

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING
TGL. TERIMA: 20 Desember 2009
NO. DAFTAR: 0003/09
NAMA: AGUNG BUWONO
NPM: 97511245

TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN DINDING PENAHAN TANAH DARI
BATU KAPUR DENGAN MORTAR CAMPURAN
SEMEN MERAH**



Disusun Oleh:

Nama : Agung Buwono

No. Mhs : 97 511 245

Nama : Imam Ristianto

No. Mhs : 97 511 409

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2004**

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN DINDING PENAHAN TANAH DARI
BATU KAPUR DENGAN MORTAR CAMPURAN
SEMEN MERAH

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



Disusun Oleh:

1. Nama : Agung Buwono
No. Mhs : 97 511 245
2. Nama : Imam Ristianto
No. Mhs : 97 511 409

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2004

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN DINDING PENAHAN TANAH DARI BATU
KAPUR DENGAN MORTAR CAMPURAN SEMEN MERAH

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

Disusun Oleh:

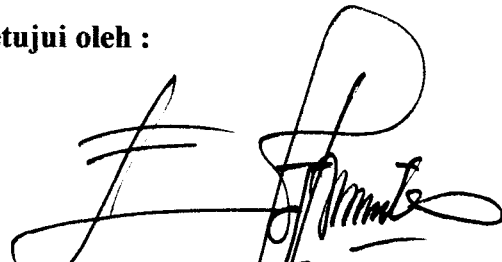
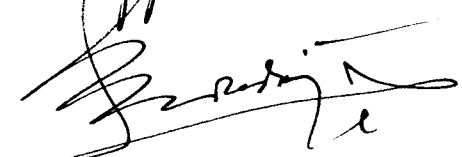
Nama : Agung Buwono
No. Mhs : 97 511 245
NIRM : 970051013114120198

Nama : Imam Ristianto
No. Mhs : 97 511 409
NIRM : 970051013114120330

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh :

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA
Dosen Pembimbing I

Ir. Ibnu Sudarmadji, MT
Dosen Pembimbing II


Tanggal: 18-09-2004

Tanggal: 19 '04

MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

- *“ALLAH tidak akan membebani seseorang kecuali sepadan dengan kemampuannya. Bagi seseorang, pahala yang ia buat dan baginya pula dosa yang ia buat. Wahai TUHAN kami, janganlah kami disiksa karena kami lalai atau keliru. YA TUHAN kami, jangan Engkau bebankan kepada kami beban berat, sebagaimana Engkau bebankan kepada seseorang sebelum kami dan janganlah pula Engkau bebankan kepada kami sesuatu yang tidak mampu kami lakukan. Maafkanlah dan ampunilah serta kasihanilah kami, Engkau pelindung kami. Tolonglah kami menghadapi orang-orang yang kafir”.*

(Q.S. AL BAQARAH : 286)

- *“Wahai TUHANKU, masukkan aku secara yang benar, dan keluarkan aku secara keluar yang benar, dan berikan kepadaku dari sisi Engkau kekuasaan yang menolong”.*

(Q.S. AL ISRA : 80)

- *“.....ALLAH pasti akan mengangkat orang yang beriman dan berpengetahuan diantaramu beberapa tingkat lebih tinggi....”*

(Q.S. AL MUJADILAH : 11)

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah robbil 'alamiin

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sholawat dan salam kepada nabi Muhammad SAW.

Kupersembahkan Tugas Akhir ini untuk :

Ayahanda (Alm) yang telah meninggalkanku, dan ibunda yang selalu mendo'akanku , kakakku semua, mba endar, mas joko, mas wiwi, mas uni, mba ari, mba nining, mba tati, mba ranti, istriku tercinta shinta serta keluarga Bpk. Edy purnomo, Yang tiada henti-hentinya memberikan support semangat, dikala aku mengalami kejenuhan dan patah semangat.

Special Thank's to : Mba tati dan mas wiwi atas segala bantuannya. Semoga mendapat rahmat dan hidayah dari Allah SWT.

Terima kasih banyak untuk :

Terutama sahabat baikku Agung Buwono yang banyak membantu dan bekerja sama dalam ide dan penyelesaian tugas akhir ini, dan selalu setia menemani dalam suka maupun duka.

Bpk. DR.Ir. Edy Purwanto, CES, DEA dan Bpk. Ir. Ibnu Sudarmadji, MS.

Serta teman-teman baikku yang ikut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga menjadi amal kebajikan dan mendapat ridho dari Allah SWT bagi kita semua Amiin yarobball'Allamiin.

Imam Ristianto

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah robbil 'alamiin

Kupersembahkan tugas akhir ini kepada semua keluargaku yang paling kusayangi, terutama kepada ayahanda Hadi Rochani (Alm), ibunda Farida Warastuti dan kakakku Melly Hadi yang memberikan aku semangat dan inspirasi untuk tetap tegar dalam perjalanan waktu selama ini. Teman-teman terbaikku yang ikut membantu aku melihat kekuasaan dan kebesaran Allah SWT. Semoga Allah SWT meridhoi kita, Amiin Ya Robbal 'Alamiinn.

Agung Buwono

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillahil'alamin, segala puji penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT dan junjungan kita Nabi Muhammad SAW, atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul *“Perancangan dinding penahan tanah dari batu kapur dengan mortar campuran semen merah”* dengan baik.

Laporan tugas akhir ini diselesaikan untuk melengkapi syarat dalam memperoleh jenjang kesarjanaan strata 1, pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dengan tugas akhir ini dimaksudkan untuk menambah wawasan wacana pengetahuan kepada mahasiswa, tentang pelaksanaan suatu penelitian, lengkap dengan berbagai corak permasalahan yang timbul dilapangan sehingga langsung dapat mengaplikasikan dengan teori yang didapat dibangku kuliah.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bpk. Prof. Ir. Widodo, MSCE, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
2. Bpk. Ir. H. Munadhir, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
3. Bpk. DR. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA., selaku dosen pembimbing I,
4. Bpk. Ir. Ibnu Sudarmadji, MS., selaku dosen pembimbing II,
5. Bpk. Ir. Akhmad Marzuko, MT., selaku dosen penguji,
6. Bpk. Ir. Ilman Noor, MSCE., selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia,
7. Ayahnda (Alm), Ibunda dan seluruh keluarga yang penulis sayangi, yang selalu sabar dalam memberikan dorongan moril maupun materil,
8. Eka, Probo, Koes, Kanu, Dhani (simbah), Shinta, serta mbak Luis sekeluarga yang sangat membantu dalam penyusunan tugas akhir ini,
9. Mas Santoro, mas Heri dan mas Basuki yang telah membantu dalam urusan surat menyurat,
10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu dalam membantu penyusunan laporan tugas akhir ini.

Penulis sebelumnya menyadari akan kekurangan-kekurangan dalam penyusunan laporan ini. Untuk itu kritik dan saran-saran yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis, demi kesempurnaan dan perbaikan dimasa yang akan datang.

Akhir kata penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya jika dalam penyusunan laporan ini masih terdapat kesalahan, mengingat keterbatasan penulis hanyalah manusia biasa yang tidak luput dari kekhilafan, semoga penulisan ini dapat bermanfaat bagi semua, dan membuka lebar wawasan pengetahuan yang belum tergali selama ini, serta amal baik semuanya. Amiin Yarobball 'Alamiin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Agustus 2004

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
ABSTRAKSI.....	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Tentang Dinding Penahan Tanah.....	5
2.2 Penelitian Tentang Semen Merah.....	7

2.3	Penelitian Tentang Batu Kapur.....	8
BAB III LANDASAN TEORI.....		10
3.1	Tanah.....	10
3.1.1	Sifat-sifat Teknis Tanah.....	10
3.1.2	Tanah Jenuh Air.....	12
3.1.3	Kuat Geser Tanah.....	13
3.1.4	Tekanan Tanah Aktif dan Tanah Pasif.....	18
3.2	Stabilitas Dinding Penahan Tanah.....	20
3.2.1	Stabilitas Terhadap Gaya-Gaya Eksternal.....	21
3.2.2	Stabilitas Terhadap Gaya-Gaya Internal.....	25
3.3	Dinding Penahan Tanah.....	28
3.4	Semen Merah.....	30
3.5	Batu Kapur.....	31
3.6	Mortar.....	32
3.7	Rencana Anggaran Biaya.....	33
3.8	Koefisien Rencana Anggaran Biaya.....	33
BAB IV METODE PENELITIAN.....		35
4.1	Bahan Penelitian.....	35
4.2	Peralatan Yang Digunakan.....	35
4.2.1	Peralatan Untuk Membuat Benda Uji.....	35
4.2.2	Peralatan Pada Saat Pengujian.....	36
4.2.3	Peralatan Pada Saat Perhitungan R.A.B.....	36

4.3	Data Yang Diperlukan.....	36
4.3.1	Data Tanah.....	36
4.3.2	Data Uji Geser Mortar.....	37
4.3.3	Data Uji Desak Sampel.....	37
4.4	Uji Yang Dilaksanakan Dan Variasi Sampel.....	38
4.5	Metode Pembuatan Benda Uji.....	38
4.6	Analisis Dinding Gravitasi Berdasarkan Berat Jenis Campuran Benda Uji.....	40
BAB V HASIL PENELITIAN.....		42
5.1	Data Tanah.....	42
5.1.1	Data Hasil Uji Laboratorium.....	42
5.1.2	Data Hasil Pemboran (Bor Dangkal).....	43
5.2	Proses Pengujian Sampel.....	44
5.2.1	Pengujian Geser Mortar.....	44
5.2.2	Pengujian Desak Pasangan Dengan Mortar Terbaik.....	53
BAB VI STUDI KASUS.....		56
6.1	Kondisi Lapangan (Pasangan Batu Kali).....	58
6.1.1	Analisis Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif.....	59
6.1.2	Tinjauan Stabilitas Terhadap Gaya Eksternal.....	62
6.1.3	Tinjauan Stabilitas Terhadap Gaya Internal.....	65

6.1.3.1	Tinjauan Terhadap Potongan A-A'.....	65
6.1.3.2	Tinjauan Terhadap Potongan B-B'.....	66
6.1.3.3	Tinjauan Terhadap Potongan C-C'.....	68
6.1.3.4	Tinjauan Stabilitas Ekor Dinding Penahan Tanah.....	69
6.1.4	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pasangan Batu Kali.....	74
6.1.4.1	Perhitungan Volume Pekerjaan.....	74
6.1.4.2	Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan.....	75
6.1.4.3	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	78
6.2	Desain Rencana (Pasangan Batu Kapur).....	79
6.2.1	Analisis Tekanan Tanah Aktif Dan Pasif.....	80
6.2.2	Tinjauan Stabilitas Terhadap Gaya Eksternal.....	83
6.2.3	Tinjauan Stabilitas Terhadap Gaya Internal.....	86
6.2.3.1	Tinjauan Terhadap Potongan A-A'.....	86
6.2.3.2	Tinjauan Terhadap Potongan B-B'.....	87
6.2.3.3	Tinjauan Terhadap Potongan C-C'.....	89
6.2.3.4	Tinjauan Stabilitas Ekor Dinding Penahan Tanah.....	90
6.2.4	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pasangan Batu Kapur.....	95
6.2.4.1	Perhitungan Volume Pekerjaan.....	95

6.2.4.2	Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan.....	96
6.2.4.3	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	99
6.3	Perbandingan Antara Kondisi Lapangan Dan Desain Rencana.....	100
6.3.1	Perbandingan Secara Teknis.....	100
6.3.2	Perbandingan Secara Ekonomis.....	101
BAB VII PEMBAHASAN.....		102
7.1	Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Dibelakang dan Dimuka Dinding Penahan Tanah.....	102
7.1.1	Kondisi Lapangan (Pasangan Batu Kali).....	102
7.1.2	Kondisi Desain (Pasangan Batu Kapur).....	104
7.2	Dimensi Dinding Penahan Tanah Tipe Gravity Dari Batu Kapur Dengan Mortar Campuran Semen Merah.....	105
7.3	Perbandingan Harga Antara Dinding Penahan Tanah Des: Dinding Penahan Tanah Dilapangan.....	106
BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN.....		108
8.1	Kesimpulan.....	108
8.1.1	Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Dinding Penahan Kondisi lapangan dan Desain.....	108
8.1.2	Dimensi Dinding Penahan Tanah Tipe Gravity Dari Batu Kapur dengan Mortar Campuran Semen Merah.....	109

8.1.3	Perbandingan Rencana Anggaran Biaya.....	110
8.2	Saran.....	111
	DAFTAR PUSTAKA.....	112
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram fase tanah.....	10
Gambar 3.2 Kriteria keruntuhan Mohr dan Coulomb.....	14
Gambar 3.3 Lingkaran Mohr.....	17
Gambar 3.4 Urugan dengan permukaan rata di belakang tembok.....	19
Gambar 3.5 Tinjauan stabilitas terhadap bahaya guling.....	22
Gambar 3.6 Tinjauan stabilitas terhadap bahaya geser.....	23
Gambar 3.7 Letak resultante gaya berada di sebelah inti.....	24
Gambar 3.8 Tinjauan stabilitas terhadap gaya internal.....	26
Gambar 3.9 Tinjauan terhadap patahnya kaki belakang.....	27
Gambar 3.10 Perekayasaan dinding penahan tanah tipe gravity wall.....	29
Gambar 4.1.1 Contoh benda uji desak dinding penahan tanah.....	39
Gambar 4.1.2 Contoh benda uji geser mortar.....	39
Gambar 4.2 Flow chart tahapan penelitian.....	41
Gambar 5.1 Konsep uji sampel.....	44
Gambar 5.2 Grafik uji geser mortar.....	49
Gambar 5.3. Grafik uji desak pasangan.....	53
Gambar 5.4. Data tanah dan desain rencana dinding penahan tanah.....	55
Gambar 6.1. Dinding penahan tanah pasangan batu kali.....	58
Gambar 6.2. Diagram distribusi tekanan lateral tanah.....	59
Gambar 6.3. Diagram stabilitas internal dinding penahan tanah.....	65

Gambar 6.4. Diagram stabilitas ekor potongan C-D dan potongan C'-D'.....	69
Gambar 6.5. Diagram superposisi.....	70
Gambar 6.6. Diagram gaya lintang yang terjadi pada potongan C-D.....	71
Gambar 6.7. Diagram gaya lintang yang terjadi pada potongan C'-D'.....	72
Gambar 6.8. Dinding penahan tanah pasangan batu kapur.....	79
Gambar 6.9. Diagram distribusi tekanan lateral tanah.....	80
Gambar 6.10. Diagram stabilitas internal dinding penahan tanah.....	86
Gambar 6.11. Diagram stabilitas ekor potongan C-D dan potongan C'-D'.....	90
Gambar 6.12. Diagram superposisi.....	91
Gambar 6.13. Diagram gaya lintang yang terjadi pada potongan C-D.....	92
Gambar 6.14. Diagram gaya lintang yang terjadi pada potongan C'-D'.....	93
Gambar 7.1. Diagram distribusi tekanan lateral tanah.....	102
Gambar 7.2 Data tanah dan desain rencana dinding penahan tanah.....	105
Gambar 8.1 Data pasangan dan desain rencana dinding penahan tanah.....	108

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan harga.....	6
Tabel 2.2. Hasil pengujian pondasi rata-rata tegangan tertinggi.....	9
Tabel 4.1 Dimensi benda uji.....	38
Tabel 4.2 Perbandingan campuran benda uji.....	39
Tabel 5.1.1. Rangkuman hasil uji laboratorium.....	42
Tabel 5.1.2. Tabel hasil pemboran.....	43
Tabel 5.2.1.1 Pengujian geser mortar campuran 1 (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps).....	45
Tabel 5.2.1.2 Pengujian geser mortar campuran 2 (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 4 Ps).....	46
Tabel 5.2.1.3 Pengujian geser mortar campuran 3 (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 5 Ps).....	47
Tabel 5.2.1.4 Pengujian geser mortar campuran 4 (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 6 Ps).....	48
Tabel 5.2.2.1 Pengujian desak pasangan batu kapur dengan mortar campuran 1 (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps).....	51
Tabel 5.2.2 Data uji desak Pasangan	54
Tabel 6.1. Koefisien tekanan tanah aktif dan pasif.....	58
Tabel 6.2. Data tanah dan koefisien tekanan tanah.....	60

Tabel 6.3. P aktif dan momen yang terjadi terhadap titik A.....	61
Tabel 6.4. P pasif dan momen yang terjadi terhadap titik A.....	61
Tabel 6.5. Berat momen perlawanan dinding terhadap titik A.....	62
Tabel 6.6. Tinjauan stabilitas terhadap bahaya guling.....	62
Tabel 6.7. Tinjauan stabilitas terhadap bahaya geser.....	63
Tabel 6.8. P aktif dan momen yang terjadi pada potongan A-A'.....	65
Tabel 6.9 Berat momen perlawanan dinding pada potongan A-A'.....	66
Tabel 6.10 Tegangan yang terjadi pada potongan A-A'.....	66
Tabel 6.11 P aktif dan momen yang terjadi pada potongan B-B'.....	66
Tabel 6.12 Berat momen perlawanan dinding pada potongan B-B'.....	67
Tabel 6.13 Tegangan yang terjadi pada potongan B-B'.....	67
Tabel 6.14 P aktif dan momen yang terjadi pada potongan C-C'.....	68
Tabel 6.15 Berat momen perlawanan dinding pada potongan C-C'.....	68
Tabel 6.16 Tegangan yang terjadi pada potongan C-C'.....	69
Tabel 6.17 Volume pasangan batu kali.....	74
Tabel 6.18 Volume galian tanah.....	74
Tabel 6.19 Volume urugan tanah kembali.....	75
Tabel 6.20 Harga satuan pekerjaan galian tanah.....	75
Tabel 6.21 Harga satuan pekerjaan pasangan batu kali.....	76
Tabel 6.22 Harga satuan pekerjaan urugan tanah kembali.....	77
Tabel 6.23 Rencana anggaran biaya pasangan batu kali.....	78

Tabel 6.24. Data tanah dan koefisien tekanan tanah	81
Tabel 6.25. P aktif dan momen yang terjadi terhadap titik A.....	82
Tabel 6.26. P pasif dan momen yang terjadi terhadap titik A.....	82
Tabel 6.27. berat momen perlawanan dinding terhadap titik A.....	83
Tabel 6.28. Tinjauan stabilitas terhadap bahaya guling.....	83
Tabel 6.29. Tinjauan stabilitas terhadap bahaya geser.....	84
Tabel 6.30 P aktif dan momen yang terjadi pada potongan A-A'.....	86
Tabel 6.31 Berat momen perlawanan dinding pada potongan A-A'.....	87
Tabel 6.32 Tegangan yang terjadi pada potongan A-A'.....	87
Tabel 6.33 P aktif dan momen yang terjadi pada potongan B-B'.....	87
Tabel 6.34 Berat momen perlawanan dinding pada potongan B-B'.....	88
Tabel 6.35 Tegangan yang terjadi pada potongan B-B'.....	88
Tabel 6.36 P aktif dan momen yang terjadi pada potongan C-C'.....	89
Tabel 6.37 Berat momen perlawanan dinding pada potongan C-C'.....	89
Tabel 6.38 Tegangan yang terjadi pada potongan C-C'.....	90
Tabel 6.39 Volume pasangan batu kali.....	95
Tabel 6.40 Volume galian tanah.....	95
Tabel 6.41 Volume urugan tanah kembali.....	96
Tabel 6.42 Harga satuan pekerjaan galian tanah.....	96
Tabel 6.43 Harga satuan pekerjaan pasangan batu kapur.....	97
Tabel 6.44 Harga satuan pekerjaan urugan tanah kembali.....	98
Tabel 6.45 Rencana anggaran biaya pasangan batu kapur	99

Tabel 6.46. Perbandingan teknis dinding penahan tanah.....	100
Tabel 6.47. Perbandingan rencana anggaran biaya.....	101
Tabel 7.1 P aktif dan momen yang terjadi terhadap titik A.....	103
Tabel 7.2 P pasif dan momen yang terjadi terhadap titik A.....	103
Tabel 7.3 P aktif dan momen yang terjadi terhadap A (desain).....	104
Tabel 7.4 P pasif dan momen yang terjadi terhadap A (desain).....	104
Tabel 7.5 Perbandingan teknis dinding penahan tanah.....	106
Tabel 7.6 Perbandingan rencana anggaran biaya.....	106
Tabel 8.1 Tekanan tanah aktif dan pasif yang berada dibelakang dan dimuka dinding penahan tanah.....	108
Tabel 8.2 Perbandingan data pasangan dan hasil analisa.....	110
Tabel 8.3 Perbandingan harga antara dinding penahan tanah desain dan dinding penahan tanah lapangan.....	110
Tabel 9. Komposisi Bahan Perekat Basah.....	121
Tabel 10. Komposisi SDM Pada Pelaksanaan Proyek.....	121
Tabel 11. Harga Bas Borong.....	121

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Pengujian Geser Mortar
- Lampiran 2. Data Pengujian Desak Pasangan Batu Kapur
- Lampiran 3. Perhitungan Koefisien Rencana Anggaran Biaya
- Lampiran 4. Daftar Harga Satuan Bahan Bangunan Tertinggi
- Lampiran 5. Data Tanah Proyek
- Lampiran 6. Administrasi Tugas Akhir

ABSTRAKSI

Dinding penahan tanah tipe gravitasi menggunakan pasangan batu kali dan mortar yang terdiri dari semen (Pc), kapur dan pasir. Dalam penelitian ini penulis mencoba alternatif lain dengan menggunakan batu kapur dan penambahan semen merah pada mortar dengan menguji kekuatan geser mortar dan menguji desak pasangan batu kapur menggunakan mortar campuran semen merah terbaik.

Tekanan tanah aktif (Pa) yang terjadi sebesar $3,737 \text{ T/m}^2$ dan tekanan tanah pasif (Pp) yang terjadi sebesar $1,717 \text{ T/m}^2$. Pada Pa3, Pa7 dan Pp1 merupakan tekanan tanah akibat kohesi tanah, Pa1, Pa4 dan Pa8 adalah tekanan tanah akibat pengaruh beban terbagi rata sedangkan pada Pa2, Pa5, Pa6, Pa9, Pa10 dan Pp2 merupakan tekanan tanah akibat berat isi tanah.

Dimensi dinding penahan tanah tipe gravity wall yang direncanakan adalah sebagai berikut; tinggi dinding penahan tanah 4 m, pada sisi atas 0,3 m, lebar dasar 2,1 m dan sisi-sisi pada ekornya adalah 0,5 m.

Anggaran biaya untuk pasangan batu kapur sebesar Rp. 256.585.200 dan pasangan batu kali sebesar Rp. 263.524.800 sehingga dinding penahan tanah pasangan batu kapur dengan mortar campuran (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps) lebih ekonomis 2,633 % dengan selisih biaya sebesar Rp. 6.939.600,-.

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 distabilkan dahulu sebelum dipakai untuk bangunan di atasnya.

Tanah pada lereng yang vertikal (labil) dapat berakibat fatal pada suatu struktur karena pengaruh dari bahaya guling, sehingga dapat menimbun struktur di daerah lereng tersebut. Untuk memperkuat lereng yang labil, dapat dilakukan suatu usaha dengan membuat dinding penahan tanah sehingga lahan pada lereng tersebut dapat dimanfaatkan.

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.

Dalam penelitian tugas akhir ini akan diangkat topik dengan judul:

“PERANCANGAN DINDING PENAHAN TANAH DARI BATU KAPUR DENGAN MORTAR CAMPURAN SEMEN MERAH”.

Semen merah ini digunakan sebagai bahan campuran mortar. Bahan dasar semen merah berasal dari serbuk bata merah yang merupakan sisa limbah atau sudah tidak memiliki nilai jual dan sudah tidak layak untuk digunakan sebagai salah satu bahan konstruksi, yang selama ini kurang banyak dimanfaatkan, bahkan kebanyakan diabaikan atau dibuang begitu saja, sehingga dapat menimbulkan gangguan terhadap lingkungan.

1.2 Rumusan 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 kelongsoran maka harus dibuat dinding penahan tanah yang berfungsi sebagai penahan tanah yang longsor tersebut. Biasanya dalam perancangan dinding penahan tanah cenderung menggunakan semen sebagai bahan perekat pada batu-batu pecah yang digunakan. Dari keadaan di atas, dicoba alternatif lain dengan menambahkan limbah atau serbuk bata merah sebagai bahan ikat pada batu kapur untuk merencanakan dinding penahan tanah.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui tekanan tanah aktif dan pasif yang berada dibelakang dan muka dinding penahan tanah.
2. Menentukan dimensi dinding penahan tanah yang aman menggunakan tipe *Gravity Wall* dari batu kapur dengan mortar campuran semen merah.
3. Membandingkan harga antara dinding penahan tanah hasil desain dengan dinding penahan tanah asli (diambil dari proyek Perumahan Taman Siswa Indah Yogyakarta).

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan gambaran bahwa semen merah dapat dimanfaatkan sebagai bahan perekat pengganti semen yang sudah lazim digunakan dan apabila hasilnya lebih memungkinkan untuk digunakan, maka bentuk struktur Dinding Penahan Tanah tipe grafitasi dengan bahan campuran batu kapur dan mortar campuran semen merah dapat diaplikasikan di lapangan. Hasil penelitian diharapkan dapat menambah khasanah keilmuan dan memenuhi tuntutan perekayasa struktur dinding penahan tanah secara khusus dan pengembangan ilmu geoteknik secara umum.

1.5 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini batasan masalah meliputi:

1. Data tanah yang digunakan berasal dari Proyek Perumahan Taman Siswa Indah Yogyakarta.
2. Mortar terdiri dari semen (Pc), semen merah, kapur dan pasir dengan perbandingan (1/4:1:1:3, 1/4:1:1:4, 1/4:1:1:5, 1/4:1:1:6).
3. Bahan yang digunakan untuk membuat dinding penahan adalah batu kapur dan mortar campuran semen merah.
4. Jenis dinding penahan tanah adalah tipe *gravity Wall*.
5. Tinggi dinding penahan direncanakan 4 meter dari dasar pondasi.
6. Dinding penahan tanah yang direncanakan memiliki beban terbagi rata.
7. Tanah terdiri dari 3 lapisan tanah, yaitu pasir lanau coklat abu-abu, pasir sedang coklat abu-abu dan pasir berlanau coklat abu-abu berkerikil. Lihat Tabel 5.1.2.
8. Perbandingan antara batu kapur dengan mortar tidak diperhitungkan.
9. pengaruh gaya akibat gempa dianggap tidak ada.
10. Lokasi penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi gambaran penelitian sebelumnya untuk mempertegas bahwa penelitian ini bukan merupakan suatu duplikasi melainkan lebih kepada melanjutkan penelitian sebelumnya dengan penambahan dan perbedaan pada variabel yang diteliti.

2.1 Penelitian Tentang Dinding Penahan Tanah

Achmad Yani, 1999, Penelitian ini mengambil judul "*Analisis Dinding Penahan Tanah Tipe Gravity Wall Berbentuk Lurus dan Berbentuk Gerigi Menerus*", JTS, FTSP, Universitas Islam Indonesia. Metode yang digunakan adalah menganalisa dengan merubah dinding penahan tanah dari bentuk lurus menerus kedalam bentuk 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 T/m² adalah lebih kecil dari tegangan tarik ijin ($\bar{\sigma}_{tarik}$) yang telah dianalisis sebesar 30 T/m². Tegangan geser (τ) yang terjadi sebesar 4,6497 T/m² lebih kecil dari

tegangan geser ijin ($\bar{\tau}$) sebesar 15 T/m^2 . Tegangan desak yang terjadi (σ_{dsk}) sebesar $27,2179 \text{ T/m}^2$ lebih kecil dari tegangan desak ijin ($\bar{\sigma}_{\text{dsk}}$) sebesar 152 T/m^2 .

Tarso dan Suyanto, 2003, "*Penerapan Metode Analisis Nilai Pada Perencanaan Dinding Penahan Tanah Perumahan Taman Siswa Indah Jogjakarta*". JTS, FTSP, Universitas Islam Indonesia. Metode yang digunakan dengan menggunakan metode analisis nilai.

Dari hasil perhitungan rencana anggaran biaya menunjukkan bahwa alternatif bahan dinding penahan tanah pasangan batako dan batu bata tidak bisa diterapkan sebagai alternatif bahan pengganti disain asli yaitu dari pasangan batu kali dengan mortar yang terdiri dari 1 Semen (Pc) : 3 Kapur : 10 Pasir.

