

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan petunjuk, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Kepadatan Relatif dan Variasi Jarak Antar Tiang (*Pile*) terhadap Daya Dukung Tanah pada Pemodelan Fisik Lereng Pasir”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik. Skripsi ini juga dimaksudkan untuk menambah pengetahuan bidang Geoteknik, khususnya mengenai permasalahan daya dukung tanah pada lereng.

Pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini. Pihak-pihak tersebut antara lain:

1. Ayah, ibu dan segenap keluarga atas bantuan doa, nasehat serta materi yang membantu saya dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Ir. Sugeng P. Budio, MS. dan Ir. Siti Nurlina, MT. selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan yang membantu kelancaran skripsi ini.
3. Ir. As’ad Munawir, MT., dan Ir. Herlien Indrawahyuni, sebagai dosen pembimbing atas segala bimbingan dan nasehat yang telah diberikan.
4. Ir. Suroso, Dipl, HE, M. Eng., Ir. Widodo Suyadi, M.Eng., Dr. Ir. Arief Rachmansyah., Dr. Eng. Yulvi Zaika, MT., dan Ir. Harimurti, MT. selaku dosen Geoteknik yang telah memberikan ilmu, saran dan masukan sebagai dasar penyusunan skripsi ini.
5. Prof. Dr. Ir. Sri Murni Dewi, MS. sebagai Kepala Laboratorium Struktur dan Konstruksi Bahan.
6. Pak Sugeng, Pak Hadi, Mas Dino dan Mas Rudi sebagai pihak Laboratorium Konstruksi Bahan yang telah meminjamkan alat-alat penelitian dan membantu dalam proses penelitian.
7. Pak Ketut sebagai Wakalab Mekanika Tanah yang telah meminjamkan alat-alat penelitian dan membantu dalam penelitian ini.
8. Agustin Dita Lestari, Batara Bima dan Gita Rosadi Chandra, yang merupakan rekan penelitian yang telah berjuang dan bekerja sama dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Farid Al Amri, ST., Ananda Insan Firdausy, ST., Ikhwanus Sofa, ST, Mahendra Irmandi, ST. Dara Ayu Lisnahadi, ST., Dandong Jati Wiyoso, ST., Endra Wyndi

Atmoko, ST. dan Merry Adelia, ST. yang telah membantu memberikan data penelitian untuk penyelesaian skripsi ini.

10. Pretiwindya Kusuma Wardhani, ST. Dhimaz Prasetyo, ST. dan teman-teman Sipil angkatan 2007 yang telah berjuang bersama selama masa kuliah.

11. Pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu, yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Skripsi ini tentunya masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, untuk itu saya mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan skripsi ini. Dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Malang, 20 Februari 2012

Penyusun



## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
RINGKASAN .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah .....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II KAJIAN TEORI.....</b>	<b>6</b>
2.1 Tanah .....	6
2.1.1 Pengertian Tanah.....	6
2.1.2 Klasifikasi Tanah berdasarkan Sistem Unified (U.S.C.S) .....	6
2.2 Lereng ( <i>Slope</i> ).....	8
2.2.1 Pengertian Lereng ( <i>Slope</i> ).....	8
2.2.2 Pemodelan Fisik Lereng.....	8
2.3 Pondasi ( <i>Foundation</i> ) .....	8
2.3.1 Pengertian dan Jenis Pondasi .....	8
2.3.2 Pola Keruntuhan Pondasi .....	9
2.4 Daya Dukung Tanah ( <i>Bearing Capacity</i> ).....	10
2.5 Daya Dukung pada Tanah Datar .....	11
2.5.1 Teori Terzaghi .....	11
2.5.2 Teori Meyerhof.....	13
2.6 Daya Dukung Tanah pada Lereng tanpa Perkuatan .....	14
2.6.1 Metode Hansen.....	14
2.6.2 Metode Vesic.....	16
2.6.3 Metode GEO (1993).....	17
2.6.4 Metode Meyerhof (1957).....	19

