

PENGARUH BENTUK, KEDALAMAN, DAN RASIO KELANGSINGAN TERHADAP KAPASITAS DUKUNG LATERAL DAN DEFLEKSI TIANG PANCANG BAJA PADA TANAH KOHESIF HOMOGEN

Raymond Evan
NRP: 1221013

Pembimbing: Ir. Herianto Wibowo, M.Sc.

ABSTRAK

Fondasi tiang merupakan bagian struktur yang digunakan untuk menerima dan menyalurkan beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu, baik beban dalam arah horizontal maupun vertikal, juga digunakan untuk menahan gaya angkat akibat gaya apung air tanah, dan menahan gaya lateral dan aksial.

Penelitian kapasitas dukung lateral dan defleksi dilakukan pada tiang baja pipa berdiameter 0,356m, tebal 0,011m dan tiang baja H350.350.12.19. Kedalaman yang ditinjau adalah 7m, 10m, dan 15m. Lapisan tanah yang dianalisis adalah tanah lempung homogen dengan variasi N-SPT 6 (*medium clay*), N-SPT 20 (*very stiff clay*), dan N-SPT 45 (*hard clay*). Analisis kapasitas dukung lateral dan defleksi tiang pancang pada tugas akhir ini menggunakan metode analisis Broms dengan bantuan *software Mathcad 15* dan dibandingkan dengan analisis defleksi tiang dengan menggunakan *software Allpile V6.5E*.

Hasil analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan metode Broms, kapasitas beban lateral tiang pancang baja pipa berdiameter 0,356m, tebal 0,011m lebih besar dibandingkan dengan tiang pancang baja H350.350.12.19 pada sumbu lemah (sumbu-y) dengan perbandingan pada N-SPT 6 (*medium clay*) = 15,65%, N-SPT 20 (*very stiff clay*) = 17,74%, dan N-SPT 45 (*hard clay*) = 18,77%. Defleksi lateral tiang pancang baja pipa berdiameter 0,356m, tebal 0,011m dengan menggunakan metode Broms lebih besar dibandingkan dengan tiang pancang baja H350.350.12.19 pada sumbu lemah (sumbu-y) dengan perbandingan pada N-SPT 6 (*medium clay*) = 7,42% sampai 14,30%, N-SPT 20 (*very stiff clay*) = 8,68% sampai 16,44%, dan pada N-SPT 45 (*hard clay*) = 17,46% sampai 17,49%. Pada analisis defleksi tiang pancang pipa berdiameter 0,356m, tebal 0,011m dan tiang pancang H350.350.12.19 dengan *software Allpile V6.5E* diketahui bahwa nilai rasio kelangsingan (L/d) tidak berpengaruh selama jenis tiang adalah tiang panjang baik pada tanah kohesif dan tanah non-kohesif.

Kata kunci: Tiang pancang baja, N-SPT, rasio kelangsingan, kapasitas beban lateral, defleksi lateral, tanah kohesif

THE EFFECT OF SHAPE, DEPTH, AND SLENDERNESS RATIO ON LATERAL BEARING CAPACITY AND DEFLECTION ON DRIVEN STEEL PILE IN HOMOGENEOUS COHESIVE SOIL

**Raymond Evan
NRP: 1221013**

Supervisor: Ir. Herianto Wibowo, M.Sc.

ABSTRACT

Pile foundation is a structural part that is used to hold and to distribute the loading from the upper structure to the support ground which is located in certain depth, both the loading in horizontal or vertical direction. Moreover, it is used to hold lateral, axial force and the lifting force caused by the buoyant force of groundwater.

Observation was done to the 0.365m diameter and 0.011m thickness steel beam pipe and to the 350.350.12.19 steel pole. The measured depth is 7, 10 and 15 meters. The measured subsoil is the homogeneous clay soil with variations of N-SPT 6, N-SPT 20 and N-SPT 45. Lateral support analysis capacity and pile deflection in this thesis are using Broms analysis method with the supporting software of Mathcad 15 and compared with the pole deflection analysis using allpile v6.5E software

