

PERPUSTAKAAN FTSP UI
HADIAH/BELI

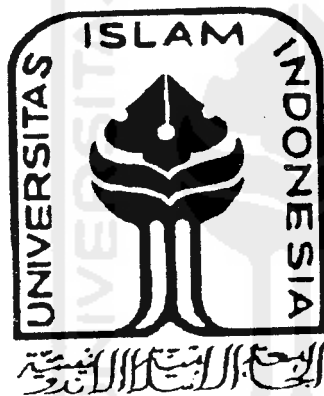
TGL. TERIMA : 2004
NO. JUDUL :
NO. INV. :
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

DINDING PENAHAN TANAH TIPE GRAVITASI DENGAN BAHAN CAMPURAN BATU PECAH DAN LIMBAH KARET

Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka
Memperoleh Derajat Sarjana Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta



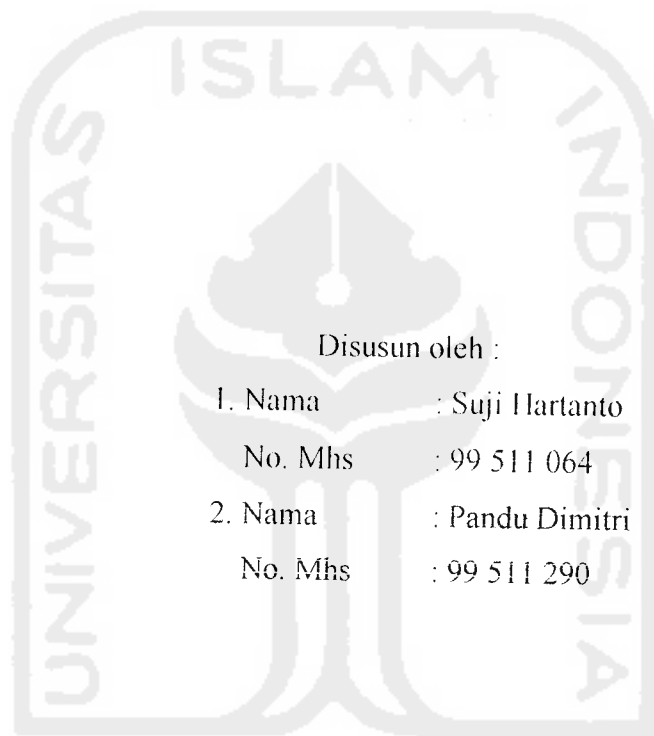
Disusun oleh :

1. Nama : Suji Hartanto
No. Mhs : 99 511 064
2. Nama : Pandu Dimitri
No. Mhs : 99 511 290

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2004

TUGAS AKHIR
DINDING PENAHAN TANAH TIPE GRAVITASI
DENGAN BAHAN CAMPURAN BATU PECAH DAN
LIMBAH KARET




Disusun oleh :

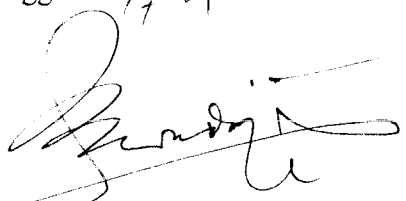
1. Nama : Suji Hartanto
No. Mhs : 99 511 064
2. Nama : Pandu Dimitri
No. Mhs : 99 511 290

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Akhmad Marzuko, MT
Dosen Pembimbing I

Ir. H. Ibnu Sudarmadji, MS
Dosen pembimbing II


Tanggal : 3/7 '04


Tanggal : 3/7 '04

HALAMAN MOTTO

"Sukses bukanlah diukur dengan apa yang dicapai seseorang, melainkan dengan apa yang telah dijumpainya dan keberaniannya menghadapi menghadapi segala rintangan."

(Orrison Sweet Marden)

"Jika kamu mengetahui apa yang harus dilakukan dan kemudian melakukannya sudah cukup untuk membuatmu sukses dalam menjalani hidup ini."

(Sir William Osler)

(Suji Hartanto)

"Niscaya Allah akan meningkatkan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan."

(Q.S. Al-Mujaadilah ayat 11)

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

(Q.S. Alam Nasyrab ayat 6)

(Pandu Dimitri)

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Kupersembahkan Tugas Akhir ini kepada
Ayahanda "Puroto" dan Ibunda "Djasili" yang kuhormati dan kucintai,
dan adikku "Budi" yang kusayangi
serta yang sangat kucintai dan kusayangi "Eva"
yang telah mendoakan dan memberikan
kasih sayangnya, semangat, dan kepercayaan.*

(Puji Hartanto)

*Kupersembahkan Tugas Akhir ini kepada
Ayahanda dan Ibunda yang kuhormati dan kucintai,
dan adik-adikku yang kusayangi
serta Pieska Kemala Dewi yang sangat kusayangi dan telah menjadi
nafas dalam hidupku,
karena telah mendoakan dan memberikan kasih sayang,
semangat, dan kepercayaan.*

(Pandu Dinitri)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur senantiasa dipanjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya, karena dengan limpahan rahmatNya lah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan orang-orang yang senantiasa memperjuangkan agama Islam.

Tugas Akhir dengan judul **“DINDING PENAHAN TANAH TIPE GRAVITASI DENGAN BAHAN CAMPURAN BATU PECAH DAN LIMBAH KARET”** ini diajukan sebagai syarat guna memperoleh derajat sarjana strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan serta sumbangan pikiran berbagai pihak yang selalu memberikan motivasi dalam menghadapi hambatan yang terjadi selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini. Penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, PhD. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,

2. Bapak Ir. A. Marzuko, MT, selaku Dosen Pembimbing I,
3. Bapak Ir. H. Ibnu Sudarmadji, MS, selaku Dosen Pembimbing II,
4. Bapak DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA, selaku Dosen Tamu.
5. Bapak Ir. H. Ilman Noor, MSCE, selaku kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
6. Bapak Daru dan bapak Suwarno, selaku Laboran Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
7. Kedua Orang Tua dan Adikku Tercinta serta Adekku Tersayang yang selalu memberikan kasih sayang, dorongannya baik secara moril maupun materi....do'a kalian adalah jalanku menuju masa depan,
8. Teman-teman seperjuangan FTSP UII, khususnya Teknik Sipil '99 terima kasih atas kerjasamanya,
9. Teman-teman kontrakan Tanjung Community, Melati Production dan Layur Company Condong Catur yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang selalu memberi semangat dan dukungan serta bantuan selama penyusunan Tugas Akhir ini,
10. Seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung. Terima kasih.

Semoga seluruh amal dan kebaikan yang diberikan dapat diterima dan mendapatkan ridho dari Allah SWT.

Penyusun menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan-kekurangan, untuk itu penyusun mengharap kritik dan saran yang bersifat konstruktif dalam pengembangan ilmu ketekniksipilan dimasa mendatang. Penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penyusun serta mahasiswa Teknik Sipil dan pembaca pada umumnya.

Akhir kata semoga Allah SWT senantiasa mencurahkan rahmatNya kepada kita semua, sehingga kita sebagai hambaNya dapat selalu berkreasi untuk mencapai hal yang lebih baik dari apa yang telah kita dapatkan hari ini. Amiin!

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Juni 2004

Penyusun

Suji Hartanto

Pandu Dimitri

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
ABSTRAKSI	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Metode Penyelesaian	7
1.5.1 Data tanah dan dimensi dinding penahan tanah	7
1.5.2 Teori-teori telaah	10
1.5.3 Analisis	10
1.6 Batasan Masalah	11

	1.7 Lokasi Penelitian	12
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	
	2.1 Penelitian Penggunaan Dinding Penahan Tanah	
	Tipe <i>Gravity Wall</i>	13
	2.2 Penelitian Yang Melibatkan Penggunaan Karet Untuk	
	Struktur	13
BAB III	LANDASAN TEORI	
	3.1 Tanah	15
	3.1.1 Sifat-sifat Teknis Tanah	15
	3.1.2 Tanah jenuh air	17
	3.2 Tekanan Tanah Lateral	18
	3.2.1 Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam	18
	3.2.2 Tekanan Tanah <i>At Rest</i> Untuk Tanah Terendam	
	Sebagian	20
	3.2.3 Tekanan Tanah Aktif	22
	3.2.4 Tekanan Tanah Pasif	24
	3.3 Stabilitas Dinding Penahan Tanah	25
	3.3.1 Stabilitas Terhadap Gaya-gaya Eksternal	25
	3.3.2 Stabilitas Terhadap Gaya-gaya Internal	31
	3.4 Penelitian Sifat Mekanis Tanah	34
	3.4.1 Uji Kadar Air Tanah	34
	3.4.2 Uji Berat volume Tanah	35
	3.4.3 Pengujian Berat Jenis Tanah	35

	3.4.4 Pengujian Tekan Bebas	37
3.5	Uji kekuatan Bahan Campuran.....	38
	3.5.1 Uji Desak Beton	38
	3.5.2 Uji Geser Kayu.....	39
3.6	Dinding Penahan Tanah	40
3.7	Karet Ban Bekas.....	44
BAB IV	METODE PENELITIAN	
4.1	Bahan penelitian	45
4.2	Alat penelitian	45
4.3	Data yang Diperlukan	45
4.4	Uji yang dilaksanakan dan variasi sampel	46
4.5	Metode Pembuatan Benda Uji.....	47
4.6	Analisis Dinding Gravitasi Berdasar Berat Jenis Campuran Benda Uji.....	47
BAB V	HASIL PENELITIAN LABORATORIUM	
5.1	Proses pengujian sampel	50
5.2	Data hasil pengujian sampel.....	51
	5.2.1 Sampel 1	51
	5.2.2 Sampel 2	52
	5.2.3 Sampel 1	53
	5.2.4 Sampel 2.....	53
	5.2.5 Sampel 1	54
	5.2.6 Sampel 2.....	55

5.3	Analisis data hasil pengujian sampel.....	56
-----	---	----

BAB VI PEMBAHASAN

6.1	Analisis koefisien tanah aktif dan koefisien tanah pasif.....	59
6.2	Analisis tekanan tanah aktif	60
6.3	Analisis tekanan tanah pasif dan hidrostatik	61
6.3.1	Analisis tekanan tanah pasif.....	61
6.3.2	Analisis tekanan tanah hidrostatik	62
6.4	Analisis daya dukung tanah	62
6.5	Analisis campuran agregat + karet.....	64
6.5.1	Analisis campuran 3 : 1	64
a.	Analisis berat dinding tanah	64
b.	Analisis beban dan momen rencana	65
c.	Analisis eksternal.....	67
d.	Analisis stabilitas guling	68
e.	Analisis stabilitas geser	69
f.	Analisis stabilitas internal	70
g.	Analisis stabilitas ekor dinding penahan.....	75
6.5.2	Analisis campuran 3 : 2	80
a.	Analisis berat dinding tanah	80
b.	Analisis beban dan momen rencana	81
c.	Analisis eksternal.....	82
d.	Analisis stabilitas guling	83
e.	Analisis stabilitas geser	84

	f. Analisis stabilitas internal	84
	g. Analisis stabilitas ekor dinding penahan	88
	6.5.3 Analisis campuran 1 : 1	92
	a. Analisis berat dinding tanah	92
	b. Analisis beban dan momen rencana	93
	c. Analisis eksternal	94
	d. Analisis stabilitas guling	95
	e. Analisis stabilitas geser	96
	f. Analisis stabilitas internal	97
	g. Analisis stabilitas ekor dinding penahan	101
	6.6 <i>Trial</i> dimensi dinding penahan tanah yang aman	105
	6.6.1 <i>Trial</i> dengan tinggi dinding penahan 6 m	106
	6.6.2 <i>Trial</i> dengan tinggi dinding penahan 4 m	113
BAB VII	KESIMPULAN dan SARAN	
	7.1 Kesimpulan	117
	7.2 Saran	118
	DAFTAR PUSTAKA	119
	LAMPIRAN – LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Perekayasaan Dinding Penahan Tanah Tipe <i>Gravity Wall</i>	5
Gambar 1.2	Rencana Dinding Penahan Tanah	10
Gambar 3.1	Diagram Fase Tanah	15
Gambar 3.2	Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam.....	18
Gambar 3.3	Distribusi Tekanan Tanah dalam Keadaan Diam pada Tembok...20	
Gambar 3.4	Distribusi Tekanan Tanah At Rest untuk Tanah Terendam Air sebagian.....	21
Gambar 3.5	Analisis Pendekatan dari Gaya Aktif yang Bekerja pada Tembok dengan Urugan Tanah Tidak Berkohesi.....	22
Gambar 3.6	Tinjauan Stabilitas Terhadap Bahaya Guling	26
Gambar 3.7	Tinjauan Stabilitas Terhadap Bahaya geser	27
Gambar 3.8	Pondasi Dangkal	28
Gambar 3.9	Letak Resultante Gaya yang Berada di Sebelah Inti	30
Gambar 3.10	Tinjauan Stabilitas Terhadap Gaya Internal	31
Gambar 3.11	Tinjauan Terhadap Patahnya Kaki Belakang	33
Gambar 3.12	Tahapan-tahapan Konstruksi Dinding Penahan Tanah.....	41
Gambar 4.1	Flow Chart Tahapan Penelitian	48
Gambar 4.2	Time Schedule Rencana Kegiatan Pelaksanaan Tugas Akhir.....	49
Gambar 5.1	Konsep Uji Sampel.....	50
Gambar 6.1	Data Tanah	59
Gambar 6.2	Diagram Tekanan Tanah Lateral dan Tekanan Hidrostatik.....	59

Gambar 6.3	Diagram Tekanan Hidrostatik Pada Tanah.....	62
Gambar 6.4	Diagram Berat Dinding Tanah	64
Gambar 6.5	Analisis Beban dan Momen Rencana.....	65
Gambar 6.6	Diagram Tegangan yang Terjadi di Bawah Alas Dinding Penahan Tanah (Campuran 3:1).....	68
Gambar 6.7	Diagram Stabilitas Internal Dinding Penahan Tanah Potongan A – A'	70
Gambar 6.8	Diagram Stabilitas Internal Dinding Penahan Tanah Potongan B – B'	73
Gambar 6.9	Diagram Stabilitas Ekor Dinding Penahan Potongan B-C Dan Potongan B'-C'	76
Gambar 6.10	Diagram Superposisi (Campuran 3:1).....	76
Gambar 6.11	Diagram Gaya Lintang yang Terjadi pada Potongan B-C (Campuran 3:1).....	77
Gambar 6.12	Diagram Gaya Lintang yang Terjadi pada Potongan B'-C' (Campuran 3:1).....	79
Gambar 6.13	Diagram Tegangan yang Terjadi di Bawah Alas Dinding Penahan Tanah (Campuran 3:2).....	83
Gambar 6.14	Diagram Superposisi (Campuran 3:2).....	89
Gambar 6.15	Diagram Gaya Lintang yang Terjadi pada Potongan B-C (Campuran 3:2).....	90
Gambar 6.16	Diagram Gaya Lintang yang Terjadi pada Potongan B'-C' (Campuran 3:2).....	91

Gambar 6.17	Diagram Tegangan yang Terjadi di Bawah Alas Dinding Penahan Tanah (Campuran 1:1).....	95
Gambar 6.18	Diagram Superposisi (Campuran 1:1).....	101
Gambar 6.19	Diagram Gaya Lintang yang Terjadi pada Potongan B-C (Campuran 1:1).....	102
Gambar 6.20	Diagram Gaya Lintang yang Terjadi pada Potongan B'-C' (Campuran 1:1).....	103
Gambar 6.21	Diagram Analisis Stabilitas Internal Potongan A – A' (Tinggi Dinding Penahan 4 m).....	110
Gambar 6.22	Diagram Analisis Stabilitas Internal Potongan B – B' (Tinggi Dinding Penahan 4 m).....	110
Gambar 6.23	Diagram Tekanan Tanah Lateral Potongan A – A' (Tinggi Dinding Penahan 4 m).....	111
Gambar 6.24	Diagram Tekanan Tanah Lateral Potongan B – B' (Tinggi Dinding Penahan 4 m).....	112

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1	Mutu dan Kuat Tekan Bata Merah	57
Tabel 5.2	Kelas dan Mutu Beton.....	57
Tabel 6.1	Analisis Beban dan Momen Rencana (Campuran 3:1)	66
Tabel 6.2	Analisis Momen Aktif Total (Campuran 3:1)	66
Tabel 6.3	Tekanan Tanah dan Momen Pasif (Campuran 3:1).....	66
Tabel 6.4	Tekanan Hidrostatik (Campuran 3:1)	66
Tabel 6.5	Momen Aktif Terhadap Titik A (Campuran 3:1).....	71
Tabel 6.6	Momen Pasif Terhadap Titik A (Campuran 3:1)	71
Tabel 6.7	Momen Aktif Terhadap Titik B (Campuran 3:1).....	73
Tabel 6.8	Momen Pasif Terhadap Titik B (Campuran 3:1).....	73
Tabel 6.9	Analisis Beban dan Momen Rencana (Campuran 3:2)	81
Tabel 6.10	Analisis Momen Aktif Total (Campuran 3:2).....	81
Tabel 6.11	Tekanan Tanah dan Momen Pasif (Campuran 3:2).....	81
Tabel 6.12	Tekanan Hidrostatik (Campuran 3:2)	82
Tabel 6.13	Momen Aktif Terhadap Titik A (Campuran 3:2).....	85
Tabel 6.14	Momen Pasif Terhadap Titik A (Campuran 3:2)	85
Tabel 6.15	Momen Aktif Terhadap Titik B (Campuran 3:2).....	87
Tabel 6.16	Momen Pasif Terhadap Titik B (Campuran 3:2).....	88
Tabel 6.17	Analisis Beban dan Momen Rencana (Campuran 1:1)	93
Tabel 6.18	Analisis Momen Aktif Total (Campuran 1:1)	93
Tabel 6.19	Tekanan Tanah dan Momen Pasif (Campuran 1:1).....	93

Tabel 6.20	Tekanan Hidrostatik (Campuran 1:1).....	93
Tabel 6.21	Momen Aktif Terhadap Titik A (Campuran 1:1).....	97
Tabel 6.22	Momen Pasif Terhadap Titik A (Campuran 1:1).....	98
Tabel 6.23	Momen Aktif Terhadap Titik B (Campuran 1:1).....	100
Tabel 6.24	Momen Pasif Terhadap Titik B (Campuran 1:1).....	100
Tabel 6.25	Data Campuran 3 : 1 Hasil Laboratorium.....	105
Tabel 6.26	Momen Aktif Terhadap Titik A (Pot A – A').....	106
Tabel 6.27	Momen Aktif Terhadap Titik B (Pot B – B').....	106
Tabel 6.28	Momen Pasif Terhadap Titik B (Pot B – B').....	106
Tabel 6.29	<i>Trial</i> Stabilitas Internal dengan Tinggi Dinding 6 m (Pot A – A').....	107
Tabel 6.30	<i>Trial</i> Stabilitas Internal dengan Tinggi Dinding 6 m (Pot B – B').....	108
Tabel 6.31	Momen Aktif Terhadap Titik A (Pot A – A').....	113
Tabel 6.32	Momen Aktif Terhadap Titik B (Pot B – B').....	113
Tabel 6.33	Momen Pasif Terhadap Titik B (Pot B – B').....	113
Tabel 6.34	<i>Trial</i> Stabilitas Internal dengan Tinggi Dinding 4 m (Pot A – A').....	114
Tabel 6.35	<i>Trial</i> Stabilitas Internal dengan Tinggi Dinding 4 m (Pot B – B').....	115

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kartu Peserta Tugas Akhir
- Lampiran 2 Data Tanah
- Lampiran 3 Data Pengujian Desak Sampel Kubus Campuran 3 : 1
- Lampiran 4 Data Pengujian Geser Sampel Kubus Campuran 3 : 1
- Lampiran 5 Data Pengujian Desak Sampel Kubus Campuran 3 : 2
- Lampiran 6 Data Pengujian Geser Sampel Kubus Campuran 3 : 2
- Lampiran 7 Data Pengujian Desak Sampel Kubus Campuran 1 : 1
- Lampiran 8 Data Pengujian Geser Sampel Kubus Campuran 1 : 1



ABSTRAKSI

Dinding penahan tanah tipe gravitasi menggunakan berat sendiri struktur sebagai kekuatannya dan secara umum menggunakan batu pecah dan semen sebagai bahan atau material struktur. Pada penelitian ini batu pecah ditambah limbah ban karet yang dicairkan sebagai bahan ikat dengan aplikasi di laboratorium.

Penelitian ini menggunakan dua metode yaitu secara analisis dan dengan uji di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia untuk pengujian kekuatan desak dan geser bahan campuran batu pecah dengan limbah ban karet yang dicairkan. Ada tiga variasi campuran berdasarkan perbandingan berat yang diuji, yaitu 3 batu: 1 limbah ban karet yang dicairkan, 3 batu: 2 limbah ban karet yang dicairkan, 1 batu: 1 limbah ban karet yang dicairkan. Nilai kekuatan desak dan geser yang didapat dari uji laboratorium kemudian dimasukkan ke dalam analisis.

Setelah melalui tahap analisis, diketahui bahwa kekuatan campuran dari setiap variasi campuran pada umur 21 hari ternyata tidak dapat mendukung beban tanah dari data tanah. Pada potongan daerah puncak tegangan desak yang terjadi pada campuran 3:2 menurun 47,11% dari campuran 3:1, dan pada campuran 1:1 menurun 44,56% dari campuran 3:1. Pada potongan daerah alas tegangan desak yang terjadi pada campuran 3:2 meningkat 16,15% dari campuran 3:1, dan pada campuran 1:1 menurun 9,43% dari campuran 3:1. Limbah ban karet murni tanpa *additive* mempunyai masa *curing* yang sangat lama dan hanya berfungsi sebagai bahan ikat. Hal tersebut dibuktikan dari hasil uji laboratorium pada umur sampel 21 hari didapat nilai tegangan ijin desak ($\bar{\sigma}_{desak}$) campuran 3: 1 sebesar $0,149 \text{ kg/cm}^2$, nilai tegangan ijin desak ($\bar{\sigma}_{desak}$) campuran 3: 2 sebesar $0,342 \text{ kg/cm}^2$, nilai tegangan ijin desak ($\bar{\sigma}_{desak}$) campuran 1: 1 sebesar $0,164 \text{ kg/cm}^2$.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Teknik Sipil selalu mempunyai peranan dalam proyek yang terkait dengan bangunan tanah, contohnya pembuatan fondasi untuk bangunan ataupun bangunan yang dibuat dibawah permukaan tanah. Kebutuhan lahan untuk pembangunan terus bertambah sedangkan lahan baru yang tersedia sudah mulai sulit untuk ditemui karena pesatnya pembangunan yang telah terjadi sehingga kadangkala pembangunan baru terpaksa harus dilakukan di sekitar atau pinggir galian tanah / lereng yang kurang stabil. Tanah tersebut harus diperkuat dahulu sebelum dipakai untuk bangunan di atasnya.

Tanah di sekitar atau pinggir galian tanah / lereng dapat mengakibatkan suatu dampak yang berakibat fatal pada suatu struktur sipil diakibatkan dari bahaya guling yang dapat menimbun struktur sipil di daerah yang berada di sekitar kaki galian/lereng dan dapat meruntuhkan struktur sipil yang berada di atas galian. Untuk memperkuat tanah tersebut dapat dilakukan suatu usaha dengan membuat dinding penahan tanah.

Untuk bangunan tanah seperti dinding penahan, perencana dituntut untuk memperhatikan kestabilan tanah. Dinding penahan adalah suatu bangunan untuk mencegah keruntuhan tanah yang curam atau lereng yang dibangun di tempat yang kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tanah itu sendiri dan dipengaruhi

oleh kondisi permukaan tempat itu, dan dapat dilakukan pekerjaan tanah seperti penanggulangan atau pemotongan tanah.

Untuk mendisain dinding penahan tanah pada dasarnya terdiri dari dua langkah berturutan yang berulang-ulang yaitu penentuan dimensi dari stuktur dan analisis kemampuan yang dimiliki oleh struktur termaksud dalam menahan gaya-gaya yang akan bekerja padanya. Apabila analisis menunjukkan bahwa struktur tersebut tidak aman, maka dimensinya diubah dan kemudian dilakukan lagi analisis yang baru.

Langkah pertama dalam menganalisis adalah mengestimasi besar / nilai semua gaya yang bekerja di atas dasar dinding, termasuk tekanan yang diakibatkan oleh timbunan tanah serta berat dinding itu sendiri. Kemudian dilakukan penyelidikan kestabilan terhadap penggulingan. Pada langkah selanjutnya pengestimasian kemampuan tanah di bawah dasar dinding untuk mencegah terjadinya keruntuhan dinding melalui penggelinciran di sepanjang suatu bidang yang terletak pada atau di bawah dasar, untuk menahan tekanan di bawah ujung kaki pondasi tanpa mengakibatkan runtuh dan menggulingnya dinding, serta dalam menopang semua gaya - gaya vertikal (termasuk berat dari timbunan) sedemikian hingga tidak terjadi gerakan pada arah keluar, pemiringan, ataupun penurunan (*settlement*) yang berlebihan.

Hal-hal lain yang perlu diperhatikan dalam merencanakan dinding penahan adalah :

- a. Beban yang dipakai untuk perencanaan :
- Berat sendiri dinding penahan : Berat sendiri dinding penahan yang digunakan dalam perhitungan kemantapan (*stability*) adalah berat dinding penahan itu sendiri dan berat tanah pada bagian atas tumit pelat lantai.
 - Tekanan tanah
 - Beban pembebanan
- b. Kemantapan dinding penahan :
- Kemantapan terhadap guling
 - Kemantapan terhadap longsor
 - Kemantapan terhadap daya dukung tanah pondasi

Mekanika tanah dapat berperan dalam mendisain dinding penahan tanah melalui dua langkah berikut ini yaitu mengestimasi tekanan yang ditimbulkan oleh timbunan – timbunan tanah terhadap dinding, dan mengestimasi apakah mampu menopang bangunan.

Ada tiga asumsi yang mendasari metoda – metoda penghitungan tekanan tanah terhadap dinding – dinding penahan tanah yaitu :

1. Dinding bisa runtuh akibat kemiringan atau penggelinciran sepanjang suatu jarak yang cukup mewujudkan “tahanan geseran penuh” dari timbunan.
2. Tekanan di dalam air pori timbunan tanah bisa diabaikan.
3. Konstanta tanah yang muncul pada persamaan – persamaan tekanan tanah mempunyai nilai tertentu dan dapat ditentukan dengan baik.

Penerapan teori tekanan tanah dalam mengestimasi tekanan yang ditimbulkan timbunan tanah terhadap suatu dinding penahan tanah bisa diterima hanya apabila ketiga asumsi di atas dipenuhi.

Dinding penahan tanah digunakan untuk menahan longsornya tanah, yaitu pada suatu galian tanah atau pada tebing yang vertikal/hampir vertikal, misal pada jembatan, pelabuhan tepi sungai, tanah untuk bangunan/perumahan yang lahannya miring dan lain sebagainya. Struktur ini akan menahan gaya horisontal, tekanan tanah lateral, tekanan air tanah, gaya gempa dan lain-lain.

Struktur dinding penahan tanah harus cukup aman/kuat untuk menahan gaya yang terjadi, sehingga tidak akan rusak dan perencanaan tercapai. Dinding penahan tanah dikatakan stabil bila :

- Struktur tidak mengguling,
- Struktur tidak menggeser,
- Tegangan/kapasitas dukung tanah di bawah dinding penahan tidak terlampaui,
- Struktur tidak pecah (tegangan bahan struktur tidak terlampaui).

Usaha-usaha untuk memenuhi persyaratan di atas antara lain :

- a. Meningkatkan struktur, untuk memperbesar momen pasif (melawan tekanan tanah aktif) dan memasukkan dasar dinding penahan tanah ke dalam tanah (untuk menambah tekanan tanah pasif), lihat gambar 1.1a
- b. Membuat ekor, untuk menambah tahanan geser dan penggulingan di samping itu juga akan mengatasi kapasitas dukung tanah di bawah dinding penahan, lihat gambar 1.1b

Limbah ban karet ini kami gunakan sebagai bahan ikat campuran. Ban karet ini merupakan sisa-sisa dari penggunaan ban motor. Ban karet yang ada selama ini kurang banyak dimanfaatkan, bahkan kebanyakan diabaikan dan dibuang begitu saja sehingga dapat menimbulkan gangguan terhadap lingkungan.

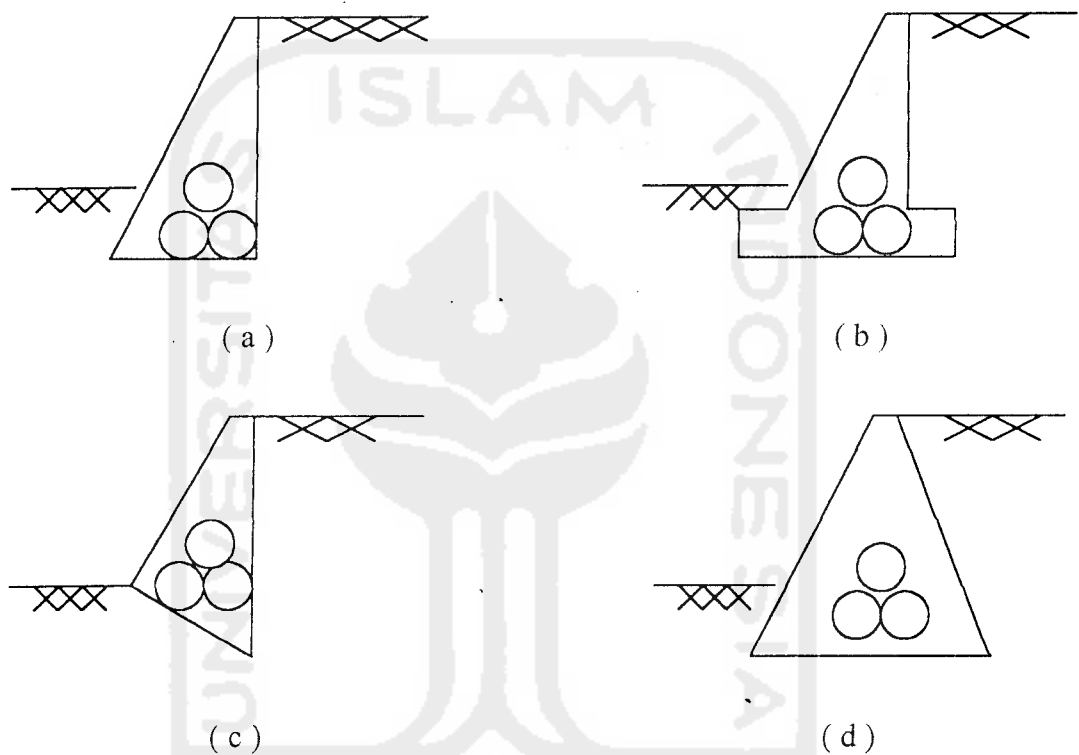
1.2 Permasalahan

Dalam perancangan bidang Teknik Sipil selalu berkaitan dengan keadaan alam dan fungsi dari perancangan itu sendiri. Dalam arti luas bila di lapangan ditemui keadaan alam sedemikian rupa, kondisi tanah yang tidak aman terhadap tekanan geser, guling maka harus dibuat dinding penahan tanah yang berfungsi sebagai penahan tanah yang longsor tersebut. Maka perlu diketahui kekuatan dinding yang akan menahan tekanan tanah lateral secara laboratorium dan secara analisis, dan perlu dilakukan pencarian nilai optimal bahan dinding penahan, serta perlu diketahui dimensi dinding penahan tanah yang aman dengan kondisi tanah dari data tanah yang ada.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui sifat-sifat fisik bahan campuran dan menguji kekuatan bahan campuran..
2. Mengetahui perbandingan batu pecah, dan ban karet untuk mendapatkan kekuatan yang maksimal, yang dipakai dalam merencanakan dinding penahan tanah.
3. Melakukan pengujian kekuatan dinding penahan dengan uji desak dan geser di laboratorium, dan secara analisis terhadap stabilitas internal, dan stabilitas eksternal.

- c. Membuat dasar dinding penahan tanah yang dimiringkan, untuk memperkecil momen penggulingan dan memperbesar tahanan terhadap pergeseran, lihat gambar 1.1c
- d. Membuat bentuk trapesium, untuk memperkecil momen penggulingan dan memperbesar dasar pondasi, lihat gambar 1.1d



Gambar 1.1 Perencanaan dinding penahan tanah Tipe *gravity wall*

(Bowles, Joseph E., Analisa Dan Disain Pondasi, 1986)

Dalam penelitian tugas akhir ini akan diangkat topik dengan judul:

“DINDING PENAHAN TANAH TIPE GRAVITASI DENGAN BAHAN CAMPURAN BATU PECAH DAN LIMBAH KARET”

4. Mengetahui dimensi dinding penahan tanah yang mampu menahan tekanan tanah lateral dari data tanah yang ada.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan gambaran bahwa limbah ban karet dapat dimanfaatkan sebagai bahan ikat pengganti semen yang sudah lazim digunakan dan apabila hasilnya lebih memungkinkan untuk digunakan, maka bentuk struktur *Dinding Penahan Tanah tipe gravitasi dengan bahan campuran batu pecah dan limbah karet* dapat diaplikasikan di lapangan. Hasil penelitian diharapkan dapat menambah khasanah keilmuan dan memenuhi tuntutan perekrutasaan struktur dinding penahan tanah secara khusus dan pengembangan ilmu geoteknik secara umum.

