

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH DENGAN MENGGUNAKAN PVD
(*PREFABRICATED VERTICAL DRAIN*) DAN TIMBUNAN (*PRELOADING*)
PADA PEMBANGUNAN GEDUNG ITS TOWER 3



Disusun Oleh:

AGISTA TRI KURNIAWAN

2021125

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MALANG
2025

LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR
PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH DENGAN MENGGUNAKAN PVD
(*PREFABRICATED VERTICAL DRAIN*) DAN TIMBUNAN (*PRELOADING*)
PADA PEMBANGUNAN GEDUNG ITS TOWER 3

Disusun Oleh:

AGISTA TRI KURNIAWAN

20.21.125

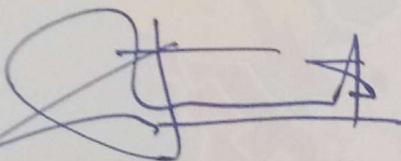
Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan
Pada Tanggal 13 Agustus 2025

Menyetujui,

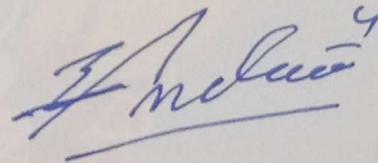
Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir Eding Iskak Imananto, MT.
NIP.1966 0506 199303 1 004

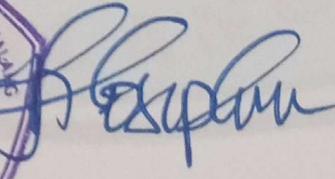


Eri Andrian Yudianto, ST., MT.
NIP. Y. 1030300380

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1




Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.
NIP. P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH DENGAN MENGGUNAKAN PVD
(*PREFABRICATED VERTICAL DRAIN*) DAN TIMBUNAN (*PRELOADING*)
PADA PEMBANGUNAN GEDUNG ITS TOWER 3

Tugas Akhir ini telah dipertahankan di depan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
Jenjang Strata (S-1) Pada tanggal 13 Agustus 2025 dan diterima untuk memenuhi
salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

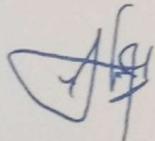
Disusun Oleh:

AGISTA TRI KURNIAWAN

NIM 2021125

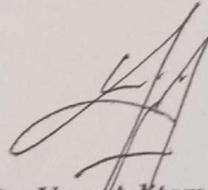
Dosen Penguji

Dosen Penguji I



Ir. Munasih, MT.
NIP. Y.102 880 0187

Dosen Penguji II



Dr. Vega Aditama ST., MT.
NIP. P. 103 190059

Disahkan oleh

Ketua Program Studi

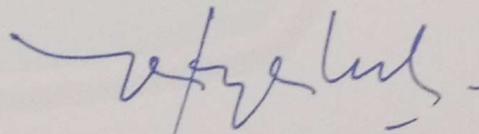
Teknik Sipil S-1



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.
NIP. P.103 0300 383

Sekretaris Program Studi

Teknik Sipil S-1



Nenny Roostrianawaty, ST., MT.
NIP. P. 103 1700 533

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Agista Tri Kurniawan

Nim : 2021125

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH DENGAN MENGGUNAKAN PVD
(*PREFABRICATED VERTICAL DRAIN*) DAN TIMBUNAN (*PRELOADING*)
PADA PEMBANGUNAN GEDUNG ITS TOWER 3”**

Adalah sebenar benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah Tugas akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh oranglain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar Pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah Tugas akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur unsur plagiasi, saya bersedia Tugas akhir ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai peraturan perundang undangan yang berlaku (UU No 20 Tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2, dan Pasal 70)

Malang 25 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan



Agista Tri Kurniawan

NIM 2021125

ABSTRAK

“PERENCANAAN PERBAIKAN TANAH DENGAN MENGGUNAKAN PVD (PREFABRICATED VERTICAL DRAIN) DAN TIMBUNAN (PRELOADING) PADA PEMBANGUNAN GEDUNG ITS TOWER 3”

Oleh: Agista Tri Kurniawan (20.21.125) Pembimbing I: Ir. Eding Iskak Imananto, MT. Pembimbing II: Eri Andrian Yudianto, ST., MT. Program Studi Teknik Sipil S1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Pembangunan Gedung ITS Tower 3 di Surabaya menghadapi tantangan kondisi tanah lempung lunak yang memiliki daya dukung rendah, kompresibilitas tinggi, dan permeabilitas rendah. Tanah jenis ini berisiko menyebabkan penurunan (*settlement*) yang signifikan dan berbahaya bagi stabilitas struktur gedung bertingkat. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan perencanaan perbaikan tanah dengan metode *preloading* dan pemasangan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) guna mempercepat proses konsolidasi tanah.