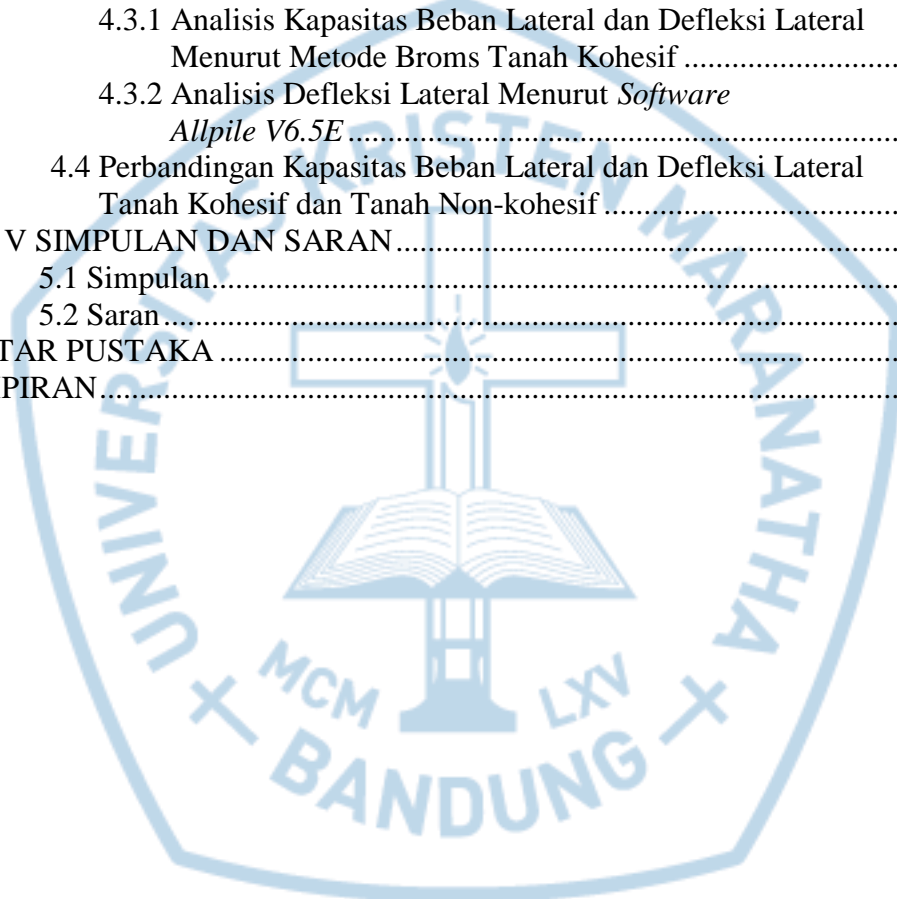
The results of the analysis conducted by using Broms, lateral load capacity of piles diameter steel pipe 0.356m, 0.011m thickness greater than that of steel H piles 350.350.12.19 on weak axis (y-axis) by comparison to the N-SPT 6 (medium clay) = 15.65%, N-SPT 20 (very stiff clay) = 17.74%, and N-SPT 45 (hard clay) = 18.77%. The lateral deflection of the pile diameter steel pipe 0.356m, 0.011m thick were analyzed using the methods Broms greater than steel H piles 350.350.12.19 on weak axis (y-axis) by comparison to the N-SPT 6 (medium clay) = 7.42.% to 14.30%, N-SPT 20 (very stiff clay) = 8.68% and 16.44%, and the N-SPT 45 (hard clay) = 17.46% and 17.49%. In the deflection analysis of 0.356m diameter pipe piles, 0.011m thick and H350.350.12.19 piles with Allpile V6.5E software is known that the slim rate (L/d) value has no effect as long as the pile type is a long pile both on cohesive ground and non-cohesive ground.

Keyword: pile foundation, N-SPT, slenderness ratio, lateral load, lateral deflection, cohesive soil

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	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR NOTASI	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	1
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	1
1.4 Sistematika Penulisan	2
1.5 Lisensi Perangkat Lunak	2
BAB II TINJAUAN LITERATUR	3
2.1 Fondasi	3
2.2 Fondasi Tiang	3
2.2.1 Fungsi Fondasi Tiang	4
2.2.2 Kategori Fondasi Tiang	5
2.2.3 Persyaratan Fondasi Tiang	5
2.2.4 Prosedur Perencanaan Fondasi Tiang	6
2.2.5 Jenis-jenis Fondasi Tiang	7
2.2.6 Jenis-jenis Fondasi Tiang Pancang	9
2.3 Fondasi Tiang Pancang Baja	14
2.3.1 Bentuk Fondasi Tiang Pancang Baja	14
2.3.2 Kelebihan dan Kekurangan Tiang Pancang Baja	16
2.3.3 Sambungan Tiang Pancang Baja	17
2.3.4 Metode Pemancangan Tiang Baja	18
2.3.5 Pengaruh Pemancangan Tiang Baja	20
2.3.5.1 Tiang Pancang Baja dalam Tanah Non-Kohesif	20
2.3.5.2 Tiang Pancang Baja dalam Tanah Kohesif	21
2.4 Rasio Kelangsingan	22
2.5 Parameter Tanah Kohesif Berdasarkan N-SPT	23
2.6 Metode Analisis Kapasitas Lateral Fondasi Tiang	
Metode Broms	24
2.6.1 Penentuan Jenis Tiang Panjang dan Tiang Pendek	24
2.6.2 Kapasitas Beban Lateral Tanah Kohesif	25
2.6.3 Defleksi Lateral Tanah Kohesif	27