1.5 Metode Penyelesaian

Metode penyelesaian digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah studi literatur, yaitu berdasarkan rumus umum tentang dinding penahan tanah dan rumus mekanika/gaya yang terjadi pada dinding penahan. Materi pembahasan diambil dari berbagai macam buku literatur, laporan ilmiah, makalah-makalah dan kutipan tidak langsung dari berbagai pendapat.

1.5.1 Data tanah dan dimensi dinding penahan tanah.

A. Tanah.

Data tanah diambil dari laboratorium Mekanika Tanah – Universitas Islam Indonesia Yogyakarta berdasarkan data borehole-3 dari *Musi Pulp Mill Project, North Palembang, South Sumatra* oleh P.T. Engitama Nusa Geotestindo.

Untuk lapis – I,

$$H_1 = 2,00 \text{ m}$$

$$\varphi_1 = 9^\circ$$

$$c_1 = 0,13 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_{\text{sat } 1} = 1,81 \text{ t/m}^3$$

Jenis tanah : *Silty Clay*

Untuk lapis – II,

$$H_2 = 2,00 \text{ m}$$

$$\varphi_2 = 9^\circ$$

$$c_2 = 0,13 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_{\text{sat } 2} = 1,70 \text{ t/m}^3$$

Jenis tanah : *Silty Clay*

Untuk lapis – III,

$$H_3 = 2,00 \text{ m}$$

$$\varphi_3 = 9^\circ$$

$$c_3 = 0,13 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_{\text{sat } 3} = 1,64 \text{ t/m}^3$$

Jenis tanah : *Silty Clay*

Untuk lapis – IV,

$$H_4 = 2,00 \text{ m}$$

$$\varphi_4 = 9^\circ$$

$$c_4 = 0,13 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_{\text{sat } 5} = 1,64 \text{ t/m}^3$$

Jenis tanah : *Silty Clay*

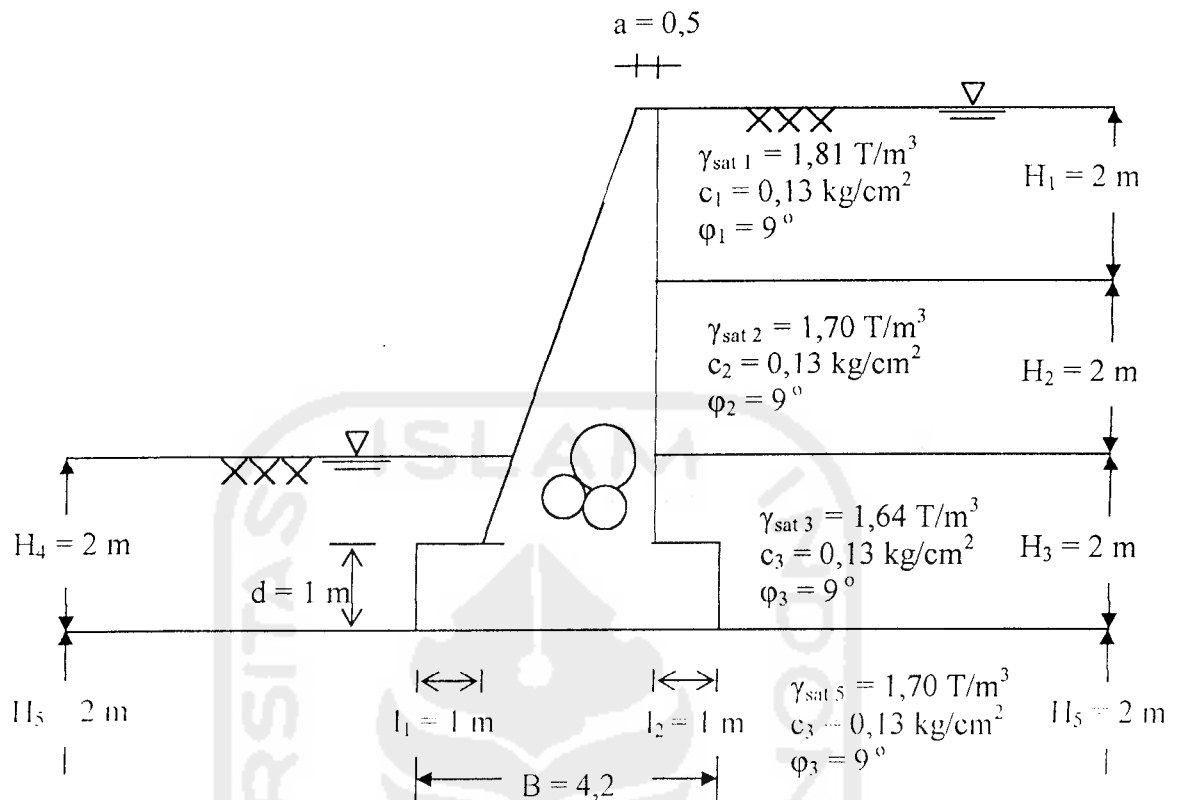
B. Penentuan Dimensi

Dimensi dinding penahan tanah yang digunakan dalam penelaahan Tugas

Akhir ini berdasarkan laporan tugas Rekayasa Pondasi (2001) :

Dinding penahan tanah terbuat dari campuran batu pecah dan limbah karet.

- a. Tinggi = 6 m
- b. Lebar sisi atas = $H/12$
 $= 6/12$
 $= 0,5 \text{ m}$
- c. Tebal plat kaki = $H/8$ s/d $H/6$
 $= 6/8 = 0,75 \text{ m}$ s/d $6/6 = 1 \text{ m}$
 $= \text{diambil } 1 \text{ m}$
- d. Lebar plat kaki = $0,5 \cdot H$ s/d $0,7 \cdot H$
 $= 0,5 \cdot 6 = 3 \text{ m}$ s/d $0,7 \cdot 6 = 4,2 \text{ m}$
 $= \text{diambil } 4,2 \text{ m}$



Gambar 1.2 Rencana dinding penahan tanah (tampak samping)

1.5.2 Teori-teori telaah

Teori yang diambil dari berbagai macam buku literatur, antara lain yaitu:

- Tekanan tanah lateral,
- Tekanan hidrostatik,
- Daya dukung tanah,
- Perubahan tegangan pada dinding penahan.

1.5.3 Analisis

Dari data yang diperoleh, akan dilaksanakan perancangan dinding penahan tanah tipe *gravitasi*. Bentuk dinding penahan yang akan dianalisis yaitu dengan

menggunakan limbah ban karet sebagai bahan ikat pengganti semen. Hasil dari analisis tersebut akan dibuat laporan sesuai dengan hasil perhitungan.

1.6 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini batasan masalah meliputi:

1. Data tanah yang digunakan berasal dari Laboratorium Mekanika Tanah FTSP Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. Bahan ikat yang digunakan sebagai pengganti semen adalah ban karet yang merupakan sisa-sisa bekas penggunaan ban dalam kendaraan beroda dua. Ban karet yang digunakan adalah ban dalam motor. Ban tersebut dilelehkan pada suhu lelehnya.
3. Bahan yang digunakan untuk membuat model laboratorium dinding penahan dengan batu pecah dan karet adalah batu split dan ban karet dengan perbandingan berat.
4. Dalam penelitian ini tidak ditinjau pengaruh perubahan temperatur pada limbah ban karet.
5. Jenis dinding penahan tanah adalah tipe *gravitasi*.
6. Tinggi dinding penahan direncanakan 6 meter.
7. Gaya – gaya yang terjadi pada dinding penahan diasumsikan tegak lurus dan sejajar terhadap dinding. Hal ini berdasarkan penguraian dari gaya lateral tanah.
8. Muka air tanah berada di permukaan tanah dan tanpa ada beban merata.

1.7 Lokasi Penelitian

Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia, jalan Kaliurang km. 14, 4 Yogyakarta.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Penggunaan Dinding Penahan Tanah Tipe *Gravity Wall*

Penelitian tentang dinding penahan tanah tipe *gravity wall* telah dilakukan oleh peneliti yang bernama Achmad Yani (1999). Penelitian ini mengambil judul “Analisis Dinding Penahan Tanah Tipe *Gravity Wall* Berbentuk Lurus dan Berbentuk Gerigi Menerus”. Hasil analisis dinding penahan tanah tipe gravitasi tersebut menunjukkan bahwa analisa dinding penahan tanah tipe gravitasi dengan data tanah dari laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Indonesia dan tinggi dinding 7,5 m dinyatakan mampu menahan peristiwa desak, tarik dan geser pada tanah.

Hal ini diperoleh dari hasil analisis yang menunjukkan bahwa tegangan eksternal (σ_{ext}) yang terjadi sebesar $20,0164 \text{ T/m}^2$ adalah lebih kecil dari tegangan tarik ijin ($\bar{\sigma}_{tarik}$) yang telah dianalisis sebesar 30 T/m^2 . Tegangan geser (τ) yang terjadi sebesar $4,6497 \text{ T/m}^2$ lebih kecil dari tegangan geser ijin ($\bar{\tau}$) sebesar 15 T/m^2 . Tegangan desak yang terjadi (σ_{desk}) sebesar $27,2179 \text{ T/m}^2$ lebih kecil dari tegangan desak ijin ($\bar{\sigma}_{desk}$) sebesar 152 T/m^2 .

2.2 Penelitian Yang Melibatkan Penggunaan Karet Untuk Struktur

Penelitian yang dilakukan oleh Benny Oktobaran dan Iman Darmawan (1999), mengambil topik “Pengaruh Penggunaan karet Padat Terhadap Kualitas

Campuran Beraspal Panas”. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa penambahan parutan ban bekas dapat meningkatkan stabilitas sebesar 2%.

Penelitian lain yang menggunakan karet juga telah dilakukan oleh Iriansyah AS dari Departemen Pekerjaan Umum Badan Penelitian dan Pengembangan Jalan, Bandung, Jawa Barat. Dari penelitian ini memperlihatkan bahwa penggunaan parutan ban bekas 1%- 5% dapat menaikkan nilai stabilitas sebesar pada penambahan bahan tambah sebesar 2%- 3%.



BAB III

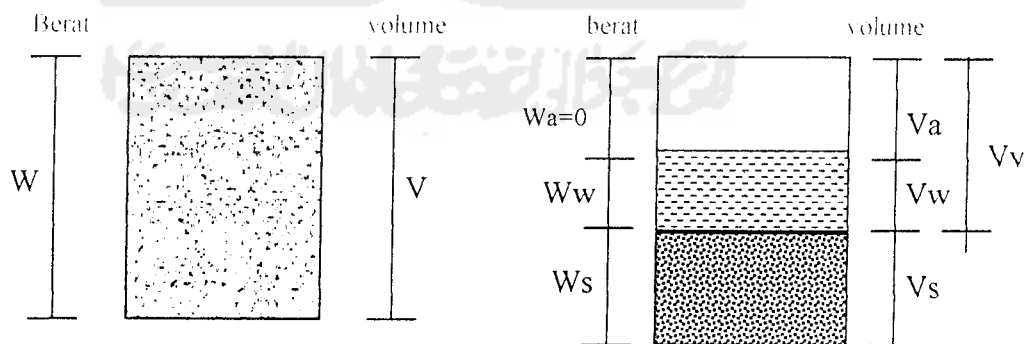
LANDASAN TEORI

3.1 Tanah

3.1.1 Sifat- Sifat Teknis Tanah

Tanah terdiri dari campuran butiran mineral dengan atau tanpa kandungan organik, yang merupakan hasil pelapukan batuan, baik secara fisik maupun kimiawi.

Pada segumpal tanah dapat terdiri dari dua atau tiga bagian. Dalam tanah yang kering, hanya akan terdapat dua bagian, yaitu butiran-butir tanah dan pori-pori udara. Dalam tanah yang jenuh juga terdapat dua bagian, yaitu bagian padat atau butiran dan air pori. Dalam keadaan tidak jenuh, tanah terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian padat atau butiran, pori-pori udara dan air pori. Bagian-bagian dari tanah itu sendiri dapat kita gambarkan dalam bentuk diagram fase, seperti yang ditunjukkan **gambar 3.1**.



(a) Gambar 3.1 Diagram fase tanah (b)

Gambar 3.1a memperlihatkan elemen tanah yang mempunyai volume V dan berat total W , sedangkan Gambar 3.1b memperlihatkan hubungan berat dan volumenya.

Dari gambar di atas dapat dibentuk persamaan:

Angka pori (e)

$$e = \frac{V_v}{V_s} \dots \dots (3.1)$$

V_v = Volume total rongga

= $V_a + V_w$

V_a = Volume udara

V_w = Volume air

V_s = Volume butiran padat

e = angka pori

Kadar air (w)

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots (3.2)$$

W_w = Berat air

W_s = Berat butiran padat

$w(\%)$ = Kadar air

Berat Volume tanah basah (γ_b)

$$\gamma_b = \frac{W_s + W_w}{V} \dots (3.3)$$

$V = V_a + V_w + V_s$

γ_b = Berat volume tanah basah

Berat volume tanah kering (γ_k)

$$\gamma_k = \frac{W_s}{V} = \frac{\gamma_b}{1 + w} \dots (3.4)$$

w = kadar air

γ_k = berat volume tanah kering

Berat volume butiran padat (γ_s)

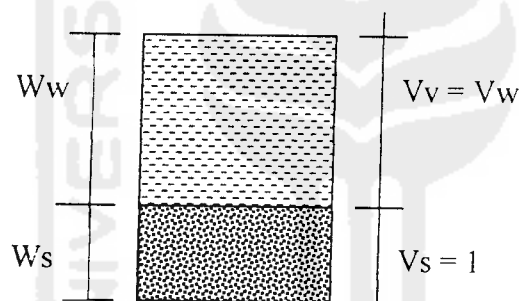
$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \quad \dots (3.5)$$

γ_s = Berat volume butiran padat

Spesific gravity (G_s)

Berat jenis tanah/ specific gravity tanah (G_s) didefinisikan sebagai perbandingan berat volume butiran padat γ_s dengan berat volume air $\gamma_w (= 1)$ pada temperature 4°C

3.1.2 Tanah jenuh air ($S = 100\%$)



$$S = \frac{V_w}{V_v} \times 100\%$$

S = Derajat kejenuhan

Kondisi tanah jenuh air ($S = 100\%$) dengan V_s diasumsikan = 1

$$W_w = e \cdot \gamma_w$$

γ_w = Berat volume air = 1

$$W_s = G_s \cdot \gamma_w$$

$$V_v = V_w = e$$

$$V = 1 + e$$

$$\gamma_{sat} = \frac{W}{V} = \frac{W_w + W_s}{1 + e}$$

$$\gamma_{sat} = \frac{e \cdot \gamma_w + G_s \cdot \gamma_w}{1 + e} \quad \dots (3.6)$$

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{(e + G_s) \cdot \gamma_w}{1 + e}$$

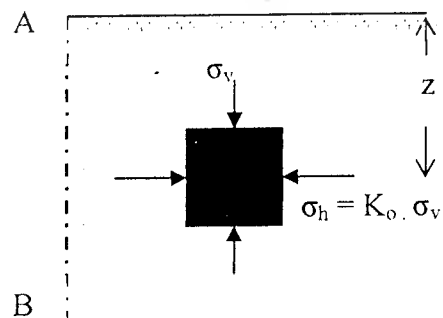
$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

3.2 Tekanan Tanah Lateral

Agar dapat merencanakan konstruksi dinding penahan tanah dengan benar, maka perlu diketahui gaya lateral (horisontal) yang berkerja antara konstruksi penahan tanah dan massa tanah yang ditahan. Gaya horisontal tadi disebabkan oleh tekanan tanah arah horisontal.

3.2.1 Tekanan Tanah Dalam Keadaan Diam (*At Rest*)

Suatu elemen tanah yang terletak pada kedalaman z akan terkena tekanan arah vertikal σ_v dan tekanan arah horisontal σ_h yang masing- masing berupa tekanan efektif dan tekanan total, tegangan geser pada bidang tegak dan bidang datar dapat di abaikan.



Gambar 3.2 Tekanan tanah dalam keadaan diam

Bila dinding AB dalam keadaan diam, yaitu bila dinding tidak bergerak ke salah satu arah baik ke kanan maupun ke kiri dari posisi awal, maka massa tanah akan berada dalam keadaan keseimbangan elastis (*elastic equilibrium*). Rasio tekanan arah horisontal dan tekanan arah vertikal disebut “*koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam (coefficient of earth pressure rest)*”, K_0 ”

$$K_0 = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \quad \text{Karena } \sigma_v = \gamma_z, \text{ maka } \sigma_h = K_0 \cdot (\gamma_z) \quad \dots\dots\dots (3.8)$$

Untuk tanah berbutir, koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam dapat diwakili oleh hubungan empiris yang diperkenalkan oleh Jakky (1994).

$$K_0 = 1 - \sin \varphi \quad \dots\dots\dots (3.9)$$

Brooker dan Ireland (1965) menyarankan agar kita menggunakan persamaan berikut ini untuk menghitung harga K_0 dari tanah lempung yang terkonsolidasi normal (*normally consolidated*):

$$K_0 = 0,95 - \sin \varphi \quad \dots\dots\dots (3.10)$$

φ = sudut geser tanah dalam keadaan air teralirkan (*drained*)

Untuk tanah lempung terkonsolidasi lebih (*over consolidated*), koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam (*at rest*) dapat diperkirakan sebagai berikut.

$$K_0 (\text{overconsolidated}) = K_0 (\text{normally consolidated}) \cdot \sqrt{OCR} \quad \dots\dots\dots (3.11)$$

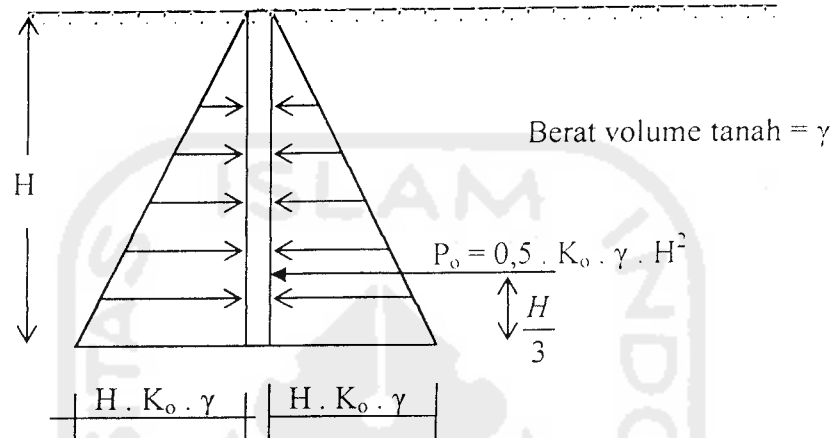
OCR = overconsolidated ratio

$$OCR = \frac{\text{Tekanan pra konsolidasi}}{\text{Tekanan efektif akibat tanah di atasnya}} \quad \dots\dots (3.12)$$

Untuk tanah lempung *normally consolidated*, persamaan yang lain untuk K_o telah diperkenalkan oleh Alpan (1967):

$$K_o = 0,19 + 0,233 \log (PI) \dots\dots (3. 13)$$

PI = Index plastisitas



Gambar 3.3 Distribusi tekanan tanah dalam keadaan diam (*at rest*) pada tembok

Gambar 3.3 menunjukkan distribusi tekanan tanah dalam keadaan diam yang bekerja pada dinding setinggi H. Gaya total per satuan lobang dinding P_o , adalah sama dengan luas dari diagram tekanan tanah yang bersangkutan. Jadi,

$$P_o = \frac{1}{2} \cdot K_o \cdot \gamma \cdot H^2 \dots\dots (3. 14)$$

3.2.2 Tekanan Tanah *At Rest* Untuk Tanah Terendam Sebagian

Gambar 3.4 memperlihatkan suatu tembok setinggi H dengan permukaan air tanah terletak pada kedalaman H_1 dari permukaan tanah. Untuk $z < H_1$, tekanan tanah dalam keadaan diam arah horizontal adalah sebesar :

$$\sigma_h = K_0 \cdot \gamma \cdot z \dots\dots (3.15)$$

Variasi σ_h dengan kedalaman tertentu ditunjukkan oleh segitiga ACE dalam gambar 3.4a. Tetapi untuk yaitu di bawah permukaan air tanah, tekanan tanah pada tembok merupakan komponen dari tekanan efektif dan tekanan air pori.

Tekanan efektif arah vertikal :

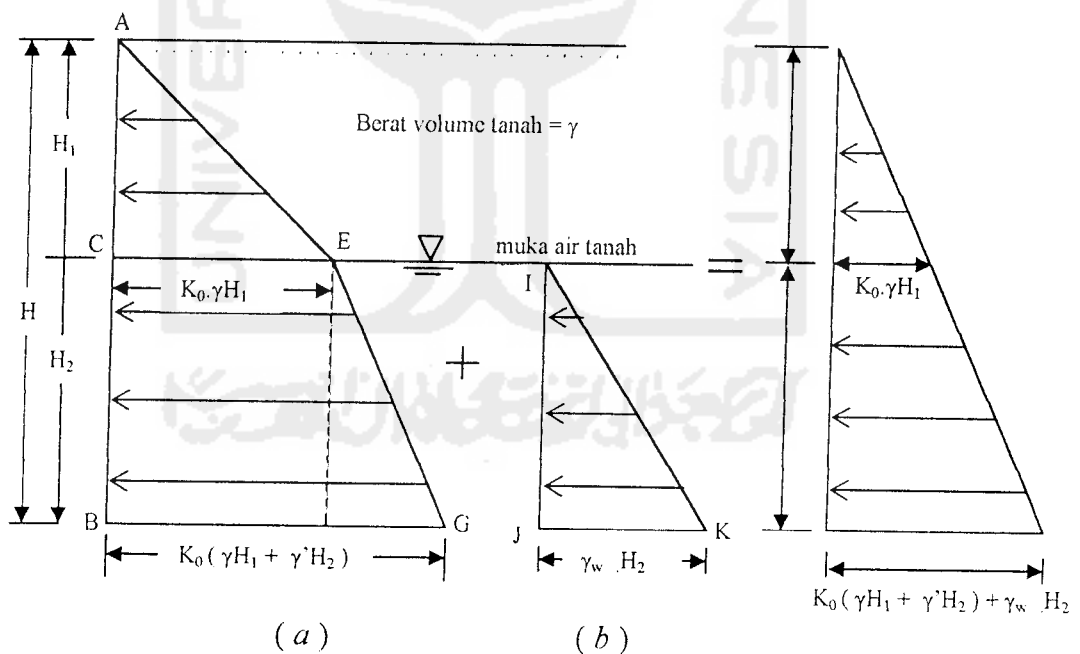
$$\sigma'_v = \gamma \cdot H_1 + \gamma' (H - H_1) \dots\dots (3.16)$$

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

Tekanan tanah efektif arah horizontal :

$$\sigma'_h = K_0 \cdot \sigma'_v = K_0 \gamma \left[\gamma \cdot H_1 + \gamma' (H - H_1) \right]$$

Variasi σ'_h dengan kedalaman ditunjukkan oleh CEBG dalam gambar 3.4a



Gambar 3.4 Distribusi tekanan tanah *at rest* untuk tanah terendam air sebagian

(Braja M Das, Mekanika Tanah jilid 2, 1994)

Tekanan arah horizontal yang disebabkan oleh air :

$$\mu = \gamma_w (H - H_1) \dots\dots\dots (3.17)$$

Variasi μ dengan kedalaman yang ditunjukkan oleh gambar 3.4b enunjukkan tekanan tanah total pada kedalaman H adalah

$$\begin{aligned} \sigma_h &= \sigma_h' + \mu \\ &= K_0 [(\gamma H_1 + \gamma (H - H_1))] + \gamma_w (z - H_1) \dots\dots\dots (3.18) \end{aligned}$$

Gaya persatuan lebar merupakan perjumlahan dari luas diagram tekanan yang diberikan dalam gambar 3.4a dan 3.4b, yaitu:

$$P_0 = \underbrace{\frac{1}{2} \cdot K_0 \gamma H_1^2}_{\text{Luas ACE}} + \underbrace{K_0 \cdot \gamma H_1 \cdot H_2}_{\text{Luas CEFB}} + \underbrace{\frac{1}{2} \cdot K_0 \gamma' H_2^2}_{\text{Luas EFG}} + \underbrace{\frac{1}{2} \cdot \gamma_w H_2^2}_{\text{Luas IJK}} \dots\dots\dots (3.19)$$

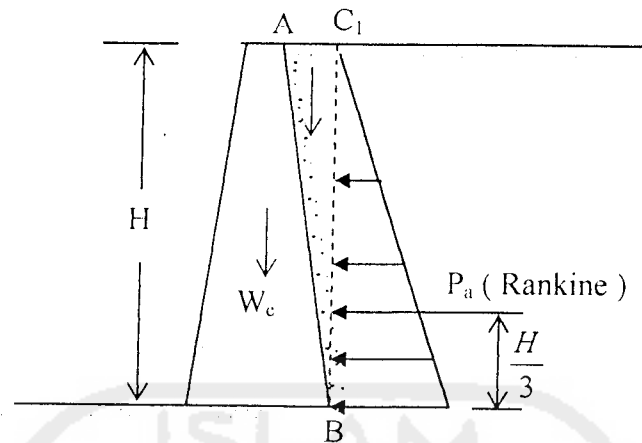
3.2.3 Tekanan Tanah Aktif

Secara praktis, perhitungan gaya aktif yang bekerja pada tembok penahan dapat dibuat dengan metode Coulomb atau metode Rankine

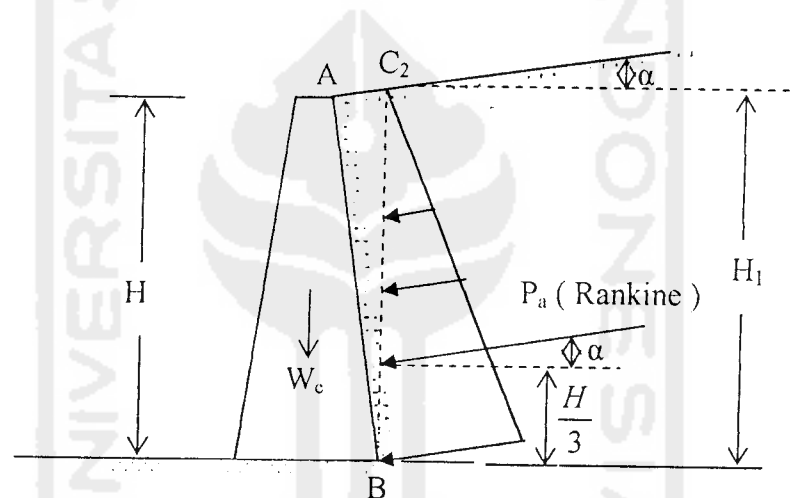
Gambar 3.5a menunjukkan suatu tembok penahan dengan urugan di belakang tembok mempunyai permukaan yang rata. Bila kita menggunakan metode Rankine, gaya aktif akan dihitung pada bidang vertikal yang digambar melalui tumit dari tembok.

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma H^2 \dots\dots\dots (3.20)$$

$$K_a = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots (3.21)$$



(a) urugan dengan permukaan rata di belakang tembok



(b) urugan dengan permukaan miring di belakang tembok

Gambar 3.5 Analisis pendekatan dari gaya aktif yang bekerja pada tembok dengan urugan tanah tidak berkohesi

Untuk masalah seperti itu, komponen dari gaya vertikal P_a (yang ditentukan dengan cara Rankine) ditambahkan pada berat dari blok tanah W_c , untuk analisis stabilitas.

Gambar 3-5b menunjukkan suatu tembok penahan dengan urugan di belakang tembok terdiri dari tanah berbutir yang mempunyai permukaan miring. Harga P_a yang ditentukan dengan cara Rankine dapat diberikan dengan hubungan:

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma H_1^2$$

$$H_1 = \overline{BC_2}$$

K_a = Koefisien tekanan aktif menurut Rankine

$$K_a = \cos \alpha \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}} \quad \dots\dots (3.22)$$

α = kemiringan permukaan tanah urug

3.2.4 Tekanan Tanah Pasif

Perhitungan tekanan tanah pasif yang digunakan dalam hal ini adalah metode Rankine, dengan :

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad \dots\dots (3.23)$$

Untuk urugan dengan permukaan datar di belakang tembok

$$K_p = \cos \alpha \frac{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}}{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi}} \quad \dots\dots (3.24)$$

α = kemiringan permukaan tanah urug

Untuk urugan dengan permukaan miring di belakang tembok

Harga P_p ditentukan dengan metode Rankine :

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot \gamma H^2 \quad \dots\dots (3. 25)$$

3.3 Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah dikatakan stabil apabila mampu menahan gaya-gaya eksternal dan gaya internal yang mempengaruhi.

3.3.1 Stabilitas Terhadap Gaya- Gaya Eksternal

Akibat gaya- gaya eksternal (gaya yang diakibatkan oleh tanah maupun air) yang mempengaruhi secara langsung terhadap dinding penahan tanah, maka akan terjadi penggulingan maupun penggeseran. Agar tetap stabil, maka dinding penahan tanah harus mampu melawan momen maupun gaya geser yang terjadi. Disamping itu daya dukung tanah yang berada di bawah dinding penahan tanah tidak terlampaui. Untuk lebih jelasnya yaitu :

1. Stabilitas terhadap penggulingan

Stabilitas terhadap penggulingan, adalah kemampuan konstruksi untuk tetap stabil akibat momen aktif yang disebabkan oleh gaya tanah aktif atau air.

Sedangkan yang menahannya adalah momen pasif yang disebabkan oleh :

- Berat sendiri konstruksi termasuk beban yang bekerja di atasnya.
- Momen akibat tekanan tanah pasif (bila tanah pasifnya ditinjau).

Faktor kemanan terhadap penggulingan (SF_{guling}) :

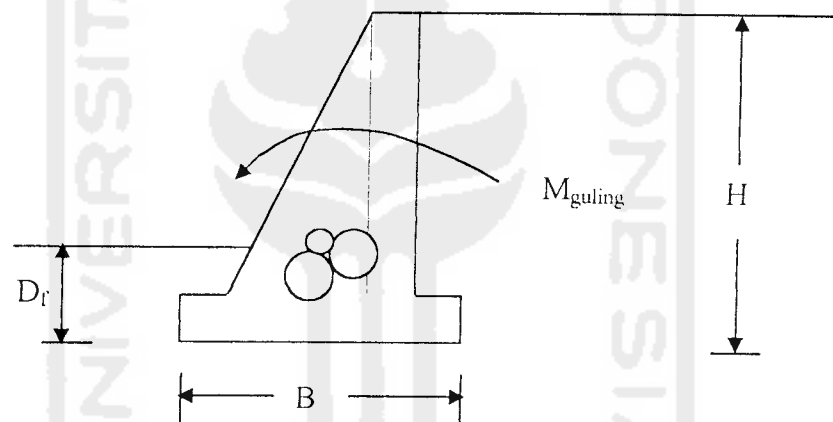
$$SF_{\text{guling}} = \frac{\Sigma M_r}{\Sigma M_0} = \frac{\Sigma M_r}{(\Sigma M_a - \Sigma M_p)} \geq 2,0 \quad \dots\dots (3.26)$$

M_r = Momen yang menahan gulingan

M_0 = Momen yang menyebabkan penggulingan

M_a = Momen yang diakibatkan oleh tekanan tanah aktif

M_p = Momen yang diakibatkan oleh tekanan tanah pasif



Gambar 3.6 Tinjauan stabilitas terhadap bahaya guling

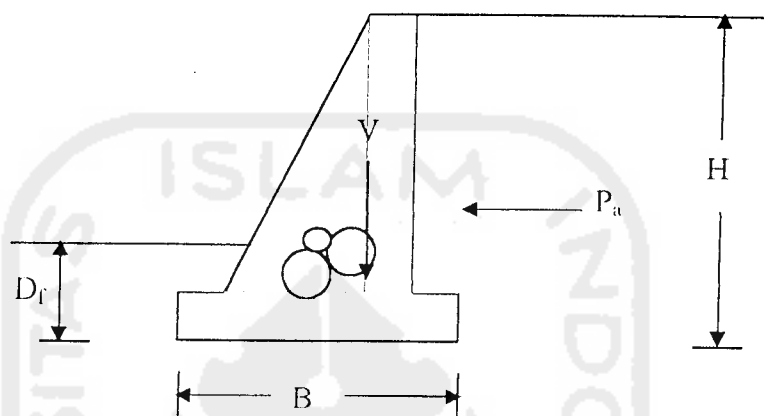
2. Stabilitas terhadap penggeseran

Stabilitas terhadap penggeseran adalah kemampuan konstruksi untuk tetap stabil akibat gaya tanah aktif dan air secara horizontal, sedangkan yang menahannya adalah :

- Berat konstruksi itu sendiri termasuk beban yang berada di atasnya.
- Sudut geser antara tanah dengan dasar telapak dinding penahan.