2.6.5 Metode Shields (1990).....	22
2.7 Analisis Daya Dukung Tanah pada Lereng dengan Perkuatan Tiang ( <i>Pile</i> ) .....	24
2.8 Analisis <i>Bearing Capacity Improvement</i> (BCI).....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	28
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian .....	28
3.2 Alat Dan Bahan Penelitian.....	28
3.3 Pengumpulan Data .....	29
3.3.1 Data Primer.....	29
3.3.2 Data Sekunder .....	29
3.4 Metode Penelitian.....	29
3.4.1 Uji Dasar .....	29
3.4.2 <i>Model Test</i> .....	30
3.4.3 <i>Model Box</i> .....	32
3.4.4 Persiapan Benda Uji.....	32
3.4.5 Model Pembebanan.....	33
3.5 Rancangan Percobaan.....	34
3.6 Variabel Penelitian .....	34
3.7 Analisis Data.....	35
3.7.1 Lereng Tanpa Perkuatan <i>Pile</i> .....	35
3.7.2 Lereng Dengan Perkuatan <i>Pile</i> .....	35
3.8 Bagan Alir Penelitian.....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	37
4.1 Pengujian Material .....	37
4.1.1 Analisis Saringan.....	37
4.1.2 Berat Jenis ( <i>Specific Gravity</i> ).....	38
4.1.3 Kepadatan Standar <i>Proctor</i> (Laboratorium) .....	38
4.1.4 <i>Sand Cone</i> ( <i>Model Test</i> ).....	39
4.1.5 <i>Direct Shear</i> .....	39
4.1.6 Modulus Elastisitas Tanah (E) berdasarkan <i>Loading Test</i> .....	46
4.1.7 Modulus Elastisitas Tiang ( <i>Pile</i> ) .....	47
4.2 Persiapan dan Pengujian <i>Model Test</i> .....	48
4.3 Analisis Daya Dukung Tanah pada Lereng tanpa Perkuatan Tiang ( <i>Pile</i> ) secara Analitik.....	49

4.4 Hasil Pengujian di Laboratorium .....	50
4.4.1 Lereng tanpa Perkuatan Tiang ( <i>Pile</i> ) .....	50
4.4.2 Lereng dengan Perkuatan Tiang ( <i>Pile</i> ) .....	52
4.4.3 Hasil Pengujian Kepadatan dan Kadar Air .....	55
4.5 Pemodelan Numerik .....	55
4.5.1 Transformasi Nilai EI dan EA .....	56
4.5.2 Hasil Perhitungan PLAXIS 2D .....	57
4.5.2.1 Lereng tanpa Perkuatan Tiang ( <i>Pile</i> ) .....	57
4.5.2.2 Lereng dengan Perkuatan Tiang ( <i>Pile</i> ) .....	58
4.6 Perbandingan Daya Dukung Lereng antara Metode Analitik, Eksperimen dan Metode Numerik .....	60
4.6.1 Lereng tanpa Perkuatan Tiang ( <i>Pile</i> ) .....	60
4.6.2 Lereng dengan Perkuatan Tiang ( <i>Pile</i> ) .....	62
4.7 Perbandingan <i>Bearing Capacity Improvement</i> untuk Variasi Jarak Antar Tiang ( <i>Pile</i> ) dan Kepadatan Relatif .....	63
4.8 Pengaruh Kepadatan Relatif dan Variasi Jarak Antar Tiang ( <i>Pile</i> ) terhadap Daya Dukung Tanah .....	67
4.9 Simulasi Nilai E pada PLAXIS untuk Pendekatan Hasil Eksperimen .....	69
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	72
5.1 Kesimpulan .....	72
5.2 Saran .....	73
DAFTAR PUSTAKA .....	74
LAMPIRAN .....	76