Studi ini bertujuan untuk menganalisis besarnya penurunan tanah dan waktu konsolidasi pada kondisi tanpa perbaikan serta membandingkannya dengan kondisi setelah menggunakan PVD dengan berbagai variasi pola (segitiga dan persegi) dan jarak pemasangan (1,0 m hingga 1,6 m). Metode yang digunakan meliputi analisis data uji lapangan dan laboratorium tanah, perhitungan parameter konsolidasi, serta simulasi waktu konsolidasi berdasarkan konfigurasi PVD yang berbeda.

Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan PVD secara signifikan mempercepat waktu konsolidasi dibandingkan kondisi tanpa perbaikan. Pola segitiga dengan jarak antar drain yang lebih rapat memberikan efisiensi waktu konsolidasi yang lebih baik, meskipun perlu pertimbangan biaya. Penggunaan *preloading* bersama PVD terbukti efektif dalam mempercepat penurunan awal sebelum pembangunan struktur, sehingga risiko deformasi di masa depan dapat dikurangi.

Kata kunci: tanah lunak, konsolidasi, PVD, *preloading*, penurunan, pola pemasangan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya, tugas akhir ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini disusun sebagai bagian dari pelaksanaan kegiatan akademik di Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang, khususnya pada Program Studi Teknik Sipil.

Dalam penyusunan Tugas akhir ini, penyusun banyak menerima dukungan, arahan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh hormat dan rasa terima kasih yang mendalam, penyusun menyampaikan apresiasi kepada:

1. Bapak **Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.**, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, yang telah memberikan bimbingan serta dukungan selama proses penyusunan proposal.
2. Bapak **Ir. Eding Iskak Imananto, MT.**, selaku Dosen Pembimbing I, atas segala bimbingan, masukan, dan waktu yang telah diberikan demi kelancaran penyusunan proposal ini.
3. Bapak **Eri Andrian Yudianto, ST., MT.**, selaku Dosen Pembimbing II, atas kontribusi, koreksi, dan saran yang membangun dalam penyempurnaan tugas akhir ini.
4. Ibu **Ir. Munasih, MT.** Selaku dosen Penguji I atas saran yang membangun dalam penyempurnaan tugas akhir ini.
5. Bapak **Dr. Vega Aditama, ST, MT** Selaku dosen penguji II atas saran yang membangun dalam penyempurnaan tugas akhir ini.
6. Kedua orang tua dan saudara tercinta, atas doa, kasih sayang, semangat, dan dukungan moril maupun materiil yang tiada henti.
7. Teman-teman seperjuangan, yang selalu memberikan semangat, berbagi ilmu, serta saling mendukung selama proses penyusunan Tugas akhir ini.

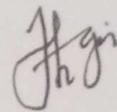
Seluruh pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penyusun harapkan untuk kesempurnaan di masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat serta menjadi bahan pertimbangan yang baik dalam pelaksanaan kegiatan yang direncanakan.

Malang, Agustus 2025

Penyusun



Agista Tri Kurniawan

2021125

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Perencanaan	3
1.5 Manfaat Perencanaan	4
1.6 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu/Studi Literatur.....	6
2.2 Pengertian Tanah.....	7
2.3 Fungsi Tanah.....	8
2.4 Tanah Lunak.....	9
2.5 Penurunan Tanah (<i>Settlement</i>)	10
2.5.1 Penurunan Segera (Si).....	13
2.5.2 Penurunan Akibat Konsolidasi Primer (Sc).....	14
2.5.3 Penurunan Akibat Konsolidasi Sekunder	16
2.5.4 Parameter Stabilitas dan Faktor Keamanan	17
2.5.5 Faktor Keamanan (FK)	17