- Gaya tanah pasif, (bila tanah pasifnya ditinjau).

Dalam perckayasaan penulis tetap/ menggunakan tanah pasif, sehingga factor keamanan yang digunakan bernilai 2,0 (dua).



Gambar 3.7 Tinjauan stabilitas terhadap bahaya geser

Faktor keamanan terhadap penggeseran (FS_{geser})

$$SF_{geser} = \frac{\Sigma F_r}{\Sigma P_0} = \frac{\Sigma V \cdot \mu}{\Sigma P_0} = \frac{\Sigma V \cdot \tan \delta}{(\Sigma P_a - \Sigma P_p)} \geq 2,0 \quad \dots (3.27)$$

F_r = Gaya yang menahan terhadap penggeseran

P_0 = Gaya yang mendorong (penyebab penggeseran)

μ = Koefisien gesekan antara dasar dinding penahan dengan tanah

$$= \tan \delta$$

δ = sudut gesekan antara dasar dinding penahan dengan tanah

P_a = Gaya tanah aktif mendatar

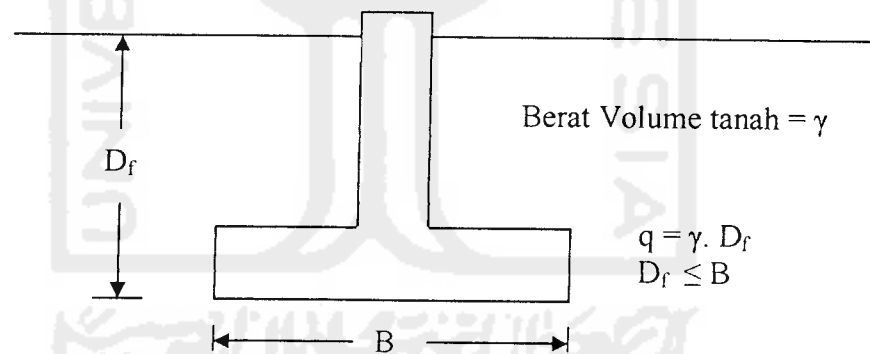
P_p = Gaya tanah pasif mendatar

3. Daya dukung tanah di bawah dinding penahan tidak terlampaui

Daya dukung atau kapasitas dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk mendukung beban yang berada di atasnya. Kapasitas dukung dicapai dengan menggunakan faktor keamanan (SF) yang sesuai dengan kapasitas dukung ultimit. Faktor keamanan diambil sebesar 2,0 untuk tanah berbutir dan 3,0 untuk tanah kohesif.

Daya dukung tanah yang terjadi pada dasar dinding penahan tanah berpedoman pada daya dukung pondasi dangkal menerus menurut Terzaghi.

Menurut Terzaghi (1943) suatu pondasi didefinisikan sebagai pondasi dangkal apabila kedalaman (D_f), adalah kurang atau sama dengan lebar pondasi (B)



Gambar 3.22 Pondasi dangkal (lajur)

(Braja M Das, Mekanika Tanah, jilid 2, 1994)

Kapasitas dukung ultimit bruto untuk pondasi dangkal menerus :

$$\sigma_{\text{ult bruto}} = \frac{qu}{SF} \quad \text{atau} \quad \sigma_{\text{ult bruto}} = \frac{qc}{SF} \quad ; \text{diambil yang terkecil}$$

$$q_u = c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \dots (3. 28)$$

$$\sigma_{ult \text{ netto}} = \sigma_{ult \text{ bruto}} - (D_f \cdot \gamma) \dots (3. 29)$$

$$\sigma_{tanah (netto)} = \frac{\sigma_{ult \text{ bruto}}}{SF} \dots (3. 30)$$

Dalam perencanaan :

$$\sigma_{perekeyasaan} \leq \overline{\sigma}_{tanah (netto)}$$

q_u = Kapasitas dukung ultimit.

D_f = Kedalaman telapak pondasi dari permukaan tanah

γ = Berat volume tanah

$\sigma_{ultimit \text{ bruto}}$ = Kapasitas batas dukung tanah bruto

$\sigma_{ultimit \text{ netto}}$ = Kapasitas batas dukung tanah netto

$\overline{\sigma}_{tanah (netto)}$ = Kapasitas dukung tanah netto yang diijinkan

4. Tegangan yang disebabkan oleh dinding penahan tanah

Jarak antara titik- A (berada di ujung sebelah kiri telapak dinding penahan)

ke resultante gaya :

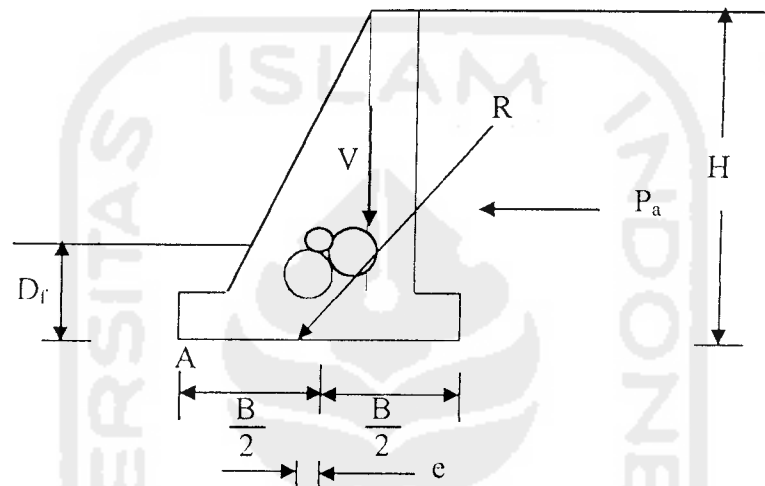
$$\bar{x} = \frac{\Sigma M_r - \Sigma M_0}{\Sigma V}$$

Jarak antar resultante gaya ke tengah dasar dinding penahan tanah :

$$e = \bar{x} - \frac{B}{2} \leq \frac{B}{6}$$

- Bila eksentrisitas (e) bernilai negatif, berarti resultante gaya berada di sebelah kiri tengah dasar dinding penahan tanah.

- Bila eksentrisitas (e) bernilai positif, berarti resultante berada di sebelah kanan tengah dasar dinding penahan tanah.
- Untuk menghindari “ tegangan tarik ” pada tanah, maka eksentrisitas disarankan berada dalam inti (*kern*), yaitu berada di $1/3$ lebar tengah dasar dinding penahan tanah.



Gambar 3.8 Letak resultante gaya berada di sebelah inti

Tegangan yang terjadi :

$$\sigma_{\text{maks}} = \frac{\Sigma V}{B \cdot L} \left[1 + \frac{6 \cdot e}{B} \right] \leq \sigma_{\text{tanah (netto)}} \dots \dots \dots (3.31)$$

$$\sigma_{\text{min}} = \frac{\Sigma V}{B \cdot L} \left[1 - \frac{6 \cdot e}{B} \right] \geq 0 \dots \dots \dots (3.32)$$

ΣV = Jumlah gaya vertikal akibat beban sendiri konstruksi

ΣM = Jumlah momen yang menyebabkan terjadinya tegangan pada tanah.

M_r = Momen yang menahan

M_0 = Momen yang menyebabkan tegangan pada tanah

x = Jarak antara eksentrisitas (e) ke titik tinjauan (titik – A)

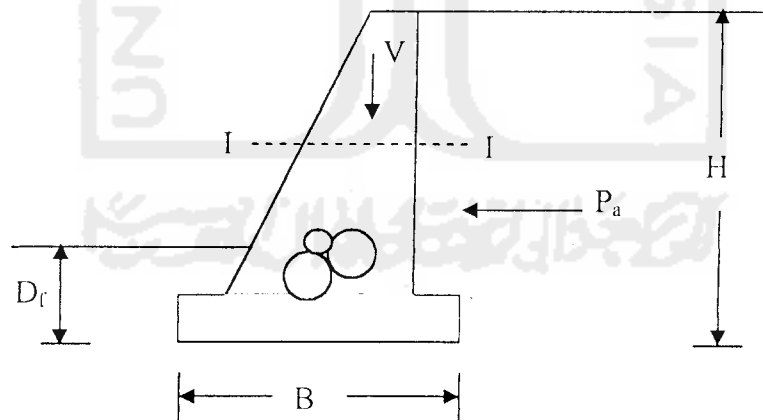
e = Eksentrisitas (jarak antara resultante gaya ke tengah dasar dinding penahan tanah)

3.3.2 Stabilitas terhadap gaya-gaya internal

Stabilitas terhadap gaya-gaya internal, adalah gaya yang ada pada dinding itu sendiri untuk mengatasi menahan gaya eksternal yang mempengaruhi konstruksi. Stabilitas terhadap gaya internal ini, biasanya ditinjau pada titik-titik riskan, seperti halnya : tubuh dinding penahan, pertemuan antara tubuh dan telapak, kaki bagian depan dan tumit bagian belakang dinding penahan tanah.

Hal yang diperhitungkan dalam stabilitas terhadap gaya internal :

Tinjauan terhadap tampang badan dinding penahan.



Gambar 3.9 Tinjauan stabilitas terhadap gaya internal

- Tegangan desak :

$$\sigma_{\text{desak}} = \frac{\sum V_{I-I}}{b_{I-I} \cdot L} + \frac{\sum M_{I-I}}{W} \leq \bar{\sigma}_{\text{desak bahan}} \quad \dots \dots (3.33)$$

- Tegangan tarik :

$$\sigma_{\text{tarik}} = \frac{\Sigma V_{I-I}}{b_{I-I} \cdot L} - \frac{M_{I-I}}{W} \leq \bar{\sigma}_{\text{tarik bahan}} \quad \dots\dots\dots (3.34)$$

dengan :

$$e = \frac{\Sigma M_{I-I}}{\Sigma V_{I-I}}$$

- Tegangan geser :

$$\tau = \frac{2}{3} \frac{D_{I-I}}{b_{I-I} \cdot L} \leq \tau_{\text{bahan}} \quad \dots\dots\dots (3.35)$$

σ_{desak} = Tegangan desak yang terjadi akibat gaya eksternal pada tampang I – I

σ_{tarik} = Tegangan tarik yang terjadi akibat gaya eksternal pada tampang I – I

ΣV_{I-I} = Jumlah gaya vertikal akibat berat konstruksi itu sendiri

ΣM_{I-I} = Jumlah momen yang terjadi pada tampang I – I

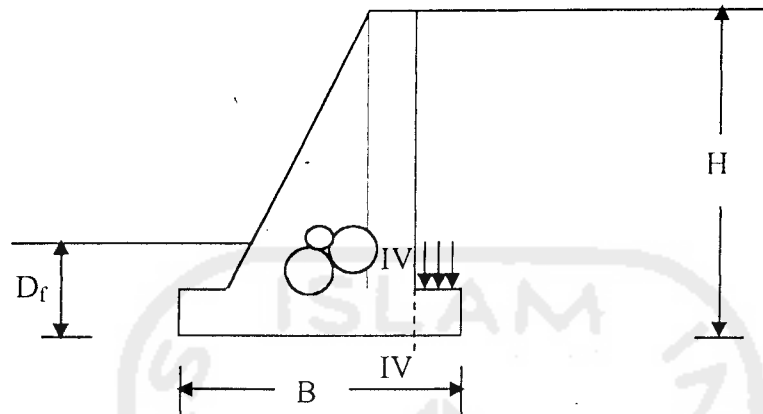
W = Tahanan momen pada tampang I – I

b_{I-I} = Lebar tampang I – I

D_{I-I} = Gaya yang menyebabkan terjadinya penggeseran pada tampang I – I

L = Panjang tinjauan $\pm 1,00$ m terhadap bidang gambar tampang I – I

Tinjauan terhadap tampang pada kaki depan atau belakang (tumit)



Gambar 3.10 Tinjauan terhadap patahnya kaki belakang

Tegangan ekstrim (tarik/tekan) yang terjadi :

$$\sigma_{\text{ekstrim}} = \pm \frac{\Sigma M_{\text{IV-IV}}}{W} \leq \sigma_{\text{tarik bahan}} \dots \dots \dots (3.36)$$

Tegangan geser yang terjadi :

$$\tau = \frac{2}{3} \frac{D_{\text{IV-IV}}}{b_{\text{IV-IV}} \cdot L} \leq \tau_{\text{bahan}} \dots \dots \dots (3.37)$$

σ_{ekstrim} = Tegangan (tarik/desak) yang terjadi akibat gaya eksternal pada tampang (IV-IV).

$M_{\text{IV-IV}}$ = Momen yang terjadi pada tampang (IV-IV).

W = Tahanan momen pada tampang (IV-IV).

$b_{\text{IV-IV}}$ = Lebar tampang (IV-IV)

D_{IV-IV} = Gaya penyebab geser pada tampang (IV-IV)

L = Panjang tinjauan $\pm 1,00$ m terhadap bidang gambar tampang (IV-IV)

3.4 Penelitian Sifat Mekanis Tanah

3.4.1 Uji Kadar Air Tanah

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air dari sampel tanah. Kadar air tanah adalah nilai perbandingan antara berat air dalam suatu satuan tanah dengan berat kering tanah tersebut.

Variabel- variabel yang dibutuhkan adalah :

1. Berat container = W_1 .
2. Berat tanah dalam keadaan jenuh atau jenuh sebagian (asli dari lapangan) dengan container = W_2 .
3. Berat tanah lapangan dengan container setelah dimasukkan ke dalam oven dengan suhu konstan 105°C - 110°C selama 16 sampai 20 jam = W_3

Sampel tanah dalam kondisi lapangan yang akan di uji dimasukkan ke dalam container yang telah di timbang dan dibersihkan. Sampel tanah tersebut ditimbang bersama containernya, lalu dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C - 110°C selama 16-20 jam untuk memperoleh kondisi kering air. Sampel tanah yang telah dalam kondisi kering oven ditimbang bersama containernya.

$$\text{Berat air} = W_2 - W_3$$

$$\text{Berat tanah kering} = W_3 - W_1$$

Maka perhitungan kadar air tanah adalah ;

$$w = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \% \quad \dots\dots (3. 38)$$

3.4.2 Uji Berat Volume Tanah

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui berat volume suatu sampel tanah, berat volume tanah adalah nilai perbandingan berat tanah total termasuk air yang terkandung di dalamnya dengan volume tanah total.

Variabel – variabel yang dibutuhkan:

1. Ring yang telah dibersihkan = W1
2. Volume Ring = V
3. Berat ring yang berisi tanah = W2

Sampel tanah dalam kondisi lapangan yang akan diuji dimasukkan ke dalam ring dan diratakan permukaannya lalu ditimbang. Ring yang akan digunakan, sebelumnya dibersihkan dan ditimbang, dihitung volumenya, dan diberi pelicin pada permukaan bagian dalamnya.

Dengan perhitungan :

$$\gamma = \frac{W_2}{V} \quad \dots\dots (3. 39)$$

3.4.3 Pengujian Berat Jenis Tanah

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis suatu sampel tanah, berat jenis tanah adalah nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat

air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu, pada umumnya diambil pada suhu $27,5^{\circ}\text{C}$

Variabel – variabel yang dibutuhkan adalah :

1. Berat picknometer dengan tutupnya (telah dibersihkan) = W_1
2. Berat sampel tanah yang lolos ayakan no 10 yang dimasukkan ke dalam picknometer sebanyak seperempat dari volume picknometer dan ditimbang bersama tutupnya = W_2
3. Berat picknometer yang berisi air destilasi dan tanah = W_3
4. Berat picknometer yang berisi air destilasi samapi penuh = W_4

Picknometer dibersihkan bagian luar dan dalamnya lalu di timbang dengan tutupnya. Masukkan sampel tanah yang lolos ayakan no 10 ke dalam picknometer sebanyak seperempat dari volume picknometer, kemudian pada bagian luarnya dibersihkan lalu ditimbang bersama tutupnya. Masukkan air destilasi ke dalam picknometer sampai $2/3$ dari isinya kemudian didiamkan kira- kira sampai 30 menit. Keluarkan udara yang terperangkap di antara butir tanah, hal ini dapat dilakukan dengan cara:

- a. Picknometer di masukkan ke dalam pompa fakum dalam keadaan terbuka kemudian diberikan tekanan tidak melebihi 100cmHg , sehingga gelembung udara dapat keluar dari pori- pori tanah dan air menjadi jernih.
- b. Picknometer direbus dengan hati- hati selama 10 menit dengan sesekali picknometer digoyang- goyangkan untuk membantu keluarnya gelembung udara, sampai mencapai suhu ruangan selama 20 jam.

Tambahkan air destilasi ke dalam picknometer sampai jenuh dan ditutup bagian luar picknometer, dikeringkan dengan kain kering, lalu picknometer berisi tanah dan air penuh ditimbang. Ukur suhu air dalam picknometer dengan thermometer dan catat. Buang seluruh isi picknometer kemudian diisi dengan air destilasi bebas udara sampai penuh, ditutup dan bagian lumnya dilap dengan kain dan ditimbang.

Perhitungan berat jenis tanah pada suhu t° :

$$G_s(t) = \frac{W_s}{W_w}$$

$$G_s(t) = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots (3.40)$$

Berat jenis tanah pada temperature $27,5^{\circ}C$ adalah :

$$G_s(27,5^{\circ}) = G_s(t) \times \frac{\text{Berat jenis air pada suhu } t^{\circ}C}{\text{Berat jenis air pada suhu } 27,5^{\circ}C} \dots (3.41)$$

3.4.4 Pengujian Tekan Bebas

Pengujian Tekan Bebas bermaksud untuk menentukan besarnya sudut gesek dalam (ϕ), kohesi tanah (c) dan kuat tekan tanah. Kuat tekan bebas tanah adalah besarnya axial (kg/cm^2) yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai pecah atau besarnya tekanan yang memberikan pemendekan tanah hingga 20%, apabila tanah sampai pemendekan 20% tanah tersebut tidak pecah. Pengujian Tekan Bebas ini termasuk hal yang khusus dari pengujian triaksial

unconsolidated-undrained (tanpa konsolidasi tanpa drainasi). Kondisi pembebanannya sama dengan yang terjadi pada pengujian triaksial, hanya tegangan selnya nol.

Pengujian Tekan Bebas ini hanya cocok terhadap jenis tanah lempung jenuh, dimana pada pembebanan cepat, air tidak sempat mengalir keluar dari benda ujinya. Tegangan aksial yang diterapkan berangsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan. Pada saat keruntuhannya, karena $\sigma_3 = 0$ maka:

$$\sigma_1 = \Delta_3 + \Delta\sigma_f = \Delta\sigma_f = q_u$$

dengan q_u adalah kuat geser tanah pada pengujian tekan bebas. Secara teoritis, nilai dari $\Delta\sigma_f$ pada lempung jenuh seharusnya sama seperti yang diperoleh dari pengujian-pengujian triaksial *unconsolidated undrained* dengan benda uji yang sama. Jadi,

$$S_u = c_u = q_u/2 \quad \dots\dots\dots (3.42)$$

Dimana s_u atau c_u adalah kuat geser undrained dari tanahnya.

3.5 Uji Kekuatan Bahan Campuran

3.5.1 Uji Desak Beton

Uji desak beton bertujuan untuk mengetahui kuat desak campuran dan berat jenis campuran. Sampel yang digunakan adalah berbentuk kubus

Variabel- variabel yang dibutuhkan :

1. Beban maksimum campuran
2. Luas penampang sampel
3. Volume sampel

4. Berat sampel

Sampel dibuat berbentuk kubus dengan cetakan, lalu tunggu hingga kering. Ditimbang beratnya, dihitung luas tampang, volume. Sample yang telah siap, dimasukkan ke alat uji desak maka akan didapatkan nilai beban maksimumnya.

Jadi kuat desak campuran :

$$\text{Kuat desak campuran} = \frac{\text{Beban maksimum yang mampu ditahan oleh campuran}}{\text{Luas penampang sampel}}$$

Berat volume campuran :

$$\text{Berat volume campuran} = \frac{\text{Berat sampel campuran}}{\text{Volume sampel campuran}}$$

3.5.2 Uji Geser Kayu

Uji geser kayu dilakukan dalam penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan geser dari campuran. Sampel yang digunakan berbentuk kotak.

Variabel- variabel yang dibutuhkan :

1. Beban maksimum
2. Luas bidang geser

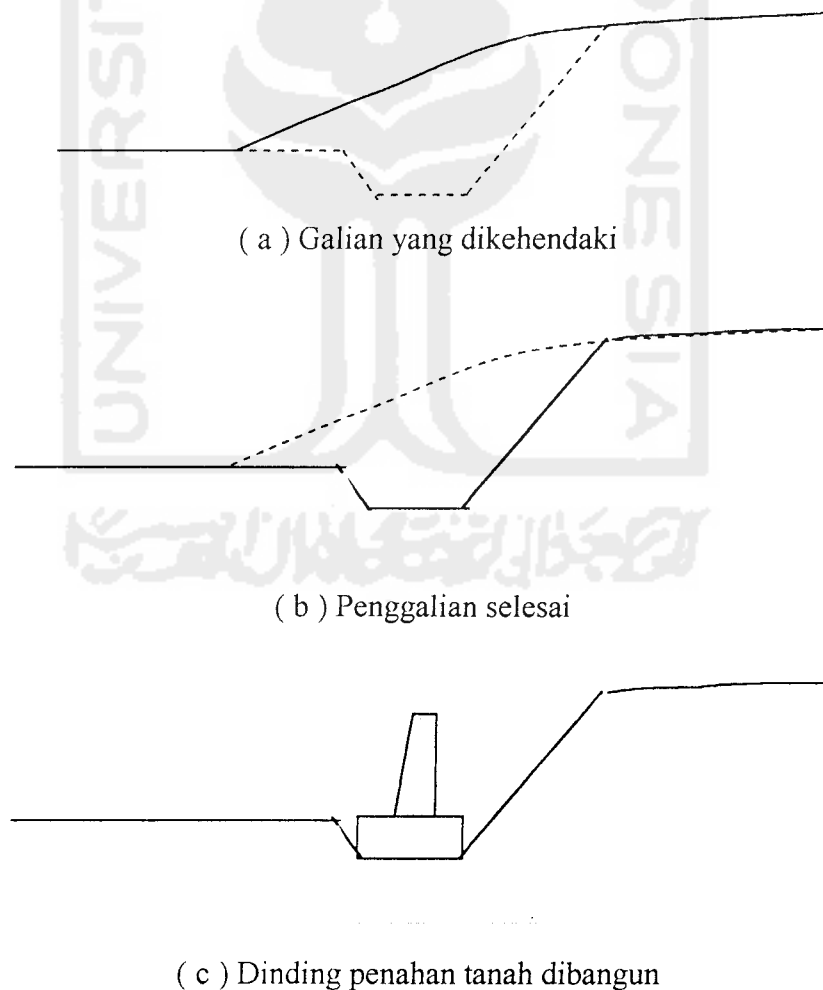
Digunakan kaliper untuk menentukan dimensi kayu, sehingga dapat dihitung luas bidang geser. Benda uji lalu dipasang pada alat khusus geser kayu kemudian

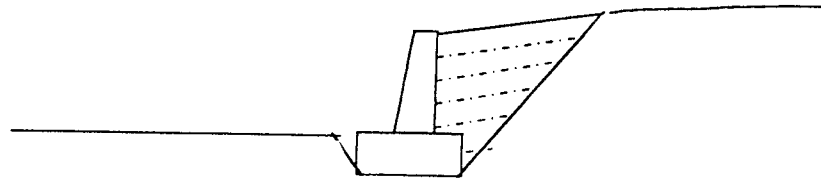
dipasang pada mesin desak, dan dicatat : pengukuran panjang ukur tiap pembebanan, waktu pembebanan sampai patah, beban patah (maksimum).

Jadi kuat geser campuran :

$$\text{Kuat geser campuran} = \frac{\text{Beban maksimum yang mampu ditahan oleh campuran}}{\text{Luas bidang geser}}$$

3.6 Dinding Penahan Tanah





(d) Terjadi urugan di belakang tembok (backfill)

Gambar 3.11 Tahapan- tahapan konstruksi dinding penahan tanah
(“ Soil Mechanics” T.William Lambe, Robert V. Whitman)

Dari gambar 3.5 terlihat bahwa dinding penahan tanah digunakan berdasarkan kebutuhan konstruksi yang direncanakan oleh pemilik proyek atau konsultan perencana.

Ada beberapa macam dinding penahan tanah digolongkan menurut bahan- bahan yang dipakai untuk bentuk bangunannya (“ Mekanika Tanah Dan Teknik Pondasi” Ir. Suyono Sosarodarsono, Kazuto Nakazawa) :

1. Tembok penahan pasangan batu dan yang berupa balok

Tembok penahan jenis ini digunakan terutama untuk pencegahan terhadap keruntuhan tembok, dan lebih lanjut lagi digunakan apabila tanah asli di belakang tembok itu cukup baik dan tekanan tanah dianggap kecil. Hal ini termasuk kemiringannya lebih curam dari 1 : 1 dan dibedakan dari pemasangan batu dengan kemiringan muka yang lebih kecil. Terdapat dua macam tembok penahan, yaitu : penembokan kering (*dry masonry*) dan penembokan basah (*water masonry*).

2. Tembok penahan tipe gravitasi (tipe semigravitasi)

Tembok penahan macam gaya berat bertujuan untuk memperoleh ketahanan terhadap tekanan tanah dengan beratnya sendiri. Karena bentuknya yang sederhana dan juga pelaksanaannya yang mudah, jenis ini sering digunakan apabila dibutuhkan konstruksi penahan yang tidak terlalu tinggi atau bila tanah pondasinya baik.

Sama halnya dengan tembok penahan tipe gravitasi, tembok penahan semi gravitasi mendapatkan kemantapan dengan beratnya sendiri, tetapi dalam jenis ini batang tulangan disusun karena adanya tegangan tarik pada badan tembok.

3. Tembok penahan beton dengan sandaran (*Lean against type*)

Tembok penahan dengan sandaran sebenarnya juga termasuk dalam kategori tembok penahan gravitasi tetapi cukup berbeda dalam fungsinya. Tembok penahan beton dengan sandaran berbeda dalam kondisi kemantapan dan direncanakan supaya keseimbangan tetap terjaga dengan keseimbangan berat sendiri badan tembok dan tekanan tanah pada permukaan bagian belakang, atau dengan kata lain, dengan dorongan dari kedua gaya tersebut. Akibatnya apabila tanah dibagian belakang permukaan dihilangkan akan mengakibatkan tembok itu terguling. Karena alasan-alasan tersebut diatas, volume beton haruslah sedikit dan akibatnya tembok menjadi ekonomis dan dipakai dalam jangkauan luas. Tetapi tidak dapat digunakan apabila tanah pondasi ada dalam bahaya penurunan ataupun dalam bahaya gelincir.

4. Tembok penahan beton bertulang dengan balok kantilever

Tembok penahan beton bertulang dengan balok kantilever tersusun dari suatu tembok memanjang dan suatu plat lantai masing-masing berlaku sebagai balok kantilever dan kemantapan dari tembok didapatkan dengan berat badannya sendiri dan berat tanah diatas tumpuan plat lantai.

Karena tembok penahan jenis ini relatif ekonomis dan juga relatif mudah dilaksanakan, maka jenis ini juga dipakai dalam jangkauan luas.

5. Tembok penahan beton bertulang dengan penahan (Buttrtess)

Tipe ini dibangun pada sisi tembok dibawah tanah tertekan untuk memperkecil gaya irisan yang bekerja pada tembok memanjang dan plat lantai. Dalam kenyataannya, tembok penahan jenis ini pada umumnya hanya membutuhkan bahan yang sedikit. Jenis ini digunakan untuk tembok penahan yang cukup tinggi. Kelemahan dari tembok penahan jenis ini adalah pelaksanaannya yang lebih sulit daripada jenis lainnya dan pemadatan dengan cara rolling pada tanah dibagian belakang adalah jauh lebih sulit.

6. Tembok penahan beton bertulang dengan tembok penyokong

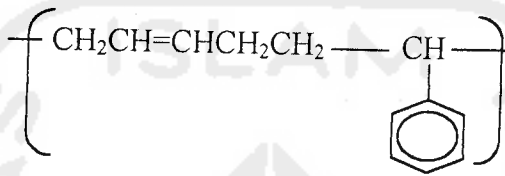
Tembok penahan dengan tembok penyokong berfungsi sama dengan dinding penahan dengan penahan, tetapi tembok penyokong yang berhubungan dengan penahan ditempatkan pada sisi yang berlawanan dengan sisi di mana tekanan tanah bekerja.

7. Tembok penahan khusus

Jenis ini dibagi menjadi tembok penahan macam rak, tembok penahan tipe kotak

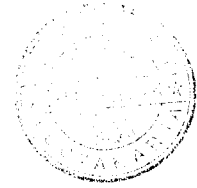
3.6 Karet Ban Bekas

Karet tesusun dari dua jenis monomer, yaitu: 1,3- butadiena dan stirena. polimer ini lazim disebut kopolimer.



Menurut penelitian laboratorium kimia Institut Teknologi Bandung, parutan ban bekas mengandung unsur :

1. Kadar karbon = 32,19%
2. Kadar silikat = 1,64%
3. Kadar sulphur = 2,13%
4. Kadar karet (lateks) = 64,04%



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Bahan Penelitian

1. Tanah

Dalam penelitian ini sampel tanah yang digunakan adalah data tanah dari laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Indonesia.

2. Limbah Ban Karet

Digunakan limbah ban karet yang diambil dari bengkel mobil di sekitar Yogyakarta.

3. Batuan

Batuan yang digunakan adalah batu split.

4.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah semua alat yang berkaitan dengan pengujian sifat fisik tanah berdasarkan *Standarisasi American Society For Testing Material (ASTM)*.

4.3 Data yang Diperlukan

1. Kadar air (w), dalam persen (%)
2. Berat jenis (G_s)
3. Berat volume tanah basah (γ_b), dalam (gr/cm^3)
4. Berat volume tanah kering (γ_k), dalam (gr/cm^3)

5. Sudut geser (ϕ), dalam derajat ($^{\circ}$)
6. Kohesi (c), dalam (kg/cm^2)
7. Tinggi tanah (H), dalam (m)

4.4 Uji yang dilaksanakan dan variasi sampel

Tanah yang akan dijadikan sampel pada penelitian ini memerlukan pengujian-pengujian yang akan dapat menentukan sesuai tidaknya untuk dibuat dinding penahan tanah. Limbah ban karet juga dilakukan pengujian untuk mengetahui sesuai tidaknya digunakan sebagai bahan ikat pengganti semen. Jenis pengujian ini biasanya dilakukan di laboratorium, sedangkan untuk kasus-kasus tertentu pengujian dilakukan di lapangan.

Pengujian dan variasi sampel yang akan digunakan pada uji laboratorium yang akan dilaksanakan adalah :

Tabel 4.1 Sampel Batu Pecah + Limbah Ban Karet

Uji yang dilaksanakan	Sampel
	Batu Pecah + ban karet
Uji berat volume bahan campuran	Variasi campuran 3 : 1, 3 : 2, 1 : 1
Uji desak bahan campuran	Variasi campuran 3 : 1, 3 : 2, 1 : 1
Uji geser bahan campuran	Variasi campuran 3 : 1, 3 : 2, 1 : 1

Perbandingan yang digunakan adalah perbandingan berat.

