

## **TUGAS AKHIR**

# **STUDI PERENCANAAN TIANG BOR (*BORED PILE*) PADA GEDUNG APARTEMEN BEGAWAN MALANG**

*Disusun Dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik S-1 Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang*



**Disusun Oleh:**

**NUR AFNI FADILA**

**NIM 1621148**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2020**

**LEMBAR PERSETUJUAN  
TUGAS AKHIR**

**STUDI PERENCANAAN TIANG BOR ( *BORED PILE* )  
PADA GEDUNG APARTEMEN BEGAWAN MALANG**

Oleh:

**NUR AFNI FADILA**

**16.21.148**

**Telah disetujui oleh pembimbing  
Pada tanggal 29 Januari 2020**

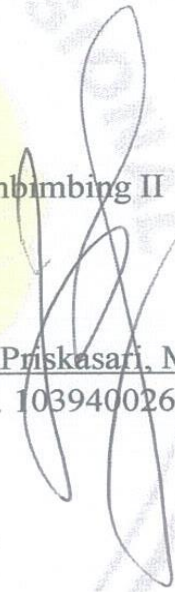
Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

Pembimbing I



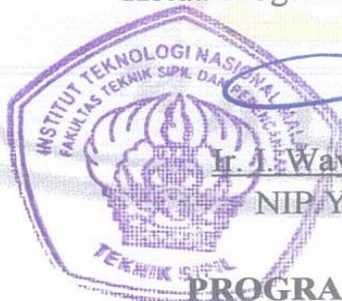
**Ir. Eding Iskak Imananto, MT**  
NIP. 196605061993031004

Pembimbing II



**Ir. Ester Priskasari, MT**  
NIP. Y. 1039400265

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



**Ir. J. Wayan Mundra, MT**  
NIP. Y. 1018700150

**PROGRAM TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

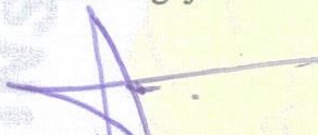
**STUDI PERENCANAAN TIANG BOR ( *BORED PILE* )  
PADA GEDUNG APARTEMEN BEGAWAN MALANG**

**Skripsi ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Skripsi  
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 6 Februari 2020 dan Diterima  
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Sipil S-1**


**Disusun oleh :  
NUR AFNI FADILA  
16.21.148**

**Anggota Penguji :**

**Dosen Penguji I**

  
**Ir. Agus Santosa, MT**  
NIP. Y. 1018700155

**Dosen Penguji II**


  
**Mohammad Erfan, ST., MT**  
NIP. Y. 1031500508

**Disahkan Oleh :**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1**

**Sekretaris Jurusan**



  
**Mohammad Erfan, ST., MT**  
NIP. Y. 1031500508

**PROGRAM TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2020**



## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nur Afni Fadila

NIM : 16.21.148

Jurusan : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Skripsi saya berjudul :

### **“STUDI PERENCANAAN TIANG BOR ( *BORED PILE*) PADA GEDUNG APARTEMEN BEGAWAN MALANG “**

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur- unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan 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, Februari 2020

Yang membuat Pernyataan



Nur Afni Fadila  
NIM. 16.21.148

## ABSTRAK

Nur Afni Fadila 16.21.148. “*Studi Perencanaan Pondasi Bor (Bored Pile) Pada Gedung Apartemen Begawan Malang*”. Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang. Dosen Pembimbing : (I) Ir. Eding Iskak Imananto, MT. (II) Ir. Ester Priskasari, MT.

