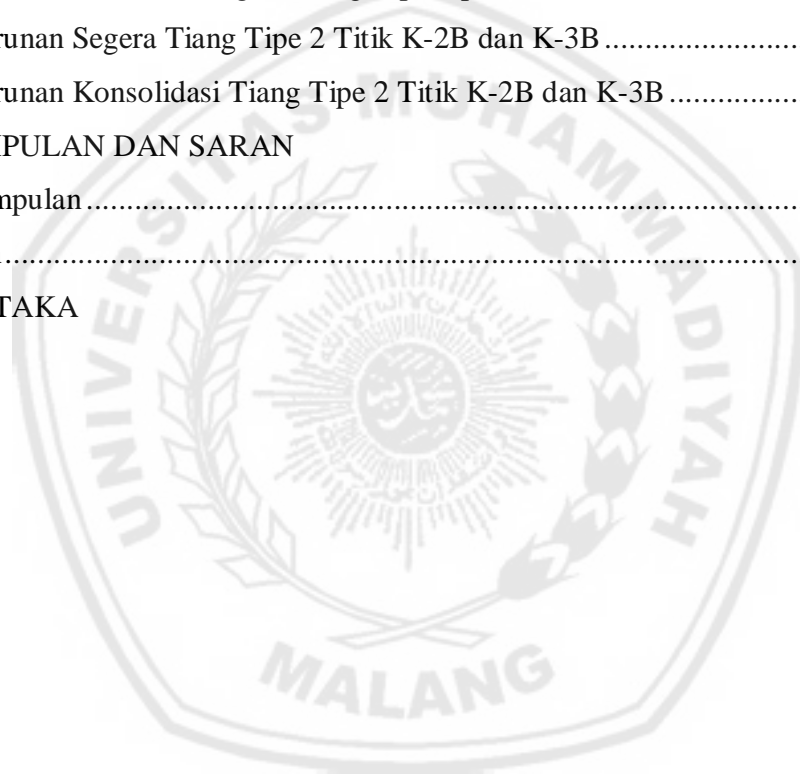
4.3.1.3.	Daya Dukung Ijin Tarik Tiang Pancang.....	82
4.3.1.4.	Perencanaan Tiang Pancang Kelompok.....	82
4.3.2.	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Tipe 1 Titik K-1G .....	86
4.3.2.1.	Daya Dukung Ijin Vertikal Tiang Pancang .....	86
4.3.2.2.	Daya Dukung Ijin Horizontal Tiang Pancang.....	89
4.3.2.3.	Daya Dukung Ijin Tarik Tiang Pancang.....	90
4.3.2.4.	Perencanaan Tiang Pancang Kelompok .....	91
4.3.3.	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Tipe 1 Titik K-1A .....	95
4.3.3.1.	Daya Dukung Ijin Vertikal Tiang Pancang .....	95
4.3.3.2.	Daya Dukung Ijin Horizontal Tiang Pancang.....	98
4.3.3.3.	Daya Dukung Ijin Tarik Tiang Pancang.....	99
4.3.3.4.	Perencanaan Tiang Pancang Kelompok .....	100
4.3.4.	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Tipe 1 Titik K-4H .....	104
4.3.4.1.	Daya Dukung Ijin Vertikal Tiang Pancang .....	104
4.3.4.2.	Daya Dukung Ijin Horizontal Tiang Pancang.....	107
4.3.4.3.	Daya Dukung Ijin Tarik Tiang Pancang.....	108
4.3.4.4.	Perencanaan Tiang Pancang Kelompok .....	109
4.3.5.	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Tipe 2 Titik K-2B dan K-3B .....	114
4.3.5.1.	Daya Dukung Ijin Vertikal Tiang Pancang .....	114
4.3.5.2.	Daya Dukung Ijin Horizontal Tiang Pancang.....	117
4.3.5.3.	Daya Dukung Ijin Tarik Tiang Pancang.....	119
4.3.5.4.	Perencanaan Tiang Pancang Kelompok .....	119
4.3.6.	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Tipe 1 Titik K-2E dan K-3E.....	123
4.3.6.1.	Daya Dukung Ijin Vertikal Tiang Pancang .....	123
4.3.6.2.	Daya Dukung Ijin Horizontal Tiang Pancang.....	126
4.3.6.3.	Daya Dukung Ijin Tarik Tiang Pancang.....	128
4.3.6.4.	Perencanaan Tiang Pancang Kelompok .....	128
4.3.7.	Spesifikasi Tiang Pancang .....	133
4.4.	Perencanaan <i>Pile Cap</i> .....	138
4.4.1.	Penulangan <i>Pile Cap</i> Tipe 1, Titik K-4B .....	138
4.4.2.	Penulangan <i>Pile Cap</i> Tipe 2, Titik K-2B dan K-3B .....	146



