UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI KELOMPOK TIANG PADA PEMBANGUNAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) LINTAS LAYANAN CAWANG - CIBUBUR
FAJAR DWI RIYANI, Lava Himawan, ST., MT
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PENGESAHAN ii

LEMBAR KONSULTASI MAGANG iv

PERNYATAAN v

PERSEMBAHAN vi

KATA PENGANTAR vii

DAFTAR ISI ix

DAFTAR TABEL xiv

DAFTAR GAMBAR xvi

DAFTAR NOTASI xviii

DAFTAR LAMPIRAN xxii

INTISARI xxiii

ABSTRACT xxiv

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Batasan Masalah 2

1.4 Tujuan 3

1.5 Manfaat 3

1.6 Sistematika Penulisan 4

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI KELOMPOK TIANG PADA PEMBANGUNAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) LINTAS LAYANAN CAWANG - CIBUBUR
FAJAR DWI RIYANI, Lava Himawan, ST., MT
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1.6.1 Bagian Awal 4

1.6.2 Bagian Inti 4

1.6.3 Bagian Akhir.....5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 6

2.1 Umum 6

2.2 Macam – macam Fondasi 6

2.3 Penyelidikan Tanah.....9

2.3.1 Penyelidikan Tanah di Laboratorium (Laboratory Test) 9

2.3.2 Standart Penetration Test (SPT) 12

2.4 Fondasi Tiang.....13

2.4.1 Definisi Fondasi Tiang 13

2.4.2 Klasifikasi Fondasi Tiang 14

2.5 Fondasi Tiang Pancang 14

2.5.1 Definisi Fondasi Tiang Pancang 14

2.5.2 Kegunaan Fondasi Tiang Pancang.....15

2.5.3 Pemilihan Jenis Tiang Pancang 16

2.5.4 Penggolongan Fondasi Tiang Pancang 16

2.6 Kapasitas Dukung Fondasi Tiang 23

2.6.1 Kapasitas Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal (Single Pile) ...24

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI KELOMPOK TIANG PADA PEMBANGUNAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) LINTAS LAYANAN CAWANG - CIBUBUR
FAJAR DWI RIYANI, Lava Himawan, ST., MT
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.6.1.1 Kapasitas Daya Dukung Fondasi dari hasil Uji Laboratorium (sifat dan karakteristik tanah) 25

2.6.1.2 Kapasitas Daya Dukung Fondasi dari data Standart Penetration Test (SPT).....30

2.6.2 Kapasitas Daya Dukung Aksial Kelompok Tiang (Pile Group) 35

1. Jumlah Tiang (n).....36
2. Jarak Tiang (s) 36
3. Susunan Tiang 37
4. Efisiensi Kelompok Tiang 38

2.7 Faktor Keamanan 39

2.8 Pembagian Tekanan Pada Kelompok Tiang Pancang 40

2.8.1 Kelompok Tiang Yang Menerima Beban Normal Sentris 41

2.8.2 Kelompok Tiang Yang Menerima Beban Normal Eksentris.....41

2.8.3 Kelompok Tiang Yang Menerima Beban Normal Sentris Dan Momen Yang Bekerja Dua Arah 42

BAB III TINJAUAN UMUM DAN LINGKUP PERUSAHAAN..... 44

3.1 Profil Perusahaan 44

3.1.1 Nama dan Alamat Perusahaan 44

3.1.2 Sejarah Perusahaan 44

3.1.3 Visi, Misi, Motto dan Budaya Perusahaan 45

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI KELOMPOK TIANG PADA PEMBANGUNAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) LINTAS LAYANAN CAWANG - CIBUBUR
FAJAR DWI RIYANI, Lava Himawan, ST., MT
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

1. Visi.....45

2. Misi.....45

3. Motto.....46

4. Budaya.....46

3.1.4 Entitas Anak Perusahaan.....50

3.1.5 Prestasi dan Penghargaan Perusahaan.....52

3.2 Gambaran Umum Proyek.....53

3.2.1 Deskripsi Proyek Secara Umum.....53

3.2.2 Maksud dan Tujuan Proyek.....54

3.2.3 Lokasi Proyek.....55

3.2.4 Data Umum Proyek.....55

3.3 Ruang Lingkup Proyek.....56

3.4 Struktur Organisasi Proyek.....57

BAB IV PEMBAHASAN.....58

4.1 Pendahuluan.....58

4.2 Data – Data Untuk Menganalisis Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang.....59

4.2.1 Data Penyelidikan Tanah.....59

4.2.2 Data Untuk Analisis Struktur.....63

4.2.3 Data spesifikasi *Spun Pile*.....65

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI KELOMPOK TIANG PADA PEMBANGUNAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) LINTAS LAYANAN CAWANG - CIBUBUR
FAJAR DWI RIYANI, Lava Himawan, ST., MT
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.3 Analisis Perhitungan Kapasitas Dukung Aksial Tiang 66

