

# STUDI PENGARUH JENIS PALU TERHADAP KAPASITAS DAYA DUKUNG TIANG PANCANG

Turyadi

NRP : 0321025

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

Ko. Pembimbing : Andrias Suhendra Nugraha, ST., MT.

FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA BANDUNG

---

## ABSTRAK

Dalam merencanakan pemancangan tiang pancang perlu adanya kecermatan dalam memperhitungkan daya dukung tiang, final set dan pemilihan jenis palu. Hal ini perlu di perhitungkan untuk mengoptimalkan daya dukung tiang tersebut dan menghindari kelebihan tegangan (over stress) yaitu hancurnya tiang pada ujung tiang saat pemancangan

Penelitian yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah membandingkan kapasitas daya dukung tiang pancang terhadap kapasitas daya dukung tiang yang diperoleh dari nilai *final set* dari beberapa jenis *hammer* yang dipilih pada saat *design*. Penelitian dilakukan pada lima lokasi di Bandung, Jawa Barat yaitu, Daerah Pusdikmin Polri sebagai lokasi 1, Jalan Banjaran sebagai lokasi 2, Kota Baru Parahyangan sebagai lokasi 3, Century Hill sebagai lokasi 4 dan Jalan Raden Patah sebagai lokasi 5.

Perhitungan daya dukung tiang menggunakan analisis statik dan dinamik. Perhitungan metoda dinamik yaitu dengan formula dinamik dan program WEAP87. Formula dinamik yang digunakan adalah Hilley, PCUBC, Gates, Mod ENR, Janbu dan Danish. Tiang pancang yang digunakan adalah tiang pancang minipile. Palu yang digunakan adalah Palu 1 (Drop Hammer), *International Construction Equipment* (ICE) tipe ICE 180 dan ICE 520 (Diesel Hammer), Delmag tipe D22 (Diesel Hammer) dan Conmaco tipe C656 (Single Acting Hammer).

Dari perhitungan daya dukung statik tiang didapat bahwa daya dukung ultimit ( $Q_{ult}$ ) tanah lebih besar dari  $Q_{ult}$  atas dasar bahan tiang. Dari perhitungan formula dinamik dengan persamaan Hilley berdasarkan final set di lapangan untuk Palu 1 dan ICE 180 dapat di gunakan di semua lokasi penelitian.

Perhitungan WEAP87 dan formula dinamik memperlihatkan bahwa dengan bertambahnya Energi Palu ( $W_r$ ) berdasarkan final set di lapangan akan menambah daya dukung tiang. Semua palu dari perhitungan WEAP87 dapat di gunakan di lokasi penelitian tapi dengan batasan pukulan/cm (1/set). Batasan 1/set pada setiap palu adalah sebagai berikut: Lokasi 1: Palu ICE 180 = 4.8, ICE 520 = 0.69, C 656 = 0.59, D22 = 0.51; Lokasi 2: Palu ICE 180 = 63.69, ICE 520 = 1.06, C 656 = 0.82, D22 = 0.8; Lokasi 3: Palu ICE 180 = 6.07, ICE 520 = 0.83, C 656 = 0.67, D22 = 0.62; Lokasi 4: Palu ICE 180 = 3.92, ICE 520 = 0.7, C 656 = 0.55, D22 = 0.51; Lokasi 5: Palu ICE 180 = 15, ICE 520 = 0.94, C 656 = 0.73, D22 = 0.76.

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>i</b>
<b>SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Tinjauan Umum Pondasi Dalam.....	5
2.2 Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang .....	7
2.2.1 Tiang Pancang Akibat Beban Aksial.....	7
2.2.1.1 Kapasitas Ujung.....	8
2.2.1.2 Kapasitas Selimut.....	11
2.2.2 Daya dukung Tiang Pancang Berdasarkan Uji CPT.....	16
2.2.3 Daya dukung Tiang Pancang Berdasarkan Uji SPT.....	19

2.2.4 Kelompok Tiang.....	21
2.2.5 Efisiensi Kelompok Tiang.....	24
2.3 Tiang Pancang dengan Analisa Dinamik.....	29
2.3.1 Palu Tiang Pancang.....	29
2.3.2 Formula Dinamik Tiang Pancang.....	37
2.3.3 Kalendering.....	41
2.4 Software Untuk Menganalisa Data.....	49
2.4.1 Program GRL WEAP87.....	49
2.4.2 Pemakaian Program WEAP87.....	58
2.4.3 Data Masukan WEAP87.....	58

### **BAB 3 PENGUJIAN DI LAPANGAN**

3.1 Uji Sondir(CPT).....	64
3.1.1 Interpretasi Hasil Uji.....	67
3.1.2 Klasifikasi Tanah.....	67
3.2 Standard Penetration Test (SPT).....	71
3.2.1 Koreksi Nilai Nspt.....	73
3.2.2 Korelasi Nilai Nspt.....	75