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>General shear failure</i> .....	9
<b>Gambar 2.2</b> <i>Local shear failure</i> .....	9
<b>Gambar 2.3</b> <i>Punching shear failure</i> .....	10
<b>Gambar 2.4</b> Kurva penurunan terhadap beban .....	11
<b>Gambar 2.5</b> Zona geser berdasarkan teori Terzaghi .....	12
<b>Gambar 2.6</b> Prosedur interpolasi linier untuk menentukan daya dukung ultimit pondasi dangkal di dekat lereng.....	16
<b>Gambar 2.7</b> Pola keruntuhan pondasi di atas lereng.....	19
<b>Gambar 2.8</b> Grafik nilai $N_{cq}$ .....	20
<b>Gambar 2.9</b> Grafik nilai $N_{\gamma q}$ .....	20
<b>Gambar 2.10</b> Grafik prosentase faktor lereng dengan kemiringan 2 : 1 .....	24
<b>Gambar 2.11</b> Grafik prosentase faktor lereng dengan kemiringan 1,5 : 1 .....	24
<b>Gambar 2.12</b> Transformasi nilai EI dan EA tiang dan tanah .....	26
<b>Gambar 3.1</b> Model lereng percobaan.....	30
<b>Gambar 3.2</b> Model lereng dengan tiang ( <i>pile</i> ) di tengah dan sudut 50° .....	31
<b>Gambar 3.3</b> Model lereng tampak atas .....	31
<b>Gambar 3.4</b> Detail tiang ( <i>pile</i> ).....	32
<b>Gambar 3.5</b> <i>Model box</i> .....	32
<b>Gambar 3.6</b> Model beban.....	33
<b>Gambar 3.7</b> Bagan alir tahapan penelitian .....	36
<b>Gambar 4.1</b> Grafik pembagian ukuran butir .....	37
<b>Gambar 4.2</b> Grafik pemadatan .....	39
<b>Gambar 4.3</b> Contoh untuk memperoleh sudut dilatasi.....	40
<b>Gambar 4.4 a-1</b> Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Regangan Geser pada Lapisan 3 ( $D_r = 74\%$ ).....	42
<b>Gambar 4.4 a-2</b> Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Tegangan Normal pada Lapisan 3 ( $D_r = 74\%$ ).....	42
<b>Gambar 4.4 b-1</b> Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Regangan Geser pada Lapisan 5 ( $D_r = 74\%$ ).....	43
<b>Gambar 4.4 b-2</b> Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Tegangan Normal pada Lapisan 5 ( $D_r = 74\%$ ).....	43

<b>Gambar 4.4 c-1</b> Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Regangan Geser pada Lapisan 7 ( $Dr = 74\%$ ).....	43
<b>Gambar 4.4 c-2</b> Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Tegangan Normal pada Lapisan 7 ( $Dr = 74\%$ ).....	44
<b>Gambar 4.4 d-1</b> Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Regangan Geser pada Lapisan 3 ( $Dr = 88\%$ ).....	44
<b>Gambar 4.4 d-2</b> Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Tegangan Normal pada Lapisan 3 ( $Dr = 88\%$ ).....	44
<b>Gambar 4.4 e-1</b> Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Regangan Geser pada Lapisan 5 ( $Dr = 88\%$ ).....	45
<b>Gambar 4.4 e-2</b> Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Tegangan Normal pada Lapisan 5 ( $Dr = 88\%$ ).....	45
<b>Gambar 4.4 f-1</b> Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Regangan Geser pada Lapisan 7 ( $Dr = 88\%$ ).....	45
<b>Gambar 4.4 f-2</b> Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Tegangan Normal pada Lapisan 7 ( $Dr = 88\%$ ).....	46
<b>Gambar 4.5</b> Grafik hubungan antara berat isi tanah kering dengan jumlah tumbukan .....	48
<b>Gambar 4.6</b> Tampak samping lereng tanpa perkuatan.....	50
<b>Gambar 4.7</b> Grafik hubungan daya dukung lereng tanpa perkuatan dengan penurunan dan rasio penurunan ( $Dr = 74\%$ ).....	51
<b>Gambar 4.8</b> Grafik hubungan daya dukung lereng tanpa perkuatan dengan penurunan dan rasio penurunan ( $Dr = 88\%$ ).....	51
<b>Gambar 4.9</b> Tampak samping lereng dengan perkuatan tiang ( <i>pile</i> ).....	52
<b>Gambar 4.10</b> Grafik hubungan daya dukung lereng dengan perkuatan tiang ( <i>pile</i> ) dengan penurunan dan rasio penurunan ( $Dr = 74\%$ ) .....	53
<b>Gambar 4.11</b> Grafik hubungan daya dukung lereng dengan perkuatan tiang ( <i>pile</i> ) dengan penurunan dan rasio penurunan ( $Dr = 88\%$ ) .....	54
<b>Gambar 4.12</b> Grafik hubungan daya dukung lereng tanpa perkuatan dengan penurunan dan rasio penurunan hasil perhitungan PLAXIS ( $Dr = 74\%$ ).....	57
<b>Gambar 4.13</b> Grafik hubungan daya dukung lereng tanpa perkuatan dengan penurunan dan rasio penurunan hasil perhitungan PLAXIS ( $Dr = 88\%$ ).....	58