4.3.1 Perhitungan Kapasitas Dukung Aksial Tiang Tunggal.....66

4.3.2 Perhitungan Efisiensi Kelompok Tiang.....99

4.3.3 Perhitungan Kapasitas Dukung Aksial Kelompok Tiang.....101

4.4 Perhitungan Struktur (Beban Aksial).....103

4.4.1 Beban Mati *(Dead Load)* 103

4.4.2 Beban Hidup *(Live Load)* 110

4.4.3 Beban Kejut 111

4.5 Kontrol Daya Dukung Aksial Tiang 114

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 115

5.1 Kesimpulan 115

5.2 Saran 116

DAFTAR PUSTAKA xxv

LAMPIRAN

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI KELOMPOK TIANG PADA PEMBANGUNAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) LINTAS LAYANAN CAWANG - CIBUBUR
FAJAR DWI RIYANI, Lava Himawan, ST., MT
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai – nilai Tipikal Beban Izin Tiang Beton Pracetak (Hardiyatmo, 2010) 19

Tabel 2.2 Nilai k_d untuk tanah granuler (Mansur dan Hunter, 1970) 28

Tabel 2.3 Sudut gesek antara dinding tiang dan tanah granuler (δ),Aas (1966) ... 29

Tabel 2.4 Adhesi ultimit c_d (Tomlinson, 1963) 29

Tabel 2.5 Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan harga N (Sosrodarsono, 1983) 31

Tabel 2.6 Hubungan kepadatan relatif, sudut geser tanah dan nilai N (Das, 1985) 32

Tabel 2.7 Hubungan antara N dan Berat Isi Tanah (Sosrodarsono, 1983) 32

Tabel 2.8 Faktor Keamanan *(Safety Factor)* yang disarankan (Hardiyatmo, 2002) 40

Tabel 4.1 Koordinat, Elevasi, Kedalaman Muka Air Tanah dan Kedalaman Titik Borehole SI TMKR 61

Tabel 4.2 Panjang Tiang Pondasi 62

Tabel 4.3 Parameter – parameter tanah hasil uji Laboratorium untuk lokasi TMKR 62

Tabel 4.4 Data Perencanaan Dimensi Struktur 65

Tabel 4.5 Tahanan Gesek Ultimit Tiang untuk Tanah Non Kohesi (Pier TMKR 011) 70

Tabel 4.6 Tahanan Gesek Ultimit Tiang untuk Tanah Kohesi (Pier TMKR 011) 70

Tabel 4.7 Tahanan Gesek Ultimit Tiang untuk Tanah Non Kohesi (Pier TMKR 015) 76

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI KELOMPOK TIANG PADA PEMBANGUNAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) LINTAS LAYANAN CAWANG - CIBUBUR
FAJAR DWI RIYANI, Lava Himawan, ST., MT
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 4.8 Tahanan Gesek Ultimit Tiang untuk Tanah Kohesi (Pier TMKR 015) 76

Tabel 4.9 Tahanan Gesek Ultimit Tiang untuk Tanah Non Kohesi (Pier TMKR 019) 81

Tabel 4.10 Tahanan Gesek Ultimit Tiang untuk Tanah Kohesi (Pier TMKR 019) 82

Tabel 4.11 Tahanan Gesek Ultimit Tiang untuk Tanah Non Kohesi (Pier TMKR 023) 88

Tabel 4.12 Tahanan Gesek Ultimit Tiang untuk Tanah Kohesi (Pier TMKR 023) 88

Tabel 4.13 Tahanan Gesek Ultimit Tiang untuk Tanah Non Kohesi (Pier TMKR 027) 94

Tabel 4.14 Tahanan Gesek Ultimit Tiang untuk Tanah Kohesi (Pier TMKR 027) 95

Tabel 4.15 Rekapitulasi Hasil Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal berdasarkan data SPT dan uji Laboratorium..... 97

Tabel 4.16 Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal Hasil Hitungan Penulis dengan Perencana 98