### **BAB 4 STUDI KASUS**

4.1 Tiang Pancang yang di Gunakan.....	79
4.2 Penentuan Jenis dan Parameter Tanah.....	81
4.3 Final Set di Lapangan.....	87
4.4 Analisis Daya Dukung Tiang Pancang.....	87
4.4.1 Analisa Daya Dukung Statik Tiang Tunggal.....	87
4.4.2 Analisa Daya Dukung Dinamik.....	93
4.4.2.1 Analisa Daya Dukung Berdasarkan Rumus-rumus	

Dinamik .....	93
4.4.2.2 Analisa Daya Dukung Tiang dengan Program	
WEAP87.....	100
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	113
5.2 Saran.....	114
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>115</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR NOTASI

$A_p$	=	Luas penampang ujung tiang
$A_s$	=	Luas penampang selimut tiang
$C_u$	=	Kohesi tanah
$D$	=	Diameter
$D_f$	=	Kedalaman pondasi di bawah permukaan tanah
$E$	=	Modulus Elastisitas
$E_g$	=	Efisiensi kelompok tiang
$E_h$	=	Energi palu
$e_h$	=	Efisiensi
$f_s$	=	Tahanan selimut sondir
$f_s$	=	Gesekan selimut tiang
$k_1$	=	Nilai perpendekan elastic kepala dan topi tiang pancang
$k_2$	=	$P.L/(A.E)$
$k_3$	=	<i>Quake</i> tanah
$L$	=	Panjang tiang
$m$	=	Jumlah tiang pada deretan baris
$N$	=	Standard Penetration Test (SPT) <i>index/blow count</i>
$n$	=	Koefisien restitusi
$N_c, N_q, N_\gamma$	=	Koefisien daya dukung tanah
$p$	=	Keliling dari penampang tiang
$P_o', \sigma_v'$	=	Tegangan efektif tiang
$Q$	=	Kapasitas daya dukung tiang

$Q_{all}$	=	Daya dukung ijin
$q_c$	=	Tahanan ujung sondir
$Q_f$	=	Daya dukung selimut total
$Q_p$	=	Daya dukung ujung tiang
$Q_{ult}$	=	Daya dukung ultimit tiang
$R_f$	=	<i>Friction ratio</i>
$s$	=	set
SF	=	Faktor keamanan
$W_p$	=	Berat tiang
$W_r$	=	Berat palu
$\alpha, \beta, \lambda$	=	Koefisien gesekan pada tiang
$\phi$	=	Sudut geser dalam

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Faktor Daya Dukung Ujung $N_c^*$ dan $N_q^*$ .....	10
Gambar 2.2 Variasi Satuan Perlawanan ujung, Penetrasi Tiang Pada Pasir Berlapis.....	11
Gambar 2.3 Koefisien $\lambda$ .....	13
Gambar 2.4 Penentuan Harga Rata-rata $c$ dan Tegangan Vertikal Efektif.....	14
Gambar 2.5 Variasi Harga $\alpha$ terhadap Harga $c$ .....	15
Gambar 2.6 Perhitungan Daya Dukung Ujung.....	17
Gambar 2.7 Faktor Koreksi Gesekan pada Selimut Tiang.....	18
Gambar 2.8 Konfigurasi Kelompok Tiang Tipikal.....	22
Gambar 2.9 Tegangan di Bawah Ujung Tiang Tunggal dan Kelompok Tiang.....	22
Gambar 2.10 Overlapping Daerah Tegangan Sekitar Kelompok Tiang.....	23
Gambar 2.11 Dimensi Kelompok Tiang.....	25
Gambar 2.12 Efisiensi Kelompok Tiang.....	27
Gambar 2.13 Efisiensi Kelompok Tiang Berdasarkan Formula Fled.....	27
Gambar 2.14 Kelompok Tiang Sebagai Blok.....	28
Gambar 2.15 Faktor Daya Dukung Ujung, $N_c^*$ pada Kelompok Tiang.....	29
Gambar 2.16 Efisiensi Kelompok Tiang pada Tanah Kohesif.....	29
Gambar 2.17 Model Mesin Pancang.....	31
Gambar 2.18 Drop Hammer.....	32
Gambar 2.19 Single Acting Hammer.....	33
Gambar 2.20 Double Acting Hammer.....	34
Gambar 2.21 Diesel Hammer.....	35