---

Pondasi adalah suatu jenis konstruksi terpenting pada suatu bangunan. Fungsi dari pondasi sebagai penahan seluruh beban yang berada di atasnya serta gaya dari luar dan meneruskan beban menuju lapisan tanah dengan daya dukung rencana yang diinginkan oleh perencanaan pendukung dibawahnya tanpa terjadi penurunan berlebih. Pengambilan Judul ini bertujuan untuk merencanakan ulang struktur bawah Bangunan Apartemen Begawan Malang 9 lantai (3 lantai parkir, 5 lantai hunian dan 1 lantai atap) dengan luas bangunan 11,55 m x 31,05 m menggunakan pondasi tiang bor yang direncanakan pada kedalaman 18 m yang mencakup daya dukung, jumlah penurunan yang terjadi serta jumlah tulangan yang digunakan pada *pilecap* dan pondasi. Data yang digunakan dalam perencanaan adalah data  $N_{koreksi}$  SPT (*Standart Penetration Test*). Batasan lapisan tanah keras yang baik adalah  $>30$ , sedangkan pada bangunan tersebut didapatkan nilai NSPT sebesar 75 blows/ft pada kedalaman 18 m

Dalam mendesain pondasi menggunakan Tegangan Ijin dan untuk mendesain tulangan menggunakan Tegangan Ultimit. Perencanaan pondasi harus memperhatikan karakteristik tanah,. Metode yang digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi *bored pile* adalah metode *Meyerhoff*, perhitungan penurunan menggunakan metode semi empiris serta perhitungan pile cap untuk mencari  $m_y$  yang bekerja menggunakan interpolasi tabel stiglat/wippel

Dari hasil perhitungan direncanakan dimensi pondasi untuk tipe beban I,II,dan III adalah  $\phi$  60 cm dengan kedalaman 18 m. Jumlah tiang tipe I adalah 5 tiang, tipe II adalah 3 tiang dan tipe III adalah 2 tiang. Untuk daya dukung pondasi tiang tunggal pada pondasi tipe beban 1,2 dan 3 didapat  $Q_a = 328,905$  ton sedangkan daya dukung kelompok tiang ( $Q_{pg}$ ) pada pondasi tipe I yaitu 1195,570 ton, untuk pondasi tipe II yaitu 755,82 ton, dan pondasi tipe III yaitu 578,21 ton. Berdasarkan hasil perhitungan didapat bahwa *pilecap* pondasi tipe I mempunyai tulangan Tarik arah x dan y yaitu 50D22-140 mm sedangkan tulangan tekannya yaitu 25D22-140 mm. Pada *pilecap* pondasi tipe II mempunyai tulangan Tarik arah x dan y yaitu 30D22 -140 mm , untuk tulangan tekan yaitu 15D22-140 mm ,*Pilecap* pondasi III mempunyai tulangan Tarik arah x dan y yaitu 42D22 -140 mm, dan tulangan tekan arah x dan y yaitu 22D22-140mm serta Penulangan Pokok tiang 8D19. Hasil penurunan tiang tunggal adalah 4,067 cm  $>$  6 cm aman. Sehingga dapat disimpulkan desain pondasi tiang bor dapat digunakan pada pembangunan Gedung Apartemen Begawan Malang.

**Kata kunci : Pondasi Tiang Bor, Daya Dukung, Penulangan**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam penyusunan skripsi ini. Judul skripsi ini adalah “*Studi Perencanaan Pondasi Tiang Bor (Bored Pile) Pada Gedung Apartemen Begawan Malang*”

Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini untuk memenuhi persyaratan dalam menempuh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik Sipil S1 Institut Teknologi Nasional Malang. Semua ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan serta saran – saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Kustamar, MT selaku Rektor ITN Malang.
2. Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSc selaku Dekan Fakultas Teknik sipil dan Perencanaan.
3. Ir. I Wayan Mundra, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
4. Ir. Deviany Kartika, MT selaku Kepala Studio Skripsi.
5. Ir. Eding Iskak Imananto, MT selaku dosen pembimbing I.
6. Ir. Ester Priskasari, MT selaku Dosen Pembimbing II.
7. Ir. A. Agus Santosa, MT MT selaku penguji I
8. Mohammad Erfan, ST, MT selaku penguji II, S
9. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan mendukung.
10. Sahabat yang selalu memberikan semangat dan mendukung.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini belum sempurna, baik dari segi materi maupun penyajiannya. Untuk itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan dalam penyempurnaan skripsi ini.