Tabel 4.17 Rekapitulasi Nilai Efisisensi Kelompok Tiang..... 101

Tabel 4.18 Rekapitulasi Beban Mati Total 109

Tabel 4.19 Beban Gandar Kereta Lebar 1067 mm 110

Tabel 4.20 Kontrol Daya Dukung Aksial Tiang 114

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI KELOMPOK TIANG PADA PEMBANGUNAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) LINTAS LAYANAN CAWANG - CIBUBUR
FAJAR DWI RIYANI, Lava Himawan, ST., MT
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Macam – macam tipe pondasi (Hardiyatmo, 2002) 8

Gambar 2.2 Tiang Pancang Kayu (Sardjono,1988) 18

Gambar 2.3 *Precast Reinforced Concrete Pile* (Bowles,1991) 21

Gambar 2.4 Tiang Pancang *Prestresed Concrete Pile* (Bowles,1991) 22

Gambar 2.5 Jenis Tiang Beton yang dicor di tempat yang umum digunakan (Bowles, 1991) 23

Gambar 2.6 Faktor Kapasitas Dukung Tanah Mayerhoff (1976) 28

Gambar 2.7 Faktor Adhesi antara tiang dengan tanah (α) 30

Gambar 2.8 Contoh Susunan Tiang (Bowles, 1991)..... 37

Gambar 2.9 Baris Tiang Kelompok 38

Gambar 2.10 Beban normal sentris pada kelompok tiang pancang (Sardjono, 1988)..... 41

Gambar 2.11 Beban normal eksentris pada kelompok tiang pancang (Sardjono, 1988)..... 41

Gambar 2.12 Beban sentris dan momen kelompok tiang arah x dan y (Sardjono, 1988)..... 42

Gambar 3.1 Track Works Map LRT 53

Gambar 3.2 Peta Lokasi Proyek dari *Google Earth*..... 55

Gambar 3.3 Strukur Organisasi Proyek 57

Gambar 4.1 Tahapan Analisis Daya Dukung Pondasi 58

Gambar 4.2 Peta Lokasi TMKR 003 – 0056..... 60

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI KELOMPOK TIANG PADA PEMBANGUNAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) LINTAS LAYANAN CAWANG - CIBUBUR
FAJAR DWI RIYANI, Lava Himawan, ST., MT
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.3 Penampang Struktur *double Viaduct* 64

Gambar 4.4 Penampang *Spun Pile* 66

Gambar 4.5 Hasil Perhitungan Tekanan *Overburden* TMKR 011 69

Gambar 4.6 Hasil Perhitungan Tekanan *Overburden* TMKR 015 75

Gambar 4.7 Hasil Perhitungan Tekanan *Overburden* TMKR 019 80

Gambar 4.8 Hasil Perhitungan Tekanan *Overburden* TMKR 023 87

Gambar 4.9 Hasil Perhitungan Tekanan *Overburden* TMKR 027 93

Gambar 4.10 *Pile Cap Pier* TMKR 011, TMKR 015, TMKR 019 98

Gambar 4.11 *Pile Cap Pier* TMKR 023, TMKR 027 100

Gambar 4.12 Balok Penopang dan Profil Rel Kereta 108

Gambar 4.13 Pembebanan Pada Jembatan berdasarkan Skema Pembebanan Rencana Muatan 1921 (RM 21) 111

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI KELOMPOK TIANG PADA PEMBANGUNAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) LINTAS LAYANAN CAWANG - CIBUBUR
FAJAR DWI RIYANI, Lava Himawan, ST., MT
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR NOTASI

N = Jumlah Pukulan *(Number of blow)*

Q_u = Kapasitas dukung ultimit netto (kN)

Q_b = Tahanan ujung bawah ultimit (kN)

Q_s = Tahanan gesek ultimit (kN)

W_p = Berat sendiri tiang (kN)

q_u = tahanan ujung per satuan luas tiang (kN/m^2)

A_b/A_p = luas penampang bawah tiang (m^2)

A_s = luas selimut tiang (m^2)

c_b = kohesi diujung tiang (kN/m^2)

p_b = tekanan overburden pada ujung tiang (kN/m^2)

z = kedalaman dari muka tanah (m)

zc = kedalaman maksimum tiang dari muka tanah (m)

γ = Berat Volume Tanah (kN/m^3)

γb = Berat Volume Tanah kering (kN/m^3)

γw = Berat Volume air (kN/m^3)

γ' = Berat Volume Tanah basah (kN/m^3)

