

# **KORELASI ANTARA KEPADATAN RELATIF TANAH PASIR TERHADAP KAPASITAS TEKAN DAN TINGGI SUMBAT PADA MODEL PONDASI TIANG PANCANG PIPA TERBUKA DENGAN DIAMETER TERTENTU**

**YANWARD M R K  
NRP : 0521026**

**Pembimbing : Ir. Herianto Wibowo, M.Sc.**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA  
BANDUNG**

---

## **ABSTRAK**

Salah satu jenis pondasi yang banyak digunakan pada bangunan tinggi adalah pondasi tiang pancang. Dalam Tugas Akhir ini, dibahas tentang bagaimana korelasi antara kepadatan relatif ( $D_r$ ) terhadap tinggi sumbat dan daya dukung ultimit pondasi tiang pipa baja ujung terbuka.

Penelitian dilakukan pada pasir dengan kepadatan relatif 30%, 50 %, dan 70% menggunakan pipa baja ukuran diameter luar 25,9 mm dan diameter dalam 20,5 mm. Kedalaman penetrasi tiang ditentukan sebesar 30 cm.

Penelitian ini terdiri dari tiga bagian yaitu, untuk penelitian tentang korelasi kepadatan relatif terhadap tinggi sumbat, jumlah pukulan dan daya dukung pondasi tiang.

Jumlah pukulan rata-rata hasil percobaan pada  $D_r$  30% adalah 17,33 pukulan,  $D_r$  50% adalah 72,33 pukulan, dan  $D_r$  70% adalah 103,33 pukulan. Peningkatan jumlah pukulan dari  $D_r$  30% ke 50% terjadi sebesar 53 pukulan (315,82 %) dan dari  $D_r$  50% ke 70% sebesar 31 pukulan (42,86 %).

Tinggi sumbat rata-rata hasil percobaan pada  $D_r$  30% adalah 15,23 cm,  $D_r$  50% adalah 17,1 cm, dan  $D_r$  70% adalah 19,8 cm. Tinggi sumbat dari  $D_r$  30% ke 50% meningkat 1,87 cm (12,28 %). dan dari  $D_r$  50% ke 70% tinggi sumbat meningkat 2,7 cm (15,79 %). Tinggi sumbat  $D_r$  30% adalah 50,77% dari kedalaman penetrasi,  $D_r$  50% adalah 57% dari kedalaman penetrasi, dan  $D_r$  70% adalah 66% dari kedalaman penetrasi.

Daya dukung rata-rata hasil percobaan pada  $D_r$  30% adalah 14,16 kg,  $D_r$  50% adalah 22,83 kg, dan  $D_r$  70% adalah 30 kg.  $D_r$  30% ke 50% terjadi peningkatan sebesar 8,67 kg (61,22%) dan dari  $D_r$  50% ke 70% terjadi peningkatan sebesar 7,17 kg (31,41 %). Daya dukung rata-rata yang didapat dari hasil percobaan lebih besar 17,27% - 22,81% dari daya dukung Mayerhof.

# DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b>	<b>i</b>
<b>Surat Keterangan Tugas Akhir</b>	<b>ii</b>
<b>Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir</b>	<b>iii</b>
<b>Lembar Pengesahan</b>	<b>iv</b>
<b>Pernyataan Orisinalitas Tugas Akhir</b>	<b>v</b>
<b>Abstrak</b>	<b>vi</b>
<b>Kata Pengantar</b>	<b>vii</b>
<b>Daftar Isi</b>	<b>ix</b>
<b>Daftar Gambar</b>	<b>xi</b>
<b>Daftar Tabel</b>	<b>xiii</b>
<b>Daftar Notasi</b>	<b>xv</b>
<b>Daftar Lampiran</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	1
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Sistematika Penulisan	2
<b>BAB II TINJAUAN LITERATUR</b>	<b>3</b>
2.1 Pondasi Tiang	3
2.1.1 Klasifikasi Pondasi Tiang	4
2.1.2 Persyaratan Pondasi Tiang	4
2.1.3 Prosedur perancangan pondasi tiang	4
2.2 Jenis-jenis Tiang Pancang	6
2.3 Pengaruh Pemancangan Pada Tanah Granuler	12
2.4 Kapasitas Aksial Tiang Pancang Cara Statik	15
2.5 Pengaruh Kepadatan Relatif Terhadap Tinggi Sumbat	21
2.6 Uji Pembebanan ( <i>Pile Loading Test</i> )	22
2.7 Uji Pembebanan Statik	23
2.7.1 Metode Pembebanan	23
2.7.2 Interpretasi Hasil Uji Pembebanan Statik	25
2.8 Uji Indeks Tanah Laboratorium	27
2.8.1 Kandungan Air ( $w$ )	27
2.8.2 Berat Isi ( $\gamma$ )	27
2.8.3 Kepadatan Relatif ( $D_r$ )	28
2.8.4 Berat Jenis ( $G_s$ )	29
<b>BAB III PROSEDUR PERCOBAAN</b>	<b>30</b>
3.1 Percobaan Awal	32
3.1.1 Pengujian Berat Jenis Tanah ( <i>Spesific Gravity Test</i> )	32
3.1.2 Pengujian Berat Isi Tanah ( $\gamma_{maks}$ dan $\gamma_{min}$ )	34
3.1.3 Pengujian Kuat Geser Langsung ( <i>Direct Shear Test</i> )	36
3.2 Pemancangan Tiang	37
3.2.1 Penentuan Diameter Tiang	37
3.2.2 Pembuatan Kepadatan Relatif	37
3.2.3 Pemancangan Dan Pembebanan Tiang	38

