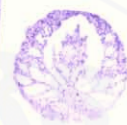


PROYEK AKHIR

PERHITUNGAN DAN ANALISA PENURUNAN TANAH
PADA PEMBANGUNAN GEDUNG 4 LANTAI
DI JALAN DIPONEGORO 83 JEMBER



Unit UPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER



Terima : 1307 OCT 2003
No. Induk :
Oleh : *Syt.*

S
Klass
691
PUT
p e i

Titus Diana Dutra

NIM. 001903301128

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER

2003

LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR

**PERHITUNGAN DAN ANALISA PENURUNAN TANAH
PADA PEMBANGUNAN GEDUNG 4 LANTAI
DI JALAN DIPONEGORO 83 JEMBER**

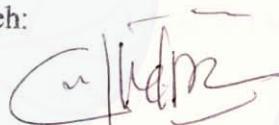
Diajukan Sebagai Syarat Yudisium pada Program Studi Diploma III
Jurusan Teknik Sipil - Program Studi Teknik
Universitas Jember

Oleh :

TITUS DIANA PUTRA
NIM. 001903301128

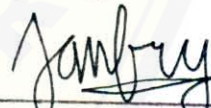
Telah diuji dan disetujui oleh:

Indra Nurtjahjaningtyas, ST. MT.
Dosen Pembimbing I / Ketua Sidang



Tanggal : 10 - 9 - 2003

Januar Fery Irawan, ST.
Dosen Pembimbing II / Sekretaris Sidang



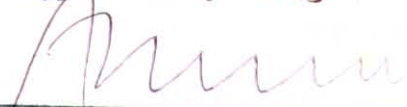
Tanggal : 11 - 9 - 2003

Sonya Sulistyono, ST.
Anggota Sidang



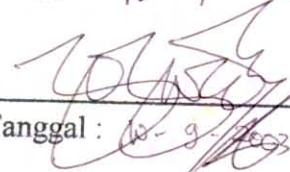
Tanggal : 11 - 9 - 2003

Akhmad Hasanuddin, ST. MT.
Anggota Sidang



Tanggal : 10 - 9 - 2003

Jojob Widodo, ST. MT.
Anggota Sidang



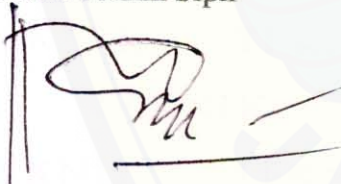
Tanggal : 10 - 9 - 2003

LEMBAR PENGESAHAN PROYEK AKHIR

**PERHITUNGAN DAN ANALISA PENURUNAN TANAH
PADA PEMBANGUNAN GEDUNG 4 LANTAI
DI JALAN DIPONEGORO 83 JEMBER**

Mengetahui :

Ketua
Jurusan Teknik Sipil



Ir. Hernu Suyoso
NIP. 131 660 768

Ketua
Program Studi Diploma III Teknik Sipil



Sonya Sulistyono, ST.
NIP. 132 231 418

Ketua
Program Studi Teknik



Dr. H. R. Sudaryanto, DEA.
NIP. 320 002 358

MOTTO :

“ Jadikanlah sebuah kegagalan sebagai awal dari kesuksesan yang tertunda”. (Orang bijak)

“ Jangan iri terhadap keberhasilan orang lain, tetapi belajarlah dari keberhasilan itu dan percayalah terhadap diri sendiri, karena percaya diri merupakan awal dari sukses”. (Orang bijak)

“ Menuntut ilmu tidak mengenal batas umur, belajarlah terus untuk mengejar segala kekurangan, karena ilmu pengetahuan tidak pernah habis dipelajari”. (Orang bijak)

“ ... Allah SWT. Akan mengangkat beberapa derajat lebih tinggi orang yang beriman diantara kamu dan orang – orang yang berilmu pengetahuan”.

(Al Qur'an , Al Mujadallah : 11)

Kupersembahkan Kepada :

1. Allah SWT.
2. Bapak dan Ibu yang Tercinta
3. Kakak – kakaku yang Tersayang
4. Ibu Indra Nurtjahjaningtyas, ST. MT.
5. Bapak Januar Fery Irawan, ST.
6. Keluarga Besar Bukit Permai E/37.
7. Rekan – rekan serta sahabatku angk. 2000
8. ...
9. Agama, Bangsa dan Negaraku
10. Almamaterku tercinta

LEMBAR PERSEMBAHAN

*Karya ini kupersembahkan untuk kedua orang tuaku & semua
Temanku yang telah mendukung dan memotivasi
Atas terselesainya Proyek Akhir ini hingga
Aku dapat lulus dan meraih gelar Amd*

RESEPTOR

Special Thank's To:

Bapak & Ibu Tercinta, kakakku tersayang; Mas Eka & Mbak Fadh, Mas Edi, Mas Aris. tak lupa juga Ibu Indra N & P. Danang, P. Januar F. serta matur nuwun to keluarga bukit permai; Mas Surip, Mbak Tutik, en' keponakan2ku yaitu Ayo, Nafan & Condro. en paling special buat in my heart & in my life "Weeqlly"

Thanks to :

Number one: Mas Hari, mas jaelani, Hasan, SUDARMAWAN, Renggo dkk, Crish, rental kom "Pojok". serta juga P.Sumardi yang telah meminjamkan data2.

Cah - cah Semarang:

wiwik, nur, ninik, may, agung, bowo, tatag, budhi, konco2 STEMBASE, nida, en cah undip yang msh buat aq pnsrn. makasih yuors support.

Arek2 kost jl danau toba:

mbahe, fatoni, wi2t, kadar, arif, jayus, helen, subur, yanuar, teni, naen, tapir, rudi dobel, agusjupiter, dkk. Thanks!!!