D = diameter luar tiang (m)

d = diameter dalam tiang (m)

N_c, N_q, N_γ = faktor kapasitas dukung tiang (fungsi dari φ)

UNIVERSITAS GADJAH MADA
ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI KELOMPOK TIANG PADA PEMBANGUNAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) LINTAS LAYANAN CAWANG - CIBUBUR
FAJAR DWI RIYANI, Lava Himawan, ST., MT
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

τ_d = tahanan geser tiang (kN)

c_d = kohesi antara dinding dengan tanah (kN/m^2)

α = Faktor adhesi antara tiang dengan tanah

σ_n = tegangan normal pada sisi tiang (kN/m^2)

φ_d = sudut gesek antara sisi tiang dengan tanah (^{o})

σ_h = tegangan horisontal atau lateral dari tanah di sekitar tiang (kN/m^2)

σ_v = tegangan vertikal akibat berat tanah (kN/m^2)

k/kd = koefisien tekanan tanah lateral

p_o = tekanan overburden rata - rata disepanjang tiang (kN/m^2)

φ' = sudut gesek dalam efektif tanah (^{o})

τ = kekuatan geser tanah (kg/m^2)

Dr = kepadatan relatif (%)

N-SPT = N yang telah dikoreksi

L_b = panjang tiang (m)

Li = panjang lapisan tanah (m)

p = keliling tiang (m)

Ap = luas penampang tiang (m^2)

Cu = kohesi *undrained* (kN/m^2)

Nb = nilai N dari hasil uji SPT pada tanah sekitar dasar tiang

$\overline{N}$ = nilai N rata – rata uji SPT disepanjang tiang

P = Beban yang bekerja (kN)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI KELOMPOK TIANG PADA PEMBANGUNAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) LINTAS LAYANAN CAWANG - CIBUBUR
FAJAR DWI RIYANI, Lava Himawan, ST., MT
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Qa = Kapasitas dukung ijin tiang tunggal (kN)

n = jumlah tiang

s = jarak antar tiang (m)

E_g = Efisiensi kelompok tiang

Ɵ = arc tg d/s, (^{o})

m = Jumlah baris tiang

n = Jumlah tiang dalam satu baris

SF = faktor aman

Pi = kapasitas tiap tiang (kN)

V = Resultan gaya – gaya normal yang bekerja secara sentris (kN)

Qi = beban aksial pada tiang ke-*i* (kN)

Xi, y1 = absis atau jarak tiang ke pusat berat kelompok tiang ke tiang nomor-*i* (m)

Mx = momen yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu x (kNm)

My = momen yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu y (kNm)

$\sum x^2$ = jumlah kuadrat absis – absis tiang pancang (m^2)

$\sum y^2$ = jumlah kuadrat koordinat – koordinat tiang pancang (m^2)

f'c = mutu beton (Mpa)

fy = tegangan leleh baja (Mpa)

bj = berat jenis/isi beton bertulang (kN/m^3)

Q_g = kapasitas dukung aksial tiang kelompok (kN)

D = beban mati (kN)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI KELOMPOK TIANG PADA PEMBANGUNAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) LINTAS LAYANAN CAWANG - CIBUBUR
FAJAR DWI RIYANI, Lava Himawan, ST., MT
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

L = beban hidup (kN)

E = beban gempa (kN)

W = beban angin (kN)

Lr = beban hidup atap (kN)

H = beban air hujan (kN)

K = beban kejut (kN)

BRB = beban balok beton (kN)

BRR = beban balok profil rel kereta dan assesoris (kN)

BR = beban rel kereta (kN)

A = luas (m^2)

L = panjang bentang (m)

B = lebar (m)

h = tinggi (m)

bj = berat jenis beton/baja

Q = beban dinamis (kg)

lp = faktor dinamis

P = beban statik gandar (kg)

V = kevcepatan maksimum kereta (km/jam)

i = faktor kejut

Pu/Pv = beban aksial/vertikal (ton)

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI KELOMPOK TIANG PADA PEMBANGUNAN LIGHT RAIL TRANSIT (LRT) LINTAS LAYANAN CAWANG - CIBUBUR
FAJAR DWI RIYANI, Lava Himawan, ST., MT
Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Grafik SPT hasil Penyelidikan Tanah di Lapangan

Lampiran 2 Nilai Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal dari Perencana

Lampiran 3 Surat Tugas Magang Program Diploma Teknik Sipil SV UGM

Lampiran 4 Surat Keterangan Selesai Magang