4.5.	Perencanaan Sambungan .....	154
4.5.1.	Perencanaan Tulangan Beton Pengisi .....	154
4.5.2.	Panjang Beton Pengisi .....	159
4.5.3.	Panjang Jangkar Penulangan (Penyaluran) .....	159
4.6.	Penurunan Pondasi Tiang Pancang .....	160
4.6.1.	Penurunan Pondasi Tiang Pancang Tipe 1 pada Titik K-4B .....	161
4.6.1.1.	Penurunan Segera Tiang Tipe 1 Titik K-4B .....	163
4.6.1.2.	Penurunan Konsolidasi Tiang Tipe 1 Titik K-4B .....	165
4.6.2.	Penurunan Pondasi Tiang Pancang Tipe 2 pada Titik K-2B dan K-3B .....	167
4.6.2.1.	Penurunan Segera Tiang Tipe 2 Titik K-2B dan K-3B .....	168
4.6.2.2.	Penurunan Konsolidasi Tiang Tipe 2 Titik K-2B dan K-3B .....	171
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1.	Kesimpulan .....	174
5.2.	Saran .....	175

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung .....	8
Tabel 2.2. Beban hidup terdistribusi merata minimum, $L_0$ dan beban hidup terpusat minimum .....	9
Tabel 2.3. Lanjutan Beban hidup terdistribusi merata minimum, $L_0$ dan beban hidup terpusat minimum .....	10
Tabel. 2.4. Faktor Keutamaan .....	11
Tabel 2.5. Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa.....	12
Tabel 2.6. Tabel Lanjutan Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa.....	13
Tabel 2.7. Klasifikasi Situs.....	14
Tabel 2.8. Koefisien Situs, $F_a$ .....	16
Tabel 2.9. Koefisien Situs, $F_v$ .....	17
Tabel 2.10 Kategori desain seismic berdasarkan parameter respons percepatan perioda pendek .....	18
Tabel 2.11 Kategori desain seismic berdasarkan parameter respons percepatan perioda 1 detik.....	19
Tabel 2.12 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung.....	19
Tabel 2.13 Faktor $R$ , $C_b$ dan $\Omega_0$ untuk sistem penahan gempa .....	20
Tabel 2.14. Nilai parameter perioda pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	21
Tabel 2.15. Kombinasi beban untuk metode ultimit .....	23
Tabel. 2.16. Faktor Keamanan.....	26
Tabel. 2.17. Intesitas gaya geser dinding tiang.....	27
Tabel 2.18. Faktor Pengaruh.....	43
Tabel 2.19. Perkiraan Rasio Poisson.....	44
Tabel 2.20. Modulus Elastisitas .....	44
Tabel 2.21. Nilai $C_\alpha / C_c$ beberapa macam tanah .....	48
Tabel 2.22. Hubungan empiris tanah kohesif dengan nilai penetrasi standar .....	48
Tabel 2.23. Hubungan pendekatan nilai penetrasi standar dengan konsistensi lempung .....	49
Tabel 4.1. Perhitungan Kolom Lantai 1 .....	<b>57</b>
Tabel 4.2. Perhitungan Balok Lantai 1.....	58