Malang, Februari 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</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 TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan Rumusan.....	2
1.3. Masalah.....	2
1.4. Tujuan Perencanaan.....	2
1.5. Batasan Masalah.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Teori Pondasi.....	4
2.1.1 Klasifikasi pondasi .....	6
2.1.2 Pondasi Dangkal.....	6
2.1.3 Pondasi Dalam.....	8
2.2. Penyelidikan tanah.....	9
2.2.1 Uji Pentrasi Standart atau SPT ( <i>Standart Penetration Test</i> ) .....	10
2.2.2 Korelasi empiris yang sering digunakan untuk hasil interpretasi hasil uji SPT.....	13
2.3. Pondasi tiang bor .....	13
2.3.1 Daya Dukung Pondasi Tiang Bor.....	15
2.3.2 Daya Dukung Aksial Tunggal.....	15

2.3.3	Daya Dukung Aksial Kelompok .....	17
2.3.4	Efisiensi Kelompok Tiang.....	19
2.3.5	Daya Dukung Lateral Pondasi.....	23
2.3.6	Daya Dukung Ijin Tiang.....	25
2.4.	Penurunan pondasi.....	27
2.4.1	Penurunan Pondasi Tiang Tunggal.....	27
2.4.2	Penurunan Pondasi Tiang Tunggal.....	30
2.4.3	Penurunan Diizinkan .....	31
2.5.	Perencanaan pile cap.....	32
2.5.1	Kontro Geser Pons Pilecap.....	33
2.5.2	Penulangan Pile Cap.....	33
2.6.	Penulangan Tiang Bor.....	34
2.7	Pembebanan.....	34
2.7.1	Beban Hidup (Live Load).....	34
2.7.2	Beban Mati (Dead Load).....	34
2.7.3	Beban Gempa ((Eartquake Load).....	35
2.7.4	Kombinasi Pembebanan .....	42
<b>BAB III METODOLOGI PERENCANAAN .....</b>		<b>44</b>
3.1	Data perencanaan.....	44
3.2	Tahapan perencanaan.....	45
3.2.1	Pengumpulan Data .....	45
3.2.2	Pembebanan Struktur Atas .....	45
3.3	Diagram alir.....	46
<b>BAB IV PERENCANAAN PONDASI.....</b>		<b>48</b>
4.1	Hasil Program Bantu Etabs .....	48
4.2	Perencanaan Pondasi Tipe I.....	48
4.2.1	Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tipe I .....	48



4.2.1.2	Perhitungan Gaya Lateral .....	61
4.2.1.3	Perhitungan Kontrol Geser Pons Pondasi Tipe I .....	65
4.2.2	Perhitungan Penurunan .....	69
4.2.2.1	Perhitungan Penurunan Tiang Tunggal .....	69
4.2.2.2	Perhitungan Penurunan Tiang Kelompok Pondasi Tipe 1 .....	72
4.2.3	Perencanaan Penulangan <i>Pilecap</i> Pondasi Tipe 1 .....	72
4.2.4	Perencanaan Penulangan Tiang Bor Tipe 1 .....	77
4.2.4.2	Perencanaan Penulangan Spiral Pondasi Tipe I .....	78
4.2	Hasil Program Bantu Etabs .....	81
4.3	Perencanaan Pondasi Tipe II .....	81
4.4.1	Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Bor .....	81
4.4.1.1	Perhitungan Daya Dukung Aksial .....	82
4.4.1.2	Perhitungan Daya Dukung Lateral .....	93
4.4.2	Perhitungan Penurunan .....	101
4.4.2.1	Perhitungan Penurunan Tiang Tunggal .....	101
4.4.1.2	Perhitungan Penurunan Tiang Kelompok .....	104
4.4.3	Perencanaan Penulangan <i>Pilecap</i> .....	104
4.4.4	Perencanaan Penulangan Tiang Bor .....	109
4.4.4.1	Perencanaan Penulangan Pokok .....	109
4.4.4.2	Perencanaan Penulangan Spiral Pondasi .....	110
4.4	Hasil Analisa Program Bantu Etabs .....	113
4.5	Pondasi Tipe III .....	113
4.6.1	Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Bor .....	113
4.6.1.1	Perhitungan Dukung Aksial .....	114
4.6.1.2	Perhitungan Kontrol Geser .....	127
4.6.2	Perhitungan Penurunan .....	131

