

37902/10



R55
625.7
War
P-1
2009

TUGAS AKHIR - RC09- 1380

**PERENCANAAN JALAN DIATAS
LAPISAN TANAH SANGAT LEMBEK
(GAMBUS, LEMPUNG LEMBEK)
DAN METODE PERBAIKANNYA**

Mila Kusuma Wardani
3105100 087

DOSEN PEMBIMBING:
Prof. Ir. Noor Endah, M.Sc. Ph.D.
Catur Arif P., ST., M.Eng.

PERPUSTAKAAN	
Tgl. Terima	28 - 12 - 2009
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	108

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2009



FINAL PROJECT - RC09 - 1380

**PAVEMENT DESIGN ON A VERY SOFT
SOIL LAYER (PEAT AND VERY SOFT
CLAY) WITH AN IMPROVEMENT
METHOD**

**Mila Kusuma Wardani
3105100 087**

**Supervisor:
Prof. Ir. Noor Endah, M.Sc. Ph.D.
Catur Arif P., ST., MEng.**

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2009**

**PERENCANAAN JALAN DIATAS LAPISAN TANAH
SANGAT LEMBEK (GAMBUS , LEMPUNG
LEMBEK) DAN METODE PERBAIKANNYA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

Pada

Bidang Studi Geoteknik

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

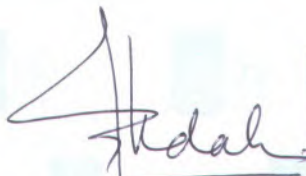
Oleh:

MILA KUSUMA WARDANI

NRP. 3105.100.087

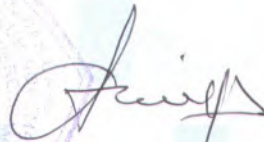
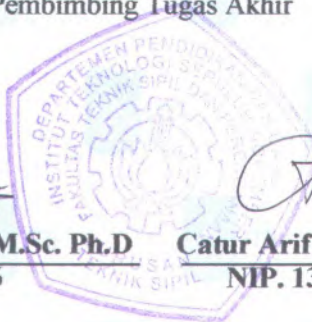
Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Ir. Noor Endah, M.Sc. Ph.D

NIP. 130.541.836



Catur Arif P. ST. MEng.

NIP. 132.206.691

**SURABAYA
NOVEMBER, 2009**

**PERENCANAAN JALAN DI ATAS LAPISAN TANAH
SANGAT LEMBEK
(GAMBUT, LEMPUNG LEMBEK) DAN METODE
PERBAIKANNYA**

Nama Mahasiswa : Mila Kusuma Wardani
NRP : 3105 100 087
Jurusan : Teknik Sipil FTSP - ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Ir. Noor Endah, MSc., PhD.
Catur Arif P., ST., MEng.

ABSTRAK

Pembangunan jalan di Kuala Belait, Brunei Darussalam berada di atas lapisan tanah sangat lembek dimana kondisi tanah dasar adalah tanah gambut sedalam 3 m dan lempung lembek sedalam 29 m. Dapat menimbulkan masalah karena sifat tanah lembek yang mudah memampat dan daya dukungnya kecil sehingga dapat merusak konstruksi jalan. Agar konstruksi jalan yang dibangun di atas lapisan tanah sangat lembek tersebut tidak mengalami kerusakan, diperlukan metode perbaikan tanah yang berfungsi untuk mempercepat dan meningkatkan daya dukung tanah agar konstruksi jalan tersebut aman.

Jalan yang dibangun di daerah Kuala Belait adalah jalan bebas hambatan yang digunakan sebagai sarana penghubung dalam development area. Perencanaan perkerasan jalan menggunakan metode AASHTO 1981 sedangkan metode perbaikan tanah yang dipilih adalah mengkombinasikan antara preloaing dengan PVD. Daya dukung pada tanah dasar menggunakan program Xstable.

Hasil yang didapat adalah tebal perkerasan 20 cm yang direncanakan tanpa tulangan dengan menggunakan dowel Φ 1 in; tie bars Φ ½ in; dan jarak sambungan 3.6 – 4 m. PVD yang digunakan adalah tipe Nylex Flodrain dengan lebar 100 mm dan

tebal 5 mm. Pemasangan PVD dilakukan dengan jarak 1 m dan dengan kedalaman total 8 m, 3 m di lapisan tanah gambut dan 5 m di lapisan tanah lempung. Total settlement yang harus dihilangkan sebelum konstruksi dimulai adalah sebesar 3 m dengan kecepatan penimbunan bertahap (preloading) adalah 50 cm/minggu. Nilai daya dukung setelah perbaikan menghasilkan $SF = 1.543$.

Kata kunci : Gambut, Lempung Lembek, Kuala Belait, perkerasan, preloading, PVD.

**PAVEMENT DESIGN ON A VERY SOFT SOIL
(PEAT AND VERY SOFT CLAY) WITH AN
IMPROVEMENT METHOD**

Student Name : Mila Kusuma Wardani
NRP : 3105 100 087
Major : Civil Engineering FTSP - ITS
Academic Supervisor : Prof. Ir. Noor Endah, MSc., PhD.
Catur Arif P., ST., MEng.

ABSTRACT

Road construction in Kuala Belait, Brunei Darussalam are on very soft soil layer where the condition of the base soil is peat which has depth 3 meters and very soft clay 29 meters. On that condition could make some problem because of the character of the soil that easily squeezing and has a weak bearing capacity until it can destroyed construction of the road itself. In order to make a construction road on a very soft soil layer with no damage, it needs some improvement soil methods which is has function to speed up and to increase soil force so that enough safety factor.

The road that will be design as highway at Kuala Belait area which is development area. The pavement road design use AASHTO 1981 method, then improvement soil use combined PVD with preloading method. Xstable program has been used as bearing capacity checking.

Result show that pavement has 20 cm thickness, it designed without reinforcement with dowel Φ 1 in; tie bars Φ $\frac{1}{2}$ in and spacing joint 3.6 – 4 m has been used. Nyllex Flodrain used as PVD design which has width 100 mm and thickness 5

mm. PVD spacing is 1 m and has total depth 8 meters which is 3 meters depth on peat and 5 meters depth on very soft clay. The total amount of settlement should be eliminated before construction begin is 3 meters with rate of surcharge (Preloading) has 50 centimeters everyweek. Result of bearing capacity when last design has SF - 1.543.

Keywords : peat, very soft clay, Kuala Belait, pavement, peat, preloading, PVD

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Puja dan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat penyusun dapat menyelesaikan Tugas akhir ini yang berjudul "PERENCANAAN JALAN DIATAS LAPISAN TANAH SANGAT LEMBEK (GAMBUT, LEMPUNG LEMBEK) DAN METODE PERBAIKANNYA".

Tugas akhir ini diajukan sebagai persyaratan gelar kesarjanaan jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis berharap tugas akhir ini dapat berguna bagi semua pihak dalam pengaplikasian ilmu dan teknologi dalam masyarakat. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kekurangan, untuk itu segala saran dan masukan tentang penulisan tugas akhir ini sangat diharapkan.

Walaupun jauh dari sempurna harapan saya semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi rekan-rekan sedisiplin ilmu khususnya dan ilmu pengetahuan pada umumnya.

Wassalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Surabaya, November 2009

Penulis

LEMBAR PERSEMBAHAN

Penyusunan Tugas Akhir ini juga tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah banyak membantu terselesainya tugas akhir ini. Pada kesempatan ini penyusun tidak lupa mengucapkan terima kasih dan rasa hormat kepada pihak-pihak yang telah membantu, antara lain:

1. Prof. Ir. Noor Endah, MSc. PhD sebagai dosen pembimbing yang dengan sabar mencurahkan waktu, memberikan ilmu, nasehat serta membimbing dalam pengerjaan Tugas Akhir hingga terselesainya Tugas Akhir ini.
2. Catur Arif P., ST., MEng. sebagai dosen pembimbing yang dengan sabar mencurahkan waktu, memberikan ilmu serta membimbing dalam pengerjaan Tugas Akhir hingga terselesainya Tugas Akhir ini.
3. Ir.Dudung P. yang telah memberikan data tanah yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Yudhi Lastiasih, ST., MT., yang telah memberikan saran dan bimbingan kepada penulis sebelum dimulai sampai terselesainya Tugas Akhir in.
5. Musta'in Arif ST.,MT., yang telah memberikan bimbingan kepada penulis tentang Xstble.
6. Prof.Ir.Anggrahini, Dr.Ir. Edijatno, Ir.Fifi Sofia yang telah memberikan wawasan tentang muka air banjir dan pengetahuan yang dibutuhkan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Pak Heri, Pak Umar, Pak Osias, seluruh karyawan Laboratorium Mekanika Tanah dan Batuan Teknik Sipil FTSP – ITS yang membantu dalam mencari data tanah, memberikan semangat dan mendukung penulis sampai terselesainya Tugas Akhir ini.

9. Karyawan Jasa Marga Cabang Tol Satelit Surabaya yang memberikan data lalu lintas yang digunakan dalam penyelesaian Tugas Akhir.
10. Bapak dan Ibu dosen Teknik Sipil FTSP - ITS Surabaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang dimilikinya.
11. Segenap karyawan di lingkungan Teknik Sipil FTSP - ITS yang telah membantu segala aktifitas pendidikan kami.
12. Mas Yudi, Mbak Putu, Mbak Tutut, Mas Bemo, Mas Asep yang juga membantu dalam mendapatkan data serta *sharing* ilmu untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Kedua Orang Tua (Bapak dan Ibu), Adik, Nenek, Keluarga besarku di Lamongan, Keluarga di Magetan yang tidak pernah berhenti mendukung dan mendoakanku.
14. M.Fauzi Irfan yang telah menjadi partner, teman diskusi serta membantu dalam mengerjakan Tugas Akhir.
15. Soraya Noor Rizka, sahabatku mulai dari MaBa yang sampai pengerjaan Tugas Akhir mendapatkan dosen pembimbing yang sama, yang sudah menemani di kala susah dan senang, memberi saran, terima kasih untuk semuanya .
16. Retno Sri Julia, sahabat, partner baja II dan beton II, yang sudah meminjami odner, membantu print, terima kasih untuk semua bantuannya.
17. Andhini Karina S., sahabat yang selalu mendengarkan cerita, membantu dalam banyak hal, terima kasih untuk semuanya.
18. Niken Ardikarini, Veronica Dewi A., Nora Angela, M.Reza H., Anindito P, Andi Erlangga, Ayu Aprilischa, Wiyani Rahayu, yang memberikan semangat dan supportnya dalam penyusunan Tugas Akhir.
19. Seto Agung P., sahabat dari TK sampai kuliah, yang selalu sabar mengajari banyak hal mulai mata kuliah, tugas besar, dan hal – hal lain.
20. Mario Frankista S. yang memberikan semangat, support, dukungan, saran, dan doanya.

21. Laksmi Paramastri dan Danny Setiawan yang membantu dalam penyusunan draft, membantu mengurus keperluan disaat sidang TA.
22. Ardiansyah Kusuma Negara, yang semangat belajarnya ditularkan kepada penulis.
23. Permadi PP, Domasandi, Frans, Henry, Yoyok, Falevi, Annisa P, Aril, Nyambix, Astri, Eka, Tantri, Toni, Novita, Erin, Destri, Bozz Irul, Gophe, Faizal Okky, teman – teman yang juga memberikan warna dan keceriaan dalam kegiatan – kegiatan bersama untuk menghilangkan kepenatan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
24. Teman-teman seperjuangan angkatan 2005 (S-48) yang telah memberi dukungan, semangat, memberikan warna,tawa, berbagi ilmu dan keceriaan dalam kegiatan-kegiatan bersama.
25. Lutfan, Denya, Tika, Lely, Fido, teman – teman KAUST Cycle III yang selalu memberi semangat satu sama lain agar sukses.
26. “Cieloshine” Family yang sudah memberikan doa, harapan dan semangatnya.
27. Keluarga di Gebang yang sudah memberikan tempat, fasilitas dan semua hal selama kuliah.
28. Siska, Dito, Adit, Tegar, Intan, Alfi, Jambul, Kupang, Boje, Sita, Om, Memey, teman-teman *chatting* di manapun berada, yang telah memberi semangat dan dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir.

Surabaya, November 2009

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	
Abstrak	i
Abstrac	iii
KATA PENGANTAR	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir	2
1.4 Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Perkerasan Jalan (<i>Pavement</i>)	5
2.1.1 Perkerasan Lentur	5
2.1.2 Perkerasan Kaku	6
2.1.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Metode AASHTO 1981	9
2.2 Beban <i>Traffic</i>	14
2.3 Tanah Gambut	15
2.3.1 Klasifikasi Tanah Gambut	16
A.Klasifikasi Berdasarkan Derajat Dekomposisi	16
B.Klasifikasi Berdasarkan Kadar Serat	17
C.Klasifikasi Berdasarkan Kadar Organik	17
2.3.2 Sifat Fisik Tanah Gambut	18
2.3.3 Sifat Teknis Tanah Gambut	19
2.4 Prakiraan Pemampatan Pada Tanah Gambut	20

2.4.1	Teori Gibson dan Lo (1961) untuk Pemampatan Tanah Gambut Berserat	22
2.4.2	Aplikasi Teori Gibson and Lo (1961) untuk Memperkirakan Pemampatan Tanah Gambut	24
2.5	Tanah Lempung Lembek	29
2.6	Prakiraan Pemampatan Lapisan Tanah Lempung	30
2.7	Metode Perbaikan Tanah Lempung Lembek	33
2.7.1	Perbaikan Tanah Dengan Teknik Pemampatan Awal (<i>Precompression</i>)	33
2.7.2	Metode Pemampatan Awal Dengan Percepatan	36
	A. Waktu Konsolidasi dengan Vertical Drain	36
2.7.3	Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah Akibat Pemasangan PVD	42
2.8	Metode Perbaikan Tanah Gambut	42
 BAB III METODOLOGI		
3.1	Studi Literatur	47
3.2	Pengumpulan Data Analisa dan Data Lapangan	47
3.3	Penentuan Elevasi Awal Jalan	49
3.4	Perencanaan Perkerasan	
3.4.1	Pemilihan Tipe Perkerasan	49
3.4.2	Perencanaan Tebal Perkerasan	49
3.5	Perhitungan Beban	49
3.6	Prakiraan Pemampatan	51
3.7	Metode Perbaikan Tanah	51
	A. Penentuan $H_{inisial}$ Timbunan	51
	B. Pola Pemasangan PVD	52
	C. Kedalaman PVD	52
3.8	Pembebanan secara Bertahap (<i>Preloading</i>)	52
 BAB IV DATA DAN ANALISA		
4.1	Data Banjir	55
4.2	Data Tanah Timbunan dan Harga CBR	55
4.3	Data Lalu Lintas Harian (LHR)	56

4.4 Data Kependudukan dan Perekonomian	57
4.5 Data Tanah Dasar	61
4.6 Data Spesifikasi Bahan <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD)	63

BAB V PERENCANAAN PERKERASAN DAN PERBAIKAN LAPISAN TANAH DASAR

5.1 Perencanaan Elevasi Jalan	65
5.2 Perencanaan Tebal Perkerasan	65
5.3 Perhitungan Beban	71
5.4 Prakiraan Besar Pemampatan / <i>Settlement</i> (Sc)	72
5.5 Penentuan Tinggi Timbunan Awal ($H_{initial}$)	73
5.6 Perhitungan Waktu Konsolidasi	
5.6.1 Perhitungan Waktu Konsolidasi Tanah Gambut	77
5.6.2 Perhitungan Waktu Konsolidasi Tanah Lempung	77
5.7 Perencanaan PVD untuk percepatan Pemampatan	
5.7.1 Pola Pemasangan PVD	78
5.7.2 Penentuan Kedalaman PVD	81
5.7.3 Penentuan Tinggi Timbunan Awal ($H_{initial}$) Akibat Pemasangan PVD	82
5.7.4 Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata – Rata Gabungan	85
5.8 <i>Preloading</i> dengan Kombinasi PVD	87

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	93
6.2 Saran	93

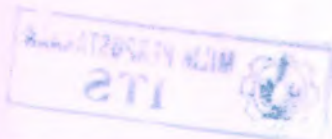
DAFTAR ACUAN	95
Lampiran	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi perencanaan Kuala Belait, Brunei Darussalam	1
Gambar 1.2	Kuala Belait dari Satelite	2
Gambar 2.1	Lapisan konstruksi perkerasan lentur	5
Gambar 2.2	Perkerasan kaku tanpa lapisan perantara	7
Gambar 2.3	Perkerasan kaku dengan lapisan perantara	7
Gambar 2.4	Hubungan antara CBR dengan k	11
Gambar 2.5	Kurva Hubungan antara tebal timbunan dengan intensitas beban yang bersesuaian dengan beban traffic (Japan Road Association, 1986)	15
Gambar 2.6	Kurva hubungan ϵ vs Log t waktu dari sample tanah gambut yang ditest di laboratorium dengan beban 25 kPa (menurut Dhowian dan Edill, 1980)	21
Gambar 2.7	Model reologi untuk pemampatan sekunder Gibsondan Lo (1961)	23
Gambar 2.8	Kurva hubungan log ϵ vs t	24
Gambar 2.9	Grafik hubungan nilai a dengan σ' (Pasmardan Mochtar, 2000)	26
Gambar 2.10	Grafik hubungan nilai b dengan σ' (Pasmardan Mochtar, 2000)	27
Gambar 2.11	Kurva koreksi harga dari parameter b yang ditentukan di laboratorium dan disesuaikan dengan kondisilapangan (Pasmardan Mochtar, 2000)	28
Gambar 2.12	Grafik hubungan nilai λ/b dengan ϵ (Pasmardan Mochtar, 2000)	29
Gambar 2.13	Grafik Influence Factor (NAFVAC DM- 7, 1970)	32
Gambar 2.14	Prinsip pembebanan preloading padapemampatan tanah dengan beban awal $p_{f+s} > p_f$	34
Gambar 2.15	Pola susunan bujur sangkar, $D = 1.13.s$	37



Gambar 2.16	Pola susunan segitiga, $D = 1.05.s$	37
Gambar 2.17	<i>Equivalent</i> diameter (d_w) untuk PVD	38
Gambar 3.1	Flowchart Prosedur Pengerjaan Tugas akhir	45
Gambar 3.1	Flowchart Prosedur Pengerjaan Tugas akhir (lanjutan)	45
Gambar 3.2	Lokasi pengambilan data lalu lintas LHR untuk perencanaan	50
Gambar 4.1	Grafik jumlah penduduk dan tahun	59
Gambar 4.2	Grafik PDRB dan tahun	59
Gambar 4.3	Grafik PDRB per kapita dan tahun	60
Gambar 4.4	Profil tanah dasar pada daerah Kuala Belait	61
Gambar 5.1	Layout perencanaan jalan dalam Tugas Akhir	65
Gambar 5.2	Sketsa pemasangan dowel, tie bar dan jarak sambungan yang digunakan untuk perkerasan	71
Gambar 5.3	Grafik hubungan antara $H_{initial}$ Vs H_{final}	75
Gambar 5.4	Grafik hubungan antara $H_{initial}$ Vs Sc	77
Gambar 5.5	Grafik hubungan waktu Vs (U)% untuk kondisi PVD dipasang sampai ketebalan lapisan lempung lembek	80
Gambar 5.6	Grafik hubungan antara $H_{initial}$ Vs H_{final} akibat pemasangan PVD sedalam 8 m dari muka tanah	83
Gambar 5.7	Grafik hubungan antara $H_{initial}$ Vs Sc akibat pemasangan PVD sedalam 8 m dari muka tanah	84
Gambar 5.8	Grafik hubungan antara waktu Vs Ugab baru untuk kondisi PVD dipasang 8 m dari muka tanah	86
Gambar 5.9	Grafik hubungan waktu Vs Sc akibat Preloading	91



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ukuran <i>Dowel</i>	10
Tabel 2.2	Ukuran <i>tie bars</i>	10
Tabel 2.3	Penggunaan mutu beton berdasarkan jenis jalan raya	12
Tabel 2.4	Beban Distribusi Sumbu Kendaraan	13
Tabel 2.5	Nilai C untuk menghitung lalulintas rencana per lajur	14
Tabel 4.1	Data LHR yang Digunakan Dalam Perencanaan	56
Tabel 4.2	Data penduduk Jawa Timur	58
Tabel 4.3	PDRB Jawa Timur (Milyar Rupiah)	58
Tabel 4.4	PDRB per kapita	58
Tabel 4.5	Data Tanah Gambut	62
Tabel 4.6	Data Tanah Lempung	62
Tabel 4.6	Data Tanah Lempung (Lanjutan)	63
Tabel 5.1	Pengelompokan Jenis Kendaraan dari klasifikasi Jasa Marga berdasarkan konfigurasi beban sumbu Klasifikasi Bina Marga	66
Tabel 5.2	Perhitungan angka ekivalen kendaraan	67
Tabel 5.3	Perhitungan LHR rencana pada akhir umur rencana	68
Tabel 5.4	Perhitungan LHR rencana per arah	68
Tabel 5.5	Perhitungan LHR per lajur untuk masing – masing kendaraan	69
Tabel 5.6	Perhitungan EAL	69
Tabel 5.7	Parameter Pemampatan Pada Tanah Gambut yang Diperoleh Dari Laboratorium dan Data Lapangan	72
Tabel 5.8	Parameter Pemampatan Pada Tanah Gambut Hasil Kalibrasi untuk Beban Rencana	72
Tabel 5.9	Nilai a_{lap} dan b_{lap} Prediksi Pada Tanah Gambut	73
Tabel 5.10	Perhitungan S_c , $H_{initial}$, dan H_{final} Pada Lapisan Tanah Dasar	74
Tabel 5.11	Perhitungan S , dw , dan $F(n)$ untuk pemasangan PVD pola segi-4	79

Tabel 5.12 Penentuan Kedalaman PVD	81
Tabel 5.12 Penentuan Kedalaman PVD (Lanjutan)	81
Tabel 5.13 Perhitungan S_c , $H_{initial}$, dan H_{final} Pada Lapisan Tanah Dasar Akibat Kedalaman PVD Rencana	82
Tabel 5.14 Jadwal Pentahapan Timbunan	88
Tabel 5.15 Data Tanah Lempung dengan Nilai C_u baru	89
Tabel 5.16 Data Tanah Gambut setelah <i>preloading</i>	89

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Tinggi Genangan Muka Air Banjir Kota Balikpapan	99
Lampiran 2	Data tanah timbunan dan nilai CBR	100
Lampiran 3	Data lalu lintas Jalan Tol Ruas Perak – Waru	101
Lampiran 4.1	Perhitungan faktor pertumbuhan (i%) Penduduk	102
Lampiran 4.2	Perhitungan faktor pertumbuhan (i%) PDRB	103
Lampiran 4.3	Perhitungan faktor pertumbuhan (i%) PDRB per kapita	104
Lampiran 5.1	Data Tanah Borehole No. BH1, Kuala Belait, Brunei Darussalam	105
Lampiran 5.2	Data Tanah Borehole No. BH2, Kuala Belait, Brunei Darussalam	106
Lampiran 5.3	Lokasi Boreholes Kuala Belait, Brunei Darussalam	107
Lampiran 5.4	Data Tanah Hasil Tes Laboratorium	108
Lampiran 5.5	Soil Investigation Works, Kuala Belait, Brunei Darussalam	109
Lampiran 5.5	Soil Investigation Works, Kuala Belait, Brunei Darussalam (lanjutan 1)	110
Lampiran 5.5	Soil Investigation Works, Kuala Belait, Brunei Darussalam (lanjutan 2)	111
Lampiran 5.5	Soil Investigation Works, Kuala Belait, Brunei Darussalam (lanjutan 3)	112
Lampiran 5.5	Soil Investigation Works, Kuala Belait, Brunei Darussalam (lanjutan 4)	113
Lampiran 5.6	Data Tanah Lempung Kelanauan, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Kode A1	114
Lampiran 5.6	Data Tanah Lempung Kelanauan, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Kode A1(Lanjutan)	114

Lampiran 5.7	Data Tanah Lempung Kelanauan, Trisakti, Kalimantan Selatan, Kode A2	114
Lampiran 5.7	Data Tanah Lempung Kelanauan, Trisakti, Kalimantan Selatan, Kode A2 (Lanjutan)	114
Lampiran 5.8	Data Tanah Lanau Kelempungan, Sampit, Kalimantan Tengah, Kode B	115
Lampiran 5.8	Data Tanah Lanau Kelempungan, Sampit, Kalimantan Tengah, Kode B(Lanjutan 1)	115
Lampiran 5.9	Data Tanah Lempung Lembek (Kode B)	115
Lampiran 5.10	Data Tanah Kuala Belait, Brunei Darussalam, Kode D	115
Lampiran 5.11	Data Tanah Gambut, Kode D1	116
Lampiran 5.12	Data Tanah Gambut, Kode D2	116
Lampiran 5.12	Data Tanah Gambut, Kode D2 (Lanjutan 1)	116
Lampiran 5.13	Data Tanah Gambut, Kode D3	117
Lampiran 5.14	Data Tanah Gambut, Kode D4	117
Lampiran 5.14	Data Tanah Gambut, Kode D4 (Lanjutan 1)	117
Lampiran 5.14	Data Tanah Gambut, Kode D4 (Lanjutan 2)	118
Lampiran 6	Data spesifikasi <i>Prefabricated Vertical Drains</i> (PVD)	119
Lampiran 7.1	Plotting Kedalaman Vs γ_t (Tanah Lempung)	120
Lampiran 7.2	Plotting Kedalaman Vs W_c (Tanah Lempung)	121
Lampiran 7.3	Plotting Kedalaman Vs G_s (Tanah Lempung)	122
Lampiran 7.4	Plotting Kedalaman Vs γ_t (Tanah Gambut)	123
Lampiran 7.5	Plotting Kedalaman Vs W_c (Tanah Gambut)	124
Lampiran 7.6	Plotting Kedalaman Vs G_s (Tanah Gambut)	125
Lampiran 8.1	<i>Cross Section</i> Penampang Jalan	127
Lampiran 8.2	Gambar Jarak Sambungan Pada Rigid Pavement	128
Lampiran 8.3	Gambar Sambungan Melintang Dengan Dowel dan Tie Bars	129
Lampiran 9	Hasil Perhitungan Prakiraan Pemampatan Pada Tanah Gambut	131

Lampiran 9	Hasil Perhitungan Prakiraan Pemampatan Pada Tanah Gambut (Lanjutan 1)	132
Lampiran 9	Hasil Perhitungan Prakiraan Pemampatan Pada Tanah Gambut (Lanjutan 2)	133
Lampiran 10	Perhitungan Prakiraan Pemampatan Pada Tanah Lempung Akibat Beban (Timbunan, Traffic, Perkerasan)	134
Lampiran 10	Perhitungan Prakiraan Pemampatan Pada Tanah Lempung Akibat Beban (Timbunan, Traffic, Perkerasan), (Lanjutan)	135
Lampiran 11	Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata – rata Gabungan (Tanah Lempung) Akibat Pemasangan PVD 1 m sedalam lapisan tanah lembek	136
Lampiran 12	Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata – rata Gabungan (Tanah Gambut) Akibat jarak Pemasangan PVD 1 m sedalam lapisan tanah lembek	137
Lampiran 13	Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata – rata Gabungan (tanah lempung) Akibat jarak pemasangan PVD 1 m dan sedalam 8 m pada tanah lembek	138
Lampiran 14	Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata – rata Gabungan (tanah gambut) Akibat jarak pemasangan PVD 1 m dan sedalam 8 m pada tanah lembek	139

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pembangunan fisik yang dilakukan oleh Pemerintah bertujuan untuk mengembangkan suatu wilayah. Yang dimaksud dengan pembangunan fisik disini adalah pembangunan perumahan, gedung, perkantoran, sekolah, sarana hiburan, dan fasilitas – fasilitas lainnya yang dapat menunjang kehidupan masyarakat di suatu wilayah. Seiring dengan pembangunan fisik yang dilakukan, diperlukan juga sarana penunjang yang diantaranya berupa jalan raya bebas hambatan yang dapat menghubungkan satu tempat ke tempat lain dengan lancar.

Kuala Belait, Brunei Darussalam, yang masih merupakan daerah terpencil (Gambar 1.1 dan Gambar 1.2) akan dirubah menjadi *development area* oleh Pemerintah setempat.



Gambar 1.1 Lokasi Perencanaan, Kuala Belait, Brunei Darussalam
(Sumber: 2000 Navtech, GDT, Inc; www.google.com, pencarian gambar, 14 November 2008)



Gambar 1.2 Kuala Belait dari satelit

(Sumber: www.google.com/maps, 8 Februari 2009)

Untuk itu daerah tersebut membutuhkan jalan sebagai sarana penunjang. Hanya saja kondisi tanah dasar di daerah Kuala Belait tersebut merupakan lapisan tanah lembek yang terdiri dari tanah gambut sedalam 3 m dan pada lapisan tanah dibawahnya merupakan tanah lempung lembek sedalam 29 m. Dengan kondisi tanah dasar seperti itu maka masalah yang akan muncul adalah pemampatan yang besar dan daya dukung yang kecil; selain itu permukaan tanah selalu terendam air.

Dilihat dari kondisi tanah dasar yang sangat lembek tersebut adalah sangat tidak menguntungkan apabila didirikan suatu bangunan di atasnya karena untuk konstruksi jalan yang ideal, jalan yang direncanakan tidak boleh mengalami *differential settlement* dan terendam air. Oleh sebab itu, perencanaan jalan yang ideal memerlukan suatu metode perbaikan tanah yang mampu untuk menghilangkan pemampatan dan meningkatkan daya dukung pada tanah dasar. Perencanaan ini penting sebagai referensi bagi Pemerintah Kuala Belait, Brunei Darussalam yang akan melakukan *development area* pada daerah Kuala Belait.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Dari uraian diatas, masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa tinggi timbunan akhir yang harus direncanakan agar muka jalan selalu berada minimum 1 m diatas muka air banjir rata – rata tertinggi yang terjadi dalam periode 50 tahun?
2. Berapa tebal perkerasan untuk LHR yang direncanakan?
3. Berapa tinggi initial ($H_{initial}$) timbunan agar tinggi akhir timbunan yang direncanakan tetap tercapai setelah *settlement* pada lapisan tanah lembek berakhir?
4. Metode perbaikan tanah apakah yang digunakan untuk tanah dasar agar dapat menghilangkan *settlement* yang besar yang diprediksi akan terjadi serta dapat meningkatkan daya dukung tanah dasar?

1.3 TUJUAN TUGAS AKHIR

Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah :

Merencanakan jalan diatas lapisan tanah gambut dan tanah lempung lembek yang stabil, yang tidak bergelombang, dan tidak terendam air.

1.4 BATASAN MASALAH

Batasan masalah dalam perencanaan Tugas Akhir ini adalah:

1. Data yang digunakan adalah data sekunder yang berasal dari Kuala Belait serta data sekunder lainnya yang berasal dari Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, ITS; Laboratorium Hidrolika dan Teknik Pantai, Jurusan Teknik Sipil, ITS; Dinas Jasa Marga cabang Tol Satelit, Surabaya.
2. Umur rencana perkerasan jalan adalah 20 tahun.
3. Perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode AASHTO 1981 dan angka ekivalensi kendaraan dihitung dengan menggunakan metode Bina Marga.
4. Tidak membahas biaya pelaksanaan yang digunakan.
5. Tidak membahas metode pelaksanaan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

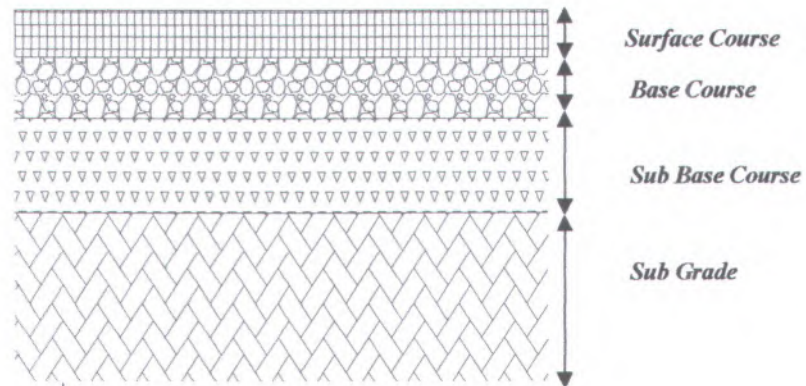
2.1 Perkerasan Jalan (*Pavement*)

Perkerasan jalan merupakan material tambahan yang kualitasnya lebih baik daripada tanah dasar dan berfungsi untuk meneruskan beban lalu lintas ke lapisan tanah dasar. Berdasarkan material pengikatnya perkerasan jalan dibagi menjadi 2 macam yaitu perkerasan lentur dan perkerasan kaku.

2.1.1 Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan material aspal sebagai bahan pengikat. Beban lalu lintas yang melewati perkerasan lentur akan langsung disebarkan ke dasar tanah. Jadi fungsi dari lapisan perkerasan lentur adalah memikul beban lalu lintas dan langsung menyebarkannya ke tanah dasar.

Perkerasan lentur dipilih jika kondisi tanah dasar yang akan dibangun jalan cukup bagus yaitu memiliki nilai CBR minimum sebesar 5%. Biaya pelaksanaannya sebetulnya lebih ekonomis, tapi biaya perawatan yang cukup mahal. Perkerasan lentur memiliki umur rencana efektif 5 – 10 tahun. Gambar perkerasan lentur diberikan pada Gambar 2.1.



✓ **Gambar 2.1.** Lapisan perkerasan lentur
(Departemen Pekerjaan Umum, 1985)

2.1.2 Perkerasan Kaku

Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Perkerasan kaku menggunakan pelat beton dengan atau tanpa tulangan yang diletakkan diatas tanah dasar. Pelat beton sebagian besar berfungsi sebagai pemikul beban kendaraan dan membantu tanah dasar dalam menyangga beban kendaraan yang lewat diatasnya.

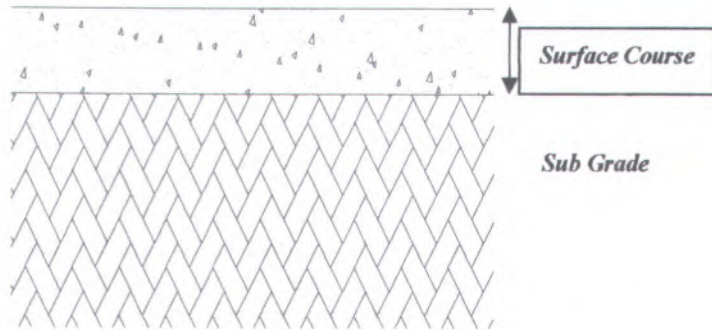
Perkerasan kaku dipilih jika kondisi tanah dasar yang akan dibangun jalan merupakan tanah dasar yang jelek. Biaya pelaksanaan perkerasan kaku lebih mahal daripada perkerasan lentur, tetapi perawatan yang dilakukan lebih jarang dan membutuhkan biaya yang lebih murah. Perkerasan kaku dapat dipilih pada suatu jalan yang akan dilewati kendaraan berat. Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dibedakan menjadi 2 jenis berdasarkan susunan lapisan perkerasan, yaitu:

1. Perkerasan kaku tanpa lapisan perantara (Gambar 2.2)

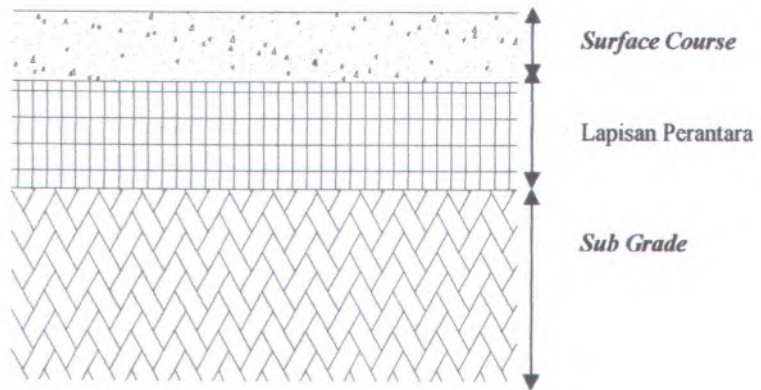
Lapisan perkerasan kaku diberi lapisan perantara bila tanah dasar merupakan tanah yang kokoh atau jenis berbutir (pasir), mudah mengalirkan air hujan dan mudah diresapi, serta pada pelaksanaan tidak ada syarat perlunya lapisan tanah dasar yang kuat.