<b>BAB IV PENYAJIAN DAN ANALISIS DATA</b>	<b>40</b>
4.1 Data Hasil Percobaan Awal	40
4.1.1 Berat Jenis Tanah ( $G_s$ )	40
4.1.2 Berat Isi Pasir ( $\gamma_{min}$ dan $\gamma_{maks}$ )	41
4.1.3 Uji Kuat Geser Langsung ( <i>Direct Shear Test</i> )	42
4.2 Data Pemancangan Tiang	42
4.2.1 Diameter Tiang Yang Digunakan	42
4.2.2 Berat Tanah Dalam Bak Uji	42
4.2.3 Hasil Pemancangan Dan Pembebanan Tiang	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>53</b>
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54
Daftar Pustaka	55
Lampiran	56

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pondasi Tiang Kayu .....	6
Gambar 2.2 Pondasi Tiang Beton Pracetak .....	8
Gambar 2.3 Pondasi Tiang Beton Cetak Ditempat .....	8
Gambar 2.4a Pondasi Tiang Baja Pipa .....	9
Gambar 2.4b Pondasi Tiang Baja H .....	9
Gambar 2.5 Pondasi Tiang Komposit .....	11
Gambar 2.6 Tiang Tahanan Ujung dan Gesek .....	12
Gambar 2.7 Proses Pemancangan Pondasi Tiang .....	13
Gambar 2.8 Pengaruh Pemancangan Tiang Pada Sudut Geser Dalam Tanah Pasir .....	14
Gambar 2.9 faktor daya dukung ujung $N_c'$ dan $N_q'$ .....	16
Gambar 2.10 Variasi Suatu Perlawanan Ujung Penetrasi Tiang pada Tanah Berlapis .....	17
Gambar 2.11a Tahanan gesek tiang menurut kedalaman penetrasinya .....	18
Gambar 2.11b Variasi tahanan ujung tiang, untuk tiang yang dipancang Tanah pasir .....	18
Gambar 2.12 Distribusi Tegangan Vertikal Di Sekitar Tiang Pada Tanah Pasir .....	19
Gambar 2.13 Perbandingan antara daya dukung ultimit tiang ujung terbuka dan ujung tertutup (panjang tiang 21 m) .....	21
Gambar 2.14 Perbandingan antara daya dukung ultimit tiang ujung terbuka dan ujung tertutup (panjang tiang 32 m) .....	21
Gambar 2.15 Grafik nilai NIFR .....	22
Gambar 2.16 Interpretasi Beban Ultimit ( Metode Davidson M.T) .....	25
Gambar 2.17 Interpretasi Beban ultimit (Metode P – S) .....	26
Gambar 4.1 Grafik Kalibrasi Erlenmeyer .....	40
Gambar 4.2 Grafik Hubungan $D_r$ Terhadap Jumlah Pukulan .....	44
Gambar 4.3 Grafik Hubungan $D_r$ Terhadap Tinggi sumbat .....	46
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 30% Percobaan 1 .....	47
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 30% Percobaan 2 .....	48
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 30% Percobaan 3 .....	48
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 50% Percobaan 1 .....	49
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 50% Percobaan 2 .....	49
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 50% Percobaan 3 .....	50
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 70% Percobaan 1 .....	50
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 70% Percobaan 2 .....	51
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 70% Percobaan 3 .....	51
Gambar 4.13 Grafik Kepadatan Relatif ( $D_r$ ) Terhadap Daya Dukung .....	52
Gambar L1.1 Grafik Kalibrasi Erlenmeyer .....	56
Gambar L1.2 Ilustrasi Kalibrasi Erlenmeyer .....	57
Gambar L2.1 Ilustrasi Berat Jenis Tanah .....	58
Gambar L3.1 Ilustrasi Berat Isi Tanah 1 .....	61
Gambar L3.2 Ilustrasi Berat Isi Tanah 2 .....	61
Gambar L4.1 Grafik Strain VS Shear Stress $D_r$ 30% .....	64
Gambar L4.2 Grafik Tegangan Geser VS Tegangan Normal $D_r$ 30% .....	64