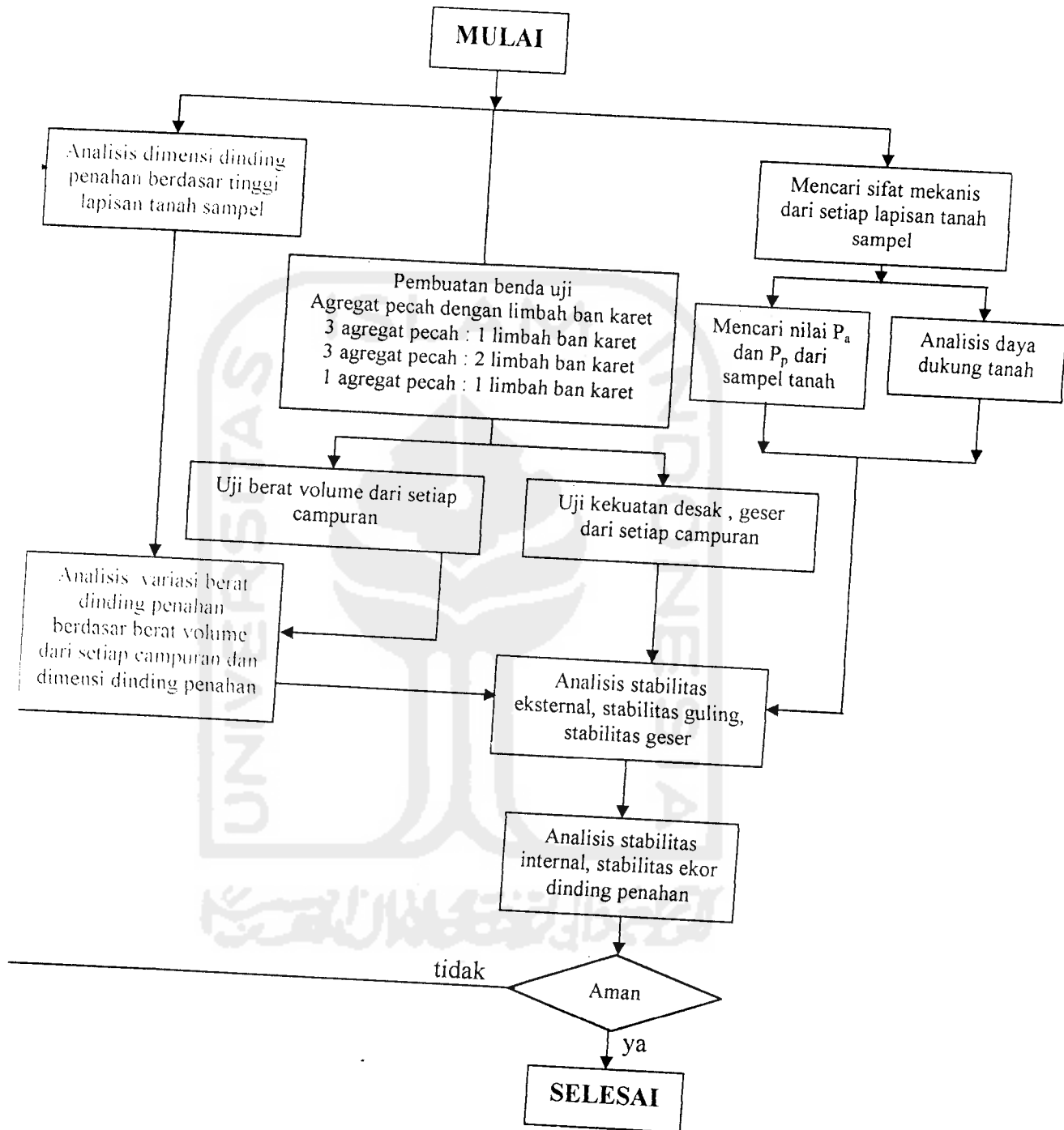
4.5 Metode Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang nantinya akan digunakan pada saat pengujian adalah batu pecah dengan limbah ban karet sebagai pelekat. Metode pembuatan benda uji :

1. Persiapan cetakan yang diambil dari Laboratorium bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia, cetakan dari logam yang digunakan berbentuk kubus lalu dilapisi oli.
2. Agregat pecah yang telah tersedia dimasukkan ke dalam cetakan, diatur hingga rapat (dalam kondisi *well graded*).
3. Limbah ban karet yang berupa ban bekas dicairkan pada suhu lelehnya, lalu disiramkan pada agregat di dalam cetakan.
4. Tunggu hingga 21 hari lalu dilepas dari cetakan.

4.6 Analisis Dinding Gravitasi Berdasarkan Berat Volume Benda Uji.

Setelah didapat nilai berat volume dari setiap campuran agregat pecah dengan ban bekas, lalu nilai tersebut akan dimasukkan ke dalam perhitungan analisis berat dinding tanah dan akan dimasukkan juga ke dalam analisis kemampuan dinding menahan desak, geser dan guling.



Gambar 4.1 Bagan alur tahapan penelitian

Tabel 4.2 Time schedule rencana kegiatan pelaksanaan tugas akhir

No.	Kegiatan	Bulan ke:				
		Sep	Okt	Nop	Des	- Juni
1.	Pendaftaran	■				
2.	Penentuan dosen pembimbing	■				
3.	Pembuatan proposal		■			
4.	Seminar proposal			■		
5.	Konsultasi penyusunan TA			■	■	■
6.	Sidang- sidang				■	■
7.	Pendadaran					■



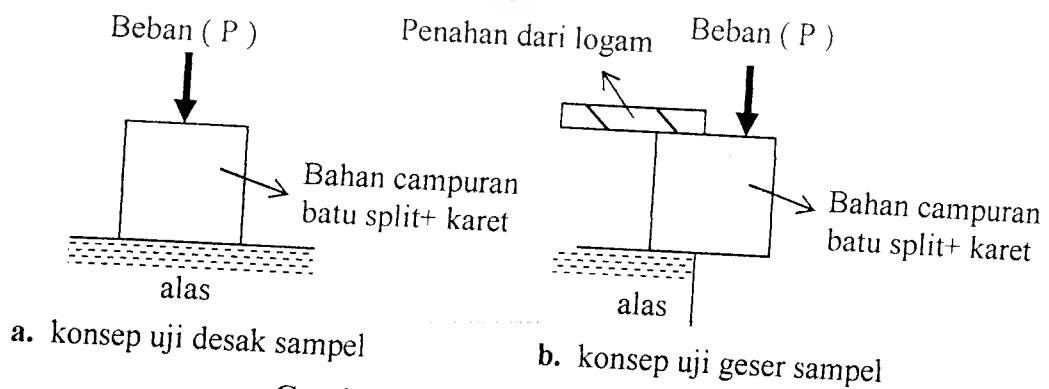
BAB V

HASIL PENELITIAN

5.1 Proses pengujian sampel

Uji sampel dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia, dengan perkiraan bahwa karet mempunyai masa *curing* lebih cepat dari semen maka sampel diuji pada umur 21 hari. Cara pembuatan sampel, jumlah sampel, dan pengujian sampel berdasarkan laporan praktikum Bahan Konstruksi Teknik tahun 2002.

Sampel dibuat dengan cetakan berbentuk kubus dari logam baik untuk uji desak maupun uji geser, sampel tidak dibuat dengan cetakan berbentuk persegi panjang untuk menghindari lendutan sebelum diuji karena bahan campuran yang digunakan adalah karet. Berdasar laporan praktikum Bahan Konstruksi Teknik tahun 2002 jumlah sampel kubus untuk setiap uji desak dan geser adalah satu. Campuran 3:1 berjumlah 2, campuran 3:2 berjumlah 2, campuran 1:1 berjumlah 2. Gambaran konsep dasar pelaksanaan uji desak dan uji geser pada sampel adalah sebagai berikut :



Gambar 5.1 konsep uji sampel

Uji sampel dihentikan ketika ikatan antar batu split telah terlepas sebagian atau seluruhnya.

5.2 Data hasil pengujian sampel

5.2.1. Sampel 1 (campuran 3:1).

Diuji desak, bentuk cetakan adalah kubus. Sampel dibuat pada tanggal 5 Januari 2004 dan diuji pada tanggal 26 Januari 2004.

Berat cetakan	= 5,7 kg
Berat cetakan + batu split	= 9,8 kg
Berat batu split	= 4,1 kg
Berat kebutuhan karet	= 1,4 kg
Berat cetakan + campuran	= 11,2 kg
Berat sampel	= $11,2 - 5,7 = 5,5 \text{ kg} = 5500 \text{ gr}$
Lebar sampel	= 14,8 cm
Panjang sampel	= 14,8 cm
Tinggi sampel	= 14,8 cm
Volume sampel	= $3241,792 \text{ cm}^3$
Berat volume sampel	= $\frac{5500}{3241,792} = 1,697 \text{ gr/cm}^3$
Beban desak maksimum	= 32,5 kg = 32500 gr
Luas tampang	= $219,04 \text{ cm}^2$

$$\bar{\sigma}_{\text{desak}} = \frac{32500}{219,04} = 148,375 \text{ gr/cm}^2$$

5.2.2. Sampel 2 (campuran 3 : 1)

Diuji geser, bentuk cetakan adalah kubus. Sampel dibuat pada tanggal 31 Januari 2004 dan diuji pada tanggal 21 Februari 2004.

Berat cetakan	= 3,6 kg
Berat cetakan + batu split	= 7,6 kg
Berat batu split	= 4 kg
Berat kebutuhan karet	= 1,3 kg
Berat cetakan + campuran	= 8,9 kg
Berat sampel	= 8,9 - 3,6 = 5,3 kg = 5300 gr
Lebar sampel	= 15,3 cm
Panjang sampel	= 15,3 cm
Tinggi sampel	= 15,3 cm
Volume sampel	= 3581,57 cm ³
Berat volume sampel	= $\frac{5300}{3581,57} = 1,480 \text{ gr/cm}^3$
Beban geser maksimum	= 2,5 kg = 2500 gr
Luas tampang	= 234,09 cm ²
$\bar{\tau}_{\text{geser}}$	= $\frac{2500}{234,09} = 10,680 \text{ gr/cm}^2$

5.2.3. Sampel 1 (campuran 3 : 2)

Diuji desak, bentuk cetakan adalah kubus. Sampel dibuat pada tanggal 15 Januari 2004 dan diuji pada tanggal 5 Februari 2004.

Berat cetakan	= 5,9 kg
Berat cetakan + batu split	= 9,2 kg
Berat batu split	= 3,4 kg
Berat kebutuhan karet	= 2,3 kg
Berat cetakan + campuran	= 11,6 kg
Berat sampel	= $11,6 - 5,9 = 5,7 \text{ kg} = 5700 \text{ gr}$
Lebar sampel	= 14,8 cm
Panjang sampel	= 14,8 cm
Tinggi sampel	= 14,8 cm
Volume sampel	= $3241,792 \text{ cm}^3$
Berat volume sampel	= $\frac{5700}{3241,792} = 1,758 \text{ gr/cm}^3$
Beban desak maksimum	= 75 kg = 75000 gr
Luas tampang	= $219,04 \text{ cm}^2$
$\bar{\sigma}_{\text{desak}}$	= $\frac{75000}{219,04} = 342,403 \text{ gr/cm}^2$

5.2.4. Sampel 2 (campuran 3 : 2)

Diuji geser, bentuk cetakan adalah kubus. Sampel dibuat pada tanggal 22 Januari 2004 dan diuji pada tanggal 13 Februari 2004.

Berat cetakan	= 6,2 kg
Berat cetakan + batu split	= 9,5 kg
Berat batu split	= 3,3 kg
Berat kebutuhan karet	= 2,2 kg
Berat cetakan + campuran	= 11,7 kg

Berat sampel	= $11,7 - 6,2 = 5,5 \text{ kg} = 5500 \text{ gr}$
Lebar sampel	= $14,4 \text{ cm}$
Panjang sampel	= $14,4 \text{ cm}$
Tinggi sampel	= $14,4 \text{ cm}$
Volume sampel	= $2985,98 \text{ cm}^3$
Berat volume sampel	= $\frac{5500}{2985,98} = 1,842 \text{ gr/cm}^3$
Beban geser maksimum	= $2,5 \text{ kg} = 2500 \text{ gr}$
Luas tampang	= $207,36 \text{ cm}^2$
$\bar{\tau}_{\text{geser}}$	= $\frac{2500}{207,36} = 12,056 \text{ gr/cm}^2$

5.2.5. Sampel 1 (campuran 1 : 1)

Diuji desak, bentuk cetakan adalah kubus. Sampel dibuat pada tanggal 26 Januari 2004 dan diuji pada tanggal 17 Februari 2004.

Berat cetakan	= $13,2 \text{ kg}$
Berat cetakan + batu split	= $15,9 \text{ kg}$
Berat batu split	= $2,7 \text{ kg}$
Berat kebutuhan karet	= $2,7 \text{ kg}$
Berat cetakan + campuran	= $18,6 \text{ kg}$
Berat sampel	= $18,6 - 13,2 = 5,4 \text{ kg} = 5400 \text{ gr}$
Lebar sampel	= $15,6 \text{ cm}$
Panjang sampel	= $15,6 \text{ cm}$
Tinggi sampel	= $15,6 \text{ cm}$
Volume sampel	= $3796,416 \text{ cm}^3$

$$\text{Berat volume sampel} = \frac{5400}{3796,416} = 1,422 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Beban desak maksimum} = 40 \text{ kg} = 40000 \text{ gr}$$

$$\text{Luas tampang} = 243,36 \text{ cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_{\text{desak}} = \frac{40000}{243,36} = 164,365 \text{ gr/cm}^2$$

5.2.6. Sampel 2 (campuran 1 : 1)

Diuji geser, bentuk cetakan adalah kubus. Sampel dibuat pada tanggal 30 Januari 2004 dan diuji pada tanggal 20 Februari 2004.

$$\text{Berat cetakan} = 8,7 \text{ kg}$$

$$\text{Berat cetakan + batu split} = 11,5 \text{ kg}$$

$$\text{Berat batu split} = 2,8 \text{ kg}$$

$$\text{Berat kebutuhan karet} = 2,8 \text{ kg}$$

$$\text{Berat cetakan + campuran} = 14,3 \text{ kg}$$

$$\text{Berat sampel} = 14,3 - 8,7 = 5,6 \text{ kg} = 5600 \text{ gr}$$

$$\text{Lebar sampel} = 15,8 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang sampel} = 15,8 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi sampel} = 15,8 \text{ cm}$$

$$\text{Volume sampel} = 3944,312 \text{ cm}^3$$

$$\text{Berat volume sampel} = \frac{5600}{3944,312} = 1,420 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Beban geser maksimum} = 2,5 \text{ kg} = 2500 \text{ gr}$$

$$\text{Luas tampang} = 249,64 \text{ cm}^2$$

$$\bar{\tau}_{\text{geser}} = \frac{2500}{249,64} = 10,014 \text{ gr/cm}^2$$

5.3 Analisis data hasil pengujian sampel

Dari data hasil pengujian di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia didapat :

Berat volume sampel 3 : 1 adalah

$$= \frac{1,697 \text{ gr/cm}^3 + 1,480 \text{ gr/cm}^3}{2} = 1,589 \text{ gr/cm}^3$$

Berat volume sampel 3 : 2 adalah

$$= \frac{1,758 \text{ gr/cm}^3 + 1,842 \text{ gr/cm}^3}{2} = 1,8 \text{ gr/cm}^3$$

Berat volume sampel 1 : 1 adalah

$$= \frac{1,422 \text{ gr/cm}^3 + 1,420 \text{ gr/cm}^3}{2} = 1,421 \text{ gr/cm}^3$$

Tegangan ijin desak ($\bar{\sigma}_{\text{desak}}$) campuran 3 : 1 = 148,375 gr/cm^2

Tegangan ijin desak ($\bar{\sigma}_{\text{desak}}$) campuran 3 : 2 = 342,403 gr/cm^2

Tegangan ijin desak ($\bar{\sigma}_{\text{desak}}$) campuran 1 : 1 = 164,365 gr/cm^2

Tegangan ijin geser($\bar{\tau}_{\text{geser}}$) campuran 3 : 1 = 10,679 gr/cm^2

Tegangan ijin geser($\bar{\tau}_{\text{geser}}$) campuran 3 : 2 = 12,056 gr/cm^2

Tegangan ijin geser($\bar{\tau}_{\text{geser}}$) campuran 1 : 1 = 10,014 gr/cm^2

Tabel 5.1 Mutu dan Kuat Tekan Bata Merah (NI-10)

Mutu Bata Merah	Penyimpangan Dimensi Test	Kuat Tekan (kg/cm ²)
I	Tidak ada	< 100
II	1 dari 10	100 – 80
III	2 dari 10	80 – 60

Tabel 5.2 Kelas dan mutu beton (PBI'71)

Kelas	mutu	σ'_{bk} (kg/cm ²)	σ'_{bm} dg.s=46 (kg/cm ²)	tujuan	Pengawasan terhadap	
					mutu agregat	kekuatan tekan
I	B ₀			non struktural	ringan	tanpa
II	B ₁			struktural	sedang	tanpa
	K125	125	200	struktural	ketat	kontinu
	K175	175	250	struktural	ketat	kontinu
	K225	225	300	struktural	ketat	kontinu
III	K>225	>225	>300	struktural	ketat	kontinu

σ'_{bk} = Kekuatan tekan beton karakteristik

σ'_{bm} = Kekuatan rata- rata yang dihitung untuk deviasi standar s = 46 kg/cm²

Berdasarkan tabel diatas ,nilai- nilai kuat desak beton yang didapat dari hasil uji laboratorium:

$$\begin{aligned} \text{Tegangan ijin desak (} \bar{\sigma}_{\text{desak}} \text{) campuran 3 : 1} &= 148,375 \text{ gr/cm}^2 = 148,75 \times 10^{-3} \\ &= 0,149 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan ijin desak (} \bar{\sigma}_{\text{desak}} \text{) campuran 3 : 2} &= 342,403 \text{ gr/cm}^2 = 342,403 \times 10^{-3} \\ &= 0,342 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tegangan ijin desak (} \bar{\sigma}_{\text{desak}} \text{) campuran 1 : 1} &= 164,365 \frac{\text{gf}}{\text{cm}^2} = 164,365 \times 10^{-3} \\ &= 0,164 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\end{aligned}$$

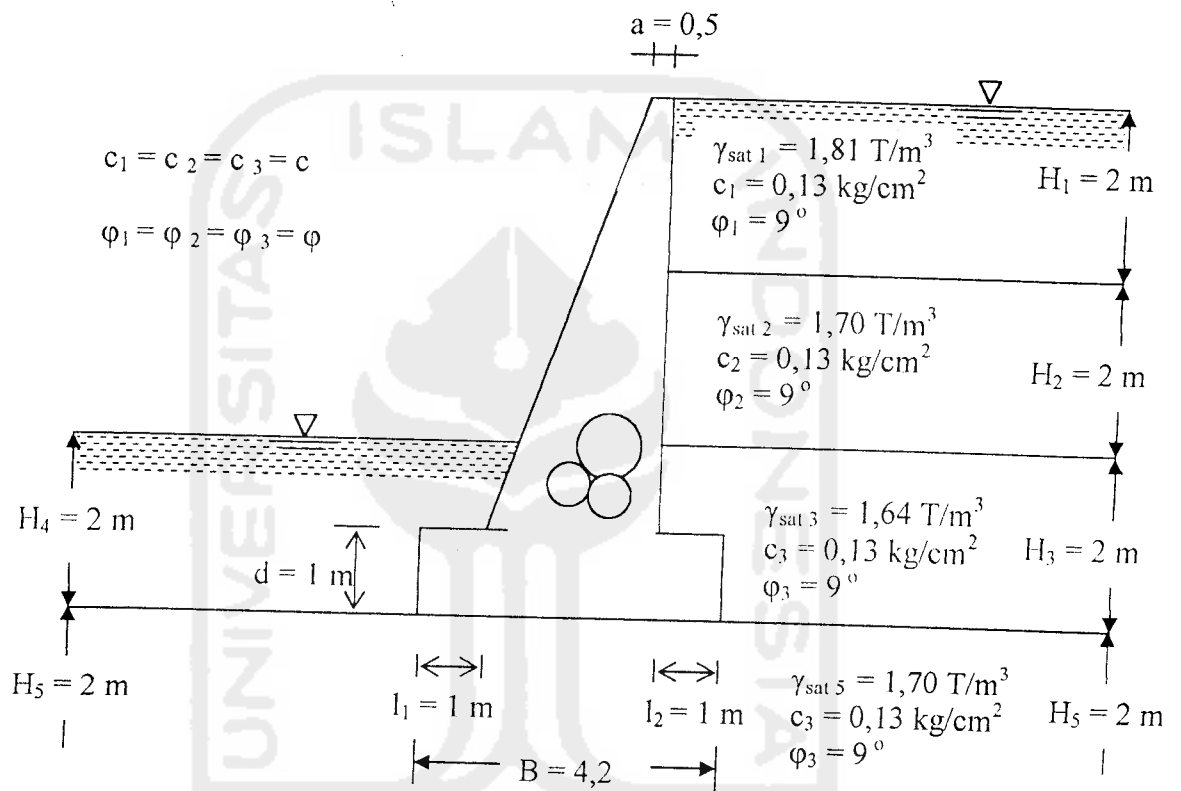
Dari hasil laboratorium tegangan ijin desak campuran yang didapat sesuai dengan mutu bata merah kelas I ($<100 \text{ kg/cm}^2$).



BAB VI

PEMBAHASAN

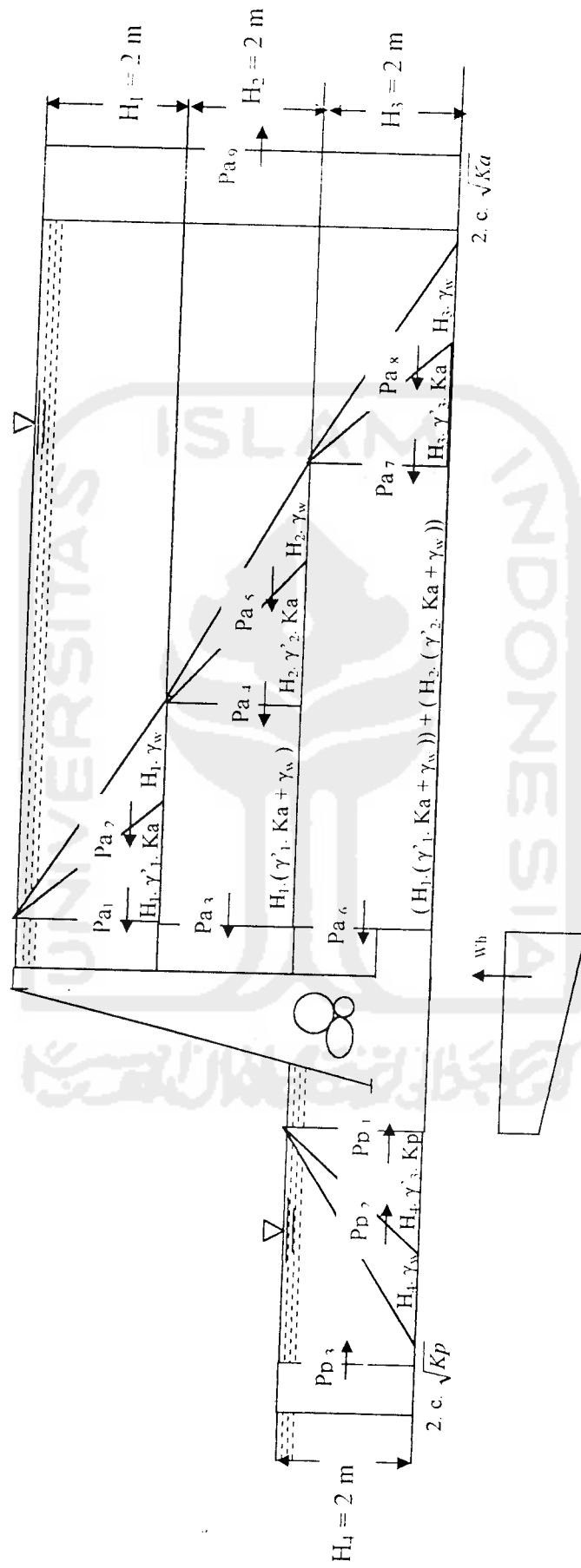
6.1. Analisis koefisien tanah aktif dan koefisien tanah pasif



Gambar 6.1 Data tanah

$$K_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi} = \frac{1 - \sin 9^\circ}{1 + \sin 9^\circ} = 0,729$$

$$K_p = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} = \frac{1 + \sin 9^\circ}{1 - \sin 9^\circ} = 1,371$$



Gambar 6.2 Diagram tekanan tanah lateral dan tekanan hidrostatik

6.2. Analisis Tekanan Tanah Aktif

$$K_{a1} = \frac{1 - \sin 9^\circ}{1 + \sin 9^\circ} = 0,729$$

$$K_{a1} = K_{a2} = K_{a3}$$

$$\gamma_1^1 = 1,81 - \gamma_w = 1,81 - 1 = 0,81 \text{ T/m}^3$$

$$\gamma_2^1 = 1,70 - \gamma_w = 1,70 - 1 = 0,70 \text{ T/m}^3$$

$$\gamma_3^1 = 1,64 - \gamma_w = 1,64 - 1 = 0,64 \text{ T/m}^3$$

- Akibat tekanan tanah dan air

$$P_{a1} = \frac{1}{2} \cdot H_1^2 \cdot \gamma_1^1 \cdot K_{a1} = \frac{1}{2} \cdot 2^2 \cdot 0,81 \cdot 0,729 = 1,181 \text{ T/m}$$

$$P_{a2} = \frac{1}{2} \cdot H_1^2 \cdot \gamma_w = \frac{1}{2} \cdot 2^2 \cdot 1 = 2 \text{ T/m}$$

$$P_{a3} = H_2 \cdot H_1 \cdot (\gamma_1^1 \cdot K_{a2} + \gamma_w) = 2 \cdot 2 \cdot (0,81 \cdot 0,729 + 1) = 6,362 \text{ T/m}$$

$$P_{a4} = 0,5 \cdot H_2^2 \cdot \gamma_2^1 \cdot K_{a2} = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 0,70 \cdot 0,729 = 1,021 \text{ T/m}$$

$$P_{a5} = 0,5 \cdot H_2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 1 = 2 \text{ T/m}$$

$$\begin{aligned} P_{a6} &= H_3 \cdot (H_2 \cdot (\gamma_1^1 \cdot K_{a3} + \gamma_w) + H_2 \cdot (\gamma_2^1 \cdot K_{a3} + \gamma_w)) \\ &= 2 \cdot (2 \cdot (0,81 \cdot 0,729 + 1) + 2 \cdot (0,70 \cdot 0,729 + 1)) \\ &= 2 \cdot (3,181 + 3,021) \\ &= 12,404 \text{ T/m} \end{aligned}$$

$$P_{a7} = 0,5 \cdot H_3^2 \cdot \gamma_3^1 \cdot K_{a3} = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 0,64 \cdot 0,729 = 0,933 \text{ T/m}$$

$$P_{a8} = 0,5 \cdot H_3^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 1 = 2 \text{ T/m}$$

- Akibat kohesi tanah

$$\begin{aligned} P_{a9} &= - (H_1 + H_2 + H_3) \cdot 2 \cdot C \cdot \sqrt{K_a} \\ &= - (6 \cdot 2 \cdot 1,3 \cdot \sqrt{0,729}) \\ &= - 13,320 \text{ T/m} \end{aligned}$$

6.3. Analisis tekanan tanah pasif dan hidrostatik

6.3.1. Analisis tekanan tanah pasif

$$K_p = 1,371$$

$$\gamma_{\text{sat } 4} = \gamma_{\text{sat } 3} = 1,64 \text{ T/m}^3$$

$$\gamma_4^1 = 1,64 - 1 = 0,64 \text{ T/m}^3$$

$$c_4 = C = 0,13 \text{ kg/cm}^2 = 1,3 \text{ T/m}^2$$

- Tekanan tanah pasif akibat tanah dan air

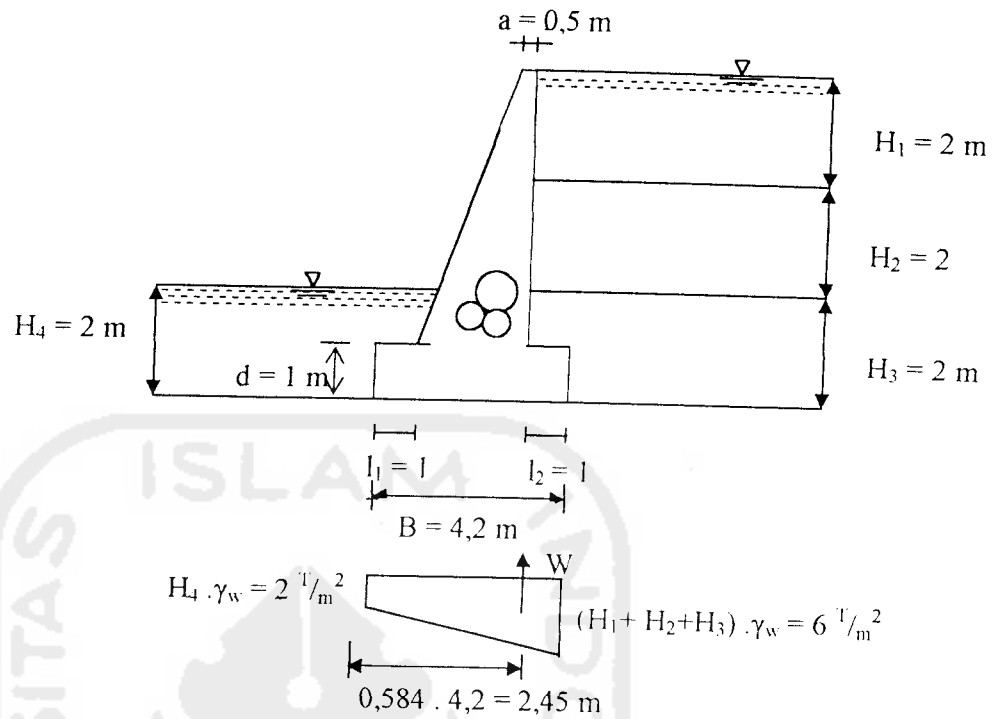
$$P_{p1} = 0,5 \cdot H_4^2 \cdot \gamma_4^1 \cdot K_p = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 0,64 \cdot 1,371 = 1,755 \text{ T/m}$$

$$P_{p2} = 0,5 \cdot H_4^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 1 = 2 \text{ T/m}$$

- Tekanan tanah pasif akibat kohesi tanah

$$P_{p3} = H_4 \cdot 2 \cdot C \cdot \sqrt{K_p} = 2 \cdot 2 \cdot 1,3 \cdot \sqrt{1,371} = 6,98 \text{ T/m}$$

6.3.2. Analisis tekanan tanah hidrostatik



Gambar 6.3 Diagram tekanan hidrostatik pada tanah

$$\begin{aligned}
 W_H &= (2 \cdot 4,2 + 0,5 \cdot 4 \cdot 4,2) \cdot \gamma_w \\
 &= (2 \cdot 4,2 + 0,5 \cdot 4 \cdot 4,2) \cdot 1 \\
 &= 16,8 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

6.4 Analisis daya dukung tanah

Analisis berdasarkan hasil uji laboratorium, kondisi tanah *local shear*

Lapisan 4, kondisi tanah *local shear*

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,70 \text{ T/m}^3$$

$$c_3 = 0,13 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi_3 = 9^\circ$$

$$Nq^I = 1,8$$

$$Nc^I = 7,74$$

$$Ny^I = 0,44$$

Pondasi yang digunakan pondasi menerus :

Analisis berdasarkan metode Terzaghi

$$q = (2 \cdot 0,81) + (2 \cdot 0,70) + (2 \cdot 0,64)$$

$$= 4,3 \text{ T/m}^2$$

$$q_{ult} = c^I \cdot Nc^I + q \cdot Nq^I + 0,5 B \cdot \gamma^I \cdot Ny^I$$

$$= (2/3 \cdot 1,3 \cdot 7,74) + (4,3 \cdot 1,8) + (0,5 \cdot 4,2 \cdot 0,70 \cdot 0,44)$$

$$= 21,18 \text{ T/m}^2$$

$$q_{all} = \frac{q_{ult}}{SF} = \frac{21,18}{2,5} = 8,47 \text{ T/m}^2$$

Analisis berdasarkan data sondir CPT-4, kedalaman 6 m

$$qc = 8 \text{ kg/cm}^2 = 80 \text{ T/m}^2 \text{ (data tanah pada lampiran 2), tanah kohesif}$$

$$Cu = \frac{qc - q}{Nc^I}$$

$$= \frac{80 - 4,3}{7,74} = 9,78$$

$$q_{ult} = 2 \cdot Cu = 2 \cdot 9,78 = 19,56$$

$$q_{all} = \frac{q_{ult}}{SF} = \frac{19,56}{2,5} = 7,8 \text{ T/m}^2$$

q_{all} yang diambil yang terkecil = $7,8 \text{ T/m}^2$

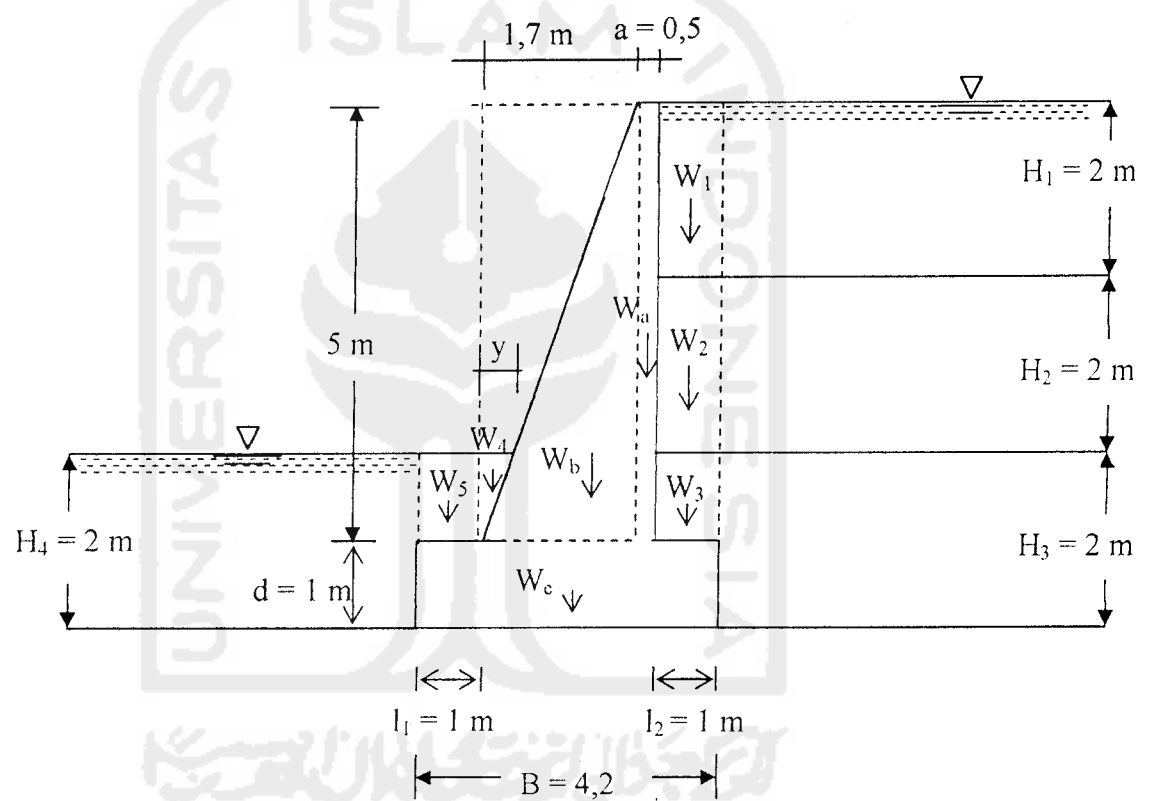
Tegangan yang digunakan untuk analisis :

$$\bar{\sigma}_{tanah} = 7,8 \text{ T/m}^2$$

6.5 Analisis campuran agregat + karet

6.5.1 Analisis campuran 3 : 1

a. Analisis berat dinding tanah ($\gamma_{\text{campuran}} = 1,589 \text{ gr/cm}^3 = 1,589 \text{ T/m}^3$)