Arek2 angk 2000:

ada F4 cewek, eko jagung, dedi, ketep, iwan, heri, gunawan, sinchan en semuanya yang gak mungkin aku sebut satu - satu. thanks semuanya, semoga amal dan ibadah kita semua mendapat berkah dari Allah SWT. sampai ketemu pas wisuda nanti. OK! kalau ada sumur diladang bolehlah kita menumpang mandi, kalolah ada umur panjang bolehlah kita bertemu lagi. don't forget me!!!!

pisssssss men!!!!!!! (Sohibmu)

Kritik en saran bisa lewat email:
seeeyu teaxu@yahoo.com

**PERHITUNGAN DAN ANALISA PENURUNAN TANAH
PADA PEMBANGUNAN GEDUNG 4 LANTAI
DI JALAN DIPONEGORO 83 JEMBER**

Citus Diana Putra

001903301128

ABSTRAK

Tanah mempunyai peranan penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah adalah pondasi pendukung suatu bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri seperti tanggul atau bendungan, atau kadang-kadang sebagai sumber penyebab gaya luar pada bangunan, seperti tembok / dinding penahan tanah. Studi kasus pada Pembangunan Gedung 4 Lantai di Jalan Diponegoro 83 Jember. Dalam pelaksanaannya dengan membongkar bangunan lama yang terdiri 1 lantai dengan membangun bangunan baru yang terdiri 4 lantai. Pada bangunan lama terjadi masalah yaitu terjadinya retak – retak pada dinding, khususnya bagian belakang yang berdekatan dengan sungai. Pada waktu dilakukan pengujian sondir, sondir hanya mampu sampai kedalaman 2.20 m. dari permasalahan diatas akan dilakukan perhitungan dan analisa perhitungan penurunan tanah yang terjadi selama waktu tertentu yaitu 1 tahun, 2 tahun, 3 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun.

Metode penelitian dimulai dari pengumpulan data, pengujian laboratorium, analisa data, perhitungan penurunan, analisa penurunan dan terakhir kesimpulan. Jika $S_c > S_{c_{ijin}} = 100$ mm, maka dilakukan analisa cara penanggulangan penurunan tanah.

Hasil perhitungan dan analisa penurunan bahwa penurunan yang terjadi masih termasuk yang diijinkan yaitu bor II ; selama 1 tahun = 8.292×10^{-2} mm, 2 tahun = 1.173×10^{-1} mm, 3 tahun = 1.436×10^{-1} mm, 5 tahun = 1.854×10^{-1} mm, 10 tahun = 2.622×10^{-1} mm, sedangkan bor III; 1 tahun = 9.779×10^{-2} mm, 2 tahun = 1.383×10^{-1} mm, 3 tahun = 1.694×10^{-1} mm, 5 tahun = 2.187×10^{-1} mm, 10 tahun = 3.092×10^{-1} mm.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT., Penulis panjatkan kehadiran-Nya, yang senantiasa melimpahkan Rahmat, Taufiq serta Hidayah-Nya, sehingga Proyek Akhir yang berjudul “Perhitungan dan Analisa Penurunan Tanah Pada Pembangunan Gedung 4 Lantai di Jalan Diponegoro 83 Jember” ini dapat selesai dengan baik.

Proyek Akhir ini merupakan salah satu syarat lulus pada tahap Diploma dari Jurusan Teknik Sipil, Program Studi Diploma III Teknik, Program Studi Teknik - Universitas Jember.

Proyek Akhir ini akan dibahas mengenai perhitungan dan analisa penurunan tanah yang terjadi selama waktu tertentu, yaitu 1 tahun, 2 tahun, 3 tahun, 5 tahun dan 10 tahun, untuk mengetahui penyebab terjadinya retak – retak pada dinding bangunan lama.

Dalam penyusunan Proyek Akhir ini, penulis sampaikan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada beliau yang telah banyak memberikan bantuannya, antara lain :

1. Bapak Dr. Ir. R. Sudaryanto, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik, Universitas Jember.
2. Bapak Ir. Hernu Suyoso, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jember.
3. Bapak Sonya Sulistyono, ST., selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil, Universitas Jember.
4. Bapak Ahmad Hasanuddin, ST. MT., selaku Ketua Koordinator Proyek Akhir.

5. Ibu Indra Nurtjahjaningtyas, ST. MT., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis selama proses penyusunan Proyek Akhir.
6. Bapak Januar Fery Irawan, ST., selaku Dosen Pembimbing II, yang dengan senang hati memberikan bimbingan, saran dan petunjuk sehingga Proyek Akhir ini dapat terselesaikan.
7. Bapak Sumardi, dari PT Wijaya Makarti Perkasa, yang telah membantu memperoleh data proyek, serta penjelasannya.
8. Keluarga di Semarang; Bapak dan Ibu tercinta, beliauah yang telah berjuang mati – matian menyekolahkan ananda sampai keperguruan tinggi ini. Tak lupa juga kakak – kakakku, yang dengan semangat memberikan dorongan dan bantuan kepada penulis baik moril maupun materiil selama masa studi sampai dengan terselesainya Proyek Akhir ini.
9. Keluarga Besar Bukit Permai Blok E – 37, yang dengan perhatian serta memberikan motivasi kepada penulis.
10. Mas Hari, Hasan, Sudarmawan, Renggo W. dkk., yang telah banyak membantu dalam pengujian laboratorium.
11. Mas Jaelani, yang telah membantu dalam penyelesaian masalah administrasi.
12. Sahabat dan Teman – temanku Jurusan Teknik Sipil Diploma III Universitas Jember, angkatan 2000 yang telah kompak dalam menyelesaikan masa studi.
13. Arek – arek di kost jl. Danau Toba No. 29 , thank's atas motivasinya.
14. Semua Pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Proyek Akhir ini sehingga dapat terwujud.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuannya Proyek Akhir ini tak akan terwujud, untuk itu dengan tulus ikhlas penulis sampaikan penghargaan yang setinggi – tingginya semoga amal baiknya mendapat imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Amien.

Akhirnya penulis senantiasa berharap semoga Proyek Akhir ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan oleh semua orang yang memerlukannya.