BAB III METODE	50
3.1 Pendahuluan	50
3.2 Teknik Pengumpulan Data	50
3.2.1 Data Primer	50
3.2.2 Data Sekunder	52
3.3 Analisa Pengelolaan Data	56
3.5 Bagan Alir	58
BAB IV ANALISA PERHITUNGAN	58
4.1 Data Tanah Awal.....	59
4.1.1 Stratigrafi Tanah.....	59
4.1.2 Data Uji spt	59
4.1.3 Data Uji Laboratorium Tanah	62
4.1.4 Pengujian Nilai Dari Uji Laboratorium.....	63
4.2 Penentuan Nilai Indeks kompresi (C_c) dan koefisien Konsolidasi (C_v).....	64
4.2.1 Penentuan Nilai Indeks kompresi (C_c)	64
4.2.2 Penentuan Nilai Koefisien konsolidasi vertical (C_v).....	66
4.3 Beban Rencana Bangunan.....	68
4.3.1 Menghitung Faktor Pengaruh Beban (I)	70
4.3.2 Menghitung Distribusi Tegangan.....	71
4.3.3. Menghitung tekanan Overbuden	72
4.3.4 Menghitung Tegangan Efektif Akhir	75
4.4 Perhitungan Penurunan Tanah dan Waktu konsolidasi	
Tanpa Penggunaan PVD	76
4.5 Perhitungan PVD Dengan Pola Segitiga Dan Variasi	
Jarak Yang Berbeda	80
4.5.1 Perhitungan Derajat Konsolidasi Menggunakan Pola	
Segitiga Dengan Jarak 1m	80
4.5.2 Perhitungan Dengan Menggunakan Pola	
Segitiga Dengan Jarak 1,2 m	83

4.5.3. Perhitungan Dengan Menggunakan Pola	
Segitiga Dengan Jarak 1,3 m	86
4.5.4 Perhitungan Dengan Menggunakan Pola	
Segitiga Dengan Jarak 1,4 m	89
4.5.5. Perhitungan Dengan Menggunakan Pola	
Segitiga Dengan Jarak 1,5 m	92
4.5.6 Perhitungan Dengan Menggunakan Pola	
Segitiga Dengan Jarak 1,6 m	95
4.6 Perhitungan Dengan Menggunakan Pola Persegi	
Dengan Jarak Berbeda	98
4.6.1 Perhitungan Derajat Konsolidasi Menggunakan Pola	
Persegi Dengan Jarak 1m.....	98
4.6.2 Perhitungan Dengan Menggunakan Pola	
Persegi Dengan Jarak 1,2 m.....	101
4.6.3. Perhitungan Dengan Menggunakan Pola	
Persegi Dengan Jarak 1,3 m.....	104
4.6.4 Perhitungan Dengan Menggunakan Pola	
Persegi Dengan Jarak 1,4 m.....	107
4.6.5. Perhitungan Dengan Menggunakan Pola	
Persegi Dengan Jarak 1,5 m.....	110
4.6.6 Perhitungan Dengan Menggunakan Pola	
Persegi Dengan Jarak 1,6 m.....	113
4.7 Penggunaan <i>Preloading</i> Untuk Penggunaan PVD Pola Segitiga	116
4.8 Penggunaan <i>Preloading</i> Untuk Penggunaan PVD Pola Persegi.....	128
4.9 Rekapitulasi Hasil Perhitungan kombinasi	
<i>Preloading</i> dan variasi jarak PVD	141
BAB V KESIMPULAN	144
DAFTAR PUSTAKA.....	146
DAFTAR LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hubungan antara waktu (skala log) dengan pemampatan selama konsolidasi untuk penambahan beban yang diberikan.....	12
Gambar 2.2	Grafik Hubungan antara penurunan dengan waktu.....	13
Gambar 2.3	Grafik Influence Factor.....	14
Gambar 2.4	Karakteristik konsolidasi lempung yang terkonsolidasi secara normal (normally consolidated) dengan sensitivitas rendah sampai sedang....	15
Gambar 2.5	Karakteristik konsolidasi lempung yang terlalu terkonsolidasi (overconsolidated) dengan sensitivitas rendah sampai sedang.....	16
Gambar 2.6	Variasi U_z terhadap T_v dan z/H_{dr}	21
Gambar 2.7	Perbandingan waktu dan penurunan <i>preloading</i> tanpa dan dengan surcharge.....	24
Gambar 2.8	Kriteria Tanah untuk Pemilihan Metode Perbaikan Tanah.....	25
Gambar 2.9	Sistem <i>preloading</i> dengan <i>Prefabricated Vertical Drain</i>	26
Gambar 2.10	Perubahan Jarak Tempuh Air dengan Keberadaan <i>Prefabricated Vertical Drain</i>	27
Gambar 2.11	<i>Vertikal Drain</i> termasuk <i>Smear</i> dan <i>Well Resistance</i>	29
Gambar 2.12	Material <i>Prefabricated Vertikal Drain</i>	32
Gambar 2.13	Diameter Equivalen (d_w) untuk <i>Prefabricated Vertical Drain</i>	34
Gambar 2.14	Fungsi <i>Prefabricated Vertical Drain</i>	37
Gambar 2.15	Jarak <i>Prefabricated Vertikal Drain</i> dan waktu konsolidasi.....	42
Gambar 2.16	Pola <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (Kiri pola persegi, kanan pola segitiga).....	43
Gambar 2.17	Timbunan diletakkan secara bertahap.....	48
Gambar 3.1	Lokasi Proyek Pembangunan Gedung ITS Tower 3.....	51
Gambar 3.2	Layout Pembangunan Gedung ITS Tower 3.....	51
Gambar 3.3	Tampak Depan Gedung ITS Tower 3.....	52
Gambar 3.4	Data N SPT BH -1 Gedung Menara Tower 3 ITS.....	54

