

ANALISIS VARIASI JARAK ANTAR TIANG PANCANG TERHADAP EFISIENSI DAN PENURUNAN PADA KELOMPOK TIANG

Michael Kurniawan
NRP: 1321001

Pembimbing: Hanny J. Dani, S.T., M.T.

ABSTRAK

Fondasi tiang menjadi komponen/struktur utama pada struktur paling bawah pada suatu bangunan bertingkat, yang berfungsi untuk menyalurkan beban struktur ke lapisan tanah keras yang letaknya cukup dalam di dalam tanah. Kelompok tiang digunakan jika fondasi tiang tunggal tidak mampu menahan beban suatu struktur. Prosedur desain suatu fondasi tiang mengacu pada kapasitas dukung izin fondasi dan penurunan. Tujuan Tugas Akhir ini adalah menganalisis variasi jarak antar tiang pancang terhadap efisiensi dan penurunan yang terjadi pada kelompok tiang pancang.

Perhitungan daya dukung tiang berdasarkan data lapangan yaitu data N-SPT. Menghitung daya dukung kelompok tiang berdasarkan nilai efisiensi serta menghitung penurunan tiang. Hasil penyelidikan tanah, menunjukkan tanah lanau pada kedalaman 0m–9m konsistensi lunak, kedalaman 9m–15m konsistensi kaku, dan kedalaman 15m–37,5m konsistensi sangat kaku. Analisis pemodelan menggunakan program *Allpile*. Hasil perhitungan daya dukung fondasi terdapat perbedaan nilai tergantung jarak antar tiang. Semakin jauh jarak antar tiang, nilai efisiensi kelompok tiang makin mendekati nilai satu. Sedangkan hasil perhitungan penurunan dengan metode distribusi gaya. Semakin jauh jarak antar tiang, penurunan yang terjadi semakin kecil. Maka dicari kapasitas dukung dan penurunan yang seoptimal mungkin.

Hasil yang didapat jarak antar tiang yang optimal sepanjang $4d$ dengan Q_a sebesar 4459,48kN mampu menahan beban struktur sebesar 4100kN. Penurunan yang terjadi pada jarak antar tiang $\frac{s}{d} = 4$ sebesar 20,432mm dibawah batas maksimal penurunan sebesar 25,4mm. Pada jarak $\frac{s}{d} = 4$ merupakan jarak yang paling *optimum* karena penambahan efisiensi kedua terbesar, syarat beban dan penurunan yang sudah terpenuhi, dan biaya kedua termurah.

Kata kunci: daya dukung, efisiensi kelompok tiang, penurunan kelompok tiang, diameter, spasi

ANALYSIS OF VARIATION DRIVEN PILE SPACING FOR EFFICIENCY AND SETTLEMENT TO GROUP PILES

Michael Kurniawan
NRP: 1321001

Supervisor: Hanny J. Dani, S.T., M.T.

ABSTRACT

Pile foundation become main component/structure at bottom structure in high building, functioning to channel the load structure at layer hard ground which quite deep in the ground. Group piles used if pile foundation unable withstand load structure. Design procedure used is referred to allowable bearing capacity and settlement. The purpose of this final duty for calculate and analyzing of variation driven pile spacing.

Where calculate allowable bearing capacity based field data is N-SPT data. Calculate bearing capacity group piles based value efficiency, with value settlement. The results of soil investigation, indicate silt soil at depth 0m – 9m consistency soft, depth 9m – 15m consistency stiff, and depth 15m – 37,5m consistency very stiff. Modeling analysis used software Allpile. Results calculate bearing capacity foundation have difference value depends distance between pile. Increasingly pile spacing, value efficiency group piles approaching value one. While results calculate settlement with method distribution force. Increasingly pile spacing, settlement that happened increasingly the smaller. Then sought bearing capacity and settlement which is as optimal as possible.

Results obtained from optimum distance between driven pile is 4d with Q_a of 4459,48kN capable of withstanding structural loads of 4100kN. Settlement that occurred on distance $\frac{s}{d} = 4$ between pile is 20,432mm below the maximum limit of settlement of 25,4mm. At a distance $\frac{s}{d} = 4$ is distance most optimal because addition of the second largest efficiency, requirement load and settlement that has been fulfilled, and the second cheapest cost.