Jember, Juli 2003

Penulis,
Titus Diana Putra
NIM. 001903301128

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pendahuluan.....	5
2.2 Koefisien Pemampatan (α_v) dan Koefisien Perubahan Volume (α_v).....	6
2.3 Indek Pemampatan (C_c) dan Indek Pemampatan Kembali (C_r).....	7
2.4 Tekanan Prakonsolidasi (P_c').....	9
2.5 Derajat Kejenuhan (U_v).....	10

2.6 Koefisien Konsolidasi (C_v)	10
2.7 Faktor Waktu (T_v)	11
2.8 Penurunan	12
2.8.1 Penurunan Konsolidasi	13
2.8.2 Lempung yang Terkonsolidasi Secara Normal dan Terkonsolidasi Lebih	14
2.9 Penurunan yang Dijinkan	17
III. METODOLOGI	18
3.1 Langkah-Langkah Pelaksanaan Proyek Akhir	18
3.2 Studi Literatur	19
3.3 Pengambilan Data	19
3.4 Pengujian Laboratorium	20
3.5 Analisa Data	20
3.6 Perhitungan Penurunan	23
3.7 Analisa Penurunan	24
3.9 Kesimpulan	24
IV. DATA, PERHITUNGAN DAN ANALISA	25
4.1 Data Proyek	25
4.2 Data Tanah	26
4.2.1 Penyelidikan Tanah di Lapangan	28
4.2.2 Penyelidikan Tanah di Laboratorium	30
4.3 Perhitungan Penurunan	35

4.3.1 Perhitungan Koefisien Pemampatan (a_v)	36
4.3.2 Perhitungan Koefisien Perubahan Volume (m_v)	36
4.3.3 Perhitungan Indek Pemampatan (C_c).....	36
4.3.4 Perhitungan Pemampatan Kembali (C_r).....	37
4.3.5 Perhitungan Koefisien Konsolidasi (C_v).....	37
4.3.6 Perhitungan Tekanan Prakonsolidasi (P_c).....	37
4.3.7 Perhitungan Tekanan Overburden Efektif (P_o').....	38
4.3.8 Perhitungan Penurunan (S_c).....	40
4.3.9 Perhitungan Faktor Waktu (T_v).....	41
4.3.10 Perhitungan Derajat Kejenuhan (U_v)	41
4.3.11 Perhitungan Penurunan Berdasarkan Waktu (S_{uv})	42
4.4 Analisa Penurunan Tanah.....	43
V. PENUTUP.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN	

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

1.1 Data Proyek

1.2 Data Tanah

LAMPIRAN 2

2.1 Perhitungan Koefisien Pemampatan (a_v)

2.2 Perhitungan Koefisien Perubahan Volume (m_v)

2.3 Perhitungan Indeks Pemampatan (C_c)

2.4 Perhitungan Indeks Pemampatan Kembali (C_r)

2.5 Koefisien Konsolidasi (C_v)

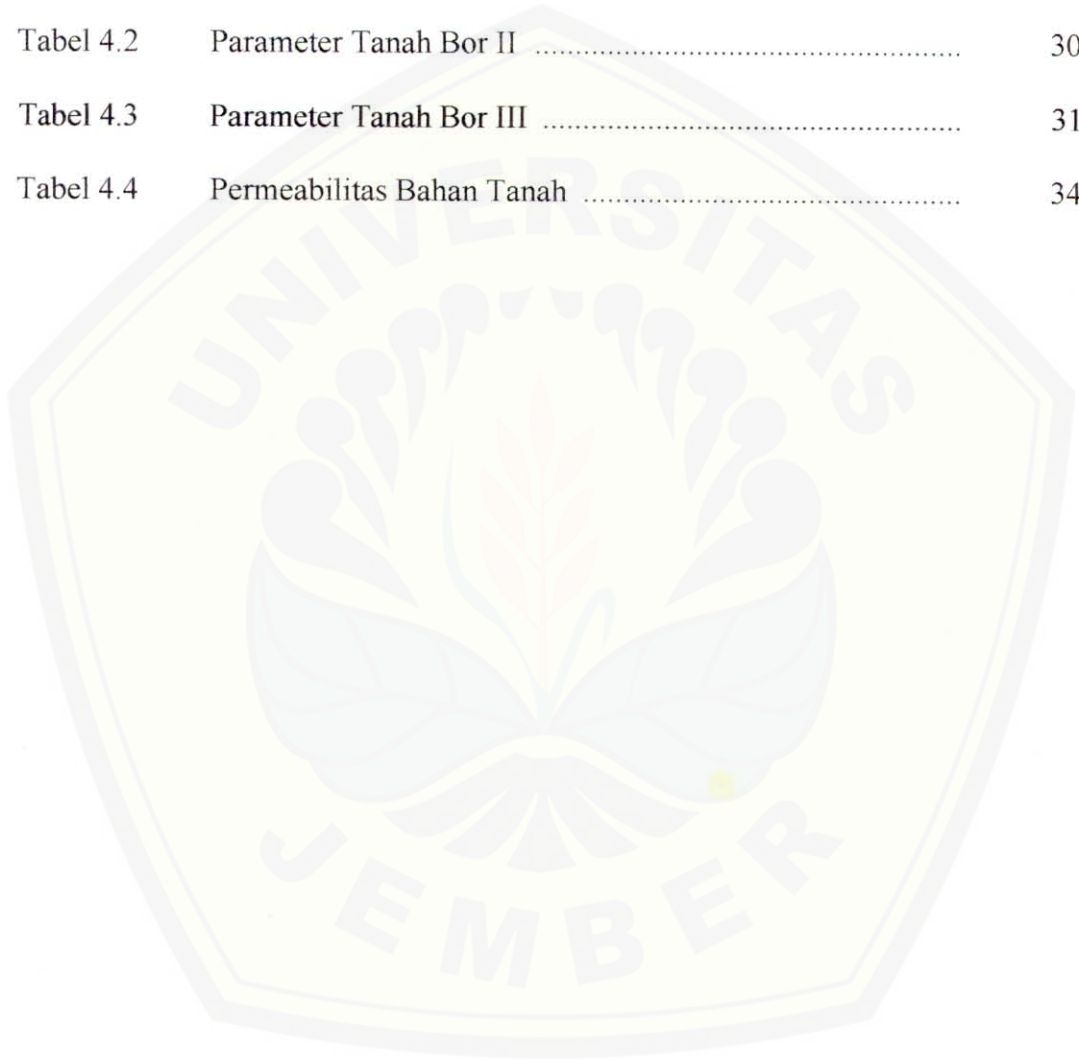
2.6 Perhitungan Penurunan (S_c)

2.7 Perhitungan Penurunan Berdasarkan Waktu (S_{uv})

2.8 Grafik Penurunan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Batas Penurunan Maksimum	17
Tabel 4.1	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai q_c	28
Tabel 4.2	Parameter Tanah Bor II	30
Tabel 4.3	Parameter Tanah Bor III	31
Tabel 4.4	Permeabilitas Bahan Tanah	34