Hal ini dapat dilihat dalam Tabel 2.1, bahwa biaya untuk pasangan batako sebesar Rp. 174.466.374, dan pasangan batu bata sebesar Rp. 202.660.106, sedangkan untuk pasangan batu kali Rp 106.025289.

Tabel 2.1 Perbandingan harga

Item	Pasangan Batu Kali	Pasangan Batako	Pasangan Batu Bata
Total Biaya	Rp. 106.025.289,-	Rp. 174.466.374,-	Rp. 202.660.106,-

2.2 Penelitian Tentang Semen Merah

P.H. Rijo Winjonarko, 1998, "Pemakaian Semen Merah Hasil Bongkaran Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Pasir Lolos Ø1,2 mm Pada Bata Beton Lantai", Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada. Metode yang digunakan penelitian laboratorium.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa agregat semen merah hasil bongkaran dapat digolongkan sebagai agregat ringan (berat jenis kurang dari 2 gr/cm³) yaitu sebesar 1,999 gr/cm³ dan berat satuan sebesar 1,037 Kg/cm³. Pengaruh kisaran kualitas mutu agregat yang cukup besar menyebabkan kisaran data kekuatan paving block hasil penelitian tidak memenuhi persyaratan SII 0819-1983, namun pemakaian semen merah hasil bongkaran sebagai bahan substitusi pasir dapat sedikit meningkatkan kekuatan paving block, dengan nilai kuat tekan sebesar 196,25 Kg/cm², ketahanan aus 0,130 mm/menit dan daya serap 6,88 % yang berarti masih memenuhi persyaratan mutu paving block menurut SII 0819-1983 golongan III (Kuat tekan 170 Kg/cm²; ketahanan aus 0,184 mm/menit ; daya serap 7 %).

Yudi Saptono, 1999, "Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Penambahan Semen Merah (Bubuk Batu Bata) Tinjauan Nilai CBR Dan Pengaruh Sensitivitas", Jurusan Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada. Metode yang digunakan penelitian laboratorium.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh sensitivitas cenderung naik seiring dengan lamanya pemeraman pada tiap-tiap penambahan semen merah. Ini dapat dilihat dari rasio nilai CBR *unsoaked + remolded* awal tanah asli 1,29 naik hingga 1,57 pada peram 14 hari, ditambah dengan semen merah hingga 15 % rasionya menjadi 1,20 pada peram 0 hari dan naik menjadi 1,0 setelah peram 14 hari.

Stabilitas tanah lempung menggunakan bubuk bata merah mampu menurunkan indeks plastis dan kembang-susut tanah, penambahan semen merah memberikan nilai CBR kondisi *soaked* yang relatif kecil namun kapasitas dukung tersebut masih cukup baik digunakan untuk subgrade pada konstruksi jalan.

2.3 Penelitian Tentang Batu Kapur

Djoko Risdianto dan Agus Winurseto, 2002, "Kuat Desak Pondasi Pasangan Batu Putih Dengan Variasi Campuran Mortar", JTS, FTSP, Universitas Islam Indonesia. Metode yang digunakan dengan menggunakan metode Penelitian Laboratorium.

Variasi campuran mortarnya adalah:

- 1) Campuran 1 (1 Semen (Pc) : 2 Kapur : 3 Pasir)
- 2) Campuran 2 (1 Semen (Pc) : 2 Kapur : 4 Pasir)
- 3) Campuran 3 (1 Semen (Pc) : 2 Kapur : 5 Pasir)

- 4) Campuran 4 (1 Semen (Pc) : 2 Kapur : 6 Pasir)
- 5) Campuran 5 (1 Semen (Pc) : 3 Pasir)
- 6) Campuran 6 (1 Semen (Pc) : 4 Pasir)

Dari hasil penelitian batu kapur dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan pondasi dan menjadi pengganti batu hitam yang harganya relatif mahal. Penggunaan batu kapur dapat diaplikasikan terhadap konstruksi yang tidak terlalu berat, misalnya konstruksi dinding penahan tanah atau turap, pagar dan pondasi rumah. Kekuatan dukung batu kapur ini termasuk dalam kategori sedang menurut ukuran kekuatan pondasi.

Pada pasangan pondasi, terdapat perbedaan yang cukup jauh antara batu hitam dan batu putih. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2.2 bahwa selisih pasangan pondasi batu pecah antara batu hitam dan batu putih dengan mortar 1 semen (Pc) : 3 Pasir sebesar 48,33% dan untuk batu bulat antara batu hitam dan batu putih sebesar 48,321%. Adapun tabel tegangan tertinggi rata-rata hasil pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2. Hasil Pengujian pondasi rata-rata tegangan tertinggi

Jenis Pondasi	Kekuatan ($\Sigma\sigma$) Kg/Cm ²
Batu Putih Pecah	56,148
Batu Hitam Pecah	108,667
Batu Putih Bulat	49,037
Batu Hitam Bulat	94,889

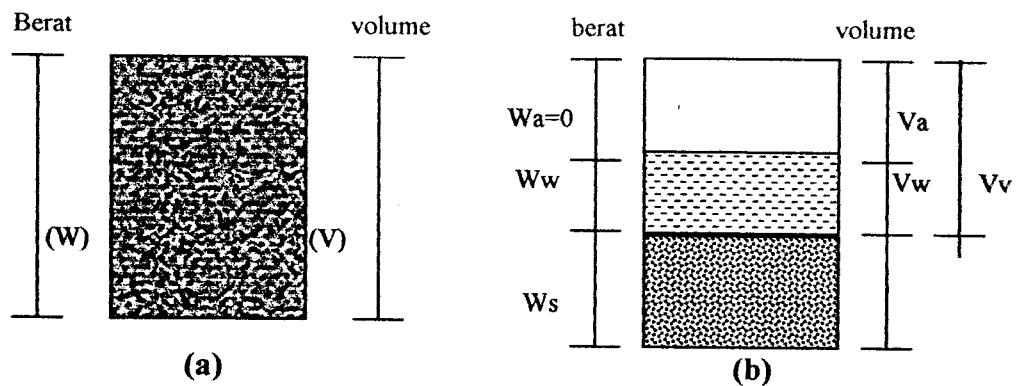
BAB III LANDASAN TEORI

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.



Gambar 3.1 Diagram fase tanah

Gambar 3.1a memperlihatkan elemen tanah yang mempunyai volume V dan berat total W , sedangkan Gambar3.1b memperlihatkan hubungan berat dan volumenya.

Dari gambar di atas dapat dibentuk persamaan:

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

V_v = Volume total rongga

V_s = Volume butiran padat

e = Angka pori

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

W_w = Berat air

W_s = Berat butiran padat

$w(\text{ \% })$ = Kadar air

$$\text{Berat Volume tanah basah (} \gamma_b \text{)} = \frac{W_s + W_w}{V} \dots\dots\dots(3.3)$$

V = Volume total

γ_b = Berat volume tanah basah

$$\text{Berat volume tanah kering } (\gamma_k) = \frac{W_s}{V} = \frac{\gamma_b}{1 + w} \dots\dots\dots(3.4)$$

W = kadar air

γ_k = berat volume tanah kering

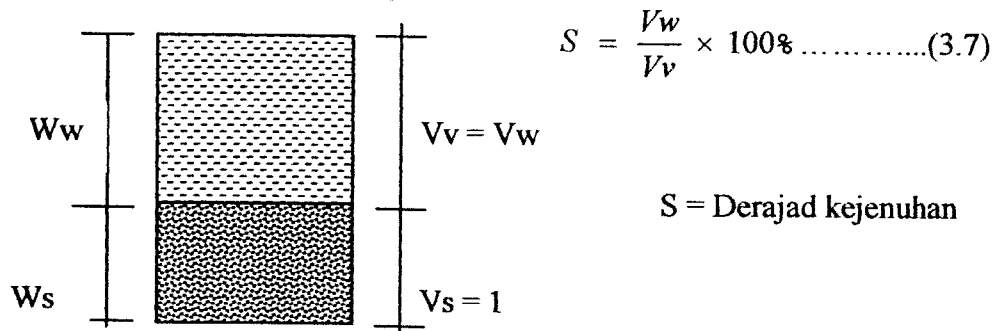
$$\text{Berat volume butiran padat } (\gamma_s) = \frac{W_s}{V_s} \dots\dots\dots(3.5)$$

γ_s = Berat volume butiran padat

$$\text{Specific gravity } (G_s) = \frac{\delta_s}{\gamma_w} \dots\dots\dots(3.6)$$

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

3.1.2 Tanah jenuh air (S = 100 %)



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

$$W_w = e \cdot \gamma_w \dots\dots\dots(3.8)$$

$$W_s = G_s \cdot \gamma_w \dots\dots\dots(3.9)$$

$$V_v = V_w = e \dots\dots\dots(3.10)$$

$$V = 1 + e \dots\dots\dots(3.11)$$

$$\gamma_{sat} = \frac{W}{V} = \frac{W_w + W_s}{1 + e} \dots\dots\dots(3.12)$$

$$\gamma_{sat} = \frac{e \cdot \gamma_w + G_s \cdot \gamma_w}{1 + e} \dots\dots\dots(3.13)$$

$$\gamma_{sat} = \frac{(e + G_s) \cdot \gamma_w}{1 + e} \dots\dots\dots(3.14)$$

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w \dots\dots\dots(3.15)$$

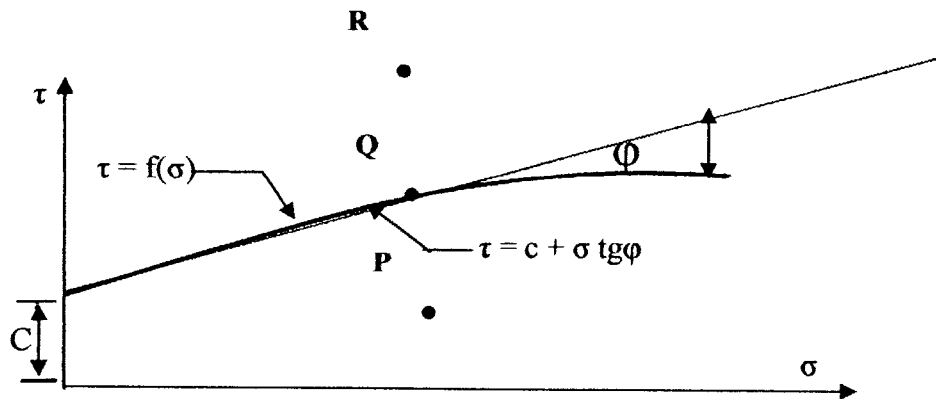
3.1.3 Kuat Geser Tanah

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis-analisis daya dukung tanag, stabilitas lereng dan tegangan dorong untuk dinding penahan tanah. Mohr (1910) memberikan teori mengenai kondisi keruntuhan suatu bahan. Teorinya adalah bahwa keruntuhan suatu bahan dapat terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Selanjutnya, hubungan fungsi antara tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya, dinyatakan menurut persamaan:

$$\tau = f(\sigma) \dots\dots\dots(3.16)$$

dengan τ adalah tegangan geser pada saat terjadinya keruntuhan atau kegagalan, dan σ adalah tegangan normal pada saat kondisi tersebut. Garis keruntuhan yang

didefinisikan dalam persamaan (3.16), adalah kurva yang ditunjukkan dalam Gambar (3.2).



Gambar 3.2 Kriteria keruntuhan Mohr dan Coulomb
(*Mekanika Tanah I, Hary Christady Hardiyatmo*)

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Dengan dasar pengertian ini, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh:

- a) Kohesi tanah yang tergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan vertical yang bekerja pada bidang geserannya.
- b) Gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan vertical pada bidang geserannya.

Coulomb (1776) mendefinisikan $f(\sigma)$ sebagai:

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \phi \dots\dots\dots(3.17)$$

τ = kuat geser tanah

c = kohesi tanah

c = kohesi tanah

φ = sudut gesek dalam tanah

σ = tegangan normal pada bidang runtuh.

Persamaan (3.17) ini disebut kriteria keruntuhan atau kegagalan Mohr-Coulomb, dimana garis selubung kegagalan dari persamaan tersebut dilukiskan dalam Gambar 3.2.

Pengertian mengenai keruntuhan suatu bahan dapat diterangkan dalam gambar 3.2. Jika tegangan-tegangan baru mencapai titik P, keruntuhan geser tidak akan terjadi. Keruntuhan geser akan terjadi jika tegangan-tegangan mencapai titik Q yang terletak pada garis selubung kegagalannya. Kedudukan tegangan yang ditunjukkan oleh titik R tidak akan pernah terjadi, karena sebelum tegangannya mencapai titik R, bahan sudah mengalami keruntuhan. Tegangan-tegangan efektif yang terjadi didalam tanah sangat dipengaruhi oleh tekanan air pori. Terzaghi (1925) mengubah rumus Coulomb dalam bentuk tegangan efektif sebagai berikut:

$$\tau = c' + (\sigma - u) \operatorname{tg} \varphi' \dots\dots\dots(3.18)$$

$$\tau = c' + \sigma' \operatorname{tg} \varphi' \dots\dots\dots(3.19)$$

c' = kohesi tanah efektif

σ' = tegangan normal efektif

u = tekanan air pori

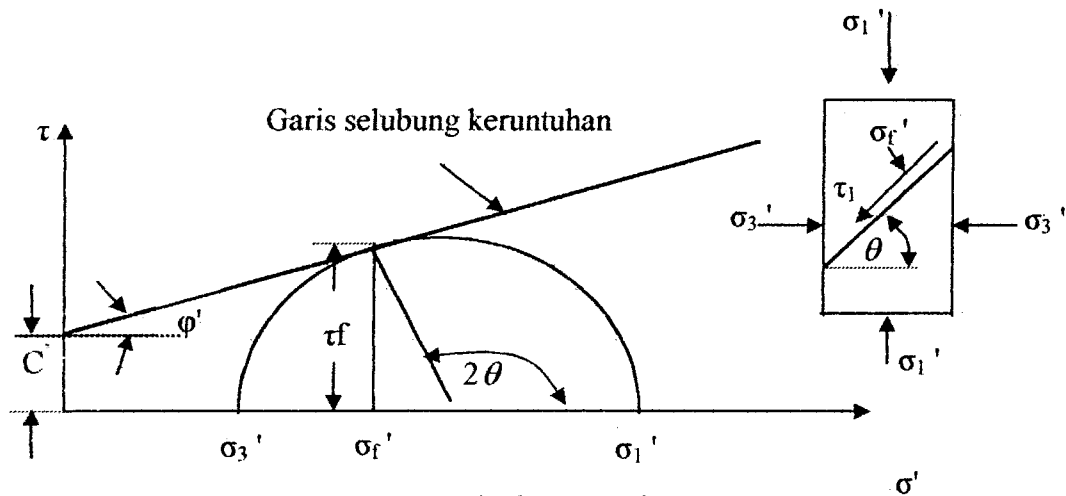
Persamaan (3.17) menghasilkan data yang relatif tidak tepat, nilai-nilai c dan ϕ yang diperoleh sangat tergantung dari jenis pengujian yang dilakukan. Persamaan (3.19) menghasilkan data untuk nilai-nilai c' dan ϕ' yang relatif tepat dan tidak tergantung dari jenis pengujiannya.

Kuat geser tanah juga bisa dinyatakan dalam bentuk tegangan-tegangan efektif σ_1' dan σ_3' pada saat keruntuhan terjadi. Lingkaran Mohr dalam bentuk lingkaran tegangan, dengan koordinat-koordinat τ dan σ' , dilihat dalam gambar 3.2. Persamaan tegangan geser, dinyatakan oleh :

$$\tau = \frac{1}{2} (\sigma_1' - \sigma_3') \sin 2\theta \dots \dots \dots (3.20)$$

$$\sigma = \frac{1}{2} (\sigma_1' + \sigma_3') + \frac{1}{2} (\sigma_1' - \sigma_3') \cos 2\theta \dots \dots \dots (3.21)$$

dengan θ adalah sudut kritis antara bidang horizontal dengan bidang longsor, yang besarnya : $\theta = 45^\circ + \phi'/2$



Gambar 3.3 Lingkaran Mohr
(Mekanika Tanah I, Hary Christady Hardiyatmo)

Dari **Gambar 3.3** hubungan antara tegangan utama efektif saat keruntuhan dan parameter kuat gesernya juga dapat diperoleh. Besarnya nilai parameter kuat geser, dapat ditentukan dari persamaan-persamaan :

$$\sin \varphi' = \frac{\frac{1}{2}(\sigma_1' - \sigma_3')}{c \operatorname{ctg} \varphi' + \frac{1}{2}(\sigma_1' + \sigma_3')} \dots\dots\dots(3.22)$$

$$(\sigma_1' - \sigma_3') = 2 c \cos \varphi' + (\sigma_1' + \sigma_3') \sin \varphi' \dots\dots\dots(3.23)$$

Persamaan (3.23) digunakan untuk criteria keruntuhan atau kegagalan menurut Mohr-Coulomb.

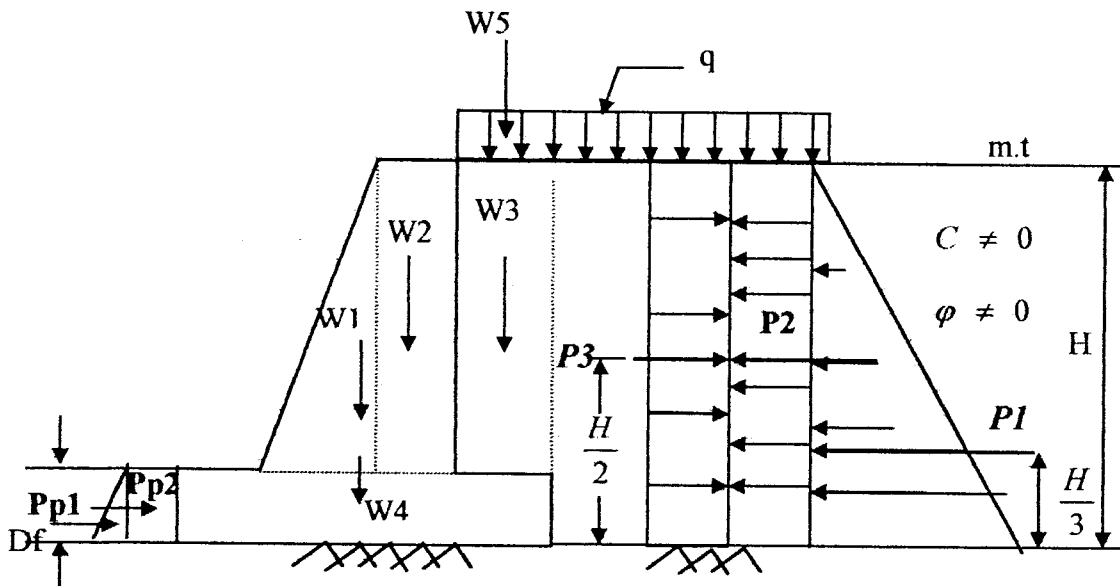
3.1.4 Tekanan Tanah Aktif dan Tanah Pasif

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

Gambar 3.5 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.

$$K_a = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots(3.24)$$

$$K_p = \frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi} = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots(3.25)$$



Gambar 3.4 urugan dengan permukaan rata di belakang tembok
 (Dinding Penahan Tanah, Hary Christady Hardiyatmo)

Harga tekanan tanah aktif (P_a) dan tekanan tanah pasif (P_p) yang ditentukan dengan cara Rankine dapat diberikan dengan hubungan:

$$P_a = P_1 + P_2 - P_3 \quad \dots\dots\dots(3.26)$$

$$P_1 = \frac{1}{2} (\gamma \times H^2 \times K_a) \quad \dots\dots\dots(3.27)$$

$$P_2 = q \times H \times K_a \quad \dots\dots\dots(3.28)$$

$$P_3 = 2c \times H \sqrt{K_a} \quad \dots\dots\dots(3.29)$$

$$P_a = \frac{1}{2} (\gamma \times H^2 \times K_a) + (q \times H \times K_a) - (2c \times H \sqrt{K_a}) \quad \dots\dots\dots(3.30)$$

$$P_p = P_{p1} + P_{p2} \quad \dots\dots\dots(3.31)$$

$$P_{p1} = \frac{1}{2} (\gamma \times Df^2 \times K_p) \quad \dots\dots\dots(3.32)$$

$$P_{p2} = 2c \times Df \sqrt{K_p} \quad \dots\dots\dots(3.33)$$

$$P_p = \frac{1}{2} (\gamma \times Df^2 \times K_p) + 2c \times Df \sqrt{K_p} \quad \dots\dots\dots(3.34)$$

K_a = Koefisien tekanan aktif menurut Rankine

K_p = Koefisien tekanan pasif menurut Rankine

γ = Berat volume Tanah

C = Kohesi tanah

q = beban terbagi rata

ϕ = Sudut gesek dalam tanah

P_a = Tekanan Tanah Aktif

P_p = Tekanan Tanah Pasif

$P_1 = P_{p2}$ = Tekanan tanah akibat pengaruh berat isi tanah

P_2 = Tekanan tanah akibat beban terbagi rata

$P_3 = P_{p1}$ = Tekanan Tanah akibat pengaruh Kohesi

3.2 Stabilitas Dinding Penahan Tanah

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

3.2.1 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).
 - Momen guling akibat gaya aktif:

$$M_a = E_a \times h \quad \dots\dots\dots(3.35)$$

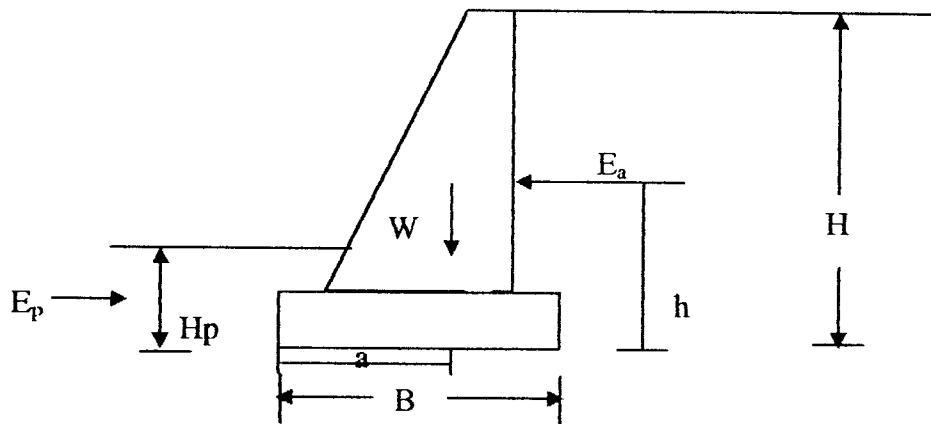
- Momen Perlawanan akibat berat sendiri konstruksi:

$$M_p = (W \times a) + (E_p \times H_p) \quad \dots\dots\dots(3.36)$$

a = jarak (lengan terhadap momen)

Keadaan seimbang, maka $\Sigma M=0$, artinya momen guling = momen perlawanan.

- Angka Keamanan: $SF = \Sigma \frac{M_p}{M_a} \geq 2$ $\dots\dots\dots(3.37)$



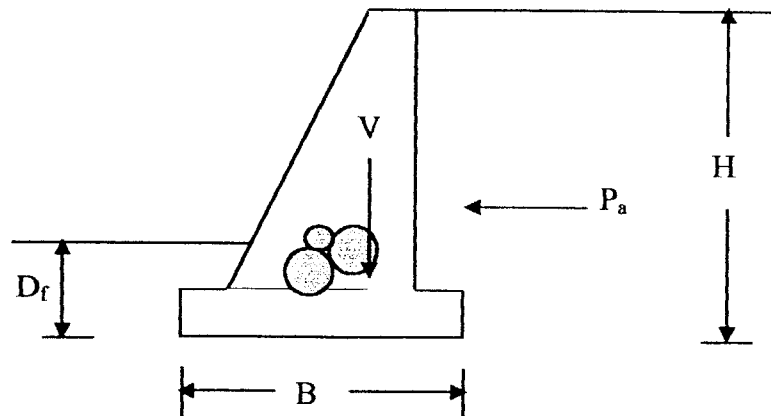
Gambar 3.5 Tinjauan stabilitas terhadap bahaya guling

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 perancangan penulis tetap atau menggunakan tanah pasif, sehingga factor keamanan yang digunakan bernilai 2,0 (dua).



Gambar 3.6 Tinjauan stabilitas terhadap bahaya geser

Faktor keamanan terhadap penggeseran (SF_{geser})

$$Rb = (C \times B) + (\sum V \times Tg\varphi) \dots\dots\dots(3.38)$$

$$SF_{geser} = \frac{Rb}{\sum Pa} > 2 \dots\dots\dots(3.39)$$

Rb = Gaya yang menahan terhadap penggeseran

φ = Sudut gesek antara dasar dinding penahan dengan tanah

C = Kohesi tanah

P_a = Tekanan tanah aktif mendatar

B = Lebar dasar dinding penahan tanah

3. Tegangan yang disebabkan oleh dinding penahan tanah

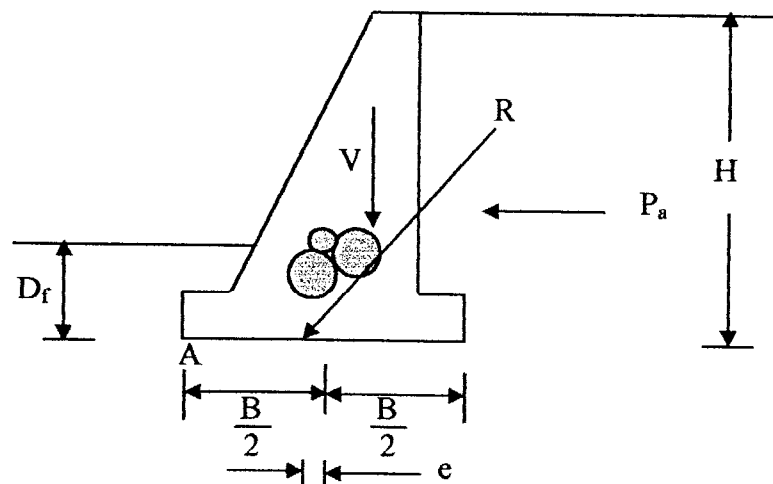
Jarak antara titik- A (berada di ujung sebelah kiri telapak dinding penahan) ke resultante gaya :

$$\bar{x} = \frac{\Sigma M_r - \Sigma M_0}{\Sigma V} \dots\dots\dots(3.40)$$

Jarak antar resultante gaya ke tengah dasar dinding penahan tanah :

$$e = \bar{x} - \frac{B}{2} \leq \frac{B}{6} \dots\dots\dots(3.41)$$

- 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 3.7 Letak resultante gaya berada di sebelah inti

Tegangan yang terjadi :

$$\sigma_{\text{maks}} = \frac{\Sigma V}{B \cdot L} \left[1 + \frac{6 \cdot e}{B} \right] \leq \sigma_{\text{tanah (netto)}} \quad \text{..... (3.42)}$$

$$\sigma_{\text{maks}} = \frac{\Sigma V}{B \cdot L} \left[1 - \frac{6 \cdot e}{B} \right] \geq 0 \quad \text{..... (3.43)}$$

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

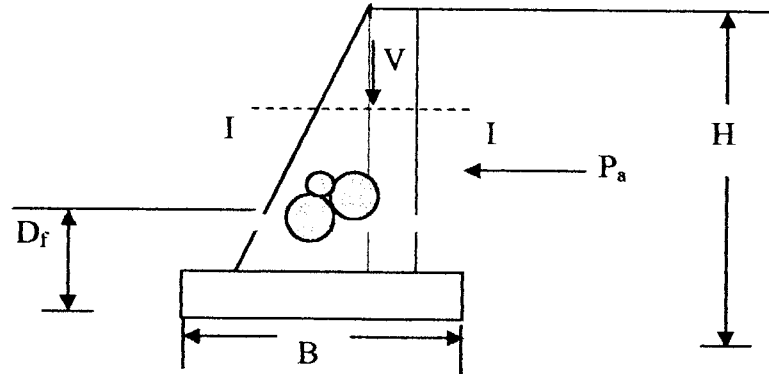
x = Jarak antara eksentrisitas (e) ke titik tinjauan (titik - A)

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

3.2.2 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 3.8 Tinjauan stabilitas terhadap gaya internal

- Tegangan desak :

$$\sigma_{\text{desak}} = \frac{\Sigma V_{I-I}}{b_{I-I} \cdot L} + \frac{\Sigma M_{I-I}}{W} \leq \bar{\sigma}_{\text{desak bahan}} \dots\dots\dots (3.44)$$

- Tegangan tarik :

$$\sigma_{\text{tarik}} = \frac{\Sigma V_{I-I}}{b_{I-I} \cdot L} - \frac{\Sigma M_{I-I}}{W} \leq \bar{\sigma}_{\text{tarik bahan}} \dots\dots\dots (3.45)$$

$$e = \frac{\Sigma M_{I-I}}{\Sigma V_{I-I}} \dots\dots\dots (3.46)$$

- Tegangan geser :

$$\tau = \frac{3}{2} \frac{D_{I-I}}{b_{I-I} \cdot L} \leq \tau_{\text{bahan}} \dots\dots\dots (3.47)$$

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

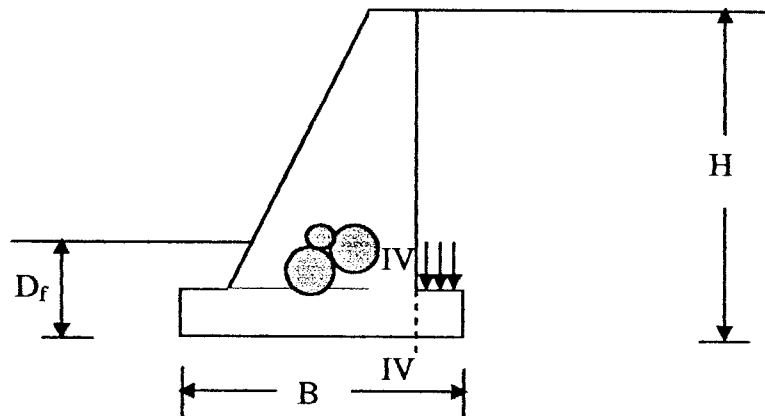
W = Tahanan momen pada tampang I – I

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 3.9 Tinjauan terhadap patahnya kaki belakang

Tegangan ekstrim (tarik/tekan) yang terjadi :

$$\sigma_{ekstrim} = \pm \frac{\Sigma M_{IV-IV}}{W} \leq \bar{\sigma}_{tarik \text{ bahan}} \dots\dots\dots(3.48)$$

Tegangan geser yang terjadi :

$$\tau = \frac{3}{2} \frac{D_{IV-IV}}{b_{IV-IV}} \leq \tau_{bahan} \dots\dots\dots(3.49)$$

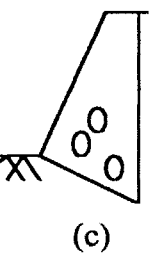
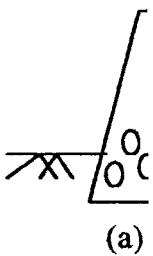
a. Mening tanah a (untuk r	$\sigma_{ekstrim}$	= Tegangan (tarik/desak) yang terjadi akibat gaya eksternal pada tampang (IV-IV).
b. Membu itu juga lihat gai	M_{IV-IV}	= Momen yang terjadi pada tampang (IV-IV).
c. Membu momen gambar	W	= Tahanan momen pada tampang (IV-IV).
d. Membu memper	b_{IV-IV}	= Lebar 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)

3.3 Dinding Penahan Tanah

Struktur dinding penahan tanah harus cukup aman untuk menahan gaya yang terjadi, sehingga tidak akan rusak dan perekayasaan 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 :



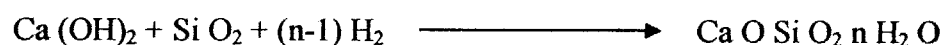
3.4 Semen Merah

Semen merah merupakan istilah yang ditujukan untuk material yang berasal dari bata merah yang ditumbuk hingga menjadi bubuk bata merah. Merupakan salah satu material yang berasal dari lempung alam yang diproses terlebih dahulu, yaitu dikenai perlakuan tertentu seperti penambahan air, pemeraman, pemberian bahan tambah, pemampatan butir dengan tenaga manusia maupun mesin giling, pencetakan bentuk, pengeringan dan akhirnya dibakar pada suhu tertentu.