4.6.2.1	Penurunan Pondasi Tiang Tunggal.....	131
4.6.2.2	Penurunan Pondasi Tiang Kelompok.....	133
4.6.4	Perencanaan penulangan Tiang Bor.....	138
4.6.4.1	Perencanaan Penulangan Pokok Pondasi.....	138
4.6.4.2	Perencanaan Penulangan Spiral Pondasi.....	140
4.7	Hasil Analisa.....	143
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>144</b>
5.1	Kesimpulan.....	144
5.2	Saran.....	145

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koreksi yang di gunakan dalam uji SPT .....	12
Tabel 2.2 Efisiensi Pemukul uji SPT.....	12
Tabel 2.3 Korelasi Relatif ( $D_r$ ) Tanah Pasir dengan $N_{spt}$ .....	13
Tabel 2.4 Kriteria Jenis Perilaku Tiang .....	25
Tabel 2.5 Faktor keamanan pondasi dalam menurut Reese dan O'Neill (1989)...	26
Tabel 2.6 Nilai koefisien $C_p$ (Sumber : Vesic, 1997).....	29
Tabel 2.7 Nilai modulus elastis tanah (Bowles, 1968).....	29
Tabel 2.8 Perkiraan angka Poisson ( $\nu_s$ ) (Bowles, 1968).....	30
Tabel 2.9 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban.....	36
Tabel 2.10 Faktor keutamaan gempa, $I_e$ .....	38
Tabel 2.11 Klasifikasi situs .....	38
Tabel 2.12 Koefisien situs, $F_a$ .....	39
Tabel 2.13 Faktor Amplikasi Periode 1 Detik ( $F_v$ ).....	39
Tabel 2.14 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek ( $S_{Ds}$ ) .....	41
Tabel 2.15 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan	
Tabel 2.16 Faktor $R^a$ , $\Omega_o$ , $C_d$ untuk sistem penahan gempa.....	42
Tabel 4. 1 Beban yang bekerja pada kolom akibat kombinasi Tegangan Ijin....	48
Tabel 4. 2 Koreksi N-SPT .....	51
Tabel 4. 3 Nilai $N_{spt}$ pada kedalaman 13.5 m sampai 21 m pondasi tipe 1.....	52
Tabel 4. 4 Nilai $N_{spt}$ disepanjang tiang pondasi tipe 1 .....	53
Tabel 4. 5 Nilai faktor keamanan .....	54
Tabel 4. 6 beban yang bekerja pada kolom akibat Tegangan Ultimit .....	56
Tabel 4. 7 Koreksi Kepadatan Relatif Tanah dengan $N_{spt}$ Pondasi I .....	61
Tabel 4. 8 Korelasi Nilai SPT dengan Berat Jenis Pondasi Tipe 1 .....	63
Tabel 4. 9 Korelasi Nilai SPT dengan Kepadatan Relatif, $q_c$ , dan Sudut Geser...	63
Tabel 4. 10 Nilai koefisien $C_p$ .....	70
Tabel 4. 11 Nilai Modulus Elastisitas Tanah ( $E_s$ ) .....	70
Tabel 4. 12 Nilai Angka Poisson Tanah ( $\nu_s$ ).....	71