Gambar 3.5 Diagram alir metode analisis.....	58
Gambar 4.1 Pemodelan Rencana Bangunan di aplikasi Tecla.....	68
Gambar 4.2 Total beban pada rencana bangunan.....	68
Gambar 4.3 Rencana Luas area rencana bangunan.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Tanah Lempung Berdasarkan Kuat Geser Tekan Bebas	10
Tabel 2.2	Klasifikasi Tanah Lempung Berdasarkan Kadar Air	10
Tabel 2.3	Hubungan untuk Indeks Pemampatan, C	19
Tabel 2.4	Pemampatan dan Pengembangan Tanah Asli	20
Tabel 2.5	Variasi Faktor Waktu terhadap Derajat Konsolidasi	22
Tabel 3.1	Hasil Tes Laboratorium	55
Tabel 4.1	Jenis tanah dan keterangannya	59
Tabel 4.2	Hasil Uji SPT Pada BH-1	60
Tabel 4.3	Rekap data tanah pada kedalaman 1 – 10 m	61
Tabel 4.4	Data uji laboratorium tanah	62
Tabel 4.5	Rumus pendekatan mencari nilai C_c	63
Tabel 4.6	Tabel Nilai k dari permeabilitas	67
Tabel 4.7	Perhitungan nilai $m = B/z$ dan $n = L/z$	71
Tabel 4.8	Distribusi tegangan (ΔP)	72
Tabel 4.9	Perhitungan Tekanan overburden per lapis	75
Tabel 4.10	Perhitungan tegangan efektif Akhir ($P^{\wedge} = P_{O} + \Delta P$)	76
Tabel 4.11	Penurunan tanah tanpa menggunakan PVD (S_c)	77
Tabel 4.12	Perhitungan Derajat Konsolidasi (U_v) Tanpa PVD	78
Tabel 4.13	Perhitungan derajat konsolidasi gabungan (U_{gab}) pola segitiga jarak 1,00 m	82
Tabel 4.14	Perhitungan derajat konsolidasi gabungan (U_{gab}) pola segitiga jarak 1,20 m	85
Tabel 4.15	Perhitungan derajat konsolidasi gabungan (U_{gab}) pola segitiga jarak 1,3 m	88

Tabel 4.16 Perhitungan derajat konsolidasi gabungan (Ugab) pola segitiga jarak 1,40 m	91
Tabel 4.17 Perhitungan derajat konsolidasi gabungan (Ugab) pola segitiga jarak 1,50 m	94
Tabel 4.18 Perhitungan derajat konsolidasi gabungan (Ugab) pola segitiga jarak 1,60 m	97
Tabel 4.19 Perhitungan derajat konsolidasi gabungan (Ugab) pola segiempat jarak 1,00 m	99
Tabel 4.20 Perhitungan derajat konsolidasi gabungan (Ugab) pola segiempat jarak 1,20 m	103
Tabel 4.21 Perhitungan derajat konsolidasi gabungan (Ugab) pola segiempat jarak 1,30 m	106
Tabel 4.22 Perhitungan derajat konsolidasi gabungan (Ugab) pola segiempat jarak 1,40 m	109
Tabel 4.23 Perhitungan derajat konsolidasi gabungan (Ugab) pola segiempat jarak 1,50 m	112
Tabel 4.24 Perhitungan derajat konsolidasi gabungan (Ugab) pola segiempat jarak 1,6 m	115
Tabel 4.25 Penurunan dengan menggunakan PVD (Sc) dan beban timbunan Pola Segitiga Jarak 1,00 m	119
Tabel 4.26 Perhitungan derajat konsolidasi (Ugab) <i>preloading</i> 1 pola segitiga jarak 1 m	121
Tabel 4.27 Perhitungan derajat konsolidasi (Ugab) <i>preloading</i> 1 pola segitiga jarak 1,2 m	122
Tabel 4.28 Perhitungan derajat konsolidasi (Ugab) <i>preloading</i> 1 pola segitiga jarak 1,3 m	124