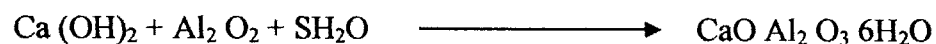
Berdasarkan susunan kimia, semen merah bereaksi terhadap asam sebab terdiri dari oksida-oksida asam seperti Si O_2 dan *Alumina*.

Semen merah bila dicampur dengan kapur dan air akan mengeras, karena bahan tersebut mengandung *Silika Amorf* didalam mineral-mineralnya yang membentuk senyawa kalsium hidrosilikat.

Reaksi diduga sebagai berikut:



Disamping itu juga terjadi reaksi antara *Alumina* dengan kapur dan air membentuk senyawa *Kalsium Hidroaluminat* sebagai berikut:



Semen merah biasanya digunakan sebagai perekat dalam mortar (**Ilmu Bahan Bangunan, Heinz Frick dan Ch. Koesmartadi**).

3.5 Batu Kapur

Batu kapur adalah batuan alam, batu kapur ini mempunyai 3 penggolongan lapisan menurut kekerasannya, lapisan paling luar adalah lapisan yang paling lunak, lapisan ini berwarna putih kekuningan, lapisan ini tidak digunakan, karena mudah hancur, lapisan ini seperti tanah liat yang kering. Lapisan kedua berwarna putih agak keabuan, lapisan ini lebih keras sedikit dari lapisan terluar tadi, lapisan ini biasanya digunakan sebagai bahan baku pengrajin ukiran patung, dikarenakan lapisan ini sangat mudah dibentuk dengan pahat batu atau alat lainnya. Lapisan paling dalam berwarna krem, lapisan ini mempunyai kekuatan paling kuat diantara kedua lapisan yang telah disebutkan terdahulu.

Batu kapur ini cukup keras untuk dijadikan bahan utama pembuatan dinding penahan tanah sebagai alternatif dari pasangan batu gunung atau batu kali, dikarenakan sumber daya alam yang sangat banyak terletak disebelah selatan kota yogyakarta terutama didaerah Prambanan dan Wonosari, memungkinkan masyarakat memakai sumber daya ini untuk penghematan biaya dalam pembangunan konstruksi sederhana, contohnya adalah untuk dinding penahan tanah, pagar atau untuk pembuatan pondasi pada rumah-rumah mereka. Batu kapur ini mempunyai kekuatan tegangan sedang ($8 \text{ kg/cm}^2 - 18 \text{ kg/cm}^2$) diantara batuan cadas lainnya (Heinz frick, 1999).

Batu kapur sebagai bahan utama pembuatan dinding penahan tanah , adalah batuan menengah menurut penggolongan kekerasannya, batu kapur ini mengandung mineral, kuarsa, mikafespar, lempung (Heinz frick, 1999).

3.6 Mortar

Salah satu yang menentukan kekuatan dinding penahan adalah bahan pengikat batuan yang berupa mortar, mortar (sering disebut juga *mortel* atau *speci*) ialah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat dan air. Bahan perekat dapat berupa tanah liat, kapur dan atau semen. Tanah liat disebut sebagai mortar Lumpur (*mud mortar*), sedangkan kapur disebut sebagai mortar kapur, begitu pula semen yang dipakai sebagai bahan perekat disebut mortar semen. Adapun macam-macam dari mortar ini dibedakan menjadi 3 macam, yaitu mortar Lumpur, mortar kapur dan mortar semen (Kardiyono, 1992).

Mortar yang baik menurut Kardiyono adalah harus memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Murah
2. Tahan lama atau awet
3. Mudah dikerjakan (diaduk, diangkut, dipasang dan diratakan)
4. Melekat dengan baik pada bata atau batuan lainnya
5. Cepat kering atau keras
6. Tahan terhadap rembesan air
7. Tidak timbul retak-retak setelah dipasang.

konsultan sebagai acuan dalam menghitung RAB, sehingga penulis menggunakan metode NON BOW (Modern) untuk menghitung RAB dalam penelitian ini.

Komponen-komponen penyusun RAB meliputi kebutuhan material, upah (tenaga kerja) dan alat tiap pekerjaan, juga biaya tak langsung (khususnya overhead cost) serta keuntungan proyek.

Perhitungan anggaran biaya biasanya terdiri dari 5 hal yang pokok :

1. Bahan-bahan : Menghitung banyaknya bahan yang dipakai dan harganya.
2. Buruh / pekerja : Menghitung jam kerja yang dibutuhkan dan jam kerjanya.
3. Peralatan : Menghitung jenis dan banyaknya peralatan yang dipakai dan biayanya.
4. Overhead : Menghitung biaya-biaya tak terduga yang perlu diadakan.
5. Profit : Menghitung presentase keuntungan dari waktu, tempat dan jenis pekerjaan.

3.8. Koefisien Rencana Anggaran Biaya

Koefisien rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan komposisi kandungan air dan udara (bahan perekat basah) pada suatu bahan dan volume kebutuhan spesi (Dept. Riset dan Pengembangan P2SDM).

Tabel 3.1 Komposisi Bahan Perekat Basah

No	Nama Bahan	Bahan Perekat Basah (%)
1	Semen (Pc)	76
2	Semen Merah	74,5
3	Kapur	52
4	Pasir	67,5

Tabel 3.2 Kebutuhan Spesi

No.	Pekerjaan	Satuan Pekerjaan	Kebutuhan Bahan Pokok	Kebutuhan Spesi
1	Pasangan batu untuk pondasi	M ³	1,1 – 1,2 M ³	0,45 M ³
2	Pasangan batu untuk talud	M ³	1,05 – 1,1 M ³	0,45 M ³

Dari data diatas maka dapat dihitung harga satuan pekerjaan sebagai berikut:

H.S.P = Koefisien bahan x Harga Satuan Bahan.....(3.50)

RAB = Volume pekerjaan x Harga Satuan Pekerjaan (H.S.P).....(3.51)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Bahan Penelitian

1. Tanah

Dalam penelitian ini sampel tanah yang digunakan adalah data tanah dari Proyek Perumahan Taman siswa Indah Yogyakarta.

2. Pecahan Bata Merah

Digunakan pecahan bata merah diambil dari pabrik atau perusahaan bata merah di Kec. Banguntapan Kab. Bantul Yogyakarta.

3. Batu Kapur

Batu kapur yang digunakan berasal dari pegunungan batu kapur di Kab. Gunung Kidul Yogyakarta

4. Semen Portland

Semen yang digunakan adalah semen Gresik (1 zak = 40 Kg)

4.2 Peralatan yang digunakan

4.2.1 Peralatan untuk membuat benda uji

1. Ember

2. Cetok

3. Sekop

4. Ayakan

5. Palu

6. Gergaji
7. Amplas
8. Triplek
9. Kayu
10. Plastik

4.2.2 Peralatan pada saat pengujian

11. Mesin Geser merk Shimatzu UMH 30 kapasitas 30 Ton
12. Mesin Desak merk Controls kapasitas 200 Ton
13. Dial, berfungsi untuk mengetahui penurunan benda uji pada saat uji desak
14. Timbangan

4.2.3 Peralatan pada saat perhitungan RAB

1. Komputer dengan program Excel

4.3 Data yang Diperlukan

4.3.1 Data Tanah

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)

4.3.2 Data Uji Geser mortar

1. Berat sample (W), dalam (Kg)
2. Pertambahan beban (ΔP), dalam (Kg)
3. Beban maksimum (P_{max}), dalam (Kg)
4. Tinggi awal (L_0)
5. Perpendekan (ΔL), dalam (Cm)
6. Dimensi sample (panjang, lebar dan tinggi), dalam (Cm)
7. Luas (A), dalam (Cm^2)
8. Volume, dalam (Cm^3)
9. Berat Volume (γ), dalam (Kg/cm^3)
10. Tegangan (σ), dalam (Kg/cm^2)
11. Regangan (ϵ)

4.3.3 Data Uji Desak Sampel

1. Berat sample (W), dalam (Kg)
2. Pertambahan beban (ΔP), dalam (Kg)
3. Beban maksimum (P_{max}), dalam (Kg)
4. Tinggi awal (L_0)
5. Perpendekan (ΔL), dalam (Cm)
6. Dimensi sample (panjang, lebar dan tinggi), dalam (Cm)
7. Luas (A), dalam (Cm^2)

8. Volume, dalam (Cm^3)
9. Berat Volume (γ), dalam (Kg/cm^3)
10. Tegangan (σ), dalam (Kg/cm^2)
11. Regangan (ϵ)

4.4 Uji yang dilaksanakan dan variasi sample

Uji yang dilaksanakan adalah uji desak pasangan dinding penahan tanah batu kapur dengan mortar campuran semen merah dan uji geser mortar yaitu campuran semen (PC), semen merah, kapur dan pasir serta uji berat volume. Adapun ukuran sample untuk pengujian adalah:

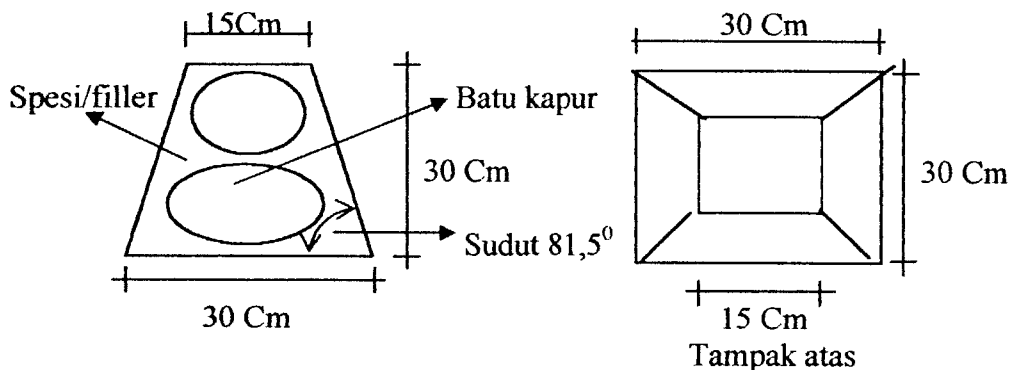
Tabel 4.1 Dimensi benda uji

Jenis Pengujian	Ukuran (Cm)		
	tinggi	sisi atas	Sisi bawah
Uji Desak Campuran	30	15	30
Uji Geser Mortar	5	5	5

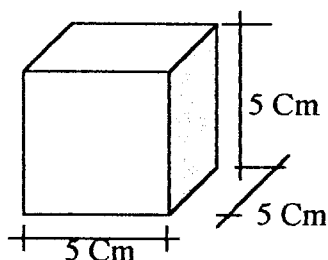
4.5 Metode Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang nantinya akan digunakan pada saat pengujian ini menggunakan metode sebagai berikut :

1. Desain cetakan benda uji terbuat dari kayu dan triplek yang kemudian pada bagian dalamnya ditutupi dengan plastik. Adapun bentuk cetakan untuk uji desak adalah trapesium sedangkan untuk uji geser adalah kubus.



Gambar 4.1.1 Contoh Benda Uji Desak Dinding Penahan Tanah



Gambar 4.1.2 Contoh Benda Uji Geser Mortar

2. Sampel dibuat sebanyak 12 buah untuk uji geser, 3 buah untuk uji desak.
3. Mortar dan campuran pasangan yang digunakan adalah dengan perbandingan:

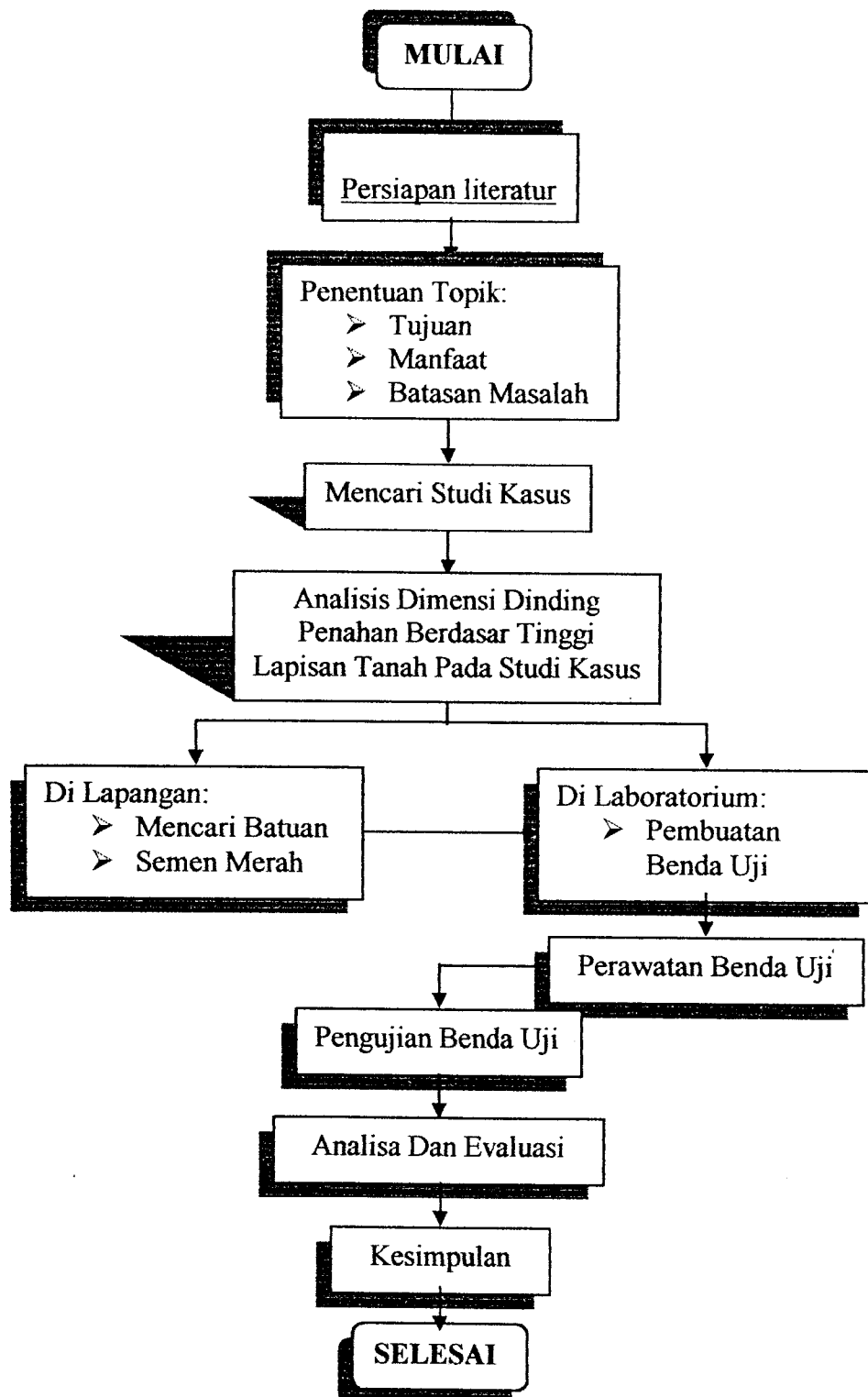
Tabel 4.2 Perbandingan campuran benda uji

UJI GESER MORTAR					UJI DESAK CAMPURAN		
Sampel	Semen (PC)	Semen Merah	Bubuk Kapur	Pasir	Sampel	Mortar	Batu Kapur (buah)
I	¼	1	1	3	I II III	Campuran mortar terbaik	3
II	¼	1	1	4			
III	¼	1	1	5			
IV	¼	1	1	6			

4. Pada uji desak, Batu kapur yang telah tersedia disusun satu persatu didalam cetakan seperti pada gambar 4.1.1 dan ditambah mortar campuran semen merah dengan perbandingan tabel 4.2.
5. Pada uji geser terdiri dari; semen (PC), semen merah, bubuk kapur dan pasir serta air dicampur dengan perbandingan seperti tabel 4.2. dan dituang dalam cetakan pada Gambar 4.1.2.
6. Ditunggu sampai batas waktu tertentu, lalu dilepas dari cetakan
7. Jumlah sample untuk masing masing campuran adalah 3 buah.
8. Pada hari ke-28,campuran tersebut diuji Geser dan Desak di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
9. Uji desak dilakukan pada pasangan batu kapur dengan mortar terbaik

4.6 Analisis Dinding Gravitasi Berdasar Berat Jenis Campuran Benda Uji

Setelah didapat nilai berat jenis dari setiap campuran agregat kapur dengan mortar campuran semen merah, 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 4.2 Flow chart tahapan penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN

5.1 Data Tanah

Data tanah yang diperoleh merupakan data dari proyek Perumahan Tamansiswa Indah dengan consultan perencana P.T. INTAN TUNGGAL KHARISMA.

Adapun data-data yang diperoleh dari proyek tersebut adalah:

- a) Data hasil uji laboratorium
- b) Data hasil pemboran (Bor Dangkal)

5.1.1. Data Hasil Uji Laboratorium

Proyek : Perumahan Taman Siswa Indah

Lokasi : Mergangsan, Yogyakarta

Tabel 5.1.1. Rangkuman Hasil Uji Laboratorium

No. Bor	Dalam m	γ_b g/cm ³	γ_d g/cm ³	Wn %	Gs	e	S %	%lewat saringan NO.200	ϕ degree	C Kg/cm ²
T.11	1.00	1.64	1.53	7.4	2.70	0.77	26	2.30	37	0.00
	2.40	1.94	1.59	21.7	2.69	0.69	85	17.80	39	0.25
	3.00	2.10	1.84	14.4	2.71	0.48	82	14.20	47	0.01

5.1.2. Data Hasil Pemboran (Bor Dangkal)

Proyek : Perumahan Taman Siswa Indah







Elevasi : + 99,66 m

Lokasi : Mergangsan, Yogyakarta

Tanggal : 11 – 2 – 1999

Titik bor : T.11 (Bor 3)

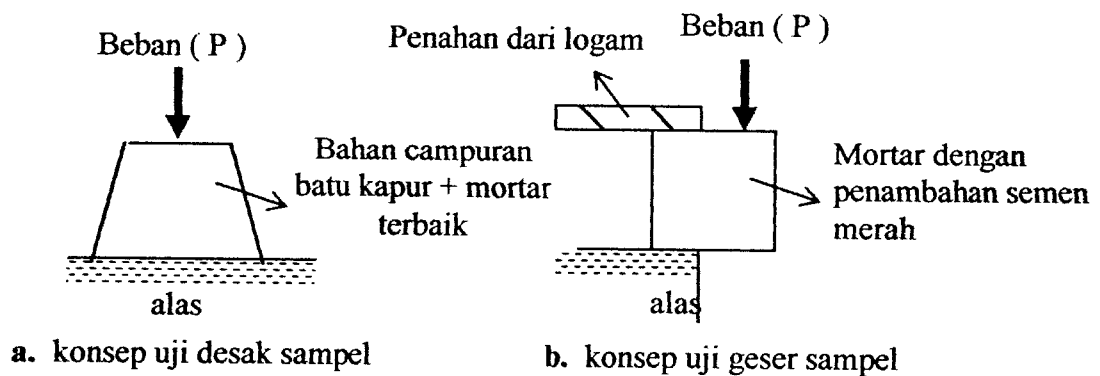
Tabel 5.1.2. Tabel Hasil Pemboran

Skala (m)	Ke- dalam- an (m)		Deskripsi Tanah	Muka Air Tanah (m)
0,50	0.60		Pasir lanau coklat abu-abu	
1,00	1.60		Pasir berlanau coklat abu-abu	
1,50	2.40		Pasir sedang coklat abu-abu	
2,00	2.80		Pasir lanau coklat abu-abu	
2,50	3.40		Pasir berlanau coklat abu-abu	
3,00	3.40		Pasir berlanau coklat abu-abu berkerikil	
3,50				
4,00				

5.2. Proses Pengujian Sampel

Uji sampel dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia, sampel diuji pada umur 28 hari. Cara pembuatan sampel, jumlah sampel, dan pengujian sampel berdasarkan laporan praktikum Bahan Konstruksi Teknik tahun 2002.

Gambaran konsep dasar pelaksanaan uji desak dan uji geser pada sampel adalah sebagai berikut :



Gambar 5.1 konsep uji sampel

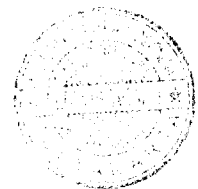
5.2.1 Pengujian Geser Mortar

Pengujian geser mortar dilakukan pada umur 28 hari dengan 3 jumlah sample untuk masing-masing campuran:

- 1) Campuran 1 (1/4 Pc : 1 Semen merah : 1 Kapur : 3 Pasir)
- 2) Campuran 2 (1/4 Pc : 1 Semen merah : 1 Kapur : 4 Pasir)
- 3) Campuran 3 (1/4 Pc : 1 Semen merah : 1 Kapur : 5 Pasir)
- 4) Campuran 4 (1/4 Pc : 1 Semen merah : 1 Kapur : 6 Pasir)

Tabel 5.2.1.1 Pengujian geser mortar campuran 1 (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps)

Sampel1 P Kg	Sampel2 P Kg	Sampel3 P Kg	$\Delta L1$ 10^{-3} cm	$\Delta L2$ 10^{-3} cm	$\Delta L3$ 10^{-3} cm	ΔP	A cm^2	σ Kg/ cm^2	ΔL 10^{-3} cm	Lo cm	ϵ 10^{-3}
0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
5	5	5	73	44	41	5	25	0.2	52.66667	5	10.53333
10	10	10	99	63	60	10	25	0.4	74	5	14.8
15	15	15	115	85	71	15	25	0.6	90.33333	5	18.06667
20	20	20	135	99	82	20	25	0.8	105.3333	5	21.06667
25	25	25	161	118	98	25	25	1	125.6667	5	25.13333
29	29.2	29.55	190	180.5	171.5	29.25	25	1.17	180.6667	5	36.13333



Tabel 5.2.1.1.2 Pengujian geser mortar campuran 2 (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 4 Ps)

Sampel1 P Kg	Sampel2 P Kg	Sampel3 P Kg	$\Delta L1$ 10^{-3} cm	$\Delta L2$ 10^{-3} cm	$\Delta L3$ 10^{-3} cm	ΔP cm ²	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10^{-3} cm	Lo cm	ϵ 10^{-3}
0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
5	5	5	67	64	60	5	25	0.2	63.66667	5	12.73333
10	10	10	80	75	65	10	25	0.4	73.33333	5	14.66667
15	15	15	101.5	98	101	15	25	0.6	100.1667	5	20.03333
20	20	20	143	121	121	20	25	0.8	128.3333	5	25.66667
25	25	25	160	155	138	25	25	1	151	5	30.2
26.4	28.1	26.5	193	181	187.5	27	25	1.08	187.1667	5	37.43333

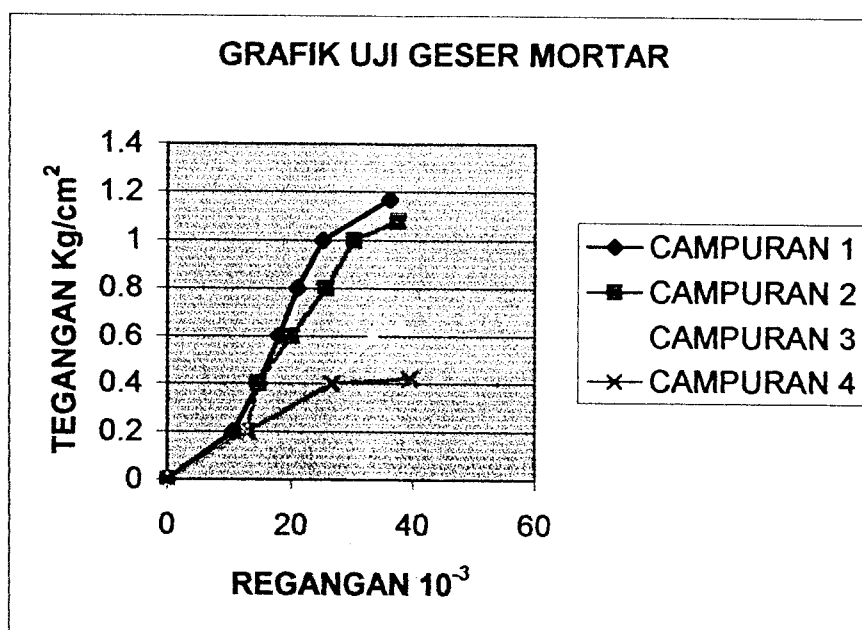
Tabel 5.2.1.3 Pengujian geser mortar campuran 3 (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 5 Ps)

Sampel1 P Kg	Sampel2 P Kg	Sampel3 P Kg	$\Delta L1$ 10^{-3} cm	$\Delta L2$ 10^{-3} cm	$\Delta L3$ 10^{-3} cm	ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10^{-3} cm	Lo cm	ϵ 10^{-3}
0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
5	5	5	73.5	62	58	5	25	0.2	64.5	5	12.9
10	10	10	152	135	112.5	10	25	0.4	133.1667	5	26.63333
15	15	15	176	163	163	15	25	0.6	167.3333	5	33.46667
15.5	16.1	16.5	200	181	190	16.03333	25	0.641333	190.3333	5	38.06667

Tabel 5.2.1.4 Pengujian geser mortar campuran 4 (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 6 Ps)

Sampel1 P Kg	Sampel2 P Kg	Sampel3 P Kg	$\Delta L1$ 10^3 cm	$\Delta L2$ 10^3 cm	$\Delta L3$ 10^3 cm	ΔP	A cm^2	σ Kg/ cm^2	ΔL 10^3 cm	Lo cm	ϵ 10^{-3}
0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
5	5	5	58	62	73.5	5	25	0.2	64.5	5	12.9
10	10	10	112.5	135	152	10	25	0.4	133.1667	5	26.63333
10.2	10.5	10.8	162.5	205	225	10.5	25	0.42	197.5	5	39.5

Dari table-tabel pengujian geser mortar dengan 4 variasi campuran yang terdiri dari 3 sampel untuk setiap campuran, dihitung nilai rata-rata tegangan dan regangannya maka dapat dibuat grafik seperti gambar 5.2 dibawah ini:



Gambar 5.2 Grafik Uji Geser Mortar

Gambar 5.2 menunjukkan grafik hubungan antara tegangan (σ) dan regangan (ϵ) untuk pengujian geser mortar campuran dengan 4 variasi campuran. Grafik menunjukkan bahwa untuk campuran 1 ($1/4 \text{ Pc} : 1 \text{ Sm} : 1 \text{ Kp} : 3 \text{ Ps}$) memiliki kekuatan lebih besar dari variasi campuran 2 ($1/4 \text{ Pc} : 1 \text{ Sm} : 1 \text{ Kp} : 4 \text{ Ps}$), campuran 3 ($1/4 \text{ Pc} : 1 \text{ Sm} : 1 \text{ Kp} : 5 \text{ Ps}$) dan campuran 4 ($1/4 \text{ Pc} : 1 \text{ Sm} : 1 \text{ Kp} : 6 \text{ Ps}$).

