

# ANALISIS DAYA DUKUNG AXIAL DAN DAYA DUKUNG LATERAL PADA PONDASI TIANG DI PELABUHAN MERAK, BANTEN

**Daniel Setiawan**  
**NRP: 1221905**

**Pembimbing: Ir. Asriwiyanti Desiani, MT.**

## ABSTRAK

Indonesia merupakan Negara yang terdiri dari banyak pulau sehingga memiliki garis pantai yang sangat panjang. Seiring dengan bertambahnya penduduk semakin banyak pula kebutuhan akan transportasi yang menghubungkan antar pulau, untuk itu perlu dibangun pelabuhan. Struktur yang terdapat di pelabuhan sangat bervariasi, diantaranya dermaga, *jetty*, gedung administrasi, dan lain-lain. Tinjauan pada Tugas Akhir ini di khususkan untuk struktur dermaga yang menumpu pada pondasi dalam, dapat berupa tiang pancang dan tiang bor.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mencari nilai daya dukung dan defleksi yang terjadi akibat beban axial berupa beban truk, dan beban mati dari *pile cap* serta beban lateral yang berupa beban gelombang, dan beban berlabuh kapal (berthing) pada tiang pancang dan tiang bor. Tiang pancang dan tiang bor yang akan dianalisis mempunyai diameter 400 mm, 450 mm, 500 mm, 600 mm, dan 800 mm dan tiang bor yang memiliki diameter 600 mm, 800 mm, 1000 mm, dan 1200 mm. Analisis daya dukung menggunakan *software Allpile*.

Dari hasil analisis dengan *software Allpile* bisa didapatkan bahwa semakin besar diameter yang dipakai akan semakin besar pula daya dukung axial yang terjadi, dan semakin besar diameter yang dipakai akan semakin kecil pula penurunan yang terjadi. Untuk analisis lateral bisa didapatkan bahwa besarnya diameter mempengaruhi besarnya defleksi yang terjadi, defleksi akan semakin kecil apabila diameter tiang diperbesar.

Tiang pancang dengan diameter 400mm, 450mm, 500mm, 600mm, 800mm, dengan panjang 16,5 m dan berhenti di kedalaman 6 m dari muka tanah tidak dapat menahan beban lateral yang terjadi sehingga diganti menjadi tiang bor. Untuk tiang bor dengan diameter 600mm, 800mm, 1000mm, dan 1200mm dengan panjang 20 m mampu menahan gaya axial dan mampu menahan gaya lateral dan hanya tiang bor dengan diameter 1200mm yang mampu memenuhi syarat maksimum defleksi yaitu sebesar 2,5 cm.

**Kata kunci:** *Allpile, daya dukung axial, penurunan, defleksi*

# ***ANALYSIS OF LATERAL BEARING CAPACITY AND AXIAL BEARING CAPACITY PILE FOUNDATION IN MERAK PORT, BANTEN***

**Daniel Setiawan**  
**NRP: 1221905**

**Adviser : Ir. Asriwiyanti Desiani, MT.**

## ***ABSTRACT***

*Indonesia is a country consisting of many islands that has a very long coastline . Along with the increase of population the more the need for transport links between the island , for it is necessary to build the port . The structure contained in the harbor is very varied , diantaranya pier , jetty , administration building , and others . Overview on this final project devoted to the dock structure rested on the foundation, the foundation can be driving pile or drilling pile.*

*This research intended to find the value of bearing capacity and deflection caused by the axial load from a truck load and dead load of the pile cap and the lateral load from wave loads , and berthing load from ship on driving pile and drilling pile. Driving pile to be analyzed has a diameter of 400 mm , 450 mm , 500 mm , 600 mm , and 800 mm and drilling pile which has a diameter of 600 mm , 800 mm , 1000 mm and 1200 mm . Bearing capacity analysis using software Allpile.*

*From the analysis with Allpile software can be obtained that the larger the diameter of which used the greater the axial bearing capacity that occurs , and the larger diameter will use the less the settlement. For lateral analysis can be found that the size of the diameter influences the value of deflection that occurs , the deflection will be smaller if the diameter of the pile is enlarged.*

*Piles with a diameter of 400mm , 450mm , 500mm , 600mm , 800mm , with a length of 16.5 m and a stop at a depth of 6 m from ground elevation can not resist lateral loads that occur from the lateral load . The bored piles with diameters of 600mm , 800mm , 1000mm, 1200mm, 1400mm, 1600mm, 1800mm, and 2000mm able to withstand the axial force and able to withstand lateral forces and only bored pile with diameter 2000mm able to fulfill the requirement that the maximum deflection of 2,5 cm.*