2.7 Hasil Penelitian Tiang Pancang Baja pada Tanah Non-Kohesif Menggunakan Metode Broms dan <i>Software Allpile V6.5E</i>	29
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Diagram Alir	32
3.2 <i>Software Mathcad 15</i>	33
3.3 Cara Penggunaan <i>Mathcad</i>	34
3.4 <i>Software Allpile V6.5E</i>	42
3.5 Cara Penggunaan <i>Software Allpile V6.5E</i>	42
BAB IV ANALISIS DATA.....	53
4.1 Data Tanah	53
4.2 Data Tiang.....	53
4.3 Analisis Kapasitas Beban Lateral dan Defleksi Lateral.....	55
4.3.1 Analisis Kapasitas Beban Lateral dan Defleksi Lateral Menurut Metode Broms Tanah Kohesif	55
4.3.2 Analisis Defleksi Lateral Menurut <i>Software Allpile V6.5E</i>	63
4.4 Perbandingan Kapasitas Beban Lateral dan Defleksi Lateral Tanah Kohesif dan Tanah Non-kohesif	86
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	97
5.1 Simpulan.....	97
5.2 Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA	102
LAMPIRAN.....	103



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jenis Tiang Pancang.....	4
Gambar 2.2	Tiang Pancang Kayu	10
Gambar 2.3	Tiang Pancang Beton Pracetak.....	10
Gambar 2.4	Tiang Pancang <i>Standard Raimond</i>	13
Gambar 2.5	Tiang Pancang <i>Franki</i>	13
Gambar 2.6	Tiang Pancang Baja Profil	14
Gambar 2.7	Tiang Pancang Pipa.....	15
Gambar 2.8	Kerusakan pada Tiang Pancang Pipa	16
Gambar 2.9	Tiang Baja	18
Gambar 2.10	Peralatan Pemancangan Tiang	20
Gambar 2.11	Perlawanan Tanah dan Momen Lentur pada Tiang Panjang dengan Kepala Tiang Bebas pada Tanah Lempung.....	26
Gambar 2.12	Kapasitas Lateral Ultimit untuk Tiang Panjang pada Tanah Lempung.....	27
Gambar 2.13	Kurva untuk Menghitung Defleksi Lateral pada Permukaan berdasarkan Beban Horizontal Tiang pada Tanah Kohesif	28
Gambar 2.14	Hasil Analisis Tiang Pancang Baja dengan <i>Software Allpile V6.5E</i> dengan Beban Lateral 200kN pada Tanah Non-Kohesif	31
Gambar 3.1	Diagram Alir Analisis	32
Gambar 3.2	Lembar Kerja <i>Software Mathcad 15</i>	35
Gambar 3.3	Data Tanah Kohesif N-SPT 6 dalam <i>Software Mathcad 15</i>	36
Gambar 3.4	Data Tiang Pancang Baja dalam <i>Software Mathcad 15</i>	36
Gambar 3.5	Perhitungan untuk Menentukan Jenis Tiang	37
Gambar 3.6	Perhitungan Kapasitas Lateral Tiang	39
Gambar 3.7	Perhitungan Kapasitas Lateral Izin Tiang.....	40
Gambar 3.8	Data Tiang dan Data Tanah untuk Perhitungan Defleksi	41
Gambar 3.9	Perhitungan Defleksi Lateral pada Kepala Tiang	41
Gambar 3.10	Lembar Kerja <i>Software Allpile V6.5E</i>	43
Gambar 3.11	<i>Pile Type</i>	43
Gambar 3.12	<i>Pile Profile</i>	44
Gambar 3.13	<i>Pile Properties</i>	44
Gambar 3.14	<i>Pile Section Screen</i>	45
Gambar 3.15	<i>Load and Group</i>	46
Gambar 3.16	<i>Soil Properties</i>	47
Gambar 3.17	<i>Soil Parameter Screen</i>	48
Gambar 3.18	<i>Soil Properties Medium Clay</i>	48
Gambar 3.19	<i>Advance Page</i>	49
Gambar 3.20	<i>Lateral Analysis Result (Depth-yl)</i>	49
Gambar 3.21	<i>Pile Deflection vs Loading</i>	50
Gambar 3.22	<i>Lateral Analysis Result (Depth-M)</i>	51