Keywords: *bearing capacity, efficiency group piles, settlement group piles, diameter, spacing*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN.....	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	v
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penyelidikan Tanah.....	4
2.2 Penyelidikan SPT	4
2.3 Parameter Tanah	5
2.4 Fondasi Tiang.....	7
2.5 Jenis Fondasi Dalam	9
2.6 Penggolongan Fondasi Tiang Pancang	12
2.7 Kapasitas Daya Dukung Tiang	14
2.8 Kelompok Tiang Pancang (<i>Pile Group</i>)	17
2.9 Kapasitas Daya Dukung dan Efisiensi pada Kelompok Tiang Pancang.....	19
2.10 Penurunan	25
2.10.1 Penurunan Seketika pada Kelompok Tiang	26
2.10.2 Penurunan Konsolidasi pada Kelompok Tiang	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	34
3.1 Diagram Alir Penelitian	34
3.2 Hasil Penyelidikan Tanah Tanah	35
3.3 Penggunaan Program <i>Allpile</i>	35
3.3.1 Lembar Kerja dan Pengaturan	35
3.3.2 Mendefinisikan Pemodelan.....	37
BAB IV ANALISIS DATA	47
4.1 Analisis Data.....	47
4.2 Analisis Kapasitas Daya Dukung Tiang Izin	47
4.3 Analisis Efisiensi Kelompok Tiang dan Beban Maksimum	50

4.4 Analisis Penurunan Tanah	54
4.4.1 Penurunan Seketika	54
4.4.2 Penurunan Konsolidasi	56
4.5 Perbandingan Penurunan <i>Allpile</i> dengan Penurunan Manual	62
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Simpulan	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	67



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kondisi Penggunaan Tiang Pancang	8
Gambar 2.2	Fondasi Tiang Pancang	10
Gambar 2.3	Fondasi <i>Piers</i>	11
Gambar 2.4	Fondasi Tiang Bor	12
Gambar 2.5	Kapasitas Daya Dukung Tiang	14
Gambar 2.6	Kurva <i>Adhesion Ratio Ka</i>	16
Gambar 2.7	Pola-pola Kelompok Tiang Pancang Khusus: (a) Untuk Kaki Tunggal, (b) Untuk Dinding Fondasi	18
Gambar 2.8	Kelompok Tiang Pancang	19
Gambar 2.9	Jarak antar Tiang dalam Kelompok Tiang	20
Gambar 2.10	<i>Effect of Pile Length on Group Efficiency</i>	21
Gambar 2.11	<i>Example of Relationship Between Number of Piles and Ultimate Load Capacity of Group</i>	21
Gambar 2.12	<i>Relationship for Freestanding Group of 22 to 92 Piles of Lengths 12d to 48d</i>	22
Gambar 2.13	Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang	24
Gambar 2.14	Kurva Variasi N_c^*	25
Gambar 2.15	Penurunan Konsolidasi pada Kelompok Tiang	28
Gambar 2.16	<i>Depth Factor μ_d for Calculating Oedometer Settlements</i>	31
Gambar 2.17	<i>CPT Interpretation for Clays in Terms of Log OCR</i>	32
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 3.2	Proses Awal saat Membuka Program <i>Allpile</i>	36
Gambar 3.3	Lembar Kerja dan Pengaturan	36
Gambar 3.4	Data Panjang Tiang dan Kemiringan Tiang	37
Gambar 3.5	Data Jenis dan Dimensi Tiang	38
Gambar 3.6	Data Beban dan Jumlah Tiang	38
Gambar 3.7	Data Tanah pada Kedalaman 0m	39
Gambar 3.8	Data Tanah pada Kedalaman 7,66m	39
Gambar 3.9	Data Tanah pada Kedalaman 9m	40
Gambar 3.10	Data Tanah pada Kedalaman 10,5m	40
Gambar 3.11	Data Tanah pada Kedalaman 15m	41
Gambar 3.12	Data Tanah pada Kedalaman 16,5m	41
Gambar 3.13	Data Tanah pada Kedalaman 37,5m	42
Gambar 3.14	Data Lapisan Tanah 0 – 37,5m	42
Gambar 3.15	Faktor Keamanan dan Penurunan	43
Gambar 3.16	Data Tiang	44
Gambar 3.17	Data Tanah	44
Gambar 3.18	<i>Report Vertical Analysis</i>	45
Gambar 3.19	<i>Soil Stress, Side Resistance, and Axial Force vs Depth</i>	45
Gambar 3.20	<i>Ultimate Capacity vs Foundation Depth</i>	46
Gambar 4.1	Kurva E_g vs $\frac{s}{d}$	52
Gambar 4.2	Kurva $Q_g(a)$ vs $\frac{s}{d}$ (<i>Individual Failure</i>)	52
Gambar 4.3	Kurva $Q_g(a)$ vs $\frac{s}{d}$ (<i>Individual Failure dan Block Failure</i>)	53

Gambar 4.4	Hubungan % Efisiensi Kelompok Tiang vs $\frac{s}{d}$	54
Gambar 4.5	Kurva <i>Settlement</i> vs $\frac{s}{d}$	62
Gambar 4.6	Kurva <i>Vertical Load</i> vs <i>Settlement</i>	62