<b>Gambar 4.14</b> Grafik hubungan daya dukung lereng dengan perkuatan tiang ( <i>pile</i> ) dengan penurunan dan rasio penurunan hasil perhitungan PLAXIS (Dr = 74%).....	59
<b>Gambar 4.15</b> Grafik hubungan daya dukung lereng dengan perkuatan tiang ( <i>pile</i> ) dengan penurunan dan rasio penurunan hasil perhitungan PLAXIS (Dr = 88%).....	60
<b>Gambar 4.16</b> Grafik perbandinagn nilai daya dukung lereng tanpa perkuatan tiang ( <i>pile</i> ) (Dr = 74%).....	61
<b>Gambar 4.17</b> Grafik perbandingan nilai daya dukung lereng tanpa perkuatan tiang ( <i>pile</i> ) (Dr = 88%).....	61
<b>Gambar 4.18</b> Grafik perbandingan daya dukung lereng dengan perkuatan taing ( <i>pile</i> ) (Dr = 74%).....	62
<b>Gambar 4.19</b> Grafik perbandingan daya dukung lereng dengan perkuatan tiang ( <i>pile</i> ) (Dr = 88%).....	63
<b>Gambar 4.20</b> Grafik perbandingan $BCI_u$ .....	65
<b>Gambar 4.21</b> Grafik perbandingan $BCI_s$ untuk Dr = 74% .....	66
<b>Gambar 4.22</b> Grafik perbandingan $BCI_s$ untuk Dr = 88% .....	67
<b>Gambar 4.23</b> Keruntuhan pondasi pada lereng .....	68
<b>Gambar 4.24</b> Perpindahan vektor untuk lereng tanpa perkuatan tiang ( <i>pile</i> ).....	68
<b>Gambar 4.25</b> Perpindahan vektor untuk lereng dengan perkuatan tiang ( <i>pile</i> ).....	69
<b>Gambar 4.26</b> Grafik hasil simulasi nilai E (Dr = 74%) .....	70
<b>Gambar 4.27</b> Grafik hasil simulasi nilai E (Dr = 88%) .....	70