Campuran 1 memiliki tegangan sebesar $1,17 \text{ Kg/cm}^2$ terjadi pada regangan $36,1333 \times 10^{-3}$, campuran 2 memiliki tegangan sebesar $1,08 \text{ Kg/cm}^2$ terjadi pada

regangan $37,4333 \times 10^{-3}$, campuran 3 dan campuran 4 memiliki kekuatan yang jauh lebih kecil dari campuran 1 dan campuran 2. Campuran 3 memiliki tegangan sebesar $0,642 \text{ Kg/cm}^2$ terjadi pada regangan $38,0667 \times 10^{-3}$ dan campuran 4 memiliki tegangan sebesar $0,42 \text{ Kg/cm}^2$ terjadi pada regangan $39,5 \times 10^{-3}$.

Dapat disimpulkan bahwa pada pengujian geser mortar ini, mortar campuran 1 dengan perbandingan $\frac{1}{4} \text{ Pc} : 1 \text{ Sm} : 1 \text{ Kp} : 3 \text{ Ps}$ merupakan mortar campuran terbaik dengan nilai:

$$\begin{aligned}\tau_{\text{geser}} &= 1,17 \text{ Kg/cm}^2 \\ \epsilon &= 36,1333 \times 10^{-3} \\ \gamma &= 2.344 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

Mortar campuran 1 ini akan digunakan untuk mortar pasangan batu kapur kemudian pasangan batu kapur dengan mortar campuran 1 tersebut akan diuji desak.

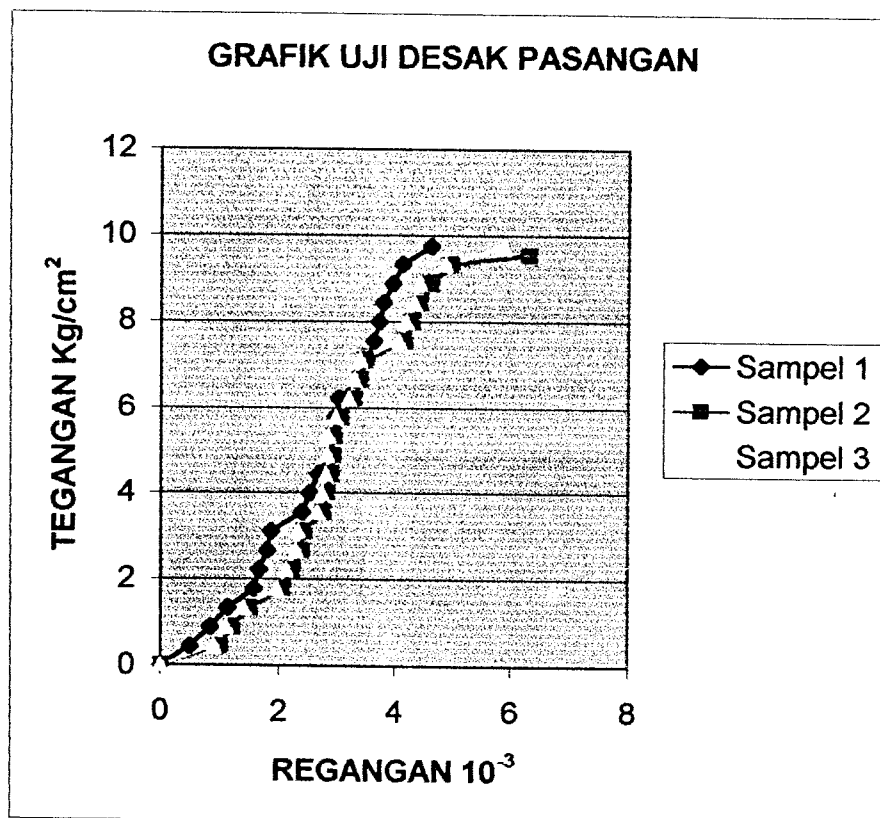
Tabel 5.2.2.1 Pengujian desak pasangan batu kapur dengan mortar campuran 1 (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps)

Sampel1 P Kg	Sampel2 P Kg	Sampel3 P Kg	$\Delta L1$ 10^{-3} cm	$\Delta L2$ 10^{-3} cm	$\Delta L3$ 10^{-3} cm	ΔP	A cm^2	σ Kg/cm ²	ΔL 10^{-3} cm	Lo cm	ϵ 10^{-3}
0	0	0	0	0	0	0	225	0	0	30	0
100	100	100	15	30	27	100	225	0.444444	24	30	0.8
200	200	200	25	36	33	200	225	0.888889	31.33333	30	1.044444
300	300	300	34	45	42	300	225	1.333333	40.33333	30	1.344444
400	400	400	47	62	59	400	225	1.777778	56	30	1.866667
500	500	500	50	67	64	500	225	2.222222	60.33333	30	2.011111
600	600	600	54	72	69	600	225	2.666667	65	30	2.166667
700	700	700	56	73	70	700	225	3.111111	66.33333	30	2.211111
800	800	800	72	83	80	800	225	3.555556	78.33333	30	2.611111
900	900	900	76	85	82	900	225	4	81	30	2.7
1000	1000	1000	80.5	87	84	1000	225	4.444444	83.83333	30	2.794444
1100	1100	1100	87	88	85	1100	225	4.888889	86.66667	30	2.888889
1200	1200	1200	88	88.5	85.5	1200	225	5.333333	87.33333	30	2.911111
1300	1300	1300	89	92	89	1300	225	5.777778	90	30	3
1400	1400	1400	91	99	96	1400	225	6.222222	95.33333	30	3.177778
1500	1500	1500	102	102	99	1500	225	6.666667	101	30	3.366667
1600	1600	1600	105	105	102	1600	225	7.111111	104	30	3.466667
1700	1700	1700	109	125	122	1700	225	7.555556	118.6667	30	3.955556
1800	1800	1800	112	129	126	1800	225	8	122.3333	30	4.077778

5.2.2 Pengujian Desak Pasangan dengan Mortar Terbaik

Pengujian desak pasangan menggunakan mortar terbaik dari pengujian geser mortar campuran dengan umur 28 hari. Adapun perbandingan mortar terbaik dari campuran adalah (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps). Pengujian desak dilakukan pada 3 buah sampel untuk campuran mortar yang sama.

Dari tabel pengujian desak, dapat dibuat grafik hubungan tegangan (σ) dan regangan (ϵ) sebagai berikut:



Gambar 5.3. Grafik Uji Desak Pasangan

Tegangan yang terjadi merupakan tegangan rata-rata dari sampel 1, sampel 2 dan sampel 3. Sampel 1 memiliki tegangan maksimum sebesar $9,7556 \text{ Kg/cm}^2$ terjadi pada regangan $4,63 \times 10^{-3}$, tegangan maksimum yang terjadi pada sample 2 sebesar $9,5556 \text{ Kg/cm}^2$ terjadi pada regangan $6,3 \times 10^{-3}$ dan sample 3 memiliki tegangan maksimum sebesar $9,7556 \text{ Kg/cm}^2$ terjadi pada regangan $5,8667 \times 10^{-3}$.

Tabel 5.2.2.2 Data uji desak pasangan

Sampel	σ (Kg/cm^2)	ϵ (10^{-3})	γ (gr/cm^3)
1	9,7556	4,63	2,17
2	9,5556	6,3	2,09
3	9,7556	5,8667	2,16

Dari data tersebut, diambil nilai rata-rata dari tegangan dan regangan maksimum yang terjadi, dengan nilai:

$$\sigma = \frac{\sigma \text{ sampel 1} + \sigma \text{ sampel 2} + \sigma \text{ sampel 3}}{3}$$

$$\sigma = \frac{9,7556 + 9,5556 + 9,7556}{3}$$

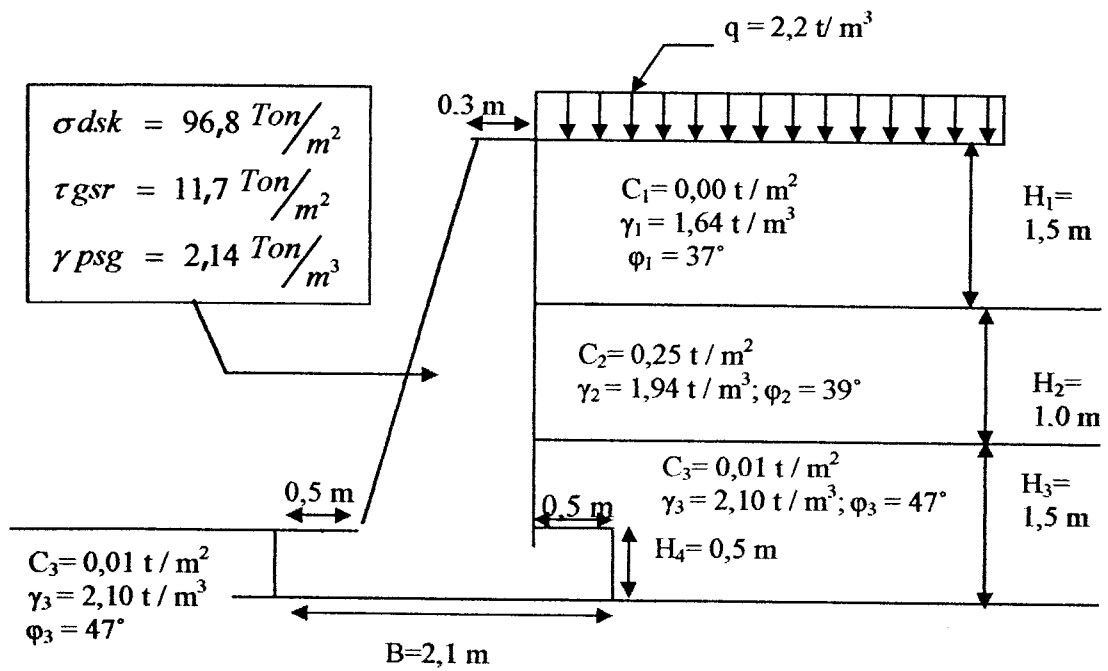
$$\sigma = 9,688 \text{ Kg/cm}^2 \text{ dengan regangan } (\epsilon) = 5,6 \times 10^{-3}$$

$$\gamma \text{ pasangan} = 2,14 \text{ gr/cm}^3$$

Dari hasil pengujian geser mortar dan desak pasangan, maka data yang digunakan untuk perencanaan dinding penahan tanah dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.2.2.3 Pengujian Desak Pasangan dengan Mortar Terbaik

σ desak	$9,688 \text{ Kg/cm}^2$
τ geser	$1,17 \text{ Kg/cm}^2$
γ pasangan	$2,14 \text{ gr/cm}^3$



Gambar 5.4. Data Tanah dan Desain Rencana Dinding Penahan Tanah

BAB VI

STUDI KASUS

Pada studi kasus ini penulis mengambil studi kasus Proyek Perumahan Taman Siswa Indah Yogyakarta dengan panjang struktur dinding penahan tanah (L) 350 meter. Studi kasus ini membandingkan kekuatan pasangan dinding penahan tanah dan biaya yang diperlukan antara kondisi lapangan dan desain rencana dengan data-data dari lapangan dan pengujian sebagai berikut:

1. Kondisi lapangan:

a) Pasangan

- Struktur terdiri dari pasangan batu kali dengan mortar campuran (1 Pc : 3 Kp : 10 Ps)
- Kekuatan bahan:

$$\begin{aligned}\sigma_{dsk} &= 152 \text{ Ton/m}^2 \\ \tau_{gsr} &= 15 \text{ Ton/m}^2 \\ \gamma_{pas} &= 2,2 \text{ Ton/m}^3\end{aligned}$$

b) Data tanah

- Kedalaman 0,0 – (-1,5) meter

$$C_1 = 0,0 \text{ T/m}^2 ; \gamma_1 = 1,64 \text{ T/m}^3 ; \varphi_1 = 37^\circ$$

- Kedalaman $-1,5 - (-2,5)$ meter

$$C_2 = 0,25 \frac{T}{m^2} ; \gamma_2 = 1,94 \frac{T}{m^3} ; \varphi_2 = 39^\circ$$

- Kedalaman $-2,5 - (-4,0)$ meter

$$C_3 = 0,01 \frac{T}{m^2} ; \gamma_3 = 2,10 \frac{T}{m^3} ; \varphi_3 = 47^\circ$$

2. Desain rencana:

a) Pasangan

- Struktur terdiri dari pasangan batu kapur dengan mortar campuran
(1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps)
- Kekuatan bahan:

$$\sigma_{dsk} = 96,88 \frac{\text{Ton}}{m^2}$$

$$\tau_{gsr} = 11,7 \frac{\text{Ton}}{m^2}$$

$$\gamma_{pas} = 2,14 \frac{\text{Ton}}{m^3}$$

b) Data tanah

- Kedalaman $0,0 - (-1,5)$ meter

$$C_1 = 0,0 \frac{T}{m^2} ; \gamma_1 = 1,64 \frac{T}{m^3} ; \varphi_1 = 37^\circ$$

- Kedalaman $-1,5 - (-2,5)$ meter

$$C_2 = 0,25 \frac{T}{m^2} ; \gamma_2 = 1,94 \frac{T}{m^3} ; \varphi_2 = 39^\circ$$

- Kedalaman $-2,5 - (-4,0)$ meter

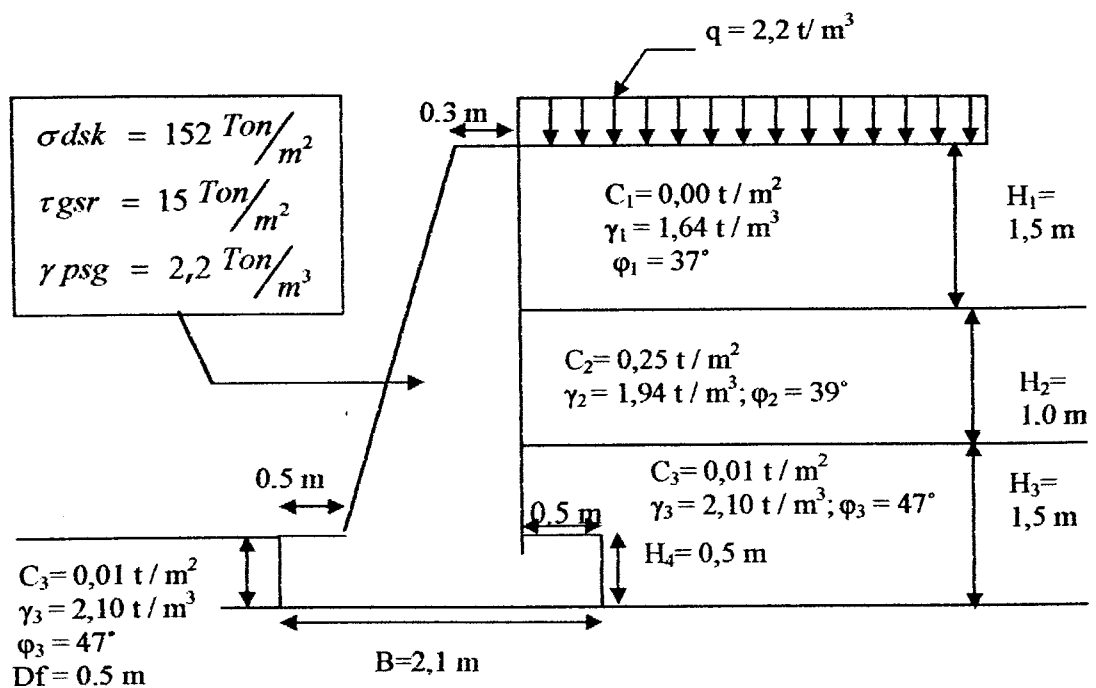
$$C_3 = 0,01 \frac{T}{m^2} ; \gamma_3 = 2,10 \frac{T}{m^3} ; \varphi_3 = 47^\circ$$

Dari data diatas, kondisi lapangan dan desain memiliki data tanah yang sama, sehingga koefisien tekanan tanah aktif dan pasif juga sama.

Tabel 6.1. Koefisien tekanan tanah aktif dan pasif

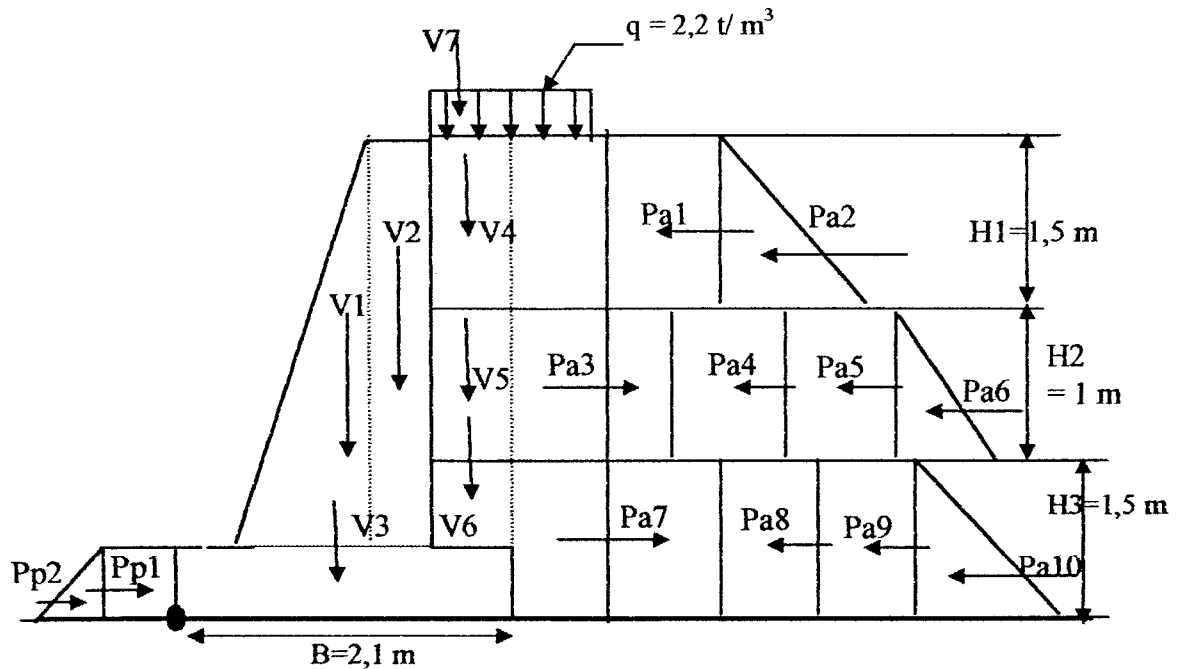
koefisien	ϕ	Nilai
Ka 1	37	0.248584
Ka 2	39	0.227506
Ka 3	47	0.155165
Kp	47	6.444733

6.1. Kondisi Lapangan (Pasangan Batu Kali)



Gambar 6.1. Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kali

6.1.1. Analisis Tekanan Tanah Aktif dan Tanah Pasif



Gambar 6.2. Diagram Distribusi Tekanan Lateral Tanah

a. Pengaruh Kohesi tanah

$$Pa_3 = -2 \times C_2 \times \sqrt{Ka_2} \times H_2$$

$$Pa_7 = -2 \times C_3 \times \sqrt{Ka_3} \times H_3$$

$$Pp_1 = +2 \times C_3 \times \sqrt{Kp} \times D_f$$

b. Tekanan Tanah Aktif

$$Pa_1 = q \times Ka_1 \times h_1$$

$$Pa_2 = \frac{1}{2} \times \gamma_1 \times h_1^2 \times Ka_1$$

$$Pa_3 = -2 \times c_2 \times \sqrt{Ka_2} \times h_2$$

$$Pa_4 = q \times Ka_2 \times h_2$$

$$Pa_5 = \gamma_1 \times h_1 \times h_2 \times Ka_2$$

$$Pa_6 = \frac{1}{2} \times \gamma_2 \times h_2^2 \times Ka_2$$

$$Pa_7 = -2 \times c_3 \times \sqrt{Ka_3} \times h_3$$

$$Pa_8 = q \times Ka_3 \times h_3$$

$$Pa_9 = (h_1 \times \gamma_1 + h_2 \times \gamma_2) h_3 \times Ka_3$$

$$Pa_{10} = \frac{1}{2} \times \gamma_3 \times h_3^2 \times Ka_3$$

Jadi total tekanan tanah aktif menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Ea = (Pa1 + Pa2 + Pa4 + Pa5 + Pa6 + Pa8 + Pa9 + Pa10) - (Pa3 + Pa7)$$

c. Tekanan Tanah Pasif

$$Pp_1 = 2 \times c_3 \times \sqrt{Kp_3} \times Df$$

$$Pp_2 = \frac{1}{2} \times \gamma_3 \times Df^2 \times Kp_3$$

Jadi total tekanan tanah pasif menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Ep = Pp_1 + Pp_2$$

Tabel 6.2. Data tanah dan koefisien tekanan tanah

Lapis	Hi m	Ci (t/m ²)	γi (t/m ³)	φi (degree)	q (t/m ³)	Ka	Kp
I	1.5	0.00	1.71	38	2.2	0.248584	
II	1	0.25	1.94	39	2.2	0.227506	
III	1.5	0.01	2.1	47	2.2	0.155165	
Df	0.5	0.01	2.1	47	0		6.444733

Tabel 6.3. Tekanan tanah aktif dan momen yang terjadi terhadap titik A

Tekanan Tanah	P aktif (T/m ²)	Panjang lengan (m)	M Tm'
Pa1	0.820327	3.25	2.666063
Pa2	0.478213	3	1.43464
Pa3	-0.23849	2	-0.47698
Pa4	0.500513	2	1.001026
Pa5	0.637618	2	1.275236
Pa6	0.220681	1.833333	0.404582
Pa7	-0.01182	0.75	-0.00886
Pa8	0.512045	0.75	0.384033
Pa9	0.45153	0.75	0.338648
Pa10	0.366577	0.5	0.183289
ΣPa	3.737199	ΣMa	7.201678

Tabel 6.4. Tekanan tanah pasif dan momen yang terjadi terhadap titik A

Tekanan Tanah	P pasif (T/m ²)	Panjang lengan	M Tm'
Pp1	0.025386	0.25	0.005077
Pp2	1.691742	0.166667	0.225566
ΣPp	1.717129	ΣMp	0.230643

Tabel 6.5. Berat momen perlawanan dinding terhadap titik A

No	Berat Ton	Panjang lengan (m)	M Tm'
V1	3.08	1.033333	3.182667
V2	2.31	1.45	3.3495
V3	2.31	1.05	2.4255
V4	1.23	1.85	2.2755
V5	0.97	1.85	1.7945
V6	1.05	1.85	1.9425
V7	0.0055	1.85	0.010175
ΣV	10.95	ΣMr	14.97017

6.1.2 Tinjauan Stabilitas Terhadap Gaya Eksternal

a. Stabilitas terhadap bahaya guling

$$SF = \frac{\Sigma Mr}{\Sigma Ma} > 2$$

Tabel 6.6. Tinjauan stabilitas terhadap bahaya guling

ΣMa Tm'	ΣMp Tm'	ΣMr Tm'
7.201678	0.230643	14.97017
SF	2.110732	Aman

b. Stabilitas terhadap bahaya geser

$$Rb = (C_3 \times B) + (\Sigma V \times Tg\phi_3)$$

$$SF = \frac{Rb}{\Sigma Pa} > 2$$

Tabel 6.7. Tinjauan stabilitas terhadap bahaya geser

Kohesi (C) (T/m ²)	B (m)	ΣV (Ton)	tg φ	ΣPa (T/m ²)
0.01	2.1	10.95	1.07236	3.737199
SF		3.163016	Aman	

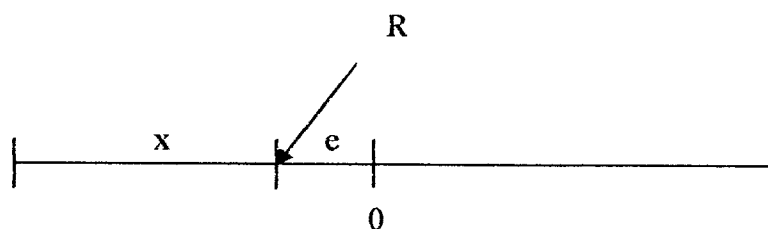
c. Stabilitas terhadap daya dukung tanah

Letak resultante (R) terhadap pusat berat alas pondasi:

$$x = \frac{\Sigma M_{total}}{\Sigma V} = \frac{((0,230643 + 14,97017) - 7,201678)}{10,95} = 0,7305 \text{ m}$$

$$e = x - \frac{B}{2} = 0,7305 - \frac{2,1}{2} = -0,3194 \text{ m} < \left(\frac{B}{6} = 0,35 \text{ m} \right)$$

Dari nilai diatas dapat dijelaskan bahwa seluruh alas pondasi menderita desak.