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Parameter Tanah untuk Pasir	6
Tabel 2.2	<i>Modulus of Subgrade Reaction (k) vs NSPT for Sand</i>	6
Tabel 2.3	Parameter Tanah untuk Lempung	6
Tabel 2.4	<i>Modulus of Subgrade Reaction (k) and Soil Strain (E50) vs Nspt for Clay</i>	7
Tabel 2.5	<i>Bearing Capacity Factor, Nc</i>	15
Tabel 2.6	<i>Value of Geological Factor μ_g</i>	32
Tabel 3.1	Deskripsi Tanah Titik Bor BH-4.....	35
Tabel 4.1	Nilai N-SPT.....	47
Tabel 4.2	Nilai Ca	49
Tabel 4.3	Nilai Qs	49
Tabel 4.4	Hasil Eg dan Qg(a) dengan Variasi Jarak	51
Tabel 4.5	% Efisiensi Kelompok Tiang Tiap Jarak	53
Tabel 4.6	Penurunan Seketika N-SPT dan qc	56
Tabel 4.7	Tegangan Efektif di Atas Muka Air Tanah.....	58
Tabel 4.8	Tegangan Efektif di Bawah Muka Air Tanah.....	60
Tabel 4.9	Hasil Penurunan Konsolidasi dengan Jarak antar Tiang.....	61
Tabel 4.10	Hasil Penurunan Total dengan Jarak antar Tiang	61
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Variasi Qg(a) dengan Qg <i>Allpile</i> untuk mendapatkan FS aktual	63
Tabel 4.12	Perbandingan Penurunan Manual dengan Penurunan <i>Allpile</i> terhadap Qg(a).....	63

DAFTAR NOTASI

As		= luas selimut tiang
Bg		= lebar kelompok tiang
Bg,Lg		= panjang dan lebar kelompok tiang
Br		= lebar yang disyaratkan
Ca		= adhesi tanah kohesif
Ca		= kohesi tanah sepanjang tiang
Ca(p)		= kohesi tanah di ujung tiang
Cc		= <i>compression index</i>
Cs		= <i>recompression index</i>
Cu		= kohesi <i>undrained</i>
D	= d	= diameter tiang
e ₀		= <i>initial void ratio</i>
Eg	= η	= efisiensi kelompok tiang
FS		= <i>factor of safety</i> (faktor keamanan)
fs		= tahanan satuan <i>skin friction</i>
h ₁		= tinggi lapisan 1 yang ditinjau
h ₂		= tinggi lapisan 2 yang ditinjau
Hc		= tinggi lapisan yang ditinjau
H _i		= tebal lapisan tanah yang ditinjau
I		= <i>influence factor</i>
Ka		= adhesi ratio
Kc		= faktor adhesi
L		= panjang tiang
Lg		= panjang kelompok tiang
Li		= panjang lapisan tanah
m		= jumlah baris tiang
n		= jumlah tiang dalam kelompok
n'		= jumlah tiang dalam satu baris
N		= N - SPT pada kedalaman z _i sampai z _i + B _g
N ₆₀		= nilai SPT N ₆₀
Nc	= Nc*	= faktor daya dukung
P		= keliling tiang
p ₀ '	= σ'v0	= <i>effective overburden pressure</i>
pc'		= <i>preconsolidation pressure</i>
qc		= nilai konus pada rata – rata kedalaman B _g
qe		= tekanan pada dasar fondasi
Qg		= beban maksimum kelompok tiang yang mengakibatkan keruntuhan
Qp		= daya dukung ujung tiang
Qs		= daya dukung selimut tiang
Qu		= daya dukung tiang <i>ultimate</i>
s		= jarak masing-masing tiang dalam kelompok (<i>spacing</i>)
S		= penurunan pondasi tiang tunggal
Sg		= penurunan kelompok tiang
ScT(koreksi)		= Penurunan konsolidasi total terkoreksi (mm)

$ScT(\text{non-koreksi})$	= Penurunan konsolidasi total belum terkoreksi (mm)
z_i	= kedalaman tanah ke i
Z_i	= kedalaman $2/3 L$ di bawah <i>pile</i>
γ	= <i>unit weight soil</i>
γ_{sat}	= <i>unit weight saturated</i>
γ_w	= <i>unit weight water</i>
ΔL	= panjang lapisan tanah
Δp_i	= peningkatan tegangan tanah pada setiap lapisan ke i
Δe_w	= perubahan angka pori
Δs_i	= penurunan konsolidasi pada setiap lapisan tanah
θ	= $\arctan d/s$
σ	= tegangan tanah
μ_d	= <i>depth factor</i>
μ_g	= <i>geological factor</i>



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1	Data <i>Boring Log</i> , Konsolidasi, dan Laboratorium	67
Lampiran L.2	Data Tiang Pipa Baja.....	72
Lampiran L.3	Beban Struktur Atas	75