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Huruf penunjuk untuk tanah berbutir kasar .....	6
<b>Tabel 2.2</b> Sistem klasifikasi Unified (U.S.C.S).....	7
<b>Tabel 2.3</b> Faktor daya dukung Hansen dan Vesic .....	17
<b>Tabel 2.4</b> Faktor daya dukung GEO (1993).....	18
<b>Tabel 2.5</b> Tabel nilai $N_{cq}$ .....	21
<b>Tabel 2.6</b> Tabel nilai $N_{\gamma q}$ .....	22
<b>Tabel 3.1</b> Rancangan percobaan menggunakan tiang ( <i>pile</i> ) .....	34
<b>Tabel 4.1</b> Data hasil pengujian berat jenis .....	38
<b>Tabel 4.2</b> Data hasil pengujian <i>direct shear</i> .....	40
<b>Tabel 4.3</b> Nilai-nilai sudut dilatasi .....	41
<b>Tabel 4.4</b> Nilai-nilai sudut geser dalam .....	42
<b>Tabel 4.5</b> Nilai-nilai modulus elastisitas tanah .....	47
<b>Tabel 4.6</b> Nilai daya dukung lereng tanpa perkuatan ( $D_r = 74\%$ ) .....	49
<b>Tabel 4.7</b> Nilai daya dukung lereng tanpa perkuatan ( $D_r = 88\%$ ) .....	49
<b>Tabel 4.8</b> Rasio $D_1/B$ .....	52
<b>Tabel 4.9</b> Nilai daya dukung lereng dengan perkuatan variasi jarak antar tiang ( <i>pile</i> ) ( $D_r = 74\%$ ) .....	53
<b>Tabel 4.10</b> Nilai daya dukung lereng dengan perkuatan variasi jarak antar tiang ( <i>pile</i> ) ( $D_r = 88\%$ ) .....	54
<b>Tabel 4.11</b> Nilai kepadatan dan kadar air untuk $D_r = 74\%$ .....	55
<b>Tabel 4.12</b> Nilai kepadatan dan kadar air untuk $D_r = 88\%$ .....	55
<b>Tabel 4.13</b> Parameter untuk perhitungan PLAXIS.....	56
<b>Tabel 4.14</b> Perhitungan EI dan EA ekuivalen untuk $D_r = 74\%$ .....	56
<b>Tabel 4.15</b> Perhitungan EI dan EA ekuivalen untuk $D_r = 88\%$ .....	56
<b>Tabel 4.16</b> Nilai daya dukung lereng dengan perkuatan variasi jarak antar tiang ( <i>pile</i> ) hasil perhitungan PLAXIS ( $D_r = 74\%$ ).....	58
<b>Tabel 4.17</b> Nilai daya dukung lereng dengan perkuatan variasi jarak antar tiang ( <i>pile</i> ) hasil perhitungan PLAXIS ( $D_r = 88\%$ ).....	59
<b>Tabel 4.18</b> Nilai $BCI_u$ hasil eksperimen ( $D_r = 74\%$ ).....	63
<b>Tabel 4.19</b> Nilai $BCI_u$ hasil perhitungan PLAXIS 2D ( $D_r = 74\%$ ).....	64
<b>Tabel 4.20</b> Nilai $BCI_u$ hasil eksperimen ( $D_r = 88\%$ ).....	64
<b>Tabel 4.21</b> Nilai $BCI_u$ hasil perhitungan PLAXIS 2D ( $D_r = 88\%$ ).....	64