Tabel 4. 13 Pelat : Stiglat/Wippel.....	72
Tabel 4. 14 Beban yang bekerja pada kolom akibat kombinasi Tegangan Ijin.....	81
Tabel 4. 15 Koreksi N-SPT .....	84
Tabel 4. 16 Nilai $N_{spt}$ pada kedalaman 13.2 m sampai 20.4 m pondasi tipe II...	85
Tabel 4. 17 Nilai $N_{spt}$ disepanjang tiang pondasi tipe II .....	86
Tabel 4. 18 Nilai faktor keamanan .....	87
Tabel 4. 19 Beban yang bekerja pada kolom akibat tegangan Ultimit.....	89
Tabel 4. 20 Koreksi Kepadatan Relatif Tanah dengan $N_{spt}$ Pondasi II .....	93
Tabel 4. 21 Korelasi Nilai SPT dengan Berat Jenis Pondasi Tipe II.....	95
Tabel 4. 22 Korelasi Nilai SPT dengan Kepadatan Relatif, $q_c$ , dan Sudut Geser	95
Tabel 4. 23 Nilai koefisien $C_p$ .....	102
Tabel 4. 24 Nilai Modulus Elastisitas Tanah ( $E_s$ ) .....	102
Tabel 4. 25 Pelat : Stiglat/Wippel.....	104
Tabel 4. 26 Beban yang bekerja pada kolom akibat kombinasi Tegangan Ijin..	113
Tabel 4. 27 Koreksi N-SPT .....	116
Tabel 4. 28 Rencana Pondasi dan Grafik N-SPT akibat N-Koreksi Overburden	117
Tabel 4. 29 Nilai faktor keamanan .....	119
Tabel 4. 30 Beban yang bekerja pada kolom akibat tegangan Ultimit.....	121
Tabel 4. 31 Koreksi Kepadatan Relatif Tanah dengan $N_{spt}$ Pondasi III.....	123
Tabel 4. 32 Korelasi Nilai SPT dengan Berat Jenis Pondasi Tipe III .....	125
Tabel 4. 33 Korelasi Nilai SPT dengan Kepadatan Relatif, $q_c$ , dan Sudut Geser Pondasi Tipe III .....	125
Tabel 4. 34 Nilai koefisien $C_p$ .....	132
Tabel 4. 35 Nilai Modulus Elastisitas Tanah ( $E_s$ ) .....	132
Tabel 4. 36 Nilai Angka Poisson Tanah ( $\nu_s$ ) .....	133
Tabel 4. 37 Pelat : Stiglat/Wippel.....	134
Tabel 4. 38 Hasil Analisa .....	143

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) keruntuhan geser umum, (b) keruntuhan geser local , (c) keruntuhan pentrasi.....	5
Gambar 2.2 Pondasi Telapak.....	7
Gambar 2.3 Pondasi Menerus.....	7
Gambar 2.4 Pondasi Rakit.....	7
Gambar 2.5 Pondasi Tiang Pancang.....	8
Gambar 2.6 Pondasi sumuran.....	9
Gambar 2.7 Pondasi Tiang bor.....	9
Gambar 2.8 Gambar Prosedur pengujian SPT.....	11
Gambar 2.9 Pelaksanaan Pondasi tiang bor.....	14
Gambar 2.10 Gaya gaya yang bekerja pada Tiang tunggal.....	15
Gambar 2.11 Pola susunan tiang bor.....	19
Gambar 2.12 Tegangan di bawah ujung tiang tunggal dan kelompok tiang (Timlinson,1994).....	20
Gambar 2.13 Ilustrasi <i>Overlapping</i> Zona Tegangan disekitar Kelompok Tiang ..	20
Gambar 2.14 Kelompok tiang.....	21
Gambar 2.15 Efisiensi kelompok tiang berdasarkan metode feld.....	23
Gambar 2.16 Definisi tiang ujung bebas dan ujung jepit (McNulty, 1956).....	24
Gambar 2.17 Kondisi Pembebanan lateral pada pondasi tiang.....	24
Gambar 2.18 Grafik Hubungan $\mu/B^4 \cdot \gamma \cdot K_p$ dan $H_u/K_p \cdot B^3 \cdot T$ .....	25
Gambar 2.19 Skema Pondasi Tiang Kelompok.....	32
Gambar 2.20 Peta respon spektra percepatan 0,2 detik ( $S_2$ ) Dengan Nisbah Redaman 5 % di Batuan dasar SB Untuk Probabilitas terlampaui 2 % Dalam 50 Tahun Berdasarkan Peta Gempa 2017.....	35
Gambar 2.21 Peta respon spektra percepatan 1 detik ( $S_1$ ) Dengan Nisbah Redaman 5 % di Batuan dasar SB Untuk Probabilitas terlampaui 2 % Dalam ....	50
Tahun Berdasarkan Peta Gempa 2017.....	36
Gambar 4.1 Rencana Dimensi Pondasi Tipe I.....	48
Gambar 4. 2 Grafik dan N-SPT (asli).....	50
Gambar 4. 3 Rencana Pondasi dan Grafik N-SPT akibat N-Koreksi Overburden	52