Gambar L4.3 Grafik Strain VS Shear Stress $D_r$ 50% .....	67
Gambar L4.4 Grafik Tegangan Geser VS Tegangan Normal $D_r$ 50%.....	67
Gambar L4.5 Grafik Strain VS Shear Stress $D_r$ 70% .....	70
Gambar L4.6 Grafik Tegangan Geser VS Tegangan Normal $D_r$ 70%.....	70
Gambar L4.7 Ilustrasi Uji Kuat Geser Langsung .....	71
Gambar L5.1 Grafik Hubungan $D_r$ VS Jumlah Pukulan .....	72
Gambar L6.1 Grafik Hubungan $D_r$ VS Tinggi Sumbat .....	73
Gambar L7.1 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 30% Percobaan 1 .....	74
Gambar L7.2 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 30% Percobaan 2.....	75
Gambar L7.3 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 30% Percobaan.....	76
Gambar L7.4 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 50% Percobaan 1 .....	77
Gambar L7.5 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 50% Percobaan 2.....	78
Gambar L7.6 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 50% Percobaan 3.....	79
Gambar L7.7 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 70% Percobaan 1 .....	80
Gambar L7.8 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 70% Percobaan 2.....	81
Gambar L7.9 Grafik Hubungan Beban VS Penurunan $D_r$ 70% Percobaan 3.....	82
Gambar L7.10 Gambar L2.12 Ilustrasi Uji Pembebanan.....	83

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Variasi Diameter Tiang Pancang Ujung Terbuka .....	10
Tabel 2.2 Penentuan nilai K dan $\delta$ .....	20
Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah berdasarkan $D_r$ .....	28
Tabel 2.4 Klasifikasi Tanah Menurut $G_s$ .....	29
Tabel 4.1 Hasil Percobaan Kalibrasi Erlenmeyer .....	40
Tabel 4.2 Hasil Percobaan $G_s$ 1 .....	41
Tabel 4.3 Hasil Percobaan $G_s$ 2 .....	41
Tabel 4.4 Spesifikasi Mold .....	41
Tabel 4.5 Hasil Percobaan $\gamma_{min}$ .....	41
Tabel 4.6 Hasil Percobaan $\gamma_{maks}$ .....	42
Tabel 4.7 Hasil $\phi$ Pada $D_r$ 30%, 50%, dan 70% .....	42
Tabel 4.8 Berat Pasir Yang Dimasukkan Kedalam Bak Uji .....	43
Tabel 4.9 Hasil Penelitian Jumlah Pukulan .....	44
Tabel 4.10 Hasil Tinggi Sumbat Persamaan Salgado .....	45
Tabel 4.11 Hasil Penelitian Tinggi Sumbat .....	46
Tabel 4.12 Perbedaan Tinggi Sumbat Hasil Percobaan Dengan Salgado .....	46
Tabel 4.13 Hasil Daya Dukung Tiang Cara Mayerhof .....	47
Tabel 4.14 Hasil Daya Dukung Tiang $D_r$ 30%, 50%, dan 70% .....	52
Tabel 4.15 Perbedaan Daya Dukung Hasil Uji dengan Mayerhof .....	53
Tabel L1.1 Hasil Hasil Percobaan Kalibrasi Erlenmeyer .....	56
Tabel L2.1 Hasil Percobaan $G_s$ 1 .....	58
Tabel L1.4 Hasil Percobaan $G_s$ 2 .....	58
Tabel L3.1 Spesifikasi Mold .....	60
Tabel L3.2 Hasil Pengujian $\gamma_{min}$ .....	60
Tabel L3.3 Hasil Pengujian $\gamma_{max}$ .....	60
Tabel L4.1 Data Hasil Uji Direct Shear $D_r$ 30% Normal Stress 0,1 kg/cm <sup>2</sup> .....	62
Tabel L4.2 Data Hasil Uji Direct Shear $D_r$ 30% Normal Stress 0,2 kg/cm <sup>2</sup> .....	63
Tabel L4.3 Data Hasil Uji Direct Shear $D_r$ 30% Normal Stress 0,3 kg/cm <sup>2</sup> .....	63
Tabel L4.4 Data Hasil Uji Direct Shear $D_r$ 50% Normal Stress 0,1 kg/cm <sup>2</sup> .....	65
Tabel L4.5 Data Hasil Uji Direct Shear $D_r$ 50% Normal Stress 0,2 kg/cm <sup>2</sup> .....	65
Tabel L4.6 Data Hasil Uji Direct Shear $D_r$ 50% Normal Stress 0,3 kg/cm <sup>2</sup> .....	66
Tabel L4.7 Data Hasil Uji Direct Shear $D_r$ 70% Normal Stress 0,1 kg/cm <sup>2</sup> .....	68
Tabel L4.8 Data Hasil Uji Direct Shear $D_r$ 70% Normal Stress 0,2 kg/cm <sup>2</sup> .....	68
Tabel L4.9 Data Hasil Uji Direct Shear $D_r$ 70% Normal Stress 0,3 kg/cm <sup>2</sup> .....	69