2. Perkerasan kaku dengan lapisan perantara (Gambar 2.3)

Lapisan perkerasan kaku diberi lapisan perantara bila tanah dasar sulit mengalirkan air, menjadi jenuh selama musim hujan, serta pada saat pelaksanaan konstruksi jalan tanah dasar mudah mengalami kerusakan akibat adanya alat – alat berat.



Gambar 2.2 Perkerasan kaku tanpa lapisan perantara
(Departemen Pekerjaan Umum, 1985)



Gambar 2.3 Perkerasan kaku dengan lapisan perantara
(Departemen Pekerjaan Umum, 1985)

Perkerasan kaku menurut Perkerasan beton semen dibedakan dalam 4 jenis :

1. **Jointed Plain Concrete Pavement (JPCP)**

Perkerasan beton semen tanpa tulangan bersambungan Paling umum digunakan sebelum dekade 1970-an dengan umur rencana 20 – 25 tahun. Digunakan *transverse joint* (sambungan melintang), sambungan melintang boleh tanpa *dowel bars* (tulangan sambungan) bila jalan tidak dilewati truk, jika dilewati truk harus dengan *dowel bars*, jarak sambungan melintang 4 – 6 m. Jarak sambungan dihitung dengan cara : $\pm 18-20 \times$ tebal pelat.

2. **Jointed Reinforced Concrete Pavement (JRCP)**

Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan Perkerasan ini jarang dan relatif sedikit digunakan karena biayanya jauh lebih mahal karena penggunaan tulangan yang banyak. Umur pelayanan dari perkerasan ini 25 – 30 tahun. Digunakan tulangan susut (*deform bars/wire mesh*) dan *dowel bars* (tulangan sambungan) digunakan pada sambungan melintang dengan jarak antara 10 - 30 m.

3. **Continuously Reinforced Concrete Pavement (CRCP)**

Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan Dipopulerkan di Amerika Serikat sejak akhir 1970-an dengan umur rencana 40 – 50 tahun. Keuntungan dari tipe perkerasan ini adalah dengan ketebalan yang sama dengan JPCP tapi umur pelayanan naik $\pm 2x$. Untuk umur pelayanan yang sama dengan JPCP, ketebalan CRCP dapat berkurang antara 2 – 5 cm dibandingkan dengan JPCP.

4. **Prestressed Concrete Pavement (PCP)**

Perkerasan Beton Prategang

Tipe perkerasan ini tidak menggunakan tulangan susut, tetapi menggunakan tulangan prategang dan umumnya tanpa tulangan melintang. Penggunaannya lebih banyak untuk *airport* (lapangan terbang) seperti *apron*, *taxiway*, dan *runway*; untuk jalan raya tebal PCP cukup ± 15 cm saja.

2.1.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Metode AASHTO 1981

Pada konstruksi perkerasan rigid dengan Metode AASHTO, persamaan untuk menentukan tebal perkerasan adalah sebagai berikut:

$$\text{Log}W_{t_{18}} = 7,35 \cdot \log(D+1) - 0,06 + \frac{G_t}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,46}}} + 3,42 \cdot \log \left\{ \left(\frac{S'c}{215,63J} \right) \left(\frac{D^{0,75} - 1,132}{D^{0,75} - \frac{18,42}{Z^{0,25}}} \right) \right\}$$

$$\text{Log}W_{t_{18}} = 7,35 \log (D+1) - 0,06 + \frac{G_t}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,46}}} + 3,42$$

$$\log \left\{ \left(\frac{S'c}{215,63J} \right) \left(\frac{D^{0,75} - 1,132}{D^{0,75} - \frac{18,42}{Z^{0,25}}} \right) \right\} \dots \dots \dots (2.1).$$

Dimana: $W_{t_{18}}$ = Total ekuivalen *axle load* 18.000 lbs EAL selama umur rencana

D = Tebal dari pelat beton perkerasan (in)

$$G_t = \left(\frac{4,5 - Pt}{4,5 - 1,5} \right)$$

$S'c$ = Modulus hancur beton pada umur rencana 28hari

J = *Load transfer coefficient* = 3,2 (Nilai yang disarankan)

Z = E / k

E = Modulus *young* dari beton

k = Modulus of *sub grade reaction* (pci)

Pada perkerasan rigid diperlukan suatu desain tulangan melintang dan tulangan membujur. Tulangan melintang pada perkerasan rigid disebut *dowel bars* sedangkan sambungan membujur dinamakan *tie bars*. *Dowel bars* berfungsi sebagai penyalur beban; *Tie bars* berfungsi sebagai pengikat pelat yang satu dengan yang lain dan untuk

menyalurkan beban roda kendaraan. Metode AASHTO 1981 memiliki ukuran *dowel bars* dan *tie bars* yang disajikan pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2

Tabel 2.1 Ukuran *Dowel*

Pavement Thickness In	Dowel Diameter In	Dowel Length In	Dowel Spacing In
6	¾	18	12
7	1	18	12
8	1	18	12
9	1¼	18	12
10	1¼	18	12
11	1¼	18	12
12	1¼	18	12

Sumber : AASHTO (1981)

Tabel 2.2 Ukuran *Tie Bars*

Type and grade of Steel	Working Stress psi	Pavement Thickness in	½ in. Diameter Bars				¾ in. Diameter Bars			
			Overall Length in	Maximum spacing, in			Overall Length In	Maximum Spacing, In.		
				Lane Width 10 ft	Lane width 11 ft	Lane width 12 ft		Lane width 10 ft	Lane width 11 ft	Lane width 12 ft
Grade 40 Billet axle steel	30.000	6	25	48	48	48	30	48	48	48
		7		48	48	45		48	48	48
		8		48	44	40		48	48	48
		9		43	39	35		48	48	45
		10		38	35	32		48	48	45
		11		35	32	29		48	48	45
12	32	29	26	48	45	41				

Sumber : AASHTO (1981)

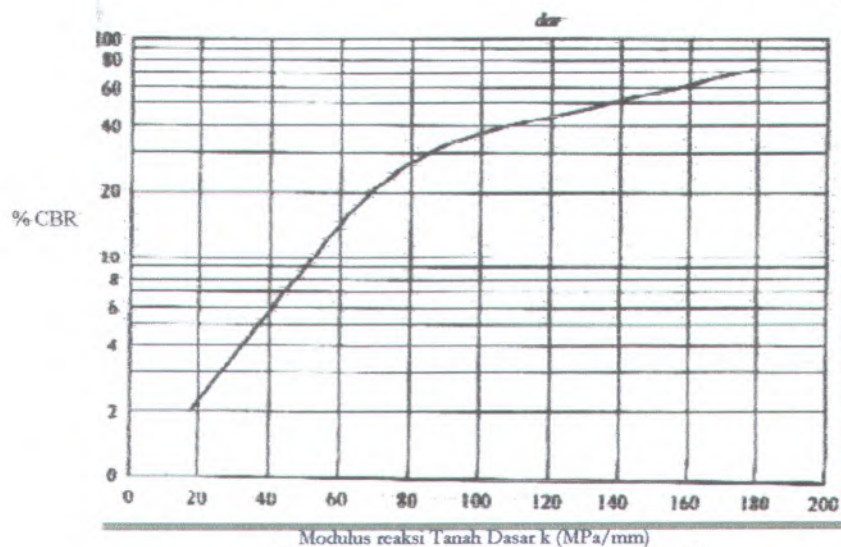
Dalam perhitungan konstruksi perkerasan kaku, variabel - variabel yang digunakan antara lain:

1. Kekuatan tanah dasar
2. Kekuatan beton rencana
3. Angka ekivalen beban sumbu
4. Lalu lintas rencana

Adapun penjelasan tentang variable - variable yang digunakan dalam perhitungan konstruksi lentur adalah sebagai berikut:

o Kekuatan Tanah Dasar

Parameter yang paling umum digunakan untuk menyatakan daya dukung tanah dasar pada perkerasan kaku adalah modulus reaksi tanah dasar (k). Modulus reaksi tanah dasar ditetapkan di lapangan dengan pengujian *plate bearing*. Dalam keadaan tertentu, nilai k dapat juga ditentukan berdasarkan nilai CBR. Untuk menentukan besarnya nilai k , dapat dilihat pada grafik hubungan antara nilai CBR dan k pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Hubungan antara CBR dengan k

- o Kekuatan Beton Rencana
Kekuatan beton harus dinyatakan dalam kuat tekan umur 28 hari dengan kekuatan beton dalam satuan MPa. Kekuatan beton untuk perencanaan dapat menggunakan Tabel 2.3 tentang penggunaan mutu beton untuk jalan raya.

Tabel 2.3 Penggunaan mutu beton berdasarkan jenis jalan raya.

Jenis Jalan Raya	Mutu Beton Umur 28 Hari (f'c)	
	kg/cm ²	Mpa
Jalan raya dengan lalu lintas berat dan truk berat dengan muatan berlebihan seperti di Indonesia.	400	40
Jalan raya dengan truk ringan sampai sedang, truk berat relatif sedikit.	350	35
Jalan kota untuk kendaraan ringan saja.	300	30
Lapangan parkir mobil, bukan truk.	250-300	25-30

Sumber : Mochtar

- o Angka Ekuivalen Beban Sumbu
Untuk menghitung lalu lintas rencana, dibutuhkan angka ekuivalen beban sumbu kendaraan yang berdasarkan beban distribusi sumbu kendaraan. Perhitungannya didasarkan pada peraturan SNI 07 - 2461 - 1991 seperti yang diberikan dibawah ini :

$$\text{Angka ekuivalensi STRT} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{5.40} \right]^4 \dots\dots (2.2)$$









$$\text{Angka ekuivalensi STRG} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{8.16} \right]^4 \dots\dots (2.3)$$

$$\text{Angka ekuivalensi SDRG} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{15.76} \right]^4 \dots\dots (2.4)$$

$$\text{Angka ekivalensi STrRG} = \left[\frac{\text{beban sumbu (ton)}}{18.45} \right]^4 \dots\dots(2.5)$$

Dari formula diatas, beban distribusi sumbu kendaraan diperoleh dari peraturan Bina Marga seperti yang diberikan pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Beban Distribusi Sumbu Kendaraan

Konfigurasi Sumbu dan Tipe	Berat Keseluruhan (Ton)	Berat Maksimal Maksimal (Ton)	Berat Total Maksimal (Ton)	UE 10 KSAL ROSONG	UE 10 KSAL MANSIKUM	
1.1 HP	1.5	0.5	2	0.0081	0.0004	
1.2 BPS	3	6	9	0.0037	0.3006	
1.2L Truck	2.3	6	8.3	0.0013	0.2174	
1.2H Truck	4.2	14	18.2	0.0143	5.0264	
1.22 Truck	5	20	25	0.0044	2.7416	
1.242.2 Trailer	6.4	25	31.4	0.0095	4.9283	
1.2-2 Trailer	6.2	20	26.2	0.0192	6.1179	
1.2-22 Trailer	10	32	42	0.0327	10.103	

(Sumber :Departement Pekerjaan Umum Bina Marga, 1985)

o **Lalu Lintas Rencana**

Perhitungan lalu lintas rencana didasarkan pada jumlah volume lalu lintas harian (LHR) yang sudah direncanakan sesuai umur rencana. Perencanaan jalan baru umumnya menggunakan umur rencana 20 tahun. Faktor pertumbuhan untuk perhitungan lalu lintas sampai umur rencana menggunakan data penduduk, PDRB, dan PDRB perKapita. Dalam perencanaan lalu lintas rencana jika jumlah lajur yang direncanakan lebih dari 2, maka diperlukan faktor C untuk menghitung jumlah lalu lintas rencana di setiap lajur. Nilai C didasarkan pada peraturan SNI Bina Marga untuk perkerasan kaku yang disajikan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Nilai C untuk menghitung lalu lintas rencana per lajur.

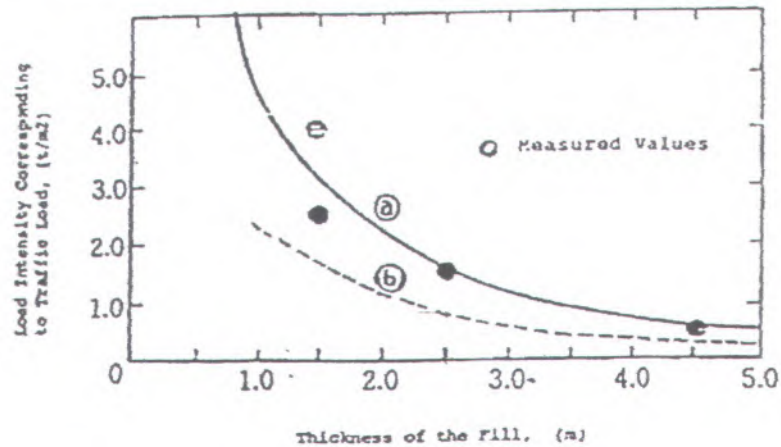
Jumlah Lajur	Kendaraan	
	1 arah	2 arah
1	1	1
2	0.7	0.5
3	0.5	0.475
4		0.45
5		0.425
6		0.4

Sumber : Mochtar

2.2 Beban Traffic

Pada perencanaan jalan, beban *traffic* merupakan beban yang harus dipikul oleh tanah dasar. Beban *traffic* diperhitungkan sebagai beban merata yang tergantung dari tinggi timbunan embankment (Japan Road Association, 1986). Makin tebal tinggi timbunan, makin kecil pengaruh beban

traffic terhadap tanah dasar. Kurva hubungan antara tinggi timbunan dengan beban traffic yang digunakan untuk perencanaan disajikan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kurva Hubungan antara tebal timbunan dengan intensitas beban yang bersesuaian dengan beban traffic (Japan Road Association, 1986)

2.3 Tanah Gambut

Tanah Gambut atau *peat soil* merupakan tanah yang tersusun atau terbentuk dari proses akumulasi bahan organik yang berasal dari tumbuh – tumbuhan (batang, ranting, dan daun) yang terurai sebagian atau seluruhnya (Pasaribu A.S, 1997). Menurut ASTM D 4427 – 92, tanah gambut adalah tanah yang mempunyai kadar organik yang tinggi yang berasal dari material tumbuhan.

Awal proses terjadinya tanah gambut yaitu pada zaman holosen dimana rawa – rawa terbentuk akibat peristiwa transgresi dan regresi laut yang disebabkan mencairnya es di kutub. Proses dekomposisi dipengaruhi lingkungan air yang menggenangi daerah rawa tersebut. Lingkungan marin dengan

pengaruh pasang surut mengakibatkan proses dekomposisi cepat dan akumulasi gambut tinggi. Berbeda dengan kondisi lingkungan air tawar yang mengakibatkan proses dekomposisi lambat dan akumulasi gambut rendah (Hadisuparto, H., Managam, U., dan Hernowo, K., 1997).

Penyebaran tanah gambut mencapai 3% dari seluruh luas permukaan bumi dan mengandung 20 - 35% karbon biosfer terestrial/tanah. Sebagian kecil terdapat di Amerika Latin, Afrika dan Karibia. Jumlah terbanyak terutama ditemukan di Asia Tenggara dimana sekitar 27 juta hektar terdapat di dataran rendah di Indonesia dan sisanya terdapat di Malaysia, Filipina, Thailand dan Vietnam. Kebanyakan hutan rawa gambut di Indonesia terbentuk kira-kira 5.000 hingga 8.000 tahun yang lalu. Lahan gambut melingkupi area yang sangat luas pada dataran rendah di Sumatra, Kalimantan, dan Irian Jaya.

2.3.1 Klasifikasi Tanah Gambut

A. Klasifikasi Berdasarkan Derajat Dekomposisi

Berdasarkan ASTM D 4427 - 92 dan Van Post (1977), derajat dekomposisi pada tanah gambut diklasifikasikan menjadi 10 macam yang disimbolkan dengan huruf H. H1 untuk tanah gambut dengan derajat dekomposisi yang rendah dan H10 dengan derajat dekomposisi paling tinggi.

Derajat dekomposisi pada tanah gambut juga dapat menunjukkan kadar serat yang dikandung oleh tanah gambut. Tanah gambut yang dikelompokkan kedalam H1 - H10 memiliki kandungan serat yang berbeda yaitu :

1. H1 - H3 merupakan *fibrous peat* dengan kandungan organik > 67%.
2. H4 - H10 merupakan *amorphorous peat* (H4 - H6 adalah *Hemic*, dimana kandungan organik 33 - 67 % dan H7 - H10 adalah *sapric*, dimana kandungan organik < 33%).

B. Klasifikasi Berdasarkan Kadar Serat

Menurut MacFarlane & Radforth (1965), tanah gambut dapat dikelompokkan berdasarkan kandungan serat yang ada:

1. *Fibrous Peat*

Tanah gambut dikelompokkan kedalam *Fibrous Peat* apabila kandungan serat sebanyak 20 %.

2. *Amorphous Granular Peat*

Tanah gambut dikelompokkan kedalam *Amorphous Granular Peat* jika kandungan serat sebanyak < 20 %. Sifat dari tanah ini hampir menyerupai tanah lempung.

Kadar serat yang terkandung dalam tanah gambut dijelaskan dalam ASTM D 4427 - 92, merupakan perbandingan antara berat kering serat yang tertahan pada ayakan #100 dengan berat total tanah kering yang dioven. Klasifikasi berdasarkan ASTM D 4427 - 92 yaitu:

- *Fibric* : Apabila kadar serat yang dikandung pada tanah gambut > 67%.
- *Hemic* : Apabila kadar serat yang dikandung pada tanah gambut antara 33 % - 67 %.
- *Sapric*: Apabila kadar serat yang dikandung pada tanah gambut < 33 %.

C. Klasifikasi Berdasarkan Kadar Organik

Diklasifikasikan sebagai tanah gambut apabila kadar organik yang dikandung suatu tanah > 75 % (Tuncer B. Edil, 1992). ASTM (1985), OSRC (1983), dan LGS (1982) juga mengklasifikasikan tanah sebagai gambut jika kadar organik yang dikandung suatu tanah > 75%. Tetapi menurut USSR (1982), dinamakan sebagai tanah gambut bila kandungan organik \geq 50 %.

2.3.2 Sifat Fisik Tanah Gambut

- **Kadar Air**

Tanah Gambut mempunyai kemampuan yang cukup tinggi untuk menyerap dan menyimpan air. Kemampuan dalam menyerap air bergantung dari derajat dekomposisi tanah yang bersangkutan. Kadar air dalam tanah gambut akan berkurang jika tercampur dengan bahan inorganik. Rentang kadar air pada tanah gambut antara 100 - 1300%. Menurut MacFarlane (1959) kadar air pada tanah gambut bisa mencapai 750 - 1500 %. Hanzawa et al (1994) menyatakan bahwa kadar air tanah gambut bisa mencapai >1000 %.

- **Rembesan**

Rembesan air dalam tanah gambut sangat dipengaruhi oleh:

- a) Kandungan bahan mineral di dalam tanah
- b) Derajat konsolidasi
- c) Derajat dekomposisi tanah gambut

Harga k pada tanah gambut berkisar antara 10^{-3} - 10^{-6} cm/det.

- **Angka Pori**

Angka pori pada tanah gambut berkisar antara 5 sampai dengan 25. Tanah gambut berserat memiliki angka pori sebesar 25 (Hanrahan, 1954). Sedang tanah *Amorphous Granular Peat* memiliki angka pori sebesar 2 (Hellis dan Browner, 1961).

- **Kadar Gas**

Kadar gas yang terkandung dalam tanah gambut bergantung dari muka air tanah yang ada pada tanah gambut. Jika muka air tanah turun, maka proses dekomposisi sangat cepat. Kadar gas yang dihasilkan dari tanah gambut adalah *methane*, nitrogen, dan karbondioksida.

- **Berat Volume**

Berat volume dari tanah gambut relatif rendah. Untuk tanah gambut yang mengandung bahan organik tinggi dan terendam air, berat volume berkisar antara $0,9 \text{ t/m}^3$ sampai dengan $1,25 \text{ t/m}^3$.

- **Specific Gravity (Gs)**

Specific Gravity dari tanah gambut nilainya lebih kecil dari 2. Nilai rata – rata Gs adalah berkisar antara 1,5 sampai dengan 1,60. Apabila nilai Gs $> 2,0$ maka tanah gambut tersebut bercampur dengan bahan organik. Untuk mendapatkan nilai Gs dari tanah gambut dapat ditentukan dari percobaan di laboratorium dengan menggunakan minyak kerosin.

- **Kadar Asam (pH)**

Kadar asam yang tinggi pada tanah gambut dihasilkan dari proses pembusukan yang dialami oleh tanah gambut. Nilai pH dari tanah gambut berkisar antara 4 sampai dengan 7. pH yang tinggi pada tanah gambut menyebabkan tanah gambut akan bersifat korosif terhadap beton dan baja.

- **Kadar Abu / Kadar Organik**

Kadar abu tanah gambut dapat ditentukan dengan cara :

1. ASTM (D 2974 – 87), tanah gambut yang dioven pada temperature 105°C kemudian dioven lagi hingga suhu sebesar 440°C (Metoda C) atau 750°C (Metoda D) sampai sampel menjadi abu.
2. MacFarlan (1969), tanah gambut yang dioven pada temperature 105°C kemudian dioven lagi hingga suhu temperatur 800°C sampai dengan 900°C selama 3 jam.

2.3.3 Sifat Teknis Tanah Gambut :

- **Kekuatan Geser (Shear Strength)**

Parameter *shear strength* pada tanah gambut adalah sudut geser dalam tanah (Φ) dan kohesi tanah (c). Besarnya nilai *shear strength* pada tanah gambut dipengaruhi oleh adanya kadar serat tinggi dan besar beban. Harga sudut geser dalam

semakin meningkat untuk tanah gambut yang mempunyai kandungan serat tinggi dan beban. Rumus umum untuk mengetahui kekuatan geser pada tanah gambut adalah:

$$\tau_f' = \sigma' \tan \phi' \dots \dots \dots (2.6)$$

Menurut Edil (1981), nilai *shear strength* pada tanah gambut mencapai 50°. Gambut dengan serat kasar dan beban > 50 kPa, nilai $\phi' = 45^\circ - 50^\circ$. Sedangkan untuk tanah gambut dengan serat halus s/d medium dan beban 3 - 50 kPa, nilai $\phi' = 27^\circ - 32^\circ$ dan nilai $\tau_f' = 5$ s/d 10 kPa.

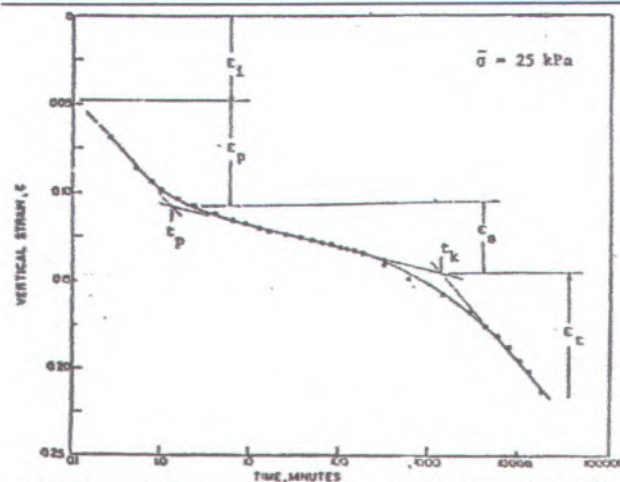
2.4 Prakiraan Pemampatan Pada Tanah Gambut

Dari berbagai penelitian dapat disimpulkan bahwa perilaku pemampatan tanah gambut berbeda dengan tanah lempung, terutama untuk tanah gambut berserat (*fibrous peat*). Menurut Terzaghi (1925), kurva pemampatan (regangan Vs log waktu) untuk tanah lempung terdiri dari tiga komponen yaitu pemampatan segera, pemampatan konsolidasi dan pemampatan sekunder. Adapun komponen pemampatan yang paling dominan adalah pemampatan konsolidasi (S_c), sedangkan pemampatan yang lainnya yaitu pemampatan segera (S_i), dan pemampatan sekunder (S_s) adalah sangat kecil. Untuk tanah gambut berserat, kurva regangan versus log waktu (Dhowian dan Edil, 1980) menunjukkan empat komponen regangan yaitu :

1. *Intantaneous strain* / regangan langsung (ϵ_i) adalah regangan yang terjadi dengan sangat segera dan berkesinambungan pada saat setelah pemberian beban dilakukan.
2. *Primary strain* / regangan primer (ϵ_p) adalah pemampatan yang mulai berlangsung pada beberapa menit setelah pembebanan dilakukan (regangan yang mulai terjadi pada saat setelah ϵ_i terselesaikan) dan berakhir pada saat t_p .

3. *Secondary strain* / regangan sekunder (ϵ_s) adalah suatu regangan yang memiliki peningkatan secara linear terhadap log waktu atau suatu regangan yang memiliki kemiringan kurva yang konstan, regangan ini terjadi pada beberapa periode dengan logaritma waktu (antara t_p dan t_k).
4. *Tertiary strain* / regangan tersier (ϵ_t) adalah suatu regangan yang terakhir, yaitu saat t_k tercapai sampai dengan penurunan sudah dianggap tidak ada lagi. Kemiringan regangan ini adalah konstan yang sama seperti secondary strain, tetapi ϵ_t memiliki kemiringan yang lebih besar dari ϵ_s .

Kurva hubungan antara ϵ dan $\log t$ untuk prakiraan pemampatan pada tanah gambut disajikan pada Gambar 2.6.

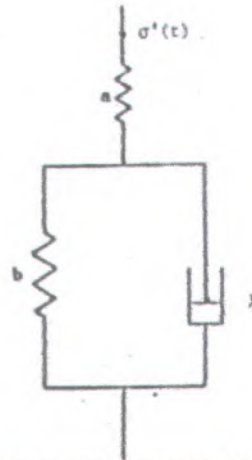


Gambar 2.6 Kurva hubungan ϵ vs $\log t$ waktu dari sample tanah gambut yang ditest di laboratorium dengan beban 25 kPa (menurut Dhowian dan Edill, 1980)

Jadi regangan (ϵ_i) terjadi dengan segera pada saat setelah diberikan peningkatan beban. Regangan primer (ϵ_p) merupakan pemampatan yang disebabkan oleh keluarnya air dari makropori dan terjadi dalam waktu yang singkat. Menurut MacFarlane (1959), Rahman (1998) serta Imananto (1999) pemampatan primer pada tanah gambut berserat terjadi beberapa saat setelah dibebani dan terjadi sepenuhnya pada sekitar sepuluh menit pertama. Sedang regangan sekunder terjadi sebagai akibat adanya rangkak / *creep* dan terjadi dalam waktu yang cukup lama dan dengan kecepatan pemampatan yang cukup besar. Penyebab terjadinya rangkak adalah proses keluarnya air dari mikropori ke makropori (Adam, 1965). Menurut Wardwell (1986), proses dekomposisi yang terjadi di dalam tanah gambut berserat adalah berkurangnya volume serat dan meningkatnya kompresibilitas dari "cellulose strands"; proses ini menyebabkan timbulnya percepatan pemampatan sekunder. Percepatan pemampatan sekunder tersebut kemudian dikenal sebagai regangan tersier (ϵ_t) yang terjadi secara terus menerus sampai keseluruhan proses pemampatan berakhir. Dengan demikian pada tanah gambut berserat terjadi *long-term compression* yang terdiri dari dua komponen yaitu pemampatan sekunder (ϵ_s) dan pemampatan tersier (ϵ_t).

2.4.1 Teori Gibson dan Lo (1961) untuk Pemampatan Tanah Gambut Berserat

Teori yang diperkenalkan oleh Gibson dan Lo (1961) menganggap bahwa viskositas struktural dari tanah adalah linear, dan struktur dari tanah yang mengalami pemampatan sekunder dianggap mempunyai perilaku seperti model Reologi yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 Model tersebut secara skematis dapat mewakili suatu reaksi yang diberikan oleh suatu volume tanah gambut yang dibebani.



Gambar 2.7 Model reologi untuk pemampatan sekunder Gibson dan Lo (1961)

Model reologi ini merupakan rangkaian pegas (Hooken's spring) yang dihubungkan secara seri dengan elemen kelvin / elemen voight yang berupa elemen tunggal peredam (dashpot) yang menunjukkan efek non linear yang tergantung pada waktu.

Untuk waktu (t), nilai Regangan " $\epsilon(t)$ " yang merupakan fungsi dari waktu dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\epsilon(t) = \Delta\sigma [a + b (1 - e^{-(\lambda/b)t})] \dots\dots\dots(2.7)$$

dimana : $\Delta\sigma$ = Faktor penambahan tegangan

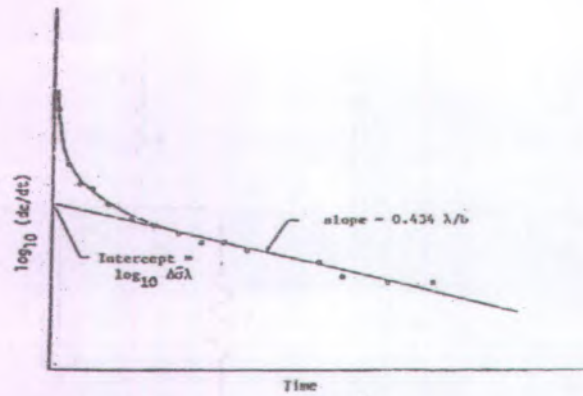
a = Faktor pemampatan primer

b = Faktor pemampatan sekunder

λ/b = Faktor kecepatan pemampatan sekunder

t = Waktu

Metode tersebut menggunakan kurva hubungan antara kecepatan regangan dengan waktu ($\log \dot{\epsilon}$ vs t) seperti pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Kurva hubungan $\log \dot{\epsilon}$ vs t

Apabila tanah mengikuti asumsi dasar seperti pada Gambar 2.7, maka grafik $\log \dot{\epsilon}$ vs t tersebut seharusnya menghasilkan suatu garis lurus dalam rentang waktu yang bersesuaian dengan pemampatan sekunder. Harga kemiringan dan perpotongan dari bagian grafik yang lurus tersebut dengan sumbu vertikal (sumbu $\log \dot{\epsilon}$); dapat ditentukan besarnya parameter-parameter empiris tersebut sebagai berikut:

✓ Kemiringan dari garis = $-0,434 (\lambda/b)$ (2.8)

✓ Perpotongan garis dengan sumbu
vertikal = $\text{Log} (\Delta\sigma'\lambda)$ (2.9)

✓ $a = \frac{\epsilon(t)}{\Delta\sigma} - b + be^{-(\lambda/b)t}$ (2.10)

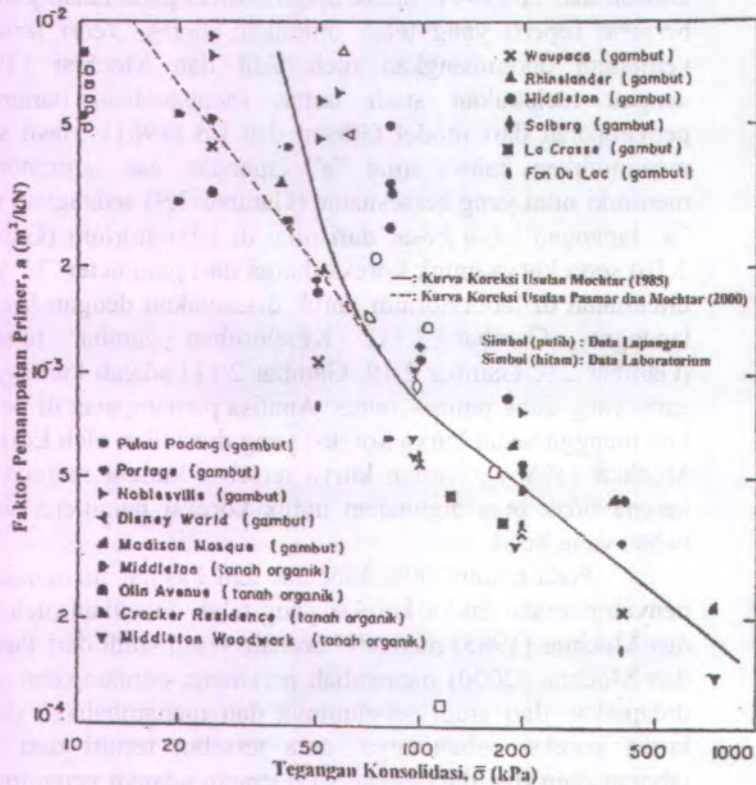
Dimana t merupakan waktu akhir dari bacaan beban yang dilakukan. Dalam perhitungan *strain rate* ($\Delta\epsilon/\Delta t$) dari data laboratorium atau lapangan, interval waktu (Δt) dapat dilakukan konstan dalam nilai berapapun berdasarkan perencanaan; atau dapat diambil dari data yang tersedia. Penggunaan interval waktu yang tidak sama akan menyebabkan *strain rate* yang bervariasi, hal tersebut dapat dirata-rata dengan menggunakan metode regresi linier untuk rentang waktu pemampatan sekunder.