Gambar 2.22	Vibratory Hammer.....	37
Gambar 2.23	Alat Pancang.....	38
Gambar 2.24	Proses Pemancangan.....	42
Gambar 2.25	Proses Kalendering .....	42
Gambar 2.26	Hasil dari Final Set.....	42
Gambar 2.27	Format Data Pemancangan .....	43
Gambar 2.28	Data Pemancangan.....	44
Gambar 2.29	Format Pengambilan Data Final Set.....	45
Gambar 2.30	Pengambilan Data Final Set.....	46
Gambar 2.31	Format Laporan Harian dan Rekapitulasi Data Pemancangan.....	47
Gambar 2.32	Laporan Harian dan Rekapitulasi Data Pemancangan.....	48
Gambar 2.33	Pemodelan Analisis Dinamik Tiang dengan Menggunakan Persamaan Gelombang.....	49
Gambar 2.34	Data Input Program WEAP87.....	58
Gambar 2.35	Diagram Alir Studi Kasus.....	63
Gambar 3.1	Bentuk Ujung Konus Sondir Mekanis.....	66
Gambar 3.2	Tahanan Ujung Sondir dengan Sudut Geser Dalam, $\phi$ .....	67
Gambar 3.3	Tahanan Ujung Sondir dengan Kepadatan Relatif, $D_r$ .....	68
Gambar 3.4	Hubungan Antara $q_c$ dengan $c_u$ pada Tanah Lempung di Colombia.....	68
Gambar 3.5	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Data Sondir Mekanis.....	70
Gambar 3.6	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Data Sondir Listrik.....	70
Gambar 3.7	Cara Konvensional.....	71
Gambar 3.8	Diagram Skematis Jenis-jenis Hammer.....	72
Gambar 3.9	Koreksi NSPT Terhadap Tegangan Vertikal Efektif, $\sigma_v'$ .....	74



Gambar 3.10	Korelasi Kepadatan Relatif ( $D_r$ ) dengan Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ).	76
Gambar 3.11	Korelasi Kepadatan Relatif ( $D_r$ ) dengan NSPT .....	76
Gambar 3.12	Korelasi Empirik Nilai $N_{SPT}$ yang telah Dikoreksi dengan $\phi$ .....	78
Gambar 3.13	Perkiraan Hubungan $N_{SPT}$ dengan Sudut Geser tak Terdrainase...	78
Gambar 4.1	Properties Tiang dan Daya Dukung Tiang Tipe Tripel 28.....	80
Gambar 4.2	Properties Tiang dan Daya Dukung Tiang Tipe 20x20.....	81
Gambar 4.3	Profil Melintang Tanah Lokasi 1.....	82
Gambar 4.4	Profil Melintang Tanah Lokasi 2.....	83
Gambar 4.5	Profil Melintang Tanah Lokasi 3.....	84
Gambar 4.6	Profil Melintang Tanah Lokasi 4.....	85
Gambar 4.7	Profil Melintang Tanah Lokasi 5.....	86
Gambar 4.8	Grafik Hubungan antara $P_{ult}$ dengan $1/set$ di Lokasi 1.....	106
Gambar 4.9	Grafik Hubungan antara $P_{ult}$ dengan $1/set$ di Lokasi 2.....	107
Gambar 4.10	Grafik Hubungan antara $P_{ult}$ dengan $1/set$ di Lokasi 3.....	109
Gambar 4.11	Grafik Hubungan antara $P_{ult}$ dengan $1/set$ di Lokasi 4.....	110
Gambar 4.12	Grafik Hubungan antara $P_{ult}$ dengan $1/set$ di Lokasi 5.....	112

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Penentuan harga K dan $\delta$ .....12
Tabel 2.2	Nilai Gesekan untuk Desain Pondasi Tiang Pancang.....20
Tabel 2.3	Nilai Efisiensi Palu.....41
Tabel 2.4	Nilai k1-Nilai Perpendekan Elastik Kepala Tiang Pancang dan Topi Tiang Pancang.....41
Tabel 2.5	Nilai Koefisien Restitusi Tiang, n .....41
Tabel 3.1	Hubungan antara Dr, N <sub>spt</sub> , dan $\Phi$ pada tanah pasir (G. Meyerhof, 1956).....69
Tabel 3.2	Energi Standard Untuk Koreksi N <sub>SPT</sub> terhadap Energi.....74
Tabel 3.3	Korelasi Derajat Kepadatan (Dr) Tanah Pasir terhadap N <sub>SPT</sub> .....75
Tabel 4.1	Lokasi dan Tiang Pancang.....80
Tabel 4.2	Jumlah Titik Sondir.....81
Tabel 4.3	Data Final Set (s) di Lima Lokasi.....87
Tabel 4.4	Properties Tiang, Data Final Set dan Daya Dukung Bahan pada 5 Lokasi.....87
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan Kapasitas Selimut ( $Q_f$ ) Lokasi 1 Menurut Schmertmann dan Nottingham (1975).....89
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Kapasitas Selimut ( $Q_f$ ) Lokasi 2 Menurut Schmertmann dan Nottingham (1975).....89
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Kapasitas Selimut ( $Q_f$ ) Lokasi 3 Menurut Schmertmann dan Nottingham (1975).....90
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Kapasitas Selimut ( $Q_f$ ) Lokasi 4 Menurut