Tinjauan stabilitas terhadap daya dukung tanah (menurut Terzaghi), $\phi_i = 47^\circ$.

maka didapat nilai :

$$N_c = 229,63$$

$$N_q = 249,7$$

$$N_\gamma = 619,23$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{ult brutto}} &= C \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_3 \cdot N_\gamma \\ &= (0,01 \cdot 229,63) + (2,2 \cdot 249,7) + (0,5 \cdot 2,1 \cdot 2,1 \cdot 619,23) \\ &= 1917,038 \text{ T/m}^2\end{aligned}$$

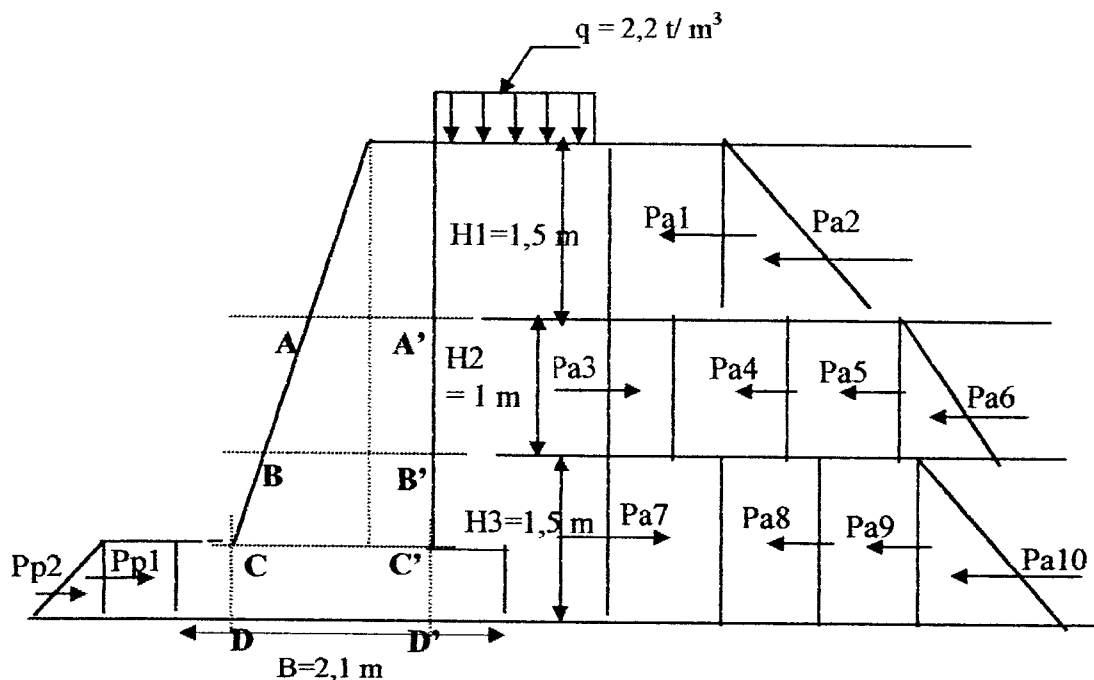
$$\begin{aligned}\sigma_{\text{ult netto}} &= \sigma_{\text{ult brutto}} - (D_f \cdot \gamma_3) \\ &= 1917,038 - (0,5 \cdot 2,1) \\ &= 1915,988 \text{ T/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{netto}} &= \frac{\sigma_{\text{ult netto}}}{SF} = \frac{1915,988}{3} \\ &= 638,662 \text{ T/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{maks}} &= \frac{V}{B \cdot l} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B} \right) = \frac{10,95}{2,1 \cdot 1} \left(1 + \frac{6 \times 0,3194}{2,1} \right) \\ &= 9,972 \text{ T/m}^2 < (\sigma_{\text{tanah}} = 638,662 \text{ T/m}^2)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{min}} &= \frac{V}{B \cdot l} \left(1 - \frac{6 \cdot e}{B} \right) = \frac{10,95}{2,1 \cdot 1} \left(1 - \frac{6 \times 0,3194}{2,1} \right) \\ &= 0,455 \text{ T/m}^2 > 0 \quad (\text{Aman}).\end{aligned}$$

6.1.3 Tinjauan Stabilitas Terhadap Gaya Internal



Gambar 6.3. Diagram Stabilitas Internal Dinding Penahan Tanah

6.1.3.1 Tinjauan terhadap potongan A-A'

Dari gambar 6.3 potongan A-A' terletak pada kedalaman -1,5 meter dari muka tanah dengan tinjauan stabilitas terhadap potongannya adalah sebagai berikut:

Tabel 6.8. Tekanan tanah aktif dan momen yang terjadi pada potongan A-A'

Tekanan Tanah	P aktif (T/m^2)	Panjang lengan (m)	M Tm'
Pa1	0.820327	0.75	0.615245
Pa2	0.478213	0.5	0.239107
ΣPa	1.298541	ΣMa	0.854352

Tabel 6.9 Berat momen perlawanan dinding pada potongan A-A'

No	Berat Ton	Panjang lengan (m)	M Tm'
V1	0.56562	0.2	0.113124
V2	0.99	0.4928	0.487872
ΣV	1.55562	ΣMr	0.600996

Letak resultante (R) terhadap pusat berat potongan A-A':

x	-0.1628651	meter		
e	-0.4842651	> B'/6 =	0.1071333	meter Tarik

Tabel 6.10 Tegangan yang terjadi pada potongan A-A'

Tegangan desak (T/m^2) =	-1.25894	Tegangan desak ijin (T/m^2) =	152	<i>Aman</i>
Tegangan geser (T/m^2) =	2.020132	Tegangan geser ijin (T/m^2) =	15	<i>Aman</i>

6.1.3.2 Tinjauan Terhadap Potongan B-B'

Dari gambar 6.3 potongan B-B' terletak pada kedalaman -2,5 meter dari muka tanah dengan tinjauan stabilitas terhadap potongannya adalah sebagai berikut:

Tabel 6.11 P aktif dan momen yang terjadi pada potongan B-B'

Tekanan Tanah	P aktif (T/m^2)	Panjang lengan (m)	M Tm'
Pa1	0.820327	1.75	1.435573
Pa2	0.478213	1.5	0.71732
Pa3	-0.23849	0.5	-0.11924
Pa4	0.500513	0.5	0.250257
Pa5	0.637618	0.5	0.318809
Pa6	0.220681	0.333333	0.07356
ΣPa	2.418865	ΣMa	2.676275

Tabel 6.12 Berat momen perlawanan dinding pada potongan B-B'

No	Berat Ton	Panjang lengan (m)	M Tm'
V1	1.57135	0.380933	0.59858
V2	1.65	0.7214	1.19031
ΣV	3.22135	ΣMr	1.78889

Letak resultante (R) terhadap pusat berat potongan B-B':

x	-0.2754699	meter		
e	-0.5968699	$> B'/6 =$	0.1071333	meter Tarik

Tabel 6.13 Tegangan yang terjadi pada potongan B-B'

Tegangan desak (T/m^2) =	-7.87437	Tegangan desak ijin (T/m^2) =	152	Aman
Tegangan geser (T/m^2) =	3.763013	Tegangan geser ijin (T/m^2) =	15	Aman

6.1.3.3 Tinjauan Terhadap Potongan C-C'

Dari gambar 6.3 potongan C-C' terletak pada kedalaman -3,5 meter dari muka tanah dengan tinjauan stabilitas terhadap potongannya adalah sebagai berikut:

Tabel 6.14 P aktif dan momen yang terjadi pada potongan C-C'

Tekanan Tanah	P aktif (T/m ²)	Panjang lengan (m)	M Tm'
Pa1	0.820327	2.75	2.2559
Pa2	0.478213	2.5	1.195534
Pa3	-0.23849	1.5	-0.35773
Pa4	0.500513	1.5	0.75077
Pa5	0.637618	1.5	0.956427
Pa6	0.220681	1.333333	0.294241
Pa7	-0.01182	0.5	-0.00591
Pa8	0.512045	0.5	0.256022
Pa9	0.45153	0.5	0.225765
Pa10	0.366577	0.333333	0.122192
ΣPa	3.737199	ΣMa	5.693211

Tabel 6.15 Berat momen perlawanan dinding pada potongan C-C'

No	Berat Ton	Panjang lengan (m)	M Tm'
V1	3.08	0.533333	1.642667
V2	2.31	0.95	2.1945
ΣV	5.39	ΣMr	3.837167

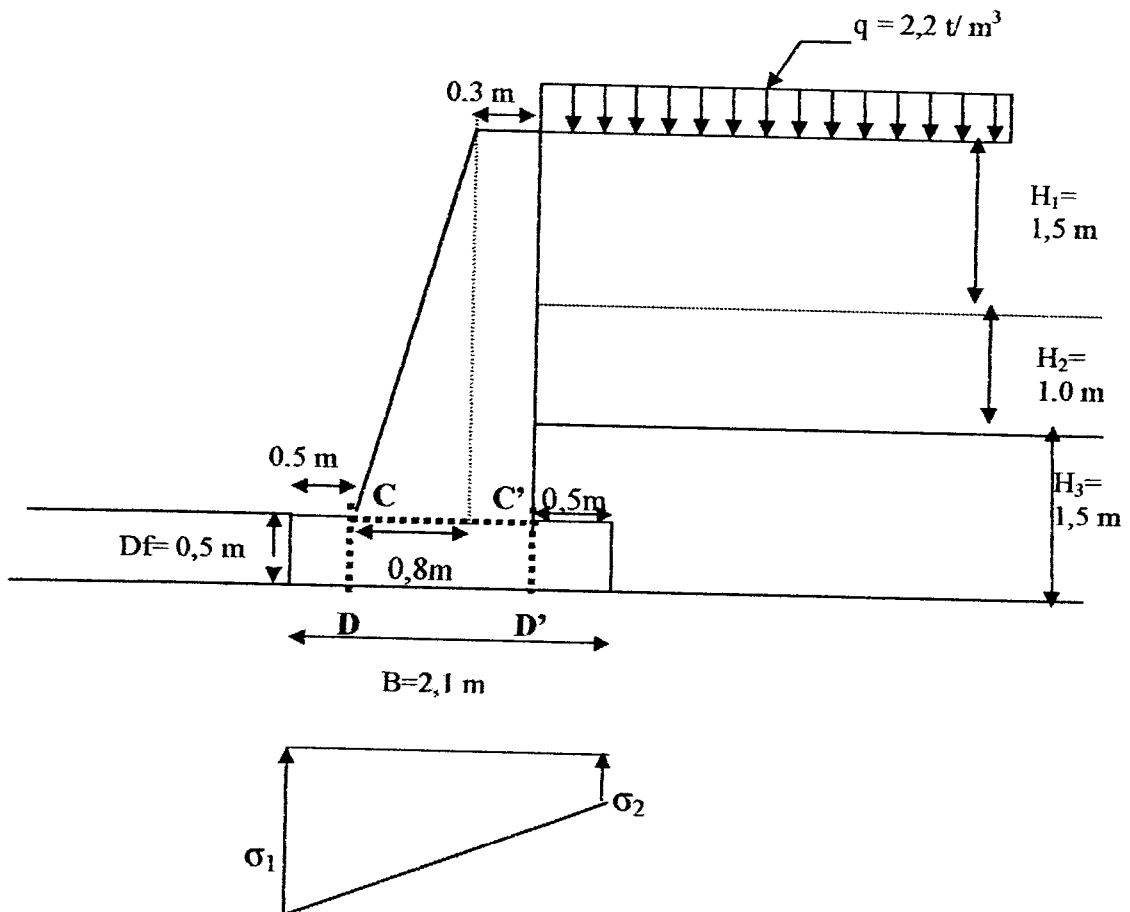
Letak resultante (R) terhadap pusat berat potongan C-C':

$$\begin{aligned}
 x &= -0.3443495 \quad \text{meter} \\
 e &= -0.6657495 > B/6 = 0.1071333 \quad \text{meter} \quad \text{Tarik}
 \end{aligned}$$

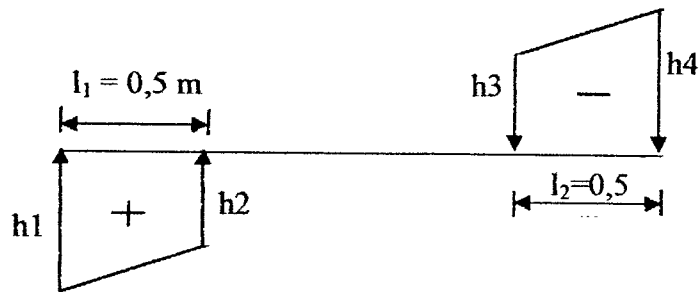
Tabel 6.16 Tegangan yang terjadi pada potongan C-C'

Tegangan desak (T/m^2) = -18.5666	Tegangan desak ijin (T/m^2) = 152	Aman
Tegangan geser (T/m^2) = 5.813938	Tegangan geser ijin (T/m^2) = 15	Aman

6.1.3.4 Tinjauan Stabilitas Ekor Dinding Penahan Tanah



Gambar 6.4. Diagram stabilitas ekor potongan C-D dan potongan C'-D'



Gambar 6.5. Diagram superposisi

$$\sigma_1 = \frac{B - l_1}{B} \times \sigma_{\max} = \frac{2,1 - 0,5}{2,1} \times 9,972 = 7,5977 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{l_2}{B} \times \sigma_{\max} = \frac{0,5}{2,1} \times 9,972 = 2,374 \text{ T/m}^2$$

$$h_1 = \sigma_{\max} - (d \times \gamma_{pas}) = 9,972 - (0,6 \times 2,2) = 8,652 \text{ m}$$

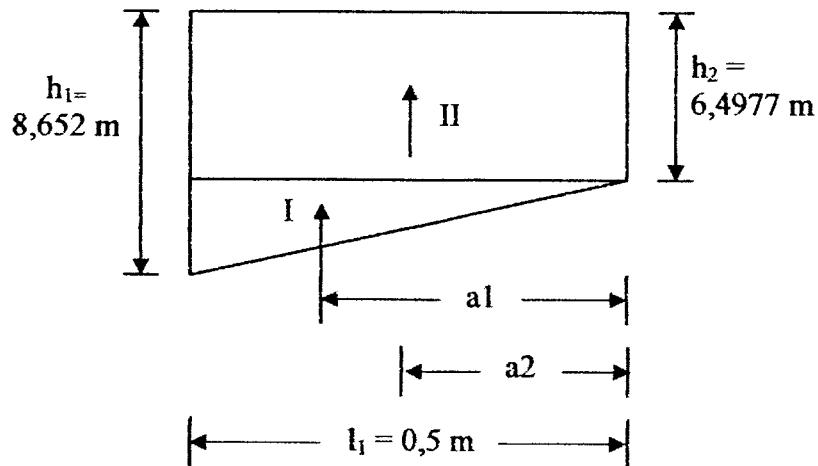
$$h_2 = \sigma_1 - (d \times \gamma_{pas}) = 7,5977 - (0,5 \times 2,2) = 6,4977 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} h_3 &= \sigma_2 - (H_1 \times \gamma_1) - (H_2 \times \gamma_2) - (H_3 - d) \times \gamma_3 - (d \times \gamma_{pas}) - (Hq \times q) \\ &= 2,374 - (1,5 \times 1,64) - (1,0 \times 1,94) - ((1,5 - 0,5) \times 2,1) - (0,5 \times 2,2) - (0,25 \times 2,2) \end{aligned}$$

$$= -3,586 \text{ m}$$

$$h_4 = \sigma_{\min} - (H_1 \times \gamma_1) - (H_2 \times \gamma_2) - (H_3 - d) \times \gamma_3 - (d \times \gamma_{pas}) - (Hq \times q)$$

$$= -5,505 \text{ m}$$



Gambar 6.6. Diagram gaya lintang yang terjadi pada potongan C-D

Gaya lintang yang terjadi pada potongan C-D

$$\begin{aligned}
 D &= (0,5 \times (h_1 - h_2) \times l_1) + (h_2 \times l_1) \\
 &= (0,5 \times (8,652 - 6,4977) \times 0,5) + (6,4977 \times 0,5) \\
 &= 3,7874 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$a_1 = 0,5 \times \frac{2}{3} = 0,334 \text{ m}$$

$$a_2 = 0,25 \text{ m}$$

Momen yang terjadi pada tampang C-D

$$\begin{aligned}
 M &= (\text{Luas I} \times a_1) + (\text{Luas II} \times a_2) \\
 &= (0,5 \times (8,652 - 6,4977) \times 0,5 \times 0,334) + (6,4977 \times 0,5 \times (0,25)) \\
 &= 0,9920 \text{ Tm}
 \end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi pada potongan C-D

$$\sigma_{ext} = \frac{M}{\left(\frac{1}{6} \times 1 \times l_1^2\right)}$$

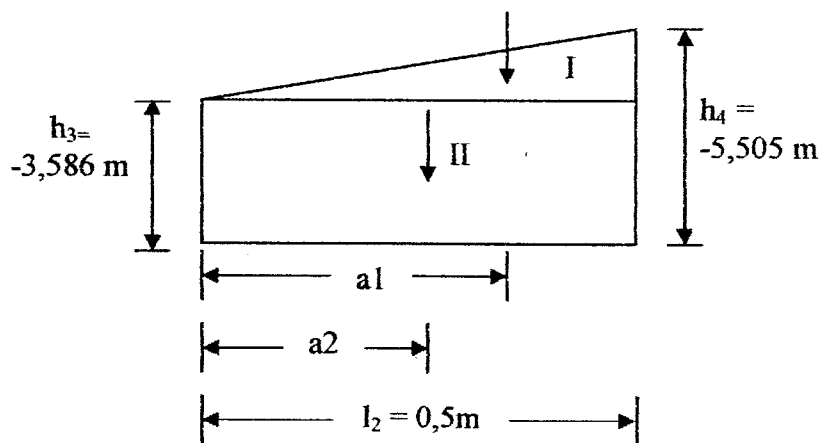
$$\sigma_{ext} = \frac{0,9920}{\left(\frac{1}{6} \times 1 \times (0,5^2)\right)}$$

$$\sigma_{ext} = 23,8078 \text{ T/m}^2 < \sigma_{dst} = 152 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{gsr} = \frac{3}{2} \times \frac{D}{1 \times l_1}$$

$$\sigma_{gsr} = \frac{3}{2} \times \frac{3,7874}{1 \times 0,5}$$

$$= 11,3622 \text{ T/m}^2 < \tau_{pas} = 15 \text{ T/m}^2$$



Gambar 6.7. Diagram gaya lintang yang terjadi pada potongan C'-D'

Gaya lintang yang terjadi pada potongan C'-D'

$$\begin{aligned} D &= (0,5 \times (h_4 - h_3) \times l_2) + (h_3 \times l_2) \\ &= (0,5 \times (5,505 - 3,586) \times 0,5) + (3,586 \times 0,5) \\ &= 2,2727 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$a1 = 0,5 \times \frac{2}{3} = 0,334 \text{ m}$$

$$a2 = 0,25 \text{ m}$$

Momen yang terjadi pada tampang C'-D'

$$\begin{aligned} M &= (\text{Luas I} \times a1) + (\text{Luas II} \times a2) \\ &= (0,5 \times (5,05 - 3,586) \times 0,5 \times 0,334) + (3,586 \times 0,5 \times (0,25)) \\ &= 0,6084 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi pada potongan C'-D'

$$\sigma_{ext} = \frac{M}{\left(\frac{1}{6} \times 1 \times l_2^2\right)}$$

$$\sigma_{ext} = \frac{0,6084}{\left(\frac{1}{6} \times 1 \times (0,5^2)\right)}$$

$$\sigma_{ext} = 14,6036 \text{ T/m}^2 < \sigma_{dst} = 152 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{gvr} = \frac{3}{2} \times \frac{D}{1 \times l_2}$$

$$\sigma_{gvr} = \frac{3}{2} \times \frac{2,2727}{1 \times 0,5}$$

$$= 13,6362 \text{ T/m}^2 < \sigma_{pas} = 15 \text{ T/m}^2$$

6.1.4. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pasangan Batu Kali

Untuk mengetahui anggaran biaya dinding penahan tanah, ada 3 langkah perhitungan yang dilakukan:

- a. Perhitungan volume pekerjaan
- b. Perhitungan harga satuan pekerjaan
- c. Perhitungan rencana anggaran biaya

6.1.4.1. Perhitungan volume pekerjaan

Volume pekerjaan dihitung berdasarkan besarnya volume yang dikerjakan. Adapun volume pekerjaan pasangan batu kali adalah sebagai berikut:

Tabel 6.17 Volume pasangan batu kali

L (m)	T (m)	P (m)	Vol. (m ³)
0.3	3.5	350	367.5
0.8	3.5	350	490
2.1	0.5	350	367.5
Jumlah			1225

Tabel 6.18 Volume galian tanah

L (m)	T (m)	P (m)	Vol. (m ³)
0.9	4	350	1260

Tabel 6.19 Volume urugan tanah kembali

L (m)	T (m)	P (m)	Vol. (m ³)
0.9	4	350	1260
0.5	0.5	350	87.5
Jumlah			1172.5

6.1.4.2. Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan merupakan harga untuk masing-masing jenis pekerjaan berdasarkan satuan pekerjaannya. Besarnya harga satuan pekerjaan adalah:

Jenis Pekerjaan : Galian Tanah Biasa

Satuan Pekerjaan : M³

Tabel 6.20 Harga satuan pekerjaan galian tanah

NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
A	BAHAN				0
	Sub Total A				0
B	UPAH				
1	Mandor	Orang	0.0318	25000	795.418
2	Tenaga	Orang	0.6363	18000	11453.4
	Sub Total B				12248.818
C	Jumlah (A + B)				12248.818
D	Biaya Umum dan Keuntungan = (10 % x C)				1224.8818
E	Harga Satuan = (C + D)				13473.699
F	Pembulatan				13500

Jenis Pekerjaan : Pasangan Batu Kali (1 Pc : 3 Kp : 10 Ps)

Satuan Pekerjaan : M³

Tabel 6.21 Harga satuan pekerjaan pasangan batu kali

NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	HARGA	JUMLAH
				SATUAN (Rp)	(Rp)
A	BAHAN				
1	Batu Kali	M ³	1.1	45000	49500
2	Semen (Pc)	Zak	1.5585	22500	35066.25
3	Kapur	Zak	5.4502	4500	24525.9
4	Pasir	M ³	0.0543	38000	2063.4
	Sub Total A				111155.55
B	UPAH				
1	Mandor	Orang	0.0824	25000	2060
2	Kepala tukang	Orang	0.0659	24000	1581.6
3	Tukang batu	Orang	0.6597	23000	15173.1
4	Tenaga	Orang	1.6492	18000	29685.6
	Sub Total B				48500.3
C	Jumlah (A + B)				159655.85
D	Biaya Umum dan Keuntungan = (10 % x C)				15965.585
E	Harga Satuan = (C + D)				175621.43
F	Pembulatan				175650

Jenis Pekerjaan : Urugan Tanah Kembali

Satuan Pekerjaan : M³

Tabel 6.22 Harga satuan pekerjaan urugan tanah kembali

NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
A	BAHAN				0
	Sub Total A				0
B	UPAH				
1	Mandor	Orang	0.0147	25000	369.14
2	Tenaga	Orang	0.2953	18000	5315.4
	Sub Total B				5684.54
C	Jumlah (A + B)				5684.54
D	Biaya Umum dan Keuntungan = (10 % x C)				568.454
E	Harga Satuan = (C + D)				6252.994
F	Pembulatan				6300

6.1.4.3. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya merupakan total biaya dari masing-masing pekerjaan dengan rumus $RAB = \text{Harga Satuan Pekerjaan} \times \text{Volume Pekerjaan}$. Adapun Rencana anggaran biaya untuk dinding penahan tanah pasangan batu kali adalah sebagai berikut:

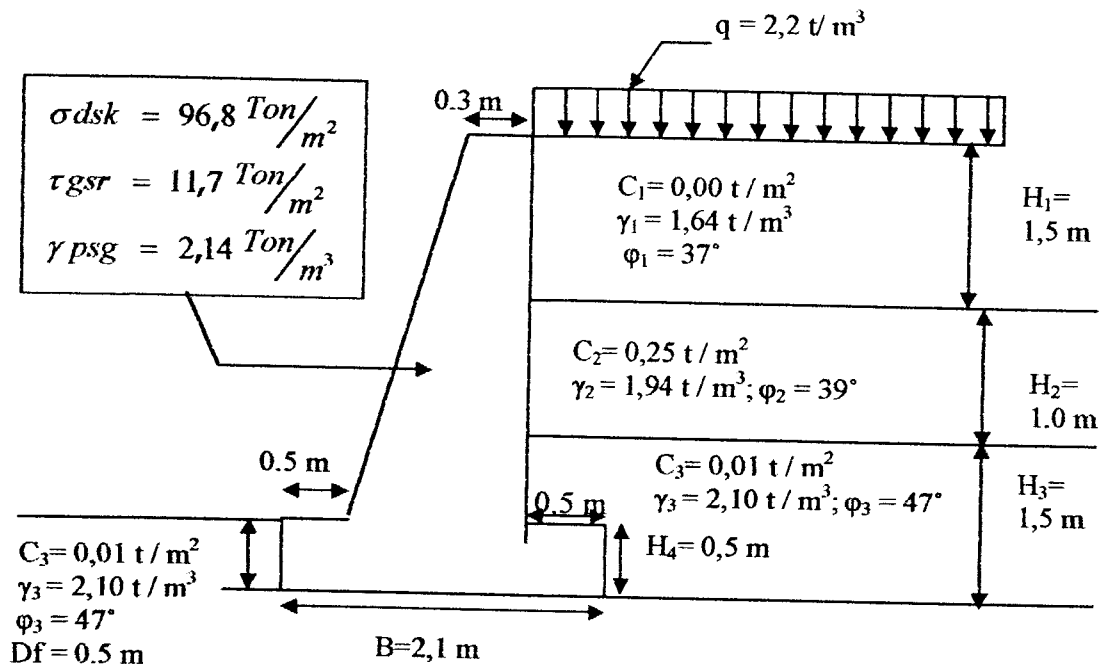
Jenis Pekerjaan : Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kali

Satuan Pekerjaan : M³

Tabel 6.23 Rencana anggaran biaya pasangan batu kali

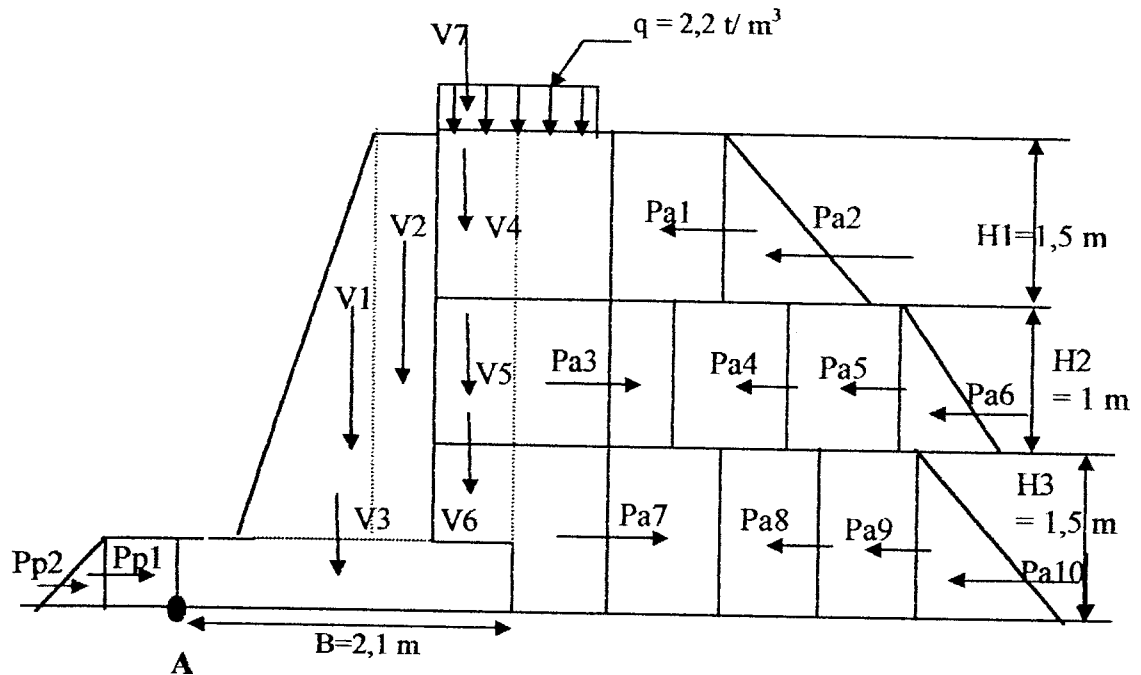
NO.	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME M³	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
I	GALIAN TANAH	1260	13500	17010000
II	PASANGAN BATU	1225	175650	215171250
III	URUGAN TANAH	1172.5	6300	7386750
A	JUMLAH KESELURUHAN			239568000
B	PPN = 10 % x JUMLAH KESELURUHAN			23956800
C	JUMLAH KESELURUHAN + PPN			263524800
D	PEMBULATAN			263524800