**Key word:** *Allpile, axial bearing capacity, settlement, deflection*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN.....	iii
PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN .....	iv
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR .....	96
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR .....	97
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xvii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.4 Metodologi Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
BAB II.....	4
2.1 Penyelidikan Tanah Uji Penetrasi Standar (SPT).....	4
2.2 Parameter Tanah .....	6
2.3 Pondasi Dalam.....	7
2.3.1 Pondasi Tiang Pancang.....	9
2.3.1.1 Tiang Pancang Kayu.....	10
2.3.1.2 Tiang Pancang Beton.....	11
2.3.1.3 Tiang Pancang Baja .....	14
2.3.1.4 Tiang Pancang Komposit.....	15

2.3.2	Alat Pancang Tiang.....	19
2.3.2.1	Pemukul Jatuh ( <i>drop hammer</i> ) .....	20
2.3.2.2	Pemukul Aksi Tiang ( <i>single-acting hammer</i> ) .....	20
2.3.2.3	Pemukul Diesel ( <i>diesel hammer</i> ).....	20
2.3.2.4	Pemukul Aksi Double ( <i>double-acting hammer</i> ).....	21
2.3.2.5	Pemukul Getar ( <i>vibratory hammer</i> ) .....	21
2.3.3	Metode Pelaksanaan Tiang Pancang .....	21
2.3.3.1	Pekerjaan Persiapan .....	22
2.3.3.2	Proses Pengangkatan .....	23
2.3.3.3	Proses Pemancangan.....	24
2.3.3.4	<i>Quality control</i> .....	25
2.3.4	Kriteria dan Jenis Pemakaian Tiang Pancang.....	26
2.3.5	Pondasi Tiang Bor .....	26
2.4	Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dalam .....	28
2.4.1	Daya Dukung Tiang Axial Berdasarkan Data N-SPT .....	29
2.4.2	Daya Dukung Lateral.....	33
2.4.2.1	Analisis Tiang pada Tanah non Kohesif.....	33
2.5	Pembebanan Tiang .....	38
2.5.1	Beban Axial .....	38
2.5.1.1	Beban mati .....	38
2.5.1.2	Beban hidup .....	39
2.5.2	Beban Lateral.....	40
2.5.2.1	Gaya Benturan Kapal.....	40
2.5.2.2	Beban Gelombang .....	42
2.6	Dermaga.....	44
2.6.1	Pemilihan Tipe Dermaga .....	45
2.6.1.1	Tinjauan Topografi daerah pantai.....	45
2.6.1.2	Jenis Kapal yang dilayani .....	45
2.6.1.3	Jenis Dermaga.....	46
BAB III	.....	49
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	49
3.2	Data Tanah.....	50

3.3	Data Tiang .....	52
3.4	Data Beban Lateral .....	52
3.4.1	Data Gelombang .....	52
3.4.2	Data Kapal dan Perhitungan Beban <i>Berthing</i> (Berlabuh Kapal) .....	56
3.5	Data Beban Axial.....	59
3.5.1	Beban Mati <i>Pile cap</i> .....	59
3.5.2	Beban Truk .....	59
3.6	Metode Analisis Menggunakan <i>Allpile</i> .....	60
BAB IV	.....	66
4.1	Pemodelan pada <i>Allpile</i> .....	66
4.1.1	Analisis Pondasi Tiang Pancang.....	66
4.1.2	Analisis Pondasi Tiang Bor .....	70
4.2	Hasil Analisis.....	82
4.3	Verifikasi Dengan Perhitungan Manual .....	87
BAB V	.....	91
5.1	Simpulan.....	91
5.2	Saran .....	91
DAFTAR PUSTAKA	.....	92