Gambar 3.23	<i>Pile Moment vs Loading</i>	52
Gambar 4.1	Defleksi Tiang Pancang Baja Pipa Tanah Kohesif dengan N-SPT 6 pada Kedalaman 7,0m.....	63
Gambar 4.2	Defleksi Tiang Pancang Baja H Tanah Kohesif dengan N-SPT 6 pada Kedalaman 7,0m.....	64
Gambar 4.3	Perbandingan Kurva L/d vs Defleksi Lateral antara Metode Broms dan <i>Software Allpile V6.5E</i> untuk Tiang Pancang Baja Pipa pada Tanah Kohesif dengan N-SPT 6.....	65
Gambar 4.4	Perbandingan Kurva L/d vs Defleksi Lateral antara Metode Broms dan <i>Software Allpile V6.5E</i> untuk Tiang Pancang Baja Pipa pada Tanah Kohesif dengan N-SPT 20.....	66
Gambar 4.5	Perbandingan Kurva L/d vs Defleksi Lateral antara Metode Broms dan <i>Software Allpile V6.5E</i> untuk Tiang Pancang Baja Pipa pada Tanah Kohesif dengan N-SPT 45.....	67
Gambar 4.6	Perbandingan Kurva L/d vs Defleksi Lateral antara Metode Broms dan <i>Software Allpile V6.5E</i> untuk Tiang Pancang Baja H pada Tanah Kohesif dengan N-SPT 6.....	68
Gambar 4.7	Perbandingan Kurva L/d vs Defleksi Lateral antara Metode Broms dan <i>Software Allpile V6.5E</i> untuk Tiang Pancang Baja H pada Tanah Kohesif dengan N-SPT 20.....	69
Gambar 4.8	Perbandingan Kurva L/d vs Defleksi Lateral antara Metode Broms dan <i>Software Allpile V6.5E</i> untuk Tiang Pancang Baja H pada Tanah Kohesif dengan N-SPT 45.....	71
Gambar 4.9	Perbandingan Kurva L/d vs Defleksi Lateral antara Metode Broms dan <i>Software Allpile V6.5E</i> pada Tiang Pancang Baja Pipa pada Tanah Kohesif.....	72
Gambar 4.10	Perbandingan Kurva L/d vs Defleksi Lateral antara Metode Broms dan <i>Software Allpile V6.5E</i> pada Tiang Pancang Baja H pada Tanah Kohesif.....	74
Gambar 4.11	Kurva Beban Lateral vs Defleksi Lateral Tiang Pancang Baja Pipa pada Tanah Kohesif.....	76
Gambar 4.12	Kurva Beban Lateral vs Defleksi Lateral Tiang Pancang Baja H pada Tanah Kohesif.....	77
Gambar 4.13	Kurva Beban Lateral vs Defleksi Lateral Tiang Pancang Baja dengan <i>Software Allpile V6.5E</i> dengan Beban Lateral 400kN pada Tanah Kohesif.....	78
Gambar 4.14	Kurva Beban Lateral vs Momen Maksimum Tiang Pancang Baja Pipa dengan <i>Software Allpile V6.5E</i> dengan Beban Lateral 400kN pada Tanah Kohesif.....	79
Gambar 4.15	Kurva Beban Lateral vs Momen Maksimum Tiang Pancang Baja H dengan <i>Software Allpile V6.5E</i> dengan Beban Lateral 400kN pada Tanah Kohesif.....	80

Gambar 4.16	Perbandingan Kurva L/d vs Defleksi Lateral antara Metode Broms dan <i>Software Allpile V6.5E</i> pada Tiang Pancang Baja Pipa pada Tanah Kohesif dan Non-Kohesif	87
Gambar 4.17	Perbandingan Kurva L/d vs Defleksi Lateral antara Metode Broms dan <i>Software Allpile V6.5E</i> pada Tiang Pancang Baja H pada Tanah Kohesif dan Non-Kohesif	89
Gambar 4.18	Kurva Beban Lateral vs Defleksi Lateral Tiang Pancang Baja Pipa pada Tanah Kohesif dan Non-Kohesif.....	92
Gambar 4.19	Kurva Beban Lateral vs Defleksi Lateral Tiang Pancang Baja H pada Tanah Kohesif dan Non-kohesif.....	93