6.2. Desain Rencana (Pasangan Batu Kapur)



Gambar 6.8. Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kapur

6.2.1. Analisis Tekanan Tanah Aktif dan Tanah Pasif



Gambar 6.9. Diagram Distribusi Tekanan Lateral Tanah

a. Pengaruh Kohesi tanah

$$Pa_3 = -2 \times C_2 \times \sqrt{Ka_2} \times H_2$$

$$Pa_7 = -2 \times C_3 \times \sqrt{Ka_3} \times H_3$$

$$Pp_1 = +2 \times C_3 \times \sqrt{Kp} \times D_f$$

b. Tekanan Tanah Aktif

$$Pa_1 = q \times Ka_1 \times h_1$$

$$Pa_2 = \frac{1}{2} \times \gamma_1 \times h_1^2 \times Ka_1$$

$$Pa_3 = -2 \times c_2 \times \sqrt{Ka_2} \times h_2$$

$$Pa_4 = q \times Ka_2 \times h_2$$

$$Pa_5 = \gamma_1 \times h_1 \times h_2 \times Ka_2$$

$$Pa_6 = \frac{1}{2} \times \gamma_2 \times h_2^2 \times Ka_2$$

$$Pa_7 = -2 \times c_3 \times \sqrt{Ka_3} \times h_3$$

$$Pa_8 = q \times Ka_3 \times h_3$$

$$Pa_9 = (h_1 \times \gamma_1 + h_2 \times \gamma_2) h_3 \times Ka_3$$

$$Pa_{10} = \frac{1}{2} \times \gamma_3 \times h_3^2 \times Ka_3$$

Jadi total tekanan tanah aktif menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Ea = (Pa1 + Pa2 + Pa4 + Pa5 + Pa6 + Pa8 + Pa9 + Pa10) - (Pa3 + Pa7)$$

c. Tekanan Tanah Pasif

$$Pp_1 = 2 \times c_3 \times \sqrt{Kp_3} \times Df$$

$$Pp_2 = \frac{1}{2} \times \gamma_3 \times Df^2 \times Kp_3$$

Jadi total tekanan tanah pasif menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Ep = Pp_1 + Pp_2$$

Tabel 6.24. Data tanah dan koefisien tekanan tanah

Lapis	Hi m	Ci (t/m ²)	γi (t/m ³)	φi (degree)	q (t/m ³)	Ka	Kp
I	1.5	0.00	1.71	38	2.2	0.248584	
II	1	0.25	1.94	39	2.2	0.227506	
III	1.5	0.01	2.1	47	2.2	0.155165	
Df	0.5	0.01	2.1	47	0		6.444733

Tabel 6.25. Tekanan tanah aktif dan momen yang terjadi terhadap titik A

Tekanan tanah	P aktif (T/m ²)	Panjang lengan (m)	M Tm'
Pa1	0.820327	3.25	2.666063
Pa2	0.478213	3	1.43464
Pa3	-0.23849	2	-0.47698
Pa4	0.500513	2	1.001026
Pa5	0.637618	2	1.275236
Pa6	0.220681	1.833333	0.404582
Pa7	-0.01182	0.75	-0.00886
Pa8	0.512045	0.75	0.384033
Pa9	0.45153	0.75	0.338648
Pa10	0.366577	0.5	0.183289
ΣPa	3.737199	ΣMa	7.201678

Tabel 6.26. Tekanan tanah pasif dan momen yang terjadi terhadap titik A

Tekanan tanah	P pasif (T/m ²)	Panjang lengan	M Tm'
Pp1	0.025386	0.25	0.005077
Pp2	1.691742	0.166667	0.225566
ΣPp	1.717129	ΣMp	0.230643

Tabel 6.27. Berat momen perlawanan dinding terhadap titik A

No	Berat Ton	Panjang lengan (m)	M Tm'
V1	2.996	1.033333	3.095867
V2	2.247	1.45	3.25815
V3	2.247	1.05	2.35935
V4	1.23	1.85	2.2755
V5	0.97	1.85	1.7945
V6	1.05	1.85	1.9425
V7	0.0055	1.85	0.010175
ΣV	10.74	ΣMr	14.72587

6.2.2 Tinjauan Stabilitas Terhadap Gaya Eksternal

a. Stabilitas terhadap bahaya guling

$$SF = \frac{\Sigma Mr}{\Sigma Ma} > 2$$

Tabel 6.28. Tinjauan stabilitas terhadap bahaya guling

ΣMa Tm'	ΣMp Tm'	ΣMr Tm'
7.201678	0.230643	14.72587
SF	2.076809	Aman

b. Stabilitas terhadap bahaya geser

$$Rb = (C_3 \times B) + (\Sigma V \times Tg\phi_3)$$

$$SF = \frac{Rb}{\Sigma Pa} > 2$$

Tabel 6.29. Tinjauan stabilitas terhadap bahaya geser

Kohesi (C) (T/m ²)	B (m)	ΣV (Ton)	tg φ	ΣPa (T/m ²)
0.01	2.1	10.74	1.07236	3.737199
SF		3.102759	Aman	

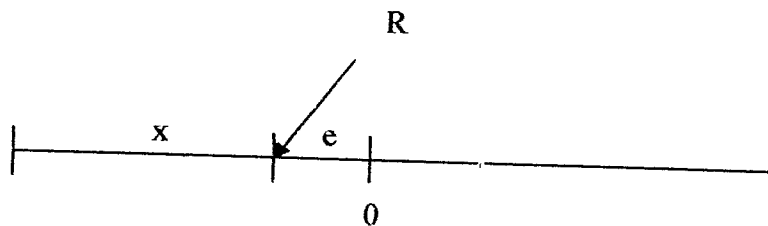
c. Stabilitas terhadap daya dukung tanah

Letak resultante (R) terhadap pusat berat alas pondasi:

$$x = \frac{\Sigma M_{total}}{\Sigma V} = \frac{((0,230643 + 14,72587) - 7,201678)}{10,74} = 0,7220 \text{ m}$$

$$e = x - \frac{B}{2} = 0,7220 - \frac{2,1}{2} = -0,328 \text{ m} < \left(\frac{B}{6} = 0,35 \text{ m} \right)$$

Dari nilai diatas dapat dijelaskan bahwa seluruh alas pondasi menderita desak.



Tinjauan stabilitas terhadap daya dukung tanah (menurut Terzaghi), $\varphi_i = 47^\circ$.

dari tabel didapat;

$$N_c = 229,63$$

$$N_q = 249,7$$

$$N_\gamma = 619,23$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{ult brutto}} &= C \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma_3 \cdot N_\gamma \\ &= (0,01 \cdot 229,63) + (2,2 \cdot 249,7) + (0,5 \cdot 2,1 \cdot 2,1 \cdot 619,23) \\ &= 1917,038 \text{ T/m}^2\end{aligned}$$

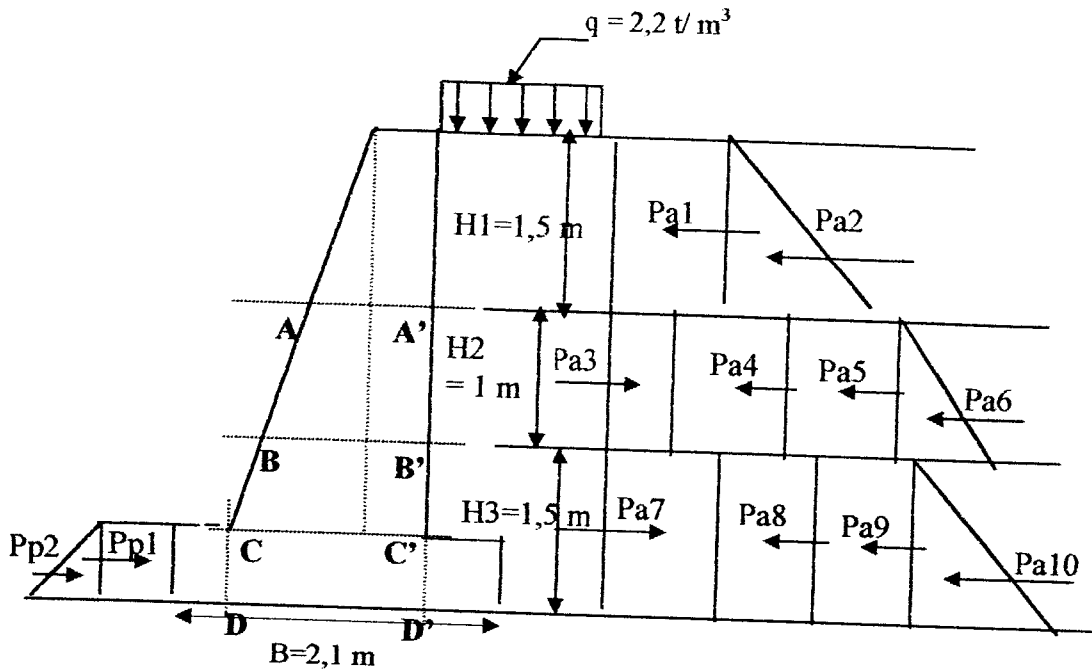
$$\begin{aligned}\sigma_{\text{ult netto}} &= \sigma_{\text{ult brutto}} - (D_f \cdot \gamma_3) \\ &= 1917,038 - (0,5 \cdot 2,1) \\ &= 1915,988 \text{ T/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{netto}} &= \frac{\sigma_{\text{ult netto}}}{SF} = \frac{1915,988}{3} \\ &= 638,662 \text{ T/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{maks}} &= \frac{V}{B \cdot 1} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B} \right) = \frac{10,74}{2,1 \cdot 1} \left(1 + \frac{6 \times 0,328}{2,1} \right) \\ &= 9,9071 \text{ T/m}^2 < (\sigma_{\text{tanah}} = 638,662 \text{ T/m}^2)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{min}} &= \frac{V}{B \cdot 1} \left(1 - \frac{6 \cdot e}{B} \right) = \frac{10,74}{2,1 \cdot 1} \left(1 - \frac{6 \times 0,328}{2,1} \right) \\ &= 0,6227 \text{ T/m}^2 > 0 \quad (\text{Aman}).\end{aligned}$$

6.2.3 Tinjauan Stabilitas Terhadap Gaya Internal



Gambar 6.10. Diagram Stabilitas Internal Dinding Penahan Tanah

6.2.3.1 Tinjauan terhadap potongan A-A'

Dari gambar 6.10 potongan A-A' terletak pada kedalaman -1,5 meter dari muka tanah dengan tinjauan stabilitas terhadap potongannya adalah sebagai berikut:

Tabel 6.30 Tekanan tanah aktif dan momen yang terjadi pada potongan A-A'

Tekanan tanah	P aktif (T/m ²)	Panjang lengan (m)	M Tm'
Pa1	0.820327	0.75	0.615245
Pa2	0.478213	0.5	0.239107
Σpa	1.298541	ΣMa	0.854352

Tabel 6.31 Berat momen perlawanan dinding pada potongan A-A'

No	Berat Ton	Panjang lengan (m)	M Tm'
V1	0.550194	0.2	0.110039
V2	0.963	0.4928	0.474566
ΣV	1.513194	ΣMr	0.584605

Letak resultante (R) terhadap pusat berat potongan A-A':

X	-0.1782633	meter	
E	-0.4996633	$> B/6 = 0.1071333$	meter Tarik

Tabel 6.32 Tegangan yang terjadi pada potongan A-A'

Tegangan desak (T/m^2) = -1.56296	Tegangan desak ijin (T/m^2) = 96.8	Aman
Tegangan geser (T/m^2) = 2.020132	Tegangan geser ijin (T/m^2) = 11.7	Aman

6.2.3.2 Tinjauan Terhadap Potongan B-B'

Dari gambar 6.10 potongan B-B' terletak pada kedalaman -2,5 meter dari muka tanah dengan tinjauan stabilitas terhadap potongannya adalah sebagai berikut:

Tabel 6.33 Tekanan tanah aktif dan momen yang terjadi pada potongan B-B'

Tekanan tanah	P aktif (T/m^2)	Panjang lengan (m)	M Tm'
Pa1	0.820327	1.75	1.435573
Pa2	0.478213	1.5	0.71732
Pa3	-0.23849	0.5	-0.11924
Pa4	0.500513	0.5	0.250257
Pa5	0.637618	0.5	0.318809
Pa6	0.220681	0.333333	0.07356
Σpa	2.418865	ΣMa	2.676275

Tabel 6.34 Berat momen perlawanan dinding pada potongan B-B'

No	Berat Ton	Panjang lengan (m)	M Tm'
V1	1.528495	0.380933	0.582255
V2	1.605	0.7214	1.157847
ΣV	3.133495	ΣMr	1.740102

Letak resultante (R) terhadap pusat berat potongan B-B':

X	-0.2987632	Meter		
E	-0.6201632	> B/6 =	0.1071333	Meter Tarik

Tabel 6.35 Tegangan yang terjadi pada potongan B-B'

Tegangan desak (T/m^2) =	-8.7195	Tegangan desak ijin (T/m^2) =	96.8	<i>Aman</i>
Tegangan geser (T/m^2) =	3.763013	Tegangan geser ijin (T/m^2) =	11.7	<i>Aman</i>

6.2.3.3 Tinjauan Terhadap Potongan C-C'

Dari gambar 6.10 potongan C-C' terletak pada kedalaman -3,5 meter dari muka tanah dengan tinjauan stabilitas terhadap potongannya adalah sebagai berikut:

Tabel 6.36 Tekanan tanah aktif dan momen yang terjadi pada potongan C-C'

Tekanan tanah	P aktif (T/m ²)	Panjang lengan (m)	M Tm'
Pa1	0.820327	2.75	2.2559
Pa2	0.478213	2.5	1.195534
Pa3	-0.23849	1.5	-0.35773
Pa4	0.500513	1.5	0.75077
Pa5	0.637618	1.5	0.956427
Pa6	0.220681	1.333333	0.294241
Pa7	-0.01182	0.5	-0.00591
Pa8	0.512045	0.5	0.256022
Pa9	0.45153	0.5	0.225765
Pa10	0.366577	0.333333	0.122192
Σpa	3.737199	ΣMa	5.693211

Tabel 6.37 Berat momen perlawanan dinding pada potongan C-C'

No	Berat Ton	Panjang lengan (m)	M Tm'
V1	3.08	0.533333	1.642667
V2	2.31	0.95	2.1945
ΣV	5.39	ΣMr	3.837167

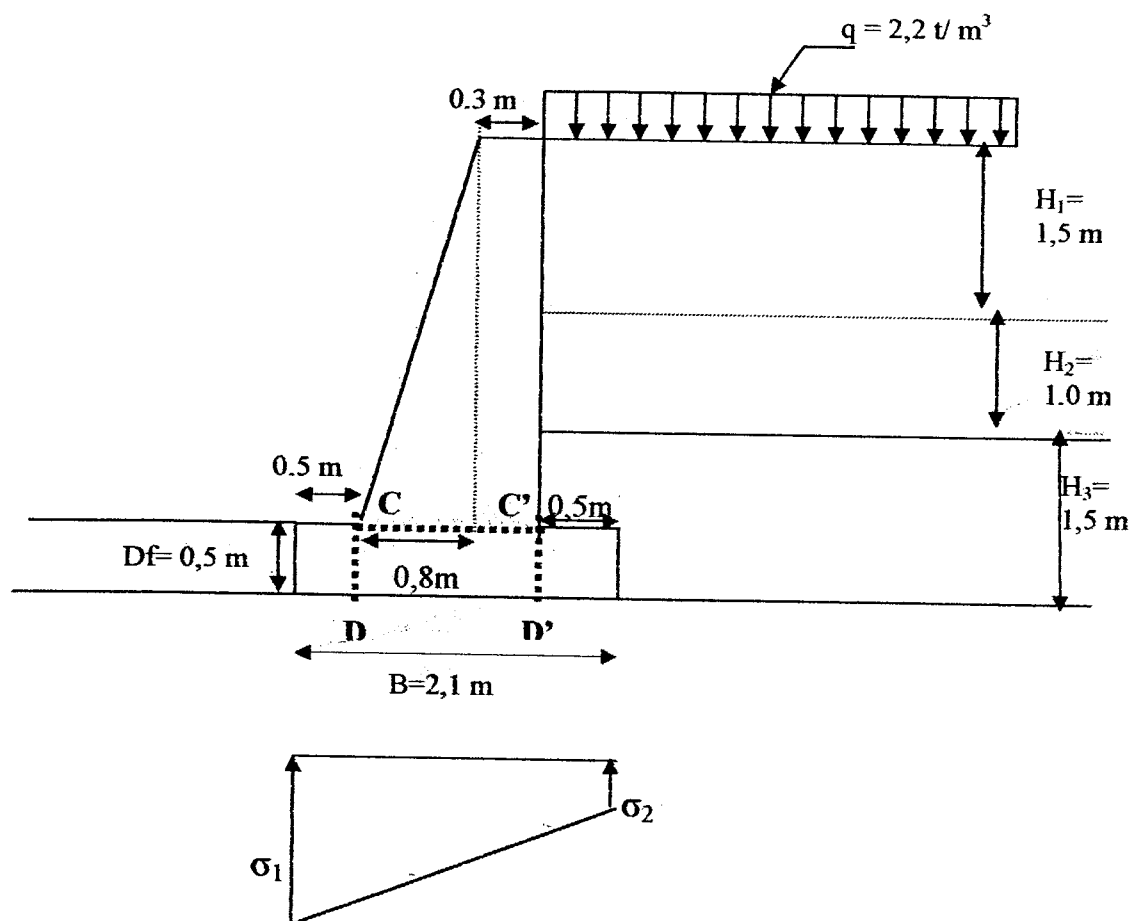
Letak resultante (R) terhadap pusat berat potongan C-C'

x	-0.3739641	Meter	
e	-0.6953641	> B'/6 = 0.1071333	Meter Tarik

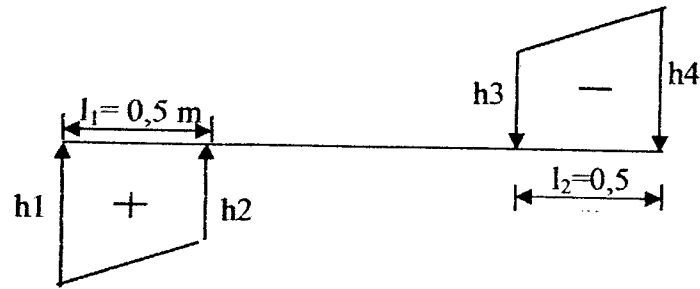
Tabel 6.38 Tegangan yang terjadi pada potongan C-C'

Tegangan desak (T/m^2) = -20.3149	Tegangan desak ijin (T/m^2) = 96.8	Aman
Tegangan geser (T/m^2) = 5.813938	Tegangan geser ijin (T/m^2) = 11.7	Aman

6.2.3.4 Tinjauan Stabilitas Ekor Dinding Penahan Tanah



Gambar 6.11. Diagram stabilitas ekor potongan C-D dan potongan C'-D'



Gambar 6.12. Diagram superposisi

$$\sigma_1 = \frac{B - l_1}{B} \times \sigma_{\max} = \frac{2,1 - 0,5}{2,1} \times 9,071 = 7,5482 \text{ T/m}^2$$

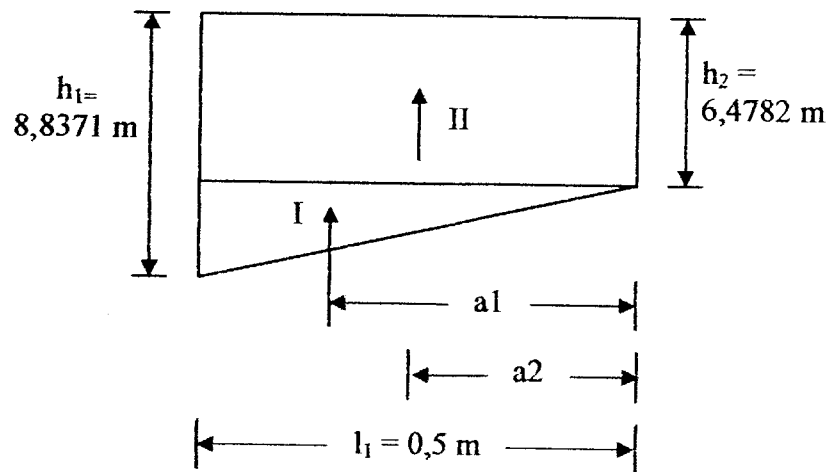
$$\sigma_2 = \frac{l_2}{B} \times \sigma_{\max} = \frac{0,5}{2,1} \times 9,9071 = 2,3588 \text{ T/m}^2$$

$$h_1 = \sigma_{\max} - (d \times \gamma_{pas}) = 9,9071 - (0,5 \times 2,14) = 8,8371 \text{ m}$$

$$h_2 = \sigma_1 - (d \times \gamma_{pas}) = 7,5482 - (0,5 \times 2,14) = 6,4782 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} h_3 &= \sigma_2 - (H_1 \times \gamma_1) - (H_2 \times \gamma_2) - (H_3 - d) \times \gamma_3 - (d \times \gamma_{pas}) - (Hq \times q) \\ &= 2,3588 - (1,5 \times 1,64) - (1,0 \times 1,94) - ((1,5 - 0,5) \times 2,1) - (0,5 \times 2,14) - (0,25 \times 2,2) \\ &= -4,6862 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_4 &= \sigma_{\min} - (H_1 \times \gamma_1) - (H_2 \times \gamma_2) - (H_3 - d) \times \gamma_3 - (d \times \gamma_{pas}) - (Hq \times q) \\ &= -6,4223 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 6.13. Diagram gaya lintang yang terjadi pada potongan C-D

Gaya lintang yang terjadi pada potongan C-D

$$\begin{aligned}
 D &= (0,5 \times (h_1 - h_2) \times l_1) + (h_2 \times l_1) \\
 &= (0,5 \times (8,8371 - 6,4782) \times 0,5) + (6,4782 \times 0,5) \\
 &= 3,8288 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$a_1 = 0,5 \times \frac{2}{3} = 0,334 \text{ m}$$

$$a_2 = 0,25 \text{ m}$$

Momen yang terjadi pada tampang C-D

$$\begin{aligned}
 M &= (\text{Luas I} \times a_1) + (\text{Luas II} \times a_2) \\
 &= (0,5 \times (8,8371 - 6,4782) \times 0,5 \times 0,334) + (6,4782 \times 0,5 \times (0,25)) \\
 &= 1,0059 \text{ Tm}
 \end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi pada potongan C-D

$$\sigma_{ext} = \frac{M}{\left(\frac{1}{6} \times 1 \times l_1^2\right)}$$

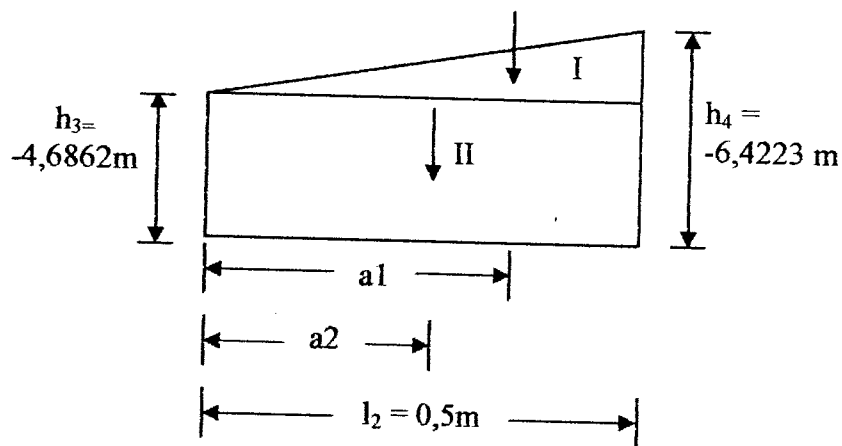
$$\sigma_{ext} = \frac{1,0059}{\left(\frac{1}{6} \times 1 \times (0,5^2)\right)}$$

$$\sigma_{ext} = 24,1396 \text{ T/m}^2 < \sigma_{dst} = 96,8 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{gsr} = \frac{3}{2} \times \frac{D}{1 \times l_1}$$

$$\sigma_{gsr} = \frac{3}{2} \times \frac{3,8288}{1 \times 0,5}$$

$$= 11,4864 \text{ T/m}^2 < \sigma_{max} = 11,7 \text{ T/m}^2$$



Gambar 6.14. Diagram gaya lintang yang terjadi pada potongan C'-D'

Gaya lintang yang terjadi pada potongan C'-D'

$$\begin{aligned} D &= (0,5 \times (h_4 - h_3) \times l_2) + (h_3 \times l_2) \\ &= (0,5 \times (6,4223 - 4,6862) \times 0,5) + (4,6862 \times 0,5) \\ &= 2,7771 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$a1 = 0,5 \times \frac{2}{3} = 0,334 \text{ m}$$

$$a2 = 0,25 \text{ m}$$

Momen yang terjadi pada tampang C'-D'

$$\begin{aligned} M &= (\text{Luas I} \times a1) + (\text{Luas II} \times a2) \\ &= (0,5 \times (6,4223 - 4,6862) \times 0,5 \times 0,334) + (4,6862 \times 0,5 \times (0,25)) \\ &= 0,7307 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi pada potongan C'-D'

$$\sigma_{ext} = \frac{M}{\left(\frac{1}{6} \times 1 \times l_2^2\right)}$$

$$\sigma_{ext} = \frac{0,7307}{\left(\frac{1}{6} \times 1 \times (0,5^2)\right)}$$

$$\sigma_{ext} = 17,5377 \text{ T/m}^2 < \sigma_{dst} = 96,8 \text{ T/m}^2$$

$$\sigma_{gsr} = \frac{3}{2} \times \frac{D}{1 \times l_2}$$

$$\sigma_{gsr} = \frac{3}{2} \times \frac{2,7771}{1 \times 0,5}$$

$$= 8,3313 \text{ T/m}^2 < \sigma_{pas} = 11,7 \text{ T/m}^2$$

6.2.4. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pasangan Batu Kapur

Untuk mengetahui anggaran biaya dinding penahan tanah, ada 3 langkah perhitungan yang dilakukan:

- a. Perhitungan volume pekerjaan
- b. Perhitungan harga satuan pekerjaan
- c. Perhitungan rencana anggaran biaya

6.2.4.1. Perhitungan volume pekerjaan

Volume pekerjaan dihitung berdasarkan besarnya volume yang dikerjakan. Adapun volume pekerjaan pasangan batu kapur adalah sebagai berikut:

Tabel 6.39 Volume pasangan batu kali

L (m)	T (m)	P (m)	Vol. (m ³)
0.3	3.5	350	367.5
0.8	3.5	350	490
2.1	0.5	350	367.5
Jumlah			1225

Tabel 6.40 Volume galian tanah

L (m)	T (m)	P (m)	Vol. (m ³)
0.9	4	350	1260

Tabel 6.41 Volume urugan tanah kembali

L (m)	T (m)	P (m)	Vol. (m ³)
0.9	4	350	1260
0.5	0.5	350	87.5
Jumlah			1172.5

6.2.4.2. Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan merupakan harga untuk masing-masing jenis pekerjaan berdasarkan satuan pekerjaannya. Besarnya harga satuan pekerjaan adalah:

Jenis Pekerjaan : Galian Tanah Biasa

Satuan Pekerjaan : M³

Tabel 6.42 Harga satuan pekerjaan galian tanah

NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
A	BAHAN				0
	Sub Total A				0
B	UPAH				
1	Mandor	Orang	0.0318	25000	795.418
2	Tenaga	Orang	0.6363	18000	11453.4
	Sub Total B				12248.818
C	Jumlah (A + B)				12248.818
D	Biaya Umum dan Keuntungan = (10 % x C)				1224.8818
E	Harga Satuan = (C + D)				13473.699
F	Pembulatan				13500

Jenis Pekerjaan : Pasangan Batu Kapur (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps)

Satuan Pekerjaan : M³

Tabel 6.43 Harga satuan pekerjaan pasangan batu kapur

NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
A	BAHAN				
1	Batu Kapur	M ³	1.1	33000	36300
2	Semen (Pc)	Zak	1.0577	22500	23798.25
3	Semen Merah	M ³	0.1357	65000	8820.5
4	Kapur	Zak	4.7334	4500	21300.3
5	Pasir	M ³	0.4266	38000	16210.8
	Sub Total A				106429.85
B	UPAH				
1	Mandor	Orang	0.0824	25000	2060
2	Kepala tukang	Orang	0.0659	24000	1581.6
3	Tukang batu	Orang	0.6597	23000	15173.1
4	Tenaga	Orang	1.6492	18000	29685.6
	Sub Total B				48500.3
C	Jumlah (A + B)				154930.15
D	Biaya Umum dan Keuntungan = (10 % x C)				15493.015
E	Harga Satuan = (C + D)				170423.16
F	Pembulatan				170500

Jenis Pekerjaan : Urugan Tanah Kembali

Satuan Pekerjaan : M³

Tabel 6.44 Harga satuan pekerjaan urugan tanah kembali

NO	URAIAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
A	BAHAN				0
	Sub Total A				0
B	UPAH				
1	Mandor	Orang	0.0147	25000	369.14
2	Tenaga	Orang	0.2953	18000	5315.4
	Sub Total B				5684.54
C	Jumlah (A + B)				5684.54
D	Biaya Umum dan Keuntungan = (10 % x C)				568.454
E	Harga Satuan = (C + D)				6252.994
F	Pembulatan				6300

6.2.4.3. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya merupakan total biaya dari masing-masing pekerjaan dengan rumus, $RAB = \text{Harga Satuan Pekerjaan} \times \text{Volume Pekerjaan}$.