Gambar 6.4 Diagram berat dinding tanah

$$\frac{Y}{1-2} = \frac{1,7}{5}$$

$$Y = \frac{1,7 \cdot 1}{5} = 0,34 \text{ m}$$

$$W_1 = L_2 \cdot H_1 \cdot \gamma_1^1 = 1 \cdot 2 \cdot 0,81 = 1,62 \text{ T/m}$$

$$W_2 = L_2 \cdot H_2 \cdot \gamma_2^I = 1 \cdot 2 \cdot 0,70 = 1,40 \text{ T/m}$$

$$W_3 = L_2 \cdot (H_3 - d) \cdot \gamma_3^I = 1 \cdot 1 \cdot 0,64 = 0,64 \text{ T/m}$$

$$W_4 = 0,5 \cdot Y \cdot (H_3 - d) \cdot \gamma_4^I = 0,5 \cdot 0,34 \cdot 1 \cdot 0,64 = 0,109 \text{ T/m}$$

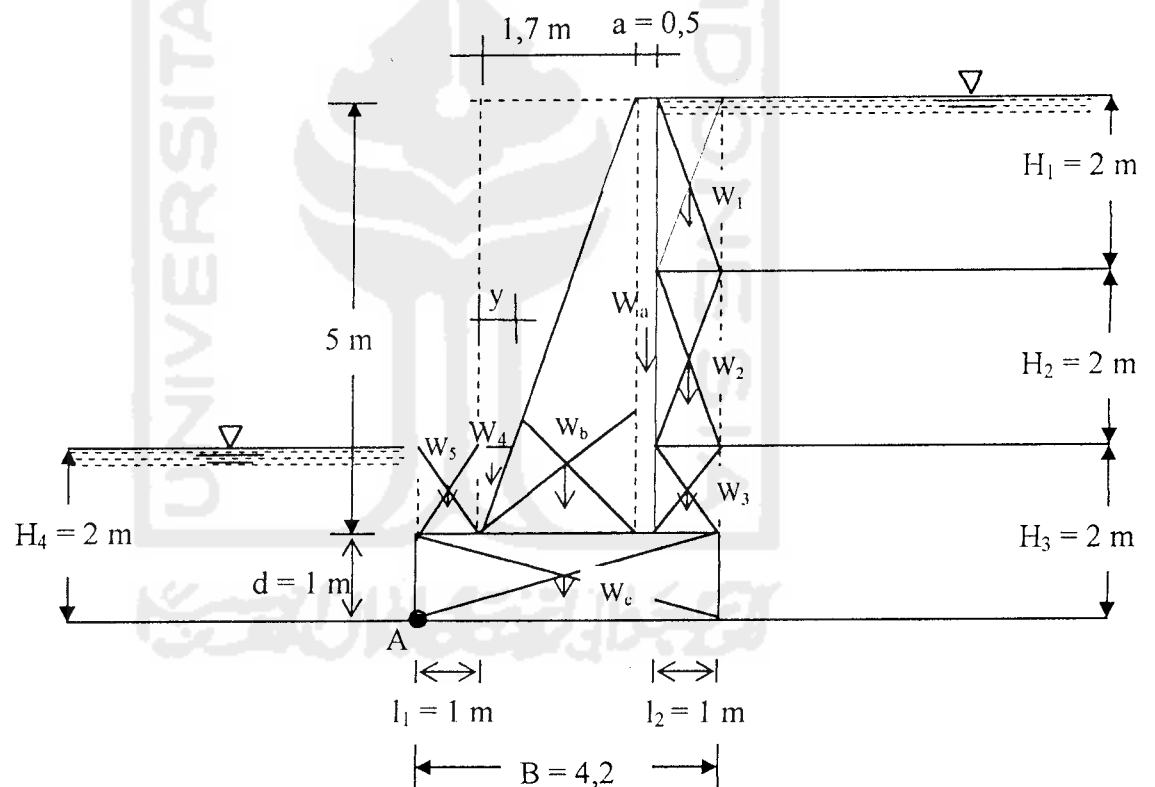
$$W_5 = L_1 \cdot (H_4 - d) \cdot \gamma_4^I = 1 \cdot 1 \cdot 0,64 = 0,64 \text{ T/m}$$

$$W_a = a \cdot (H_1 + H_2 + H_3 - d) \cdot \gamma_{\text{campuran}} = 0,5 \cdot 5 \cdot 1,589 = 3,973 \text{ T/m}$$

$$W_b = 0,5 \cdot 1,7 \cdot 5 \cdot 1,589 = 6,753 \text{ T/m}$$

$$W_c = B - d \cdot \gamma_{\text{campuran}} = 4,2 \cdot 1 \cdot 1,589 = 6,674 \text{ T/m}$$

b. Analisis beban dan momen rencana



Gambar 6.5 Diagram beban dan momen rencana terhadap titik A

Tabel 6.1 analisis beban dan momen rencana (campuran 3:1)

No	Berat (W) T	Lengan m	MW _G Tm
1	1,62	3,7	5,994
2	1,40	3,7	5,18
3	0,64	3,7	2,368
4	0,109	1,113	0,121
5	0,64	0,5	0,32
a	3,973	2,95	11,720
b	6,753	2,13	14,384
c	6,674	2,1	14,015
Σ =	21,809		54,102

Tabel 6.2 analisis momen aktif total (campuran 3:1)

No	Pa T	Lengan ke A m	Mpa Tm
1	1,181	4,67	5,515
2	2	4,67	9,34
3	6,362	3	19,086
4	1,021	2,67	2,726
5	2	2,67	5,34
6	12,404	1	12,404
7	0,933	0,67	0,625
8	2	0,67	1,34
9	-13,32	3	-39,96
Σ =	14,581		16,416

Tabel 6.3 tekanan tanah dan momen pasif (campuran 3:1)

No	Pp T	Lengan ke A m	MPp Tm
1	1,755	0,67	1,17585
2	2	0,67	1,34
3	6,089	1	6,089
Σ =	9,844		8,605

Tabel 6.4 tekanan hidrostatik (campuran 3:1)

No	Wh T	Lengan m	MWh Tm
1	16,8	2,45	34,536

c. Analisis eksternal

$$x = \frac{\Sigma M_{total}}{\Sigma V}$$

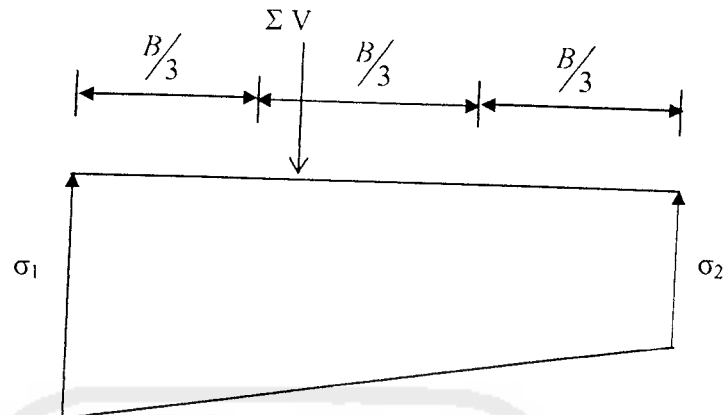
$$\begin{aligned}\Sigma M &= \Sigma M_w + \Sigma MP_p - \Sigma MP_a - \Sigma M_H \\ &= 54,102 + 8,605 - 16,416 - 34,536 \\ &= 11,755 \text{ Tm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma V &= \Sigma W - \Sigma H \\ &= 21,809 - 16,8 \\ &= 5,009 \text{ T}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x &= \Sigma M / \Sigma V \\ &= \frac{11,755}{5,009} = 1,961\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}e &= B / 2 - x \\ &= \frac{4,2}{2} - 1,961\end{aligned}$$

$$= 0,139 \text{ m} < \frac{B}{6} = \frac{4,2}{6} = 0,7 \text{ m}$$



Gambar 6.6 Diagram tegangan yang terjadi di bawah alas dinding penahan tanah (campuran 3:1)

$$\sigma_1 = \Sigma V / B \cdot \left(1 + \frac{6.e}{B} \right) = \frac{17,609}{4,2} \cdot \left(1 + \frac{6,0,139}{4,2} \right)$$

$$= 5,025 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_2 = \Sigma V / B \cdot \left(1 - \frac{6.e}{B} \right) = \frac{17,609}{4,2} \cdot \left(1 - \frac{6,0,139}{4,2} \right)$$

$$= 3,36 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{\max} \text{ yang terjadi} = 5,025 \text{ T/m}^2 < \bar{\sigma} \text{ tanah} = 7,8 \text{ T/m}^2$$

→ Aman

d. Analisis stabilitas guling

$$\Sigma Ma = \Sigma MPa + \Sigma M_{ij}$$

$$= 16,416 + 34,536$$

$$= 39,839 \text{ Tm}$$

$$\Sigma M_p = \Sigma M_{Pp} + \Sigma M_w$$

$$= 8,605 + 54,102$$

$$= 62,707 \text{ Tm}$$

$$SF = \Sigma M_p / \Sigma M_a$$

$$= \frac{62,707}{39,839} = 1,574 > 1,5$$

e. Analisis stabilitas geser

$$W_{G1} = W_a + W_b + W_c = 3,973 + 6,753 + 6,674 = 17,4$$

$$W_{G2} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 = 1,62 + 1,40 + 0,64 + 0,109 + 0,64$$

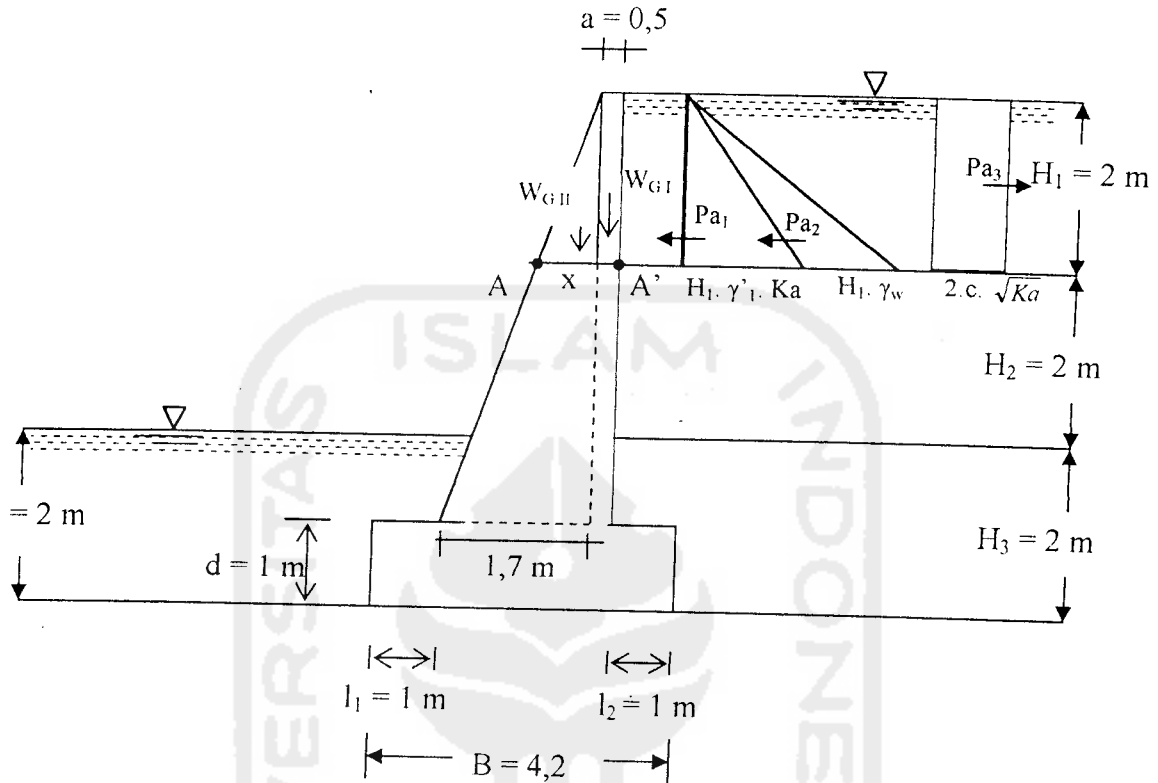
$$= 4,409 \text{ T}$$

$$W_H = 16,8 \text{ T}$$

$$SF = \frac{\Sigma W \cdot \text{Tg } \phi}{Pa} = \frac{(W_{G1} + W_{G2} - W_H) \cdot \text{Tg } 9^\circ}{\Sigma M_a / \Sigma Pa}$$

$$SF = \frac{(17,4 + 4,409 - 16,8) \cdot \text{Tg } 9^\circ}{16,416 / 14,581} = 1,747 > 1,5$$

f. Analisis stabilitas internal



Gambar 6.7 Diagram stabilitas internal dinding penahan tanah Potongan A - A'

Potongan A - A'

- Tekanan tanah aktif

- Akibat tanah

$$P_{a1} = 0,5 \cdot H_1^2 \cdot \gamma_1' \cdot K_{a1} = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 0,81 \cdot 0,729 = 1,181 \text{ T}$$

$$P_{a2} = 0,5 \cdot H_1^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 1 = 2 \text{ T}$$

- Akibat kohesi

$$P_{a3} = - H_1 \cdot 2 \cdot C \cdot \sqrt{K_{a1}} = - 2 \cdot 2 \cdot 1,3 \cdot \sqrt{0,729} = - 4,440 \text{ T}$$

- Berat potongan dinding penahan

$$x = 2 \cdot \frac{1,7}{(H_1 + H_2 + H_3 - d)}$$

$$x = 2 \cdot \frac{1,7}{5} = 0,68 \text{ m}$$

$$W_{G1} = 0,5 \cdot 2 \cdot \gamma_{\text{campuran}} = 0,5 \cdot 2 \cdot 1,589 = 1,589 \text{ T}$$

$$W_{G2} = 0,5 \cdot x \cdot H_1 \cdot \gamma_{\text{campuran}} = 0,5 \cdot 0,68 \cdot 2 \cdot 1,589 = 1,081 \text{ T}$$

Tabel 6.5 momen aktif terhadap titik A (campuran 3:1)

Pa T		Jarak m	Momen (MPa) Tm
Pa1	1,181	0,67	0,79127
Pa2	2	0,67	1,34
Pa3	-4,44	1	-4,44
$\Sigma =$	-1,259		-2,309

Tabel 6.6 momen pasif terhadap titik A (campuran 3:1)

No	Berat (W_G) T	Jarak m	Momen (MW_G) Tm
I	1,589	0,25	0,397
II	1,081	0,45	0,486
$\Sigma =$	2,67		0,883

$$x = \Sigma M / \Sigma V$$

$$\Sigma M = \Sigma Mw - \Sigma MPa = 0,883 + 2,309 = 3,192 \text{ Tm}$$

$$\Sigma V = \Sigma W = 2,67 \text{ T}$$

$$x = \frac{3,192}{2,67} = 1,196$$

$$e = \frac{b}{2} - x = \frac{1,18}{2} - 1,196 = -0,606 \text{ m} < \frac{b}{6} = 0,197 \text{ m}$$

$$b = 0,68 + 0,5 = 1,18 \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{desak}} = (\Sigma V / B \cdot 1) + (\Sigma M / 1/6 \cdot 1 \cdot B^2)$$

$$= \frac{2,67}{1,18} + \frac{3,192}{1/6 \cdot 1 \cdot (1,18 \cdot 1,18)} = 28,930 \text{ T/m}^2 > \bar{\sigma}_{\text{desak}} = 1,49 \text{ T/m}^2$$

$$\tau_{\text{geser}} = (2/3) \cdot (\Sigma Pa / B \cdot h)$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{1,259}{1,18 \cdot 1} = -0,711 \text{ T/m}^2 < \bar{\tau}_{\text{geser}} = 0,107 \text{ T/m}^2$$

Potongan B- B¹

▪ Tekanan tanah aktif

- Akibat tanah

$$Pa_1 = 0,5 \cdot H_1^2 \cdot \gamma_1^1 \cdot Ka_1 = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 0,81 \cdot 0,729 = 1,181 \text{ T}$$

$$Pa_2 = 0,5 \cdot H_1^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 1 = 2 \text{ T}$$

$$Pa_3 = H_2 \cdot H_1 \cdot (\gamma_1^1 \cdot Ka_2 + \gamma_w) = 2 \cdot 2 \cdot (0,81 \cdot 0,729 + 1) = 6,362 \text{ T}$$

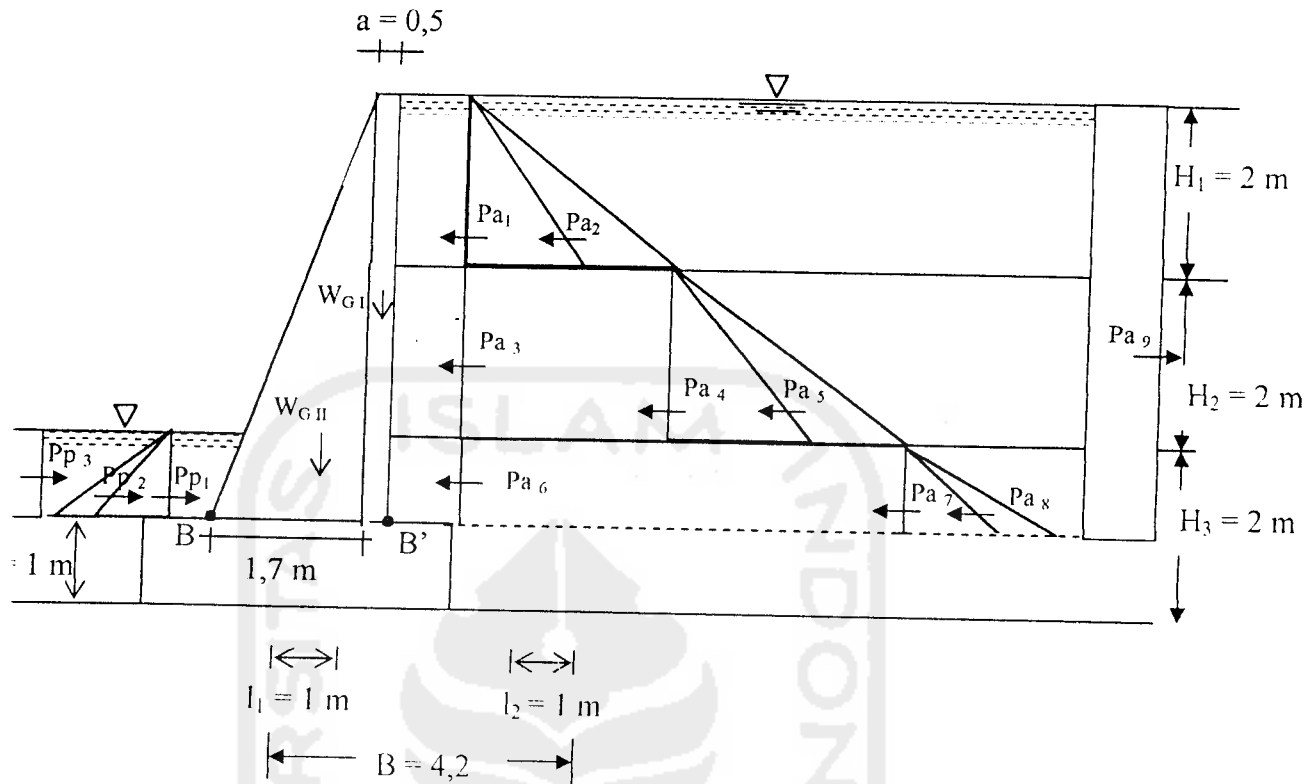
$$Pa_4 = 0,5 \cdot H_2^2 \cdot \gamma_2^1 \cdot Ka_2 = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 0,70 \cdot 0,729 = 1,021 \text{ T}$$

$$Pa_5 = 0,5 \cdot H_2^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 1 = 2 \text{ T}$$

$$Pa_6 = (H_3 - d) \cdot (H_2 \cdot (\gamma_1^1 \cdot Ka_3 + \gamma_w) + H_2 \cdot (\gamma_2^1 \cdot Ka_3 + \gamma_w)) \\ = 1 \cdot (2 \cdot (0,81 \cdot 0,729 + 1) + 2 \cdot (0,70 \cdot 0,729 + 1)) = 6,202 \text{ T}$$

$$Pa_7 = 0,5 \cdot (H_3 - d)^2 \cdot \gamma_3^1 \cdot Ka_3 = 0,5 \cdot 1^2 \cdot 0,64 \cdot 0,729 = 0,233 \text{ T}$$

$$Pa_8 = 0,5 \cdot (H_3 - d)^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 1 \cdot 1 = 0,5 \text{ T}$$



Gambar 6.8 Diagram stabilitas internal dinding penahan tanah Potongan B- B'

- Akibat kohesi tanah

$$Pa_9 = -2 \cdot C \cdot \sqrt{Ka} \cdot (H_1 + H_2 + H_3 - d) = -2 \cdot 1,3 \cdot \sqrt{0,729} \cdot 5 = -11,010 \text{ T}$$

- Tekanan tanah pasif

- Akibat tanah

$$Pp_1 = 0,5 \cdot (H_4 - d)^2 \cdot \gamma_3^1 \cdot Kp = 0,5 \cdot 1^2 \cdot 0,64 \cdot 1,371 = 0,439 \text{ T}$$

$$Pp_2 = 0,5 \cdot (H_4 - d)^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 1^2 \cdot 1 = 0,5 \text{ T}$$

- Akibat kohesi tanah

$$Pp_3 = -2 \cdot C \cdot \sqrt{Kp} \cdot (H_4 - d) = -2 \cdot 1,3 \cdot \sqrt{1,371} \cdot (2 - 1) = 3,044 \text{ T}$$

- Berat potongan dinding penahan

$$x = 1,7 \text{ m}$$

$$b = 0,5 + 1,7 = 2,2 \text{ m}$$

$$W_{G1} = a \cdot (H_1 + H_2 + H_3 - d) \cdot \gamma_{\text{campuran}} = 0,5 \cdot 5 \cdot 1,589 = 3,973 \text{ T}$$

$$W_{G2} = 0,5 \cdot X \cdot (H_1 + H_2 + H_3 - d) \cdot \gamma_{\text{campuran}} = 0,5 \cdot 1,7 \cdot 5 \cdot 1,589 = 6,753 \text{ T}$$

Tabel 6.7 momen aktif terhadap titik B (campuran 3:1)

No	Pa T	Lengan m	Mpa Tm
1	1,181	3,67	4,334
2	2	3,67	7,34
3	6,362	2	12,724
4	1,021	1,67	1,705
5	2	1,67	3,34
6	6,202	0,5	3,101
7	0,233	0,33	0,077
8	0,5	0,33	0,165
9	-11,01	2,5	-27,525
$\Sigma =$	8,489		5,261

Tabel 6.8 momen pasif terhadap titik B (campuran 3:1)

No	Pp T	Lengan m	MPp Tm
1	0,439	0,33	0,14487
2	0,5	0,33	0,165
3	3,044	0,5	1,522
$\Sigma =$	3,983		1,832

No	Berat (W_G) T	Lengan ke B m	Momen (MW_G) Tm
I	3,973	1,95	7,747
II	6,753	1,13	7,631
$\Sigma =$	10,726		15,378

$$x = \Sigma M / \Sigma V$$

$$\Sigma M = \Sigma Mw + \Sigma MPp - \Sigma MPa = 15,378 + 1,832 - 5,261 = 11,949$$

$$x = \frac{11,949}{10,726} = 1,114$$

$$e = \frac{b}{2} - x = \frac{2,2}{2} - 1,114 = -0,014 \text{ m} < \frac{b}{6} = 0,367 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{desak}} &= (\Sigma V / B \cdot 1) + (\Sigma M / 1/6 \cdot 1 \cdot B^2) \\ &= \frac{10,726}{2,2} + \frac{11,949}{1/6 \cdot 1 \cdot (2,2 \cdot 2,2)} = 19,688 \text{ T/m}^2 > \bar{\sigma}_{\text{desak}} = 1,49 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

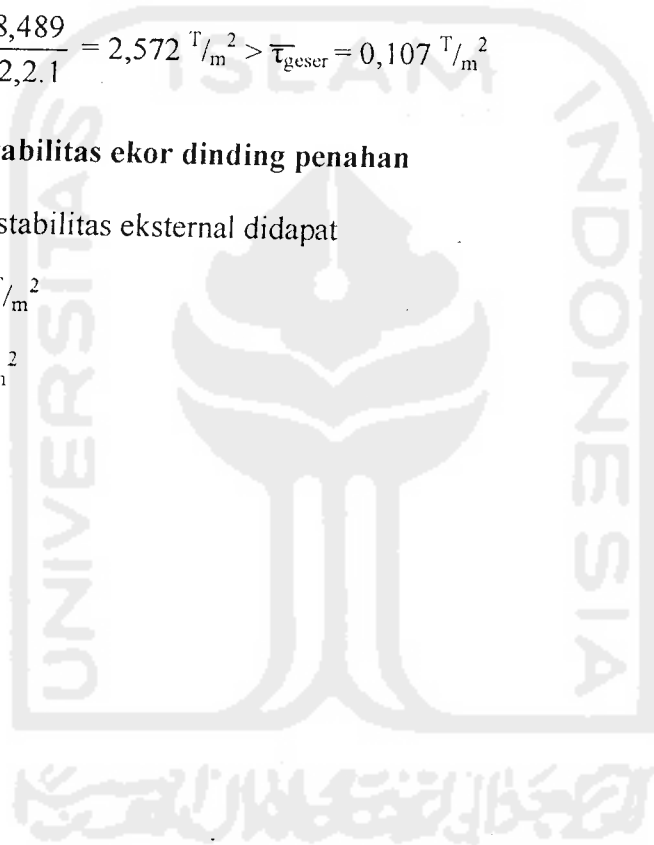
$$\begin{aligned} \tau_{\text{geser}} &= (2/3) \cdot (\Sigma Pa / B \cdot h) \\ &= \frac{2}{3} \cdot \frac{8,489}{2,2 \cdot 1} = 2,572 \text{ T/m}^2 > \bar{\tau}_{\text{geser}} = 0,107 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

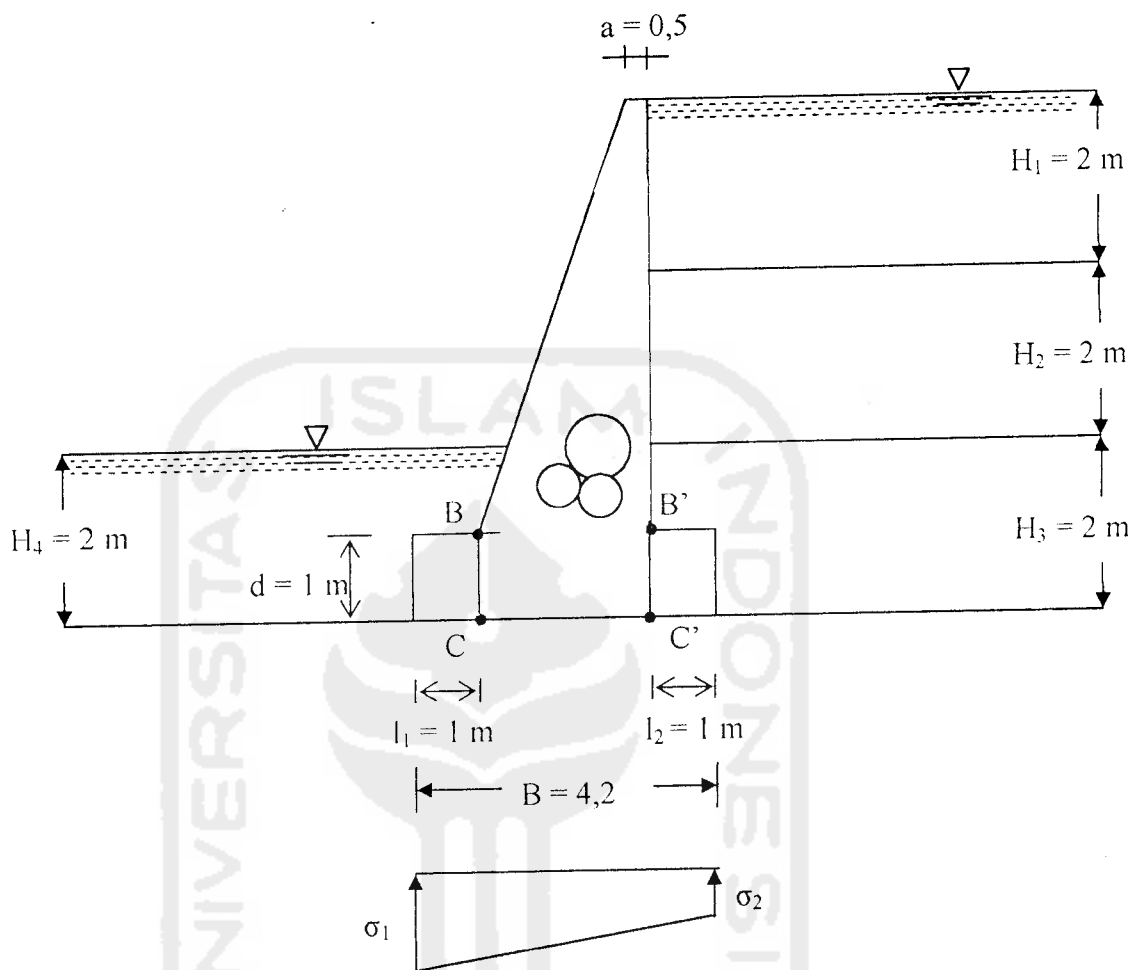
g. Analisis stabilitas ekor dinding penahan

Dari analisis stabilitas eksternal didapat

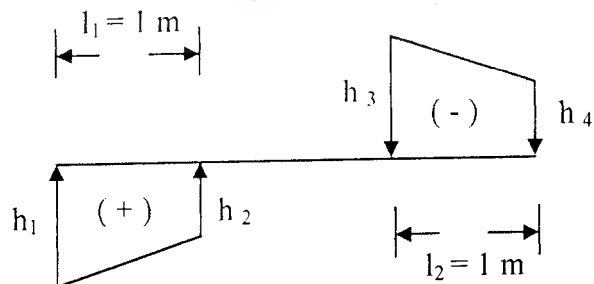
$$\sigma_{\text{max}} = 5,025 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{\text{min}} = 3,36 \text{ T/m}^2$$





Gambar 6.9 Diagram stabilitas ekor dinding penahan Potongan B- C dan potongan B' - C'