2.4.2 Aplikasi Teori Gibson and Lo (1961) untuk Memperkirakan Pemampatan Tanah Gambut

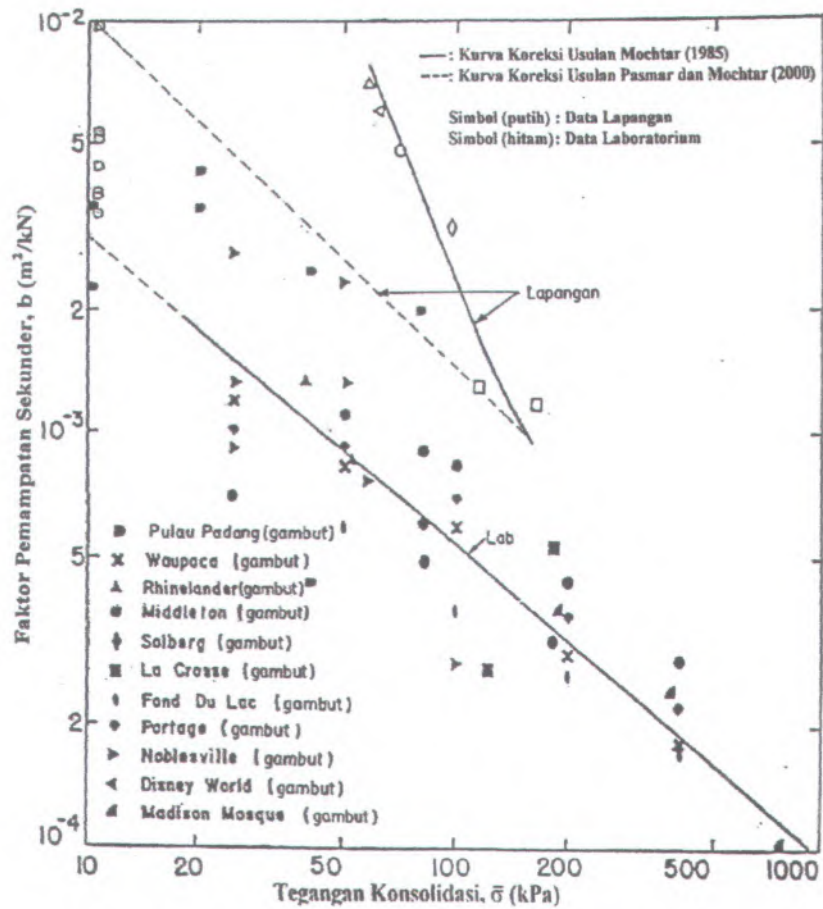
Perilaku pemampatan yang sangat berbeda antara tanah gambut berserat dan tanah lempung menyebabkan metode Terzaghi (1925) dan Buisman (1936) tidak dapat diterapkan pada tanah gambut berserat. Sebagai gantinya Dhowian dan Edil (1979) mencoba untuk mengadopsi teori Gibson dan Lo (1961) untuk diaplikasikan pada tanah gambut berserat seperti yang telah diuraikan diatas. Teori tersebut kemudian dikembangkan oleh Edil dan Mochtar (1985) dengan melakukan studi untuk menganalisis parameter pemampatan dari model Gibson dan Lo (1961). Hasil studi menunjukkan bahwa nilai "a" lapangan dan laboratorium memiliki nilai yang bersesuaian (Gambar 2.9) sedangkan nilai "b" lapangan lebih besar dari nilai di laboratorium (Gambar 2.10) serta kurva untuk koreksi harga dari parameter "b" yang ditentukan di laboratorium untuk disesuaikan dengan kondisi lapangan (Gambar 2.11). Keseluruhan gambar tersebut (Gambar 2.9, Gambar 2.10, Gambar 2.11) adalah kurva yang garis yang tidak putus – putus. Analisa pemampatan di negara kita menggunakan kurva koreksi yang diusulkan oleh Edil dan Mochtar (1985) , namun kurva tersebut kurang memuaskan karena tidak bisa digunakan untuk koreksi parameter untuk beban yang kecil.

Pada tahun 2000, Mochtar dan Pasmal mengusulkan penyempurnaan faktor koreksi yang telah diusulkan oleh Edil dan Mochtar (1985) menjadi berubah. Hasil studi dari Pasmal dan Mochtar (2000) menambah parameter pemampatan yang didapatkan dari studi sebelumnya dan menambahkan dalam kurva koreksi sebelumnya; data tersebut terdiri dari data laboratorium dan data lapangan. Dengan adanya penambahan data menyebabkan kurva koreksi parameter – parameter yang diusulkan oleh Edil dan Mochtar (1985) berubah seperti Gambar 2.9, Gambar 2.10, Gambar 2.11 berupa kurva putus-putus. Kurva koreksi yang semula hanya terbatas untuk beban

yang besar saja kini dapat dipakai untuk mengoreksi parameter yang bebannya kecil. Koreksi parameter tersebut meliputi koreksi beban dan koreksi kondisi lapangan. Kurva koreksi yang dipakai pada pengerjaan Tugas Akhir ini adalah kurva koreksi parameter yang telah diusulkan oleh Mochtar dan Pasmal (2000) seperti pada Gambar 2.9, 2.10, 2.11 dan 2.12.

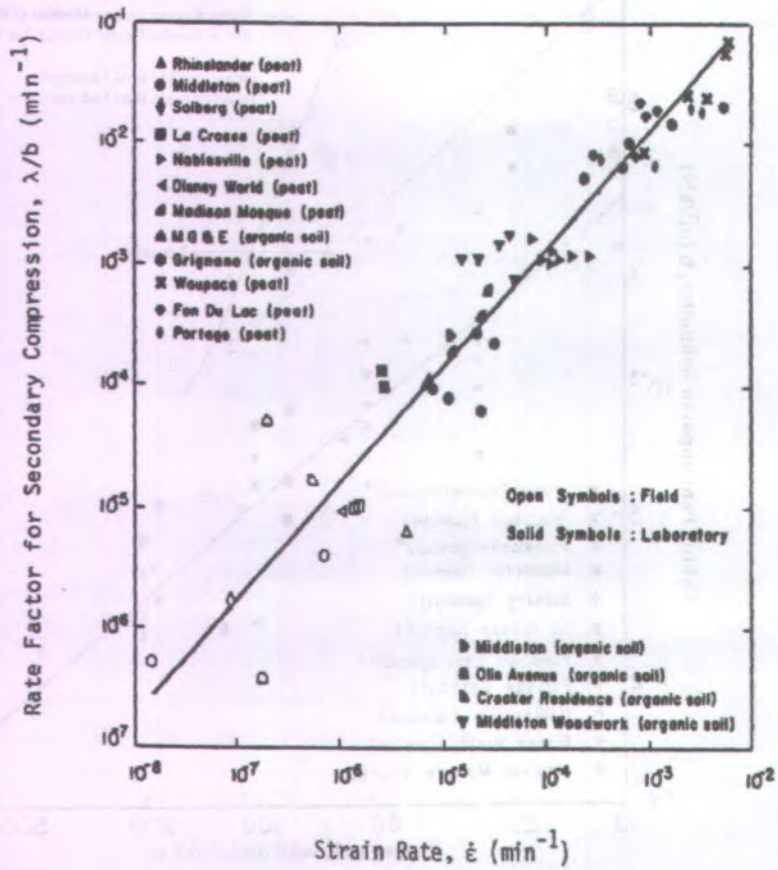


Gambar 2.9 Grafik hubungan nilai a dengan $\bar{\sigma}$ (Pasmal dan Mochtar, 2000)



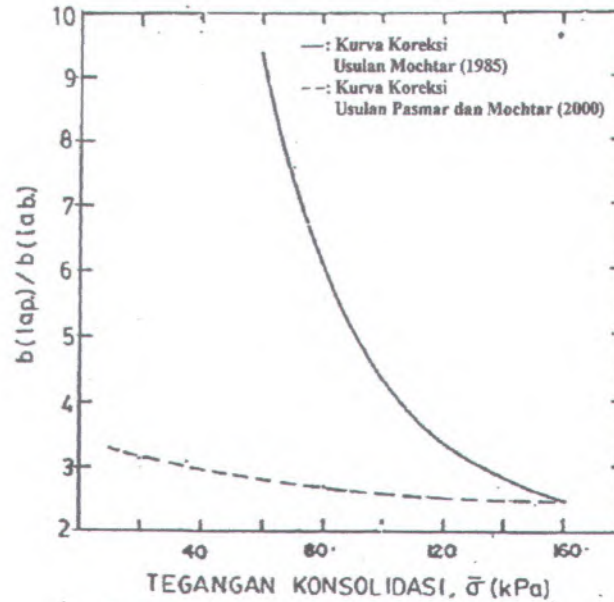
Gambar 2.10 Grafik hubungan nilai b dengan σ' (Pasmal dan Mochtar, 2000)





Gambar 2.11 Kurva koreksi harga dari parameter b yang ditentukan di laboratorium dan disesuaikan dengan kondisi lapangan (Pasmard dan Mochtar, 2000)





Gambar 2.12 Grafik hubungan nilai λ/b dengan $\bar{\epsilon}$ (Pasmal dan Mochtar, 2000)

2.5 Tanah Lempung Lembek

Tanah lempung merupakan jenis tanah berbutir halus dengan ukurannya $< 2\mu$ atau $< 5\mu$ (Mochtar dan Mochtar, 1988). Tanah lempung merupakan tanah kohesif yang memiliki:

- Nilai kadar air berkisar antara 30% – 50 % pada kondisi jenuh air.
- Angka pori berkisar antara 0,9 sampai dengan 1,4 (Braja M.Das, 1985).
- Berat volume berkisar antara $0,9 \text{ t/m}^3$ sampai dengan $1,25 \text{ t/m}^3$ (Braja M.Das, 1985).
- Specific Gravity rata – rata berkisar antara 2,70 sampai dengan 2,90.

Nilai kekuatan geser tanah lempung lembek juga ditentukan dari ikatan butiran antar partikel tanah. Seperti yang sudah

diketahui bahwa tanah lempung lembek juga merupakan tanah lunak yang mempunyai kadar air yang bervariasi. Apabila tanah lempung lembek diberi beban di atasnya, maka secara langsung akan terjadi pemampatan karena terdapat rongga antar partikel tanahnya. Proses pemampatan pada tanah lempung lembek berlangsung lebih lama dibandingkan dengan tanah gambut.

2.6 Prakiraan Pemampatan Lapisan Tanah Lempung

Pada tanah lempung parameter yang dibutuhkan untuk menghitung perkiraan pemampatan adalah indeks compresi (C_c), indeks mengembang (C_s), tegangan prakonsolidasi (σ'_p). Nilai C_c , C_s , dan σ'_p didapatkan dari hasil tes konsolidasi di laboratorium dengan pemberian beban bertahap selama 24 jam. Ratio penambahan beban di laboratorium $\Delta\sigma/\sigma = 1$. Teori Terzaghi (1925) untuk perhitungan pemampatan pada tanah lempung :

1. untuk tanah terkonsolidasi normal (NC Soil)

$$S_{ci} = \left[\frac{C_c}{1+e_0} \log \frac{p'_o + \Delta p}{p'_o} \right] \times H_i \dots\dots\dots(2.11)$$

2. untuk tanah terkonsolidasi lebih (OC Soil)

$$S_{ci} = \left[\frac{C_s}{1+e_0} \log \frac{p'_c}{p'_o} + \frac{C_c}{1+e_0} \log \frac{p'_o + \Delta p}{p'_c} \right] \times H_i \dots\dots(2.12)$$

Untuk pembebanan bertahap, rumusan untuk menghitung pemampatan pada tanah lempung adalah:

1. Apabila $p'_o + \Delta p \leq p_c$:

$$S_c = \frac{C_s H}{1+e_0} \log \left(\frac{p'_o + \Delta p}{p'_o} \right) \dots\dots\dots(2.13)$$

2. Apabila $p'_o + \Delta p_1 + \Delta p_2 > p_c$:

$$S_c = \frac{C_s H}{1 + e_0} \log \frac{p'_c}{p'_o + \Delta p_1} + \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \left(\frac{p'_o + \Delta p_1 + \Delta p_2}{p'_c} \right) \dots\dots(2.14)$$

3. Apabila $p'_o + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 > p_c$:

$$S_c = \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \left(\frac{p'_o + \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3}{p'_o + \Delta p_1 + \Delta p_2} \right) \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :

Sci : pemampatan konsolidasi pada lapisan tanah ke-i yang ditinjau.

Hi : tebal lapisan tanah ke-i

e_0 : angka pori awal dari lapisan tanah ke-i

Cc : indeks kompresi dari lapisan ke-i

Cs : indeks mengembang dari lapisan ke-i

P'_o : tekanan tanah vertikal efektif dari suatu titik ditengah-tengah lapisan ke-i akibat beban tanah sendiri diatas titik tersebut di lapangan (efektif overburden pressure)

P_c : efektif past overburden pressure, tegangan konsolidasi efektif di masa lampau. Catatan : Di Indonesia tanah lunak dianggap tanah yang mengalami overconsolidated dengan harga :

P_c : P'_o + fluktuasi terbesar muka air tanah.

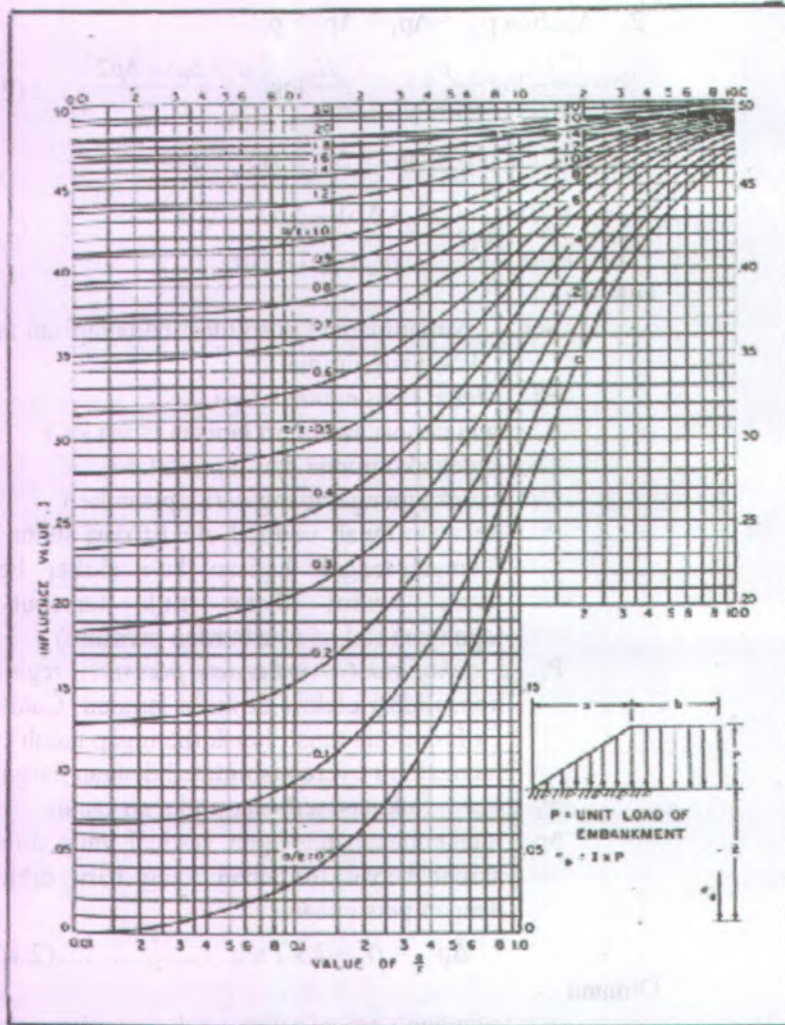
Δp : penambahan tegangan vertical yang ditinjau akibat beban timbunan yang baru dihitung dengan persamaan:

$$\Delta p = \sigma_z = 2 \times I \times q \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :

q = tegangan vertical effective di permukaan tanah akibat embankment jalan.

Nilai I (Influence Factor) digunakan grafik dari (NAVFAC DM - 7, 1970) yang disajikan pada Gambar 2.13.



Influence Value for Vertical Stress Under Embankment Load of Infinite Length

Gambar 2.13 Grafik Influence Factor (NAVFAC DM - 7, 1970)

2.7 Metode Perbaikan Tanah Lempung Lembek

Pembangunan konstruksi diatas tanah lunak dikhawatirkan akan terjadi perbedaan penurunan tanah (*differensial settlement*) yang berakibat pada kerusakan konstruksi yang bersangkutan. Untuk itu diperlukan perbaikan tanah yang mampu menghilangkan sama sekali atau sebagian besar pemampatan serta mampu meningkatkan daya dukung tanah. Teknologi perbaikan tanah *compressible* (lempung lembek) yang digunakan (Indrasurya B.M., 2000) adalah :

1. Perbaikan Tanah Dengan Teknik Pemampatan Awal (*Precompression*).
2. Perbaikan Tanah Cara Pemberian Kekuatan (*Reinforcement*).

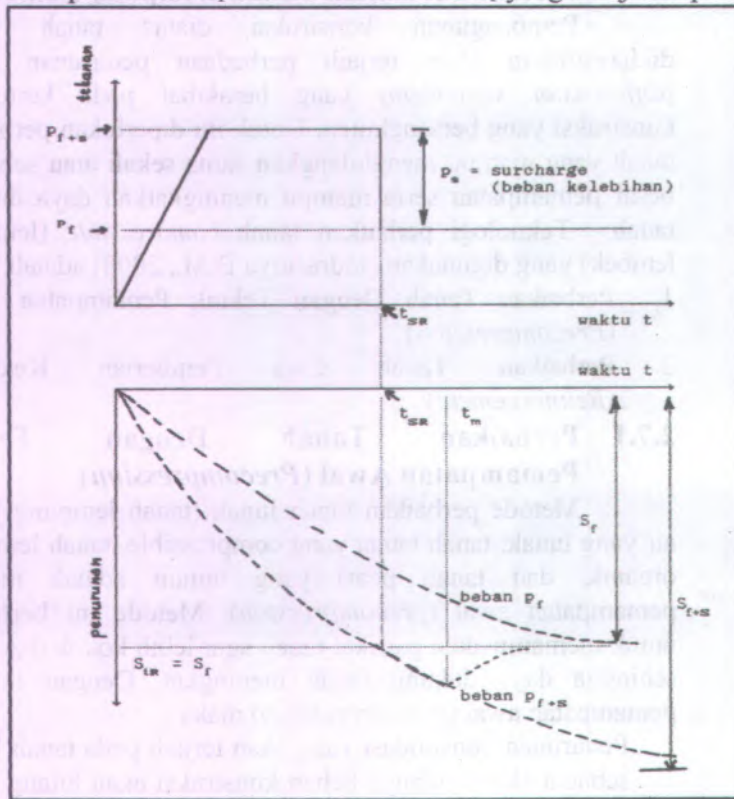
2.7.1 Perbaikan Tanah Dengan Teknik Pemampatan Awal (*Precompression*)

Metode perbaikan tanah lunak (tanah lempung jenuh air yang lunak, tanah lanau yang *compressible*, tanah lempung organik, dan tanah peat) yang umum adalah metode pemampatan awal (*precompression*). Metode ini bertujuan untuk memampatkan partikel tanah agar lebih kokoh dan rapat sehingga daya dukung tanah meningkat. Dengan metode pemampatan awal (*precompression*) maka :

1. Penurunan konsolidasi yang akan terjadi pada tanah lunak sebagai akibat adanya beban konstruksi akan hilang sama sekali atau hilang sebagian sesuai dengan perencanaan yang dilakukan.
2. Nilai gaya geser (*Shear Strength*) dari tanah meningkat. Pemampatan pada tanah dapat mempengaruhi naiknya nilai gaya geser dari tanah sehingga daya dukung dari tanah yang semula kurang mampu untuk menahan beban menjadi lebih kuat dan stabil dalam mendukung beban.

Sistem *precompression* atau *preloading* ialah metode perbaikan tanah dengan memberikan beban awal yang berlebih P_{f+s} sedemikian rupa sehingga pada waktu yang pendek t_{sr} didapatkan penurunan yang sama besarnya dengan

total penurunan S_f dari beban rencana P_f yang disajikan pada



Gambar 2.14 Prinsip pembebanan preloading pada pemampatan tanah dengan beban awal $p_{f+s} > p_f$ (Mochtar, 2000)

Bila pada beban awal p_{f+s} penurunan S_f terjadi pada waktu t_{sr} , beban surcharge P_s dapat dibongkar. Kemudian dengan asumsi bahwa tanah sudah termampatkan sampai S_f , beban p_f tidak lagi menyebabkan penurunan tambahan. Makin besar p_{f+s} makin pendek waktu t_{sr} . Cara pemampatan diatas sebetulnya tidak benar-benar menghilangkan seluruh penurunan karena akibat beban p_{f+s} berubah menjadi p_f sebagian lapisan tanah menjadi

overconsolidated dan sebagian lagi masih *underconsolidated*. Jadi masih akan ada lagi pemampatan tambahan, meskipun p_f tetap. Cara yang betul ialah menghentikan *preloading* pada waktu $t_m > t_{sr}$ sedemikian rupa sehingga lapisan tanah sudah hampir semuanya *overconsolidated* (Aldrich, 1965).

Dalam metode pemampatan awal (*precompression*) dikenal beberapa jenis teknik pemampatan. Teknik pemampatan awal (*precompression*) secara garis besar dibagi menjadi dua, yaitu :

1. Pemberian Beban Awal Eksternal

Metode ini menggunakan beban yang diletakkan diatas tanah dasar yang akan dimampatkan. Beban yang digunakan bisa berupa beban timbunan, beban tangki atau kolam air buatan atau beban luar lainnya. Dengan adanya beban luar ini maka tanah dasar akan memampat.

2. Pemberian Beban Awal Internal

Metode ini membedakan 3 jenis cara untuk melakukan pemberian beban awal internal, yaitu :

- Menggunakan metode vacuum

Cara ini dilakukan dengan melakukan pemompaan dengan vacuum dari lapisan tanah di bawah lapisan tipis membran yang kedap air sehingga tegangan air pori didalam tanah dapat dibuat negatif. (Holtz dan Wager, 1975; Pilot, 1977).

- Menurunkan muka air tanah

Menurunkan muka air tanah dengan pemompaan, sehingga dapat menyebabkan pemampatan konsolidasi tanah. Hanya saja cara ini dapat membahayakan stabilitas bangunan disekitar lokasi pemompaan.

- Menggunakan cara elektro osmosis.

Air pori dikeluarkan dengan cara pengaliran arus listrik searah sehingga tegangan efektif tanah meningkat.

Cara pemberian beban internal mempunyai kelebihan dibandingkan pemberian beban eksternal karena cara ini tidak menimbulkan masalah stabilitas talud timbunan dan cara ini

tidak memerlukan bahan timbunan yang sangat banyak. Hanya saja cara pemberian beban internal lebih kompleks dan lebih sulit dilaksanakan daripada cara pemberian beban eksternal.

2.7.2 Metode Pemampatan Awal Dengan Percepatan

Sistem drainase vertikal (*vertical drain*) sangat efektif untuk mempercepat konsolidasi dari tanah *compressible* (seperti tanah lempung atau tanah lempung berlanau). *Vertical Drain* umumnya berupa tiang – tiang vertikal yang mudah mengalirkan air yang dapat berupa *sand drain* / tiang pasir atau dari bahan geosintesis yang dikenal dengan “*wick drain*” atau juga dikenal *Prefabricated Vertikal Drain* (PVD).

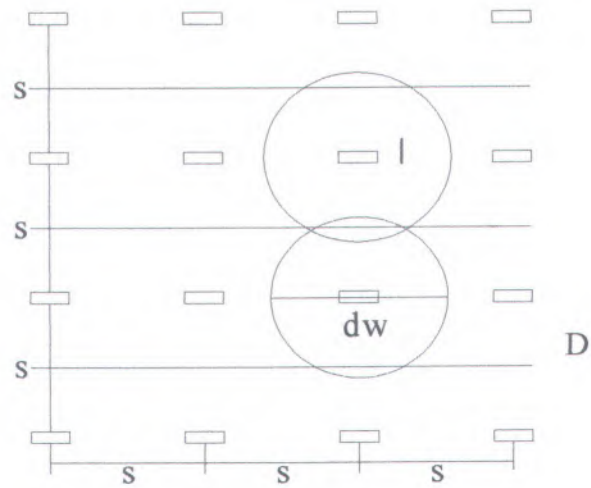
A. Waktu Konsolidasi dengan Vertical Drain

Penentuan waktu konsolidasi didasarkan teori aliran pasir vertikal menurut Barron (1948), menggunakan asumsi teori terzagi tentang konsolidasi linier satu dimensi. Teori tersebut menetapkan hubungan antara waktu, diameter drain, jarak antara drain, koefisien konsolidasi dan rata – rata derajat konsolidasi. Penentuan waktu konsolidasi dari teori Barron (1948) adalah :

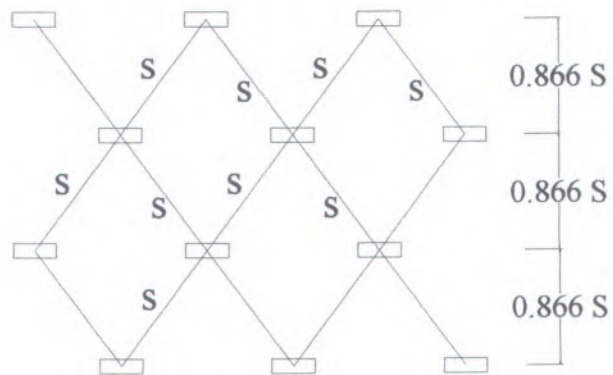
$$t = \left(\frac{D^2}{8Ch} \right) F(n) \ln \left(\frac{1}{1 - \bar{U}_h} \right) \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana :

- t = waktu untuk menyelesaikan konsolidasi primer.
- D = diameter equifalen dari lingkaran tanah yang merupakan daerah pengaruh dari PVD.
- D : 1.13 x s untuk pola susunan bujur sangkar (Gambar 2.14).
- D : 1.05 x s untuk pola susunan segitiga (Gambar 2.15)
- Ch = koefisien konsolidasi tanah horisontal
- \bar{U}_h = derajat konsolidasi tanah (arah horisontal)



Gambar 2.15 Pola susunan bujur sangkar, $D = 1.13.s$



Gambar 2.16 Pola susunan segitiga, $D = 1.05.s$

Persamaan 2.16 dikembangkan lagi oleh Hansbo (1979) yang mendekati teori Barron. Teori Hansbo (1979) lebih sederhana dengan memasukkan dimensi fisik dan karakteristik PVD. Fungsi $F(n)$ adalah merupakan fungsi hambatan akibat jarak antara titik pusat PVD oleh Hansbo (1979) harga $F(n)$ didefinisikan dalam Persamaan 2.18:

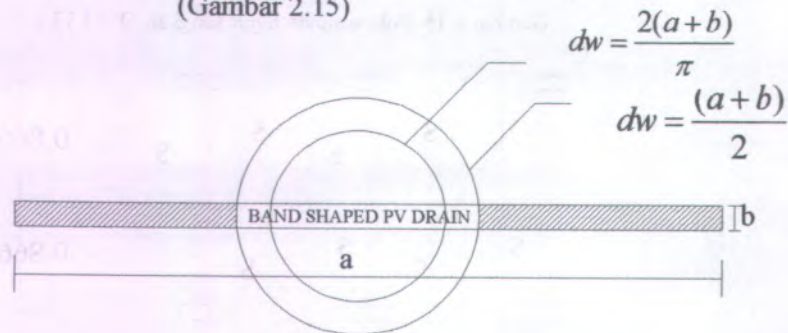
$$F(n) = \left(\frac{n^2}{n^2 - 1} \right) \left[\ln(n) - \left(\frac{3n^2 - 1}{4n^2} \right) \right]$$

atau

$$F(n) = \left(\frac{n^2}{n^2 - 1} \right) \left[\ln(n) - 3/4 - \left(\frac{1}{4n^2} \right) \right] \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana: $n = D/dw$

dw = diameter *equifalen* dari vertikal drain
(Gambar 2.15)



Gambar 2.17 *Equifalant* diameter (dw) untuk PVD

Pada umumnya $n > 20$ sehingga dapat dianggap $1/n = 0$ dan

$$\left(\frac{n^2}{n^2 - 1} \right) \approx 1;$$

jadi :

$$F(n) = \ln(n) - 3/4, \text{ atau}$$

$$F(n) = \ln(D/dw) - 3/4 \dots\dots\dots(2.19)$$

Hansbo (1979) menentukan waktu konsolidasi dengan menggunakan Persamaan sebagai berikut :

$$t = \left(\frac{D^2}{8.Ch} \right) \cdot (F(n) + F_s + F_r) \cdot \ln \left(\frac{1}{1 - \bar{U}_h} \right) \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana :

t = waktu yang diperlukan untuk mencapai \bar{U}_h

D = diameter *equifalen* lingkaran

= 1.13 x S untuk pola susunan bujur sangkar

= 1.05 x S untuk pola susunan segitiga

S = jarak antara titik pusat PVD

Ch = koefisien aliran horisontal = (kh/kv).Cv

Kh/kv = perbandingan antara koefisien permeabilitas tanah arah horisontal dan vertikal, untuk tanah lempung jenuh air berkisar antara 2 – 5

F(n) = faktor hambatan disebabkan karena jarak antara PVD

Fr = faktor hambatan akibat gangguan pada PVD sendiri

Fs = faktor hambatan tanah yang terganggu *disturbed*

\bar{U}_h = derajat konsolidasi tanah (arah horisontal)

Harga Fr merupakan faktor tahanan akibat adanya gangguan pada PVD sendiri dan dirumuskan sebagai berikut :

$$F_r = \pi.z.(L-z) \cdot \left(\frac{kh}{q_w} \right) \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana:

L = panjang drain

Kh = koefisien permeabilitas arah horisontal dalam tanah yang tidak terganggu (*undisturbed*)

Qw = *discharge capacity* (kapasitas *discharge*) dari *drain* (tergantung dari jenis PVDnya).

Fs merupakan faktor ada atau tidaknya perubahan tanah di sekitar PVD akibat pemancangan. Faktor ini memasukkan pengaruh gangguan terhadap tanah karena pemancangan, Fs dirumuskan:

$$F_s = \left(\frac{kh}{ks} - 1 \right) \cdot \ln \left(\frac{ds}{dw} \right) \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana :

- ks = koefisien permeabilitas arah horisontal pada tanah sudah terganggu (*disturbed*)
- ds = diameter tanah yang terganggu (*disturbed*) sekeliling *vertical drain*
- dw = *equivalen* diameter.

Dalam Persamaan 2.20, adanya faktor Fs dan Fr cenderung memperlambat kecepatan konsolidasi. Factor yang paling penting adalah F(n) sedangkan nilai Fs dapat mendekati atau lebih besar dari F(n). Data lapangan didapatkan harga Fs/F(n) berkisar antara 1 sampai 3; untuk memudahkan perencanaan maka diasumsikan F(n) = Fs dan harga Fr dianggap nol sehingga Persamaan 2.19 berubah menjadi:

$$t = \left(\frac{D^2}{8Ch} \right) \cdot (2 \cdot F(n)) \cdot \ln \left(\frac{1}{1 - \bar{U}h} \right) \dots \dots \dots (2.23)$$

Dimana :

- t = waktu yang diperlukan untuk mencapai $\bar{U}h$
- D = diameter lingkaran
- F(n) = faktor hambatan disebabkan karena jarak antara PVD
- Ch = koefisien konsolidasi tanah horisontal
- $\bar{U}h$ = derajat konsolidasi tanah (arah horisontal)

Dengan memasukkan harga t tertentu, dapat dicari harga \bar{U}_h pada lapisan tanah yang dipasang PVD. Selain konsolidasi akibat aliran pori arah horisontal juga terjadi konsolidasi akibat aliran air arah vertikal \bar{U}_v harga \bar{U}_v dicari dengan Persamaan :

$$T_v = \frac{t \cdot C_v}{(H_{dr})^2} \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana :

- H_{dr} = ketebalan lapisan tanah yang dipasang PVD
- C_v = harga C_v tanah pada lapisan setebal panjang PVD
- t = waktu sembarang yang dipilih

Untuk nilai C_v yang berbeda di setiap lapisan tanah maka dihitung nilai C_v gabungan yang dicari dengan persamaan:

$$C_{v \text{ gab}} = \frac{(H_1 + H_2 + \dots + H_n)^2}{\left[\frac{H_1}{\sqrt{C_{v1}}} + \frac{H_2}{\sqrt{C_{v2}}} + \dots + \frac{H_n}{\sqrt{C_{vn}}} \right]^2} \dots\dots\dots(2.25)$$

Harga \bar{U}_v dicari dengan rumus:

$$\text{Untuk } \bar{U}_v > 60\% \rightarrow \bar{U}_v = (100 - 10^a)\% \dots\dots\dots(2.26)$$

$$\text{Dimana : } a = \frac{1.781 - T_v}{0.933} \quad ; \pi = 3.14$$

Untuk \bar{U}_v antara 0 s/d 60 % ;

$$\bar{U}_v = \left(2 \sqrt{\frac{T_v}{\pi}} \right) \cdot 100\% \dots\dots\dots(2.27)$$

Derajat konsolidasi rata-rata \bar{U} dapat dicari dengan cara :

$$U = [1 - (1 - U_h)(1 - U_v)] \cdot 100\% \dots\dots\dots(2.28)$$

2.7.3 Perhitungan Kenaikan Daya Dukung Tanah Akibat Pemasangan PVD

Penggunaan PVD yang dikombinasikan dengan *preloading* dapat mempercepat waktu konsolidasi; dengan memampatnya tanah, maka nilai C_u (undrained shear strength) pada tanah menjadi meningkat sehingga daya dukung tanah meningkat. Nilai kenaikan C_u (undrained shear strength) dapat dicari dengan menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh Ardana dan Mochtar (1999) :

1. untuk harga Plastisitas Indeks, PI tanah < 120 %.
 $C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0.0737 + (0.1899 - 0.0016 \text{ PI}) \sigma_{p'}$
2. untuk harga Plastisitas Indeks, PI tanah > 120 %.
 $C_u \text{ (kg/cm}^2\text{)} = 0.0737 + (0.0454 - 0.00004 \text{ PI}) \sigma_{p'}$

dimana : harga $\sigma_{p'}$ dalam kg/cm^2

$$\sigma'_{p'} = \left(\frac{\sigma'_o + \Delta p'}{\sigma'_o} \right)^U \cdot \sigma'_o$$

σ'_o = tegangan *overburden* efektif mula – mula

$\Delta p'$ = penambahan tegangan akibat penambahan timbunan

U = derajat konsolidasi rata – rata

2.8 Metode Perbaikan Tanah Gambut

Metode perbaikan tanah gambut yang dilakukan selama ini diantaranya adalah mengupas / membuang lapisan tanah gambut apabila ketebalan tanah gambut kurang dari 3 m. Usaha perbaikan lain yang umumnya dilakukan adalah sistim pemberian beban awal (*preloading*), pemasangan sand column atau cerucuk; stabilisasi dengan semen dan kapur serta pemasangan geotekstil.

Namun perbaikan tanah dengan cara stabilisasi bahan kimia tidak *feasible* karena :

1. Pemakaian semen dalam jumlah yang banyak menjadi tidak ekonomis. Apalagi pemakaian semen yang dipakai harus

semen special yang tahan asam mengingat sifat tanah gambut sifatnya sangat asam.

2. Bahan stabilisasi dengan kapur belum memberikan hasil yang memuaskan karena tidak adanya silica dan kandungan organik yang sangat tinggi pada tanah gambut.

Cara yang paling mudah dan sering dilaksanakan adalah mengupas lapisan tanah gambut dan mengganti dengan tanah yang baik yang mampu menahan beban tinggi dan pemampatannya kecil. Namun cara ini memiliki kelemahan yaitu:

1. Sistem ini membutuhkan lahan yang luas untuk penumpukan tanah gambut yang telah dikupas; gambut yang dibuang akan mengering dan jika gambut kering akan mudah terbakar dan hal tersebut lebih berbahaya dibandingkan dengan kebakaran hutan biasa.
2. Tanah pengganti yang diperlukan cukup banyak, sehingga akan mengambil banyak dari tambang galian, sungai atau laut yang tentu saja akan merusak tempat yang bersangkutan.

Preloading mempunyai prinsip kerja yaitu memampatkan lapisan tanah gambut dengan cara memberi beban awal yang berupa beban timbunan sebelum pembangunan dilaksanakan. Dengan lapisan tanah gambut yang memampat maka daya dukung akan meningkat dan hampir tidak terjadi pemampatan; metode ini biasanya dikombinasikan dengan pemasangan geosynthetics untuk menjaga agar tanah timbunan tidak tercampur dengan tanah gambut yang berada di bawahnya.

Pemasangan galar kayu atau matting atau *courdory* adalah metode perbaikan tanah gambut untuk meningkatkan daya dukung, meratakan penurunan/pemampatan, dan sebagai jalan kerja saat pekerjaan pembuatan tubuh jalan.

Pemakaian cerucuk pada tanah gambut dilakukan dengan tujuan meneruskan beban konstruksi ke lapisan tanah

yang lebih kuat. Cerucuk yang digunakan adalah cerucuk tiang sayap yaitu cerucuk dengan papan di atasnya, papan tersebut berfungsi menjaga tanah timbunan agar tidak bercampur dengan tanah gambut yang berada di bawahnya.