Adapun Rencana anggaran biaya untuk dinding penahan tanah pasangan batu kapur adalah sebagai berikut:

Jenis Pekerjaan : Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kapur

Satuan Pekerjaan : M^3

Tabel 6.45 Rencana anggaran biaya pasangan batu kapur

NO.	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME M^3	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH
I	GALIAN TANAH	1260	13500	17010000
II	PASANGAN BATU	1225	170500	208862500
III	URUGAN TANAH	1172.5	6300	7386750
A	JUMLAH KESELURUHAN			233259250
B	PPN = 10 % x JUMLAH KESELURUHAN			23325925
C	JUMLAH KESELURUHAN + PPN			256585175
D	PEMBULATAN			256585200

6.3. Perbandingan Antara Kondisi Lapangan dan Desain Rencana.

6.3.1. Perbandingan Secara Teknis

Dari hasil analisa dan pengujian, menunjukkan bahwa dinding penahan tanah pasangan batu kali dengan mortar campuran (1 Pc : 3 Kp : 10 Ps) (kondisi lapangan) memiliki kekuatan lebih besar dari dinding penahan tanah dari batu kapur dengan mortar campuran (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps) (Desain). Hal ini dapat di lihat dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 6.46. Perbandingan Teknis Dinding Penahan Tanah

Data	Pasangan Batu Kali	Pasangan Batu Kapur	Keterangan
σ_{dsk} (T/m ²)	152	96,8	
τ_{gsr} (T/m ²)	15	11,7	
γ (T/m ²)	2,2	2,14	
σ maks	9,972	9,9071	<i>Aman</i>
σ min	0,455	0,6227	<i>Aman</i>
SF guling	2,110732	2,076809	<i>Aman</i>
SF geser	3,163016	3,102759	<i>Aman</i>

Dari tabel 6.26, dinding penahan tanah dari batu kapur dengan mortar campuran (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps) masih aman untuk digunakan dilapangan karena masih memenuhi persyaratan.

6.3.2. Perbandingan Secara Ekonomis

Untuk perbandingan ekonomis, dapat dilihat dari hasil perhitungan rencana anggaran biaya untuk dinding penahan tanah dengan panjang 350 meter sebagai berikut:

Tabel 6.47. Perbandingan rencana anggaran biaya

Jenis	Total Biaya
Pasangan Batu Kali	Rp. 263.524.800
Pasangan Batu Kapur	Rp. 256.585.200
Selisih	Rp. 6.939.600

$$\text{Keuntungan (\%)} = \frac{6.939.600}{263.524.800} \times 100 \% = 2,633 \%$$

Dari biaya yang dibutuhkan, maka dinding penahan tanah dari batu kapur dengan mortar campuran (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps) dibandingkan dengan dinding penahan tanah dari batu kali dengan mortar (1 Pc : 3 Kp : 10 Ps), lebih ekonomis menggunakan dinding penahan tanah dari batu kapur dengan mortar campuran (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps) sebesar 2,633 %.

BAB VII

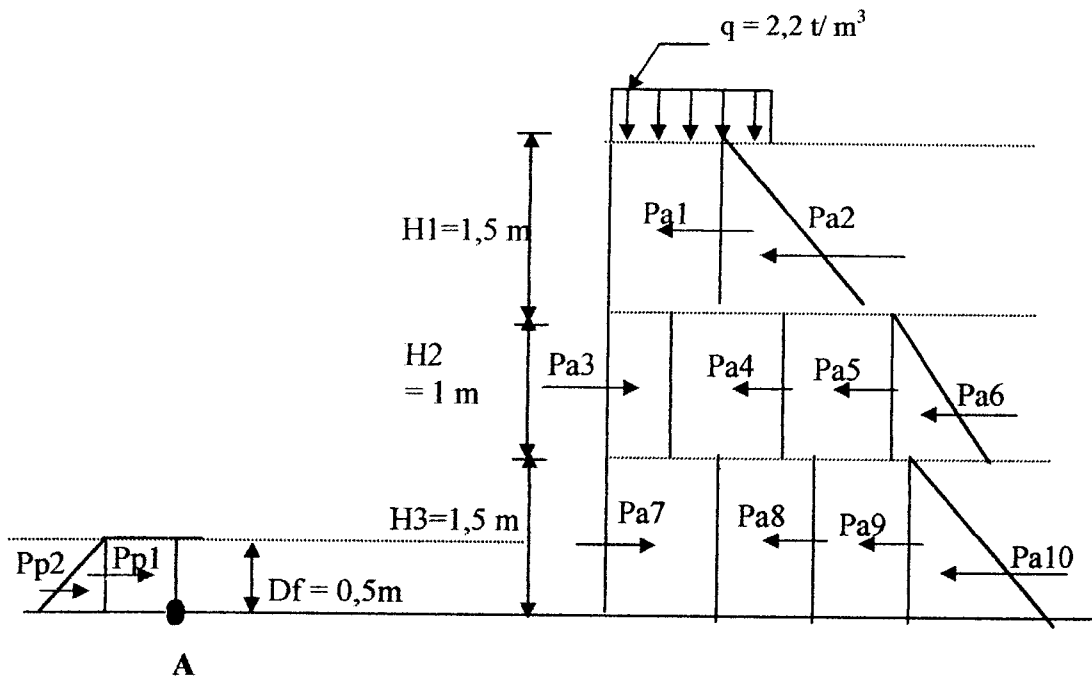
PEMBAHASAN

Bab ini memuat tentang cara dan hasil pembahasan. Uraian yang berupa penjelasan teoritik baik secara kualitatif maupun statistik dari studi yang telah dilakukan. Adapun yang akan kami sajikan sebagai berikut :

7.1 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif yang Berada Dibelakang dan Dimuka Dinding Penahan Tanah.

7.1.1 Kondisi lapangan (Pasangan Batu Kali)

Tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif yang terjadi pada kondisi dilapangan dinding penahan tanah pasangan batu kali dapat dilihat pada tabel 7.1 dan tabel 7.2



Gambar 7.1. Diagram Distribusi Tekanan Lateral Tanah

Tabel 7.1 P aktif dan momen yang terjadi terhadap A

No	P aktif (T/m ²)	Panjang lengan (m)	M Tm'
Pa1	0.820327	3.25	2.666063
Pa2	0.478213	3	1.43464
Pa3	-0.23849	2	-0.47698
Pa4	0.500513	2	1.001026
Pa5	0.637618	2	1.275236
Pa6	0.220681	1.833333	0.404582
Pa7	-0.01182	0.75	-0.00886
Pa8	0.512045	0.75	0.384033
Pa9	0.45153	0.75	0.338648
Pa10	0.366577	0.5	0.183289
ΣPa	3.737199	ΣMa	7.201678

Tabel 7.2 P pasif dan momen yang terjadi terhadap A

No	P pasif (T/m ²)	Panjang lengan	M Tm'
Pp1	0.025386	0.25	0.005077
Pp2	1.691742	0.166667	0.225566
ΣPp	1.717129	ΣMp	0.230643

Pada Tekanan tanah aktif (Pa3 dan Pa7) bernilai negatif, karena tekanan tanah tersebut merupakan pengaruh kohesi tanah sehingga menimbulkan perlawanan terhadap tekanan tanah aktif yang lainnya.

Pada tekanan tanah pasif (Pp1), kohesi bernilai positif, karena tekanan tanah tersebut menambah tekanan pada tekanan tanah pasif.

7.1.2 Kondisi Desain (Pasangan Batu Kapur)

Tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif yang terjadi pada dinding penahan tanah pasangan batu kapur dengan mortar campuran semen merah dapat dilihat pada tabel 7.3 dan tabel 7.4

Tabel 7.3 P aktif dan momen yang terjadi terhadap A

No	P aktif (T/m ²)	Panjang lengan (m)	M Tm'
Pa1	0.820327	3.25	2.666063
Pa2	0.478213	3	1.43464
Pa3	-0.23849	2	-0.47698
Pa4	0.500513	2	1.001026
Pa5	0.637618	2	1.275236
Pa6	0.220681	1.833333	0.404582
Pa7	-0.01182	0.75	-0.00886
Pa8	0.512045	0.75	0.384033
Pa9	0.45153	0.75	0.338648
Pa10	0.366577	0.5	0.183289
ΣPa	3.737199	ΣMa	7.201678

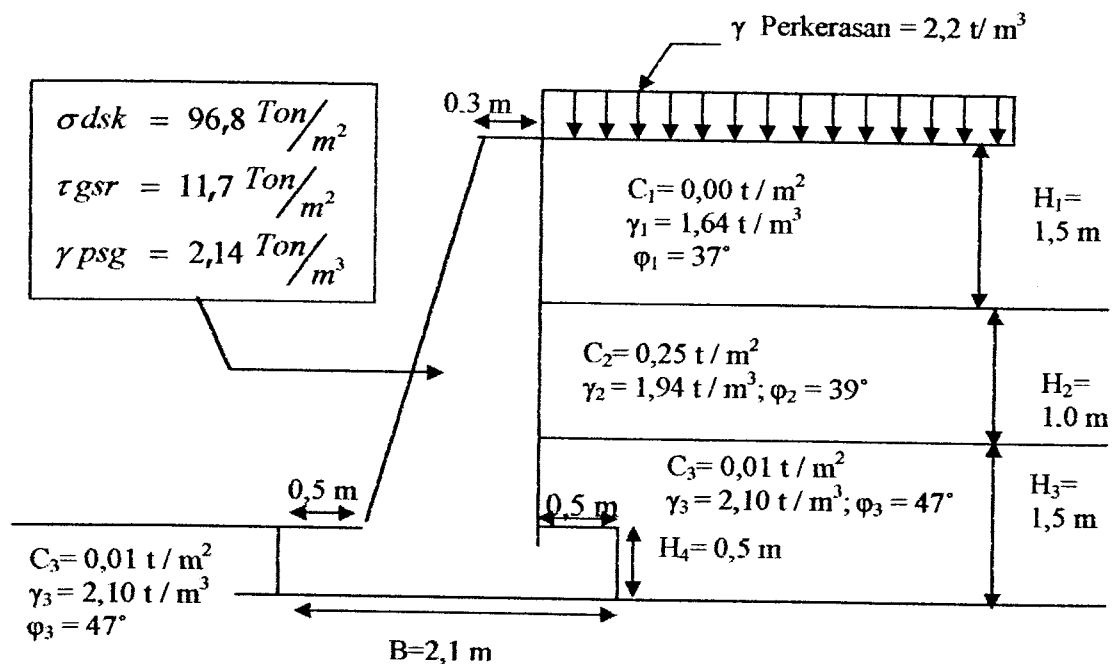
Tabel 7.4 P pasif dan momen yang terjadi terhadap A

No	P pasif (T/m ²)	Panjang lengan	M Tm'
Pp1	0.025386	0.25	0.005077
Pp2	1.691742	0.166667	0.225566
ΣPp	1.717129	ΣMp	0.230643

Seperti halnya pada kondisi lapangan, tekanan tanah aktif pengaruh kohesi tanah (Pa3 dan Pa7) juga bernilai negatif dan tekanan tanah pasif pengaruh kohesi tanah (Pp1) bernilai positif.

7.2 Dimensi Dinding Penahan Tanah Tipe Gravity Dari Batu Kapur Dengan Mortar Campuran Semen Merah.

Gambar 7.2 merupakan desain rencana dimensi dinding penahan tanah Tipe Gravity dari batu kapur dengan mortar campuran semen merah dengan data pasangan dinding penahan tanah sebagai berikut:



Gambar 7.2 Data Tanah dan Desain Rencana Dinding Penahan Tanah

Dari hasil analisa dan pengujian, dimensi rencana dinding penahan tanah aman untuk digunakan dilapangan namun dinding penahan tanah pasangan batu kali dengan mortar campuran (1 Pc : 3 Kp : 10 Ps) (kondisi lapangan) memiliki kekuatan lebih besar dari dinding penahan tanah dari batu kapur dengan mortar

campuran (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps) (Desain). Hal ini dapat di lihat dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 7.5 Perbandingan Teknis Dinding Penahan Tanah

Data	Pasangan Batu Kali	Pasangan Batu Kapur	Keterangan
σ_{dsk} (T/m ²)	152	96,8	
τ_{gsr} (T/m ²)	15	11,7	
γ (T/m ²)	2,2	2,14	
σ maks	9,972	9,9071	<i>Aman</i>
σ min	0,455	0,6227	<i>Aman</i>
SF guling	2,110732	2,076809	<i>Aman</i>
SF geser	3,163016	3,102759	<i>Aman</i>

7.3 Perbandingan Harga Antara Dinding penahan Tanah Desain dan Dinding Penahan Tanah Dilapangan.

Pada Perumahan Taman Siswa Indah, dinding penahan yang digunakan adalah pasangan batu kali. Dengan menggunakan dimensi yang sama pada dimensi aslinya, maka perbandingan biaya dari hasil perhitungan rencana anggaran biaya terdapat dalam tabel 7.6 sebagai berikut:

Tabel 7.6 Perbandingan rencana anggaran biaya

Jenis	Total Biaya
Pasangan Batu Kali	Rp. 263.524.800
Pasangan Batu Kapur	Rp. 256.585.200
Selisih	Rp. 6.939.600

$$\text{Keuntungan (\%)} = \frac{6.939.600}{263.524.800} \times 100 \% = 2,633 \%$$

Dapat disimpulkan bahwa dinding penahan tanah pasangan batu kapur dengan mortar campuran semen merah *lebih ekonomis* sebesar 2,633 % jika dibandingkan dengan dinding penahan tanah pasangan batu kali aslinya.

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis dan metode dengan pengujian di laboratorium. Pengujian dilaksanakan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.

8.1 Kesimpulan

8.1.1 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Dinding Penahan Tanah Kondisi Lapangan dan Desain.

Tekanan tanah aktif dan pasif dihitung berdasarkan diagram distribusi tekanan lateral tanah pada gambar 7.1

Besarnya tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif yang terjadi pada kondisi dilapangan dinding penahan tanah pasangan batu kali dan yang terjadi pada kondisi desain (dinding penahan tanah dari batu kapur), Dapat dilihat dalam Tabel 8.1 dibawah ini:

Tabel 8.1 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif yang Berada Dibelakang dan Dimuka Dinding Penahan Tanah.

Tekanan Tanah	Σ Tekanan Tanah
P aktif (T/m^2)	3,737199
P pasif (T/m^2)	1,717129

8.1.2 Dimensi Dinding Penahan Tanah Tipe Gravity Dari Batu Kapur Dengan Mortar Campuran Semen Merah.

1 Sm

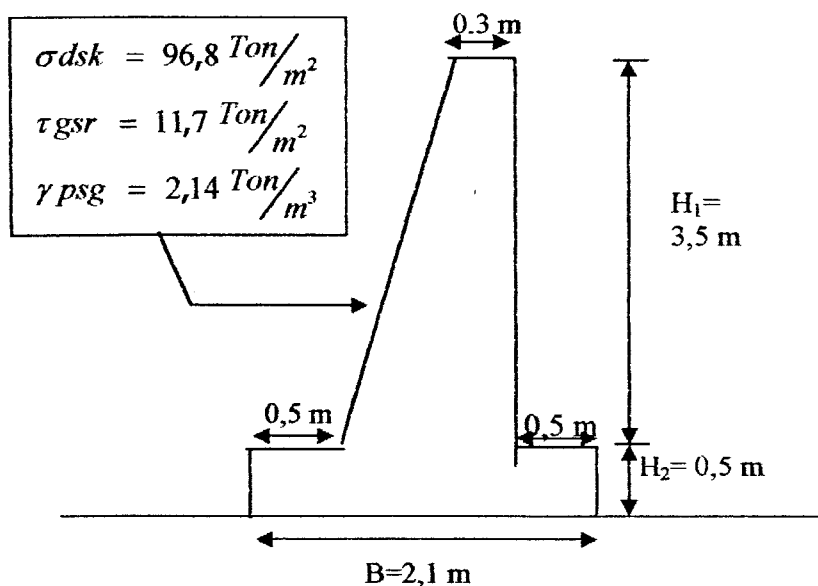
meme

Tabel

]
σ_{dsk}
τ_{gsr}
γ
σ
σ
SF
SF

Dari hasil analisa dan pengujian, menunjukkan bahwa dinding penahan tanah pasangan batu kali dengan mortar campuran (1 Pc : 3 Kp : 10 Ps) (kondisi lapangan) memiliki kekuatan lebih besar dari dinding penahan tanah dari batu kapur dengan mortar campuran (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps) (Desain), lihat Tabel 8.2.

Besarnya dimensi dinding penahan tanah dari batu kapur direncanakan sama dengan kondisi dilapangan (pasangan batu kali). Dibawah ini merupakan gambar dimensi dinding penahan tanah *Tipe Gravity* dari batu kapur dengan mortar campuran semen merah.



Gambar 8.1 Data Pasangan dan Desain Rencana Dinding Penahan Tanah

8.1.3 Perba

digunal

pada d

Tabel 8.

Dapat disimpulkan bahwa dinding penahan tanah pasangan batu kapur dengan mortar campuran semen merah *lebih ekonomis* sebesar 2,633 % jika dibandingkan dengan dinding penahan tanah pasangan batu kali aslinya.

8.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, beberapa saran yang dapat disampaikan disini antara lain:

1. Cetakan yang dibuat sendiri sebaiknya dari bahan yang rata dan licin permukaannya, sehingga mudah melepaskan sample dari cetakan.
2. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik, maka jumlah pembuatan benda uji dari masing-masing variasi perbandingan volume dibuat lebih dari tiga (3) benda uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Yani, 1999, Penelitian Tugas Akhir, Analisis Dinding Penahan Tanah Tipe Gravity Wall Berbentuk Lurus dan Berbentuk Gerigi Menerus.**
- Bowles J.E, P.E., S.E, 1991, Analisis Dan Desain Pondasi, Erlangga, Jakarta.**
- Craig R.F, Budi Susilo. S, 1989, Mekanika Tanah edisi keempat, Erlangga, Jakarta.**
- Das. Braja M, Noor Endah, Indrasurya B. Mochtar, 1994, Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip rekayasa geoteknis) Jilid 2, Erlangga, Jakarta.**
- Djoko Risdianto dan Agus Winurseto, 2002, Tugas Akhir, Kuat Desak Pondasi Pasangan Batu Putih Dengan Variasi Campuran Mortar.**
- Edy Purwanto, Diktat, 2002, Mekanika Tanah Lanjut, JTSP, Universitas Islam Indonesia.**
- Hary C. Hardiyatmo, 1999, Dinding Penahan Tanah. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.**
- Hary C Hardiyatmo, 1994, Mekanika Tanah II. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.**
- Hary C. Hardiyatmo, 1996, Teknik Pondasi I, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.**
- Heinz Frick, Ch Kustardi, 1999, Ilmu Bahan Bangunan Eksploitasi, pembuatan, penggunaan, Dan Pembangunan, Kanisius, Yogyakarta.**

Ibnu Sudarmadji, Diktat, 2002, **Mekanika Tanah dan Pondasi**, JTSP, Universitas Islam Indonesia.

ISBN : 979-8382-52- 8, 1997, **Rekayasa Pondasi I (Konstruksi Penahan Tanah)**, Gunadarma. Jakarta.

Kaelani Hamdan, 2004, **Pembuatan rencana Anggaran Biaya**, P2SDM Sensa Yogyakarta.

Kardiyono Tjokrodinuljo, 1992, **Buku Ajar Bahan Bangunan**, Gadjahmada University Press Yogyakarta.

Lambe T.W, Robert V. Whitman, 1969, **Soil Mechanics**, John Wiley & Sons, Inc.

Panduan Praktikum Bahan Konstruksi, 2002, Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

R. Suryo Hadi Rahmad Dewanto, 1998, **Tugas Akhir, Perilaku Dinding Penahan Tanah Vertikal Dengan Geosintetik Pada Model Dua Dimensi**.

Suyono Sosrodarsono, Kazutzo Nakazawa, 1990, **Mekanika Tanah Dan Teknik Pondasi**, Pradya Paramita.

Tarso dan Wijonarko, 2003, **Tugas Akhir, Penerapan Metode Analisis Nilai Pada Perencanaan Dinding Penahan Tanah Perumahan Taman Siswa Indah Yogyakarta**.

Yudi Saptono, 1999, **Tugas Akhir, Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Penambahan Semen Merah (Bubuk Batu Bata) Tinjauan Nilai CBR Dan Pengaruh Sensitivitas**.

Zainal A.Z, 2002, **Analisis Bangunan Menghitung Anggaran Biaya Bangunan**, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jl. Kaliurang Km.14,4 Phone: (0274) 895330 Yogyakarta 68554

DATA PENGUJIAN GESER MORTAR CAMPURAN I (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps)

Jumlah Sampel : 3 Buah
 Umur Sampel : 28 Hari

Sampel1 P Kg	Sampel2 P Kg	Sampel3 P Kg	Sampel1 10 ³ cm	Sampel2 10 ³ cm	Sampel3 10 ³ cm	ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	AL 10 ³ cm	Lo cm	ε 10 ⁻³
0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
5	5	5	73	44	41	5	25	0.2	52.66667	5	10.53333
10	10	10	99	63	60	10	25	0.4	74	5	14.8
15	15	15	115	85	71	15	25	0.6	90.33333	5	18.06667
20	20	20	135	99	82	20	25	0.8	105.33333	5	21.06667
25	25	25	161	118	98	25	25	1	125.66667	5	25.13333
29	29.2	29.55	190	180.5	171.5	29.25	25	1.17	180.66667	5	36.13333

Mengetahui
 Ka. Lab. BKT
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 (Dr. ILMAN NOOR, MSCE)



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jl. Kaliurang Km.14,4 Phone: (0274) 895330 Yogyakarta 68554

DATA PENGUJIAN GESER MORTAR CAMPURAN II (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 4 Ps)

Jumlah Sampel : 3 Buah
 Umur Sampel : 28 Hari

Sampel1 P. Kg	Sampel2 P. Kg	Sampel3 P. Kg	Sampel1 10 ⁻³ cm	Sampel2 10 ⁻³ cm	Sampel3 10 ⁻³ cm	ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	L ₀ cm	ε 10 ⁻³
0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
5	5	5	67	64	60	5	25	0.2	63.66667	5	12.73333
10	10	10	80	75	65	10	25	0.4	73.33333	5	14.66667
15	15	15	101.5	98	101	15	25	0.6	100.1667	5	20.03333
20	20	20	143	121	121	20	25	0.8	128.3333	5	25.66667
25	25	25	160	155	138	25	25	1	151	5	30.2
26.4	28.1	26.5	193	181	187.5	27	25	1.08	187.1667	5	37.43333

Mengetahui
 Ka. Lab. BKT
(Signature) 3/06/04
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII
 (Dr. ILMAN NOOR, MSCE)



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jl. Kaliurang Km.14,4 Phone: (0274) 895330 Yogyakarta 68554

DATA PENGUJIAN GESER MORTAR CAMPURAN III (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 5 Ps)

Jumlah Sampel : 3 Buah
 Umur Sampel : 28 Hari

Sampel1 P Kg	Sampel2 P Kg	Sampel3 P Kg	Sampel1 10 ⁻³ cm	Sampel2 10 ⁻³ cm	Sampel3 10 ⁻³ cm	AP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	Lo cm	ε 10 ⁻³
0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
5	5	5	73.5	62	58	5	25	0.2	64.5	5	12.9
10	10	10	152	135	112.5	10	25	0.4	133.1667	5	26.63333
15	15	15	176	163	163	15	25	0.6	167.3333	5	33.46667
15.5	16.1	16.5	200	181	190	16.03333	25	0.641333	190.3333	5	38.06667

Mengetahui
 Ka. Lab. BKT

LABORATORIUM
 FAKULTAS TEKNIK
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 3/8/04
 Dr. H. H. MAN NOOR, MSCE



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jl. Kaliurang Km.14,4 Phone: (0274) 895330 Yogyakarta 68554

DATA PENGUJIAN GESER MORTAR CAMPURAN IV (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 6 Ps)

Jumlah Sampel : 3 Buah
 Umur Sampel : 28 Hari

Sampel1 P Kg	Sampel2 P Kg	Sampel3 P Kg	Sampel1 10 ³ cm	Sampel2 10 ³ cm	Sampel3 10 ³ cm	ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	AL 10 ³ cm	Lo cm	ε 10 ⁻³
0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	5	0
5	5	5	58	62	73.5	5	25	0.2	64.5	5	12.9
10	10	10	112.5	135	152	10	25	0.4	133.1667	5	26.63333
10.2	10.5	10.8	162.5	205	225	10.5	25	0.42	197.5	5	39.5

Mengetahui
 Ka. Lab. BKT

LABORATORIUM *an. S. Laruel* 3854.
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK *Daru Salam*
 FAKULTAS TEKNIK (PILMAN NOOR, MSCE)

LAMPIRAN 2



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

Jl. Kaliurang Km.14,4 Phone: (0274) 895330 Yogyakarta 68554

DATA PENGUJIAN DESAK PASANGAN BATU KAPUR
DENGAN MORTAR CAMPURAN I (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps)

Jumlah Sampel : 3 Buah
 Umur Sampel : 28 Hari

Sampel1 P Kg	Sampel2 P Kg	Sampel3 P Kg	Sampel1 10 ⁻³ cm	Sampel2 10 ⁻³ cm	Sampel3 10 ⁻³ cm	ΔP	A cm ²	σ Kg/cm ²	ΔL 10 ⁻³ cm	Lo cm	ε 10 ⁻³
0	0	0	0	0	0	0	225	0	0	30	0
100	100	100	15	30	27	100	225	0.444444	24	30	0.8
200	200	200	25	36	33	200	225	0.888889	31.33333	30	1.044444
300	300	300	34	45	42	300	225	1.333333	40.33333	30	1.344444
400	400	400	47	62	59	400	225	1.777778	56	30	1.866667
500	500	500	50	67	64	500	225	2.222222	60.33333	30	2.011111
600	600	600	54	72	69	600	225	2.666667	65	30	2.166667
700	700	700	56	73	70	700	225	3.111111	66.33333	30	2.211111
800	800	800	72	83	80	800	225	3.555556	78.33333	30	2.611111
900	900	900	76	85	82	900	225	4	81	30	2.7
1000	1000	1000	80.5	87	84	1000	225	4.444444	83.83333	30	2.794444
1100	1100	1100	87	88	85	1100	225	4.888889	86.66667	30	2.888889
1200	1200	1200	88	88.5	85.5	1200	225	5.333333	87.33333	30	2.911111
1300	1300	1300	89	92	89	1300	225	5.777778	90	30	3
1400	1400	1400	91	99	96	1400	225	6.222222	95.33333	30	3.177778

LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

3/8/04
Parus.

1500	1500	1500	102	102	102	99	1500	225	6.666667	101	30	3.366667
1600	1600	1600	105	105	105	102	1600	225	7.111111	104	30	3.466667
1700	1700	1700	109	125	125	122	1700	225	7.555556	118.6667	30	3.955556
1800	1800	1800	112	129	129	126	1800	225	8	122.3333	30	4.077778
1900	1900	1900	114	133	133	130	1900	225	8.444444	125.6667	30	4.188889
2000	2000	2000	119	139	139	133	2000	225	8.888889	130.3333	30	4.344444
2100	2100	2100	124	149	149	146	2100	225	9.333333	139.6667	30	4.655556
2195	2150	2195	139	189	189	176	2180	225	9.688889	168	30	5.6

Mengetahui
Ka. Lab. BKT

LABORATORIUM *di*
 BAGIAN KONSTRUKSI TEKNIK *di*
 FAKULTAS TEKNIK (MILMAN NOOR, MSCE)

LAMPIRAN 3

**PERHITUNGAN KOEFISIEN BAHAN DAN UPAH
RENCANA ANGGARAN BIAYA**

Tabel 9. Komposisi Bahan Perekat Basah

No	Nama Bahan	Bahan Perekat Basah (%)
1	Semen (Pc)	76
2	Semen Merah	74,5
3	Kapur	52
4	Pasir	67.5

■ Sumber Dept. Riset & Pengembangan P2SDM SENSEA
Diolah dari Berbagai Sumber

Tabel 10. Komposisi SDM Pada Pelaksanaan Proyek

No	PEKERJAAN	SDM			Catatan
		TK	TNG	Lain-Lain	
1	Unizet dan bouwplank	1	2-3		
2	Pembersihan lokasi proyek	-	2		Tenaga saja
3	Galian tanah	-	2		Tenaga saja
4	Urugan tanah	-	2		Tenaga saja
5	Pasangan batu kali untuk talud	2	4-5		

■ Sumber Dept. Riset & Pengembangan P2SDM SENSEA
Diolah dari Berbagai Sumber

Tabel 11. Harga Bas Borong

No	Pekerjaan	Bas Borong/ m ³
1	Galian tanah	Rp. 11.500.
2	Urugan tanah	Rp. 5.350.
3	Pasangan batu kali untuk talud	Rp. 44.900.