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Indek Pemampatan (C_c)	8
Gambar 2.2	Indek Pemampatan Kembali (C_r)	8
Gambar 2.3	Menentukan P_c Cara Casagrande (1936)	9
Gambar 2.4	Karakteristik Konsolidasi Lempung Yang Terkonsolidasi Secara Normal	15
Gambar 2.5	Karakteristik Konsolidasi Lempung Yang Terkonsolidasi Lebih	16
Gambar 3.1	Langkah – langkah Pelaksanaan Proyek Akhir	18
Gambar 4.1	Lokasi Penyelidikan Tanah di Lapangan	27
Gambar 4.2	Klasifikasi Tanah Cara U.S.C.....	32
Gambar 4.3	Kondisi Lapisan Tanah Bor II	38
Gambar 4.4	Kondisi lapisan Tanah Bor III	39

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah mempunyai peranan penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah adalah pondasi pendukung suatu bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri seperti tanggul atau bendungan, atau kadang – kadang sebagai sumber penyebab gaya luar pada bangunan, seperti tembok / dinding penahan tanah.

Mengingat hampir semua bangunan itu dibuat di atas atau di bawah permukaan tanah, maka harus dibuatkan pondasi yang dapat memikul beban bangunan itu atau gaya yang bekerja melalui bangunan itu. Bila dikhawatirkan akibat tanah itu akan rusak atau turun akibat gaya yang bekerja, maka kadang-kadang diperlukan suatu pondasi dalam, seperti tiang pancang atau tiang bor. Fungsinya untuk meneruskan gaya – gaya yang bekerja ke lapisan tanah yang dianggap mampu memikul gaya itu sepenuhnya.

Studi kasus dalam Proyek Akhir (PA) ini yaitu pada pembangunan gedung 4 lantai di Jalan Diponegoro 83 Jember. Dilihat dari posisi bangunan, bangunan tersebut terletak di kawasan yang sudah padat bangunan. Di sebelah kanan dan kiri bangunan tersebut sudah ada bangunan lain, dan di belakang bangunan terdapat sungai. Pada pembangunannya nanti direncanakan dengan membongkar bangunan lama yang terdiri 1 lantai dan dibangun gedung baru 4 lantai.



Pada waktu dilakukan pengujian sondir, ternyata sondir hanya mampu mencapai pada kedalaman kurang lebih 2 meter. Maka pada pembangunan gedung baru yang terdiri 4 lantai nantinya harus benar – benar diperhitungkan faktor tanah, khususnya perhitungan dan analisa penurunan tanah.

Bertolak dari gambaran permasalahan diatas maka Proyek Akhir ini akan menghitung atau menganalisa penurunan tanah yang terjadi dengan jangka waktu tertentu yaitu waktu 1 th, 2 th, 3 th, 5 th dan 10 th pada Pembangunan Gedung baru yang terdiri 4 lantai.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dijabarkan pada latar belakang, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah berapa nilai penurunan tanah yang terjadi pada waktu tertentu yaitu waktu 1 tahun, 2 tahun, 3 tahun, 5 tahun dan 10 tahun, pada Proyek Pembangunan Gedung 4 Lantai di Jalan Diponegoro 83 Jember mengingat di belakang bangunan terdapat sungai.

1.3 Batasan Masalah

Mempertimbangkan luasnya cakupan permasalahan, maka diperlukan batasan – batasan dalam permasalahan, yang berguna untuk memperjelas dalam menganalisis permasalahan – permasalahan yang ada. Adapun batasan – batasannya adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan dan analisa berdasarkan data hasil penyelidikan tanah di lapangan, di laboratorium dan data proyek gedung baru.

2. Data penyelidikan tanah di lapangan terdiri:

- Pengujian Sondir.
- Bor Dangkal dan pengambilan contoh tanah tidak terganggu.

3. Data Proyek terdiri :

- hanya data perhitungan pondasi.
- Gambar pondasi.

4. Penyelidikan tanah di laboratorium terdiri:

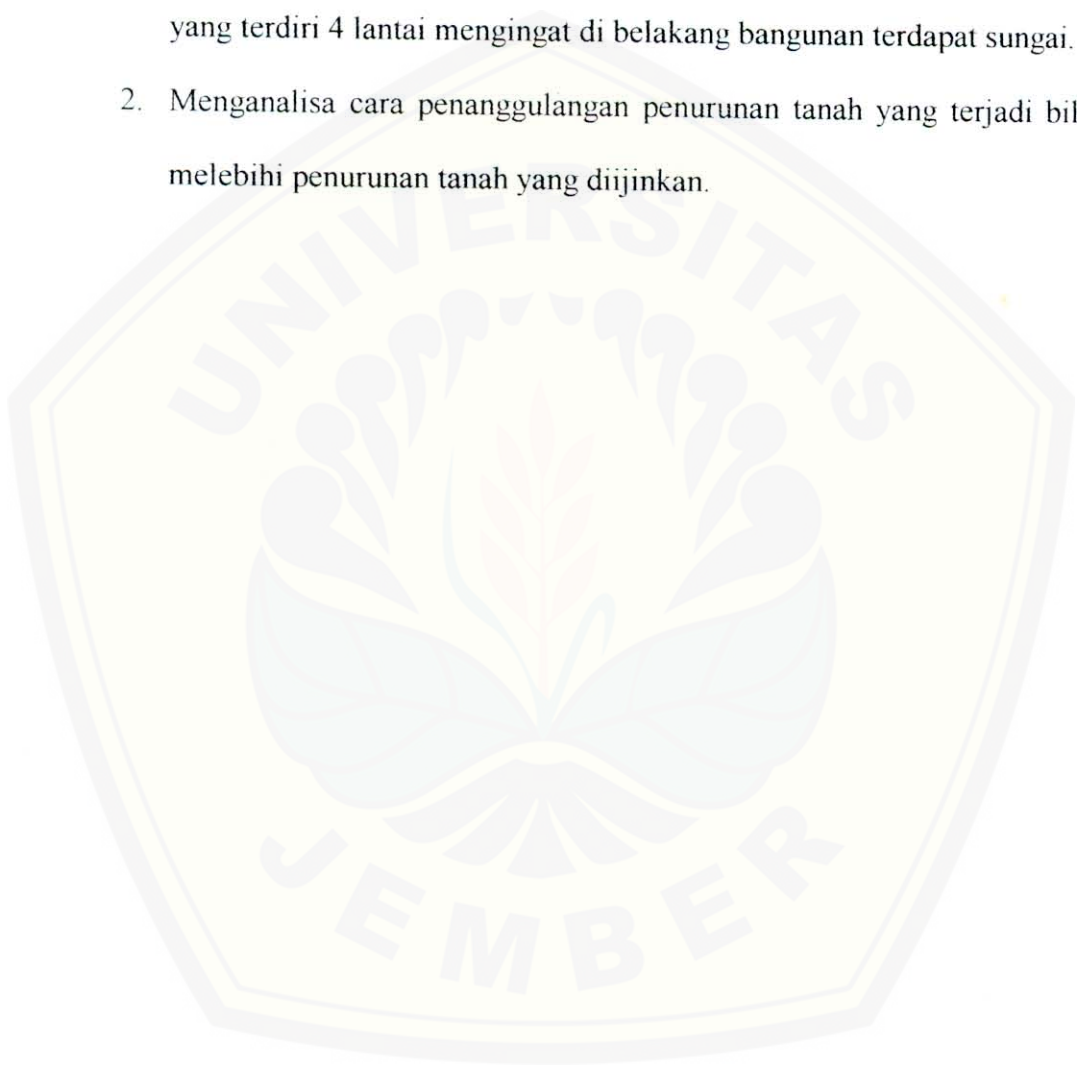
- Pengujian Kadar Air
- Pengujian Berat Isi
- Pengujian Specific Gravity (berat jenis)
- Pengujian Konsolidasi
- Pengujian Liquid Limit (batas cair) dan Plastic Limit (batas plastis)
- Pengujian Permeabilitas