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Split Spoon Sample untuk pengujian SPT .....	5
Gambar 2.2 Pengujian SPT di lapangan .....	6
Gambar 2.3 Tiang pancang beton precast concrete pile ( Bowles, 1991).....	12
Gambar 2.4 Tiang pancang Precast Prestressed Concrete Pile ( Bowles, 1991 ) ..	13
Gambar 2.5 Skema pemukul tiang : (a) Pemukul aksi tunggal (single acting hammer), (b) Pemukul diesel (diesel hammer) (c) pemukul aksi double (double acting hammer), (d) Pemukul getar (vibratory hammer) .....	20
Gambar 2.6 Pengangkatan Tiang Dengan Dua Tumpuan.....	23
Gambar 2.7 Pengangkatan Tiang Dengan Satu Tumpuan .....	24
Gambar 2.8 Urutan Pemancangan: (a) Pemancangan Tiang, (b) Penyambungan Tiang, (c) Kalendering/Final Set.....	25
Gambar 2.9 Tahanan ujung pada tanah non kohesif (Reese & Wright, 1977) .....	31
Gambar 2.10 Tahanan Selimut vs NSPT (Wright 1977) .....	32
Gambar 2.11 Skema keruntuhan tiang pendek pada tanah non kohesif .....	34
Gambar 2.12 Skema keruntuhan tiang panjang bebas pada tanah non kohesif .....	35
Gambar 2.13 Skema keruntuhan tiang pendek ujung jepit pada tanah non kohesif .....	35
Gambar 2.14 Skema keruntuhan tiang panjang ujung jepit pada tanah non kohesif .....	36
Gambar 2.15 Kurva Untuk Menghitung Defleksi Lateral Pada Permukaan Berdasarkan Beban Horizontal Tiang Pada Tanah Kohesif (Broms, 1964a) .....	37
Gambar 2.16 Kurva Untuk Menghitung Defleksi Lateral Pada Permukaan Berdasarkan Beban Horizontal Tiang Pada Tanah Non-Kohesif (Broms, 1964a)	38
Gambar 2.17 Pembebanan Truk “T” .....	39
Gambar 2.18 Pemakaian Fender .....	42
Gambar 2.19 Pelabuhan barang potongan (general cargo) .....	47
Gambar 2.20 Pelabuhan barang peti kemas .....	47
Gambar 2.21 Pelabuhan barang curah .....	48

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	49
Gambar 3.2 Interpretasi Lapisan Tanah Hasil BL-03 .....	51
Gambar 3.3 Pembebanan Truk .....	60
Gambar 3.4 Tampilan awal program Allpile .....	60
Gambar 3.5 Pile Type .....	61
Gambar 3.6 Pile Profile.....	61
Gambar 3.7 Pile Properties .....	62
Gambar 3.8 Menentukan Data Tiang.....	62
Gambar 3.9 Load and Group .....	63
Gambar 3.10 Soil Properties .....	63
Gambar 3.11 Soil Data Input .....	64
Gambar 3.12 Advanced Page.....	64
Gambar 3.13 Vertical Analysis.....	65
Gambar 3.14 Lateral Analysis .....	65
Gambar 4.1 Dimensi Tiang Pancang .....	67
Gambar 4.2 Vertical Analysis Program Allpile Untuk Tiang Pancang D=800mm .....	68
Gambar 4.3 Penurunan Yang Terjadi Pada Tiang Pancang Diameter 800 mm.....	68
Gambar 4.4 Lateral Analysis Program Allpile Untuk Tiang Pancang D=800mm .....	69
Gambar 4.5 Defleksi Yang Terjadi Pada Tiang Pancang D=800mm.....	69
Gambar 4.6 Dimensi Tiang Bor 600 mm.....	70
Gambar 4.7 Vertical Analysis Program Allpile Untuk Tiang Bor D=600 mm ....	71
Gambar 4.8 Penurunan Yang Terjadi Pada Tiang Bor D=600 mm.....	71
Gambar 4.9 Lateral Analysis Program Allpile Untuk Tiang Bor D=600 mm.....	72
Gambar 4.10 Defleksi Yang Terjadi Pada Tiang Bor D=600mm .....	72
Gambar 4.11 Dimensi Tiang Bor 800 mm.....	73
Gambar 4.12 Vertical Analysis Program Allpile Untuk Tiang Bor D=800 mm ..	74
Gambar 4.13 Penurunan Yang Terjadi Pada Tiang Bor D=800 mm.....	74
Gambar 4.14 Lateral Analysis Program Allpile Untuk Tiang Bor D=800 mm....	75
Gambar 4.15 Defleksi Yang Terjadi Pada Tiang Bor D=800mm .....	75

Gambar 4.16 Dimensi Tiang Bor 1000 mm.....	76
Gambar 4.17 Vertical Analysis Program Allpile Untuk Tiang Bor D=1000 mm	77
Gambar 4.18 Penurunan Yang Terjadi Pada Tiang Bor D=1000 mm.....	77
Gambar 4.19 Vertical Analysis Program Allpile Untuk Tiang Bor D=1000 mm	78
Gambar 4.20 Defleksi Yang Terjadi Pada Tiang Bor D=1000mm .....	78
Gambar 4.21 Dimensi Tiang Bor 1200 mm.....	79
Gambar 4.22 Vertical Analysis Program Allpile Untuk Tiang Bor D=1200 mm	80
Gambar 4.23 Penurunan Yang Terjadi Pada Tiang Bor D=1200 mm.....	80
Gambar 4.24 Lateral Analysis Program Allpile Untuk Tiang Bor D=1200 mm...	81
Gambar 4.25 Defleksi Yang Terjadi Pada Tiang Bor D=1200mm .....	81
Gambar 4.26 Grafik Diameter Tiang vs Penurunan .....	82
Gambar 4.27 Grafik Diameter Tiang vs Daya Dukung dan Beban Axial .....	83
Gambar 4.28 Grafik Beban Lateral vs Defleksi.....	84
Gambar 4.29 Grafik Diameter vs Daya Dukung Ijin dan Beban Axial .....	85
Gambar 4.30 Grafik Diameter vs Penurunan.....	86
Gambar 4.31 Grafik Diameter vs Defleksi .....	87
Gambar 4.32 Kapasitas lateral ultimit untuk tiang panjang pada tanah .....	89