Gambar 4. 21 Bidang Geser Pons akibat kolom pondasi Tipe II .....	98
Gambar 4. 22 Bidang Geser Pons akibat tiang pondasi Tipe II .....	100
Gambar 4. 23 Penampang Lingkaran .....	109
Gambar 4. 24 Rencana Dimensi Pondasi Tipe III .....	113
Gambar 4. 25 Grafik dan N-SPT (asli).....	115
Gambar 4. 26 Nilai $N_{spt}$ kedalaman 13.2 m sampai 20.4 m pondasi tipe III ....	117
Gambar 4. 27 Nilai $N_{spt}$ disepanjang tiang pondasi tipe III .....	118
Gambar 4. 28 Rencana Susunan Pondasi Tipe III (2 tiang) .....	119
Gambar 4. 29 Rencana Susunan Pondasi Tipe III (2 tiang) .....	120
Gambar 4. 30 Beban yang diterima pondasi bor tipe III ( 2 tiang ).....	122
Gambar 4. 31 Grafik Hubungan $q_h$ dengan Kepadatan Relatif ( $D_r$ ) Tanah Pasi	124
Gambar 4. 32 Grafik Hubungan antara $\mu/B^4 \cdot \gamma \cdot K_p$ dan $H_u/K_p \cdot B^3 \cdot \gamma$ .....	126
Gambar 4. 33 Geser Pons akibat Kolom Pondasi Tipe III .....	128
Gambar 4. 34 Bidang geser Pons akibat Tiang Pondasi Tipe II.....	130
Gambar 4. 4 Rencana Susunan Pondasi Tipe 1 (4 tiang) .....	54
Gambar 4. 5 dimensi pile cap 4 tiang .....	56
Gambar 4. 6 Rencana Dimensi Pilecap Pondasi Tipe 1 (5 tiang).....	58
Gambar 4. 7 Beban yang diterima pondasi bor tipe 1 ( 5 tiang ).....	59
Gambar 4. 8 Grafik Hubungan $q_h$ dengan Kepadatan Relatif ( $D_r$ ) Tanah Pasir	62
Gambar 4. 9 Grafik Hubungan antara $\mu/B^4 \cdot \gamma \cdot K_p$ dan $H_u/K_p \cdot B^3 \cdot \gamma$ .....	64
Gambar 4. 10 Bidang Geser Pons akibat kolom pondasi Tipe 1 .....	66
Gambar 4. 11 Penampang Lingkaran .....	77
Gambar 4. 12 Rencana Dimensi Pondasi Tipe II .....	81
Gambar 4. 13 Grafik dan N-SPT (asli).....	83
Gambar 4. 14 Rencana Pondasi dan Grafik N-SPT akibat N-Koreksi Overburde	85
Gambar 4. 15 Rencana Susunan Pondasi Tipe II (2 tiang).....	87
Gambar 4. 16 Rencana Dimensi Pilecap Pondasi Tipe II (2 tiang).....	88
Gambar 4. 17 Rencana Dimensi Pilecap Pondasi Tipe II (3 tiang).....	91
Gambar 4. 18 Beban yang diterima pondasi bor tipe II ( 3 tiang ).....	92
Gambar 4. 19 Grafik Hubungan $q_h$ dengan Kepadatan Relatif ( $D_r$ ) Tanah Pasir	94
Gambar 4. 20 Grafik Hubungan antara $\mu/B^4 \cdot \gamma \cdot K_p$ dan $H_u/K_p \cdot B^3 \cdot \gamma$ II .....	96

Gambar 4. 35 Skema pembebanan arah x .....	134
Gambar 4. 36 Penampang Lingkaran .....	139