5. Kondisi tanah sebelum dan sesudah dibongkar gedung lama dianggap sama atau tidak ada pengaruh.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pengujian tanah ini adalah :

1. Menghitung dan menganalisa penurunan tanah yang terjadi selama waktu tertentu yaitu 1 th, 2 th, 3 th, 5 th, dan 10 th pada gedung baru yang terdiri 4 lantai mengingat di belakang bangunan terdapat sungai.
2. Menganalisa cara penanggulangan penurunan tanah yang terjadi bila melebihi penurunan tanah yang diijinkan.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Suatu kondisi tanah yang berdekatan dengan sungai, mempunyai pengaruh pada muka air tanah dan permeabilitasnya. Bila suatu lapisan tanah jenuh yang bermeabilitas rendah dibebani, maka tekanan air pori dalam tanah tersebut akan segera bertambah. Perbedaan tekanan air pori pada lapisan tanah, berakibat air mengalir ke lapisan tanah dengan tekanan air pori yang lebih rendah, yang diikuti penurunan tanahnya. Karena permeabilitas tanah yang rendah, proses ini membutuhkan waktu. Konsolidasi adalah proses berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh yang berpermeabilitas rendah akibat pembebanan, dimana prosesnya dipengaruhi oleh kecepatan terperasnya air pori keluar dari rongga tanahnya.

Jika seluruh permukaan di bawah atau di sekitar bangunan turun secara seragam dan penurunan terjadi tak berlebihan, mungkin turunnya bangunan tak tampak oleh pandangan mata dan penurunan yang terjadi tak menyebabkan rusaknya bangunannya. Namun, kondisi demikian tentu mengganggu baik pandangan mata maupun kestabilan bangunan, bila penurunan terjadi secara berlebihan.

Istilah penurunan (settlement) digunakan untuk menunjukkan gerakan titik tertentu pada bangunan terhadap titik referensi yang tetap. Umumnya , penurunan tak seragam lebih membahayakan bangunan daripada penurunan totalnya.



2.2 Koefisien Pemampatan (Coefficient of Compression) (a_v) dan Koefisien Perubahan Volume (m_v) (Coefficient of volume change)

Koefisien pemampatan (a_v) adalah koefisien yang menyatakan kemiringan kurva $e - p'$. Jika tanah dengan volume V_1 mampat sehingga volumenya menjadi V_2 , dan mampatnya tanah dianggap hanya sebagai akibat pengurangan rongga pori, maka perubahan volume hanya dalam arah vertical dapat dinyatakan oleh :

$$\frac{V_1 - V_2}{V_2} = \frac{(1 + e_1) - (1 + e_2)}{1 + e_1} = \frac{e_1 - e_2}{1 + e_2}$$

dengan: e_1 = angka pori pada tegangan p_1'

e_2 = angka pori pada tegangan p_2'

V_1 = volume pada tegangan p_1'

V_2 = volume pada tegangan p_2'

Kemiringan kurva $e - p'$ (a_v) didefinisikan sebagai :

$$a_v = \frac{\Delta e}{\Delta p} = \frac{e_1 - e_2}{p_1' - p_2'} \quad \dots \dots \dots (2.1)$$

Koefisien perubahan volume (m_v) didefinisikan sebagai perubahan volume persatuan penambahan regangan efektif. Satuan dari m_v adalah kebalikan dari tekanan (cm^2/kg). Perubahan volume dapat dinyatakan dengan perubahan ketebalan ataupun angka pori. Jika terjadi penambahan tegangan efektif dari p_1' ke p_2' , maka angka pori akan berkurang dari e_1 ke e_0 dengan perubahan tebal ΔH .

$$\begin{aligned} \text{Perubahan volume} &= \frac{V_1 - V_2}{V_1} = \frac{H_1 - H_2}{H_1} \text{ (karena area contoh tetap)} \\ &= \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} \dots\dots\dots (2.2a) \end{aligned}$$

substitusi Persamaan (2.2a) ke Persamaan (2.1) diperoleh:

$$\text{Perubahan Volume} = \frac{a_v \cdot \Delta p}{1 + e_1}$$

Karena m_v adalah perubahan volume / satuan penambahan tegangan , maka :