Gambar 6.10 Diagram superposisi (campuran 3:1)

$$\sigma_1 = \frac{4,2 - 1}{4,2} \cdot 5,025 = 3,829 \text{ T/m}^2$$

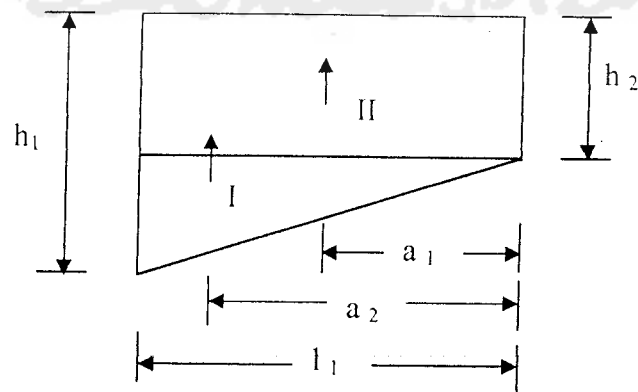
$$\sigma_2 = \frac{1}{4,2} \cdot 5,025 = 1,196 \text{ T/m}^2$$

$$\begin{aligned} h_1 &= \sigma_{\max} - d \cdot \gamma_{\text{campuran}} - (H_4 - d) \cdot \gamma_3^1 \\ &= 5,025 - 1 \cdot 1,589 - (2 - 1) \cdot 0,64 \\ &= 2,796 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_2 &= \sigma_1 - d \cdot \gamma_{\text{campuran}} - (H_4 - d) \cdot \gamma_3^1 \\ &= 3,829 - 1 \cdot 1,589 - (2 - 1) \cdot 0,64 \\ &= 1,6 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_3 &= \sigma_2 - H_1 \cdot \gamma_1^1 - H_2 \cdot \gamma_2^1 - (H_3 - d) \cdot \gamma_3^1 - d \cdot \gamma_{\text{campuran}} \\ &= 1,196 - 2 \cdot 0,81 - 2 \cdot 0,7 - (2 - 1) \cdot 0,64 - 1 \cdot 1,589 \\ &= -4,053 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_4 &= \sigma_{\min} - H_1 \cdot \gamma_1^1 - H_2 \cdot \gamma_2^1 - (H_3 - d) \cdot \gamma_3^1 - d \cdot \gamma_{\text{campuran}} \\ &= 3,36 - 2 \cdot 0,81 - 2 \cdot 0,7 - (2 - 1) \cdot 0,64 - 1 \cdot 1,589 \\ &= -1,889 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$



Gambar 6.11 Diagram gaya lintang yang terjadi pada potongan B – C
(campuran 3:1)

Gaya lintang yang terjadi pada potongan B – C

$$\begin{aligned} D &= (0,5 \cdot (h_1 - h_2) \cdot l_1) + (h_2 \cdot l_2) \\ &= (0,5 \cdot (2,796 - 1,6) \cdot 1) + (1,6 \cdot 1) \\ &= 2,198 \text{ T} \end{aligned}$$

$$a_1 = 0,667 \text{ m}$$

$$a_2 = 0,5 \text{ m}$$

Momen yang terjadi pada tampang B – C

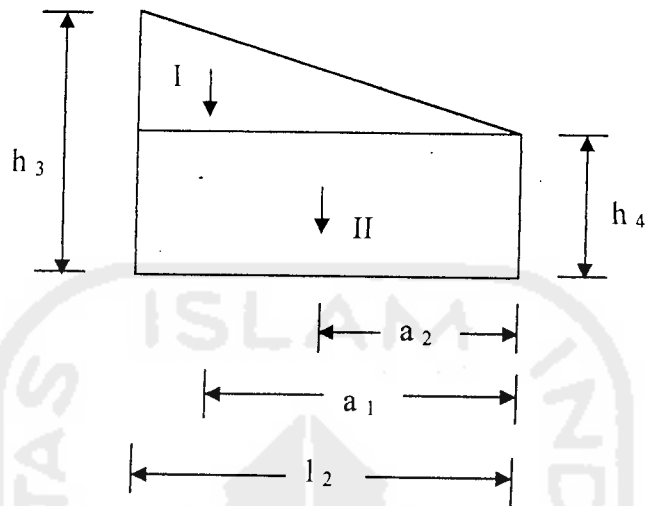
$$\begin{aligned} M &= \text{Luas I} \cdot a_1 + \text{Luas II} \cdot a_2 \\ &= (0,5 \cdot (2,796 - 1,6) \cdot 1) \cdot 0,667 + (1,6 \cdot 1) \cdot 0,5 \\ &= 1,199 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi

$$\sigma_{\text{ext}} = \frac{M}{\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1^2} = \frac{1,199}{\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1^2} = 7,194 \text{ T/m}^2 > \overline{\sigma}_{\text{desak}} = 1,49 \text{ T/m}^2$$

$$\tau_{\text{geser}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{D}{1,11} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2,198}{1,1} = 1,465 \text{ T/m}^2 > \overline{\tau}_{\text{geser}} = 0,107 \text{ T/m}^2$$

Potongan B¹ – C¹



Gambar 6.12 Diagram gaya lintang yang terjadi pada potongan B¹ – C¹
(campuran 3:1)

Gaya lintang pada potongan B¹ – C¹

$$\begin{aligned} D &= (0,5 \cdot (h_3 - h_4) \cdot l_2) + (h_4 \cdot l_2) \\ &= (0,5 \cdot (-4,053 + 1,889) \cdot 1) + (-1,889 \cdot 1) \\ &= -2,971 \text{ T} \end{aligned}$$

$$a_2 = 0,5 \text{ m}$$

$$a_1 = 0,667 \text{ m}$$

Momen yang terjadi pada tampang B¹ – C¹

$$\begin{aligned} M &= \text{Luas I} \cdot a_1 + \text{Luas II} \cdot a_2 \\ &= (0,5 \cdot (-4,053 + 1,889) \cdot 1) \cdot 0,667 + (-1,889 \cdot 1) \cdot 0,5 \\ &= -1,666 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi .

$$\sigma_{\text{ext}} = \frac{M}{\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1^2} = \frac{-1,666}{\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1^2} = -9,996 \text{ T/m}^2 < \bar{\sigma}_{\text{desak}} = 1,49 \text{ T/m}^2$$

$$\tau_{\text{geser}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{D}{1,1} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2,971}{1,1} = -1,981 \text{ T/m}^2 < \bar{\tau}_{\text{geser}} = 0,107 \text{ T/m}^2$$

6.5.2. Analisis campuran 3 : 2 ($\gamma_{\text{campuran}} = 1,8 \text{ T/m}^3$)

a. Analisis berat dinding tanah

$$\frac{Y}{1-2} = \frac{1,7}{5}$$

$$Y = \frac{1,7 \cdot 1}{5} = 0,34 \text{ m}$$

$$W_1 = L_2 \cdot H_1 \cdot \gamma_1^1 = 1 \cdot 2 \cdot 0,81 = 1,62 \text{ T}$$

$$W_2 = L_2 \cdot H_2 \cdot \gamma_2^1 = 1 \cdot 2 \cdot 0,70 = 1,40 \text{ T}$$

$$W_3 = L_2 \cdot (H_3 - d) \cdot \gamma_3^1 = 1 \cdot 1 \cdot 0,64 = 0,64 \text{ T}$$

$$W_4 = 0,5 \cdot Y \cdot (H_3 - d) \cdot \gamma_4^1 = 0,5 \cdot 0,34 \cdot 1 \cdot 0,64 = 0,109 \text{ T}$$

$$W_5 = L_1 \cdot (H_4 - d) \cdot \gamma_4^1 = 1 \cdot 1 \cdot 0,64 = 0,64 \text{ T}$$

$$W_a = a \cdot (H_1 + H_2 + H_3 - d) \cdot \gamma_{\text{campuran}} = 0,5 \cdot 5 \cdot 1,8 = 4,5 \text{ T}$$

$$\begin{aligned} W_b &= \frac{1}{2} \cdot (B - l_1 - l_2 - a) \cdot (H_1 + H_2 + H_3 - d) \cdot \gamma_{\text{campuran}} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1,75 \cdot 1,8 = 7,65 \text{ T} \end{aligned}$$

$$W_c = B \cdot d \cdot \gamma_{\text{campuran}} = 4,2 \cdot 1 \cdot 1,8 = 7,56 \text{ T}$$

b. Analisis beban dan momen rencana

Tabel 6.9 analisis beban dan momen rencana (campuran 3: 2)

No	Berat (W) T	Lengan m	MW _G Tm
1	1,62	3,7	5,994
2	1,40	3,7	5,18
3	0,64	3,7	2,368
4	0,109	1,113	0,121
5	0,64	0,5	0,32
a	4,5	2,95	13,275
b	7,65	2,13	16,295
c	7,56	2,1	15,876
Σ =	24,119		59,429

Tabel 6.10 analisis momen aktif total (campuran 3:2)

No	Pa T	Lengan ke A m	MPa Tm
1	1,181	4,67	5,515
2	2	4,67	9,34
3	6,362	3	19,086
4	1,021	2,67	2,726
5	2	2,67	5,34
6	12,404	1	12,404
7	0,933	0,67	0,625
8	2	0,67	1,34
9	-13,32	3	-39,96
Σ =	14,581		16,416

Tabel 6.11 tekanan tanah dan momen pasif (campuran 3:2)

No	Pp T	Lengan ke A m	MPp Tm
1	1,755	0,67	1,17585
2	2	0,67	1,34
3	6,089	1	6,089
Σ =	9,844		8,605

Tabel 6.12 tekanan hidrostatis (campuran 3:2)

No	Wh T	Lengan m	MWh Tm
1	16,8	2,45	34,536

c. Analisis eksternal

$$x = \frac{\Sigma M_{total}}{\Sigma V}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M &= \Sigma Mw + \Sigma MPp - \Sigma MPa - \Sigma M_{II} \\ &= 59,429 + 8,605 - 16,416 - 34,536 \\ &= 17,082 \text{ Tm} \end{aligned}$$

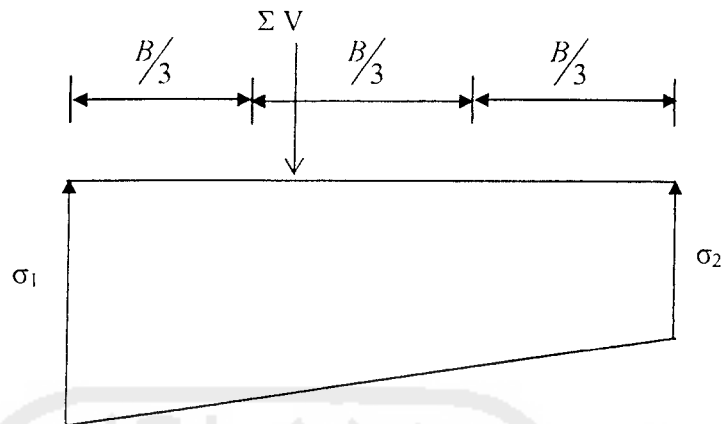
$$\begin{aligned} \Sigma V &= \Sigma W - \Sigma H \\ &= 24,119 - 16,8 \\ &= 7,319 \text{ T} \end{aligned}$$

$$x = \frac{\Sigma M_{total}}{\Sigma V}$$

$$x = \frac{17,082}{7,319} = 2,001 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$= \frac{4,2}{2} - 2,001 = 0,099 \text{ m} < \frac{B}{6} = \frac{4,2}{6} = 0,7 \text{ m}$$



Gambar 6.13 Diagram tegangan yang terjadi di bawah alas dinding penahan tanah (campuran 3 : 2)

$$\sigma_1 = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right)$$

$$\sigma_1 = \frac{19,919}{4,2} \left(1 + \frac{6,0,099}{4,2} \right) = 5,413 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$

$$\sigma_2 = \frac{19,919}{4,2} \left(1 - \frac{6,0,099}{4,2} \right) = 4,072 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{\max} \text{ yang terjadi} = 5,413 \text{ T/m}^2 < \bar{\sigma}_{\text{tanah}} = 7,8 \text{ T/m}^2$$

—————> Aman

d. Analisis stabilitas guling

$$\Sigma M_a = \Sigma M_{Pa} + \Sigma M_{G1}$$

$$= 16,416 + 34,536$$

$$= 39,839 \text{ Tm}$$

$$\Sigma M_p = \Sigma M_{Pp} + \Sigma M_w$$

$$= 8,605 + 59,429$$

$$= 68,034 \text{ Tm}$$

$$SF = \frac{\Sigma M_p}{\Sigma M_a}$$

$$SF = \frac{68,034}{39,839} = 1,708 > 1,5$$

e. Analisis stabilitas geser

$$W_{G1} = W_a + W_b + W_c$$

$$= 4,5 + 7,65 + 7,56$$

$$= 19,71 \text{ T}$$

$$W_{G2} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 = 1,62 + 1,40 + 0,64 + 0,109 + 0,64$$

$$= 4,409 \text{ T}$$

$$W_H = 16,8 \text{ T}$$

$$SF = \frac{\Sigma W \cdot \text{Tg } \varphi}{\Sigma Pa} = \frac{(W_{G1} + W_{G2} - W_H) \cdot \text{Tg } 9^\circ}{\Sigma Ma / \Sigma Pa}$$

$$SF = \frac{(19,71 + 4,409 - 16,8) \cdot \text{Tg } 9^\circ}{16,416 / 14,581} = 1,920 > 1,5$$

f. Stabilitas Internal

Analisis stabilitas dinding penahan tanah

Potongan A - A'

- Tekanan tanah aktif

- Akibat tanah

$$Pa_1 = 0,5 \cdot H_1^2 \cdot \gamma_1^1 \cdot Ka_1 = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 0,81 \cdot 0,729 = 1,181 \text{ T}$$

$$Pa_2 = 0,5 \cdot H_1^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 1 = 2 \text{ T}$$

- Akibat kohesi

$$Pa_3 = - H_1 \cdot 2 \cdot C \cdot \sqrt{Ka_1} = - 2 \cdot 2 \cdot 1,3 \cdot \sqrt{0,729} = - 4,440 \text{ T}$$

- Berat potongan dinding penahan

$$x = 2 \cdot \frac{1,7}{(H_1 + H_2 + H_3 - d)}$$

$$x = 2 \cdot \frac{1,7}{5} = 0,68 \text{ m}$$

$$W_{G1} = a \cdot H_1 \cdot \gamma_{\text{campuran}} = 0,5 \cdot 2 \cdot 1,8 = 1,8 \text{ T}$$

$$W_{G2} = a \cdot X \cdot H_1 \cdot \gamma_{\text{campuran}} = 0,5 \cdot 0,68 \cdot 2 \cdot 1,8 = 1,224 \text{ T}$$

Tabel 6.13 momen aktif terhadap titik A (campuran 3: 2)

Pa T		Jarak m	Momen Tm
Pa1	1,181	0,67	0,79127
Pa2	2	0,67	1,34
Pa3	-4,44	1	-4,44
$\Sigma =$	-1,259		-2,309

Tabel 6.14 momen pasif terhadap titik A (campuran 3: 2)

No	Berat (W_G) T	Jarak m	Momen (MW_G) Tm
I	1,8	0,25	0,45
II	1,224	0,45	0,551
$\Sigma =$	3,024		1,001

$$x = \Sigma M / \Sigma V$$

$$\Sigma M = \Sigma M_w - \Sigma MP_a = 1,001 + 2,309 = 3,31 \text{ Tm}$$

$$\Sigma V = \Sigma W = 1,224 \text{ T}$$

$$x = \frac{3,31}{1,224} = 2,704$$

$$e = \frac{b}{2} - x = \frac{1,18}{2} - 2,704 = -2,114 < \frac{b}{6} = 0,197 \text{ m}$$

$$B = 0,68 + 0,5 = 1,18 \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{desak}} = (\Sigma V / B \cdot 1) + (\Sigma M / 1/6 \cdot 1 \cdot B^2)$$

$$= \frac{1,224}{1,18} + \frac{3,31}{1/6 \cdot 1 \cdot (1,18 \cdot 1,18)} = 15,3 \text{ T/m}^2 > \sigma_{\text{desak}} = 3,42 \text{ T/m}^2$$

$$\tau_{\text{geser}} = (2/3) \cdot (\Sigma P_a / B \cdot h)$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{1,259}{1,18 \cdot 1} = -0,711 \text{ T/m}^2 < \tau_{\text{geser}} = 0,121 \text{ T/m}^2$$

Potongan B - B¹

• Tekanan tanah aktif

- Akibat tanah

$$Pa_1 = 0,5 \cdot H_1^2 \cdot \gamma_1^1 \cdot Ka_1 = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 0,81 \cdot 0,729 = 1,181 \text{ T}$$

$$Pa_2 = 0,5 \cdot H_1^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 1 = 2 \text{ T}$$

$$Pa_3 = H_2 \cdot H_1 \cdot (\gamma_1^1 \cdot Ka_2 + \gamma_w) = 2 \cdot 2 \cdot (0,81 \cdot 0,729 + 1) = 6,362 \text{ T}$$

$$Pa_4 = 0,5 \cdot H_2^2 \cdot \gamma_2^1 \cdot Ka_2 = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 0,70 \cdot 0,729 = 1,021 \text{ T}$$

$$Pa_5 = 0,5 \cdot H_2^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 1 = 2 \text{ T}$$

$$Pa_6 = (H_3 - d) \cdot (H_2 \cdot (\gamma_1^1 \cdot Ka_3 + \gamma_w) + H_2 \cdot (\gamma_2^1 \cdot Ka_3 + \gamma_w))$$

$$= 1 \cdot (2 \cdot (0,81 \cdot 0,729 + 1) + 2 \cdot (0,70 \cdot 0,729 + 1)) = 6,202 \text{ T}$$

$$Pa_7 = 0,5 \cdot (H_3 - d)^2 \cdot \gamma_3^1 \cdot Ka_3 = 0,5 \cdot 1^2 \cdot 0,64 \cdot 0,729 = 0,233 \text{ T}$$

$$Pa_8 = 0,5 \cdot (H_3 - d)^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 1 \cdot 1 = 0,5 \text{ T}$$

- Akibat kohesi tanah

$$Pa_9 = -2 \cdot C \cdot \sqrt{Ka} \cdot (H_1 + H_2 + H_3 - d) = -2 \cdot 1,3 \cdot \sqrt{0,729} \cdot 5 = -11,010 \text{ T}$$

- Tekanan tanah pasif

- Akibat tanah

$$Pp_1 = 0,5 \cdot (H_4 - d)^2 \cdot \gamma_3^1 \cdot Kp = 0,5 \cdot 1^2 \cdot 0,64 \cdot 1,371 = 0,439 \text{ T}$$

$$Pp_2 = 0,5 \cdot (H_4 - d)^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 1^2 \cdot 1 = 0,5 \text{ T}$$

- Akibat kohesi tanah

$$Pp_3 = -2 \cdot C \cdot \sqrt{Kp} \cdot (H_4 - d) = -2 \cdot 1,3 \cdot \sqrt{1,371} \cdot (2 - 1) = 3,044 \text{ T}$$

- Berat potongan dinding penahan

$$x = 1,7 \text{ m}$$

$$b = 0,5 + 1,7 = 2,2 \text{ m}$$

$$W_{G1} = a \cdot (H_1 + H_2 + H_3 - d) \cdot \gamma_{campuran} = 0,5 \cdot 5 \cdot 1,8 = 4,5 \text{ T}$$

$$W_{G2} = 0,5 \cdot X \cdot (H_1 + H_2 + H_3 - d) \cdot \gamma_{campuran} = 0,5 \cdot 1,7 \cdot 5 \cdot 1,8 = 7,65 \text{ T}$$

Tabel 6.15 momen aktif terhadap titik B (campuran 3: 2)

No	Pa T	Lengan m	Mpa Tm
1	1,181	3,67	4,334
2	2	3,67	7,34
3	6,362	2	12,724
4	1,021	1,67	1,705
5	2	1,67	3,34
6	6,202	0,5	3,101
7	0,233	0,33	0,077
8	0,5	0,33	0,165
9	-11,01	2,5	-27,525
$\Sigma =$	8,489		5,261

Tabel 6.16 momen pasif terhadap titik B (campuran 3: 2)

No	Pp T	Lengan m	MPp Tm
1	0,439	0,33	0,14487
2	0,5	0,33	0,165
3	3,044	0,5	1,522
$\Sigma =$	3,983		1,832

No	Berat (W_G) T	Lengan ke B m	Momen (MW_G) Tm
I	4,5	1,95	8,775
II	7,65	1,13	8,645
$\Sigma =$	12,15		17,42

$$x = \Sigma M / \Sigma V$$

$$\Sigma M = \Sigma Mw + \Sigma MPp - \Sigma MPa = 17,42 + 1,832 - 5,261 = 13,991 \text{ Tm}$$

$$\Sigma V = \Sigma W_G = 12,15 \text{ T}$$

$$x = \frac{13,991}{12,15} = 1,152$$

$$e = \frac{b}{2} - x = \frac{2,2}{2} - 1,152 = -0,052 \text{ m} < \frac{b}{6} = 0,367 \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{desak}} = \left(\Sigma V / B \cdot 1 \right) + \left(\Sigma M / \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot B^2 \right)$$

$$= \frac{12,15}{2,2} + \frac{13,991}{1/6 \cdot 1 \cdot (2,2 \cdot 2,2)} = 22,867 \text{ T/m}^2 > \sigma_{\text{desak}} = 3,42 \text{ T/m}^2$$

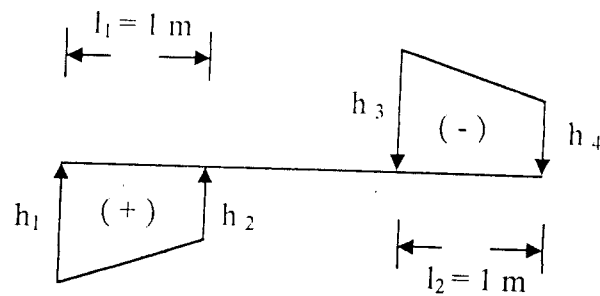
$$\tau_{\text{geser}} = (2/3) \cdot (\Sigma Pa / B \cdot h)$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{8,489}{2,2 \cdot 1} = 2,572 \text{ T/m}^2 > \tau_{\text{geser}} = 0,121 \text{ T/m}^2$$

g. Analisis stabilitas ekor dinding penahan

$$\sigma_{\text{max}} = 5,413 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{\text{min}} = 4,072 \text{ T/m}^2$$



Gambar 6.14 Diagram superposisi (campuran 3: 2)

$$\sigma_1 = \frac{4,2 - 1}{4,2} \cdot 5,413 = 4,124 \text{ T/m}^2$$

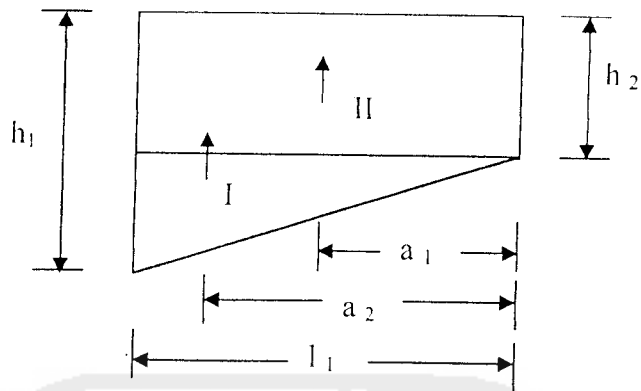
$$\sigma_2 = \frac{1}{4,2} \cdot 5,413 = 1,289 \text{ T/m}^2$$

$$\begin{aligned} h_1 &= \sigma_{\max} - d \cdot \gamma_{\text{campuran}} - (H_4 - d) \cdot \gamma_3^1 \\ &= 5,413 - 1 \cdot 1,8 - (2 - 1) \cdot 0,64 \\ &= 2,973 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_2 &= \sigma_1 - d \cdot \gamma_{\text{campuran}} - (H_4 - d) \cdot \gamma_3^1 \\ &= 4,124 - 1 \cdot 1,8 - (2 - 1) \cdot 0,64 \\ &= 1,684 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_3 &= \sigma_2 - H_1 \cdot \gamma_1^1 - H_2 \cdot \gamma_2^1 - (H_3 - d) \cdot \gamma_3^1 - d \cdot \gamma_{\text{campuran}} \\ &= 1,289 - 2 \cdot 0,81 - 2 \cdot 0,7 - (2 - 1) \cdot 0,64 - 1 \cdot 1,8 \\ &= -4,171 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_4 &= \sigma_{\min} - H_1 \cdot \gamma_1^1 - H_2 \cdot \gamma_2^1 - (H_3 - d) \cdot \gamma_3^1 - d \cdot \gamma_{\text{campuran}} \\ &= 4,072 - 2 \cdot 0,81 - 2 \cdot 0,7 - (2 - 1) \cdot 0,64 - 1 \cdot 1,8 \\ &= -1,388 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$



Gambar 6.15 Diagram gaya lintang yang terjadi pada potongan B – C
(campuran 3 : 2)

Gaya lintang yang terjadi pada potongan B – C

$$\begin{aligned} D &= (0,5 \cdot (h_1 - h_2) \cdot l_1) + (h_2 \cdot l_2) \\ &= (0,5 \cdot (2,973 - 1,684) \cdot 1) + (1,684 \cdot 1) \\ &= 2,329 \text{ T} \end{aligned}$$

$$a_1 = 0,667 \text{ m}$$

$$a_2 = 0,5 \text{ m}$$

Momen yang terjadi pada tampang B – C

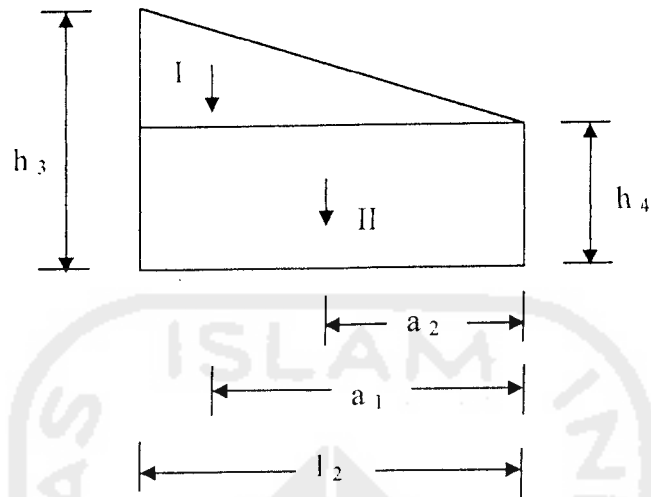
$$\begin{aligned} M &= \text{Luas I} \cdot a_1 + \text{Luas II} \cdot a_2 \\ &= (0,5 \cdot (2,973 - 1,684) \cdot 1) \cdot 0,667 + (1,684 \cdot 1) \cdot 0,5 \\ &= 1,272 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi

$$\sigma_{\text{ext}} = \frac{M}{\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1^2} = \frac{1,272}{\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1^2} = 7,632 \text{ T/m}^2 > \bar{\sigma}_{\text{desak}} = 3,42 \text{ T/m}^2$$

$$\tau_{\text{geser}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{D}{1,11} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2,329}{1,1} = 1,553 \text{ T/m}^2 > \bar{\tau}_{\text{geser}} = 0,121 \text{ T/m}^2$$

Potongan B¹ – C¹



Gambar 6.16 Diagram gaya lintang pada potongan B¹ – C¹
(campuran 3: 2)

Gaya lintang pada potongan B¹ – C¹

$$\begin{aligned} D &= (0,5 \cdot (h_3 - h_4) \cdot l_2) + (h_4 \cdot l_2) \\ &= (0,5 \cdot (-4,171 + 1,388) \cdot 1) + (-1,388 \cdot 1) \\ &= -2,779 \text{ T} \end{aligned}$$

$$a_2 = 0,5 \text{ m}$$

$$a_1 = 0,667 \text{ m}$$

Momen yang terjadi pada tampang B¹ – C¹

$$\begin{aligned} M &= \text{Luas I} \cdot a_1 + \text{Luas II} \cdot a_2 \\ &= (0,5 \cdot (-4,171 + 1,388) \cdot 1) \cdot 0,667 + (-1,388 \cdot 1) \cdot 0,5 \\ &= -1,622 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi

$$\sigma_{\text{ext}} = \frac{M}{\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1^2} = \frac{-1,622}{\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1^2} = -9,732 \text{ T/m}^2 < \bar{\sigma}_{\text{desak}} = 3,42 \text{ T/m}^2$$

$$\tau_{\text{geser}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{D}{1,11} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2,779}{1,1} = -1,853 \text{ T/m}^2 < \tau_{\text{geser}} = 0,121 \text{ T/m}^2$$

6.5.3. Analisis campuran 1 : 1 ($\gamma_{\text{campuran}} = 1,421 \text{ T/m}^3$)

a. Analisis berat dinding tanah

$$\frac{Y}{1-2} = \frac{1,7}{5}$$

$$Y = \frac{1,7 \cdot 1}{5} = 0,34 \text{ m}$$

$$W_1 = L_2 \cdot H_1 \cdot \gamma_1^1 = 1 \cdot 2 \cdot 0,81 = 1,62 \text{ T}$$

$$W_2 = L_2 \cdot H_2 \cdot \gamma_2^1 = 1 \cdot 2 \cdot 0,70 = 1,40 \text{ T}$$

$$W_3 = L_2 \cdot (H_3 - d) \cdot \gamma_3^1 = 1 \cdot 1 \cdot 0,64 = 0,64 \text{ T}$$

$$W_4 = 0,5 \cdot Y \cdot (H_3 - d) \cdot \gamma_4^1 = 0,5 \cdot 0,34 \cdot 1 \cdot 0,64 = 0,109 \text{ T}$$

$$W_5 = L_1 \cdot (H_4 - d) \cdot \gamma_4^1 = 1 \cdot 1 \cdot 0,64 = 0,64 \text{ T}$$

$$W_a = a \cdot (H_1 + H_2 + H_3 - d) \cdot \gamma_{\text{campuran}} = 0,5 \cdot 5 \cdot 1,421 = 3,553 \text{ T}$$

$$\begin{aligned} W_b &= \frac{1}{2} \cdot (B - l_1 - l_2 - a) \cdot (H_1 + H_2 + H_3 - d) \cdot \gamma_{\text{campuran}} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1,7 \cdot 5 \cdot 1,421 = 6,039 \text{ T} \end{aligned}$$

$$W_c = B \cdot d \cdot \gamma_{\text{campuran}} = 4,2 \cdot 1 \cdot 1,421 = 5,968 \text{ T}$$

b. Analisis beban dan momen rencana

Tabel 6.17 analisis beban dan momen rencana (campuran 1: 1)

No	Berat (W) T	Lengan M	MW _G Tm
1	1,62	3,7	5,994
2	1,40	3,7	5,18
3	0,64	3,7	2,368
4	0,109	1,113	0,121
5	0,64	0,5	0,32
a	3,553	2,95	10,481
b	6,039	2,13	12,863
c	5,968	2,1	12,553
Σ =	19,969		49,88

Tabel 6.18 analisis momen aktif total (campuran 1: 1)

No	Pa T	Lengan ke A m	MPa Tm
1	1,181	4,67	5,515
2	2	4,67	9,34
3	6,362	3	19,086
4	1,021	2,67	2,726
5	2	2,67	5,34
6	12,404	1	12,404
7	0,933	0,67	0,625
8	2	0,67	1,34
9	-13,32	3	-39,96
Σ =	14,581		16,416

Tabel 6.19 tekanan tanah dan momen pasif (campuran 1: 1)

No	Pp T	Lengan ke A m	MPp Tm
1	1,755	0,67	1,17585
2	2	0,67	1,34
3	6,089	1	6,089
Σ =	9,844		8,605

Tabel 6.20 tekanan hidrostatis (campuran 1: 1)

No	Wh T	Lengan m	MWh Tm
1	16,8	2,45	34,536

c. Analisis eksternal

$$x = \frac{\Sigma M_{\text{total}}}{\Sigma V}$$

$$\begin{aligned}\Sigma M &= \Sigma M_w + \Sigma MP_p - \Sigma MP_a - \Sigma M_{II} \\ &= 49,88 + 8,605 - 16,416 - 34,536 \\ &= 7,533 \text{ Tm}\end{aligned}$$

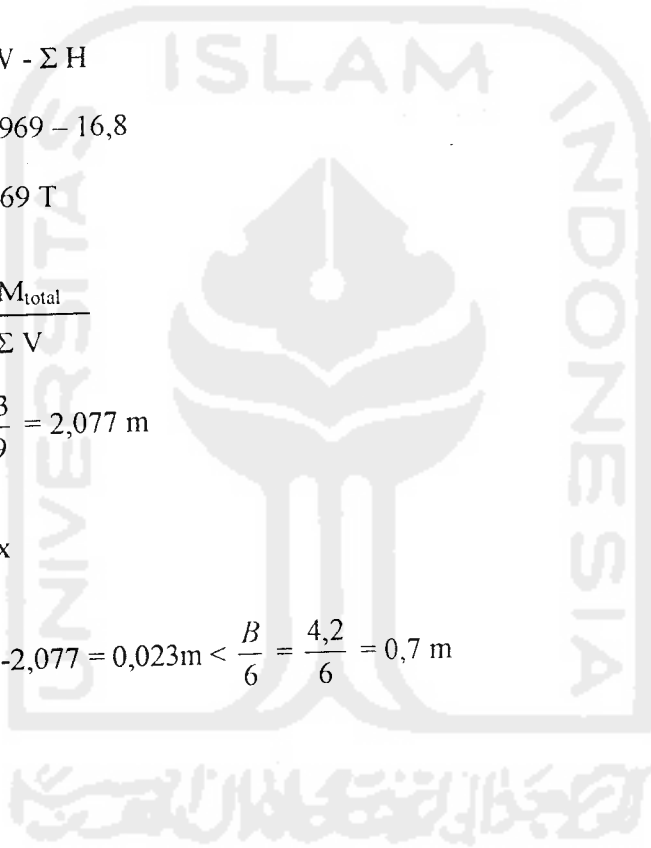
$$\begin{aligned}\Sigma V &= \Sigma W - \Sigma H \\ &= 19,969 - 16,8 \\ &= 3,169 \text{ T}\end{aligned}$$