**Tabel 4.22** Nilai BCI<sub>s</sub> hasil eksperimen untuk s/B = 2,5% (Dr = 74%) ..... 65

**Tabel 4.23** Nilai BCI<sub>s</sub> hasil eksperimen untuk s/B = 5% (Dr = 74%) ..... 65

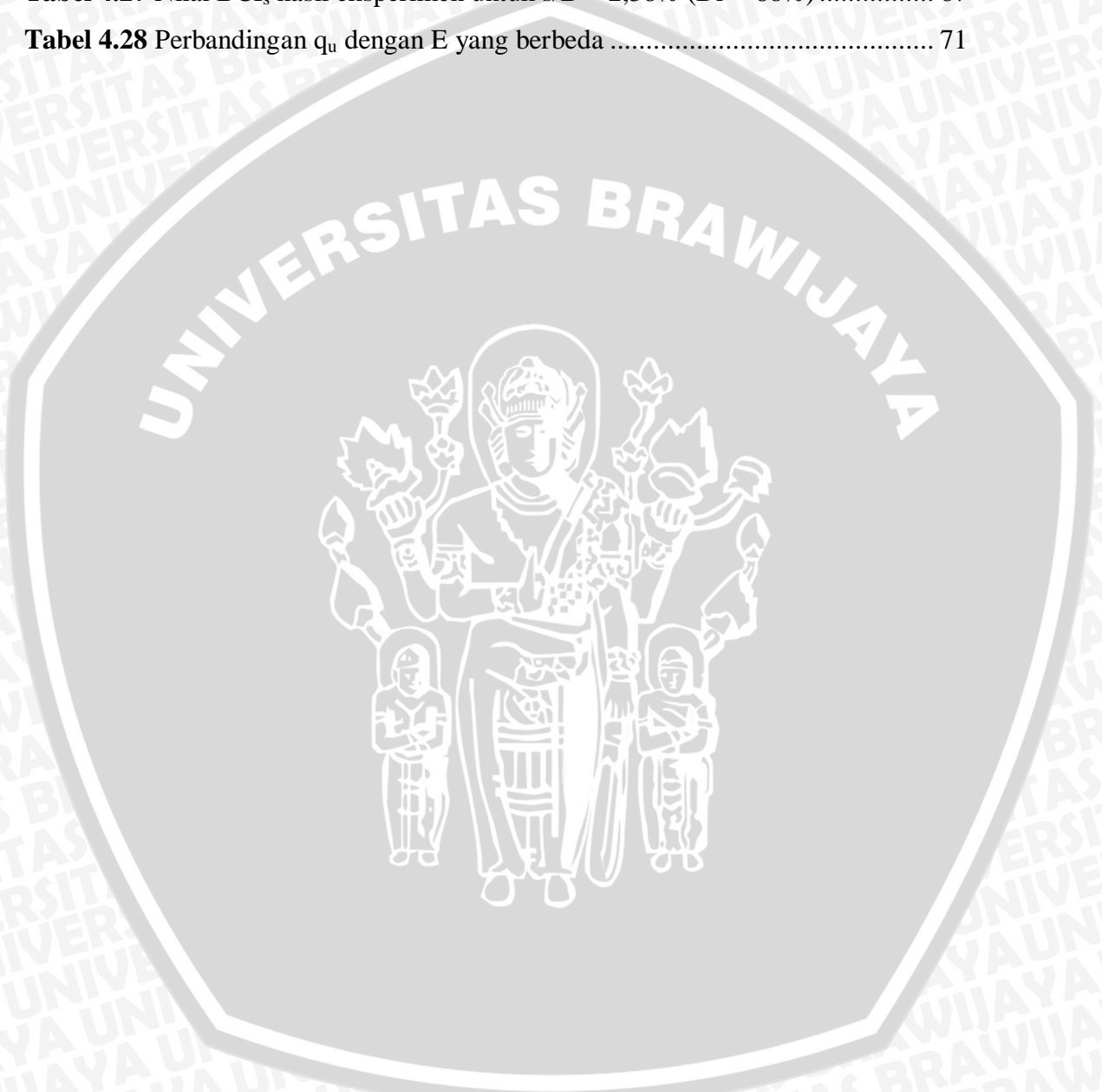
**Tabel 4.24** Nilai BCI<sub>s</sub> hasil eksperimen untuk s/B = 8,49% (Dr = 74%) ..... 66