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Korelasi Parameter untuk Tanah Kohesif	23
Tabel 2.2	<i>Horizontal Soil Modulus</i> (k_1) untuk Tanah Kohesif	24
Tabel 2.3	Penentuan Kriteria Jenis Tiang	24
Tabel 2.4	Data Tanah Non-kohesif	29
Tabel 2.5	Ringkasan Hasil Analisis pada Tanah Non-Kohesif.....	30
Tabel 2.6	Kapasitas Beban Lateral Terhadap Bentuk Tiang Pancang Baja dengan <i>Software Allpile V6.5E</i> pada Tanah Non-Kohesif.....	32
Tabel 4.1	Data Tanah	53
Tabel 4.2	Data Tiang Pancang Baja Pipa.....	54
Tabel 4.3	Data Tiang Pancang Baja H.....	54
Tabel 4.4	Hasil Analisis Kapasitas Beban Lateral dan Defleksi Lateral untuk Tiang Pancang Baja Pipa pada Tanah Kohesif dengan N-SPT 6	65
Tabel 4.5	Hasil Analisis Kapasitas Beban Lateral dan Defleksi Lateral untuk Tiang Pancang Baja Pipa pada Tanah Kohesif dengan N-SPT 20	66
Tabel 4.6	Hasil Analisis Kapasitas Beban Lateral dan Defleksi Lateral untuk Tiang Pancang Baja Pipa pada Tanah Kohesif dengan N-SPT 45	67
Tabel 4.7	Hasil Analisis Kapasitas Beban Lateral dan Defleksi Lateral untuk Tiang Pancang Baja H pada Tanah Kohesif dengan N-SPT 6	68
Tabel 4.8	Hasil Analisis Kapasitas Beban Lateral dan Defleksi Lateral untuk Tiang Pancang Baja H pada Tanah Kohesif dengan N-SPT 20	69
Tabel 4.9	Hasil Analisis Kapasitas Beban Lateral dan Defleksi Lateral untuk Tiang Pancang Baja H pada Tanah Kohesif dengan N-SPT 45	70
Tabel 4.10	Hasil Analisis Kapasitas Beban Lateral pada Tiang Pancang Baja Pipa pada Tanah Kohesif.....	72
Tabel 4.11	Hasil Analisis Kapasitas Beban Lateral pada Tiang Pancang Baja H pada Tanah Kohesif	73
Tabel 4.12	Ringkasan Hasil Analisis	75
Tabel 4.13	Perbandingan Kapasitas Beban Lateral Terhadap Bentuk Tiang Pancang Baja dengan Metode Broms pada Tanah Kohesif	77
Tabel 4.14	Kapasitas Beban Lateral Terhadap Bentuk Tiang Pancang Baja dengan <i>Software Allpile V6.5E</i> pada Tanah Kohesif dengan Defleksi Izin 25mm	78
Tabel 4.15	Kapasitas Beban Lateral Terhadap Bentuk Tiang Pancang Baja Pipa dengan <i>Software Allpile V6.5E</i> pada Tanah Kohesif dengan Momen Maksimum Izin 144,415kN.m	79
Tabel 4.16	Kapasitas Beban Lateral Terhadap Bentuk Tiang Pancang Baja H dengan <i>Software Allpile V6.5E</i> pada Tanah Kohesif	