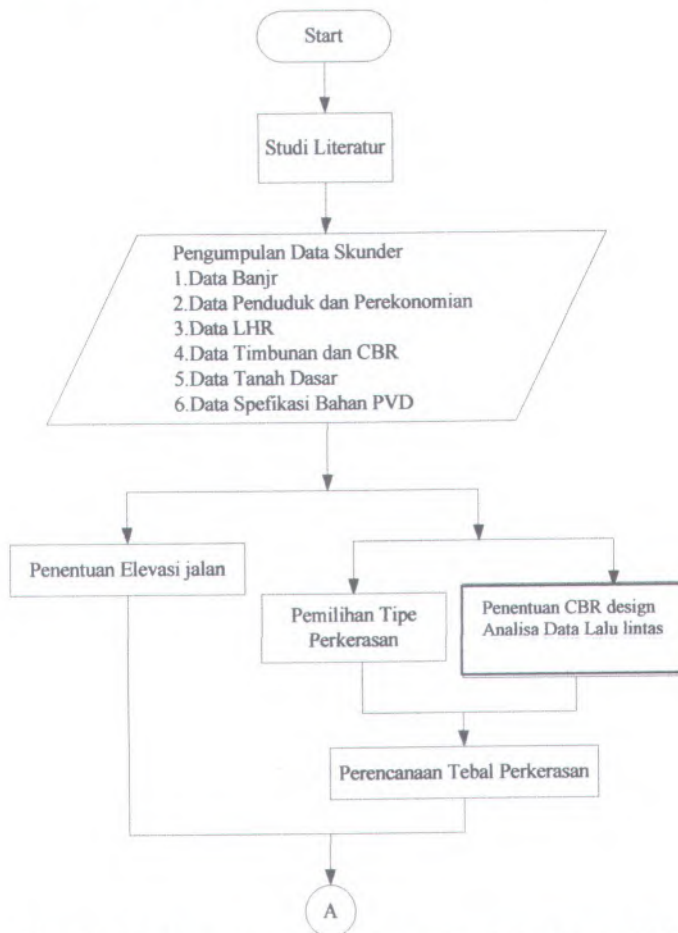
Penggunaan kolom – kolom pasir pada lapisan tanah gambut juga merupakan metode perbaikan yang banyak dipilih. Kolom pasir diletakkan di muka tanah gambut setebal ± 1 m kemudian ditumbuk dengan palu dengan berat tertentu yang dijatuhkan dari ketinggian tertentu serta jarak pemasangan yang dibuat berdasarkan kebutuhan. Dengan metode ini maka lapisan tanah akan memampat dan daya dukung meningkat.

Fungsi geotekstil untuk konstruksi jalan pada tanah gambut adalah:

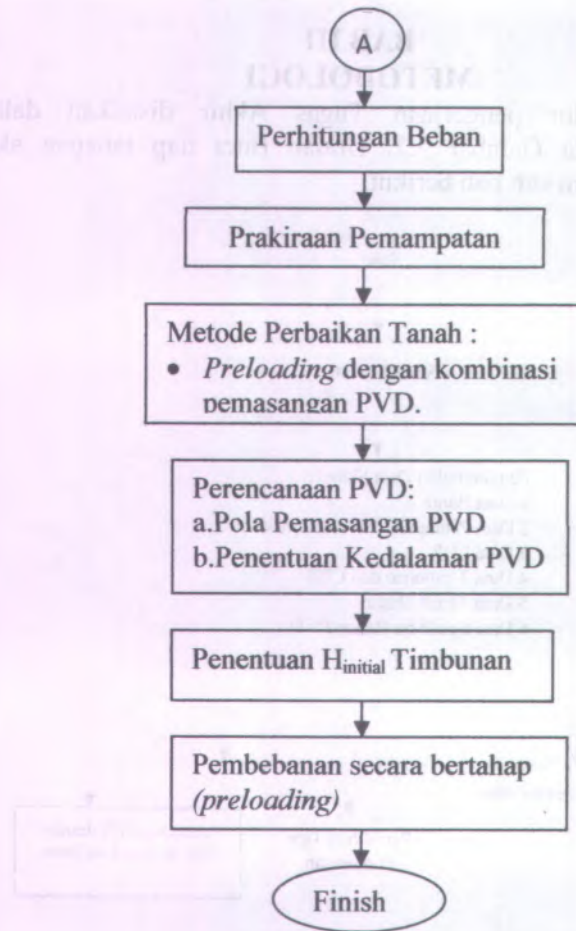
1. Pemisah (*separation*), agar tanah timbunan tidak tercampur dengan tanah gambut di bawahnya..
2. Drainase, berfungsi untuk mengalirkan air yang ada di tanah timbunan atau tanah gambut sehingga air dapat mengalir keatas dan kebawah.
3. Perkuatan(*reinforcement*), karena geotekstil mampu menahan beban tarik maka apabila jalan dibebani beban tersebut akan disebarkan ke samping.
4. Pelindung(*protection*), berfungsi untuk melindungi agar tanah timbunan tidak hanyut.

BAB III METODOLOGI

Prosedur pengerjaan Tugas Akhir disajikan dalam flowchart pada Gambar 3.1. Uraian rinci tiap tahapan akan diberikan dalam sub bab berikut.



Gambar 3.1 Flowchart Prosedur Pengerjaan Tugas akhir



Gambar 3.1 Flowchart Prosedur Pengerjaan Tugas akhir (lanjutan)

3.1 Studi Literatur

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini diperlukan studi literatur untuk menunjang dan menambah pengetahuan tentang tanah gambut, tanah lempung, metode perbaikan tanah, dan perencanaan tebal perkerasan. Studi literatur didapat dari buku diktat kuliah, internet, jurnal, serta buku – buku penunjang yang berhubungan dengan penyelesaian Tugas Akhir.

3.2 Pengumpulan Dan Analisa Data Lapangan

Data yang digunakan dalam perencanaan Tugas Akhir ini adalah data sekunder. Data yang digunakan dalam proses perhitungan antara lain:

➤ Data Banjir

Data banjir diperoleh dari Laboratorium Hidroteknik dan Pantai, Jurusan Teknik Sipil, FTSP – ITS, Surabaya. Data yang digunakan untuk perencanaan Tugas Akhir ini merupakan data tentang tinggi genangan air banjir daerah Balikpapan yang dianggap memiliki kondisi banjir sama dengan daerah Kuala Belait, Brunei Darussalam.

➤ Data Lalu Lintas Harian (LHR)

Data lalu lintas harian (LHR) diperoleh dari Dinas Jasa Marga, Cabang Tol Satelit, Surabaya, merupakan data lalu lintas yang diambil pada ruas Jalan Tol Perak – Waru. Data diambil pada ruas jalan tersebut karena kondisi lalu lintas di daerah Kuala Belait yang saat ini masih merupakan daerah terpencil dan belum pernah dibuka diprediksi akan sama dengan jalan tol Perak – Waru mengingat daerah tersebut akan menjadi *Development Area*. Selain itu, Kuala Belait juga dekat dengan wilayah pantai yang akan dimanfaatkan sebagai daerah pelabuhan. Lokasi pengambilan data lalu lintas harian (LHR) disajikan pada Gambar 3.2.

➤ Data Kependudukan dan Perekonomian

Data kependudukan dan perkonomian diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS), Surabaya, meliputi Jumlah Penduduk,

PDRB, dan PDRB per Kapita daerah regional (Jawa Timur). Data ini digunakan untuk menghitung faktor pertumbuhan lalu lintas rencana yang digunakan dalam menentukan tebal perkerasan.

➤ Data timbunan dan data CBR

Data timbunan dan data CBR diambil dari Tugas Akhir (Solikhah, 2008). Data CBR timbunan digunakan untuk menghitung tebal perkerasan.

➤ Data Tanah Dasar

Data tanah dasar daerah Kuala Belait, Brunei Darussalam berasal dari PT.Duta Graha, Surabaya (2008). Data tanah pendukung diperoleh dari Laboratorium Mekanika Tanah dan Batuan, Jurusan Teknik Sipil, FTSP – ITS , Surabaya serta dari hasil penelitian oleh Ahmad Marzuki (2002) yang kondisi tanahnya serupa dengan tanah daerah Kuala Belait. Tahapan pengerjaan untuk analisa kondisi tanah dasar adalah sebagai berikut:

1. *Plotting* parameter data tanah dengan kedalaman. Parameter-parameter tanah yang diplot di dalam grafik berdasarkan kedalaman yaitu (γ_t , W_c , G_s , ϕ , C_c , C_s).
2. Pengelompokan data tanah berdasarkan *plotting* titik yang berdekatan, *plotting* titik yang berjauhan tidak digunakan dalam perhitungan.
3. Perhitungan data dengan probabilitistik 95 %, hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang akurat tentang data tanah yang akan digunakan dalam perencanaan. Berikut ini persamaan yang digunakan dalam perhitungan probabilitistik 95 % :

$$\bar{x} - z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

-
- \bar{x} = rata-rata data
- $z_{\alpha/2}$ = 1.96
- α = 1 - probabilitas
- σ = standar deviasi
- n = jumlah data

- Data spesifikasi bahan *Prefabricated Vertical Drain (PVD)* untuk perencanaan diambil dari PT. TEKNINDO GEOSISTEM UNGGUL, Surabaya.

3.3 Penentuan Elevasi Awal Jalan

Elevasi awal jalan merupakan H_{final} dari timbunan yang digunakan dalam perencanaan. H_{final} direncanakan sama dengan elevasi muka air banjir tertinggi periode 50 tahun ditambah elevasi 1 m diatasnya.

3.4 Perencanaan Perkerasan

3.4.1 Pemilihan Tipe Perkerasan

Pemilihan tipe perkerasan pada Tugas Akhir ini didasarkan pada :

- Kondisi Tanah Dasar.
- Beban dan jumlah lalu lintas (traffic).
- Umur Rencana Perkerasan.
- Jenis Material Perkerasan.
- Biaya dan faktor rehabilitasi nanti.

3.4.2 Perencanaan Tebal Perkerasan

Perhitungan tebal perkerasan menggunakan Persamaan 2.1.

3.5 Perhitungan Beban

Beban yang dihitung pada perencanaan ini meliputi dari beban timbunan, beban perkerasan jalan dan beban traffic. Perhitungan beban traffic menggunakan Grafik pada Gambar 2.5

3.6 Prakiraan pemampatan

Seperti yang telah dijelaskan bahwa tanah dasar di lokasi studi terdiri dari lapisan tanah gambut dan lapisan tanah lempung lembek. Pemampatan pada tanah gambut dihitung dengan formula yang dikembangkan oleh Gibson dan Lo (1961); sedangkan untuk tanah lempung dihitung dengan menggunakan persamaan Terzaghi (1925).

3.7 Metode Perbaikan Tanah

Metode perbaikan tanah yang dipilih dalam perencanaan ini adalah sistem preloading (pemberian beban awal). Agar waktu perbaikan tanahnya dapat diperpendek maka tanah dasarnya dipasang vertical drain, yang dalam Tugas Akhir ini dipilih tipe *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). Jadi sistim perbaikan tanah yang dipilih adalah preloading yang dikombinasi dengan PVD pada tanah dasarnya. Untuk itu perlu direncanakan tinggi timbunan awal ($H_{initial}$) yang harus diberikan sebagai beban preloading serta jarak, pola, dan kedalaman pemasangan PVD.

A. Penentuan $H_{inisial}$ Timbunan

Setelah besar pemampatan akibat beban di prediksi, $H_{inisial}$ timbunan dapat ditentukan. Dalam hal ini $H_{initial}$ harus ditentukan sedemikian rupa agar setelah lapisan tanah dasar memampat, tinggi timbunan yang dipasang di lapangan sesuai dengan tinggi timbunan yang direncanakan (H_{final}). $H_{initial}$ dan H_{final} dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 q_{akhir} = q &= (H_{awal} - Sc) \gamma_{timb} + Sc (\gamma_{sat-timb} - \gamma_w) \\
 q &= H_{awal} \cdot \gamma_{timb} - Sc \cdot \gamma_{timb} + Sc \cdot \gamma'_{timb} \\
 q &= H_{awal} \cdot \gamma_{timb} - Sc (\gamma_{timb} - \gamma') \\
 H_{initial (i)} &= \frac{q (i) + Sc (i) (\gamma_{timb} - \gamma'_{timb})}{\gamma_{timb}} \dots \dots \dots (3.2)
 \end{aligned}$$

$$H_{\text{final } (i)} = H_{\text{initial } (i)} - S_{c(i)} \quad \dots\dots\dots(3.3)$$

Bila $\gamma_{\text{sat}} = \gamma_{\text{timb}}$, maka

$$q = H_{\text{awal}} \cdot \gamma_{\text{timb}} - S_{c(i)} \cdot \gamma_w$$

$$H_{\text{initial } (i)} = \frac{q_{(i)} + S_{c(i)} \cdot \gamma_w}{\gamma_{\text{timb}}} \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

Setelah H_{initial} , H_{final} , dan $S_{c(i)}$ dihitung, langkah selanjutnya adalah membuat grafik hubungan antara H_{initial} Vs H_{final} serta H_{initial} Vs $S_{c(i)}$. Grafik tersebut selanjutnya digunakan untuk mencari tinggi timbunan yang harus diletakkan di lapangan (H_{initial}).

B. Pola Pemasangan PVD

Pola pemasangan PVD yang dipilih dalam perencanaan Tugas Akhir ini adalah pola pemasangan segiempat. Hal ini dilakukan untuk kemudahan pelaksanaan pemasangan dan manuver alat di lapangan. Sedangkan jarak pemasangan PVD nya akan ditentukan berdasarkan derajat konsolidasi gabungan ($U\%$) yang ingin dicapai dan waktu untuk pelaksanaan perbaikan tanah di lapangan.

C. Kedalaman PVD

Pemasangan PVD pada tanah lempung ditentukan sampai pada kedalaman tanah tertentu dimana kecepatan pemampatan rata – rata per tahun (*Rate of Settlement*) ≤ 1.5 cm per tahun. Penentuan kedalaman PVD bergantung dari perencanaan yang akan dilakukan yang melihat nilai *rate of settlement* pada tanah dasar. Apabila PVD tidak dipasang sampai pada ketebalan lapisan tanah lembek, maka perlu dibuat grafik hubungan antara H_{initial} Vs H_{final} serta H_{initial} Vs $S_{c(i)}$ yang baru karena besar settlement pada tanah dasar menjadi berkurang.

3.8 Pembebanan Secara Bertahap (*Preloading*)

Pada pelaksanaan di lapangan, penimbunan dilakukan lapis demi lapis dengan kecepatan 50 cm per minggu. Apabila daya dukung tanah dasar mencukupi maka penimbunan dilakukan

secara terus menerus tanpa penundaan. Tetapi jika pada saat pentahapan penimbunan berikutnya daya dukung tanah dasar kurang mencukupi, harus dilakukan penundaan penimbunan sampai daya dukung tanah dasar mencukupi untuk dilakukan penimbunan kembali. Peningkatan daya dukung tanah dasar dapat terjadi karena adanya pemampatan akibat *preloading*. Oleh sebab itu, kenaikan daya dukung tanah dasar harus selalu dicek saat perencanaan. Dalam Tugas Akhir ini, perhitungan daya dukung pada tanah dasar dilakukan dengan program Xstable.

BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1 Data Banjir

Seperti yang sudah dijelaskan pada Bab Metodologi sebelumnya bahwa elevasi awal jalan yang juga merupakan H_{final} timbunan adalah 1 m diatas tinggi genangan banjir tertinggi periode 50 tahun. Dari analisa data banjir didapatkan tinggi genangan air periode 50 tahun adalah 1.5 m.

4.2 Data Tanah Timbunan dan Harga CBR

Data tanah yang diperlukan untuk perencanaan tebal perkerasan adalah data CBR lapisan tanah *subgrade* (tanah timbunan dibawah perkerasan). Data tanah timbunan tersebut selain CBR juga diberikan sifat fisiknya yaitu:

1. Sifat fisik timbunan meliputi $\gamma_d = 1.670 \text{ gr/cc} = 1.670 \text{ t/m}^2$, $W_c = 17.45\%$, dengan asumsi bahwa nilai $\phi = 30^\circ$ dan nilai $c = 0$.
2. Nilai CBR test yang didapat dari data tanah timbunan, diperoleh nilai bacaan CBR test 0.1 atas, 0.1 bawah, 0.2 atas, 0.2 bawah. Dari analisa data CBR test, digunakan nilai rata - rata CBR 0.2 atas dan 0.2 bawah; hal ini dilakukan karena nilai bacaan 0.1 atas dan nilai bacaan 0.1 bawah lebih kecil dari nilai bacaan 0.2 atas dan nilai 0.2 bawah.

Nilai CBR 0.2 atas : 40.67 %

Nilai CBR 0.2 bawah : 44.04 %

Nilai CBR design : $(40.67 + 44.04) / 2$
: 42%.

Jadi nilai CBR design yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasann adalah 42 %.

4.3 Data Lalu Lintas Harian (LHR)

Pada perencanaan Tugas Akhir ini, penggolongan jenis kendaraan didasarkan pada penggolongan kendaraan Jasa Marga. Adapun penggolongan jenis kendaraan menurut Jasa Marga adalah :

1. Golongan I : Bus, Jeep, Pick up, dan Truk Kecil.
2. Golongan II : Truk 2 Gandar.
3. Golongan III : Truk 3 Gandar.
4. Golongan IV : Truk 4 Gandar.
5. Golongan V : Truk 5 Gandar.

Data LHR lengkap yang diperoleh dari Dinas Jasa Marga disajikan pada lampiran 3. Dari data tersebut ditentukan jumlah LHR yang maksimum untuk penentuan tebal perkerasan. Data LHR maksimum yang digunakan untuk perencanaan Tugas Akhir adalah jumlah LHR pada ruas Waru Utama yang disajikan pada Tabel 4.1.

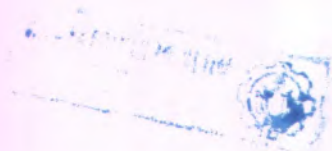
Tabel 4.1 Data LHR yang Digunakan Dalam Perencanaan

	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
Waru Utama	11334	2628	774	770	205

Sumber : Jasa Marga Cabang Tol Satelit, Surabaya

Dari data CBR dan data lalu lintas yang diperoleh, kemudian ditentukan pemilihan tipe perkerasan. Faktor – faktor yang digunakan untuk pemilihan tipe perkerasan:

1. Kondisi Lapisan *Subgrade*
Nilai ini didapat dari nilai CBR design, yaitu 42%
2. Beban dan Jumlah lalu lintas traffic
Berdasarkan analisa data, jumlah kendaraan yang dominan adalah kendaraan golongan I yaitu Bus, Jeep, dan Truk kecil.
3. Umur Rencana Perkerasan
Perencanaan Jalan ini menggunakan umur rencana 20 tahun.



4. Jenis Material Perkerasan

Daerah Kuala Belait, Brunei Darussalam merupakan daerah terpencil sehingga sulit dalam memenuhi material yang spesifik untuk perencanaan perkerasan lentur.

5. Biaya dan faktor rehabilitasi nanti

Karena jalan yang direncanakan merupakan jalan bebas hambatan (freeway), maka akan lebih baik kalau tidak sering dilakukan perawatan agar tidak mengganggu lalu lintas di jalan bebas hambatan tersebut. Hal ini dapat dilakukan bila biaya untuk pembangunannya tersedia. Tipe perkerasan dengan sedikit biaya perawatan biasanya lebih mahal biaya pembangunannya.

Dari faktor – faktor yang diberikan diatas, tipe perkerasan lentur sebetulnya dapat dipilih, hanya saja material perkerasan lentur sulit diperoleh di lokasi. Oleh sebab itu tipe perkerasan yang digunakan untuk perencanaan Tugas Akhir ini adalah Perkerasan Kaku (Rigid Pavement), dengan jenis perkerasan kaku menerus tanpa tulangan dan metode yang digunakan untuk menghitung tebal perkerasan adalah metode AASHTO 1981.

4.4 Data Kependudukan dan Perekonomian

Adapun data kependudukan dan perekonomian yang digunakan meliputi:

1. Jumlah Penduduk.
2. PDRB Jawa Timur.
3. PDRB per kapita.

Data kependudukan dan perekonomian disajikan pada Tabel 4.2, Tabel 4.3 dan Tabel 4.4. Dari data yang diperoleh tersebut, dilakukan penggambaran grafik hubungan antara tahun dengan masing – masing parameter, Jumlah penduduk, PDRB dan PDRB per kapita. Penggambaran grafik disajikan pada gambar 4.1, Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



Tabel 4.2 Data Penduduk Jawa Timur

Tahun	Jumlah penduduk (jiwa)
2000	34456897
2001	34956581
2002	35148579
2003	36199078
2004	36396345
2005	37070731
2006	37478737
2007	37794003

Sumber : Badan Pusat Statistik, Surabaya

Tabel 4.3 PDRB Jawa Timur (Milyar Rupiah)

Tahun	PDRB
2000	182777.11
2001	210666.34
2002	259722.31
2003	292307.11
2004	331763.91
2005	392389.54
2006	457610.32

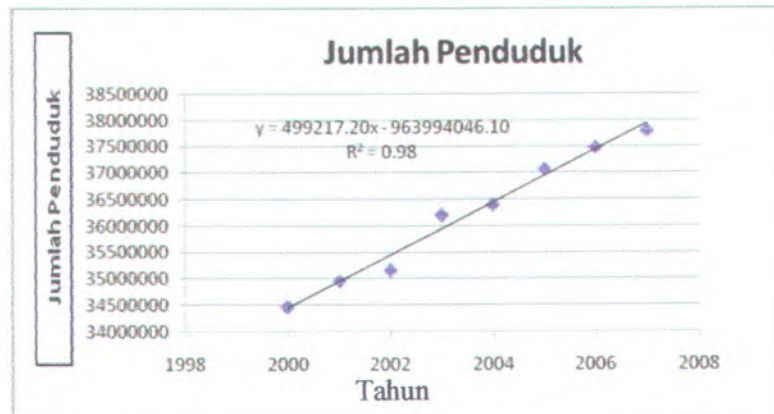
Sumber : Badan Pusat Statistik, Surabaya

Tabel 4.4 PDRB Per Kapita

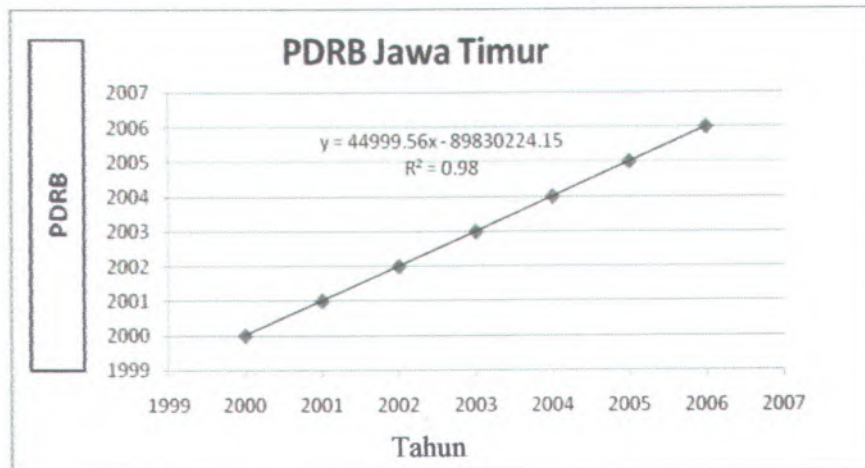
Tahun	PDRB per kapita
2000	5171.96
2001	5912.05
2002	7228.47
2003	8073.43
2004	9047.68
2005	10584.89
2006	12209.87

Sumber : Badan Pusat Statistik, Surabaya

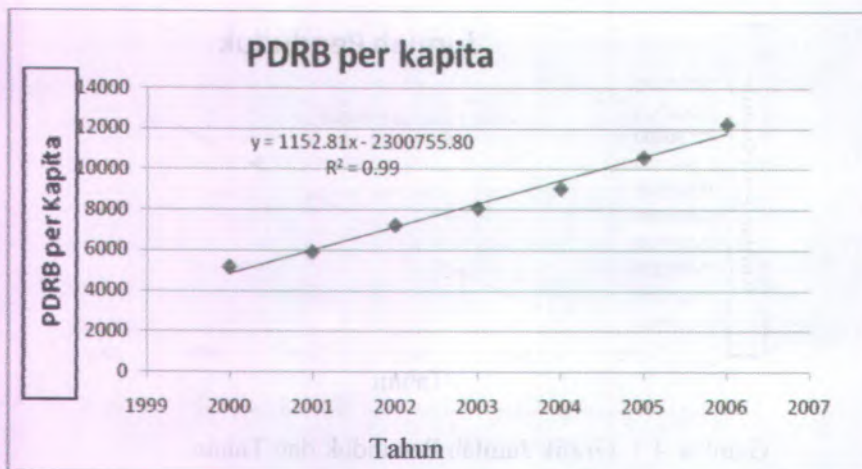




Gambar 4.1 Grafik Jumlah Penduduk dan Tahun



Gambar 4.2 Grafik PDRB dan Tahun



Gambar 4.3 Grafik PDRB Per kapita dan Tahun

Dari Grafik dan persamaan linear tersebut diatas kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari faktor pertumbuhan yang digunakan sebagai dasar perencanaan dari lalu lintas rencana. Dalam perencanaannya, dibedakan menjadi 3 jenis faktor pertumbuhan untuk menghitung lalu lintas rencana yaitu:

1. Jumlah penduduk untuk menghitung faktor pertumbuhan lalu lintas kendaraan bus.
2. PDRB digunakan untuk menghitung faktor pertumbuhan lalu lintas kendaraan truk.
3. PDRB perkapita digunakan untuk menghitung faktor pertumbuhan lalu lintas mobil pribadi.

Faktor pertumbuhan (i) yang digunakan untuk perencanaan jumlah lalu lintas rencana yaitu :

1. i(%) untuk bus : 1.30 % (2009)
1.03% (2029)
2. i(%) untuk truk : 8.51 % (2009)

- 3.15 % (2029)
 3. i(%) untuk truk : 8.18 % (2009)
 3.10 % (2029)

Sedang perhitungan lengkap faktor pertumbuhan untuk masing – masing jenis kendaraan diberikan pada lampiran 4.

4.5 Data Tanah Dasar

Seperti telah dijelaskan dalam Bab Metodologi bahwa tanah dasar diperoleh dari banyak data yang dievaluasi dengan rentang kepercayaan 95% dengan Persamaan 3.1. Dari evaluasi tersebut diperoleh 2 jenis tanah yaitu kedalaman 0 – 3 m berupa tanah gambut dan kedalaman 3-32 m adalah tanah lempung lembek (*very soft clay*). Profil tanah dasar untuk perencanaan ini diberikan pada Gambar 4.4. Sedang data tanahnya diberikan dalam Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.



Gambar 4.4 Profil tanah dasar pada daerah Kuala Belait.

Tabel 4.5 Data Tanah Gambut

Kedalaman m	Wc %	γ_t (t/m ³)	e	Gs	Cc	Cs	Cv m ² /th	ϕ	Cu (kg/cm ²)
0	617.243	0.991	9.253	1.419	1.3962	0.1995	9	52.97	0
1	617.243	0.991	9.253	1.419	1.3962	0.1995	9	52.97	0
2	617.243	0.991	9.253	1.419	8.0745	1.1535	38	52.97	0
3	617.243	0.991	9.253	1.419	8.0745	1.1535	38	52.97	0

Tabel 4.6 Data Tanah Lempung

Kedalaman m	Wc %	γ_t (t/m ³)	Gs	Cc	Cs	Cv cm ² /dtk	ϕ	Cu (kg/cm ²)	PI %
4	71.515	1.541	2.627	1.0426	0.149	0.000268	5.08	0.06	75.4398
5	70.362	1.541	2.627	1.0426	0.149	0.000268	5.08	0.06	75.4398
6	70.362	1.541	2.627	1.0426	0.149	0.000268	5.08	0.06	75.4398
7	70.362	1.541	2.627	1.0426	0.149	0.000268	5.08	0.06	75.4398
8	70.362	1.541	2.627	1.0426	0.149	0.000268	5.08	0.06	75.4398
9	70.362	1.541	2.627	1.0426	0.149	0.000268	5.08	0.06	75.4398
10	70.362	1.541	2.627	1.0426	0.149	0.000268	5.08	0.06	75.4398
11	70.362	1.541	2.627	1.0426	0.149	0.000268	5.08	0.06	75.4398
12	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
13	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
14	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
15	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
16	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
17	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
18	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398

Tabel 4.6 Data Tanah Lempung (Lanjutan)

Kedalaman	Wc	γ_t	Gs	Cc	Cs	Cv	ϕ	Cu	PI
m	%	(t/m ³)				cm ² /dtk		(kg/cm ²)	%
19	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
20	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
21	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
22	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
23	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
24	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
25	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
26	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
27	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
28	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
29	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
30	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
31	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398
32	49.245	1.701	2.627	0.2139	0.031	0.001015	6.09	0.08	75.4398

4.6 Data Spesifikasi Bahan Prefabricated Vertical Drain (PVD)

Seperti yang sudah dijelaskan pada Bab III, PVD yang digunakan berupa jenis PVD "NYLEX FLODRAIN" dengan Spesifikasi Lebar : 100 mm dan dengan ketebalan : 5 mm. Untuk detail spesifikasi bahan disajikan di Lampiran 6.

BAB V

PERENCANAAN PERKERASAN DAN PERBAIKAN LAPISAN TANAH DASAR

5.1 Perencanaan Elevasi Jalan

Seperti yang sudah dijelaskan pada Bab III dan Bab IV bahwa elevasi jalan adalah design H_{final} timbunan. Dalam Bab IV sudah didapatkan bahwa elevasi muka banjir tertinggi periode 50 tahun = 1.5 m, maka :

- Elevasi banjir tertinggi = 1.5 m
- Tambahan elevasi = $\frac{1}{2}$ m +
- Elevasi final (H_{final}) = 2.5 m

Jadi, elevasi jalan yang juga H_{final} timbunan yang direncanakan adalah 2.5 m.

5.2 Perencanaan Tebal Perkerasan

Seperti yang sudah dijelaskan pada analisa data bahwa perencanaan untuk tebal perkerasan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) metode AASHTO 1981. Sebelum melakukan design terhadap perkerasan, perencanaan jalan ini direncanakan 6 lajur 2 arah (6/2D), dengan rincian sebagai berikut:

- ✓ Lebar lalu lintas 6 lajur 2 arah = 6 x 3,5 m
(1 lajur = 3,5 m)
- ✓ Lebar bahu jalan diperkeras = 2 x 3 m
- ✓ Lebar bahu jalan tidak diperkeras = 2 x 2 m
- ✓ Lebar median = $\frac{4}{2}$ m +
= 35 m

Layout perencanaan jalan dalam Tugas Akhir ini disajikan pada Gambar 5.1



Gambar 5.1 Layout perencanaan jalan

Langkah – langkah dalam menentukan tebal perkerasan dengan Metode AASHTO 1981, adalah sebagai berikut:

1. Mengelompokkan data lalu lintas harian (LHR) sesuai dengan konfigurasi beban sumbunya. Dalam perencanaan Tugas Akhir ini, jenis kendaraan sesuai dengan klasifikasi Jasa Marga yang konfigurasi beban sumbu disesuaikan dengan klasifikasi kendaraan Bina Marga. Pengelompokkan jenis kendaraan ini disajikan dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Pengelompokan Jenis Kendaraan dari klasifikasi Jasa Marga berdasarkan konfigurasi beban sumbu Klasifikasi Bina Marga

Golongan (Jasa Marga)	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (berd.Bina Marga)
Gol I	Bus	1.2
	Jeep (Mobil Pribadi)	1.1
	Pick Up	1.1
	Truk	T.1.2L
Gol II	Truk 2 gandar	T.1.2H
Gol III	Truk 3 gandar	T.1.22
Gol IV	Truk 4 gandar	T.1.2-22
		T.1.2+2.2
Gol V	Truk 5 gandar atau lebih	T.1.22-222

2. Menghitung nilai angka ekivalen beban sumbu kendaraan sesuai dengan Persamaan 2.2, Persamaan 2.3, Persamaan 2.4 Persamaan 2.5. Dalam perencanaan ini digunakan angka ekivalen yang maksimum dari setiap jenis kendaraan. Perhitungan angka ekivalen beban sumbu kendaraan (E) disajikan dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Perhitungan angka ekivalen kendaraan

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (berd.Bina Marga)	E
Bus	1.2	0.384
Jeep (Mobil Pribadi)	1.1	0.002
Pick Up	1.1	0.002
Truk	T.1.2L	0.278
Truk 2 gandar	T.1.2H	6.420
Truk 3 gandar	T.1.22	5.242
Truk 4 gandar	T.1.2-22	15.536
	T.1.2+2.2	5.887
Truk 5 gandar atau lebih	T.1.22-222	6.659

3. Menghitung nilai lalu lintas rencana pada akhir umur rencana. Perhitungan LHR rencana menggunakan persamaan:

$$LHR_{rencana} = \frac{1}{n} \times LHR_{(awal)} \times (1+i)^{n-1} / (\ln(1+i))$$

Dimana :

n = Umur Rencana

i = faktor pertumbuhan per tahun

LHR rencana ini merupakan LHR untuk dua arah. Untuk perencanaan, LHR juga dicari untuk LHR per arah.

Perhitungan nilai LHR rencana disajikan pada Tabel 5.3 sedangkan untuk perhitungan LHR per arah disajikan pada Tabel 5.4

Tabel 5.3 Perhitungan LHR rencana pada akhir umur rencana

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (berd.Bina Marga)	LHR	LHR
		awal	akhir UR
Bus	1.2		
Jeep (Mobil Pribadi)	1.1	11334	12579
Pick Up	1.1		
Truk	T.1.2L		
Truk 2 gandar	T.1.2H	2628	3641
Truk 3 gandar	T.1.22	774	1072
Truk 4 gandar	T.1.2-22	770	1067
	T.1.2+2.2		
Truk 5 gandar atau lebih	T.1.22-222	205	284

Tabel 5.4 Perhitungan LHR rencana per arah

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (berd.Bina Marga)	LHR	LHR
		akhir UR	per arah
Bus	1.2		
Jeep (Mobil Pribadi)	1.1	12579	6290
Pick Up	1.1		
Truk	T.1.2L		
Truk 2 gandar	T.1.2H	3641	1821
Truk 3 gandar	T.1.22	1072	536
Truk 4 gandar	T.1.2-22	1067	533
	T.1.2+2.2		
Truk 5 gandar atau lebih	T.1.22-222	284	142

4. Dalam perencanaan, yang digunakan adalah jumlah kendaraan per lajur per arah sehingga LHR kendaraan dikali dengan nilai C per lajur per arah. Nilai C berdasarkan Tabel 2.5, nilai LHR per lajur per arah disajikan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Perhitungan LHR per lajur untuk masing – masing kendaraan.