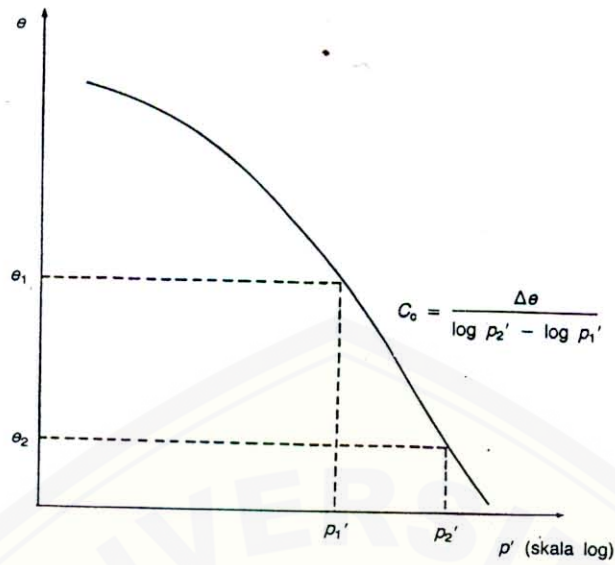
$$\begin{aligned} m_v &= \frac{a_v \cdot \Delta p}{1 + e_1} \cdot \frac{1}{\Delta p} \\ &= \frac{a_v}{1 + e_1} \dots\dots\dots (2.2b) \end{aligned}$$

nilai m_v untuk tanah tertentu tidak konstan , tetapi tergantung dari besarnya tegangan yang ditinjau .

2.3 Indek Pemampatan (Cc) (Compression Index) dan Indek Pemampatan Kembali (Cr) (recompression Index)

Indek pemampatan, C_c , adalah kemiringan dari bagian lurus grafik $e - \log p'$. Untuk dua titik yang terletak pada bagian lurus dari grafik dalam (**Gambar2.1**), nilai C_c dapat dinyatakan dalam persamaan :

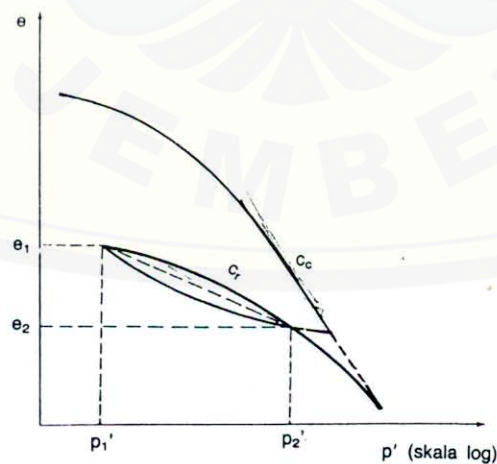
$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log p_2' - \log p_1'} = \frac{\Delta e}{\log(p_2' / p_1')} \dots\dots\dots (2.3)$$



Sumber : Hary Chritady, H. Mekanika Tanah
Gambar 2.1 Indek Pemampatan (C_c)

Indek pemampatan kembali (C_r) adalah kemiringan dari kurva pelepasan beban dan pembebanan kembali pada grafik $e-\log p$. Dari **Gambar 2.2** definisi C_r

adalah :
$$C_r = \frac{e_1 - e_2}{\log p_2' - \log p_1'} = \frac{\Delta e}{\log(p_2' / p_1')} \dots \dots \dots (2.4)$$



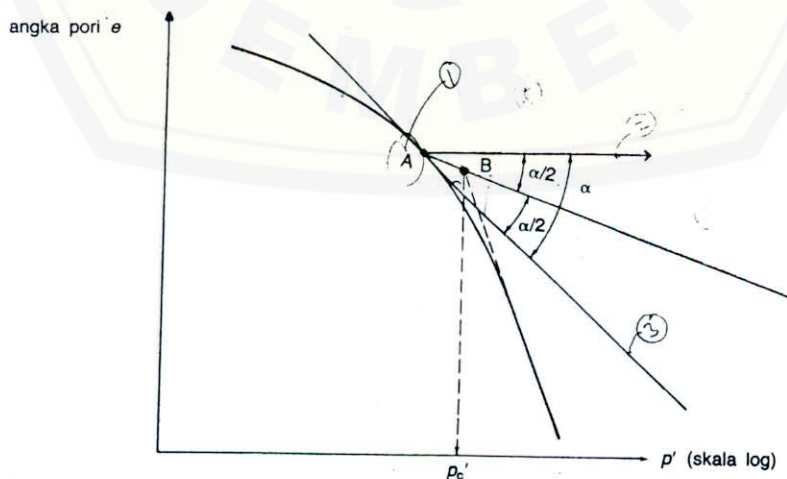
Sumber : Hary Chritady, H. Mekanika Tanah
Gambar 2.2 Indek pemampatan kembali C_r

2.4 Tekanan Prakonsolidasi (P_c') (*Preconsolidation Pressure*)

Terdapat beberapa cara untuk menentukan nilai tekanan prakonsolidasi (P_c'). Cara yang paling banyak digunakan adalah cara Casagrande (1936), yaitu dengan menggunakan gambar grafik hubungan e - $\log p$ (**Gambar 2.3**).

Prosedur untuk menentukan besarnya tekanan prakonsolidasi (P_c') yang diberikan oleh *Casagrande* adalah sebagai berikut:

1. Pilihlah berdasarkan pandangan mata satu titik yang berjari – jari minimum (atau kurna maksimum) pada kurva konsolidasi (titik A dalam **Gambar 2.3**).
2. Gambarkan garis horizontal melalui titik A (sejajar absis).
3. Gambarkan sebuah garis singgung pada kurva lewat titik A.
4. Bagi dua sudut yang dibuat oleh butir (2) dan (3).
5. Perpanjangan bagian lurus dari kurva pemampatan aslinya sampai memotong garis sudut butir (4). Titik potong dari dua garis ini adalah tekanan prakonsolidasi (P_c') yang dicari, yaitu titik B dari **Gambar 2.3**.



Sumber : Hary Chritady, H. Mekanika Tanah

Gambar 2.3 Menentukan P_c' cara Casagrande (1936)

2.5 Derajat Kejenuhan (U_v)

Pada elemen tanah dengan kedalaman z , perkembangan proses konsolidasi pada tambahan tegangan tertentu, dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$U_v = \sqrt{\frac{4T_v}{\pi}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

- U_v = derajat kejenuhan
- T_v = factor waktu (pers.2.7)
- π = 3.14

2.6 Koefisien Konsolidasi (C_v) (Coefficient of Consolidation)

Kecepatan penurunan dapat dihitung dengan menggunakan koefisien konsolidasi C_v . Kecepatan penurunan perlu diperhitungkan bila penurunan konsolidasi yang terjadi pada suatu struktur diperkirakan sangat besar. Bila penurunan sangat kecil, kecepatan penurunan tidak begitu penting diperhitungkan, karena penurunan yang terjadi sejalan dengan waktunya akan tidak menghasilkan perbedaan yang begitu besar.