Tabel 4.29 Perhitungan derajat konsolidasi (Ugab) <i>preloading</i> 1	
pola segitiga jarak 1,4 m.....	125
Tabel 4.30 Perhitungan derajat konsolidasi (Ugab) <i>preloading</i> 1	
pola segitiga jarak 1,5 m.....	127
Tabel 4.31 Perhitungan derajat konsolidasi (Ugab) <i>preloading</i> 1	
pola segitiga jarak 1,6 m.....	128
Tabel 4.32 Penurunan dengan menggunakan PVD (Sc)	
dan beban timbunan.....	131
Tabel 4.33 Perhitungan derajat konsolidasi (Ugab) <i>preloading</i> 1 pola	
persegi jarak 1,0 m.....	133
Tabel 4.34 Perhitungan derajat konsolidasi (Ugab) <i>preloading</i> 1	
pola persegi jarak 1,2.....	134
Tabel 4.35 Perhitungan derajat konsolidasi (Ugab) <i>preloading</i> 1	
pola persegi jarak 1,3 m.....	136
Tabel 4.36 Perhitungan derajat konsolidasi (Ugab) <i>preloading</i> 1	
pola persegi jarak 1,4 m.....	137
Tabel 4.37 Perhitungan derajat konsolidasi (Ugab) <i>preloading</i> 1	
pola persegi jarak 1,5 m.....	139
Tabel 4.38 Perhitungan derajat konsolidasi (Ugab) <i>preloading</i> 1	
pola persegi jarak 1,5 m.....	140
Tabel 4.39 Perhitungan derajat konsolidasi (Ugab) <i>preloading</i> 1	
pola persegi jarak 1,6 m.....	141

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hubungan antara derajat konsolidasi (U) dan waktu (t) tanpa menggunakan PVD	80
Grafik 4.2. Hubungan antara derajat konsolidasi (U) dan waktu (t) menggunakan PVD pola segitiga dengan jarak 1m	83
Grafik 4.3 Hubungan antara derajat konsolidasi (U) dan waktu (t) menggunakan PVD pola segitiga dengan jarak 1,2 m	86
Grafik 4.4 Hubungan antara derajat konsolidasi (U) dan waktu (t) menggunakan PVD pola segitiga dengan jarak 1,3 m	89
Grafik 4.5 Hubungan antara derajat konsolidasi (U) dan waktu (t) menggunakan PVD pola segitiga dengan jarak 1,4 m	92
Grafik 4.6 Hubungan antara derajat konsolidasi (U) dan waktu (t) menggunakan PVD pola segitiga dengan jarak 1,5 m	95
Grafik 4.7 Hubungan antara derajat konsolidasi (U) dan waktu (t) menggunakan PVD pola segitiga dengan jarak 1,6 m	98
Grafik 4.8 Hubungan antara derajat konsolidasi (U) dan waktu (t) menggunakan PVD pola persegi dengan jarak 1 m	101
Grafik 4.9. Hubungan antara derajat konsolidasi (U) dan waktu (t) menggunakan PVD pola persegi dengan jarak 1,2 m	103
Grafik 4.10 Hubungan antara derajat konsolidasi (U) dan waktu (t) menggunakan PVD pola persegi dengan jarak 1,3 m	107
Grafik 4.11 Hubungan antara derajat konsolidasi (U) dan waktu (t) menggunakan PVD pola persegi dengan jarak 1,4 m	110
Grafik 4.12 Hubungan antara derajat konsolidasi (U) dan waktu (t) menggunakan PVD pola persegi dengan jarak 1,5 m	113
Grafik 4.13 Hubungan antara derajat konsolidasi (U) dan waktu (t) menggunakan PVD pola persegi dengan jarak 1,6 m	115