**Tabel 4.25** Nilai BCI<sub>s</sub> hasil eksperimen untuk s/B = 1% (Dr = 88%) ..... 66

**Tabel 4.26** Nilai BCI<sub>s</sub> hasil eksperimen untuk s/B = 2% (Dr = 88%) ..... 67

**Tabel 4.27** Nilai BCI<sub>s</sub> hasil eksperimen untuk s/B = 2,38% (Dr = 88%) ..... 67

**Tabel 4.28** Perbandingan q<sub>u</sub> dengan E yang berbeda ..... 71



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Data Hasil Pengujian Analisis Saringan .....	76
<b>Lampiran 2.</b> Data Hasil Kalibrasi Labu Ukur .....	77
<b>Lampiran 3.</b> Data Hasil Pengujian Kepadatan Standar ( <i>Compaction</i> ) .....	78
<b>Lampiran 4.</b> Data Hasil Pengujian <i>Direct Shear</i> untuk $Dr = 74\%$ dan $Dr = 88\%$ ..	80
<b>Lampiran 5.</b> Grafik Hubungan Perpindahan Vertikal dengan Perpindahan Geser untuk $Dr = 74\%$ dan $Dr = 88\%$ .....	89
<b>Lampiran 6.</b> Data Hasil Trial-Error Jumlah Tumbukan untuk $Dr = 74\%$ dan $Dr = 88\%$ .....	95
<b>Lampiran 7.</b> Contoh Perhitungan Modulus Elastisitas Tanah berdasarkan Loading Test .....	98
<b>Lampiran 8.</b> Perhitungan Daya Dukung Tanah pada Lereng tanpa Perkuatan Tiang ( <i>Pile</i> ) dengan Kepadatan Relatif ( $Dr$ ) = $74\%$ .....	99
<b>Lampiran 9.</b> Perhitungan Daya Dukung Tanah pada Lereng tanpa Perkuatan Tiang ( <i>Pile</i> ) dengan Kepadatan Relatif ( $Dr$ ) = $88\%$ .....	107
<b>Lampiran 10.</b> Data Kadar Air ( <i>Water Content</i> ) tiap Lapisan pada Kepadatan Relatif $74\%$ .....	115
<b>Lampiran 11.</b> Data Kepadatan ( <i>Density</i> ) tiap Lapisan pada Kepadatan Relatif $74\%$ .....	116
<b>Lampiran 12.</b> Data Beban dan Penurunan pada Kepadatan Relatif $74\%$ .....	118
<b>Lampiran 13.</b> Data Kadar Air ( <i>Water Content</i> ) tiap Lapisan pada Kepadatan Relatif $88\%$ .....	120
<b>Lampiran 14.</b> Data Kepadatan ( <i>Density</i> ) tiap Lapisan pada Kepadatan Relatif $88\%$ .....	121
<b>Lampiran 15.</b> Data Beban dan Penurunan pada Kepadatan Relatif $88\%$ .....	123
<b>Lampiran 16.</b> Contoh Perhitungan Transformasi EA dan EI .....	128
<b>Lampiran 17.</b> Data Pengujian Elastisitas Bahan Tiang ( <i>Pile</i> ) .....	129
<b>Lampiran 18.</b> Hasil Perhitungan PLAXIS dengan Kepadatan Relatif $74\%$ .....	131
<b>Lampiran 19.</b> Hasil Perhitungan PLAXIS dengan Kepadatan Relatif $88\%$ .....	134
<b>Lampiran 20.</b> Gambar Output Perhitungan PLAXIS .....	140

## RINGKASAN

FATIN ADRIATI, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Februari 2012, *Pengaruh Kepadatan Relatif dan Variasi Jarak Antar Tiang (Pile) terhadap Daya Dukung Tanah pada Pemodelan Fisik Lereng Pasir*, Dosen Pembimbing: Ir. As'ad Munawir, MT. dan Ir. Herlien Indrawahyuni.

Beban suatu struktur akan ditransferkan ke tanah di bawahnya melalui pondasi (*foundation*). Ada kalanya pondasi harus dibangun di permukaan lereng (*on face of slope*) atau di atas lereng (*on top of slope*). Masalah yang timbul ketika suatu pondasi harus dibangun di permukaan lereng atau di atas lereng adalah penurunan daya dukung (*bearing capacity*) tanah. Tiang (*pile*) telah berhasil digunakan untuk menstabilkan kelongsoran aktif lereng dan berhasil meningkatkan daya dukung tanah pada lereng. Selain itu, kepadatan relatif yang optimum juga dikatakan akan meningkatkan daya dukung tanah. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh kepadatan relatif dan variasi jarak antar tiang (*pile*) pada pemodelan fisik terhadap daya dukung tanah pada lereng pasir.

Penelitian dilakukan dengan membuat *model test* di laboratorium baik sebelum perkuatan maupun setelah perkuatan tiang. Dengan dua variasi kepadatan relatif yaitu sebesar 74% dan 88% serta dengan empat variasi jarak antar tiang yaitu sebesar 7,5 cm; 10 cm; 12,5 cm dan 15 cm. Pasir yang akan digunakan sebagai *model test* diayak terlebih dahulu dengan saringan No.4 dan yang lolos saringan tersebut digunakan untuk membuat *model test*. Pasir tersebut kemudian dimasukkan ke dalam boks pengujian dengan volume  $100 \times 100 \times 70 \text{ cm} = 700000 \text{ cm}^3$  yang terbagi dalam 7 lapisan dengan tinggi per lapisan sebesar 10 cm. Pasir dimasukkan secara bertahap per lapisan, yang kemudian ditumbuk menggunakan *proctor* sebanyak 660 kali sesuai hasil trial error. Setelah lereng sudah terbentuk, maka peralatan untuk pengujian mulai dipasang. Peralatan yang digunakan dalam pengujian *model test* terdiri dari *proving ring* dengan kapasitas sebesar 5 ton yang digunakan untuk mengukur besarnya beban yang terjadi, *hydraulic jack* untuk pembebanan yang dilakukan secara *incremental* (per satu strip pembacaan *proving ring* sebesar 23 kg), *dial gauge* dengan faktor kalibrasi sebesar 0,01 mm yang digunakan untuk mengukur penurunan pondasi dan pondasi menerus yang berupa balok kayu dengan lebar 10 cm, panjang 100 cm dan tinggi 5 cm yang ditempatkan sejauh 5 cm dari ujung lereng. Pengujian dilakukan hingga lereng mengalami keruntuhan dan sudah tidak mampu menahan beban yang diberikan.