Derajat konsolidasi pada sembarang waktunya, dapat ditentukan dengan menggambarkan grafik penurunan vs. waktu untuk beban tertentu yang diterapkan pada alat konsolidometer. Caranya dengan mengukur penurunan total pada akhir fase konsolidasi. Kemudian dari data penurunan dan waktunya, sembarang waktu yang dihubungkan dengan derajat konsolidasi rata-rata tertentu ditentukan. Hanya sayangnya, walaupun fase konsolidasi telah berakhir, yaitu ketika tekanan air pori telah nol, benda uji di dalam konsolidometer masih terus mengalami penurunan akibat konsolidasi sekunder. Karena itu, tekanan air pori

mungkin perlu diukur selama proses pembebanannya atau suatu interpretasi data penurunan dan waktu harus dibuat untuk menentukan kapan konsolidasi telah selesai.

Jika sejumlah kecil udara terhisap masuk dalam air pori akibat penurunan tekanan pori dari lokasi aslinya di lapangan, kemungkinan terdapat juga penurunan yang berlangsung dengan cepat, yang bukan bagian dari proses konsolidasi. Karena itu, tinggi awal atau kondisi awal atau kondisi sebelum adanya penurunan saat permulaan proses konsolidasi juga harus diinterpretasikan.

Adapun persamaan koefisien konsolidasi adalah:

$$C_v = \frac{k}{m_v \cdot \gamma_w} = \frac{k}{\left[\frac{\Delta p}{\Delta p(1+e)} \right] \gamma_w} \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana : C_v = koefisien konsolidasi (cm^2/det)

k = koefisien permeabilitas (cm/det)

m_v = koefisien perubahan volume (cm^2/kg)(pers. 2.2b)

γ_w = berat isi air (gr/cm^3)

2.7 Faktor Waktu (Time Factor) (T_v)

Faktor waktu (T_v) adalah besaran tanpa dimensi, yang disebut pula time factor, maka persamaannya yaitu:

$$T_v = \frac{C_v t}{H^2} \dots\dots\dots (2.7)$$

- dimana :
- T_v = faktor waktu
 - C_v = koefisien konsolidasi (cm^2/det). (pers.2.6)
 - t = waktu (detik)
 - h^2 = jalan air terpanjang yang berkonsolidasi (cm)

2.8 Penurunan

Penurunan pada tanah dasar akan terjadi apabila tanah dasar tersebut menerima beban di atasnya. Penurunan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori dan sebab – sebab lain. Pada umumnya, penurunan pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi dalam tiga kelompok besar, yaitu :

1. Penurunan segera (immediate settlement), S_i , atau penurunan yang terjadi segera sesudah (0 sampai kurang dari kira – kira 7 hari), yang merupakan akibat dari perubahan elastis dari butiran tanah tanpa adanya perubahan kadar air.
2. Penurunan konsolidasi (consolidation settlement), S_c , atau penurunan yang tergantung pada waktu, yaitu penurunan yang disebabkan oleh keluarnya air dari dalam pori – pori tanah.
3. Penurunan sekunder (secondary settlement), S_s , merupakan penurunan yang diakibatkan oleh adanya penyesuaian yang bersifat plastis dari butir – butir tanah.

Jenis tanah sangat mempengaruhi besarnya harga dari masing – masing komponen tersebut. Untuk tanah dengan permeabilitas tinggi, seperti pasir, penurunan segera dan konsolidasi terjadi hampir bersamaan. Hal ini disebabkan oleh waktu yang diperlukan untuk keluarnya air dari dalam pori akibat pemberian beban berlangsung sangat cepat. Sedangkan untuk tanah yang permeabilitasnya rendah, seperti tanah lempung, penambahan tekanan air pori yang disebabkan oleh pembebanan akan berkurang secara lambat dan dalam waktu yang sangat lama. Oleh karena itu penurunan konsolidasi akan terjadi setelah penurunan segera, S_i . Dalam proyek akhir ini yang diperhitungkan hanya penurunan konsolidasi karena penurunan konsolidasi merupakan penurunan yang dominan terjadi pada tanah lempung yang kompresibel.

2.8.1 Penurunan Konsolidasi (consolidation settlement)

Bilamana suatu lapisan tanah jenuh air diberi penambahan beban, tegangan air pori akan naik secara mendadak, keadaan ini menyebabkan air pori berusaha untuk mengalir keluar. Karena koefisien rembesan lempung adalah sangat kecil maka penambahan tegangan air pori tersebut akan berkurang secara lambat laun dan dalam waktu yang sangat lama. Keluar nya air pori tersebut akan disertai dengan perubahan volume dari tanah yang bersangkutan. Besarnya penurunan yang disebabkan oleh konsolidasi dapat dihitung berdasarkan pada besar pembebanan dan kondisi tanah.

Perumusan yang digunakan dalam perhitungan penurunan konsolidasi yaitu :

$$S_{Uv} = S_c \times U_v \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana : S_{Uv} = Penurunan konsolidasi total

S_c = Penurunan konsolidasi (pers. 2.9)

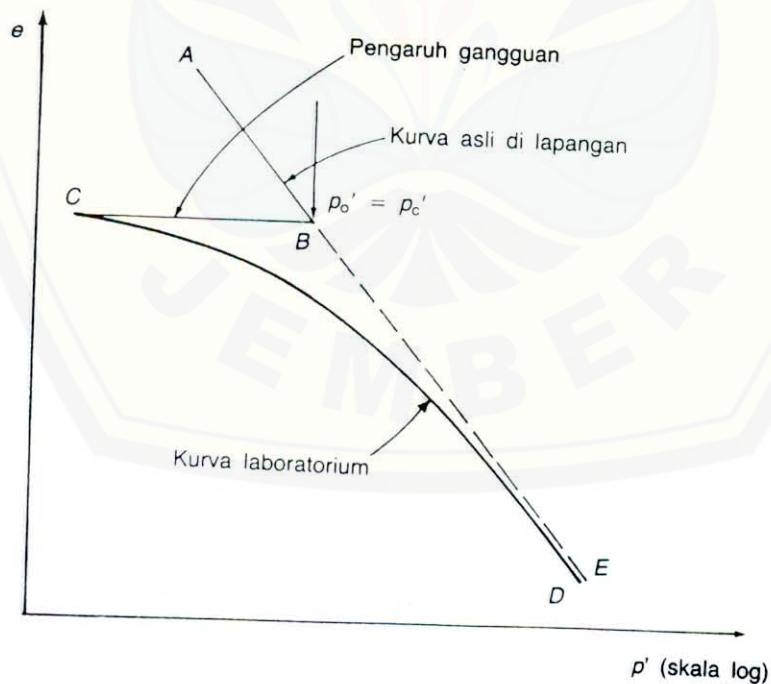
U_v = Derajat kejenuhan (pers. 2.5)