	dengan Momen Maksimum Izin 111,888kN.m	80
Tabel 4.17	Ringkasan Hasil Kapasitas Beban Lateral Terhadap Bentuk Tiang Pancang Baja dengan <i>Software Allpile V6.5E</i> pada Tanah Kohesif	81
Tabel 4.18	Perbandingan Kapasitas Beban Lateral Terhadap Bentuk Tiang Pancang Baja dengan <i>Software Allpile V6.5E</i> pada Tanah Kohesif	82
Tabel 4.19	Perbandingan Kapasitas Beban Lateral Tiang Pancang Baja Pipa dengan Metode Broms dan <i>Software Allpile V6.5E</i> pada Tanah Kohesif	82
Tabel 4.20	Perbandingan Kapasitas Beban Lateral Tiang Pancang Baja H dengan Metode Broms dan <i>Software Allpile V6.5E</i> pada Tanah Kohesif	83
Tabel 4.21	Perbandingan Defleksi Lateral Terhadap Bentuk Tiang Pancang Baja dengan Metode Broms pada Tanah Kohesif	83
Tabel 4.22	Perbandingan Defleksi Lateral Terhadap Bentuk Tiang Pancang Baja dengan <i>Software Allpile V6.5E</i> pada Tanah Kohesif	84
Tabel 4.23	Perbandingan Defleksi Lateral Tiang Pancang Baja Pipa dengan Metode Broms dan <i>Software Allpile V6.5E</i> pada Tanah Kohesif	85
Tabel 4.24	Perbandingan Defleksi Lateral Tiang Pancang Baja H dengan Metode Broms dan <i>Software Allpile V6.5E</i> pada Tanah Kohesif	85
Tabel 4.25	Perbandingan Analisis Beban Lateral pada Tiang Pancang Baja Pipa pada Tanah Kohesif dan Tanah Non-Kohesif	86
Tabel 4.26	Perbandingan Analisis Beban Lateral pada Tiang Pancang Baja H pada Tanah Kohesif dan Tanah Non-Kohesif.....	88
Tabel 4.27	Ringkasan Hasil Analisis Tanah Kohesif dan Non-Kohesif	90
Tabel 4.28	Perbandingan Kapasitas Beban Lateral Terhadap Perbedaan Jenis Tanah pada Tiang Pancang Baja Pipa dengan Metode Broms	94
Tabel 4.29	Perbandingan Kapasitas Beban Lateral Terhadap Perbedaan Jenis Tanah pada Tiang Pancang Baja H dengan Metode Broms	94
Tabel 4.30	Perbandingan Kapasitas Beban Lateral Terhadap Perbedaan Jenis Tanah pada Tiang Pancang Baja Pipa dengan <i>Software Allpile V6.5E</i>	95
Tabel 4.31	Perbandingan Kapasitas Beban Lateral Terhadap Perbedaan Jenis Tanah pada Tiang Pancang Baja H dengan <i>Software Allpile V6.5E</i>	95
Tabel 4.32	Perbandingan Defleksi Lateral Terhadap Perbedaan Jenis Tanah pada Tiang Pancang Baja Pipa dengan Metode Broms	96
Tabel 4.33	Perbandingan Defleksi Lateral Terhadap Perbedaan Jenis Tanah pada Tiang Pancang Baja H dengan Metode Broms.....	96
Tabel 4.34	Perbandingan Defleksi Lateral Terhadap Perbedaan Jenis Tanah pada Tiang Pancang Baja Pipa dengan <i>Software Allpile V6.5E</i>	97

Tabel 4.35 Perbandingan Defleksi Lateral Terhadap Perbedaan Jenis Tanah pada Tiang Pancang Baja H dengan *Software Allpile V6.5E*..... 98



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1	Brosur Tiang Pancang Baja Pipa dan H.....	106
Lampiran L.2	Hasil Analisis Kapasitas Dukung Lateral dan Defleksi Menggunakan Metode Broms	108
Lampiran L.3	Hasil Analisis Defleksi Menggunakan <i>Software Allpile</i>	118



DAFTAR NOTASI

Φ	sudut geser dalam
k_l	<i>Horizontal soil modulus</i>
C_u	Kuat geser tanah kohesif
σ_y	tegangan tekuk
γ	berat volume tanah
γ'	berat volume tanah efektif
A	luas penampang
d	diameter atau sisi tiang
E	modulus elastisitas tiang
e	jarak eksentrisitas
f_c	tegangan putus minimum
FK	faktor keamanan
f_y	tegangan leleh minimum
I	momen inersia
L	panjang tiang
M_{max}	momen maksimum
M_y	kapasitas momen ultimit
P	beban lateral dibawah permukaan
Q_{all_tiang}	kapasitas beban lateral tiang yang diizinkan
Q_{ult_tiang}	kapasitas beban lateral ultimit tiang
Q_{all}	kapasitas beban lateral yang diizinkan sampai tanah runtuh
Q_{ult}	kapasitas beban lateral ultimit sampai tanah runtuh
R	faktor kekakuan pada tanah lempung
r	jari-jari
T	faktor kekakuan pada tanah pasir
t_f	tebal sayap dari baja penampang-H
t_w	tebal badan dari baja penampang-H
y_g	defleksi pada permukaan
Z	<i>modulus of section</i>