## DAFTAR NOTASI

$A_p$	= Luas penampang tiang
$\alpha_s$	= banyak tiang dalam satu baris searah sumbu x
$b_o$	= Bidang kritis geser pons
$B$	= Nilai lebar pondasi (m)
$b_{eff}$	= Lebar Efektif penampang
$c$	= Lebar bidang
$c_u$	= Kohesi (kg/cm <sup>2</sup> )
$C_s$	= Koefisien respons seismik
$C_p$	= Nilai koefisien empiris tanah
$C_{sm}$	= Koefisien respons seismik
$D$	= Diameter tiang
$d$	= Tinggi efektif
$D_r$	= Kerapatan relatif
$E_g$	= Efisiensi kelompok tiang
$E_p$	= Modulus elastis pondasi (kN/m <sup>2</sup> )
$E_s$	= Nilai modulus elastisitas tanah
$f_c'$	= Kuat tekan beton
$F_r$	= Friction rasio
$f_y$	= Tegangan leleh tulangan
$F_x$	= beban bekerja arah pada program Etabs
$F_y$	= beban bekerja arah pada program Etabs
$F_z$	= beban bekerja arah z pada program Etabs
$h$	= Tinggi penampang
$h'$	= lebar penampang
$H_u$	= Beban lateral ultimit (kN)
$I_e$	= Faktor keamanan gempa
$I_p$	= Momen inersia tiang
$k_h$	= Koefisien reaksi tanah dalam arah horizontal (kN/m <sup>3</sup> )
$K_s$	= Modulus subgrade tanah dalam arah horizontal

$L$	= Nilai kedalaman pondasi (m)
$m$	= Jumlah tiang pada deretan baris
$M_{mak}$	= Momen maksimum (kN.m)
$M_n$	= Momen nominal
$M_u$	= Momen kapasitas ultimit dari penampang tiang
$M_x$	= Momen yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu x
$M_y$	= Momen yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu y
$n$	= Jumlah tiang pada deretan kolom
$n_x$	= Banyak tiang dalam satu baris searah sumbu x
$n_y$	= Banyak tiang dalam satu baris searah sumbu y
$P$	= Beban yang bekerja
$P_{max}$	= Beban maksimum yang diterima oleh pondasi
$P_u$	= Jumlah total beban normal / gaya aksial
$q$	= Beban merata plat injak akibat berat timbunan tanah (kN)
$Q_a$	= Daya dukung ijin tiang
$Q_c$	= Tahanan konus
$Q_p$	= Daya dukung ujung ultimit tiang
$Q_{pg}$	= Daya dukung kelompok tiang
$Q_s$	= Daya dukung selimut tiang
$Q_u$	= Daya dukung total
$Q_x$	= Gempa statik ekuivalen x
$Q_y$	= Gempa statik ekuivalen y
$R_d$	= Faktor kekakuan
$R_n$	= Koefisien kapasitas penampang
$S$	= Jarak antar tiang
$SS$	= Percepatan batuan dasar periode pendek
$S_1$	= Percepatan batuan dasar periode 1 detik
$SF$	= Faktor keamanan
$S_p$	= Penurunan dari ujung tiang
$S_{ps}$	= Penurunan akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang
$S_s$	= Penurunan akibat deformasi aksial tiang

$T$	= Karakteristik panjang tiang (m)
$T$	= Periode getar fundamental struktur
$\nu$	= Poisson's ratio
$V$	= Geser dasar seismic
$V_c$	= Kuat geser beton
$\nu_s$	= Nilai angka poisson tanah
$V_z$	= Gaya geser pada tiang (kN)
$W$	= Berat Sendiri seismic
$W_s$	= Berat tanah
$X_{\max}$	= Jarak terjauh tiang kepusat berat kelompok tiang searah sumbu x
$Y_{\max}$	= Jarak terjauh tiang kepusat berat kelompok tiang searah sumbu y
$\gamma$	= Berat volume tanah (kN/m <sup>3</sup> )
$\phi$	= Sudut geser (°)
$\rho_b$	= Berat jenis balance
$\emptyset$	= Faktor reduksi