	Schmertmann dan Nottingham (1975).....	90
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan Kapasitas Selimut ( $Q_f$ ) Lokasi 5 Menurut Schmertmann dan Nottingham (1975).....	90
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan Kapasitas Selimut ( $Q_f$ ) Lokasi 1 Menurut Meyerhof (1956).....	91
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Kapasitas Selimut ( $Q_f$ ) Lokasi 2 Menurut Meyerhof (1956).....	91
Tabel 4.12	Hasil Perhitungan Kapasitas Selimut ( $Q_f$ ) Lokasi 3 Menurut Meyerhof (1956).....	92
Tabel 4.13	Hasil Perhitungan Kapasitas Selimut ( $Q_f$ ) Lokasi 4 Menurut Meyerhof (1956).....	92
Tabel 4.14	Hasil Perhitungan Kapasitas Selimut ( $Q_f$ ) Lokasi 5 Menurut Meyerhof (1956).....	92
Tabel 4.15	Kapasitas Daya Dukung Ijin Tiang ( $Q_{all}$ ).....	93
Tabel 4.16	Spesifikasi Palu untuk Perhitungan Formula Dinamik.....	94
Tabel 4.17	Final Set (s) di Lapangan dan Parameter Tiang.....	94
Tabel 4.18	Kapasitas Ultimit ( $P_{ult}$ ) dengan Formula Dinamik berdasarkan 1/set di Lapangan dengan Palu 1.....	97
Tabel 4.19	Reduksi $P_{ult}$ rencana dengan $P_{ult}$ saat Pemancangan dengan Palu 1 .....	97
Tabel 4.20	Kapasitas Ultimit ( $P_{ult}$ ) dengan Formula Dinamik berdasarkan 1/set di Lapangan dengan Palu ICE 180.....	98
Tabel 4.21	Reduksi $P_{ult}$ rencana dengan $P_{ult}$ saat Pemancangan dengan Palu ICE 180.....	98

Tabel 4.22	Kapasitas Ultimit ( $P_{ult}$ ) dengan Formula Dinamik berdasarkan 1/set di Lapangan dengan Palu ICE 520 .....	99
Tabel 4.23	Kapasitas Ultimit ( $P_{ult}$ ) dengan Formula Dinamik berdasarkan 1/set di Lapangan dengan Palu C656.....	99
Tabel 4.24	Kapasitas Ultimit ( $P_{ult}$ ) dengan Formula Dinamik berdasarkan 1/set di Lapangan dengan Palu D22.....	100
Tabel 4.25	Soil Damping dan Quake Parameter (Recomended by Roussel).	101
Tabel 4.26	Typical Values for Quake and Damping Constant.....	101
Tabel 4.27	Skin Friction untuk Lima Lokasi.....	101
Tabel 4.28	Spesifikasi Hammer.....	103
Tabel 4.29	Beban Rencana, Data Tiang dan Tanah pada Lima Lokasi.....	104
Tabel 4.30	Hasil 1/set Output Program WEAP87 pada Lokasi 1.....	105
Tabel 4.31	$P_{ult}$ berdasarkan 1/set dari Lapangan pada Lokasi 1.....	106
Tabel 4.32	1/set berdasarkan $P_{ult}$ Tiang pada Lokasi 1.....	106
Tabel 4.33	Hasil 1/set Output Program WEAP87 pada Lokasi 2.....	107
Tabel 4.34	$P_{ult}$ berdasarkan 1/set dari Lapangan pada Lokasi 2.....	108
Tabel 4.35	1/set berdasarkan $P_{ult}$ Tiang pada Lokasi 2.....	108
Tabel 4.36	Hasil 1/set Output Program WEAP87 pada Lokasi 3.....	108
Tabel 4.37	$P_{ult}$ berdasarkan 1/set dari Lapangan pada Lokasi 3.....	109
Tabel 4.38	1/set berdasarkan $P_{ult}$ Tiang pada Lokasi 3.....	109
Tabel 4.39	Hasil 1/set Output Program WEAP87 pada Lokasi .....	110
Tabel 4.40	$P_{ult}$ berdasarkan 1/set dari Lapangan pada Lokasi 4.....	111
Tabel 4.41	1/set berdasarkan $P_{ult}$ Tiang pada Lokasi 4.....	111
Tabel 4.42	Hasil 1/set Output Program WEAP87 pada Lokasi 5.....	111
Tabel 4.43	$P_{ult}$ berdasarkan 1/set dari Lapangan pada Lokasi 5.....	112

Tabel 4.44	1/set berdasarkan $P_{ult}$ Tiang pada Lokasi 5.....	112
------------	--	-----

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1    Data Pemancangan

Lampiran 2    Input dan Output Program WEAP87