Tabel 4.3. Rekapitulasi berat sendiri gedung.....	60
Tabel 4.4. Respon Spektrum.....	64
Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Distribusi Vertikal Gaya Gempa.....	66
Tabel 4.6. Hasil Perhitungan Distribusi Vertikal Gaya Gempa yang Diterima oleh Struktur Dinding Geser dan Rangka Momen.....	67
Tabel 4.7. Reaksi Tumpuan untuk Kombinasi Pembebanan 2.....	74
Tabel 4.8. Reaksi Tumpuan untuk Kombinasi Pembebanan 7.....	75
Tabel 4.9. Reaksi Maksimum dan Minimum.....	76
Tabel 4.10. Gaya Gesek pada keliling permukaan tiang.....	80
Tabel 4.11. Perhitungan nilai Cu berdasarkan pendekatan <i>Stroud</i> .....	81
Tabel 4.12. Gaya Gesek pada keliling permukaan tiang.....	88
Tabel 4.13. Perhitungan nilai Cu berdasarkan pendekatan <i>Stroud</i> .....	89
Tabel 4.14. Gaya Gesek pada keliling permukaan tiang.....	97
Tabel 4.15. Perhitungan nilai Cu berdasarkan pendekatan <i>Stroud</i> .....	98
Tabel 4.16. Gaya Gesek pada keliling permukaan tiang.....	106
Tabel 4.17. Perhitungan nilai Cu berdasarkan pendekatan <i>Stroud</i> .....	107
Tabel 4.18 Rekapitulasi tiang pancang kelompok tipe 1.....	113
Tabel 4.19. Gaya Gesek pada keliling permukaan tiang.....	116
Tabel 4.20. Perhitungan nilai Cu berdasarkan pendekatan <i>Stroud</i> .....	117
Tabel 4.21. Gaya Gesek pada keliling permukaan tiang.....	125
Tabel 4.22. Perhitungan nilai Cu berdasarkan pendekatan <i>Stroud</i> .....	126
Tabel 4.23. Rekapitulasi tiang pancang kelompok tipe 2.....	132
Tabel 4.24 Nilai Modulus Elastisitas berdasarkan pendekatan Mitchell dan Gardner (1975).....	161
Tabel 4.25. Perhitungan penurunan segera tiap lapisan pada <i>pile cap</i> tipe 1.....	165
Tabel 4.26. Hasil nilai korelasi antara N-SPT dengan berat isi tanah jenuh.....	166
Tabel 4.27. Hasil perhitungan penurunan konsolidasi pada tiap lapisan.....	167
Tabel 4.28. Perhitungan penurunan segera tiap lapisan pada <i>pile cap</i> tipe 2 titik K-2B dan K-3B.....	170
Tabel 4.29. Hasil nilai korelasi antara N-SPT dengan berat isi tanah jenuh.....	171
Tabel 4.30. Hasil perhitungan penurunan konsolidasi pada tiap lapisan.....	172

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	$S_s$ , Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget ( $MCE_R$ ) Kelas situs SB .....	15
Gambar 2.2.	$S_I$ , Gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget ( $MCE_R$ ) Kelas situs SB .....	15
Gambar 2.3	Spektrum Respons desain.....	18
Gambar 2.4.	Beban yang Bekerja pada Kepala Tiang .....	24
Gambar 2.5.	Beban yang Bekerja pada Tubuh Tiang .....	24
Gambar 2.6.	Jarak pusat ke pusat tiang .....	31
Gambar 2.7.	Baris Kelompok Tiang .....	32
Gambar 2.8.	Efisiensi tiang pancang kelompok .....	32
Gambar 2.9.	Beban yang bekerja pada <i>pile cap</i> .....	33
Gambar 2.10.	Pengangkatan tiang pada satu titik.....	35
Gambar 2.11.	Pengangkatan tiang pada dua titik .....	36
Gambar 2.12.	Kriteria Perancangan <i>pile cap</i> .....	37
Gambar 2.13.	Daerah geser aksi satu arah pada pelat pondasi.....	40
Gambar 2.14.	Daerah geser aksi dua arah pada pelat pondasi .....	41
Gambar 2.15.	Penentuan tekanan prakonsolidasi .....	46
Gambar 3.1	Foto Satelit Lokasi Gedung Apartemen Pertamina Balikpapan.....	50
Gambar 3.2.	Diagram Alir.....	51
Gambar 3.3.	Tampak Rencana Gedung Apartemen RU-V Pertamina Balikpapan.....	54
Gambar 4.1.	Respon Spektrum Desain Apartemen RU-V Pertamina Balikpapan.....	64
Gambar 4.2.	Denah kolom lantai dasar .....	69
Gambar 4.3.	Denah kolom lantai 1-23 .....	70
Gambar 4.4.	Pemodelan Struktur pada STAADPro .....	71
Gambar 4.5.	Tampak Depan Pemodelan Struktur pada STAADPro.....	72
Gambar 4.6.	Letak nomer node titik pondasi pada STAADPro.....	73
Gambar 4.7.	Rencana Titik Pondasi.....	77
Gambar 4.8.	Kalibrasi nilai $N$ .....	78
Gambar 4.9.	Diagram perhitungan dari intensitas daya dukung ultimit tanah pondasi pada ujung tiang .....	79