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (berd.Bina Marga)	LHR per arah	Nilai C	LHR per lajur
Bus	1.2			
Jeep (Mobil Pribadi)	1.1	6290	0.5	3145
Pick Up	1.1			
Truk	T.1.2L			
Truk 2 gandar	T.1.2H	1821	0.5	910
Truk 3 gandar	T.1.22	536	0.5	268
Truk 4 gandar	T.1.2-22	533	0.5	267
	T.1.2+2.2			
Truk 5 gandar atau lebih	T.1.22-222	142	0.5	71

5. Menghitung nilai EAL pada masing – masing jenis kendaraan. Nilai EAL dihitung dengan:
- o $EAL = E \times LHR$ (per lajur per arah)
- Nilai EAL total diperoleh dengan menjumlahkan nilai EAL dari setiap kendaraan. Perhitungan nilai EAL disajikan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Perhitungan EAL

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (berd.Bina Marga)	LHR per lajur	E	EAL
Bus	1.2			
Jeep (Mobil Pribadi)	1.1	3145	0.384	1207
Pick Up	1.1			
Truk	T.1.2L			
Truk 2 gandar	T.1.2H	910	0.278	253
Truk 3 gandar	T.1.22	268	6.420	1721
Truk 4 gandar	T.1.2-22	267	15.536	4144
	T.1.2+2.2			
Truk 5 gandar atau lebih	T.1.22-222	71	6.659	473

o Nilai EAL total	= 7798
o EAL UR 20 Tahun	= 7798 x 365 x 20
	= 56922277.12
	≈ 56922277
Log Wt 18	= Log (56922277)
	= 7.76
	≈ 7.8

6. Menghitung tebal perkerasan dengan menggunakan Persamaan 2.1. Adapun data – data yang digunakan untuk perencanaan perkerasan adalah:

o f_c	= 40 MPa = 400 kg/cm ²
o E	= 2×10^5 MPa = 2×10^6 kg/cm ²
o CBR design = 42%	→ k = 11.5 kg/cm ²
o J	= 3.2

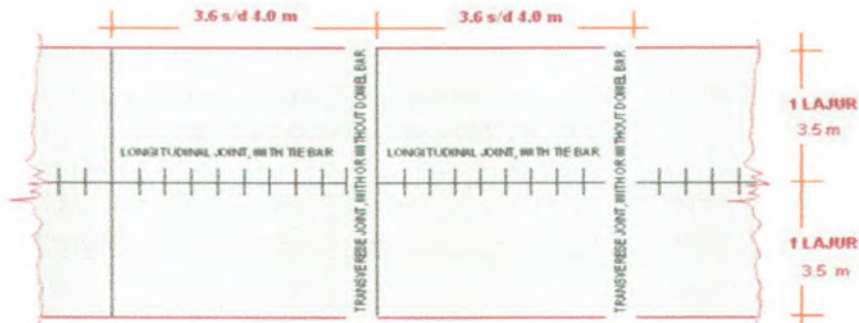
Dengan menggunakan persamaan 2.1 didapatkan tebal perkerasan (t) = 16 cm. Untuk memudahkan didalam pelaksanaan, maka untuk tebal perkerasan menggunakan tebal = 20 cm. Dari ketebalan plat = 20 cm, direncanakan untuk dowel dan tie bars. Berdasarkan Tabel 2.1 dan Tabel 2.2, ukuran perencanaan untuk dowel dan tie bars adalah:

- Dowel :

Φ dowel	= 1 in = 2.54 cm
Panjang dowel	= 18 in = 45.72 cm
Spasi dowel	= 12 in = 30.48 cm
- Tie Bars

Φ tie bars	= ½ in
Spasi tie bars	= 40 in
- Jarak sambungan : ± 18-20 x tebal pelat.
(beton tebal 20 cm, jarak sambungan ± 3,6 - 4 m).

Gambar sketsa pemasangan dowel, tie bar dan jarak sambungan disajikan dalam Gambar 5.2. Sedangkan untuk gambar detail tentang dowel, tie bars, cross section, dapat dilihat pada lampiran 8.



Gambar 5.2 Sketsa Pemasangan dowel, tie bar dan jarak sambungan yang digunakan untuk perkerasan.

5.3 Perhitungan Beban

Setelah design perkerasan didapatkan, maka semua beban yang akan diterima oleh tanah dasar diperhitungkan. Beban yang berada diatas tanah dasar meliputi :

1. Beban timbunan
2. Beban perkerasan
3. Beban traffic

Dalam perencanaan Tugas Akhir ini, beban traffic (q_{traffic}), diasumsikan sebagai beban timbunan. Untuk tinggi timbunan = 2.5 m, maka didapatkan $q_{\text{traffic}} = 1 \text{ t/m}^2$. Jadi beban total untuk tanah dasar adalah:

$$\begin{aligned}
 \circ \quad Q_{\text{timb}} &= 2.5 \times 1.961 = 4.90 \text{ t/m}^2 \\
 \circ \quad Q_{\text{perkerasan}} &= 0.2 \times 2.4 = 0.48 \text{ t/m}^2 \\
 \circ \quad Q_{\text{traffic}} &= 1 \text{ t/m}^2 \\
 Q_{\text{total}} &= 6.38 \text{ t/m}^2 \\
 Q_{\text{total}} &= 63.8 \text{ Kpa}
 \end{aligned}$$

5.4 Prakiraan Besar Pemampatan/Settlement(S_c)

Pada lapisan tanah gambut, prakiraan besar pemampatan dilakukan dengan kalibrasi data sekunder yang diperoleh dengan beban lapangan rencana. Data laboratorium dan data lapangan tanah gambut yang diperoleh dari data sekunder disajikan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Parameter Pemampatan Lapisan Tanah Gambut yang Diperoleh dari Data Laboratorium dan Data Lapangan

Sumber Data	Sistem Pentahapan	a m^2/KN	b m^2/KN	λ/b (min^{-1})	ϵ (min^{-1})
Laboratorium	Bertahap	$6.04.10^{-3}$	$8.55.10^{-3}$	$2.19.10^{-4}$	$6.78.10^{-5}$
	Tanpa Tahapan	$4.87.10^{-3}$	$2.72.10^{-3}$	$1.80.10^{-5}$	$4.92.10^{-5}$
Lapangan		0.00192	0.00773	1.613E-06	0.000000142

Sumber: Marzuki (2004)

$\Delta\sigma = 76.6 \text{ Kpa}$

Dari Tabel 5.7 tersebut dikoreksi terhadap kurva pada Gambar 2.9, Gambar 2.10, Gambar 2.11, dan Gambar 2.12. Langkah selanjutnya adalah melakukan kalibrasi data dari kurva yang diperoleh, data hasil kalibrasi diberikan pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Parameter Pemampatan Tanah Gambut Hasil Kalibrasi untuk Beban Rencana

Parameter	$\Delta\sigma = 76.6 \text{ Kpa}$		$\Delta\sigma = 63.825 \text{ Kpa}$	
	Data	Kurva	Dari	Hasil
	Lapangan		Kurva	Kalibrasi
a(m^2/KN)	$1.92.10^{-3}$	$1.11.10^{-3}$	$1.48.10^{-3}$	$2.33.10^{-3}$
b(m^2/KN)	$7.73.10^{-3}$	$2.106.10^{-3}$	$2.23.10^{-3}$	$8.12.10^{-3}$
$\lambda/b(min^{-1})$	$1.6129.10^{-6}$	$1.6129.10^{-6}$	$1.6129.10^{-6}$	$1.6129.10^{-6}$
$\epsilon(min^{-1})$	$1.42.10^{-7}$	$1.42.10^{-7}$	$1.42.10^{-7}$	$1.42.10^{-7}$

Hasil prakiraan besar pemampatan pada tanah gambut adalah sebesar = 2.002 m. Rincian perhitungan diberikan dalam lampiran 9.

Prakiraan besar pemampatan lapisan tanah lempung dilakukan dengan Persamaan 2.11 dan Persamaan 2.12. Hasil prakiraan pemampatan lapisan tanah lempung akibat beban rencana adalah sebesar = 1.051 m. Rincian perhitungan diberikan pada lampiran 10.

Jadi total pemampatan lapisan tanah gambut dan lapisan tanah lempung akibat beban rencana adalah :

$$S_c \text{ Gambut} = 2.002 \text{ m}$$

$$S_c \text{ Lempung} = 1.051 \text{ m} +$$

$$S_c \text{ Total} = 3.053 \text{ m}$$

5.5 Penentuan Tinggi Timbunan Awal (H_{initial})

Setelah besar pemampatan akibat beban lapangan diprediksi, H_{inisial} Timbunan dapat ditentukan. Penentuan H_{initial} timbunan adalah dengan menghitung pemampatan pada tanah dasar terlebih dahulu. Beban yang dipilih untuk menghitung pemampatan adalah 5 t/m^2 , 7 t/m^2 , 9 t/m^2 dan 11 t/m^2 .

Sebelum perhitungan pemampatan pada lapisan tanah gambut dilakukan prediksi terhadap nilai a_{lap} dan b_{lap} terlebih dahulu terhadap beban yang dipilih. Parameter pemampatan pada tanah gambut tersebut disajikan pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Nilai a_{lap} dan b_{lap} Prediksi Pada Tanah Gambut

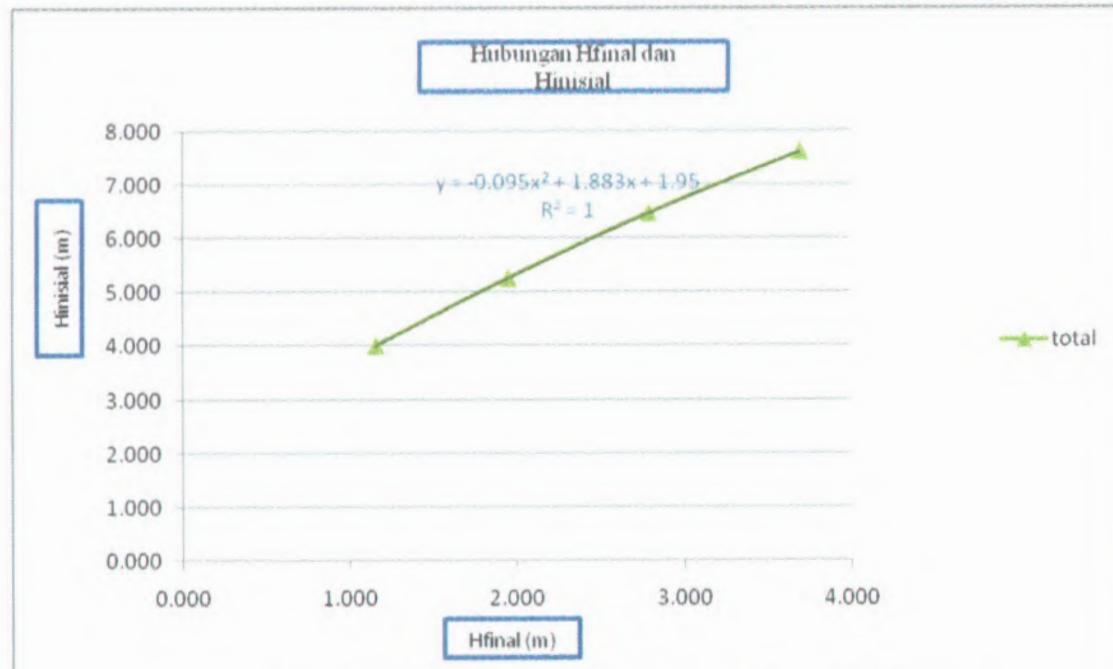
Beban	Lapisan Tanah Gambut		
	a_{lap}	b_{lap}	λ/b
t/m^2	m^2/KN	m^2/KN	min^{-1}
5	$3.229.10^{-3}$	$1.0094.10^{-2}$	$1.6129.10^{-6}$
7	$2.618.10^{-3}$	$7.708.10^{-3}$	$1.6129.10^{-6}$
9	$1.92.10^{-3}$	$6.607.10^{-3}$	$1.6129.10^{-6}$
11	$1.571.10^{-3}$	$5.873.10^{-3}$	$1.6129.10^{-6}$

Perhitungan S_c (*Settlement*) total, $H_{initial}$, H_{final} , pada lapisan tanah dasar disajikan pada tabel 5.10.

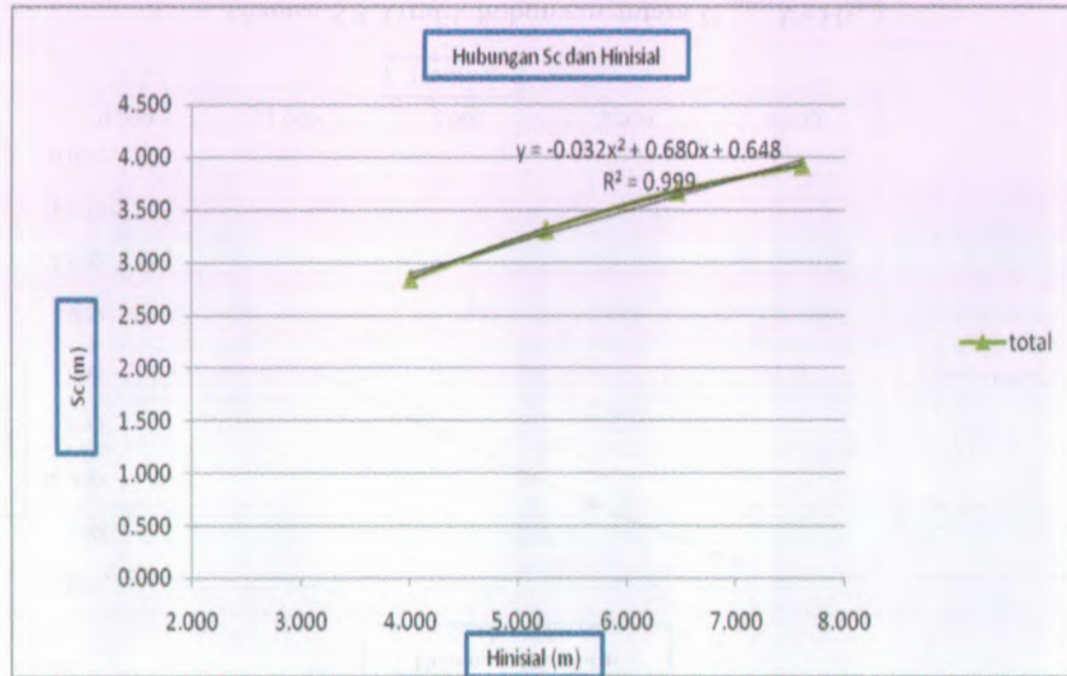
Tabel 5.10 Perhitungan S_c , $H_{initial}$, dan H_{final} Pada Lapisan Tanah Dasar.

q (t/m^2)	S_c (m)	$H_{initial}$ (m)	H_{final} (m)
5	2.845	4.000	1.156
7	3.308	5.256	1.949
9	3.676	6.464	2.788
11	3.915	7.606	3.691

Dari Tabel 5.10 kemudian dibuat grafik hubungan hubungan antara $H_{initial}$ Vs H_{final} serta $H_{initial}$ Vs S_c yang disajikan dalam Gambar 5.3 dan Gambar 5.4. Grafik tersebut akan dipakai untuk menentukan $H_{initial}$ timbunan sesuai dengan H_{final} yang direncanakan yaitu 2.5 m. Dari kedua grafik tersebut didapatkan $H_{initial} = 6.1$ m dan $S_{c_{total}}$ yang akan terjadi = 3.6 m. Sedangkan pemampatan yang terjadi pada masing – masing lapisan tanah adalah: $S_{c_{gambut}} = 2.35$ m dan $S_{c_{lempung}} = 1.45$ m.



Gambar 5.3 Grafik hubungan antara H_{initial} Vs H_{final}



Gambar 5.4 Grafik hubungan antara H_{initial} Vs Sc

5.6 Perhitungan Waktu Konsolidasi

Dengan mengetahui besarnya settlement dilapisan tanah dasar, diperlukan perhitungan terhadap lama pemampatan yang terjadi. Dalam perencanaan Tugas Akhir ini, perhitungan pemampatan dihitung pada saat tanah mencapai derajat konsolidasi 95%. Besarnya pemampatan tanah hanya mengandalkan C_v saja. Hal ini karena tidak adanya drainase vertikal (*vertical drains*) yang berfungsi memperpendek panjang aliran (*drainage path*) dari air pori.

5.6.1 Perhitungan Waktu Konsolidasi Tanah Gambut

- $T_{v95\%} = 1.129$
- $C_v \text{ gab} = 1.575 \text{ m}^2/\text{bulan}$
- $H_{dr} = 3 \text{ m}$
- Waktu konsolidasi yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 95% adalah :

$$\begin{aligned} t &= T (H_{dr})^2 / C_v \\ &= \frac{1.129 \cdot (3^2)}{1.575} \\ &= 6.45 \text{ bulan} \\ &= 7 \text{ bulan} \\ &\approx 28 \text{ minggu} \end{aligned}$$

Jadi waktu yang diperlukan untuk menghabiskan settlement 2.35 m pada lapisan tanah gambut diperlukan waktu 7 bulan atau 28 minggu.

5.6.2 Perhitungan Waktu Konsolidasi Tanah Lempung

- $T_{v95\%} = 1.129$
- $C_v \text{ gab} = 1.852 \text{ m}^2/\text{tahun}$
- $H_{dr} = 29 \text{ m}$
- Waktu konsolidasi yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 95% adalah :

$$\begin{aligned}
 t &= T (H_{dr})^2 / C_v \\
 &= \frac{1.129 \cdot (29^2)}{1.852} \\
 &= 512.759 \text{ tahun} \\
 &\approx 513 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

Jadi waktu yang diperlukan untuk menghabiskan settlement 1.45 m pada lapisan tanah lempung diperlukan waktu 513 tahun.

5.7 Perencanaan PVD untuk Percepatan Pemampatan

Dari perhitungan waktu konsolidasi, diketahui bahwa untuk mencapai derajat konsolidasi 95% sangat lama sehingga dibutuhkan perencanaan PVD sebagai percepatan waktu pemampatan.

5.7.1 Pola Pemasangan PVD

Spesifikasi bahan dan pemilihan pola pemasangan PVD telah dijelaskan pada Bab IV. Pemasangan jarak ini berfungsi untuk menentukan jarak yang berhubungan dengan waktu yang akan digunakan dalam perencanaan. Dengan pola PVD segi-4 maka untuk perhitungan S, dw, dan F(n) disajikan dalam Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Perhitungan S, dw, dan F(n) untuk pemasangan PVD pola segi-4

S m	D m	dw m	F(n)
0.8	0.904	0.0525	2.0960
1	1.13	0.0525	2.3192
1.1	1.243	0.0525	2.4145
1.2	1.356	0.0525	2.5015
1.5	1.695	0.0525	2.7246
2	2.26	0.0525	3.0123

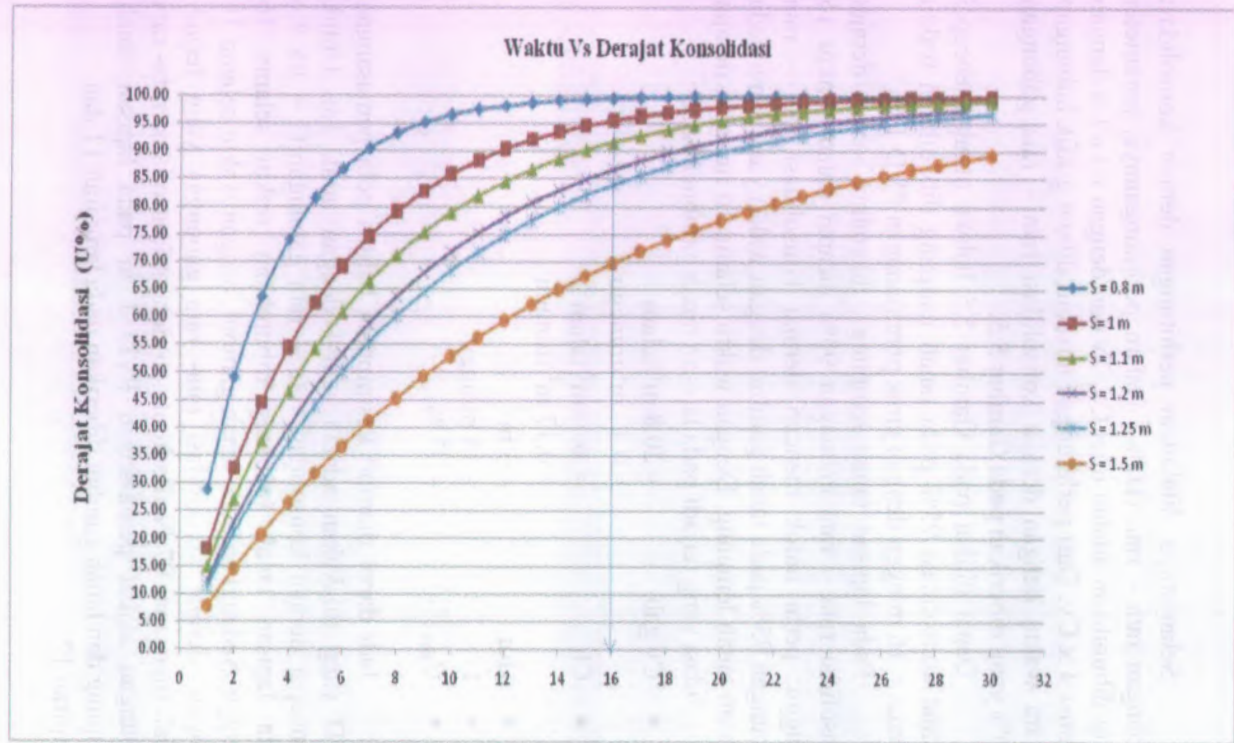
Selanjutnya dilakukan perhitungan derajat konsolidasi gabungan rata – rata (U)%. Dalam perhitungannya, parameter yang dibutuhkan adalah nilai C_v , T_v , dan dengan nilai C_h dengan asumsi $4 \times C_v$. Dari perhitungan tersebut dibuat grafik hubungan antara waktu dengan derajat konsolidasi rata – rata gabungan (U)% yang diberikan pada Gambar 5.5.

Dapat dilihat pada Gambar 5.5 bahwa untuk mencapai derajat konsolidasi 95% pada tanah lempung dibutuhkan waktu selama ± 16 minggu dengan jarak pemasangan PVD 1 m.

Pada lapisan tanah lempung diketahui bahwa derajat konsolidasi rata – rata gabungan 95% dicapai dalam waktu 16 minggu; perlu untuk mencari derajat konsolidasi rata – rata gabungan 95% pada tanah gambut dengan waktu yang sama pada lapisan tanah lempung. Dengan waktu selama 16 minggu, derajat konsolidasi yang terjadi pada lapisan tanah gambut adalah :

- C_v gab = 20.8 m²/tahun
 = 0.4 m²/minggu
- C_h = 9 m²/tahun
 = 0.17 m²/minggu
- Hdr = 3 m
- t = 16 minggu
- U_{gab} (%) = 97 %

Jadi dapat diambil kesimpulan bahwa pola pemasangan PVD yang dilakukan adalah segi-4 dengan jarak 1m. Untuk mencapai derajat konsolidasi rata – rata gabungan ($U = 95 \%$) pada lapisan tanah lempung dibutuhkan waktu selama 16 minggu. Sedangkan pada tanah gambut, dengan waktu selama 16 minggu, derajat konsolidasi rata- rata gabungan yang terjadi sudah mencapai 97 %. Perhitungan derajat konsolidasi rata- rata gabungan akibat pemasangan PVD 1 m pada lapisan tanah lempung dan tanah gambut diberikan pada lampiran 11 dan lampiran 12.



Gambar 5.5 Grafik hubungan waktu Vs (U)% untuk kondisi PVD dipasang sampai ketebalan lapisan lempung lembek

5.7.2 Penentuan Kedalaman PVD

Pemasangan PVD direncanakan mulai dari lapisan tanah gambut sampai dengan lapisan tanah lempung. Penentuan kedalaman pada tanah lempung didasarkan pada *rate of settlement* ≤ 1.5 cm/tahun. Perhitungan untuk menentukan kedalaman PVD disajikan pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Penentuan Kedalaman PVD

Total	Tebal Lapisan Terkonsolidasi			Di Bawah PVD	Settlement akibat Timbunan		
	Kedalaman PVD Rencana (m)				Total	Sedalam PVD	Sisa
	Kedalaman Gambut	Kedalaman renc lempg	Total Ked. PVD				
m	m	m	m	m	m	m	
29	3	1	4	25	1.45	0.254	1.20
29	3	2	5	24	1.45	0.473	0.98
29	3	3	6	23	1.45	0.667	0.78
29	3	4	7	22	1.45	0.843	0.61
29	3	5	8	21	1.45	1.005	0.45
29	3	6	9	20	1.45	1.153	0.30
29	3	7	10	19	1.45	1.291	0.16

Tabel 5.12 Penentuan Kedalaman PVD (lanjutan)

Total	Tebal Lapisan Terkonsolidasi			Di Bawah PVD	Setelah 10 Tahun				Rate of Settlement
	Kedalaman PVD Rencana (m)				H _d	T _v	U _v	Settlement	
	Kedalaman Gambut	Kedalaman renc lempg	Total Ked. PVD						
m	m	m	m	m		%	m	cm/tahun	
29	3	1	4	25	28	0.028	0.1900	0.2274	2.274
29	3	2	5	24	27	0.032	0.2029	0.1965	1.965
29	3	3	6	23	26	0.037	0.2177	0.1707	1.707
29	3	4	7	22	25	0.043	0.2349	0.1428	1.428
29	3	5	8	21	24	0.051	0.2552	0.1140	1.140
29	3	6	9	20	23	0.056	0.2663	0.0755	0.755
29	3	7	10	19	22	0.061	0.2784	0.0446	0.446

Dari Tabel 5.12 direncanakan pemasangan PVD dilakukan sampai pada kedalaman 5 m di tanah lempung atau 8 m dari muka tanah karena *rate of settlement* lapisan tanah dasar adalah 1.140 (≤ 1.5 cm/tahun). Seperti yang sudah dijelaskan pada Bab III, apabila pemasangan PVD tidak dilakukan pada seluruh kedalaman maka perlu dilakukan perhitungan terhadap $H_{initial}$, H_{final} , dan Sc yang baru. Selain itu juga dilakukan perhitungan terhadap perhitungan derajat konsolidasi rata – rata gabungan akibat pemasangan PVD sedalam 5 m pada tanah lempung.

5.7.3 Penentuan Tinggi Timbunan Awal ($H_{initial}$) Akibat Pemasangan PVD

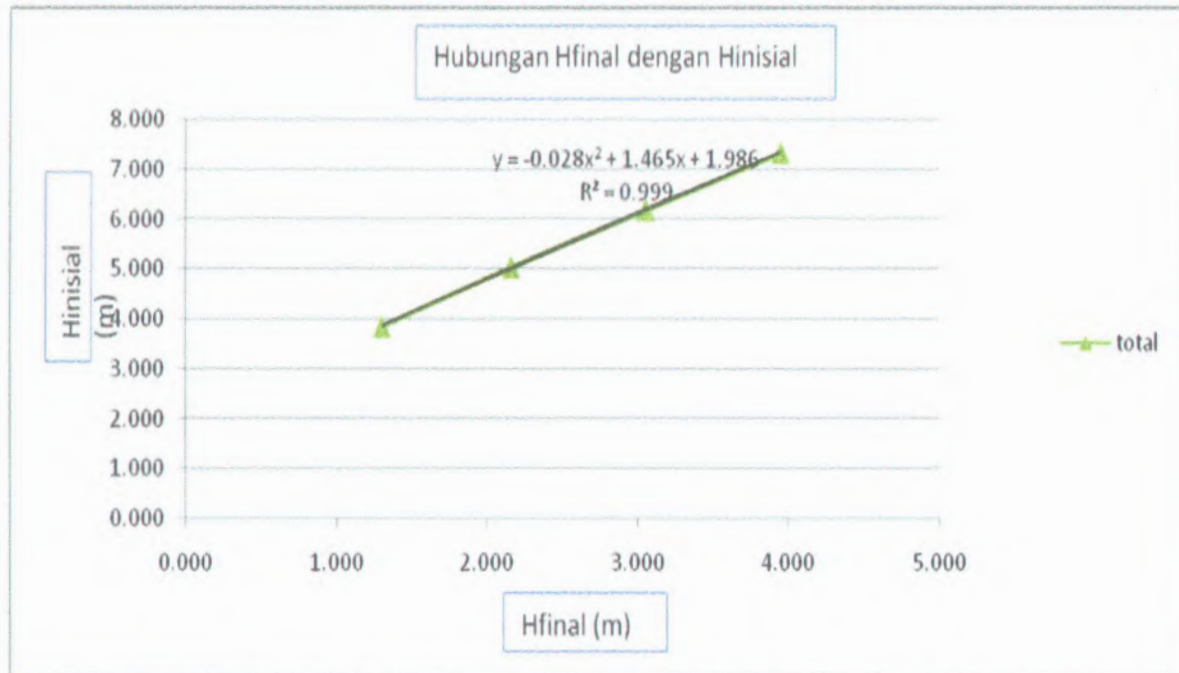
Dari kedalaman PVD yang didapat maka *settlement* yang dihitung adalah sampai pada kedalaman PVD rencana sehingga kurva untuk $H_{initial}$ timbunan berubah. Penentuan $H_{initial}$ timbunan adalah dengan menghitung pemampatan pada tanah dasar dengan beban yang dipilih adalah 5 t/m^2 , 7 t/m^2 , 9 t/m^2 dan 11 t/m^2 .

Parameter Pemampatan dan hasil pemampatan (Sc) pada tanah gambut yang terjadi tetap seperti pada Tabel 5.10. Sedangkan pada lapisan tanah lempung, perhitungan pemampatan dihitung sampai dengan kedalaman PVD rencana sehingga nilai pemampatan yang terjadi pada lapisan tanah lempung berbeda. Hasil perhitungan pemampatan pada lapisan tanah dasar yang baru disajikan pada Tabel 5.13.

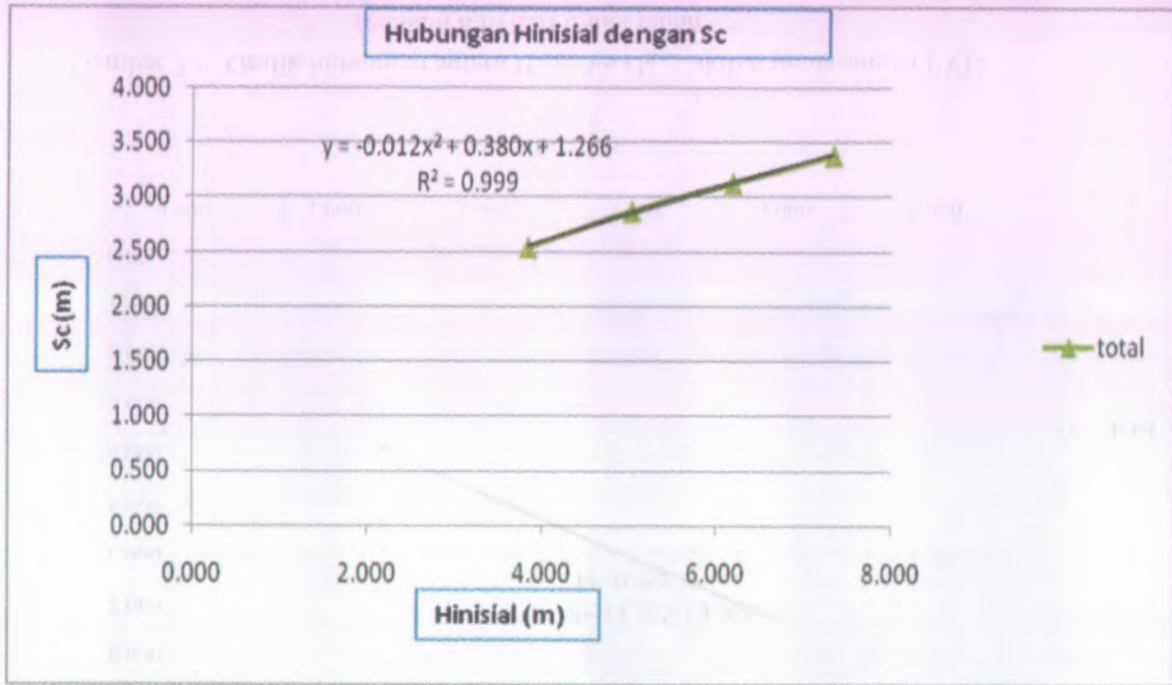
Tabel 5.13 Perhitungan Sc , $H_{initial}$, dan H_{final} Pada Lapisan Tanah Dasar Akibat Kedalaman PVD Rencana

$q \text{ (t/m}^2\text{)}$	Sc	$H_{inisial}$	H_{final}
5	2.540	3.845	1.305
7	2.872	5.034	2.162
9	3.129	6.185	3.056
11	3.383	7.334	3.952

Hasil dari Tabel 5.13 dibuat grafik hubungan $H_{initial}$ Vs H_{final} serta $H_{initial}$ Vs Sc yang baru disajikan pada Gambar 5.6 dan Gambar 5.7.



Gambar 5.6 Grafik hubungan antara H_{inisial} Vs H_{final} akibat pemasangan PVD sedalam 8 m dari muka tanah



Gambar 5.7 Grafik hubungan antara $H_{initial}$ Vs Sc akibat pemasangan PVD sedalam 8 m dari muka tanah

Dari grafik yang baru diperoleh $H_{initial}$ timbunan menjadi: 5.5 m dengan pemampatan yang terjadi :

Sc gambut	= 2.20 m
Sc lempung	= 0.8 m
Sc total	= 3 m

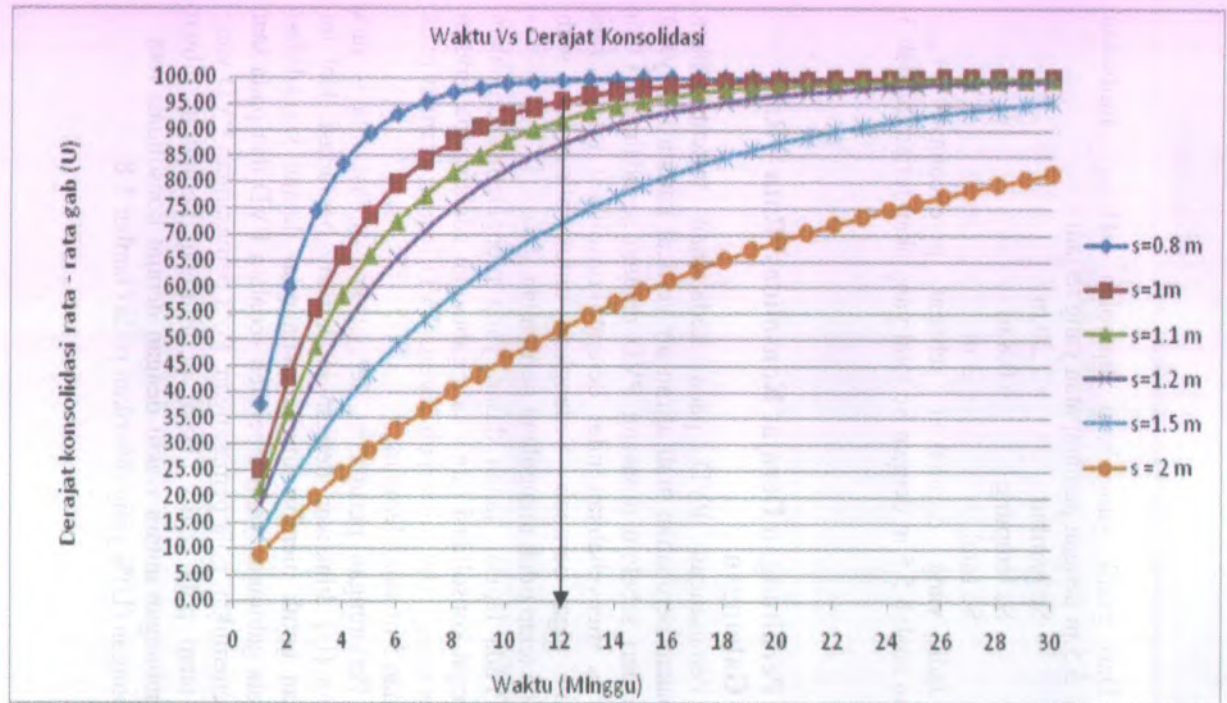
Jadi yang digunakan sebagai perencanaan $H_{initial}$ timbunan adalah 5.5 m dengan Sc total yang akan terjadi adalah 3 m.