■ Sumber Dept. Riset & Pengembangan P2SDM SENSEA
Diolah dari Berbagai Sumber

1. Perhitungan Koefisien Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kapur (1/4 Pc : 1 Sm : 1 Kp : 3 Ps).

A. Bahan

$$\begin{aligned} \text{Batu kapur} &= 1 + \text{Safety Factor (SF) } 10 \% \\ &= 1,1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1/4 \text{ Semen (Pc)} &= \frac{1}{4} \times \text{koefisien} = \frac{1}{4} \times 0,76 \\ &= 0,19 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Semen merah (Sm)} &= 1 \times \text{koefisien} = 1 \times 0,745 \\ &= 0,745 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Kapur (Kp)} &= 1 \times \text{koefisien} = 1 \times 0,52 \\ &= 0,52 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \text{ Pasir (Ps)} &= 3 \times \text{koefisien} = 3 \times 0,675 \\ &= 2,025 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Bahan Pc + Sm + Kp + Ps} &= 0,19 + 0,745 + 0,52 + 2,025 \\ &= 3,48 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan spesi untuk dinding penahan tanah adalah **0,45 m³**

Sehingga berat basah kebutuhan bahan adalah:

$$\text{Bahan basah} = \frac{\text{kebutuhan spesi}}{\text{jumlah bahan}} \times (\text{perbandingan bahan} \times \text{koefisien})$$

$$\text{Pc} = \frac{0,45}{3,48} \times 0,19 = 0,0246 \text{ m}^3$$

$$\text{Sm} = \frac{0,45}{3,48} \times 0,745 = 0,0963 \text{ m}^3$$

$$\text{Kp} = \frac{0,45}{3,48} \times 0,52 = 0,0673 \text{ m}^3$$

$$\text{Ps} = \frac{0,45}{3,48} \times 2,025 = 0,2618 \text{ m}^3$$

Dari perhitungan diatas, maka dapat dihitung kebutuhan bahan sesungguhnya:

$$\text{Bahan} = \frac{\text{Bahan basah}}{\text{Koefisien}} + SF$$

$$Pc = \frac{0,0246}{0,76} + Sf(5\%) = 0,034 \text{ m}^3$$

1 m³ semen = 1250 Kg, pada perhitungan ini menggunakan semen gresik dengan berat 1 Zak = 40 Kg. Maka kebutuhan semen:

$$Pc = \frac{0,034 \times 1250}{40}$$

$$\text{Semen (Pc)} = 1,0577 \text{ Zak}$$

$$Sm = \frac{0,0963}{0,745} + Sf(5\%)$$

$$\text{Semen Merah} = 0,1357 \text{ m}^3$$

$$Kp = \frac{0,0673}{0,52} + Sf(5\%) = 0,1359 \text{ m}^3$$

1 m³ kapur = 750 Kg, pada perhitungan ini menggunakan kapur dengan berat 1 Zak = 21,5 Kg. Maka kebutuhan kapur:

$$Kp = \frac{0,1359}{21,5} \times 750$$

$$\text{Kapur} = 4,7334 \text{ Zak}$$

$$Ps = \frac{0,2618}{0,675} + Sf(10\%) = 0,4266 \text{ m}^3$$

$$\text{Pasir} = 0,4266 \text{ m}^3$$

B. Upah

Pada pekerjaan pasangan ini menggunakan komposisi *Sumber Daya Manusia* 2 tukang dengan 5 tenaga (pekerja).

$$\begin{aligned}
 2 \text{ tukang} &= 2 \times \text{Rp. } 23.000 &&= \text{Rp. } 46.000 \\
 5 \text{ Tenaga} &= 5 \times \text{Rp. } 18.000 &&= \underline{\text{Rp. } 90.000} + \\
 \text{Jumlah} &&&= \text{Rp. } 136.000
 \end{aligned}$$

Dari survey didapat bas borong pekerjaan pasangan batu dinding penahan tanah adalah Rp. 44.900.

Dari perbandingan upah SDM dan upah bas borong, maka volume pekerjaan minimum yang harus didapatkan oleh 2 tukang dan 5 tenaga adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pekerjaan minimum} &= \frac{\text{Rp. } 136000}{\text{Rp. } 44900} \\
 &= \mathbf{3,0316 \text{ m}^3}
 \end{aligned}$$

Dari volume pekerjaan minimum maka dapat dihitung koefisien upah sebesar:

$$\begin{aligned}
 \text{Tukang Batu} &= \frac{\text{jumlah tukang}}{\text{volume}} = \frac{2}{3,0316} \\
 &= \mathbf{0,6597 \text{ Orang}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kepala Tukang} &= \frac{1}{10} \times \text{Tukang Batu} = 0,1 \times 0,6597 \\
 &= \mathbf{0,0659 \text{ Orang}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tenaga} &= \frac{\text{jumlah tenaga}}{\text{volume}} = \frac{5}{3,0316} \\
 &= \mathbf{1,6492 \text{ Orang}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor} &= \frac{1}{20} \times \text{Tenaga} = 0,2 \times 1,6492 \\
 &= \mathbf{0,0824 \text{ Orang}}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Koefisien Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kali (1 Pc : 3 Kp : 10 Ps).

A. Bahan

$$\begin{aligned} \text{Batu kali} &= 1 + \text{Safety Factor (SF) } 10 \% \\ &= 1,1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Semen (Pc)} &= 1 \times \text{koefisien} = 1 \times 0,76 \\ &= 0,76 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \text{ Kapur (Kp)} &= 3 \times \text{koefisien} = 3 \times 0,52 \\ &= 1,56 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 10 \text{ Pasir (Ps)} &= 10 \times \text{koefisien} = 10 \times 0,675 \\ &= 6,75 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Bahan Pc + Kp + Ps} &= 0,76 + 1,56 + 6,75 \\ &= 9,07 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kebutuhan spesi untuk dinding penahan tanah adalah $0,45 \text{ m}^3$

Sehingga berat basah kebutuhan bahan adalah:

$$\text{Bahan basah} = \frac{\text{kebutuhan spesi}}{\text{jumlah bahan}} \times (\text{perbandingan bahan} \times \text{koefisien})$$

$$\text{Pc} = \frac{0,45}{9,07} \times 0,76 = 0,0377 \text{ m}^3$$

$$\text{Kp} = \frac{0,45}{9,07} \times 1,56 = 0,0774 \text{ m}^3$$

$$\text{Ps} = \frac{0,45}{9,07} \times 6,75 = 0,3349 \text{ m}^3$$

Dari perhitungan diatas, maka dapat dihitung kebutuhan bahan sesungguhnya:

$$\text{Bahan} = \frac{\text{Bahan basah}}{\text{Koefisien}} + \text{SF}$$

$$P_c = \frac{0,0377}{0,76} + Sf(5\%) = 0,0498 \text{ m}^3$$

1 m³ semen = 1250 Kg, pada perhitungan ini menggunakan semen gresik dengan berat 1 Zak = 40 Kg. Maka kebutuhan semen:

$$P_c = \frac{0,0498 \times 1250}{40}$$

$$\text{Semen (Pc)} = 1,5585 \text{ Zak}$$

$$K_p = \frac{0,0774}{0,52} + Sf(5\%) = 0,1562 \text{ m}^3$$

1 m³ kapur = 750 Kg, pada perhitungan ini menggunakan kapur dengan berat 1 Zak = 21,5 Kg. Maka kebutuhan kapur:

$$K_p = \frac{0,1562}{21,5} \times 750$$

$$\text{Kapur} = 5,4502 \text{ Zak}$$

$$P_s = \frac{0,3349}{0,675} + Sf(10\%) = 0,0543 \text{ m}^3$$

$$\text{Pasir} = 0,0543 \text{ m}^3$$

B. Upah

Pada pekerjaan pasangan ini menggunakan komposisi *Sumber Daya Manusia* 2 tukang dengan 5 tenaga (pekerja).

$$2 \text{ tukang} = 2 \times \text{Rp. } 23.000 = \text{Rp. } 46.000$$

$$5 \text{ Tenaga} = 5 \times \text{Rp. } 18.000 = \underline{\text{Rp. } 90.000} +$$

$$\text{Jumlah} = \text{Rp. } 136.000$$

Dari survey didapat bas borong pekerjaan pasangan batu dinding penahan tanah adalah Rp. 44.900.

Dari perbandingan upah SDM dan upah bas borong, maka volume pekerjaan minimum yang harus didapatkan oleh 2 tukang dan 5 tenaga adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume pekerjaan minimum} &= \frac{\text{Rp. 136000}}{\text{Rp. 44900}} \\ &= 3,0316 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dari volume pekerjaan minimum maka dapat dihitung koefisien upah sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Tukang Batu} &= \frac{\text{jumlah tukang}}{\text{volume}} = \frac{2}{3,0316} \\ &= 0,6597 \text{ Orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala Tukang} &= \frac{1}{10} \times \text{Tukang Batu} = 0,1 \times 0,6597 \\ &= 0,0659 \text{ Orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tenaga} &= \frac{\text{jumlah tenaga}}{\text{volume}} = \frac{5}{3,0316} \\ &= 1,6492 \text{ Orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \frac{1}{20} \times \text{Tenaga} = 0,2 \times 1,6492 \\ &= 0,0824 \text{ Orang} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Koefisien Upah Galian Tanah.

Pada pekerjaan galian tanah ini menggunakan *Sumber Daya Manusia* 2 tenaga.

$$2 \text{ Tenaga} = 2 \times \text{Rp. 18.000} = \text{Rp. 36.000}$$

Dari survey didapat bas borong pekerjaan galian tanah Rp. 11.500.

Dari perbandingan upah SDM dan upah bas borong, maka volume pekerjaan minimum yang harus didapatkan oleh 2 tenaga adalah:

$$\begin{aligned}\text{Volume pekerjaan minimum} &= \frac{\text{Rp. 36000}}{\text{Rp. 11500}} \\ &= 3,1430 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Dari volume pekerjaan minimum maka dapat dihitung koefisien upah sebesar:

$$\begin{aligned}\text{Tenaga} &= \frac{\text{jumlah tenaga}}{\text{volume}} = \frac{2}{3,1430} \\ &= 0,6363 \text{ Orang}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \frac{1}{20} \times \text{Tenaga} = 0,2 \times 0,6363 \\ &= 0,03181 \text{ Orang}\end{aligned}$$

4. Perhitungan Koefisien Upah Urugan Tanah.

Pada pekerjaan galian tanah ini menggunakan *Sumber Daya Manusia* 2 tenaga.

$$2 \text{ Tenaga} = 2 \times \text{Rp. 18.000} = \text{Rp. 36.000}$$

Dari survey didapat bas borong pekerjaan galian tanah Rp. 5.350.

Dari perbandingan upah SDM dan upah bas borong, maka volume pekerjaan minimum yang harus didapatkan oleh 2 tenaga adalah:

$$\begin{aligned}\text{Volume pekerjaan minimum} &= \frac{\text{Rp. 36000}}{\text{Rp. 5350}} \\ &= 6,7725 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Dari volume pekerjaan minimum maka dapat dihitung koefisien upah sebesar:

$$\begin{aligned}\text{Tenaga} &= \frac{\text{jumlah tenaga}}{\text{volume}} = \frac{2}{6,7725} \\ &= 0,2953 \text{ Orang}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mandor} &= \frac{1}{20} \times \text{Tenaga} = 0,2 \times 0,2953 \\ &= 0,0147 \text{ Orang}\end{aligned}$$

LAMPIRAN 4

Daftar HARGA MATERIAL / BAHAN

NO.	JENIS MATERIAL/BARANG	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	KETERANGAN
1	SEMEN (PC)	Zak	22,500.00	
2	KAPUR	Zak	4,500.00	
3	PASIR	M3	38,000.00	
4	SEMEN MERAH	M3	65,000.00	
4	KRIKIL / SPLITE	M3	78,000.00	
5	KRIKIL (LANTAI KERJA)	M3	55,000.00	
6	BATU KALI PECAH	M3	45,000.00	
7	BATA MERAH	bh.	170.00	
8	BATU KAPUR	M3	33,000.00	
9	KERAMIK (Lantai & Tangga)	M2	35,000.00	
10	GRANIT (Lantai & Tangga)	M2	175,000.00	
11	MARMER (Lantai & Tangga)	M2	100,000.00	
12	KERAMIK (Dinding)	M2	37,000.00	
13	GRANIT (Dinding)	M2	175,000.00	
14	MARMER (Dinding)	M2	95,000.00	
15	BATU ALAM (Dinding)	M2	47,000.00	
16	Semen GROUTING	Kg.	3,000.00	
17	GENTENG KERPUS	bh.	7,500.00	
18	RENG	M3	1,200,000.00	
19	BALOK USUK	M3	1,600,000.00	
20	BALOK : GORDING, NOG., JURAI , DLLL.	M3	2,200,000.00	
21	BALOK KUDA-KUDA	M3	2,200,000.00	
22	PAPAN LISJPLANK	M3	2,400,000.00	
23	PAPAN RUITER	M3	1,800,000.00	
24	GENTENG (SESUAI JENISNYA)	bh	2,500.00	
25	BALOK RANGKA	M3	1,200,000.00	
26	BALOK HANGER	M3	1,200,000.00	
27	TRIPLEK	LBR	45,000.00	
28	ASBES PLATE/HARFLEK	LBR	6,000.00	
29	GYPSUM BOARD	LBR	35,000.00	
30	PAPAN	M3	1,200,000.00	
31	ZENG (SESUAI LEBARNYA)	M	21,000.00	
32	PAKU ZENG	Kg.	150.00	

NO.	JENIS MATERIAL/BARANG	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	KETERANGAN
33	BALOK KUSEN	M3	2,200,000.00	
34	PAPAN KAYU (PINTU PANIL)	M3	6,000,000.00	
35	TEAKWOOD	LBR	45,000.00	
36	PAPAN (RAM) U/ RANGKA PINTU	M3	1,600,000.00	
37	LEM KAYU	KG	7,000.00	
38	PAKU	KG	6,000.00	
39	PAKU PLEPET	KG	7,000.00	
40	BAUT	BH	750.00	
41	PLATE	BH	750.00	
42	BEGEL	BH	7,500.00	

- Sumber Dept. Riset & Pengembangan
P2SDM.SENSA
Diolah dari Berbagai Sumber

Daftar UPAH

TENAGA KERJA HARIAN

NO.	DAFTAR PEKERJA	SATUAN	UPAH (Rp.)	KETERANGAN
1	TUKANG BATU	Hari	23,000.00	per Hari
2	KEPALA TUKANG BATU	Hari	24,000.00	per Hari
3	MANDOR	Hari	25,000.00	per Hari
4	TUKANG KAYU	Hari	23,000.00	per Hari
5	KEPALA TUKANG KAYU	Hari	24,000.00	per Hari
6	TUKANG KERAMIK	Hari	25,000.00	per Hari
7	TUKANG BIKIN KUSEN	Hari	30,000.00	per Hari
8	TUKANG PAVING BLOK	Hari	20,000.00	per Hari
9	TUKANG CAT	Hari	18,000.00	per Hari
0	TENAGA	Hari	18,000.00	per Hari

*) 1 Hari Kerja = 8 Jam termasuk 1 Jam Istirahat.

▪ Sumber Dept. Riset & Pengembangan
P2SDM SENSAS
Diolah dari Berbagai Sumber

LAMPIRAN 5

HASIL PEMBORAN (BOR DANGKAL)

Proyek : Universitas Alimad Dahlan
 Lokasi : Glagahsari, Yogyakarta
 Titik bor : T11 (Bor 3)

Elevasi : + 99.66 m
 Tanggal : 11-2-1999

Skala (m)	Ke- dalam- an (m)	Deskripsi Tanah	Sampel	Muka Air Tanah (m)
0.50	0.65	Pasir lanau coklat abu-abu		
1.00		Pasir berlanau coklat abu-abu		
1.50	1.63	Pasir sedang coklat abu-abu		
2.00	2.40	Pasir lanau coklat abu-abu		
2.50	2.80	Pasir berlanau coklat abu-abu		
3.00		Pasir berlanau coklat abu-abu		
3.50	3.40	Pasir berlanau coklat abu-abu ber- krikil		
4.00				

LAMPIRAN 6



UNTUK MAHASISWA

FM-UII-AA-FPU-09

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Agung Buwono	97 511 245	Teknik Sipil
2	Imam Ristiano	97 511 409	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR :

.....Perancangan Dinding Penahan Tanah Dari Batu Kapur Dengan Spesi Semen Merah.....

PERIODE III : MARET - AGUSTUS
TAHUN : 2003- 2004

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Mar.	Apr.	Mei.	Jun.	Jul.	Aug.
1.	Pendaftaran	■					
2.	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3.	Pembuatan Proposal		■				
4.	Seminar Proposal		■	■			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6.	Sidang-Sidang					■	■
7.	Pendadaran.						■

DOSEN PEMBIMBING I : Edy Purwanto, DR, Ir, CES, DEA
 DOSEN PEMBIMBING II : Ibnu Sudarmadji, Ir, H, MT



A Yogyakarta,20 Maret 2004
 a.n. Dekan,

 Ir. H. Munadhir, MT

Catatan.

Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :

Setiap kali mahasiswa konsultasi dosen pembimbing diminta untuk selalu menanyakan KRS Mahasiswa yang bersangkutan yang didalamnya harus tercantum SKS TA (tugas Akhir), bila SKS TA tidak tercantum maka dosen tidak boleh melayani konsultasi mahasiswa yang bersangkutan



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Agung Buwono	97 511 245	Teknik Sipil
2.	Imam Ristianto	97 511 409	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

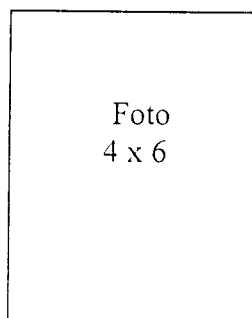
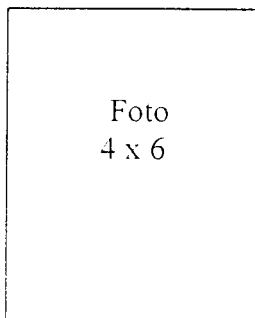
Perancangan Dinding Penahan Tanah Dari Batu Kapur Dengan Spesi Semen Merah

PERIODE KE : III (Mar 04 - Agst 04)
 TAHUN : 2003 - 2004

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		MAR.	APR.	MEI.	JUN.	JUL.	AGT.
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar Proposal		■	■			
5	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6	Sidang - Sidang					■	■
7	Pendadaran						■

Dosen Pembimbing I : Edy Purwanto,DR,Ir,CES,DEA

Dosen Pembimbing II : Ibnu Sudarmadji,Ir,H,MT



Jogjakarta , 09.Agustus.2004
 a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Catatan :

Seminar : _____

Sidang : _____

Pendadaran : _____



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uui.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 151 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./XII/2003
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : : III (Mar 04 - Agst 04)

Jogyakarta, 20 Maret 2004

Kepada .
Yth. Bapak / Ibu : Edy Purwanto,DR,Ir,CES,DEA
di -
Jogyakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- 1 Nama : Agung Buwono
No. Mhs. : 97 511 245
Bidang Studi : Teknik Sipil
Tahun Akademi : 2003 - 2004
- 2 Nama : Imam Ristianto
No. Mhs. : 97 511 409
Bidang Studi : Teknik Sipil
Tahun Akademi : 2003 - 2004

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	: Edy Purwanto,DR,Ir,CES,DEA
Dosen Pembimbing II	: Ibnu Sudarmadji,Ir,H,MT

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Perancangan Dinding Penahan Tanah Dari Batu Kapur Dengan Spesi Semen Merah

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Ir.H. Munadhir,MS

Tembusan

- 1) Dosen Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip.



جامعة الإسلام في اندونيسيا

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

Nomor : 386 /Dek.70/FTSP/IV/2004
Lamp. : -
Hal : Ijin peminjaman Lab. BKT

Jogyakarta, 21-Jun-04

Kepada Yth : Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
FTSP - UII

Di-

Jogyakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

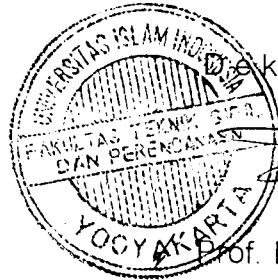
Sehubungan dengan Tugas Akhir yang akan dilaksanakan oleh mahasiswa kami, **Jurusan Teknik Sipil** Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan **Universitas Islam Indonesia** Yogyakarta yang bernama sbb :

No	Nama Mahasiswa	No.Mahasiswa
1.	Agung Buwono	97 511 245
2	Imam Ristiano	97 511 409

Berkenaan hal tersebut kiranya mahasiswa memerlukan **bantuan nya untuk dapat meminjamkan fasilitas Lab. BKT FTSP-UII**, untuk mendukung penyusunan Tugas Akhir, maka dengan ini kami mohon kepada Bapak/ Ibu sudilah kiranya dapat memberikan bantuan yang diperlukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

Demikian permohonan kami , atas perkenan serta bantuan dan bimbingannya diucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu' alaikum Wr.Wb



Dekan.

Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D.

Tembusan :

- Mahasiswa ybs.
- Arsip.

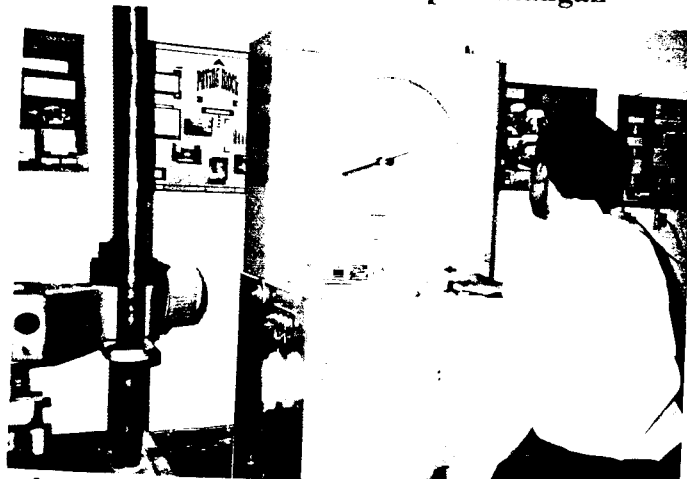
FOTO-FOTO



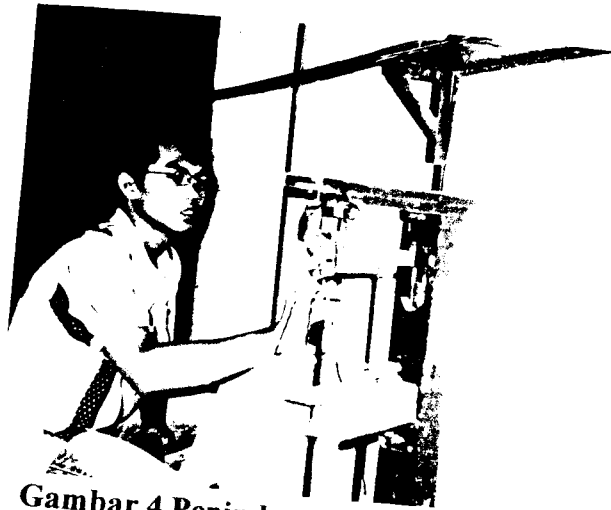
Gambar 1 Bahan-Bahan



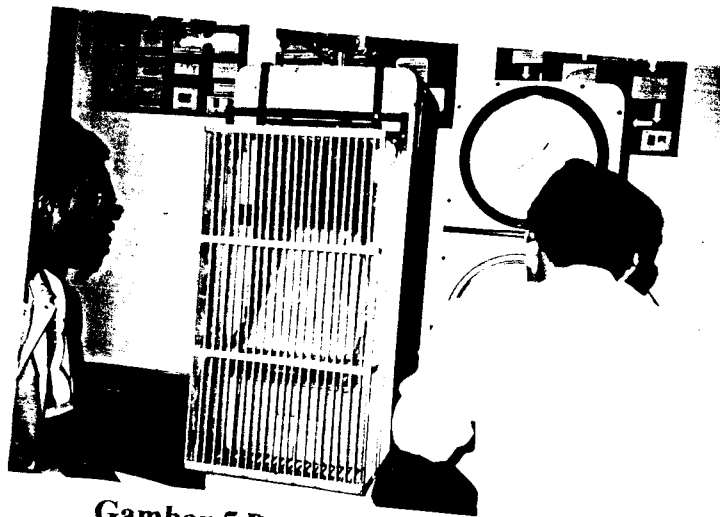
Gambar 2 Contoh Sampel Pasangan



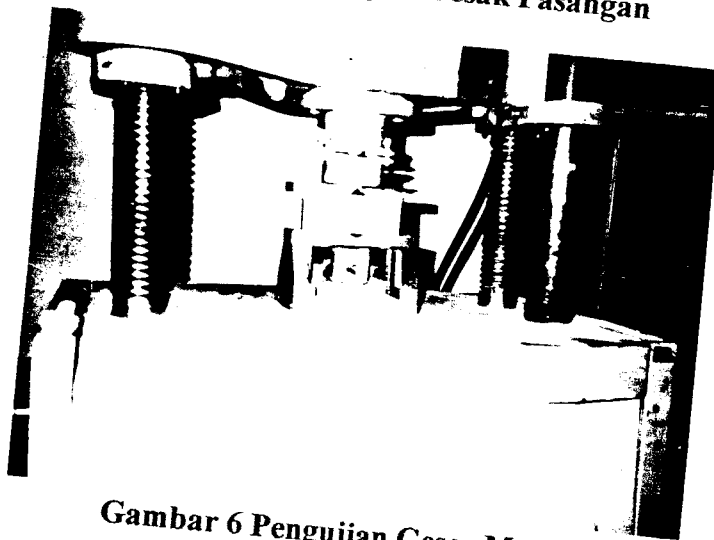
Gambar 3 Mesin Uji Geser Shimatzu Kapasitas 30 Ton



Gambar 4 Penimbangan Benda Uji Pasangan



Gambar 5 Pengujian Desak Pasangan

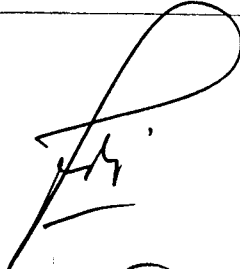

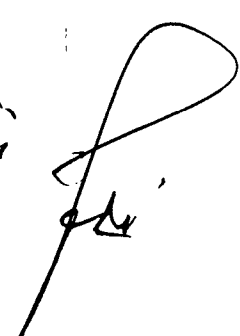






Gambar 6 Pengujian Geser Mortar

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE :
	10/08 '04.	<p>acc untuk ujic hasil penelitian TA</p>
	23/08 '04	<p>Perbaiki pada tugas konsultasi ke D P I.</p>
	26/08 '04	<p>- Lampiran di beri nomor halaman & photo? nya : juga di beri kutipan</p> <p>acc untuk Amaju Sidang Pembacaan</p>
	6/9 '04.	<p>acc, ke D P I dan Ujic</p>
	7/9 '04	<p>acc untuk di jilid</p>

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	07- '04 04	<ul style="list-style-type: none"> Perbaiki gambar proposal sesuai buku petunjuk Cari lokasi proyek untuk studi kasus 	
	22- '04 04	<ul style="list-style-type: none"> Tambahkan gambar diagram alir penelitian Daftar pustaka 	
	27- '04 04	<ul style="list-style-type: none"> Perbaiki pada bag. batasan masalah & data bentuk benda uji Konsultasi ke DP II Siapkan Seminar Proposal 	
	30/4 '04	Perbaiki data	
	04/5 '04	Ace moji ke seminar proposal data.	
	8/7 '04	<ul style="list-style-type: none"> ace : Konsultasi ke DPE yang belum di- lengkapi 	
	19/10 '04	<ul style="list-style-type: none"> Perbaiki & tambahkan pada landasan teori Hitung Tegangan & Deformasi untuk beban lateral & desai 	
	7/12 '04	Perbaiki & tambahkan penulisan	