Tabel L5.1 Data Hasil Hasil Jumlah Pukulan .....	72
Tabel L6.1 Data Hasil Tinggi Sumbat .....	73
Tabel L7.1 Data Hasil uji pembebanan $D_r$ 30% Percobaan1 .....	74
Tabel L7.2 Data Hasil uji pembebanan $D_r$ 30% Percobaan2 .....	75
Tabel L7.3 Data Hasil uji pembebanan $D_r$ 30% Percobaan3 .....	77
Tabel L7.4 Data Hasil uji pembebanan $D_r$ 50% Percobaan1 .....	77
Tabel L7.5 Data Hasil uji pembebanan $D_r$ 50% Percobaan2 .....	78
Tabel L7.6 Data Hasil uji pembebanan $D_r$ 50% Percobaan3 .....	79
Tabel L7.7 Data Hasil uji pembebanan $D_r$ 70% Percobaan1 .....	80
Tabel L7.8 Data Hasil uji pembebanan $D_r$ 70% Percobaan2 .....	81
Tabel L7.9 Data Hasil uji pembebanan $D_r$ 70% Percobaan3 .....	82

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$A_p$	luas penampang ujung tiang
$A_s$	luas selimut tiang
$c$	kohesi
$D$	diameter tiang
$D_r$	kepadatan relatif
$E$	modulus elastisitas tiang
$e_n$	angka pori natural
$e_{maks}$	angka pori maksimum
$e_{min}$	angka pori minimum
$FK$	faktor keamanan
$f_s$	gesekan selimut satuan
$G_s$	berat jenis
IFR	inner friction ratio
$K$	koefisien tekanan tanah lateral
$K_0$	koefisien tekanan tanah lateral pada kondisi at rest
$L_p$	tinggi sumbat
NIFR	normal IFR
$P$	keliling tiang
$Q_a$	Daya dukung ijin
$Q_p$	daya dukung ujung
$Q_s$	daya dukung selimut
$Q_u$	daya dukung ultimit
$q_p$	daya dukung per satuan luas
$q'$	tegangan vertikal efektif
$q_l$	daya dukung batas
$V$	volume
$W_p$	berat sendiri tiang
$w$	kadar air
$\varphi$	sudut geser dalam
$\delta$	koefisien gesek antara tiang dan tanah



$\Delta L$	kedalaman pemancangan
$\sigma_v'$	tegangan vertikal efektif tanah
$\gamma$	berat isi
$\gamma_{maks}$	berat isi maksimum
$\gamma_{min}$	berat isi minimum
$\gamma_n$	berat isi natural
$\tau_f$	tekanan geser pada saat runtuh