5.7.4 Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata – Rata Gabungan

Pemasangan PVD pada kedalaman tertentu akan menyebabkan perubahan arah aliran air vertical karena Hdr yang berbeda dari sebelum dipasang PVD dengan sesudahnya. Oleh karena itu menyebabkan nilai derajat konsolidasi rata – rata gabungan juga berubah. Sedangkan untuk aliran air arah horizontal tetap tidak mengalami perubahan.

Pada lapisan tanah dasar, yang mengalami perubahan nilai derajat konsolidasi rata – rata gabungan adalah pada lapisan tanah lempung. Hal ini terjadi karena PVD hanya ditanam pada kedalaman 5 m tanah lempung.

Perhitungan perubahan derajat konsolidasi rata – rata gabungan (U) dilakukan dengan jarak yang bervariasi. Hal ini dilakukan untuk membandingkan saja nilai derajat konsolidasi rata – rata gabungan yang diperoleh sedalam PVD dan pada saat akan menentukan pola pemasangan; Pola pemasangan PVD yang dipilih tetap pola segi-4. Hasil perhitungan kemudian dibuat grafik hubungan antara waktu dengan derajat konsolidasi rata – rata gabungan (U)% yang diberikan pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Grafik hubungan Waktu Vs Ugab baru untuk kondisi PVD dipasang sedalam 8 m dari muka tanah

Dari Gambar 5.8 dapat diambil kesimpulan bahwa pola pemasangan PVD yang dilakukan adalah segi-4 dengan jarak 1m. Untuk mencapai derajat konsolidasi rata – rata gabungan ($U = 95\%$) pada lapisan tanah lempung dibutuhkan waktu selama 12 minggu.

Jadi dengan pemasangan PVD sedalam 5 m pada lapisan tanah lempung, dibutuhkan waktu selama 12 minggu untuk mencapai derajat konsolidasi 95 %. Sedangkan pada tanah gambut, dengan waktu selama 12 minggu, derajat konsolidasi rata- rata gabungan yang terjadi sudah mencapai 96%. Perhitungan derajat konsolidasi rata- rata gabungan akibat pemasangan PVD sedalam 5 m dengan jarak 1 m pada lapisan tanah lempung dan tanah gambut diberikan pada lampiran 13 dan lampiran 14.

5.8 *Preloading* dengan kombinasi PVD

Pada pelaksanaan di lapangan, timbunan yang dibutuhkan ($H_{initial}$) tidak langsung diurug di atas tanah dasar, sehingga pada pelaksanaannya dilakukan penimbunan secara bertahap (*Preloading*). Dalam perencanaan Tugas Akhir ini penimbunan secara bertahap direncanakan memiliki kecepatan penimbunan 50 cm/minggu. Jumlah tahapan penimbunan yang dilakukan:

- $H_{initial}$ = 5.5 m
- Kecepatan penimbunan = 0.5/minggu
- Jumlah pentahapan = $5.5/0.5$
= 11 x.

Dari 11x pentahapan tersebut dilakukan perhitungan terhadap *settlement* (S_c) pada lapisan tanah dasar. Selain terjadi *settlement* (S_c) pada tiap tahap penimbunan juga terjadi perubahan parameter pada tanah dasar. Hal ini terjadi karena *preloading* tersebut dikombinasikan dengan PVD yang artinya dapat mempercepat waktu pemampatan karena tanah yang dipasang sedalam PVD memiliki derajat konsolidasi rata- rata gabungan.

Pada lapisan tanah lempung, dengan adanya *preloading* akan merubah nilai C_u karena pemampatan yang terjadi. Pada lapisan tanah gambut, parameter tanah yang berubah adalah nilai γ_t , W_c , e dan ϕ .

Dengan adanya parameter tanah dasar yang berubah, belum tentu tahapan penimbunan akan dilakukan secara terus – menerus tiap minggu untuk mencapai $H_{initial}$ yang dibutuhkan. Perlu adanya cek daya dukung pada tanah dasar untuk melihat apakah akan ada tahapan penundaan atau tidak.

Cek daya dukung pada tanah dasar pada perencanaan Tugas Akhir ini menggunakan program Xstable. Dalam perhitungan Xstable didapatkan hasil tidak ada penundaan penimbunan. Dengan tidak adanya penundaan maka jadwal tahapan penimbunan disajikan pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Jadwal pentahapan penimbunan

Tinggi Timbunan (m)	Waktu (minggu)										
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5
0.5	1 mg										
1	2 mg	1 mg									
1.5	3 mg	2 mg	1 mg								
2	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg							
2.5	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg						
3	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg					
3.5	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg				
4	8 mg	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg			
4.5	9 mg	8 mg	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg		
5	10 mg	9 mg	8 mg	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg	
5.5	11 mg	10 mg	9 mg	8 mg	7 mg	6 mg	5 mg	4 mg	3 mg	2 mg	1 mg

Dari 11x pentahapan yang terjadi, nilai C_u pada tanah lempung berubah menjadi lebih besar dari semula. Data tanah lempung dan nilai C_u baru pada tanah lempung sedalam PVD disajikan pada Tabel 5.15

Tabel 5.15 Data Tanah Lempung dengan Nilai C_u baru

Kedalaman m	W_c %	γ_t (t/m^3)	G_s	C_c	C_s	C_v cm^2/dtk	ϕ	C_u (kg/cm^2)
4	71.515	1.541	2.627	1.0426	0.149	0.000268	5.08	0.19
5	70.362	1.541	2.627	1.0426	0.149	0.000268	5.08	0.20
6	70.362	1.541	2.627	1.0426	0.149	0.000268	5.08	0.21
7	70.362	1.541	2.627	1.0426	0.149	0.000268	5.08	0.22
8	70.362	1.541	2.627	1.0426	0.149	0.000268	5.08	0.23

Parameter tanah dasar yang berubah pada tanah gambut adalah perubahan nilai dari γ_t yang menjadi lebih besar; sedangkan parameter lain yang berubah adalah nilai W_c , e yang menjadi lebih kecil dari semula. Data tanah gambut akibat adanya *preloading* disajikan pada Tabel 5.16.

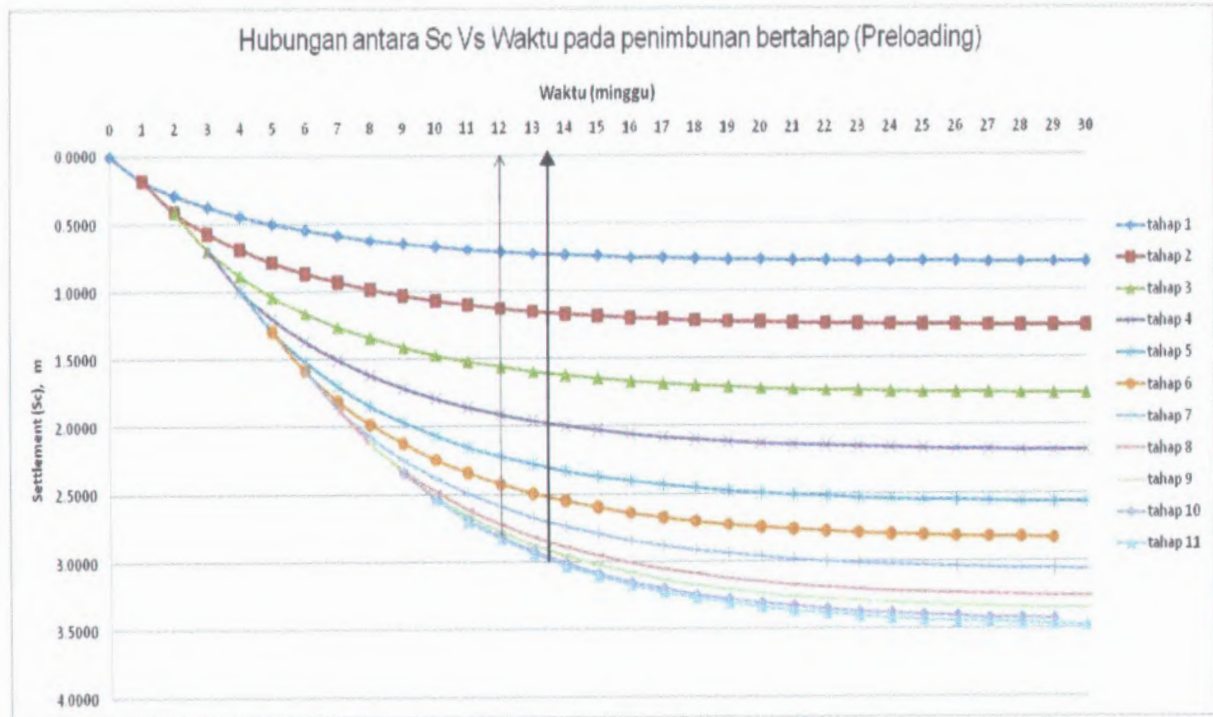
Tabel 5.16 Data Tanah Gambut setelah *preloading*

Kedalaman m	W_c %	γ_t (t/m^3)	e	G_s	C_c	C_s	C_v m^2/th	ϕ	C_u (kg/cm^2)
0	485.837	1.053	6.894	1.419	1.3962	0.1995	9	35	0
1	485.837	1.053	6.894	1.419	1.3962	0.1995	9	35	0
2	485.837	1.053	6.894	1.419	8.0745	1.1535	38	35	0
3	485.837	1.053	6.894	1.419	8.0745	1.1535	38	35	0

Dengan pentahapan penimbunan yang dilakukan pada tanah dasar, maka dihitung besarnya pemampatan berdasarkan derajat konsolidasi masing – masing pada tanah dasar. Dari perhitungan pemampatan pada setiap pentahapan kemudian dibuat grafik hubungan antara settlement (S_c) dengan waktu. Dari grafik tersebut untuk dapat diketahui besarnya pemampatan serta waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi yang direncanakan. Grafik hubungan antara settlement (S_c) dengan waktu akibat adanya disajikan pada Gambar 5.9.

Perhitungan daya dukung dengan program Xstable juga dihitung pada setiap pentahapan timbunan. Dengan nilai parameter tanah dasar yang berubah mengakibatkan nilai SF yang dihasilkan menjadi lebih besar dari sebelum dilakukan kombinasi antara PVD dengan *preloading*. Perhitungan daya dukung akhir dengan program Xstable diperoleh nilai $SF = 1.534$ dengan $H_{initial} = 5.5$ m.

Jadi dengan perbaikan tanah *preloading* yang dikombinasikan dengan PVD akan mempercepat waktu pemampatan. Dari Gambar 5.9 diperoleh bahwa untuk mencapai settelement total yakni 3 m dibutuhkan waktu ± 13.5 minggu, sedangkan untuk mencapai settlement dengan derajat konsolidasi gabungan ($U\%$) = 95% dari total 3 m yakni 2.85 m dibutuhkan waktu selama 12 minggu. Selain mempercepat waktu pemampatan, juga dapat menaikkan daya dukung. Daya dukung akhir yang dihitung dengan program Xstable menghasilkan nilai $SF = 1.534$.



Gambar 5.9 Grafik hubungan Waktu Vs Sc akibat preloading

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dalam perencanaan Tugas Akhir ini dapat diperoleh kesimpulan yaitu:

1. Elevasi awal jalan yang juga merupakan H_{final} timbunan adalah setinggi 2.5 m.
2. Tebal perkerasan yang diperoleh dengan metode AASHTO adalah sebesar 20 cm, dengan jarak sambungan 3.6 m sampai 4 m, diameter dowel = 1 in, panjang dowel = 18 in, spasi = 12 in, diameter tie bar = $\frac{1}{2}$ in, spasi = 40 in.
3. Tinggi awal timbunan ($H_{initial}$) yang harus diletakkan sebelum pemampatan terjadi adalah 5.5 m.
4. Metode perbaikan tanah yang digunakan untuk mempercepat pemampatan adalah dengan cara memberikan beban timbunan (*preloading*) dikombinasi PVD; jenis PVD tipe Nylex Flodrain dengan lebar 100 mm, tebal 5 mm, pola pemasangan segi-4, jarak pemasangan 1 m.
5. Total Settlement (S_c) yang harus dihilangkan sebelum konstruksi utama dimulai adalah sebesar 3 m. Untuk menghilangkan 95% dari total S_c ($U\% = 95\%$) diperlukan waktu 12 minggu untuk pentahapan penimbunan 50 cm/minggu.

6.2 Saran

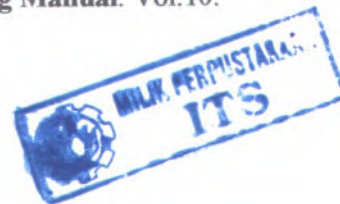
Dari hasil analisa perhitungan yang dilakukan dan kesimpulan diatas, maka saran yang diberikan antara lain:

1. Data banjir yang digunakan untuk perencanaan sebaiknya menggunakan data banjir periode 50 tahun dilengkapi dengan peta kontur.

2. Perlu dilakukan perhitungan tentang adanya *secondary settlement* pada tanah lempung, karena *secondary settlement* pada tanah lempung dalam perencanaan Tugas Akhir ini belum diperhitungkan.
3. Studi lanjutan diperlukan untuk membahas metode pelaksanaan dan anggaran biaya agar mempermudah aplikasi dilapangan.

DAFTAR ACUAN

- Adams, J. (1965). "The Engineering Behavior of a Canada Muskeq". **Proceedings of the Sixth Internasional Converce on soil mechanic and Foundation Engineering**. Vol. 1. Pp.3 – 7.
- Aldrich, H.P. (1965). Precompression for Support of Shallow Foundation. *J. Soil Mech And Found. Div. ASCE*, (91), **SM2, 5 – 20**.
- American Assosiation of State Highway and Transportation Officials. (1981). **"AASHTO Interim Guide For Design of Pavement Structures 1972"**. Chapter III Revised. Washington, America.
- Ardana, Made Dodiék dan Indrasurya B. Mochtar (1999), Pengaruh Tegangan Overburden Efektif dan Plastisitas Tanah terhadap Kekuatan Geser Undrained Tanah Lempung berkonsistensi sangat lunak sampai kaku yang terkonsolidasi normal, **Thesis S-2 di Jurusan Teknik Sipil FTSP – ITS**.
- ASTM Annual Book. 1985. "Standard Classification of Peat Samples by Laboratory Testing (D4427- 92). **ASTM, Section 4, pp 105 – 114**.
- Barron, R.A. (1948). "Consolidation of Fine – Grained Soils by drain Wells". *ASCE Trans*, Paper 2346, V. 113, pp. 718-724.
- Das, B.M. (1984). "Principles of Foundation Engineering". **Brooks/Cole Engineering Division**, Monterey, California.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga. **"Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya 1972"**.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1991). **SNI 07-2416-1991**.
- Dhowian, A.W. and Edil, T.B. (1980). "Consolidation Behaviour of Peat". **Geotecnics Testing Manual**. Vol.10.



- Edil, T.B. and Mochtar, N.E. (1984). "Prediction of Peat Settlement". **Proceedings of a Symposium: Sedimentation Consolidation Models** ASCE. San Francisco, CA.
- Gibson, R.E. and Lo. K.Y. (1961). "A Theory of Consolidation of Soil Exhibiting Secondary Compression". **Acta Polytechnica Scandinavica**.
- Hanrahan, E.T. (1954). "An Investigation of Some Physical Properties of Peats". **Geotechnique, Vol.4, No 3**.
- Hansbo, S. (1979). "Consolidation of Clay by Band - Shaped Prefabricated Drains". **Ground engineering**, Vol. 12, No.5, pp. 21-25.
- Hellis, C.F. and C.O. Brawner (1961). "The Compressibility of Peat with Reference to Major Highway Construction in British Columbia. **Proc. Seventh Muskeg Res. Conf, NRC. ACSSM. Tech, Memo 71, pp 204 - 227**.
- MacFarlane, I.C. (1959). "**Muskeg Engineering Handbook**". National Research Council of Canada, University of Toronto Press, Toronto, Canada.
- MacFarlane, I.C. dan Radforth, N.W. (1965). "A Study of Physical Behaviour of Peat Derivatives Under Compression. **Proceeding of The Tenth Muskeg Research Conference**. National Research Council of Canada, Technical Memorandum No.85.
- Marzuki, A. (2004). "Pengaruh Sistem Pentahapan Pembebanan Terhadap Hasil Prakiraan Pemampatan Lapisan Tanah Gambut di Lapangan Studi Kasus Tanah Gambut Berserat Palangkaraya Kalimantan Tengah". Dipublikasikan sebagai **Thesis program S2 Geoteknik Jurusan Teknik Sipil FTSP - ITS**.
- Mochtar, Indrasurya B. (2000). "**Teknologi perbaikan Tanah dan Alternatif Perencanaan Pada Tanah Bermasalah (Problematic Soil)**". Surabaya. Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.



- Mochtar, Indrasurya B. **"Modul Ajar Rekayasa Perkerasan Jalan (PS-1374)"**. Surabaya. Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
- Mochtar, Noor E. dan Mochtar, Indrasurya B. (1991). "Studi Tentang Sifat Fisik dan Sifat Teknis Tanah Gambut Banjarmasin dan Palangkaraya Serta Alternatif Cara Penangannya untuk Konstruksi Jalan". Dipublikasikan sebagai **hasil penelitian BBI dengan dana dari DIKTI Jakarta**.
- Mochtar, Noor E. dan Mochtar, Indrasurya B. (1988). **"Mekanika Tanah 1 (prinsip-prinsip rekayasa geoteknis)"**. Jakarta. Erlangga.
- Mochtar, N.E. (1985). "Compression of Peat Soil". **Ph.D. Dissertation The University of Wisconsin – Madison**.
- Mochtar, N.E. (1996). "Karakteristik Tanah Gambut (Peat Soil) dan Metode Perbaikannya". **Prosiding Seminar Foundation Design and Improvement Techniques in Difficult Ground**. Surabaya. Moeljawan, Mega, (1999). "Perencanaan Jalan Raya Diatas Tanah Gambut KM.19+500 Sampai KM.21+500 Ruas Jalan Palangkaraya–Pulang Pisau Kalimantan Tengah", **Tugas Akhir S1 Lintas Jalur, Jurusan Teknik Sipil ITS, Surabaya**
- NAVFAC DM – 7. (1971). **Design Manual, Soil Mechanics, Foundation and Earth Structures, Dept. of the Navy Naval Facilities Engineering Command, Virginia, USA**.
- Pasaribu, A.S. (1998). "Konstruksi Jalan di Tanah Gambut". **Prosiding Seminar Nasional Gambut III. Pontianak, Kalimantan Barat**.

- Rachman, A. (1998). "Pengaruh Rasio Beban Tahapan, Periode Pembebanan dan Pemberian Preloading Terhadap Perilaku Pemampatan Tanah Gambut Berserat". Dipublikasikan sebagai Thesis program S2 Geoteknik Jurusan Teknik Sipil FTSP – ITS.
- Terzaghi, K. (1925). "Prinsiples of Soil Mechanics". **Engineering News Record, Vol 25.**

No	Lokasi Banjir	Lama Genangan	Tinggi Genangan
1	Prapatan	1 jam	0.5 m
2	Klandasan Ulu	30 menit	0.5 m
3	Klandasan Ilir	-	-
4	Gunung Bahagia	1 jam	0.8 m
5	Telaga Sari	1 jam	0.5 m
6	Sepinggian	2 jam	0.65 m
7	Gunung Sari Ulu	2 jam	0.65 m
8	Sumber Rejo	1.5 jam	1 m
9	Karang Jati	1.5 jam	1 m
10	Mekar Sari	2 jam	1 m
11	Karang Rejo	3 jam	1 m
12	Gunung Sari Hilir	1 jam	0.8 m
13	Teritip	2 hari	1.5 m
14	Manggar	1 bulan	1.5 m
15	Manggar Baru	2 hari	0.55 m
16	Muara Rapak	2 jam	0.65 m
17	Batu Ampar	1.5 jam	100 cm
18	Gunung Samarinda	1 hari	0.55 m
19	Karang Joang	2 jam	1 m
20	Baru Ilir	1 jam	1 m
21	Baru Tengah	1 jam	0.5 m
22	Marga Mulyo	3 jam	1 m
23	Marga Sari	1.5 jam	1.m
24	Mufakat	6 jam	1.5 m

(Sumber : Master Plan Drainase Kota Balikpapan)

Lampiran 1 Data Tinggi Genangan Muka Air Banjir Kota Balikpapan



PERCOBAAN C.B.R.

Kadar air yang dikendalikan : 17,45 %

Berat isi kering yang dikendalikan : 1,570 g/mlcc

Proyek : PEMB. TOL SURABAYA MOJOKERTO
Order : PT. WIJAYA KARYA
Contoh No. : 1 (SATU)
Macam Tanah : PASIR BERLANAU BERLEMPUNG BERIKRIT.
Lokasi : EX SUMBER WARU BELAKANG

Berat tanah - cylinder	9107
Berat cylinder	4545
Berat tanah basah	4554
Berat tanah kering	3878
Berat isi kering	1,570

STANDARD PROCTOR/MOD AASHTO/ASLI

JENUH / TIDAK JENUH

Swelling:

Tanggal				
Jam				
Pembacaan				
Persiapan				

Pembacaan:

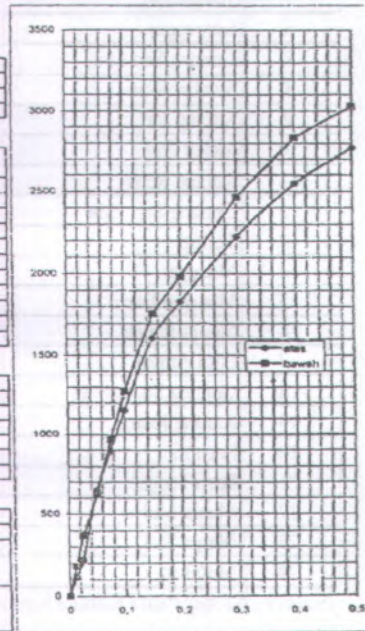
Penentuan (a)	Pembacaan arloji		Beban (b)	
	Atas	Bawah	Atas	Bawah
0,01250	127	198	117	183
0,025	236	398	219	300
0,05	702	673	651	624
0,075	963	1045	893	969
0,10	1245	1372	1153	1273
0,15	1733	1896	1608	1759
0,20	1972	2136	1850	1982
0,30	2398	2657	2225	2455
0,40	2745	3064	2547	2834
0,50	2986	3266	2771	3029

Kadar air:

	Sebelum	Sesudah
Tanah basah + lepus	89,56	
Tanah kering + lepus	63,04	
Krus (No. 36)	44,27	
air	6,52	
Tanah kering	38,77	
Kadar air %	16,83	

CBR:

	Harga C.B.R. %	
	0,1"	0,2"
Atas	$\frac{1155}{3000} \times 100 = 38,50$	$\frac{1830}{4500} \times 100 = 40,67$
Bawah	$\frac{1273}{3000} \times 100 = 42,43$	$\frac{1982}{4500} \times 100 = 44,04$



Nilai CBR design :

Rata - rata nilai bacaan 0.2 atas dan 0.2 bawah = $(40.67 + 44.04)/2$

$$= 42.355$$

$$\approx 42 \%$$

Lampiran 2 Data tanah timbunan dan nilai CBR

Gerbang Tol	Gol I	Gol II	Gol III	Gol IV	Gol V
Dupak 1	8460	2559	1134	2265	668
Dupak 2	1353	738	314	554	196
Dupak 3	10541	995	132	123	33
Dupak 4	6394	2078	1096	786	302
Banyu Urip	2355	567	175	73	33
Kota Satelit	16121	399	52	10	3
G.Sari 1	3338	164	24	9	1
G.Sari 2	3587	657	329	228	98
Waru Terbuka	10765	2321	675	567	126
Sidoarjo Terbuka	1526	456	80	41	5
TTL Sistem Terbuka	70248	11108	4324	5117	1691
W.Buka + WU	27098	5123	1763	1799	554
Waru Utama	11334	2628	774	770	205
Waru Ramp	8347	912	238	66	14
Sidoarjo	9742	473	78	71	17
Porong	9258	2646	829	733	190
Gempol	0	0	0	0	0
TTL Sistem Tertutup	38680	6659	1290	1640	425
TTL SBY - GEMPOL	108928	17767	6243	6756	2116
TTL SBY - GPL - WARU	120262	20394	7018	7526	2321

Sumber : Dinas Jasa Marga Cabang Tol Satelit, Surabaya

Lampiran 3 Data lalu lintas Jalan Tol Ruas Perak – Waru

Tahun	Jumlah	i (%)
2000	34440354	
2001	34939571	
2002	35438788	
2003	35938006	
2004	36437223	
2005	36936440	
2006	37435657	
2007	37934874	
2008	38434092	
2009	38933309	1.30
2010	39432526	1.28
2011	39931743	1.27
2012	40430960	1.25
2013	40930178	1.23
2014	41429395	1.22
2015	41928612	1.20
2016	42427829	1.19
2017	42927046	1.18
2018	43426264	1.16
2019	43925481	1.15
2020	44424698	1.14
2021	44923915	1.12
2022	45423132	1.11
2023	45922350	1.10
2024	46421567	1.09
2025	46920784	1.08
2026	47420001	1.06
2027	47919218	1.05
2028	48418436	1.04
2029	48917653	1.03

Lampiran 4.1 Perhitungan faktor pertumbuhan (i%) Penduduk

Tahun	Jumlah	i (%)
2000	168896	
2001	213895	
2002	258895	
2003	303895	
2004	348894	
2005	393894	
2006	438893	
2007	483893	
2008	528892	
2009	573892	8.51
2010	618891	7.84
2011	663891	7.27
2012	708891	6.78
2013	753890	6.35
2014	798890	5.97
2015	843889	5.63
2016	888889	5.33
2017	933888	5.06
2018	978888	4.82
2019	1023887	4.60
2020	1068887	4.39
2021	1113887	4.21
2022	1158886	4.04
2023	1203886	3.88
2024	1248885	3.74
2025	1293885	3.60
2026	1338884	3.48
2027	1383884	3.36
2028	1428884	3.25
2029	1473883	3.15

Lampiran 4.2 Perhitungan faktor pertumbuhan (i%) PDRB

Tahun	Jumlah	i(%)
2000	4864.2	
2001	6017.01	
2002	7169.82	
2003	8322.63	
2004	9475.44	
2005	10628.25	
2006	11781.06	
2007	12933.87	
2008	14086.68	
2009	15239.49	8.18
2010	16392.3	7.56
2011	17545.11	7.03
2012	18697.92	6.57
2013	19850.73	6.17
2014	21003.54	5.81
2015	22156.35	5.49
2016	23309.16	5.20
2017	24461.97	4.95
2018	25614.78	4.71
2019	26767.59	4.50
2020	27920.4	4.31
2021	29073.21	4.13
2022	30226.02	3.97
2023	31378.83	3.81
2024	32531.64	3.67
2025	33684.45	3.54
2026	34837.26	3.42
2027	35990.07	3.31
2028	37142.88	3.20
2029	38295.69	3.10

Lampiran 4.3 Perhitungan faktor pertumbuhan (i%) PDRB per kapita

TECA(B) SDN BHD				BOREHOLE No. BH1									
Job No: TN-1101026-8		Project: Soil Investigation At Badas Area, Belait District											
Date Started: 29/05/2008		Client: PT. Duta Graha Indah Tbk											
Date Completed: 30/06/2008		Consultant: -											
Coordinates:		Boring Method: Rotary Wash Boring		Boring Diameter: 76mm									
Ground Level:		Boring Equipment: YBM		Casing Diameter: 76mm									
Description	Reduced	Legend	Casing Depth	Thickness	Depth	Sample/Tests		SPT N					
						Depth	Type No.		Test				
Ground Surface	0.00												
Very loose light brown silty fine SAND			0.00		0.00	D1	Bulk Sample						
Loose dark brown mottled with grey silty fine SAND with traces of peat and decayed wood fragments	-0.50		0.80		1.00-1.45	P1 D2	S465	9					
Loose light brown silty fine SAND with traces of peat and decayed wood fragments	-2.00		1.80		2.00-2.45	P2 D3	2003	5					
Very loose light brown silty fine SAND with traces of decayed vegetation	-2.60		2.60		3.00-3.45	P3 D4	1761	2					
Very soft dark brown PEAT with traces of silty fine sand	-3.50		3.00		4.00								
Very soft dark brown PEAT with traces of silty fine sand	-4.70		3.80		4.00-4.45	P4 D5	1111	2					
Medium dense light brown silty fine SAND			4.70		5.00-5.45	P5 D6	S1010	20					
Medium dense light brown mottled with grey silty fine SAND	-6.00		6.00		6.00-6.45	P6 D7	111317	20					
Medium dense light brown silty fine SAND	-7.00		4.10		7.00-7.45	P7 D8	4912	21					
Medium dense light brown mottled with grey silty fine SAND	-8.00		8.00		8.00-8.45	P8 D9	61215	27					
Very soft dark grey CLAY with traces of silty fine sand	-8.90		5.80		9.00-9.45	P9 D10	1491	1					
Medium dense dark grey silty fine SAND	-9.70		9.70		10.0-10.45	P10 D11	8195	14					
Remarks		Date		Time		BH Depth		Casing Depth		Water Depth at G.L.		Logged by	
- Borehole terminated at 10.45m below ground level		29-06-08		18:30		5.45		6.00		0.40		Saribwan	
- Borehole sealed by Client's representative on site		30-06-08		06:10		9.45		6.00		0.40		Checked by S.K.Chong	
		30-06-08		12:00		10.45		NIL		0.20		LOG OF BORING	
												Sheet 1 of 1	

Lampiran 5.1 Data Tanah Borehole No. BH1, Kuala Belait, Brunei Darussalam

TECA(B) SDN BHD				BOREHOLE No. BH2								
Job No: FT 1101-08-8		Project: Soil investigation at Badau Area, Belait District										
Date Started: 30/08/2008		Client: PT. Duta Graha Indah Tbk										
Date Completed: 30/08/2008		Consultant: -										
Coordinates		Boring Method: Rotary Wash Boring		Boring Diameter: 76mm								
Ground Level		Boring Equipment: YGM		Casing Diameter: 76mm								
Description	Reduced	Legend	Casing depth	Thickness	Depth	Sample/Tests			SPT 'N'			
						Depth	Sample Type	Test				
Ground Surface	0.00											
Very loose brown silty fine SAND with traces of coals	-0.75		0.75		0.00-0.20			Blank Sample				
Loose light grey silty fine SAND	-2.00		1.25		1.00-1.45	P1	D2	S5/2	7			
Very loose grey silty fine SAND	-2.90		2.00		2.00-2.45	P2	D3	L4/2	2			
Very loose light brown silty fine SAND thinly laminated with peat	-4.00		2.50		3.00-3.45	P3	D4	L4/3	0			
Loose light brown silty fine SAND intercalated with peat	-4.80		4.00		4.00-4.45	P4	D5	L4/5	9			
Medium dense light grey very silty fine SAND	-5.00		4.80		5.00-5.45	P5	D6	4/7/11	18			
Medium dense grey silty fine SAND	-6.00				6.00-6.45	P6	D7	7/12/18	30			
Medium dense light grey silty fine SAND with traces of seashell fragments	-6.85		3.65		7.00-7.45	P7	D8	4/5/11	17			
	-8.00				8.00-8.45	P8	D9	4/5/7	15			
Very soft dark grey CLAY thinly laminated with silty fine sand and seashell fragments	-9.60		8.05		9.00-9.45	P9	D10	5/9/1	1			
Soft dark grey CLAY with traces of silty fine sand and seashell fragments	-10.10		8.90		10.00-10.45	P10	D11	5/10/10	20			
Medium dense light grey silty fine SAND with traces of seashell fragments	-10.45		10.45									
Remarks	Date				Time		BH Depth		Casing Depth		Water Depth	
	30-08-08				12.30		10.45		NIL		0.25	
Borehole terminated at 10.45m below ground level												
Borehole sealed by Client's representative on site												
Logged by: Sarwosh												
Checked by: S.K.Chong												
LOG OF BORING												
Sheet 1 of 1												

Lampiran 5.2 Data Tanah Borehole No. BH2, Kuala Belait, Brunei Darussalam



Lampiran 5.3 Lokasi Boreholes Kuala Belait, Brunei Darussalam

TECHNO ADVANCE LABORATORY

Table 4: SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULTS

Project: RANCANGAN PERUMAHAN NEGARA, KG PANDAN.																						
Client: The Brunei Economic Development Board (BEDB)																						
Consultants: Infrastructure Development Division, BEDB																						
Job No: 109 / 2008																						
Date: August 2008																						
Borehole Ref	Sample		Natural Moisture Content (%)	Density (Mg/m ³)		Atterberg Limits Test (%)			Particle Size Distribution Test (%)				Triaxial Compression Test		Consolidation Test		Chemical Test					
	Ref	Depth (m), bgl		Wet	Dry	LL	PI	Classification	Clay	Silt	Sand	Gravel / Wood	Unconfined Compression C (kPa)	Apparent Compression, C (kPa)	Angle of Shearing Resistance, ϕ (°)	Pre Consolidation Pressure, P _c (kPa)	Compression Index (C _c)	pH Value	Sulphate Content %	Organic Content %	Chloride Content %	
BH 1	U3	18.00 - 18.75	46.3	1,716	1,173								13	7°	47	0.167						
BH 2	U2	12.00 - 12.40	48.2	1,716	1,158								15	8°								
BH 3	U2	15.00 - 15.75	46.9	1,737	1,183								10	6°								
BH 4	U2	15.00 - 15.45	47.7	1,748	1,163								12	7°	52	0.306						
BH 5	U3	31.50 - 32.25	51.3	1,855	1,100								29	6°	59	0.462						
BH 6	U3	21.00 - 21.75	48.3	1,716	1,157								13	8°								
BH 7	U1	9.00 - 9.45	35.0	1,881	1,372								15	8°	61	0.220						
BH 8	U2	12.00 - 12.60	36.7	1,846	1,350								13	8°								
BH 9	U3	19.50 - 19.90	44.7	1,752	1,211								11	8°								
Remarks:																						

TAL/Item 207 / 003 - Issue No: 1 - Revision: 1 - Date: 31/07/2008

⇒ This report shall not be reproduced either partially or in full, without written approval of TAL.