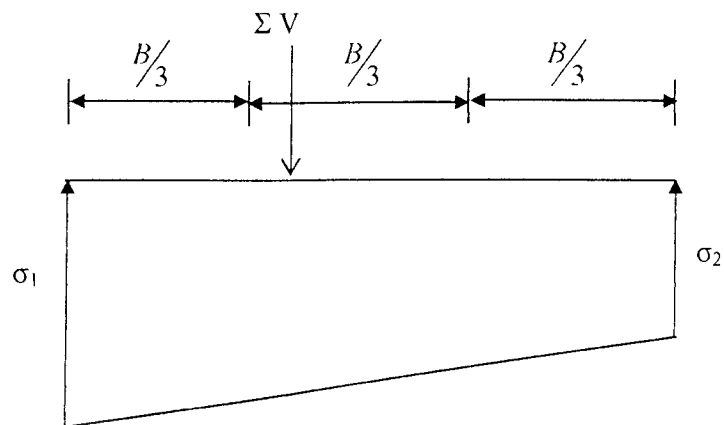
$$x = \frac{\Sigma M_{\text{total}}}{\Sigma V}$$

$$x = \frac{7,533}{3,169} = 2,077 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$= \frac{4,2}{2} - 2,077 = 0,023 \text{ m} < \frac{B}{6} = \frac{4,2}{6} = 0,7 \text{ m}$$





Gambar 6.17 Diagram tegangan yang terjadi di bawah alas dinding penahan tanah (campuran 1: 1)

$$\sigma_1 = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + \frac{6.e}{B} \right)$$

$$\sigma_1 = \frac{15,769}{4,2} \left(1 + \frac{6.0,023}{4,2} \right) = 4,709 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 - \frac{6.e}{B} \right)$$

$$\sigma_2 = \frac{15,769}{4,2} \left(1 - \frac{6.0,023}{4,2} \right) = 2,799 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{\max} \text{ yang terjadi} = 4,709 \text{ T/m}^2 < \bar{\sigma}_{\text{tanah}} = 7,8 \text{ T/m}^2$$

→ Aman

d. Analisis stabilitas guling

$$\Sigma M_a = \Sigma M_{Pa} + \Sigma M_{I1}$$

$$= 16,416 + 34,536$$

$$= 39,839 \text{ Tm}$$

$$\Sigma M_p = \Sigma M_{Pp} + \Sigma M_w$$

$$= 8,605 + 49,88$$

$$= 58,485 \text{ Tm}$$

$$SF = \frac{\Sigma M_p}{\Sigma M_a}$$

$$SF = \frac{58,485}{39,839} = 1,468 > 1,5$$

e. Analisis stabilitas geser

$$W_{G1} = W_a + W_b + W_c$$

$$= 3,553 + 6,039 + 5,968$$

$$= 15,56 \text{ T}$$

$$W_{G2} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 = 1,62 + 1,40 + 0,64 + 0,109 + 0,64$$

$$= 4,409$$

$$W_H = 16,8$$

$$SF = \frac{\Sigma W \cdot Tg \varphi}{Pa} = \frac{(W_{G1} + W_{G2} - W_H) \cdot Tg 9^\circ}{\Sigma M_a / \Sigma Pa}$$

$$SF = \frac{(15,56 + 4,409 - 16,8) \cdot Tg 9^\circ}{16,416 / 14,581} = 1,854 > 1,5$$

f. Stabilitas Internal

Analisis stabilitas dinding penahan tanah

Potongan A – A¹

- Tekanan tanah aktif

- Akibat tanah

$$Pa_1 = 0,5 \cdot H_1^2 \cdot \gamma_1^1 \cdot Ka_1 = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 0,81 \cdot 0,729 = 1,181 \text{ T}$$

$$Pa_2 = 0,5 \cdot H_1^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 1 = 2 \text{ T}$$

- Akibat kohesi

$$Pa_3 = - H_1 \cdot 2 \cdot C \cdot \sqrt{Ka_1} = - 2 \cdot 2 \cdot 1,3 \cdot \sqrt{0,729} = - 4,440 \text{ T}$$

- Berat potongan dinding penahan

$$x = 2 \cdot \frac{1,7}{(H_1 + H_2 + H_3 - d)}$$

$$x = 2 \cdot \frac{1,7}{5} = 0,68 \text{ m}$$

$$W_{G1} = a \cdot H_1 \cdot \gamma_{\text{campuran}} = 0,5 \cdot 2 \cdot 1,421 = 1,421 \text{ T}$$

$$W_{G2} = a \cdot X \cdot H_1 \cdot \gamma_{\text{campuran}} = 0,5 \cdot 0,68 \cdot 2 \cdot 1,421 = 0,966 \text{ T}$$

Tabel 6.21 momen aktif terhadap titik A (campuran 1: 1)

Pa T		Jarak m	Momen (MPa) Tm
Pa1	1,181	0,67	0,79127
Pa2	2	0,67	1,34
Pa3	-4,44	1	-4,44
Σ =	-1,259		-2,309

Tabel 6.22 momen pasif terhadap titik A (campuran 1: 1)

No	Berat (W_G) T	Jarak m	Momen (MW_G) Tm
I	1,421	0,25	0,355
II	0,966	0,45	0,435
$\Sigma =$	2,387		0,79

$$x = \Sigma M / \Sigma V$$

$$\Sigma M = \Sigma Mw - \Sigma MPa = 0,79 + 2,309 = 3,099 \text{ Tm}$$

$$\Sigma V = \Sigma W = 2,387 \text{ T}$$

$$x = \frac{3,099}{2,387} = 1,298$$

$$e = \frac{b}{2} - x = \frac{1,18}{2} - 1,298 = -0,708 < \frac{b}{6} = 0,197 \text{ m}$$

$$B = 0,68 + 0,5 = 1,18 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{desak}} &= \left(\Sigma V / B \cdot 1 \right) + \left(\Sigma M / \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot B^2 \right) \\ &= \frac{3,167}{1,18} + \frac{3,099}{1/6 \cdot 1 \cdot (1,18 \cdot 1,18)} = 16,038 \text{ T/m}^2 > \bar{\sigma}_{\text{desak}} = 1,64 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

$$\tau_{\text{geser}} = (2/3) \cdot (\Sigma Pa / B \cdot h)$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{1,259}{1,18 \cdot 1} = -0,711 \text{ T/m}^2 < \bar{\tau}_{\text{geser}} = 0,100 \text{ T/m}^2$$

Potongan B – B¹

- Tekanan tanah aktif

- Akibat tanah

$$Pa_1 = 0,5 \cdot H_1^2 \cdot \gamma_1^1 \cdot Ka_1 = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 0,81 \cdot 0,729 = 1,181 \text{ T}$$

$$Pa_2 = 0,5 \cdot H_1^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 1 = 2 \text{ T}$$

$$Pa_3 = H_2 \cdot H_1 \cdot (\gamma_1^1 \cdot Ka_2 + \gamma_w) = 2 \cdot 2 \cdot (0,81 \cdot 0,729 + 1) = 6,362 \text{ T}$$

$$Pa_4 = 0,5 \cdot H_2^2 \cdot \gamma_2^1 \cdot Ka_2 = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 0,70 \cdot 0,729 = 1,021 \text{ T}$$

$$Pa_5 = 0,5 \cdot H_2^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 2^2 \cdot 1 = 2 \text{ T}$$

$$Pa_6 = (H_3 - d) \cdot (H_2 \cdot (\gamma_1^1 \cdot Ka_3 + \gamma_w) + H_2 \cdot (\gamma_2^1 \cdot Ka_3 + \gamma_w)) \\ = 1 \cdot (2 \cdot (0,81 \cdot 0,729 + 1) + 2 \cdot (0,70 \cdot 0,729 + 1)) = 6,202 \text{ T}$$

$$Pa_7 = 0,5 \cdot (H_3 - d)^2 \cdot \gamma_3^1 \cdot Ka_3 = 0,5 \cdot 1^2 \cdot 0,64 \cdot 0,729 = 0,233 \text{ T}$$

$$Pa_8 = 0,5 \cdot (H_3 - d)^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 1 \cdot 1 = 0,5 \text{ T}$$

- Akibat kohesi tanah

$$Pa_9 = -2 \cdot C \cdot \sqrt{Ka} \cdot (H_1 + H_2 + H_3 - d) = -2 \cdot 1,3 \cdot \sqrt{0,729} \cdot 5 = -11,010 \text{ T}$$

- Tekanan tanah pasif

- Akibat tanah

$$Pp_1 = 0,5 \cdot (H_4 - d)^2 \cdot \gamma_3^1 \cdot Kp = 0,5 \cdot 1^2 \cdot 0,64 \cdot 1,371 = 0,439 \text{ T}$$

$$Pp_2 = 0,5 \cdot (H_4 - d)^2 \cdot \gamma_w = 0,5 \cdot 1^2 \cdot 1 = 0,5 \text{ T}$$

- Akibat kohesi tanah

$$Pp_3 = -2 \cdot C \cdot \sqrt{Kp} \cdot (H_4 - d) = -2 \cdot 1,3 \cdot \sqrt{1,371} \cdot (2 - 1) = 3,044 \text{ T}$$

- Berat potongan dinding penahan

$$x = 1,7 \text{ m}$$

$$b = 0,5 + 1,7 = 2,2 \text{ m}$$

$$W_{G1} = a \cdot (H_1 + H_2 + H_3 - d) \cdot \gamma_{campuran} = 0,5 \cdot 5 \cdot 1,421 = 3,553 \text{ T}$$

$$W_{G2} = 0,5 \cdot X \cdot (H_1 + H_2 + H_3 - d) \cdot \gamma_{campuran} = 0,5 \cdot 1,7 \cdot 5 \cdot 1,421 = 6,160 \text{ T}$$

Tabel 6.23 momen aktif terhadap titik B (campuran 1: 1)

No	Pa T	Lengan m	Mpa Tm
1	1,181	3,67	4,334
2	2	3,67	7,34
3	6,362	2	12,724
4	1,021	1,67	1,705
5	2	1,67	3,34
6	6,202	0,5	3,101
7	0,233	0,33	0,077
8	0,5	0,33	0,165
9	-11,01	2,5	-27,525
$\Sigma =$	8,489		5,261

Tabel 6.24 momen pasif terhadap titik B (campuran 1: 1)

No	Pp T	Lengan m	MPp Tm
1	0,439	0,33	0,14487
2	0,5	0,33	0,165
3	3,044	0,5	1,522
$\Sigma =$	3,983		1,832

No	Berat (W_G) T	Lengan ke B m	Momen (MW_G) Tm
I	3,553	1,95	6,928
II	6,160	1,13	6,961
$\Sigma =$	9,713		13,889

$$x = \Sigma M / \Sigma V$$

$$\Sigma M = \Sigma Mw + \Sigma MPp - \Sigma MPa = 13,889 + 1,832 - 5,261 = 10,46 \text{ Tm}$$

$$\Sigma V = \Sigma W_G = 9,713T$$

$$x = \frac{10,46}{9,713} = 1,077$$

$$e = \frac{b}{2} - x = \frac{2,2}{2} - 1,077 = 0,023 < \frac{b}{6} = 0,367 \text{ m}$$

$$\sigma_{\text{desak}} = (\Sigma V / B \cdot 1) + (\Sigma M / 1/6 \cdot 1 \cdot B^2)$$

$$= \frac{9,713}{2,2} + \frac{10,46}{1/6 \cdot 1 \cdot (2,2 \cdot 2,2)} = 17,382 \text{ T/m}^2 > \bar{\sigma}_{\text{desak}} = 1,64 \text{ T/m}^2$$

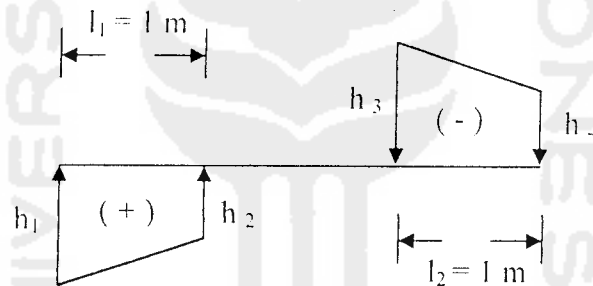
$$\tau_{\text{geser}} = (2/3) \cdot (\Sigma Pa / B \cdot h)$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{8,489}{2,2 \cdot 1} = 2,572 \text{ T/m}^2 > \bar{\tau}_{\text{geser}} = 0,100 \text{ T/m}^2$$

g. Analisis stabilitas ekor dinding penahan

$$\sigma_{\text{max}} = 4,709 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{\text{min}} = 2,799 \text{ T/m}^2$$



Gambar 6.18 Diagram superposisi (campuran 1 : 1)

$$\sigma_1 = \frac{4,2 - 1}{4,2} \cdot 4,709 = 3,588 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{1}{4,2} \cdot 4,709 = 1,121 \text{ T/m}^2$$

$$h_1 = \sigma_{\text{max}} - d \cdot \gamma_{\text{campuran}} - (H_4 - d) \cdot \gamma_3^1$$

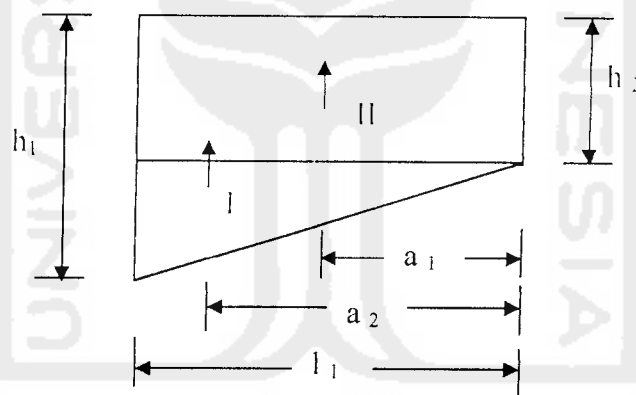
$$= 4,709 - 1 \cdot 1,421 - (2 - 1) \cdot 0,64$$

$$= 2,648 \text{ T/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 h_2 &= \sigma_1 - d \cdot \gamma_{\text{campuran}} - (H_4 - d) \cdot \gamma_3^1 \\
 &= 3,588 - 1 \cdot 1,421 - (2 - 1) \cdot 0,64 \\
 &= 1,527 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_3 &= \sigma_2 - H_1 \cdot \gamma_1^1 - H_2 \cdot \gamma_2^1 - (H_3 - d) \cdot \gamma_3^1 - d \cdot \gamma_{\text{campuran}} \\
 &= 1,121 - 2 \cdot 0,81 - 2 \cdot 0,7 - (2 - 1) \cdot 0,64 - 1 \cdot 1,421 \\
 &= -3,96 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_4 &= \sigma_{\text{min}} - H_1 \cdot \gamma_1^1 - H_2 \cdot \gamma_2^1 - (H_3 - d) \cdot \gamma_3^1 - d \cdot \gamma_{\text{campuran}} \\
 &= 2,799 - 2 \cdot 0,81 - 2 \cdot 0,7 - (2 - 1) \cdot 0,64 - 1 \cdot 1,421 \\
 &= -2,282 \text{ T/m}^2
 \end{aligned}$$



Gambar 6.19 Diagram gaya lintang yang terjadi pada potongan B – C
(campuran 1:1)

Gaya lintang yang terjadi pada potongan B – C

$$\begin{aligned}
 D &= (0,5 \cdot (h_1 - h_2) \cdot l_1) + (h_2 \cdot l_2) \\
 &= (0,5 \cdot (2,648 - 1,527) \cdot 1) + (1,527 \cdot 1) \\
 &= 2,088 \text{ T}
 \end{aligned}$$

Gay

$$a_1 = 0,667 \text{ m}$$

D =

$$a_2 = 0,5 \text{ m}$$

Momen yang terjadi pada tampang B – C

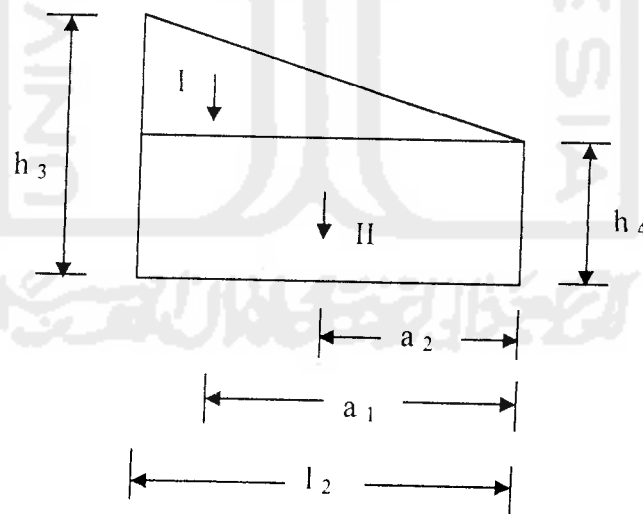
$$\begin{aligned} M &= \text{Luas I} \cdot a_1 + \text{Luas II} \cdot a_2 \\ &= (0,5 \cdot (2,648 - 1,527) \cdot 1) \cdot 0,667 + (1,527 \cdot 1) \cdot 0,5 \\ &= 1,137 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi

$$\sigma_{\text{ext}} = \frac{M}{\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1^2} = \frac{1,137}{\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1^2} = 6,822 \text{ T/m}^2 > \overline{\sigma}_{\text{desak}} = 1,64 \text{ T/m}^2$$

$$\tau_{\text{geser}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{D}{1.11} = \frac{2}{3} \cdot \frac{2,088}{1.1} = 1,392 \text{ T/m}^2 > \overline{\tau}_{\text{geser}} = 0,100 \text{ T/m}^2$$

Potongan B^I – C^I



Gambar 6.20 Diagram gaya lintang pada potongan B^I – C^I (campuran 1:1)

Gaya lintang pada potongan B^I – C^I

$$D = (0,5 \cdot (h_3 - h_4) \cdot l_2) + (h_4 \cdot l_2)$$

$$= (0,5 \cdot (-3,96 + 2,282) \cdot 1) + (-2,282 \cdot 1)$$

$$= -3,121 \text{ T}$$

$$a_2 = 0,5 \text{ m}$$

$$a_1 = 0,667 \text{ m}$$

Momen yang terjadi pada tampang B¹ - C¹

$$M = \text{Luas I} \cdot a_1 + \text{Luas II} \cdot a_2$$

$$= (0,5 \cdot (-3,96 + 2,282) \cdot 1) \cdot 0,667 + (-2,282 \cdot 1) \cdot 0,5$$

$$= -1,701 \text{ Tm}$$

Tegangan yang terjadi

$$\sigma_{\text{ext}} = \frac{M}{\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1^2} = \frac{-1,701}{\frac{1}{6} \cdot 1 \cdot 1^2} = -10,206 \text{ T/m}^2 < \bar{\sigma}_{\text{desak}} = 1,64 \text{ T/m}^2$$

$$\tau_{\text{geser}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{D}{1,1} = \frac{2}{3} \cdot \frac{3,121}{1,1} = -2,081 \text{ T/m}^2 < \bar{\tau}_{\text{geser}} = 0,100 \text{ T/m}^2$$

6.6 Trial dimensi dinding penahan tanah yang aman

Dari hasil analisis berdasarkan dimensi rencana dengan berat volume bahan campuran dan kekuatan bahan campuran hasil uji laboratorium, ternyata didapatkan kondisi dinding terhadap tanah yang tidak aman. Maka akan dilakukan *trial* untuk mencari dimensi dinding penahan tanah yang aman untuk kondisi tanah rencana.

Trial dilakukan pada analisis stabilitas internal, analisis stabilitas internal dipengaruhi oleh berat volume bahan campuran dan kekuatan bahan campuran. Tapi dalam hal ini akan dicoba mencari dimensi yang tepat, dengan aplikasi menggunakan berat volume campuran 3: 1 yaitu $1,589 \text{ T/m}^2$

Rumus analisis stabilitas internal :

$$\Sigma M = \Sigma MW + \Sigma MPp - \Sigma Mpa$$

$$\Sigma V = \Sigma W$$

$$x = \Sigma M / \Sigma V$$

$$e = (B/2) - x$$

$$\sigma_{desak} = (\Sigma V / B \cdot 1) + (\Sigma M / 1/6 \cdot 1 \cdot B^2)$$

$$\sigma_{geser} = (2/3) \cdot (\Sigma Pa / B \cdot h)$$

Label 6.25 Data campuran 3: 1 hasil laboratorium

γ cmprn T/m^2	σ ijin T/m^2	τ ijin T/m^2
1,589	1,49	0,107

6.6.1 Trial dimensi dengan tinggi dinding 6 m

Tabel 6.26 Momen aktif terhadap titik A (Pot A- A')

No	Pa T	Lengan ke A m	Mpa Tm
1	1,181	0,67	0,791
2	2	0,67	1,340
3	-4,44	1	-4,440
tot	-1,259		-2,309

Tabel 6.27 Momen aktif terhadap titik B (Pot B- B')

No	Pa T	lengan ke B m	Mpa Tm
1	1,181	3,67	4,334
2	2	3,67	7,340
3	6,362	2	12,724
4	1,021	1,67	1,705
5	2	1,67	3,340
6	6,202	0,5	3,101
7	0,233	0,33	0,077
8	0,5	0,33	0,165
9	-11,01	2,5	-27,525
Total	8,489		5,261

Tabel 6.28 Momen pasif terhadap titik B (Pot B- B')

No	Pp T	Lengan m	MPp Tm
1	0,439	0,33	0,145
2	0,5	0,33	0,165
3	3,044	0,5	1,522
tot	3,983		1,832

Tabel 6.29 trial stabilitas internal dengan tinggi dinding 6 m (Pot A- A')

dimensi dinding rencana		dimensi dinding trial- 1		dimensi dinding trial- 2	
a	x	a	x	a	x
m	m	m	m	m	m
0,5	1,7	90	36	0,3	0,24

Pot A- A'

No	W T	lengan m	MW Tm	No	W T	lengan m	MW Tm	No	W T	lengan m	MW Tm
1	1,589	1,53	2,431	1	286,02	81	23167,6	1	0,9534	0,54	0,515
2	1,081	0,453	0,490	2	57,204	24,000	1372,9	2	0,381	0,160	0,061
tot	2,670		2,921	tot	343,224		24540,5	tot	1,335		0,576

ΣM Tm	ΣV T	σ desak T/m^2	ΣM Tm	ΣV T	σ desak T/m^2	ΣM Tm	ΣV T	σ desak T/m^2
5,230	2,670	24,798	24542,82	343,224	11,999	2,885	1,335	61,825
x m	e m	τ geser T/m^2	x m	e m	τ geser T/m^2	x m	e m	τ geser T/m^2
1,959	-1,369	-0,711	71,507	-8,507	-0,007	2,161	-1,891	-1,554

Tabel 6.30 trial stabilitas internal dengan tinggi dinding 6 m (Pot B- B')

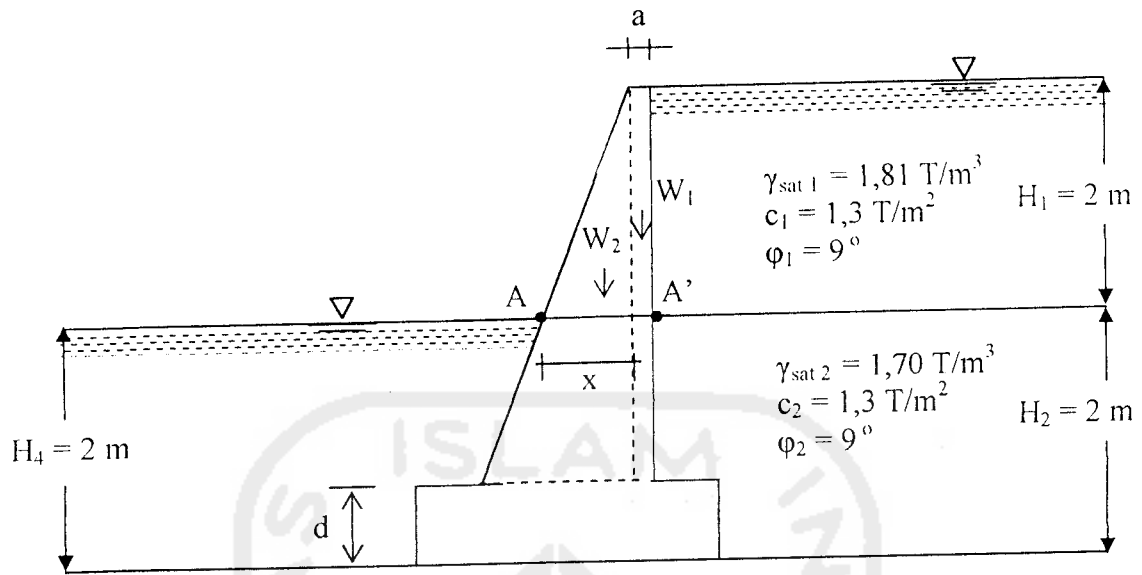
Pot B- B'

No	W T	lengan m	Mw Tm	No	W T	lengan m	Mw Tm	No	W T	lengan m	Mw Tm
1	3,973	1,950	7,746	1	715,050	135	96531,8	1	2,384	0,750	1,788
2	6,753	1,133	7,654	2	357,525	60	21451,5	2	2,384	0,400	0,953
tot	10,726		15,400	tot	1072,575		117983,3	tot	4,767		2,741
ΣM Tm	ΣV T	σ desak T/m^2	ΣM Tm	ΣV T	σ desak T/m^2	ΣM Tm	ΣV T	σ desak T/m^2	ΣV T	σ desak T/m^2	τ geser T/m^2
11,971	10,726	19,715	117979,8	1072,575	27,807	-0,688	4,767	0,198	e		
x m	e m	τ geser T/m^2	x m	e m	τ geser T/m^2	x m	e m	τ geser T/m^2	e m		
1,116	-0,016	2,572	109,997	-19,997	0,031	-0,144	0,594	6,288			

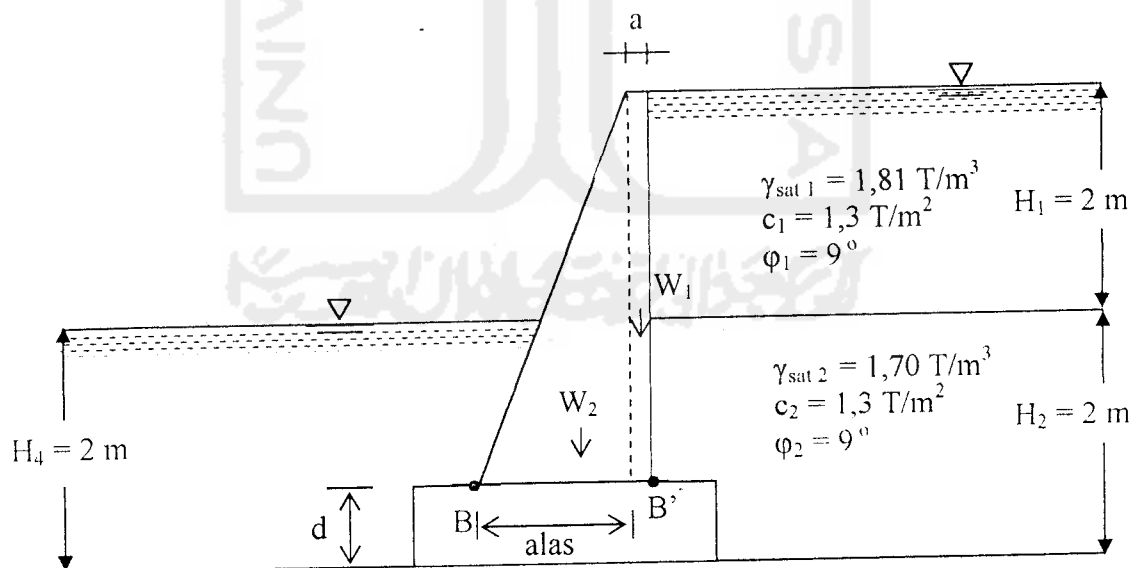
UNIVERSITAS INDONESIA WISNESIA

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa :

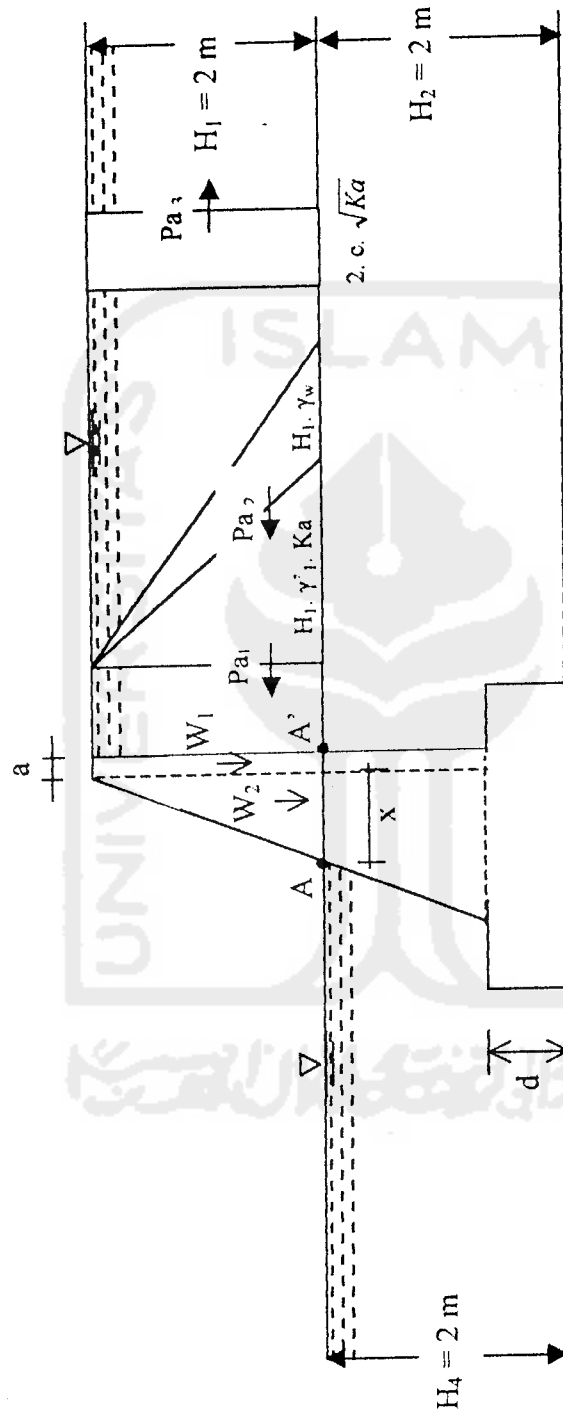
1. Bila dimensi diperbesar maka nilai tegangan desak pada potongan A- A' menurun tetapi dengan penurunan yang terjadi sangat kecil sehingga pada dimensi yang sangat besarpun belum dicapai tegangan desak yang aman, nilai tegangan geser pada potongan A- A' tetap kecil.
2. Bila dimensi diperkecil maka nilai tegangan desak pada potongan A- A' meningkat, nilai tegangan geser pada potongan A- A' tetap kecil.
3. Bila dimensi diperbesar maka nilai tegangan desak pada potongan B- B' meningkat, nilai tegangan geser pada potongan B- B' menurun hingga dicapai nilai aman.
4. Bila dimensi diperkecil maka nilai tegangan desak pada potongan B- B' menurun hingga dicapai nilai aman, nilai tegangan geser pada potongan B- B' meningkat.