Analisis dalam penelitian ini juga menggunakan *Finite Element Method* (FEM), yaitu PLAXIS 2D, untuk menghitung daya dukung tanah pada lereng pasir, baik sebelum diberi perkuatan maupun setelah diberi perkuatan tiang. Hasil perhitungan FEM ini akan dibandingkan dengan hasil penelitian di laboratorium yang sekaligus menjadi verifikasi dari hasil penelitian di laboratorium tersebut. Pada penelitian ini digunakan lima belas titik segitiga dengan kaidah 3 titik integrasi Gaussian untuk menghitung matriks element kekakuan. Pemodelan pada material pasir menggunakan model *elastoplastic Mohr-Coulomb* dengan lima parameter yang sudah diperoleh dari pengujian material, yaitu Modulus Young (E), Poisson ratio ( $\nu$ ), kohesi (c), sudut geser tanah ( $\phi$ ), dan sudut dilatasi ( $\psi$ ). Selain itu, data spesifikasi berat kering tanah ( $\gamma_d$ ) dan koefisien tekanan tanah ( $K_0$ ) juga perlu diketahui. Parameter-parameter yang disebutkan sebelumnya diasumsikan sama untuk keseluruhan lereng. Nilai daya dukung tanah pada lereng yang dihitung dalam PLAXIS 2D merupakan nilai daya dukung di bawah pondasi.

Untuk mengetahui pengaruh jarak dan diameter tiang tidak langsung bisa dimasukkan ke dalam material tiang. Pengaruh jarak dan diameter tiang dihitung berdasarkan transformasi nilai EI dan EA baik tiang maupun tanah ke dalam bentuk EI ekuivalen terlebih dahulu. Pada penelitian ini nilai E tanah diambil sebesar 310,732 kN/m<sup>2</sup> untuk tanah dengan kepadatan relatif 74% dan 2427,008 kN/m<sup>2</sup> untuk tanah dengan kepadatan relatif 88% serta E tiang sebesar 939655,17 kN/m<sup>2</sup> berdasarkan hasil uji elastisitas tiang yang sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya.

Daya dukung tanah pada lereng tanpa perkuatan tiang juga dilakukan secara analitik menggunakan metode Hansen (1970), Vesic (1975), GEO (1993), Meyerhof (1957) dan Shields (1990). Metode-metode tersebut mencantumkan faktor adanya lereng sehingga nilai daya dukung yang dihasilkan lebih kecil daripada daya dukung pada tanah datar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian perkuatan tiang pada lereng akan meningkatkan daya dukung tanahnya. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya nilai *Bearing Capacity Improvement* (BCI). Tiang berfungsi sebagai penahan partikel-partikel tanah yang mengalami deformasi menuju bagian tanah yang bebas yaitu permukaan lereng. Tanah menjadi tertekan dan menaikkan tegangan geser hingga pada akhirnya meningkatkan daya dukung. Selain dengan nilai BCI, peningkatan daya dukung juga dibuktikan dengan peningkatan beban runtuh ultimit yang dapat ditahan lereng. Semakin kecil jarak antar tiang (*pile*) dan semakin besar kepadatan relatif suatu tanah pasir, akan semakin meningkatkan daya dukung tanah pada lereng pasir.