Lampiran 5.4 Data Tanah Hasil Tes Laboratorium

RANCANGAN PERUMAHAN NEGARA KG. PANDAN - SOIL INVESTIGATION WORKS

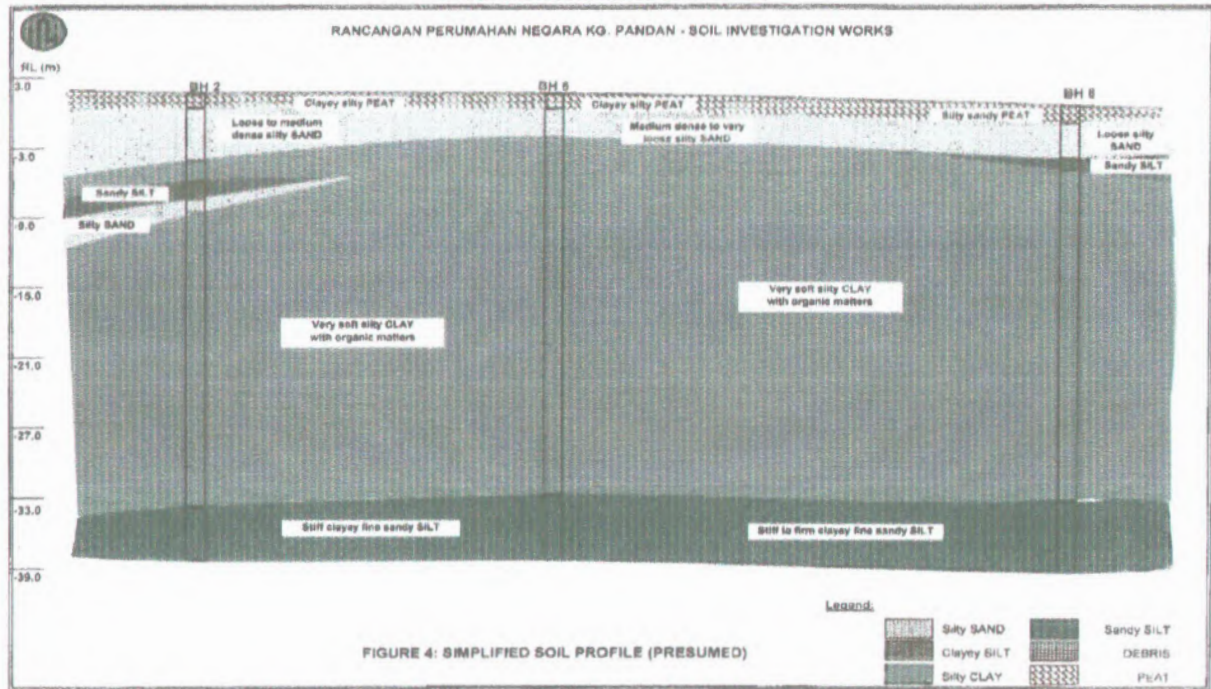


FIGURE 4: SIMPLIFIED SOIL PROFILE (PRESUMED)

Note: NOT TO SCALE

Remarks: Strata are interpolated and may VARY SIGNIFICANTLY in between borings

Job No: 108/2008

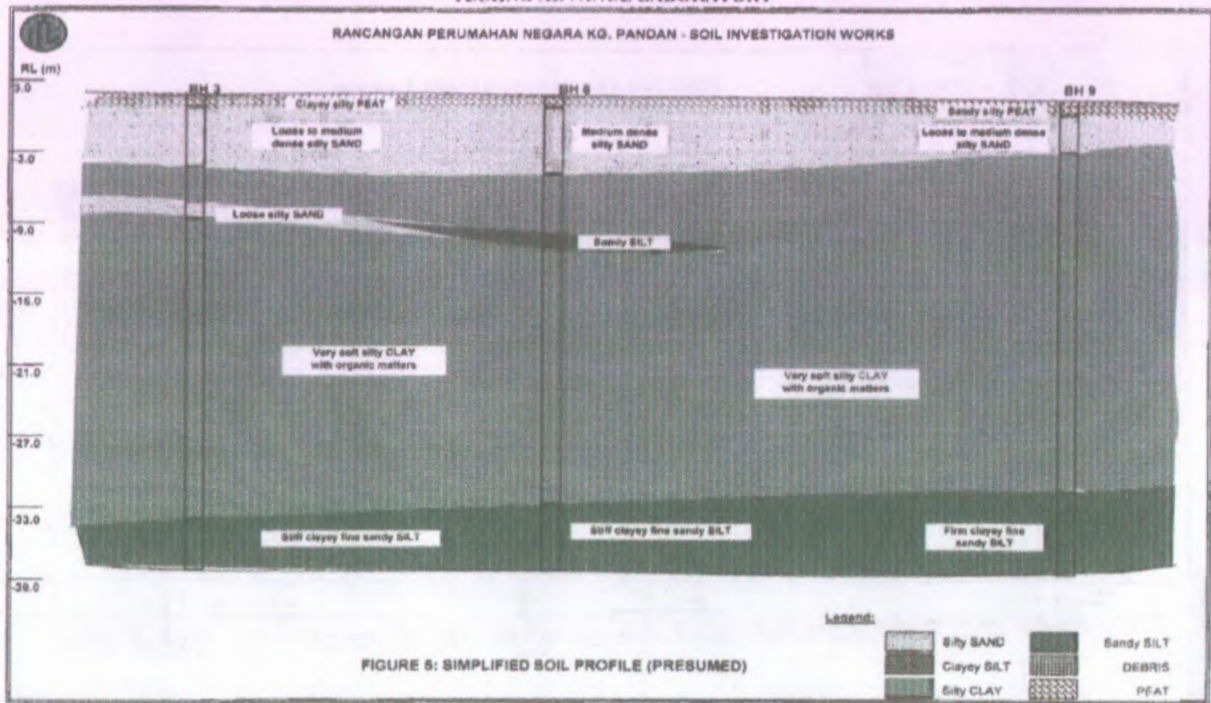


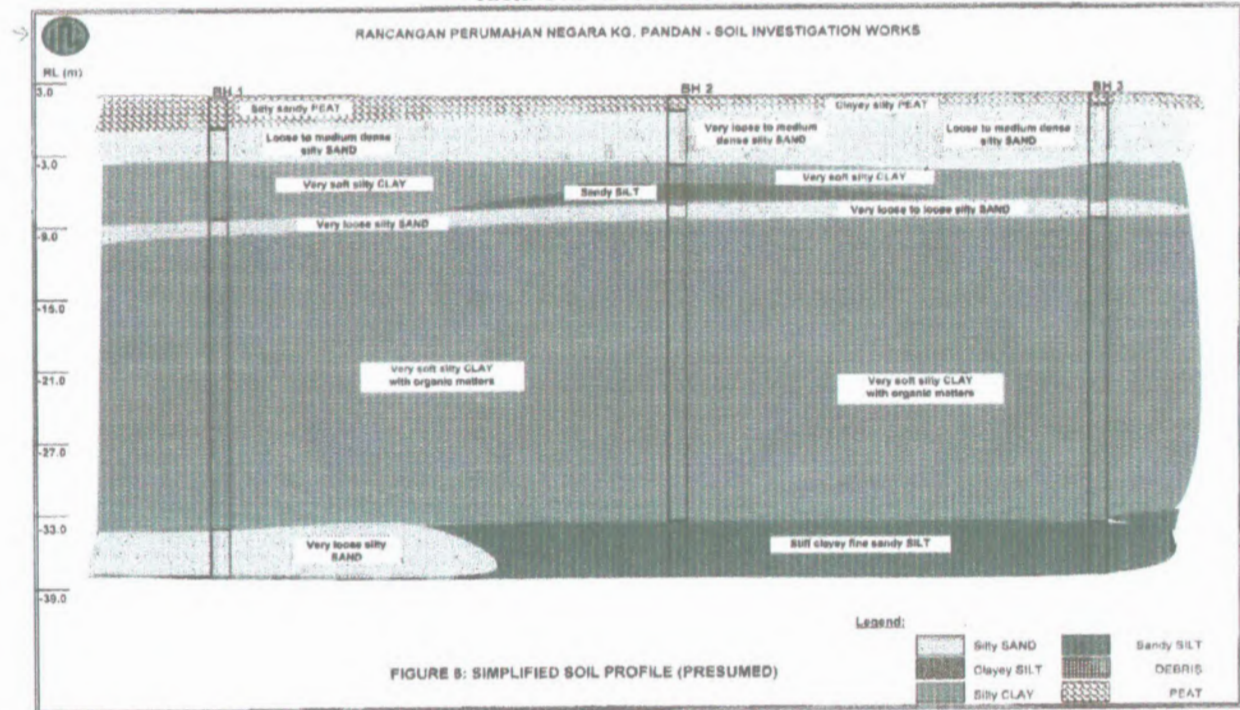
FIGURE 5: SIMPLIFIED SOIL PROFILE (PRESUMED)

Note: NOT TO SCALE

Remarks: Borings are interpolated and may VARY SIGNIFICANTLY in between borings

Job No. 109/ 2008

Lampiran 5.5 Soil Investigation Works, Kuala Belait, Brunei Darussalam (lanjutan 1)

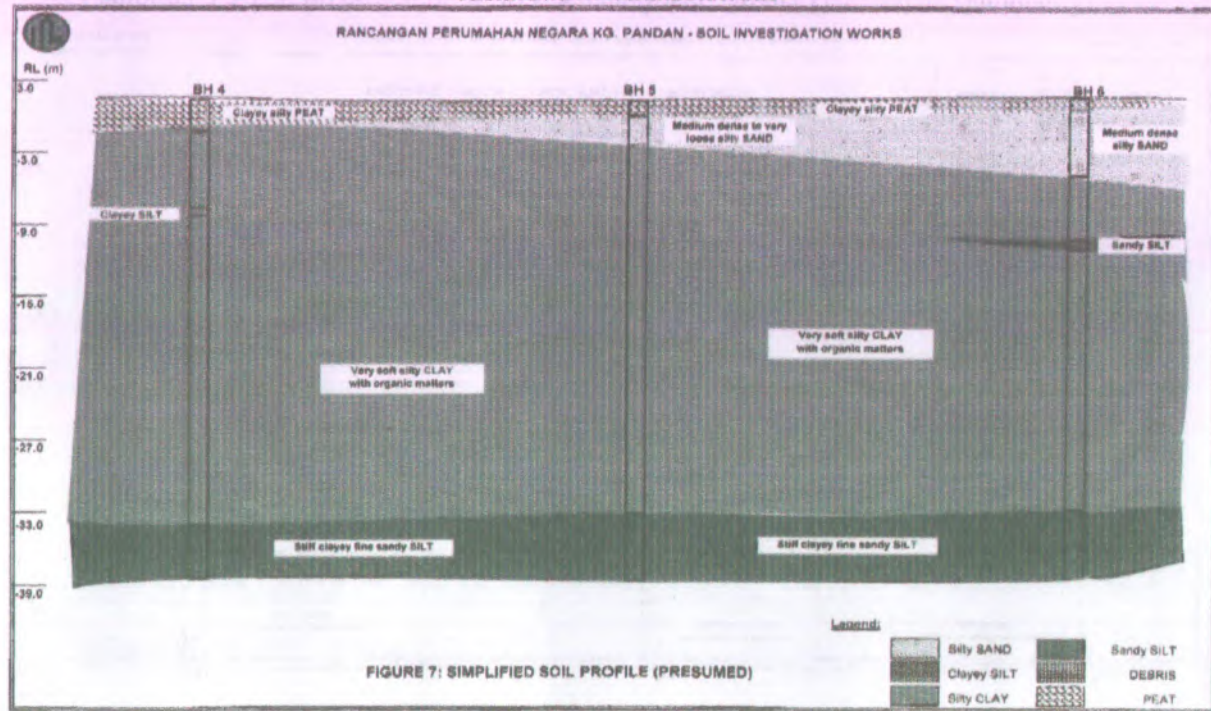


Note: NOT TO SCALE

Remarks: Stratas are interpolated and may VARY SIGNIFICANTLY in between borings

Job No: 108/2008

Lampiran 5.5 Soil Investigation Works, Kuala Belait, Brunei Darussalam (lanjutan 2)



Note: NOT TO SCALE

Remarks: Stratas are interpolated and may VARY SIGNIFICANTLY in between borings

Job No: 109/ 2008

Lampiran 5.5 Soil Investigation Works, Kuala Belait, Brunei Darussalam (lanjutan 3)

RANCANGAN PERUMAHAN NEGARA KG. PANDAN - SOIL INVESTIGATION WORKS

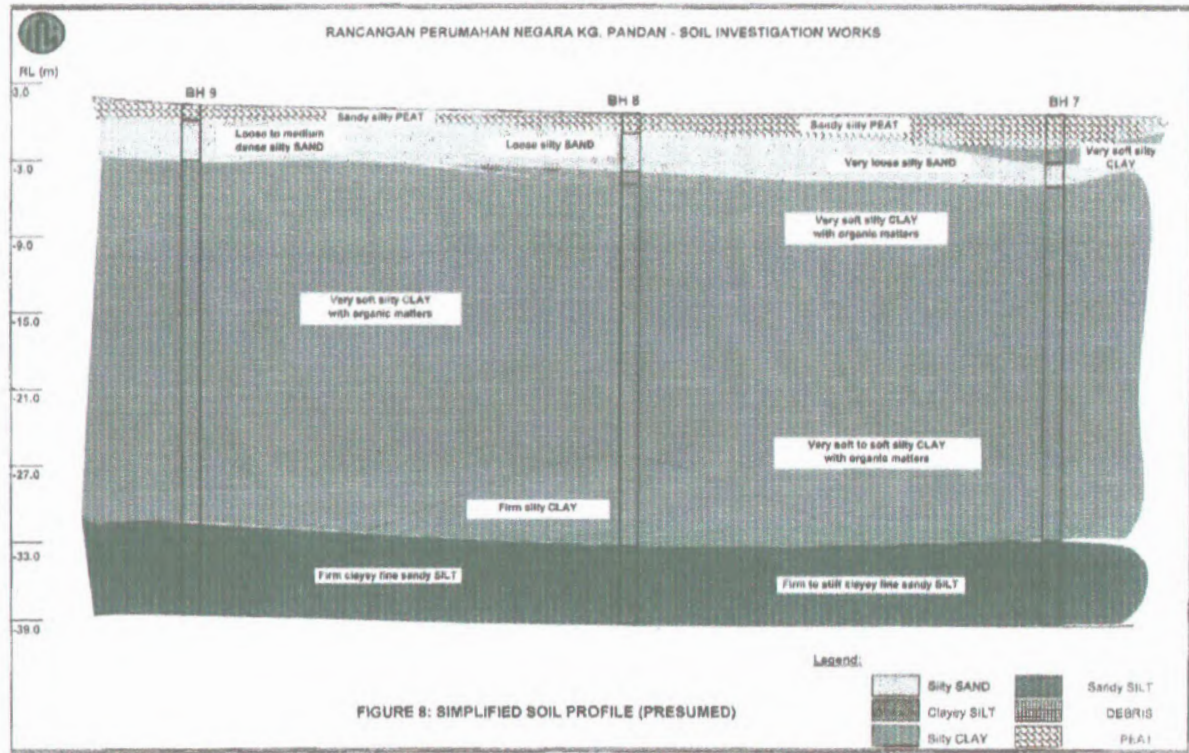


FIGURE 8: SIMPLIFIED SOIL PROFILE (PRESUMED)

Note: NOT TO SCALE

Remarks: Stratas are interpolated and may VARY SIGNIFICANTLY in between borings

Job No. 109/2008

Lampiran 5.5 Soil Investigation Works, Kuala Belait, Brunei Darussalam (lanjutan 4)

Kedalaman (m)	BH 1					
	yt(gr/cc)	Gs	Wc (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)
5	1.484	2.63	72.05	144	38	106
8	1.484	2.63	72.05	144	38	106
10	1.484	2.63	72.05	144	38	106

Lampiran 5.6 Data Tanah Lempung Kelanauan, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Kode A1

Kedalaman (m)	BH 2					
	yt(gr/cc)	Gs	Wc (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)
5	1.546	2.68	69.34	128	37.5	90.5
8	1.546	2.68	69.34	128	37.5	90.5
10	1.546	2.68	69.34	128	37.5	90.5

Lampiran 5.6 Data Tanah Lempung Kelanauan, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Kode A1(Lanjutan)

Kedalaman (m)	BH 1					
	yt(gr/cc)	Gs	Wc (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)
5	1.489	2.569	74.2	110.2	40.4	69.8
8	1.489	2.569	74.2	110.2	40.4	69.8
10	1.489	2.569	74.2	110.2	40.4	69.8

Lampiran 5.7 Data Tanah Lempung Kelanauan, Trisakti, Kalimantan Selatan, Kode A2

Kedalaman (m)	BH 2					
	yt(gr/cc)	Gs	Wc (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)
5	1.427	2.73	95.3	111	40.1	70.9
8	1.427	2.73	95.3	111	40.1	70.9
10	1.427	2.73	95.3	111	40.1	70.9

Lampiran 5.7 Data Tanah Lempung Kelanauan, Trisakti, Kalimantan Selatan, Kode A2 (Lanjutan)

Kedalaman (m)	BH 1				BH 2			
	yt(t/m ³)	Gs	Wc (%)	Pl (%)	yt(t/m ³)	Gs	Wc (%)	Pl (%)
3	1.468	2.345	80	37.11	1.53	2.491	72.8	47.98
6	1.591	2.653	67.8	37.23	1.47	2.313	77.6	48.91
9					1.534	2.515	73.1	35.84

Lampiran 5.8 Data Tanah Lanau Kelempungan, Sampit, Kalimantan Tengah, Kode B

Kedalaman (m)	BH 6			
	yt(t/m ³)	Gs	Wc (%)	Pl (%)
3	1.572	2.532	66.2	23.48
6	1.667	2.743	58.8	41.17
9				

Lampiran 5.8 Data Tanah Lanau Kelempungan, Sampit, Kalimantan Tengah, Kode B(Lanjutan 1)

Kedalaman (m)	Gs	yt(t/m ³)
2.75	2.421	1.614
3.75	2.127	1.534

Lampiran 5.9 Data Tanah Lempung Lembek (Kode B)
Sumber : Thesis S2 Teknik Sipil ITS, Ahmad Marzuki (2004)

Kedalaman (m)	Titik Bor	Wc (%)	yt (Mg/m ³)	yd (Mg/m ³)
18	BH 1	46.3	1.716	1.173
12	BH 2	48.2	1.716	1.158
15	BH 3	46.9	1.737	1.183
15	BH 4	47.7	1.748	1.183
31.5	BH 5	51.3	1.665	1.1
21	BH 6	48.3	1.715	1.157
9	BH 7	35.6	1.861	1.372
12	BH 8	36.7	1.846	1.35
19.5	BH 9	44.7	1.752	1.211

Lampiran 5.10 Data Tanah Kuala Belait, Brunei Darussalam, Kode D

Kedalaman (m)	Wc (%)						e					
	0	610.25	634.21	608.97	630.26	658.1	547.67	10.87	10.75	10.87	11.17	10.116
1	610.25	634.21	608.97	630.26	658.1	547.67	10.87	10.75	10.87	11.17	10.116	10.398
2	610.25	634.21	608.97	630.26	658.1	547.67	10.87	10.75	10.87	11.17	10.116	10.398
3	610.25	634.21	608.97	630.26	658.1	547.67	10.87	10.75	10.87	11.17	10.116	10.398

Lampiran 5.11 Data Tanah Gambut, Kode D1

Sumber: Thesis S2 Teknik Sipil ITS, Abdul Rachman (1998)

Kedalaman (m)	Wc (%)		yt rata - rata (t/m ³)	
	A	B	A	B
0	449.835	536.325	0.964	1
1	449.835	536.325	0.964	1
2	449.835	536.325	0.964	1
3	449.835	536.325	0.964	1

Lampiran 5.12 Data Tanah Gambut, Kode D2

Sumber: Laporan Penelitian Noor Endah dan Indrasurya B.Mochtar

Kedalaman (m)	vd rata - rata (t/m ³)		Gs rata - rata		e	
	A	B	A	B	A	B
0	0.175	0.157	1.381	1.439	6.891	8.166
1	0.175	0.157	1.381	1.439	6.891	8.166
2	0.175	0.157	1.381	1.439	6.891	8.166
3	0.175	0.157	1.381	1.439	6.891	8.166

Lampiran 5.12 Data Tanah Gambut, Kode D2 (Lanjutan1)

Sumber: Laporan Penelitian Noor Endah dan Indrasurya B.Mochtar

Kedalaman (m)	γ_t t/m ³	e_0
0.8	1.03	4.075
1.75	1.03	14.385

Lampiran 5.13 Data Tanah Gambut, Kode D3

Sumber: Thesis S2 Teknik Sipil ITS, Ahmad Marzuki (2004)

Kedalaman (m)	Wc (%)				γ_t rata - rata (t/m ³)			
	A		B		A		B	
	I	II	I	II	I	II	I	II
0	731.765	620.238	611.6061	603.293	1.0229	1.0257	0.9872	0.9868
1	731.765	620.238	611.6061	603.293	1.0229	1.0257	0.9872	0.9868
2	731.765	620.238	611.6061	603.293	1.0229	1.0257	0.9872	0.9868
3	731.765	620.238	611.6061	603.293	1.0229	1.0257	0.9872	0.9868

Lampiran 5.14 Data Tanah Gambut, Kode D4

Sumber: Tugas Akhir S1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil ITS, Mega Moelyawan APV

Kedalaman (m)	γ_d rata - rata (t/m ³)				Gs rata - rata			
	A		B		A		B	
	I	II	I	II	I	II	I	II
0	0.1257	0.1424	0.1387	0.1403	1.3866	1.5273	1.4209	1.339
1	0.1257	0.1424	0.1387	0.1403	1.3866	1.5273	1.4209	1.339
2	0.1257	0.1424	0.1387	0.1403	1.3866	1.5273	1.4209	1.339
3	0.1257	0.1424	0.1387	0.1403	1.3866	1.5273	1.4209	1.339

Lampiran 5.14 Data Tanah Gambut, Kode D4 (Lanjutan 1)

Sumber: Tugas Akhir S1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil ITS, Mega Moelyawan APV

Kedalaman (m)	e			
	A		B	
	I	II	I	II
0	10.275	9.7245	9.2420	8.5430
1	10.275	9.7245	9.2420	8.5430
2	10.275	9.7245	9.2420	8.5430
3	10.275	9.7245	9.2420	8.5430

Lampiran 5.14 Data Tanah Gambut, Kode D4 (Lanjutan 2)

Sumber: *Tugas Akhir SI Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil ITS, Mega Moelyawan APV*

NYLEX FLODRAIN™

The Engineer's 1st Choice

TECHNICAL SPECIFICATIONS

<i>Flodrain Properties</i>	<i>Unit</i>	<i>Test Method</i>	<i>FD5</i>
Core Structure	-	-	Cusplate Profile
Core Material	-	-	HDPE
Compressive Strength	kPa	ASTM D 1621	>450
Tensile Strength	kN	ASTM D 4632	>1.0
Composite	-	-	-
Weight of drain	g/m	ASTM D 5261	70
Width	mm	-	100
Thickness	mm	ASTM D 5199	5
Discharge Capacity, qw at 350 kN/m ²	-	-	-
Index test - deformed foam	m ³ /s	ASTM D 4716	65 x 10 ⁻⁶
Straight - embedded in clay	m ³ /s	ASTM D 4716	100x10 ⁻⁶
Buckled - embedded in clay	m ³ /s	ASTM D 4716	80x10 ⁻⁶
Tensile Strength	kN	ASTM D 4595	2.5
Elongation at break	%	ASTM D 4595	25
Strength at 10% elongation	kN	ASTM D 4595	1.3
<i>Filter Properties</i>			
Filter Structure	-	-	Non Woven Spunbond
Filter Material	-	-	Polyster
Straight Tensile Strength	kN/m	ASTM D 4595	8
Grab Strength	N	ASTM D 4632	500
Permeability	m/s	ASTM D 4491	2.0x10 ⁻⁴
Permittivity	s ⁻¹	ASTM D 4491	0,5
Pore Size O ₉₅	micron	ASTM D 4751	<75
<i>Packing Details</i>			
Roll Length	m	Nominal	200
Roll Diameter	m	Nominal	1.1 ±5%
20ft container	m	Nominal	46,000
40ft container	m	Nominal	96,000

The Values given are indicative and corresponds to average values obtained in our laboratories and testing institutes. right is reserved to make changes without notice at any time.

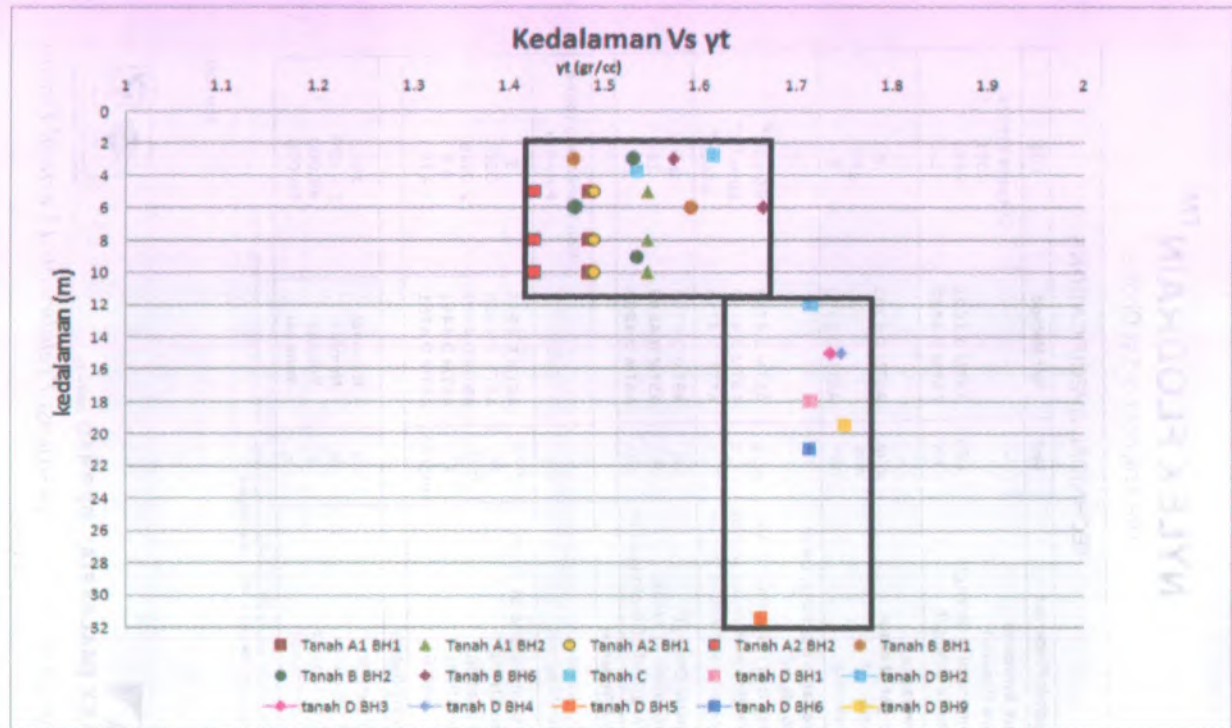
FD5141204



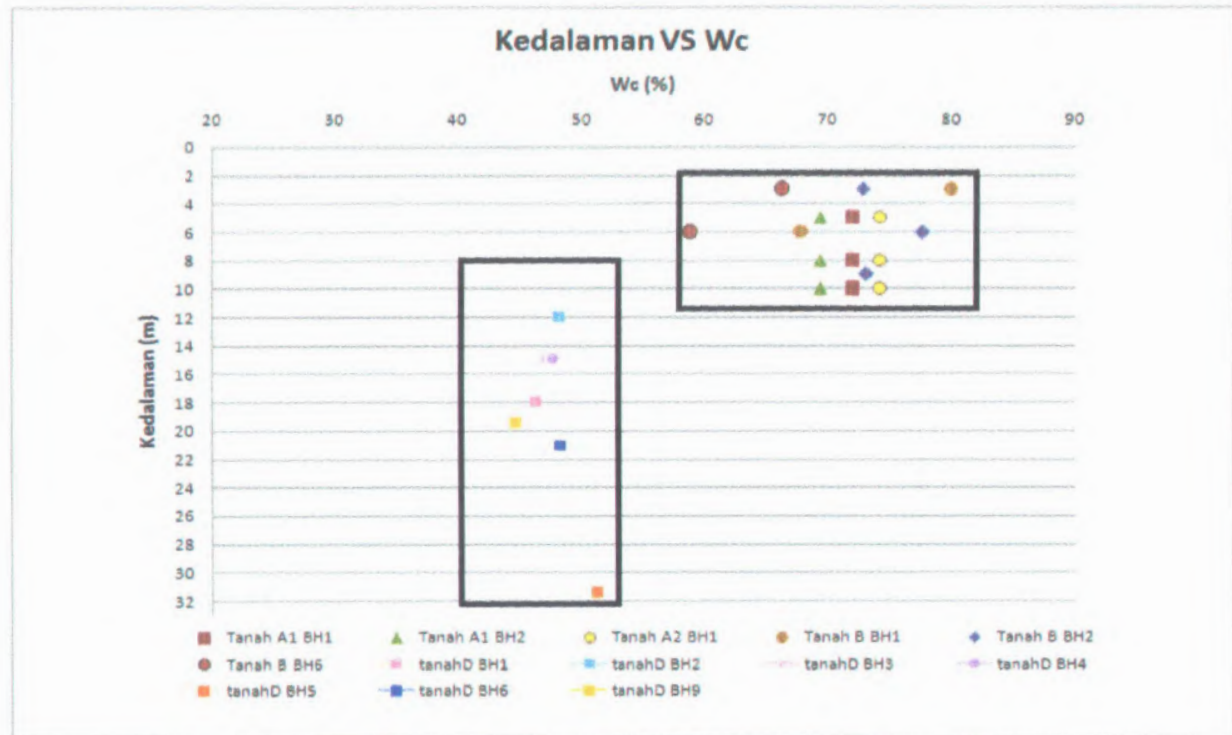
NYLEX (MALAYSIA) BERHAD (5378-T)



Lampiran 6 Data spesifikasi *Prefabricated Vertical Drains* (PVD)

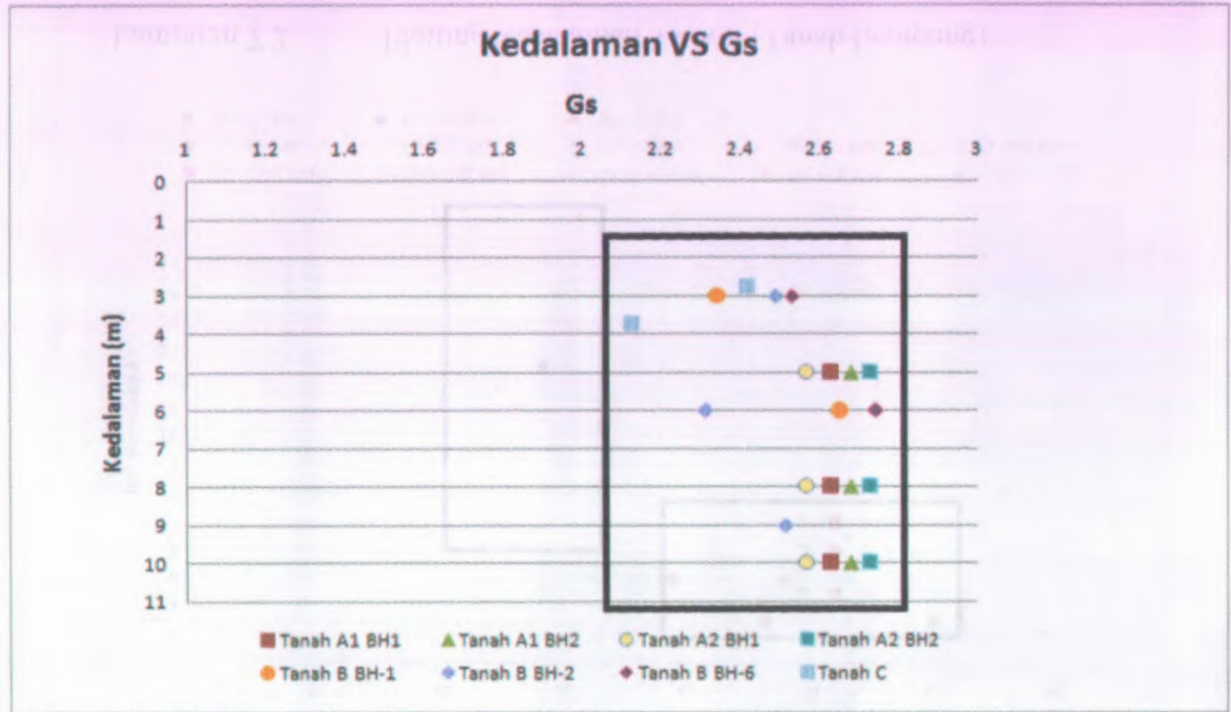


Lampiran 7.1 Plotting Kedalaman Vs γ_t (Tanah Lempung)



Lampiran 7.2

Plotting Kedalaman Vs Wc (Tanah Lempung)



Lampiran 7.3 Plotting Kedalaman Vs Gs (Tanah Lempung)



Lampiran 7.4 Plotting Kedalaman Vs γ_t (Tanah Gambut)



Lampiran 7.5

Plotting Kedalaman Vs Wc (Tanah Gambut)



Lampiran 7.6

Plotting Kedalaman Vs Gs (Tanah Gambut)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN JALAN DI ATAS LAPISAN
TANAH SANGAT LEMBEK (GAMBUS DAN
LEMPUNG LEMBEK) DAN METODE
PERBAIKANNYA

REVISI

MENGETAHUI/MENYETUJUI

Prof. Ir. Noor E. MSc. PhD

Catur Arief P, ST.M.Eng

DIRANCANG
Mila Kusuma Wardani
NRP 3105 100 087

SATUAN MM

JUDUL GAMBAR SKALA

• POTONGAN
MELINTANG
RENCANA
JALAN

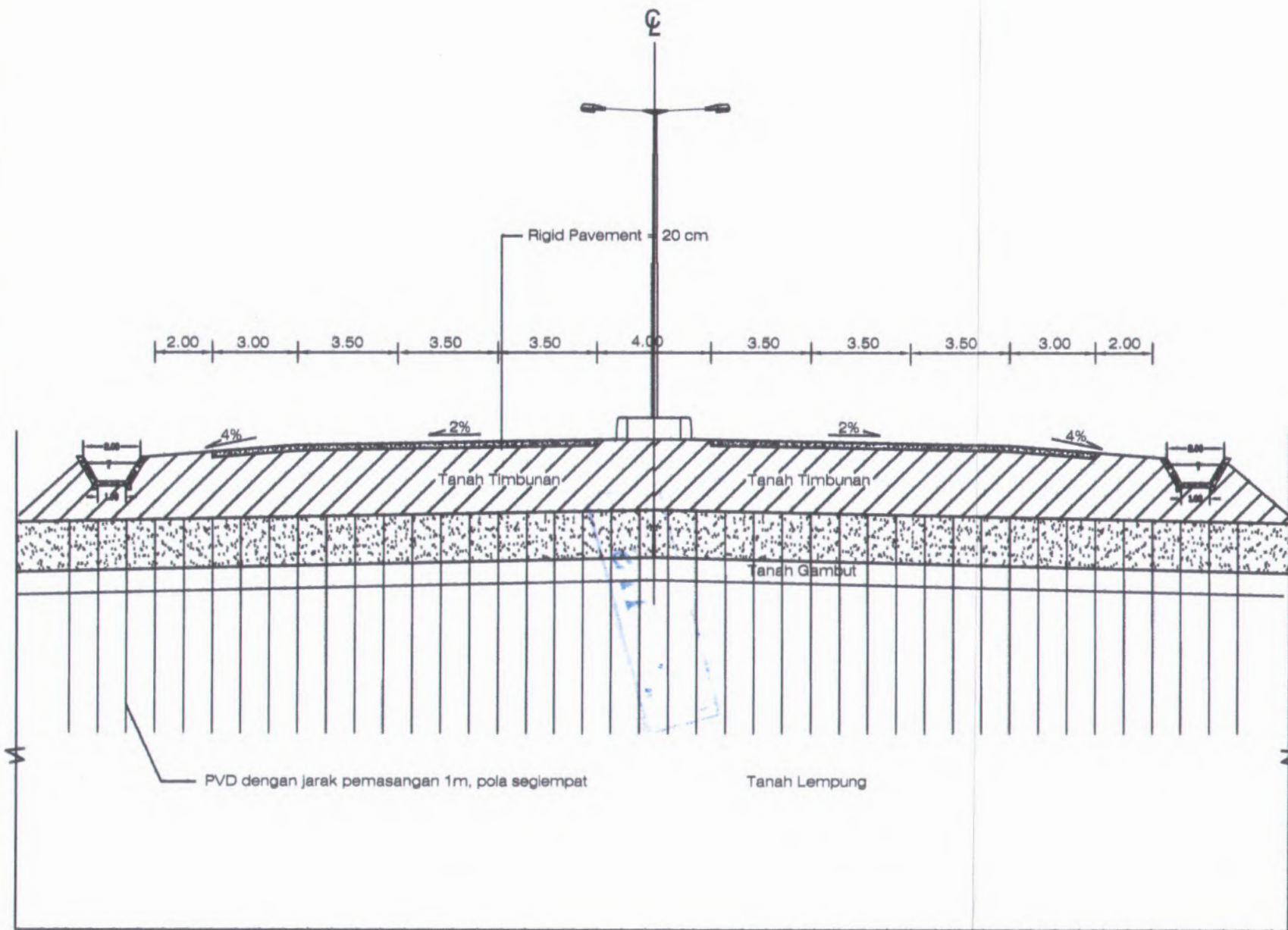
1:200

NO LBR

JML LBR

01

03



TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN JALAN DIATAS LAPISAN
TANAH SANGAT LEMBEK (GAMPUT
DAN LEMPUNG LEMBEK) DAN
METODE PERBAIKANNYA