Gambar 4.10. Konfigurasi kelompok tiang pada titik K-4B .....	83
Gambar 4.11. Distribusi beban maksimum tiang pada titik K-4B .....	85
Gambar 4.12. Kalibrasi nilai $N$ .....	87
Gambar 4.13. Diagram perhitungan dari intensitas daya dukung .....	87
Gambar 4.14. Konfigurasi kelompok tiang pada titik K-1G .....	92
Gambar 4.15. Distribusi beban maksimum tiang pada titik K-1G .....	94
Gambar 4.16. Kalibrasi nilai $N$ .....	96
Gambar 4.17. Diagram perhitungan dari intensitas daya dukung ultimit tanah pondasi pada ujung tiang .....	96
Gambar 4.18. Konfigurasi kelompok tiang pada titik K-1A .....	101
Gambar 4.19. Distribusi beban maksimum tiang pada titik K-1A .....	103
Gambar 4.20. Kalibrasi nilai $N$ .....	105
Gambar 4.21. Diagram perhitungan dari intensitas daya dukung ultimit tanah pondasi pada ujung tiang .....	105
Gambar 4.22. Konfigurasi kelompok tiang pada titik K-4H .....	110
Gambar 4.23. Distribusi beban maksimum tiang pada titik K-4H .....	112
Gambar 4.24. Kalibrasi nilai $N$ .....	115
Gambar 4.25. Diagram perhitungan dari intensitas daya dukung ultimit tanah pondasi pada ujung tiang .....	115
Gambar 4.26. Konfigurasi kelompok tiang pada titik K-2B dan K-3B .....	120
Gambar 4.27. Distribusi beban maksimum tiang pada titik K-2B dan K-3B .....	122
Gambar 4.28. Kalibrasi nilai $N$ .....	124
Gambar 4.29. Diagram perhitungan dari intensitas daya dukung ultimit tanah pondasi pada ujung tiang .....	124
Gambar 4.30. Konfigurasi kelompok tiang pada titik K-2E dan K-3E.....	129
Gambar 4.31. Distribusi beban maksimum tiang pada titik K-2E dan K-3E.....	131
Gambar 4.32. Spesifikasi Tiang Pancang Prategang Berbentuk Bulat .....	134
Gambar 4.33. Pengangkatan tiang pancang pada dua titik .....	135
Gambar 4.34. Pengangkatan tiang pancang pada satu titik.....	136
Gambar 4.35. Garis kritis gaya geser satu arah <i>pile cap</i> tipe 1 .....	141
Gambar 4.36. Garis kritis gaya geser dua arah <i>pile cap</i> tipe 1 .....	143

Gambar 4.37. Detail penulangan <i>pile cap</i> tipe 1 titik K-4B .....	145
Gambar 4.38. Garis kritis gaya geser satu arah <i>pile cap</i> tipe 2 .....	149
Gambar 4.39. Garis kritis gaya geser dua arah <i>pile cap</i> tipe 2 .....	151
Gambar 4.40. Detail penulangan <i>pile cap</i> tipe 2 .....	153
Gambar 4.41. Sambungan tiang pancang dengan <i>pile cap</i> yang terbenam di tumpuan cukup kecil.....	154
Gambar 4.42. Penampang lingkaran dan penampang ekivalen persegi.....	156
Gambar 4.43. Diagram tegangan dan regangan penampang ekivalen persegi.....	157
Gambar 4.44. Detail sambungan <i>pile cap</i> dengan tiang pancang.....	160
Gambar 4.45 Diagram penurunan Pondasi.....	163
Gambar 4.46 Grafik penentuan nilai $\mu_0$ .....	164
Gambar 4.47 Grafik penentuan nilai $\mu_1$ .....	164
Gambar 4.48. Diagram penurunan Pondasi.....	168
Gambar 4.49. Grafik penentuan nilai $\mu_0$ .....	169
Gambar 4.50 Grafik penentuan nilai $\mu_1$ .....	170
Gambar 4.51 Pondasi tiang pancang kelompok gedung Apartemen Refinery Unit V Pertamina Balikpapan .....	173

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	DATA TANAH
LAMPIRAN 2	ANALISA STAADPRO
LAMPIRAN 3	GAMBAR RENCANA



## DAFTAR PUSTAKA

Das, Braja M. 1985, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Surabaya. Penerbit Erlangga.

Hardiyatmo, Hery Christady. 2010. *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

Hardiyatmo, Hery Christady. 2015. *Analisis dan Perancangan Fondasi II*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

Harianti, E dan Anugerah P. 2013, *Desain Pondasi Tahan Gempa*. Yogyakarta. Penerbit ANDI

SNI 1726:2012, *Tata Cara Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta, Indonesia: Badan Standarilisasi Nasional

SNI 1727:2013, *Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta, Indonesia: Badan Standarilisasi Nasional

SNI 2847:2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan*. Jakarta, Indonesia: Badan Standarilisasi Nasional

Sosrodarsono, Suyono dan Kazuto Nakazawa. 2000. *Mekanika Tanah dan Pondasi*. Jakarta : PT. Pradya Paramota.