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Korelasi Parameter untuk Tanah Pasir.....	6
Tabel 2.2 Modulus of Subgrade Reaction (k) vs N-SPT untuk Tanah Pasir .....	7
Tabel 2.3 Nilai $\eta_h$ untuk tanah non-kohefif .....	7
Tabel 3.1 Parameter Desain .....	50
Tabel 3.2 Data Tiang Pancang .....	52
Tabel 3.3 Tinggi Gelombang dan Periode Puncak pada Periode Ulang 2 Tahun dan 50 Tahun.....	53
Tabel 3.4 Data Beban Lateral Gelombang Pada Diameter yang Berbeda Untuk Periode Ulang 50 Tahun .....	56
Tabel 3.5 Data Kapal .....	57
Tabel 3. 6 Fender tipe AN Arch.....	58
Tabel 4.1 Data Tiang dan Data Beban .....	66
Tabel 4.2 Hasil Analisis Daya Dukung Axial Tiang Pancang.....	82
Tabel 4.3 Hasil Analisis Daya Dukung Lateral Tiang Pancang .....	84
Tabel 4.4 Hasil Analisis Daya Dukung Axial Tiang Bor .....	85
Tabel 4.5 Hasil Analisis Daya Dukung Lateral Tiang Bor .....	86
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Daya Dukung dengan Metode Reese & Wright.....	88

## DAFTAR LAMPIRAN

L .1 Data Bor Log dan Data Tiang Pancang .....	93
L 2 Surat Keterangan Tugas Akhir .....	95

## DAFTAR NOTASI

$a_x$	percepatan partikel gelombang dalam arah horizontal, m/detik <sup>2</sup>
B	Lebar kapal (m)
$C_b$	Koefisien blok kapal
$C_c$	Koefisien bentuk dari tambatan
$C_D$	Koefisien Drag
$C_e$	Koefisien eksentrisitas
$C_M$	Koefisien Inersia
$C_m$	Koefisien massa
$C_s$	Koefisien kekerasan
$C_u$	Kohesi tanah
D	<i>draft</i> (m)
d	Diameter tiang, mm
E	Modulus Elastisitas Baja dan Beton, MPa
$E_k$	Energi benturan / tumbukan kapal (t.m)
F	Gaya gelombang lateral total (kN)
$F_D$	Gaya gelombang <i>drag</i> (kN)
$F_I$	Gaya gelombang inersia (kN)
FK	Faktor Keamanan
$f$	Gesekan selimut pondasi tiang.
g	Percepatan gravitasi = 9.81 m/det <sup>2</sup>
$\gamma$	Berat volume tanah
$\gamma'$	Berat volume tanah efektif
$\gamma_{dry}$	Berat volume tanah kering
$\gamma_o$	Berat jenis air laut = 10.3 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma_{ssat}$	Berat volume jenuh
$\gamma_w$	Berat volume air
H	Tinggi gelombang, m
Hall	Beban horisontal ultimit (kN)
Hmax	Beban horisontal maksimum (kN)

Hu	Beban horisontal ultimit sebelum di bagi faktor keamanan (kN)
L	Panjang kapal (m)
L <sub>pp</sub>	Panjang garis air (m)
Msf	<i>Multiplier safety factor</i>
N <sub>SPT</sub>	Nilai tumbukan pada pelaksanaan <i>Standard Penetration Test</i> , atau disebut juga nilai <i>SPT</i> .
$\omega$	Frekuensi gelombang (Hz)
p	Keliling
$\phi$	Sudut Geser Dalam
Q <sub>p</sub>	Daya dukung ultimit ujung pondasi tiang
Q <sub>s</sub>	Daya dukung ultimit selimut pondasi tiang
Q <sub>u</sub>	Daya dukung ultimit pondasi tiang
q <sub>c</sub>	Tahanan Konus
$\rho$	Berat jenis air laut = 1.025 ton/m <sup>3</sup>
T	periode gelombang, detik
u <sub>x</sub>	kecepatan partikel gelombang dalam arah-x, m/detik
u <sub>y</sub>	kecepatan partikel gelombang dalam arah-y, m/detik
V	komponen tebak lurus sisi dermaga dari kecepatan pada saat membentur dermaga (m/d)
W	<i>displacement</i> kapal