REVISI

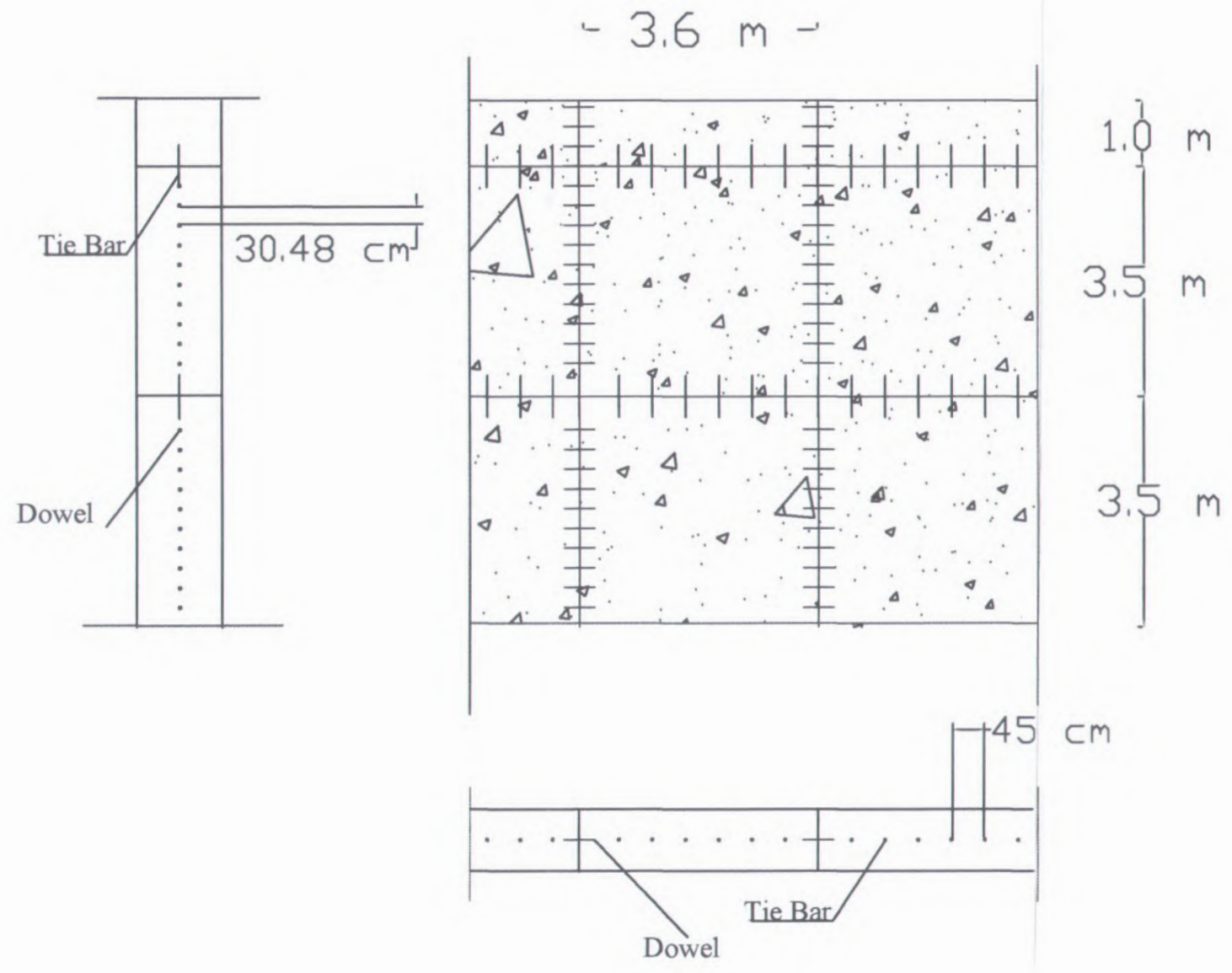
MENGETAHUI/MENYETUJUI

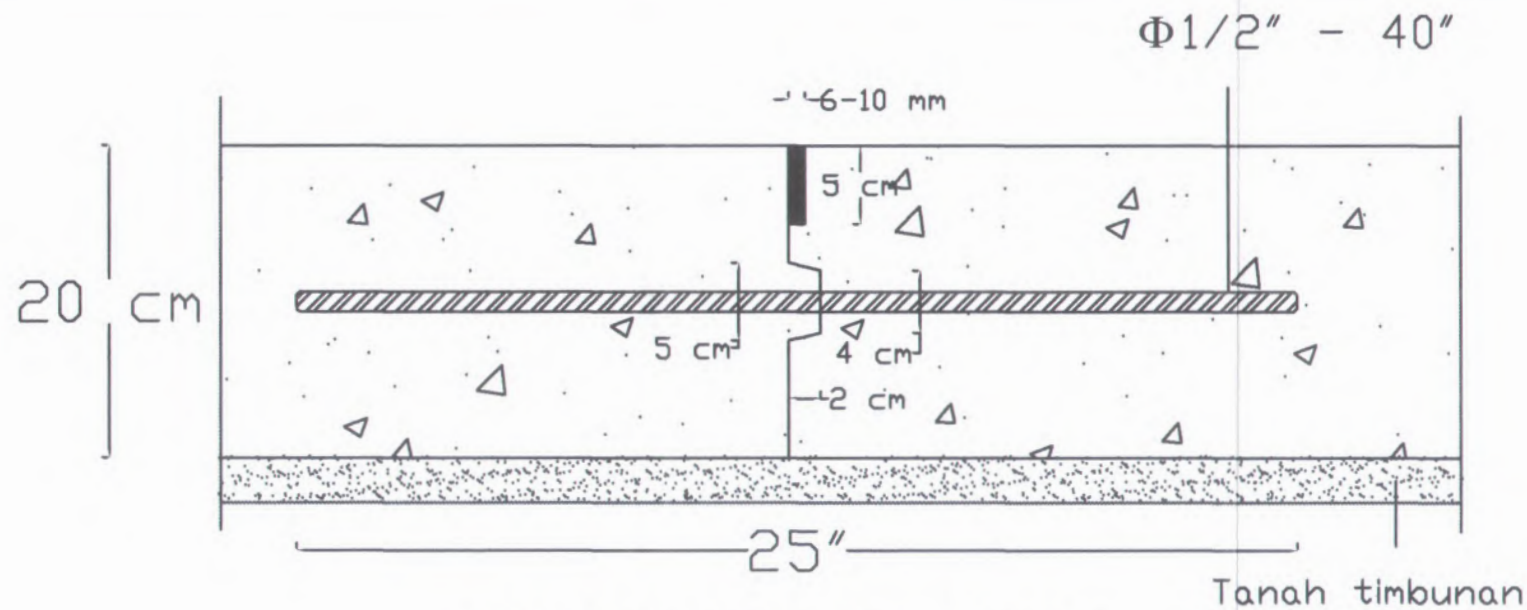
Prof.Ir. Noor E. MSc. PhD
Catur Arief P, ST.M.Eng

DIRANCANG :
Mila Kusuma Wardani
NRP :3105 100 087

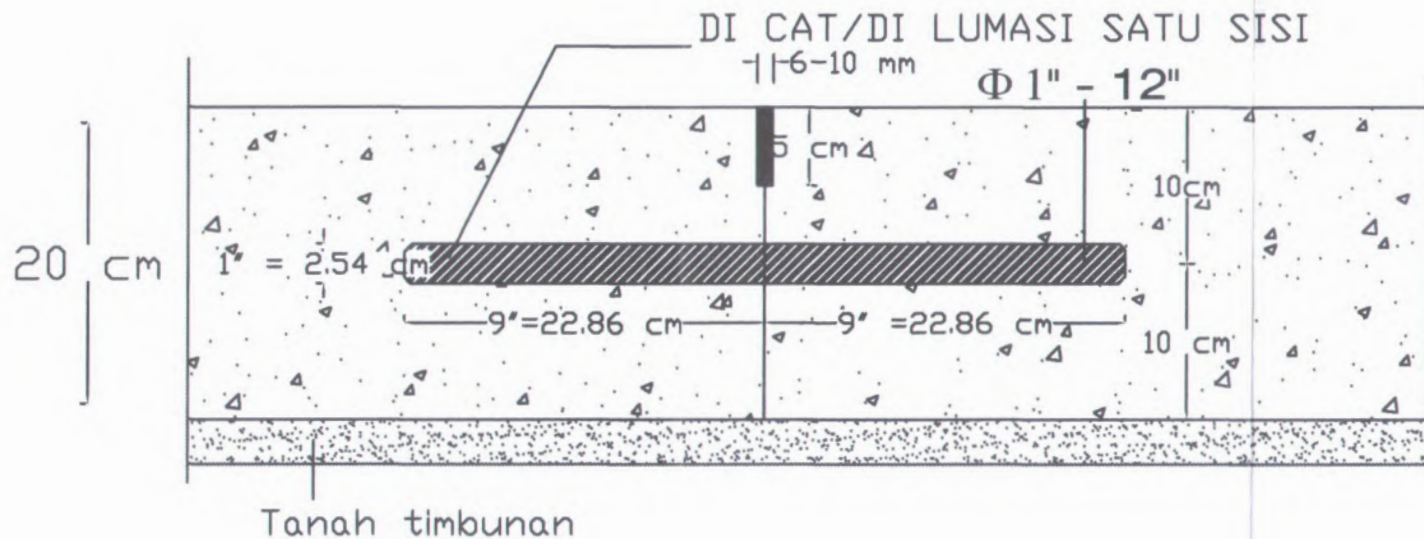
SATUAN	MM
JUDUL GAMBAR	SKALA
•GAMBAR JARAK SAMBUNGAN PADA RIGID PAVEMENT	1:100

NO LBR	JML LBR
02	03





SAMBUNGAN MEMANJANG DENGAN
TIEBARS UNTUK D= 20 CM



SAMBUNGAN MELINTANG DENGAN
DOWEL UNTUK D= 20 CM

TUGAS AKHIR

JUDUL

PERENCANAAN JALAN DIATAS LAPISAN
TANAH SANGAT LEMBEK (GAMBU
DAN LEMPUNG LEMBEK) DAN
METODE PERBAIKANNYA

REVISI

MENGETAHUI/MENYETUJUI

Prof.Ir. Noor E. MSc. PhD
Catur Arief P, ST.M.Eng

DIRANCANG :
Mita Kusuma Wardani
NRP :3105 100 087

SATUAN	MM
JUDUL GAMBAR	SKALA

•GAMBAR
SAMBUNGAN
MELINTANG
DENGAN
DOWEL DAN
TIE BARS

1:100

NO LBR	JML LBR
03	03

03

03

Waktu (t)		$\epsilon(t)$ m	H m	ΔH m
Bulan	Menit			
1	43200	0.1836	3	0.551
3	129600	0.2465	3	0.739
6	259200	0.3258	3	0.978
9	388800	0.3902	3	1.171
12	518400	0.4425	3	1.327
15	648000	0.4849	3	1.455
18	777600	0.5193	3	1.558
21	907200	0.5472	3	1.641
24	1036800	0.5698	3	1.709
27	1166400	0.5882	3	1.765
30	1296000	0.6031	3	1.809
33	1425600	0.6152	3	1.846
36	1555200	0.6250	3	1.875
39	1684800	0.6330	3	1.899
42	1814400	0.6394	3	1.918
45	1944000	0.6447	3	1.934
48	2073600	0.6489	3	1.947
51	2203200	0.6524	3	1.957
54	2332800	0.6552	3	1.965
57	2462400	0.6574	3	1.972
60	2592000	0.6593	3	1.978
63	2721600	0.6608	3	1.982
66	2851200	0.6620	3	1.986
69	2980800	0.6630	3	1.989
72	3110400	0.6638	3	1.991
75	3240000	0.6644	3	1.993

Lampiran 9 Hasil Perhitungan Prakiraan Pemampatan Pada Tanah Gambut

Waktu (t)		$\epsilon(t)$	H	ΔH
Bulan	Menit	m	m	m
78	3369600	0.6649	3	1.995
81	3499200	0.6654	3	1.996
84	3628800	0.6657	3	1.997
87	3758400	0.6660	3	1.998
90	3888000	0.6662	3	1.999
93	4017600	0.6664	3	1.999
96	4147200	0.6666	3	2.000
99	4276800	0.6667	3	2.000
102	4406400	0.6668	3	2.000
105	4536000	0.6669	3	2.001
108	4665600	0.6669	3	2.001
111	4795200	0.6670	3	2.001
114	4924800	0.6670	3	2.001
117	5054400	0.6670	3	2.001
120	5184000	0.6671	3	2.001
123	5313600	0.6671	3	2.001
126	5443200	0.6671	3	2.001
129	5572800	0.6671	3	2.001
132	5702400	0.6671	3	2.001
135	5832000	0.6672	3	2.001
138	5961600	0.6672	3	2.001
141	6091200	0.6672	3	2.002
144	6220800	0.6672	3	2.002
147	6350400	0.6672	3	2.002
150	6480000	0.6672	3	2.002

Lampiran 9 Hasil Perhitungan Prakiraan Pemampatan Pada Tanah Gambut (Lanjutan 1)

Waktu (t)		$\epsilon(t)$	H	ΔH
Bulan	Menit			
153	6609600	0.6672	3	2.002
156	6739200	0.6672	3	2.002
159	6868800	0.6672	3	2.002
162	6998400	0.6672	3	2.002
165	7128000	0.6672	3	2.002
168	7257600	0.6672	3	2.002
171	7387200	0.6672	3	2.002
174	7516800	0.6672	3	2.002
177	7646400	0.6672	3	2.002
180	7776000	0.6672	3	2.002
183	7905600	0.6672	3	2.002
186	8035200	0.6672	3	2.002
189	8164800	0.6672	3	2.002
192	8294400	0.6672	3	2.002
195	8424000	0.6672	3	2.002
198	8553600	0.6672	3	2.002
201	8683200	0.6672	3	2.002
204	8812800	0.6672	3	2.002
207	8942400	0.6672	3	2.002
210	9072000	0.6672	3	2.002
213	9201600	0.6672	3	2.002
216	9331200	0.6672	3	2.002
219	9460800	0.6672	3	2.002
222	9590400	0.6672	3	2.002
225	9720000	0.6672	3	2.002
228	9849600	0.6672	3	2.002
231	9979200	0.6672	3	2.002
234	10108800	0.6672	3	2.002
237	10238400	0.6672	3	2.002
240	10368000	0.6672	3	2.002

Lampiran 9 Hasil Perhitungan Prakiraan Pemampatan Pada Tanah Gambut (Lanjutan 2)

No	Tebal Lap	Kedalaman	eo	Z	Cs	Cc	ysat tanah	Po	Pc	a/z	b/z	i	D	BP	BP+Po	Sc	Sc Ramialatif
1	1	4	2.846	3.5	0.149	1.043	1.541	0.393	1.893	1.860	5	0.500	1	6.3825	6.775	0.177	0.177
2	1	5	2.846	4.5	0.149	1.043	1.541	0.994	2.434	1.447	3.89	0.500	1	6.3825	7.316	0.146	0.322
3	1	6	2.846	5.5	0.149	1.043	1.541	1.474	2.974	1.184	3.18	0.500	1	6.3825	7.857	0.126	0.448
4	1	7	2.846	6.5	0.149	1.043	1.541	2.015	3.515	1.001	2.69	0.489	0.978	6.242085	8.257	0.110	0.558
5	1	8	2.846	7.5	0.149	1.043	1.541	2.556	4.056	0.868	2.33	0.484	0.968	6.17826	8.794	0.098	0.656
6	1	9	2.846	8.5	0.149	1.043	1.541	3.097	4.597	0.766	2.06	0.485	0.97	6.191025	9.288	0.089	0.746
7	1	10	2.846	9.5	0.149	1.043	1.541	3.637	5.137	0.685	1.84	0.482	0.964	6.15273	9.790	0.082	0.828
8	1	11	2.846	10.5	0.149	1.043	1.541	4.178	5.678	0.620	1.67	0.478	0.956	6.10167	10.280	0.075	0.903
9	1	12	2.3873	11.5	0.031	0.214	1.701	6.081	7.581	0.566	1.52	0.47	0.94	5.99955	12.081	0.014	0.916
10	1	13	2.3873	12.5	0.031	0.214	1.701	6.782	8.282	0.521	1.4	0.462	0.934	5.89743	12.679	0.012	0.929
11	1	14	2.3873	13.5	0.031	0.214	1.701	7.483	8.983	0.482	1.30	0.449	0.898	5.791485	13.214	0.011	0.940
12	1	15	2.3873	14.5	0.031	0.214	1.701	8.184	9.684	0.449	1.21	0.447	0.894	5.705955	13.890	0.011	0.951
13	1	16	2.3873	15.5	0.031	0.214	1.701	8.885	10.385	0.420	1.13	0.443	0.886	5.654895	14.540	0.010	0.960
14	1	17	2.3873	16.5	0.031	0.214	1.701	9.586	11.086	0.395	1.06	0.436	0.872	5.56554	15.151	0.009	0.970
15	1	18	2.3873	17.5	0.031	0.214	1.701	10.287	11.787	0.372	1	0.434	0.868	5.54001	15.827	0.009	0.978
16	1	19	2.3873	18.5	0.031	0.214	1.701	10.988	12.488	0.352	0.95	0.430	0.86	5.48895	16.477	0.008	0.986
17	1	20	2.3873	19.5	0.031	0.214	1.701	11.689	13.189	0.334	0.90	0.427	0.854	5.450655	17.140	0.008	0.994
18	1	21	2.3873	20.5	0.031	0.214	1.701	12.390	13.890	0.318	0.85	0.417	0.834	5.323005	17.713	0.007	1.001
19	1	22	2.3873	21.5	0.031	0.214	1.701	13.091	14.591	0.303	0.81	0.413	0.826	5.271945	18.363	0.007	1.008
20	1	23	2.3873	22.5	0.031	0.214	1.701	13.792	15.292	0.289	0.78	0.378	0.756	4.82517	18.617	0.006	1.014

Lampiran 10 Perhitungan Prakiraan Pemampatan Pada Tanah Lempung Akibat Beban (Timbunan, Traffic, Perkerasan)

No	Tebal Lap Kedalaman	es	Z	Cs	Cc	ysat tanah	Pu	Pc	a/z	b/z	i	Z	ΔP	ΔP + Po	Sc	Sc Kumulatif	
21	1	24	2.3873	23.5	0.031	0.234	1.701	14.493	15.993	0.277	0.74	0.372	0.744	4.74858	19.341	0.005	1.019
22	1	25	2.3873	24.5	0.031	0.234	1.701	15.154	16.654	0.266	0.71	0.362	0.724	4.63093	19.815	0.005	1.024
23	1	26	2.3873	25.5	0.031	0.234	1.701	15.895	17.395	0.255	0.69	0.345	0.69	4.40325	20.299	0.005	1.029
24	1	27	2.3873	26.5	0.031	0.234	1.701	16.596	18.096	0.246	0.66	0.342	0.584	4.36563	20.96138	0.004	1.033
25	1	28	2.3873	27.5	0.031	0.234	1.701	17.297	18.797	0.237	0.64	0.341	0.582	4.352865	21.650	0.004	1.037
26	1	29	2.3873	28.5	0.031	0.234	1.701	17.998	19.498	0.228	0.61	0.338	0.576	4.31457	22.312	0.004	1.041
27	1	30	2.3873	29.5	0.031	0.234	1.701	18.699	20.199	0.221	0.59	0.338	0.596	4.05927	22.758	0.004	1.045
28	1	31	2.3873	30.5	0.031	0.234	1.701	19.400	20.900	0.213	0.57	0.334	0.528	4.00821	23.408	0.003	1.048
29	1	32	2.3873	31.5	0.031	0.234	1.701	20.101	21.601	0.207	0.56	0.331	0.522	3.96915	24.071	0.003	1.051

Lampiran 10 Perhitungan Prakiraan Pemampatan Pada Tanah Lempung Akibat Beban (Timbunan, Traffic, Perkerasan), (Lanjutan)

t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugabungan (%)
1	0.000042	0.0073	0.1750	18.11
2	0.000085	0.0104	0.3194	32.65
3	0.000127	0.0127	0.4385	44.56
4	0.000169	0.0147	0.5368	54.36
5	0.000212	0.0164	0.6178	62.41
6	0.000254	0.0180	0.6847	69.04
7	0.000296	0.0194	0.7399	74.49
8	0.000339	0.0208	0.7854	78.99
9	0.000381	0.0220	0.8230	82.69
10	0.000423	0.0232	0.8539	85.73
11	0.000466	0.0244	0.8795	88.24
12	0.000508	0.0254	0.9006	90.31
13	0.000550	0.0265	0.9180	92.02
14	0.000593	0.0275	0.9323	93.42
15	0.000635	0.0284	0.9442	94.58
16	0.000677	0.0294	0.9539	95.53
17	0.000720	0.0303	0.9620	96.32
18	0.000762	0.0312	0.9687	96.96
19	0.000804	0.0320	0.9741	97.50
20	0.000847	0.0328	0.9787	97.94
21	0.000889	0.0337	0.9824	98.30
22	0.000931	0.0344	0.9855	98.60
23	0.000974	0.0352	0.9880	98.84
24	0.001016	0.0360	0.9901	99.05
25	0.001058	0.0367	0.9918	99.21
26	0.001101	0.0374	0.9933	99.35
27	0.001143	0.0382	0.9945	99.47
28	0.001185	0.0389	0.9954	99.56
29	0.001228	0.0395	0.9962	99.64
30	0.001270	0.0402	0.9969	99.70

Lampiran 11 Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata – rata Gabungan (Tanah Lempung) Akibat Pemasangan PVD 1 m sedalam lapisan tanah lembek.

t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugabungan (%)
1	0.0444	0.2379	0.1218	33.1
2	0.0889	0.3365	0.2288	48.8
3	0.1333	0.4121	0.3227	60.2
4	0.1778	0.4759	0.4052	68.8
5	0.2222	0.5321	0.4776	75.6
6	0.2667	0.5829	0.5413	80.9
7	0.3111	0.6296	0.5971	85.1
8	0.3556	0.6730	0.6462	88.4
9	0.4000	0.7138	0.6893	91.1
10	0.4445	0.7525	0.7271	93.2
11	0.4889	0.7892	0.7604	94.9
12	0.5334	0.8243	0.7896	96.3
13	0.5778	0.8579	0.8152	97.4
14	0.6223	0.8903	0.8377	98.2
15	0.6667	0.9216	0.8575	98.9
16	0.7111	0.9518	0.8748	99.4
17	0.7556	0.9811	0.8901	99.8
18	0.8000	1.0095	0.9035	100.1
19	0.8445	1.0372	0.9152	100.3
20	0.8889	1.0641	0.9255	100.5
21	0.9334	1.0904	0.9346	100.6
22	0.9778	1.1161	0.9426	100.7
23	1.0223	1.1412	0.9496	100.7
24	1.0667	1.1657	0.9557	100.7
25	1.1112	1.1897	0.9611	100.7
26	1.1556	1.2133	0.9658	100.7
27	1.2001	1.2364	0.9700	100.7
28	1.2445	1.2591	0.9737	100.7
29	1.2890	1.2814	0.9769	100.7
30	1.3334	1.3033	0.9797	100.6

Lampiran 12 Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata – rata Gabungan (Tanah Gambut) Akibat jarak Pemasangan PVD 1 m sedalam lapisan tanah lembek

t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugabungan (%)
1	0.001462	0.0431	0.2187	25.24
2	0.002923	0.0610	0.3895	42.68
3	0.004385	0.0747	0.5230	55.87
4	0.005846	0.0863	0.6273	65.95
5	0.007308	0.0965	0.7088	73.69
6	0.008769	0.1057	0.7725	79.65
7	0.010231	0.1142	0.8223	84.25
8	0.011692	0.1220	0.8611	87.81
9	0.013154	0.1294	0.8915	90.55
10	0.014615	0.1364	0.9152	92.68
11	0.016077	0.1431	0.9338	94.32
12	0.017538	0.1495	0.9482	95.60
13	0.019000	0.1556	0.9596	96.59
14	0.020462	0.1614	0.9684	97.35
15	0.021923	0.1671	0.9753	97.94
16	0.023385	0.1726	0.9807	98.40
17	0.024846	0.1779	0.9849	98.76
18	0.026308	0.1831	0.9882	99.04
19	0.027769	0.1881	0.9908	99.25
20	0.029231	0.1930	0.9928	99.42
21	0.030692	0.1977	0.9944	99.55
22	0.032154	0.2024	0.9956	99.65
23	0.033615	0.2069	0.9966	99.73
24	0.035077	0.2114	0.9973	99.79
25	0.036538	0.2157	0.9979	99.84
26	0.038000	0.2200	0.9984	99.87
27	0.039462	0.2242	0.9987	99.90
28	0.040923	0.2283	0.9990	99.92
29	0.042385	0.2324	0.9992	99.94
30	0.043846	0.2363	0.9994	99.95

Lampiran 13 Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata – rata Gabungan (tanah lempung) Akibat jarak pemasangan PVD 1 m dan sedalam 8 m pada tanah lembek.

t (minggu)	Tv	Uv	Uh	Ugabungan (%)
1	0.0444	0.2379	0.1218	33.1
2	0.0889	0.3365	0.2288	48.8
3	0.1333	0.4121	0.3227	60.2
4	0.1778	0.4759	0.4052	68.8
5	0.2222	0.5321	0.4776	75.6
6	0.2667	0.5829	0.5413	80.9
7	0.3111	0.6296	0.5971	85.1
8	0.3556	0.6730	0.6462	88.4
9	0.4000	0.7138	0.6893	91.1
10	0.4445	0.7525	0.7271	93.2
11	0.4889	0.7892	0.7604	94.9
12	0.5334	0.8243	0.7896	96.3
13	0.5778	0.8579	0.8152	97.4
14	0.6223	0.8903	0.8377	98.2
15	0.6667	0.9216	0.8575	98.9
16	0.7111	0.9518	0.8748	99.4
17	0.7556	0.9811	0.8901	99.8
18	0.8000	1.0095	0.9035	100.1
19	0.8445	1.0372	0.9152	100.3
20	0.8889	1.0641	0.9255	100.5
21	0.9334	1.0904	0.9346	100.6
22	0.9778	1.1161	0.9426	100.7
23	1.0223	1.1412	0.9496	100.7
24	1.0667	1.1657	0.9557	100.7
25	1.1112	1.1897	0.9611	100.7
26	1.1556	1.2133	0.9658	100.7
27	1.2001	1.2364	0.9700	100.7
28	1.2445	1.2591	0.9737	100.7
29	1.2890	1.2814	0.9769	100.7
30	1.3334	1.3033	0.9797	100.6

Lampiran 14 Perhitungan Derajat Konsolidasi Rata – rata Gabungan (tanah gambut) Akibat jarak pemasangan PVD 1 m dan sedalam 8 m pada tanah lembek.

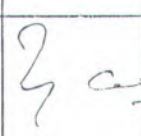



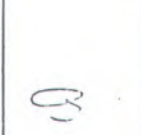
NAMA PEMBIMBING	: Prof. Ir. Noor Endah, M.Sc. Ph.D Catur Arif Prastyanto, ST, M.Eng
NAMA MAHASISWA	: Mila Kusuma Wardani
NRP	: 3105.100.087
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Jalan diatas lapisan tanah Sangat lembek (Gambut, Lempung lembek) dan metode perbaikannya.
TANGGAL PROPOSAL	: 29 Januari 2009
NO. SP-MMTA	: 335 / I2-3.2 / PP / 2009

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
01.	06/4/09	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Pengelompokkan data tanah berdasarkan klasifikasi jenis tanah. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Pengelompokkan data tanah berdasarkan γ_t, w_c, e, G_s dg kedalaman. 	<u>Skadal</u>
02.	13/4/09	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Pengelompokkan data tanah berdasarkan γ_t, w_c, e, G_s dengan kedalaman. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Perencanaan data tanah untuk timbunan. 	<u>Skadal</u>
03	15/4/09	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Data tanah timbunan untuk perencanaan diambil dari Tugas Akhir 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ menolah data dengan prob. 95% ◦ membuat outline TA. 	<u>Skadal</u>
04.	27/4/09	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Menolah data dengan probabilitas 95% ◦ Outline TA 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Memperbaiki isi dari outline TA ◦ Memperbaiki data tanah dengan probabilitas 95% 	<u>Skadal</u>
05.	06/05/09	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Olahan data tanah dengan prob. 95% ◦ Perbaiki outline TA 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ menghitung α(lab) tanah gambut untuk mencari parameter Pemampatan ◦ Rincian detail dari outline TA 	<u>Skadal</u>
06	07/05/09	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Perhitungan α(lab) tanah gambut 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Perbaiki α lab tanah gambut ◦ Perhitungan α(lap)/Pembebanan tanah gambut 	<u>Skadal</u>
07	11/05/09	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Acc outline TA bab 1-3 ◦ Pembuatan grafik hub t dengan $\log(\gamma/b)$ pada tanah gambut ◦ Regresi Grafik 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ perbaiki regresi ◦ Perhitungan beban β lapangan (timbunan, perkerasan, lalu lintas) ◦ Perhitungan pemampatan akibat beban di lapangan. 	<u>Skadal</u>
08	28/05/09	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Regresi grafik (OK), hub antara t dengan $\log \gamma/b$ 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Mencari parameter pemampatan pada gambut dari data sekunder 	<u>Skadal</u>

NAMA PEMBIMBING	: Prof. Ir. Noor Endah M.Sc. Ph.D Catur Arif Prastyanto, ST, M.Eng
NAMA MAHASISWA	: Mila Kusuma Wardani
NRP	: 3105.100.087
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Jalan diatas lapisan tanah sangat lembek (Gambut, lempung lembek) dan metode perbaikannya
TANGGAL PROPOSAL	: 29 Januari 2009
NO. SP-MMTA	: 335 / I.2. 32 / PP / 2009

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
	29/05/09	Perbaiki perhitungan beban di lapangan	- kalibrasi data, parameter pemampatan pada tanah gambut.	<u>Stedat</u>
	01/06/09	• Kurva hub $H_{inisial}$ dan H_{final} pada perencanaan • Kalibrasi data, parameter pemampatan pada tanah gambut (dari beban yang diperoleh dari data sekunder dengan beban yang dimiliki untuk perencanaan)	• perbaiki kalibrasi data untuk parameter pemampatan pada tanah gambut. • Perencanaan PVD untuk perbaikan tanah.	<u>Stedat</u>
	16/06/09	• perhitungan nilai a, b pada tanah gambut (prediksi a, b) → pakai data lapangan • Perhitungan PVD: jarak pemasangan PVD dengan ($U\%$) = 95%	- cek lagi pemampatan pada tanah gambut - cek kurva hubungan $H_{inisial}$, H_{final} dan Settlement.	<u>Stedat</u>
	23/06/09	• Kurva hubungan antara $H_{inisial}$, H_{final} dan Settlement • Perencanaan kedalaman PVD (Setelah tanah lempung)	• Perbaiki perhitungan kedalaman PVD, cek T_v , U_v dan sisa settlement • Xstable untuk cek daya dukung pada tanah dasar dengan ϕ gambut = $52,97^\circ$; 40° dan 25° .	<u>Stedat</u>
	29/06/09	• kedalaman PVD (OK) • Kurva hub $H_{inisial}$, H_{final} dan S_c		<u>Stedat</u>

NAMA PEMBIMBING	: Prof. Ir. Noor Endah MSc. Ph.D Catur Arif Prastanto, ST, M.Eng
NAMA MAHASISWA	: Mila Kusuma Wardani
NRP	: 3105.100.087
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Jalan di atas lapisan tanah sangat lembek (gambut, lempung lembek) dan metode perbaikannya
TANGGAL PROPOSAL	: 29 Januari 2009
NO. SP-MMTA	: 335/I.2-3.2/PP/2009

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
01.	08/05/09	<ul style="list-style-type: none"> • Penggolongan jenis kendaraan sesuai dg Bina Marga • Perhitungan angka ekuivalen beban sumbu untuk perencanaan perkerasan 	<ul style="list-style-type: none"> • perhitungan angka ekuivalen beban sumbu STRT, STRB, JGRB, STRGB berd. SNI • Perhitungan faktor pertumbuhan (Regional) 	
02.	14/05/09	<ul style="list-style-type: none"> - tentukan parameter E_r yang? jenis land. - Data ospe pakai data sekunder. 	<ul style="list-style-type: none"> -> usung. kebal. perkerasan 	
03.	19/05/09	<ul style="list-style-type: none"> - Pemilihan tipe perkerasan - Perhitungan tebal perkerasan (Rigid pavement) 	<ul style="list-style-type: none"> - Alasan untuk pemilihan tipe perkerasan. - Renc. dengan tebal 30 cm pada perkerasan rigid pavement. 	
04.	26/05/09	<ul style="list-style-type: none"> • perhitungan tebal perkerasan dg metode Bina Marga dan AASHTO 	<ul style="list-style-type: none"> • perbaiki perhitungan (i). • untuk menghitung tebal perkerasan • perhitungan perkerasan dg metode AASHTO. 	
05.	27/05/09	<ul style="list-style-type: none"> - tebal plat su. 	<ul style="list-style-type: none"> - reinforcement juring - dowel - tie bar. 	

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 6 Maret 1987, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu SDN Kutisari 1 Surabaya, SMPN 1 Surabaya dan SMUN 16 Surabaya. Setelah lulus dari SMUN 16 Surabaya, penulis mengikuti SPMB dan diterima di Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS Surabaya yang terdaftar dengan NRP 3105100087.

Di Jurusan Teknik Sipil ini Penulis mengambil Bidang Studi Geoteknik. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan organisasi yakni sebagai Bendahara 1 dan Kepala Departemen Kesejahteraan Mahasiswa Himpunan Mahasiswa Sipil (HMS – ITS), pernah mengikuti dan mengadakan kegiatan seminar serta pelatihan yang diselenggarakan oleh Jurusan, Himpunan Mahasiswa Sipil (HMS) dan Djarum Scholarship.