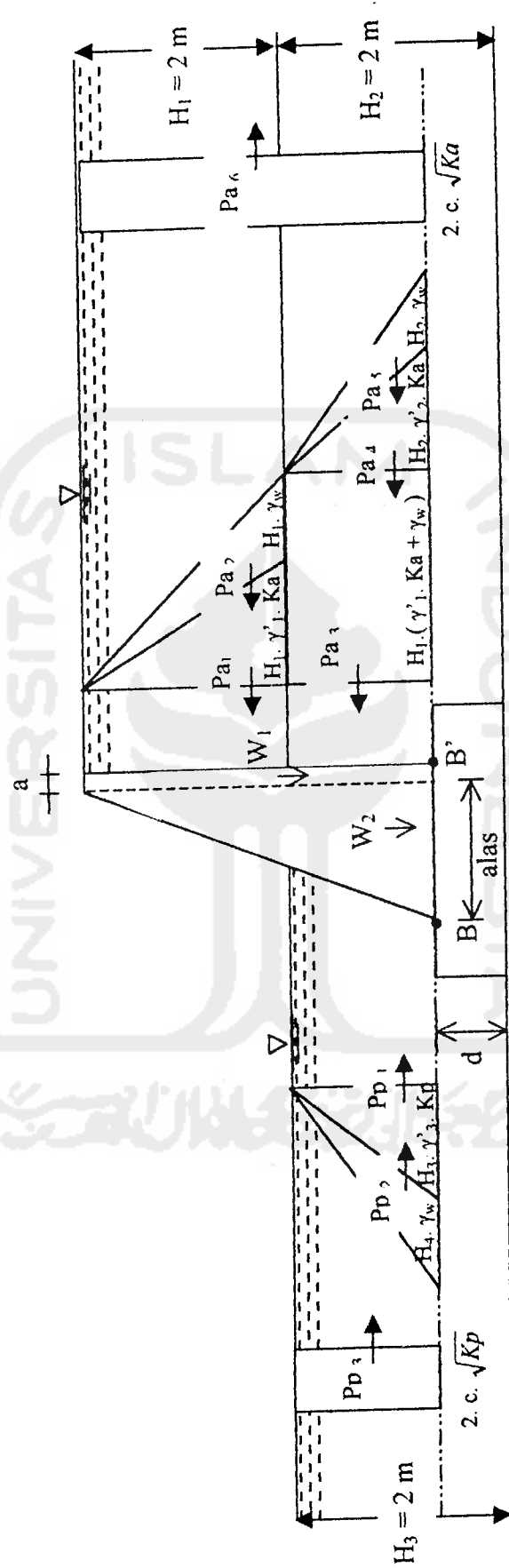
Gambar 6.21 Diagram analisis stabilitas internal Potongan A- A'
(tinggi dinding penahan 4 m)



Gambar 6.22 Diagram analisis stabilitas internal Potongan B- B'
(tinggi dinding penahan 4 m)



Gambar 6.23 Diagram tekanan tanah lateral potongan A-A' (tinggi dinding penahan 4 m)



Gambar 6.24 Diagram tekanan tanah lateral potongan B-B' (tinggi dinding penahan 4 m)

6.6.2 Trial dimensi dengan tinggi dinding 4 m

Tabel 6.31 Momen aktif terhadap titik A (Pot A- A')

No	Pa T	lengan ke A m	Mpa Tm
1	1,183	0,67	0,793
2	2	0,67	1,340
3	4,44	1	4,440
tot	7,623		6,573

Tabel 6.32 Momen aktif terhadap titik B (Pot B- B')

No	Pa T	lengan ke B m	Mpa Tm
1	1,183	1,97	2,331
2	2	1,97	3,940
3	4,138	0,65	2,690
4	0,432	0,433	0,187
5	0,845	0,433	0,366
6	-7,331	1,65	-12,096
tot	1,267		-2,583

Tabel 6.33 Momen pasif terhadap titik B (Pot B- B')

No	Pp T	lengan ke B m	MPp Tm
1	0,811	0,433	0,351
2	0,845	0,433	0,366
3	3,958	0,65	2,573
tot	5,614		3,290

Tabel 6.35 trial stabilitas internal dengan tinggi dinding 4 m (Pot B- B')

Pot B- B'

No	W T	lengan ke B m	MW Tm	No	W T	lengan ke B m	MW Tm	No	W T	lengan ke B m	MW Tm
1	1,7	1,2667	2,214	1	471,9	135	63710,96	1	1,0	1,1	1,154
2	2,884	0,733	2,115	2	235,967	60	14157,99	2	2,622	0,667	1,748
tot	4,6		4,329	tot	707,9		77868,95	tot	3,7		2,902

ΣM Tm	ΣV T	σ desak $\frac{1}{m^2}$	ΣM Tm	ΣV T	σ desak $\frac{1}{m^2}$	ΣM Tm	ΣV T	σ desak $\frac{1}{m^2}$
10,202	4,6	33,026	77874,82	707,9	18,354	8,774	3,7	39,618
x m	e m	τ geser $\frac{1}{m^2}$	x m	e m	τ geser $\frac{1}{m^2}$	x m	e m	τ geser $\frac{1}{m^2}$
2,202	-1,486	0,589	110,008	-20,008	0,005	2,390	-1,790	0,704

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa :

1. Bila dimensi diperbesar maka nilai tegangan desak pada potongan A- A' meningkat, nilai tegangan geser pada potongan A- A' mnurun hingga mencapai nilai aman.
2. Bila dimensi diperkecil maka nilai tegangan desak pada potongan A- A' menurun, nilai tegangan geser pada potongan A- A' meningkat.
3. Bila dimensi diperbesar maka nilai tegangan desak pada potongan B- B' menurun tetapi penurunan yang terjadi sangat kecil sehingga pada dimensi yang sangat besarpun belum dicapai tegangan desak yang aman, nilai tegangan geser pada potongan B- B' mengecil hingga dicapai nilai aman.
4. Bila dimensi diperkecil maka nilai tegangan desak pada potongan B- B' meningkat, nilai tegangan geser pada potongan B- B' meningkat.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian dilakukan dengan dua metode, yaitu: dengan metode analisis dan dengan uji laboratorium di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia. Sampel yang diteliti adalah campuran batu pecah dengan limbah ban karet dengan tiga variasi perbandingan campuran, yaitu: 3: 1, 3: 2, 1:1 (perbandingan yang digunakan adalah perbandingan berat material).

7.1 Kesimpulan

1. Limbah ban karet murni tanpa *additive* mempunyai masa *curing* yang sangat lama dan hanya berfungsi sebagai bahan ikat. Hal tersebut dibuktikan dari hasil uji laboratorium pada umur sampel 21 hari didapat nilai tegangan ijin desak (σ_{desak}) campuran 3: 1 sebesar $0,149 \text{ kg/cm}^2$, nilai tegangan ijin desak (σ_{desak}) campuran 3: 2 sebesar $0,342 \text{ kg/cm}^2$, nilai tegangan ijin desak (σ_{desak}) campuran 1: 1 sebesar $0,164 \text{ kg/cm}^2$.
2. Dari hasil pengujian laboratorium campuran 3 : 2 memiliki nilai berat volume maksimal dan tegangan ijin desak bahan maksimal.
3. Dari stabilitas eksternal didapat: nilai SF dari variasi campuran 3: 1 sebesar 1,547 ; nilai SF dari variasi campuran 3: 2 sebesar 1,708 ; nilai SF dari variasi campuran 1: 1 sebesar 1,648. Berdasarkan analisis stabilitas guling maka nilai-nilai SF dari setiap variasi campuran memenuhi syarat yaitu lebih besar dari 1,5. Nilai SF dari variasi campuran 3: 1 sebesar 1,747 ; nilai SF dari variasi

campuran 3: 2 sebesar 1,920 ; nilai SF dari variasi campuran 1: 1 sebesar 1,854. Berdasarkan analisis stabilitas geser maka nilai- nilai SF dari setiap variasi campuran memenuhi syarat yaitu lebih besar dari 1,5.

4. Setelah dilakukan *trial* berdasarkan analisis stabilitas internal tidak didapatkan dimensi yang aman, karena stabilitas internal dipengaruhi oleh kekuatan bahannya, bukan dimensinya.

7.2 Saran

Mengingat penelitian ini belum sempurna dan masih bisa dilanjutkan, maka perlu diadakan penelitian lebih lanjut dengan beberapa saran sebagai berikut:

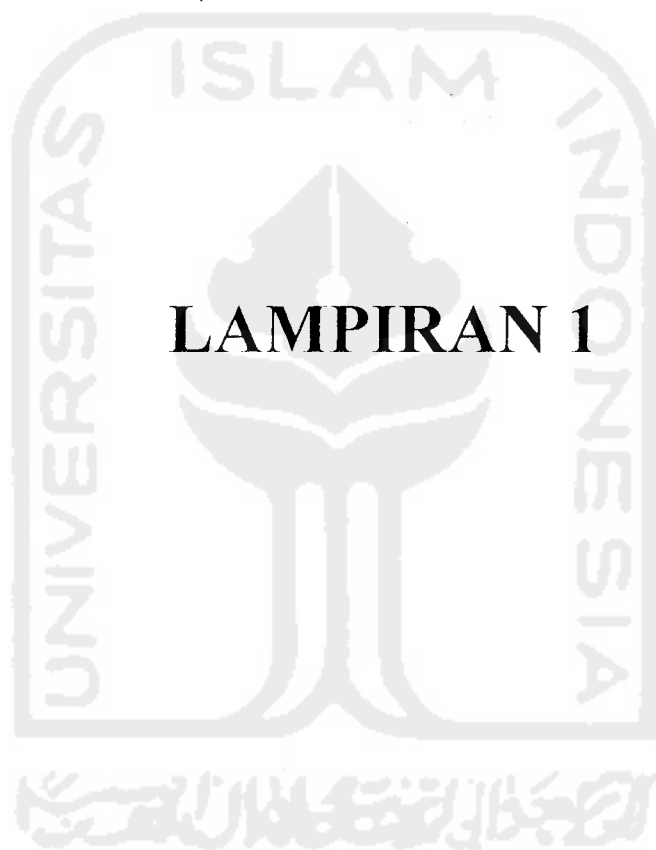
1. Untuk mendapatkan masa *curing* yang lebih cepat perlu diketahui bahan *additive* yang dapat berguna untuk mempercepat proses *curing*.
2. Untuk mendapatkan kekuatan ikat yang lebih baik, perlu dicoba beberapa material selain batu split atau batu pecah, seperti batu bata sebagai contoh, sebab ada kemungkinan limbah ban karet yang dicairkan akan melekat lebih baik pada material lain.
3. Untuk mendapatkan nilai kekuatan optimum yang lebih baik, perlu dilakukan juga variasi campuran yang lain, selain yang telah dilakukan dalam penelitian ini dan kemampuan membuat pasangan batu yang lebih rapat.
4. Untuk mengetahui kekuatan ikat limbah ban karet, perlu dilakukan variasi campuran pada rendaman air.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Yani (1999). **Penelitian Tugas Akhir, Analisis Dinding Penahan Tanah Tipe Gravity Wall Berbentuk Lurus dan Berbentuk Gerigi Menerus.** Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Benny Oktobaran, Imam Darmawan (1999). **Penelitian Tugas Akhir, Pengaruh Penggunaan Karet Padat Terhadap Kualitas Campuran Beraspal Panas.** Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Bowles, Joseph E. (1986). **Analisa dan Disain Pondasi.** Erlangga, Jakarta.
- Braja M.Das alih bahasa, Noor Endah Mochtar, Ir. MSc. Phd, Indrasurya B. Mochtar, Ir. MSc. Phd (1994). **Mekanika tanah (Prinsip- prinsip rekayasa geoteknis) Jilid 2.** Erlangga, Jakarta.
- Craig R.F alih bahasa, Budi Susilo. Soepandji, Dr. Ir. (1989). **Mekanika Tanah edisi keempat.** Erlangga, Jakarta.
- Edy Purwanto, Dr. Ir. DEA. **Diktat Mekanika Tanah II.** Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Lambe T. William, Robert V. Whitman (1969). **Soil Mechanics.** Printed in Singapore.
- Sidarta S.K., Prof. Ir. (1997). **Rekayasa Pondasi I (Konstruksi Penahan Tanah).** Gunadarma, Jakarta.
- Suyono Sosrodarsono, Ir. , Kazuto Nakazawa (2000). **Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi.** Pradnya Paramita, Jakarta.
-
- Panduan Praktikum Mekanika Tanah.** Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
-
- Panduan Praktikum Bahan Konstruksi Teknik.** Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
-
- (1998). **Musi Pulp Mill Project.** P.T. Engitama Nusa Geotestindo, North Palembang, South Sumatra.

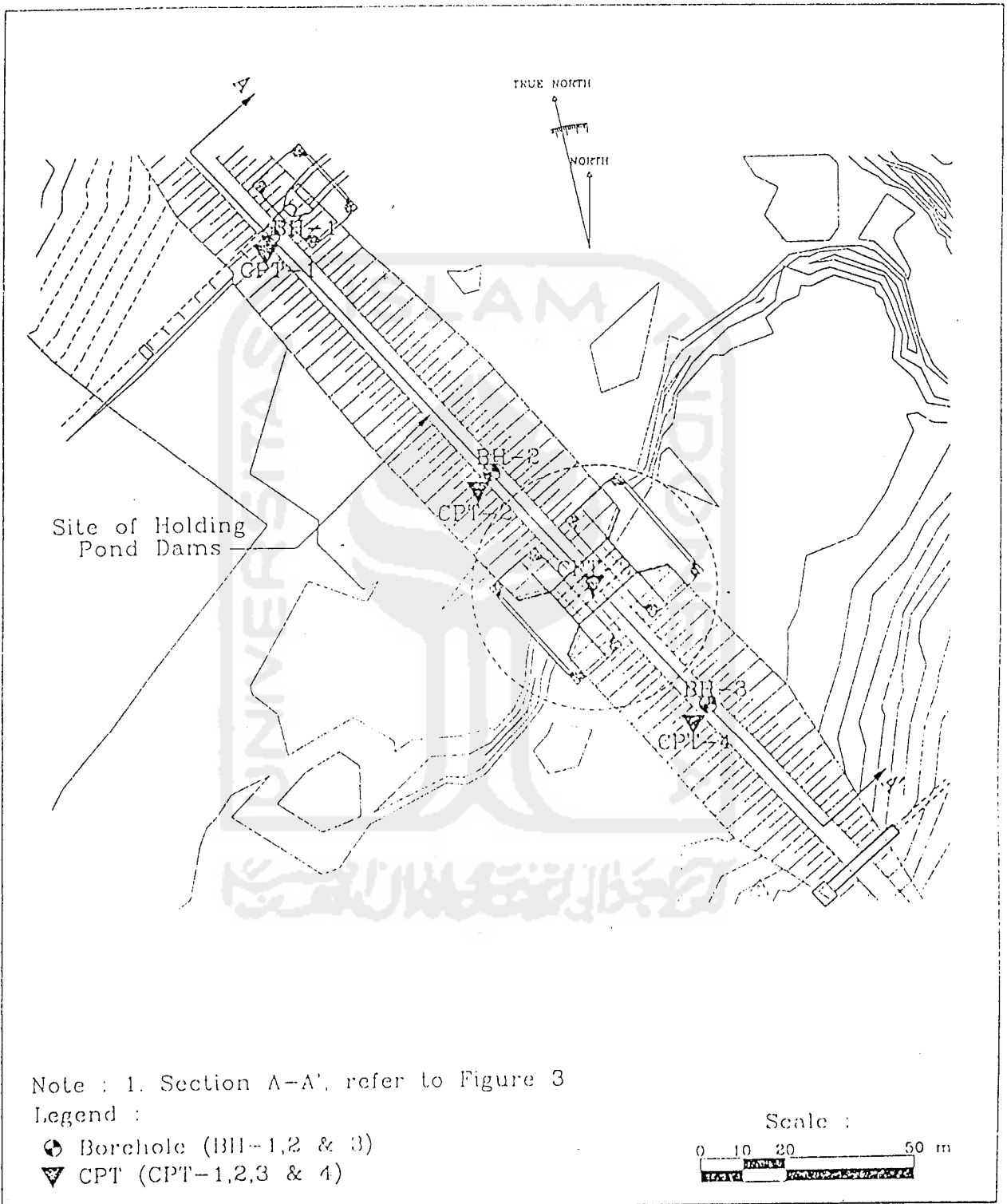


LAMPIRAN - LAMPIRAN





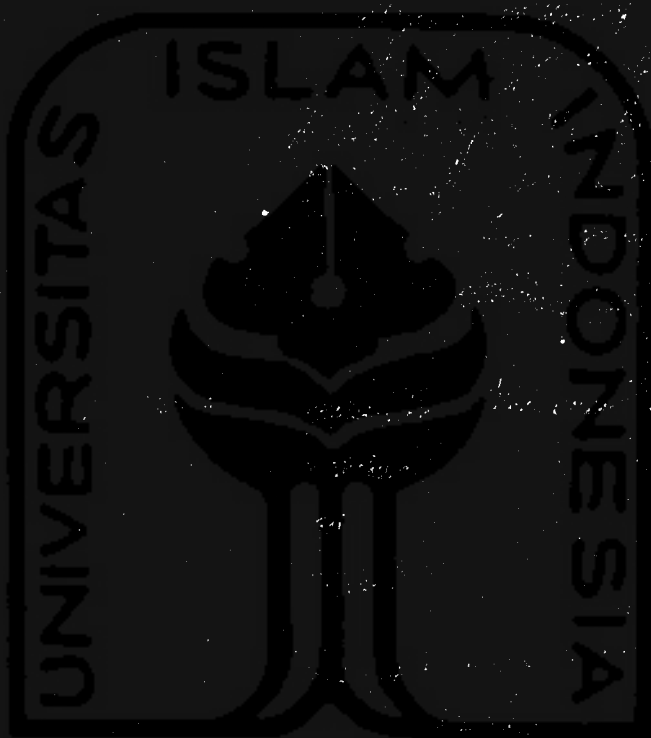
LAMPIRAN 2



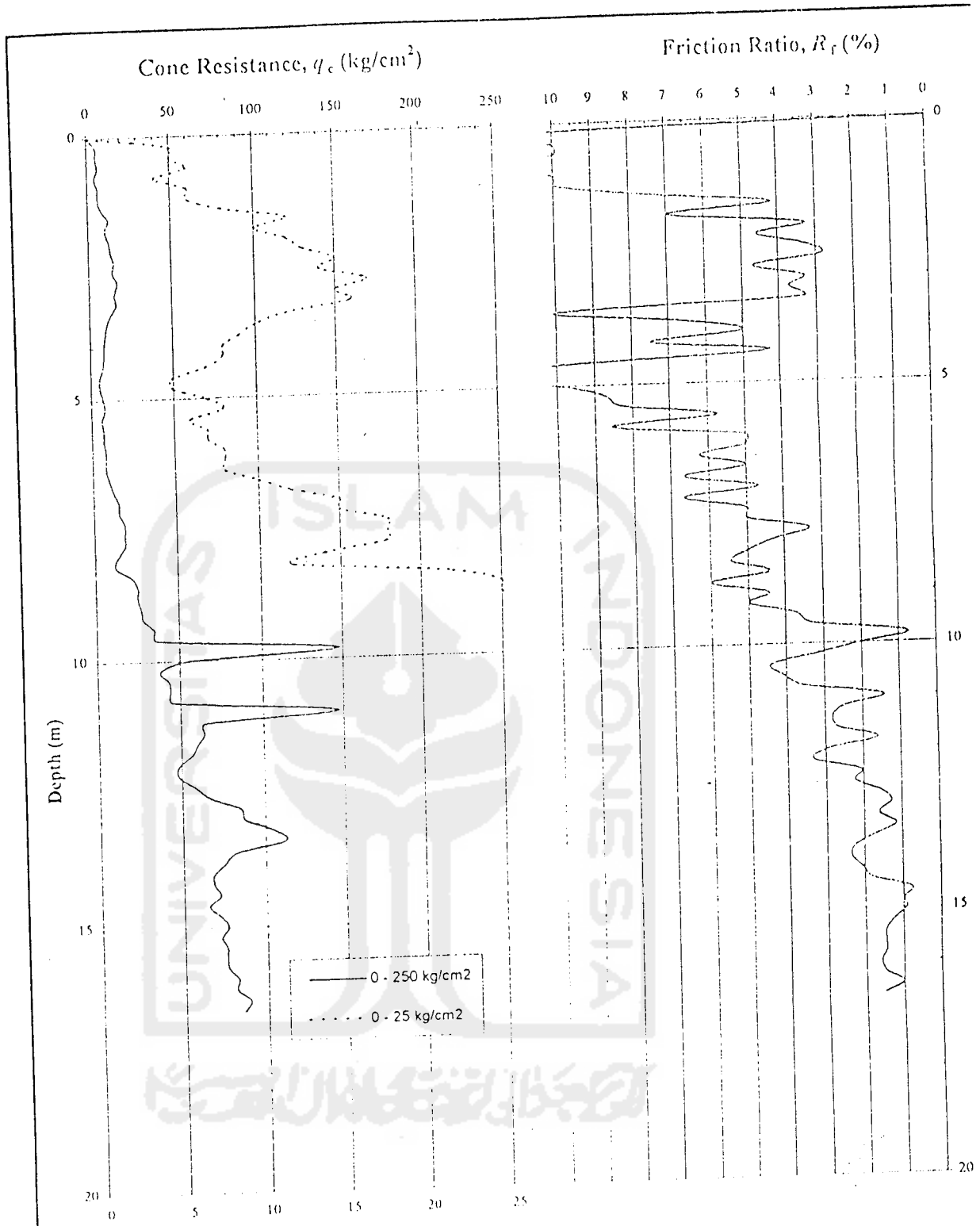
<p>Title: Site of Holding Pond Dams - Borehole & CPT Location Plan</p>	<p>FIGURE 2</p>
--	-----------------

AL-FAN KONSULTASI PERUSAHAAN KHIR

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA BANDAR LINGGA



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



Note: 1. CPT data was recorded at 0.2 m depth intervals using a 2.5 tonne mechanical Dutch cone
 2. The data plots have been 'smoothed' using a Microsoft Excel Function

Northing: not available
 Easting: not available
 Elevation: @ + n.a

Tested by: Taufiq		Date: 12.7.98	Plot by: Djuara E.S	Checked by: P. Glover 147
Project: SITE OF HOLDING POND DAMS MUSI PULP MILL PROJECT, Nf PALEMBANG			Title: CONE PENETRATION TEST (CPT) RESULTS	
Client: HOLLAND BALLAST THIESSE J V			PLOTS OF CONE RESISTANCE AND FRICTION RATIO VERSUS DEPT	
Geotechnical Engineers: PT. ENGITAMA NUSA GEOTESTINDO		Job #: 98 - 0102 - 003	Ref No.: CPT-4	

DUTCH CONE PENETRATION TEST

CPT - 4

Page 1 of 2

DEPTH (m)	CONE (A) Kg/Cm ²	TOTAL (B) Kg/Cm ²	CONE AREA (Ac) Cm ²	SLEEVE AREA (As) Cm ²	LOCAL SKIN FRICTION (B-A)*Ac/100 Kg/Cm ²	TOTAL SKIN FRICTION	FRICTION RATIO {(B-A)/A}*Ac/As) %
0.00	0	0					12.00
0.20	5	11	10	100	0.60		9.60
0.40	5	10	10	100	0.48		9.60
0.60	6	12	10	100	0.58		14.40
0.80	4	10	10	100	0.58		9.60
1.00	6	12	10	100	0.58		9.60
1.20	6	12	10	100	0.58		7.20
1.40	8	14	10	100	0.58		4.00
1.60	12	17	10	100	0.48		6.72
1.80	10	17	10	100	0.67		3.20
2.00	12	16	10	100	0.38		4.43
2.20	13	19	10	100	0.58		2.40
2.40	16	20	10	100	0.38		2.74
2.60	14	18	10	100	0.38		4.52
2.80	17	25	10	100	0.77		2.40
3.00	16	20	10	100	0.38		3.60
3.20	12	22	10	100	0.58		3.20
3.40	16	16	10	100	0.38		9.60
3.60	10	20	10	100	0.96		6.40
3.80	9	15	10	100	0.58		4.80
4.00	8	12	10	100	0.38		7.20
4.20	8	14	10	100	0.58		4.11
4.40	7	10	10	100	0.29		9.60
4.60	5	10	10	100	0.48		13.44
4.80	5	12	10	100	0.67		9.60
5.00	7	14	10	100	0.67		8.40
5.20	8	15	10	100	0.67		3.60
5.40	8	11	10	100	0.29		5.49
5.60	7	11	10	100	0.38		8.23
5.80	7	13	10	100	0.58		4.80
6.00	8	12	10	100	0.38		4.80
6.20	8	12	10	100	0.38		6.00
6.40	8	13	10	100	0.48		4.80
6.60	10	15	10	100	0.48		6.40
6.80	12	20	10	100	0.77		4.48
7.00	15	22	10	100	0.67		6.40
7.20	15	25	10	100	0.96		6.60
7.40	16	27	10	100	1.06		4.80
7.60	18	27	10	100	0.86		3.20
7.80	18	24	10	100	0.58		4.11
8.00	14	20	10	100	0.58		4.80
8.20	12	18	10	100	0.58		5.24
8.40	22	34	10	100	1.15		4.22
8.60	25	36	10	100	1.06		5.76
8.80	25	40	10	100	1.44		4.27
9.00	27	39	10	100	1.15		4.80
9.20	28	42	10	100	1.34		3.57
9.40	35	48	10	100	1.25		3.20
9.60	36	48	10	100	1.15		0.71
9.80	148	159	10	100	1.06		

DUTCH CONE PENETRATION TEST

CPT - 4

Page 1 of 2

DEPTH (m)	CONE (A) Kg/Cm ²	TOTAL (B) Kg/Cm ²	CONE AREA (Ac) Cm ²	SLEEVE AREA (As) Cm ²	LOCAL SKIN FRICTION (B-A)*Ac/100 Kg/Cm ²	TOTAL SKIN FRICTION	FRICTION RATIO ((B-A)/A)*Ac/As) %
0.00	0	0					
0.20	5	11	10	100	0.60		12.00
0.40	5	10	10	100	0.48		9.60
0.60	6	12	10	100	0.58		9.60
0.80	4	10	10	100	0.58		14.40
1.00	6	12	10	100	0.58		9.60
1.20	6	12	10	100	0.58		9.60
1.40	8	14	10	100	0.58		7.20
1.60	12	17	10	100	0.48		4.00
1.80	10	17	10	100	0.67		6.72
2.00	12	16	10	100	0.38		3.20
2.20	13	19	10	100	0.58		4.43
2.40	16	20	10	100	0.38		2.40
2.60	14	18	10	100	0.38		2.74
2.80	17	25	10	100	0.77		4.52
3.00	16	20	10	100	0.38		2.40
3.20	16	22	10	100	0.58		3.60
3.40	12	16	10	100	0.38		3.20
3.60	10	20	10	100	0.96		9.60
3.80	9	15	10	100	0.58		6.40
4.00	8	12	10	100	0.38		4.80
4.20	8	14	10	100	0.58		7.20
4.40	7	10	10	100	0.29		4.11
4.60	5	10	10	100	0.48		9.60
4.80	5	12	10	100	0.67		13.44
5.00	7	14	10	100	0.67		9.60
5.20	8	15	10	100	0.67		8.40
5.40	8	11	10	100	0.29		3.60
5.60	7	11	10	100	0.38		5.49
5.80	7	13	10	100	0.58		8.23
6.00	8	12	10	100	0.38		4.80
6.20	8	12	10	100	0.38		4.80
6.40	8	13	10	100	0.48		6.00
6.60	10	15	10	100	0.48		4.80
6.80	12	20	10	100	0.77		6.40
7.00	15	22	10	100	0.67		4.48
7.20	15	25	10	100	0.96		6.40
7.40	16	27	10	100	1.06		6.60
7.60	18	27	10	100	0.86		4.80
7.80	18	24	10	100	0.58		3.20
8.00	14	20	10	100	0.58		4.11
8.20	12	18	10	100	0.58		4.80
8.40	22	34	10	100	1.15		5.24
8.60	25	36	10	100	1.06		4.22
8.80	25	40	10	100	1.44		5.76
9.00	27	39	10	100	1.15		4.27
9.20	28	42	10	100	1.34		4.80
9.40	35	48	10	100	1.25		3.57
9.60	36	48	10	100	1.15		3.20
9.80	148	159	10	100	1.06		0.71

DUTCH CONE PENETRATION TEST

CPT - 4

Page 2 of 2

DEPTH (m)	CONE (A) Kg/Cm ²	TOTAL (B) Kg/Cm ²	CONE AREA (Ac) Cm ²	SLEEVE AREA (As) Cm ²	LOCAL SKIN FRICTION (B-A)*Ac/100 Kg/Cm ²	TOTAL SKIN FRICTION	FRICTION RATIO ((B-A)/A)*Ac/As) %
10.00	55	66	10	100	1.10		2.00
10.20	38	50	10	100	1.15		3.03
10.40	43	62	10	100	1.82		4.24
10.60	44	62	10	100	1.73		3.93
10.80	45	61	10	100	1.54		3.41
11.00	147	168	10	100	2.02		1.37
11.20	64	80	10	100	1.54		2.40
11.40	64	82	10	100	1.73		2.70
11.60	60	76	10	100	1.54		2.56
11.80	56	65	10	100	0.86		1.54
12.00	48	62	10	100	1.34		2.80
12.20	48	64	10	100	1.54		3.20
12.40	58	70	10	100	1.15		1.99
12.60	67	82	10	100	1.44		2.15
12.80	85	98	10	100	1.25		1.47
13.00	87	98	10	100	1.06		1.21
13.20	105	122	10	100	1.63		1.55
13.40	112	125	10	100	1.25		1.11
13.60	82	96	10	100	1.34		1.64
13.80	75	92	10	100	1.63		2.18
14.00	68	84	10	100	1.54		2.26
14.20	68	82	10	100	1.34		1.98
14.40	72	85	10	100	1.25		1.73
14.60	65	70	10	100	0.48		0.74
14.80	72	79	10	100	0.67		0.93
15.00	76	83	10	100	0.67		0.88
15.20	72	81	10	100	0.86		1.20
15.40	75	86	10	100	1.06		1.41
15.60	75	86	10	100	1.06		1.41
15.80	76	87	10	100	1.06		1.39
16.00	82	95	10	100	1.25		1.52
16.20	81	93	10	100	1.15		1.42
16.40	89	98	10	100	0.86		0.97
16.60	85	98	10	100	1.25		1.47



LAMPIRAN 3



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 8953330 Yogyakarta 68554

DATA PENGUJIAN DESAK SAMPEL KUBUS CAMPURAN AGREGAT + KARET

Sampel no : 1
Umur sampel : 21 Hari
Dibuat tgl. : 15 Januari 2004
Jumlah : 1
Diuji tgl. : 26 Januari 2004
Perbandingan : 3 : 1

No	Ukuran (cm)			Luas (cm ²)	Berat Kg	Berat satuan gr / cm ³	Beban maksimal Kgf	Keterangan	Kode benda uji
	Panjang	Lebar	Tinggi						
	14,8	14,8	14,8	219,04	5,5	1,697	32,5		I

Catatan :

Penguji

Petugas Lab

LABORATORIUM

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK UII



LAMPIRAN 4



LAMPIRAN 5



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK


Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 8953330 Yogyakarta 68554

DATA PENGUJIAN DESAK SAMPEL KUBUS CAMPURAN AGREGAT + KARET

Sampel no : 1
Umur sampel : 21 Hari
Dibuat tgl. : 15 Januari 2004
Jumlah : 1
Diuji tgl. : 5 Februari 2004
Perbandingan : 3 : 2

No	Ukuran (cm)			Luas (cm ²)	Berat Kg	Berat satuan gr / cm ³	Beban maksimal Kgf	Keterangan	Kode benda uji
	Panjang	Lebar	Tinggi						
	14,8	14,8	14,8	219,04	5,7	1,758	75		II

Catatan :

Penguji :  Petugas Lab
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII



LAMPIRAN 6



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

DATA PENGUJIAN GESER SAMPEL KUBUS CAMPURAN AGREGAT + KARET

Sampel no : 2
Dibuat tgl. : 22 Januari 2004
Diuji tgl. : 13 Februari 2004
Umur sampel : 21 hari
Jumlah : 1
Perbandingan : 3 : 2

No	Ukuran (cm)			Luas (cm ²)	Berat Kg	Berat satuan gr / cm ³	Beban maksimal Kgf	Keterangan	Kode benda uji
	Panjang	Lebar	Tinggi						
	14,4	14,4	14,4	2073,6	5,5	1,842	2,5		III

Catatan :

Penguji

Petugas Lab

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK



LAMPIRAN 7



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554

DATA PENGUJIAN DESAK SAMPEL KUBUS CAMPURAN AGREGAT + KARET

Sampel no : 1 Umur sampel : 24 Hari
Dibuat tgl. : 26 Januari 2004 Jumlah : 1
Diuji tgl. : 17 Februari 2004 Perbandingan : 1 : 1

No	Ukuran (cm)		Luas (cm ²)	Berat Kg	Berat satuan gr / cm ³	Beban maksimal Kgf	Keterangan	Kode benda uji
	Panjang	Lebar						
	151,6	151,6	243,36	514	1.422	40		IV

Catatan :

Penguji : Petugas Lab

LABORATORIUM

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

[Signature]



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
UNIVERSITY OF ISLAMIC STUDIES
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
LABORATORIUM BAHAN KONSURSI TEKNIK
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Phone : 895330 Yogyakarta 68554
 Umur sampel : 24 Hari
 Jumlah : 1
 Perbandingan : 1 : 1

DATA PENGUJIAN GESER SAMPEL KUBUS CAMPURAN AGREGAT + KARET

Sampel no : 2 Januari 2004
 Dibuat tgl. : 30 Februari 2004
 Diuji tgl. : 20 Februari 2004

No	Ukuran (cm)			Luas (cm ²)	Berat Kg	Berat satuan gr / cm ³	Beban maksimal Kgf	Keterangan	Kode benda uji
	Panjang	Lebar	Tinggi						
	1518	1518	1518	24964	516	1,420	215		V

Petugas Lab
 Penguji
LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Catatan :