2.8.2 Lempung yang terkonsolidasi secara normal dan terkonsolidasi lebih

Suatu tanah di lapangan mungkin telah mengalami tekanan efektif maksimum (maximum efektif overburden pressure) akibat fluktuasi muka air tanah atau akibat lainnya. Besarnya tekanan tersebut mungkin sama atau lebih besar dari tekanan overburden yang ada pada saat pengambilan contoh tanah.

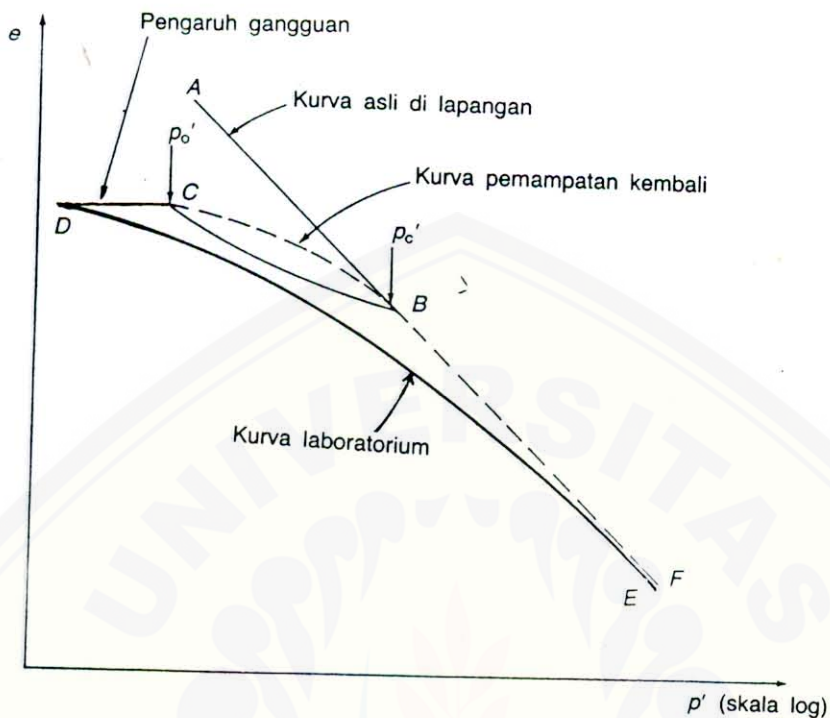
Pada saat contoh tanah diambil, contoh tanah tersebut terlepas dari tekanan overburden yang membebaninya selama ini, sebagai akibatnya tanah akan sedikit mengembang. Pada saat contoh tanah tersebut diuji konsolidasi, penurunan yang kecil akan terjadi bila beban yang diberikan pada saat percobaan adalah lebih kecil daripada tekanan efektif overburden maksimum yang pernah dialami oleh tanah. Tetapi apabila beban yang diberikan pada saat percobaan adalah lebih besar daripada tekanan efektif overburden maksimum yang pernah dialami oleh tanah yang bersangkutan maka penurunan yang terjadi sangat besar dimana hubungan e versus $\log p$ menjadi linier dan memiliki kemiringan yang tajam. Berdasarkan sejarah tegangannya, ada dua definisi dasar mengenai proses konsolidasi :

- Terkonsolidasi secara normal (*normally consolidated, NC-Soil*), dimana tekanan efektif overburden pada saat pengambilan contoh tanah yang bersangkutan merupakan tekanan maksimum yang pernah dialami tanah tersebut, seperti terlihat pada **Gambar 2.4**.
- Terkonsolidasi lebih (*over consolidated, OC-Soil*), dimana tekanan efektif overburden pada saat pengambilan contoh tanah yang bersangkutan adalah lebih kecil daripada tekanan maksimum yang pernah dialami oleh tanah sebelumnya yang dinamakan sebagai tekanan prakonsolidasi (*preconsolidation pressure*), seperti terlihat pada **Gambar 2.5**.



Sumber : Hary Chritady, H. Mekanika Tanah

Gambar 2.4 Karakteristik konsolidasi lempung yang terkonsolidasi secara normal



Sumber : Hary Chritady, H. Mekanika Tanah

Gambar 2.5 Karakteristik konsolidasi lempung yang terkonsolidasi lebih

Perumusan yang digunakan dalam perhitungan penurunan konsolidasi akibat adanya beban terbagi rata berdasarkan sejarah pembebanannya adalah:

- Untuk tanah yang terkonsolidasi secara normal :

$$S_c = C_c \frac{H}{1 + e_o} \log \frac{P_o' + \Delta P}{P_o'} \dots \dots \dots (2.9a)$$

- Untuk tanah yang terkonsolidasi lebih

Apabila $P_o' + \Delta P < P_c'$

$$S_c = C_r \frac{H}{1 + e_o} \log \frac{P_o' + \Delta P}{P_o'} \dots \dots \dots (2.9b)$$

Apabila $Po' + \Delta P > Pc'$

$$Sc = Cr \frac{H}{1+e_o} \log \frac{Pc'}{Po'} + Cc \frac{H}{1+e_o} \log \frac{Po'+\Delta P}{Pc'} \dots\dots\dots (2.9c)$$

Dimana :

H = tebal lapisan tanah yang mengalami penurunan

e_o = angka pori tanah sebelum dibebani

Po' = tegangan efektif overburden

Pc' = tegangan prakonsolidasi efektif

ΔP = penambahan tekanan akibat beban luar

Cc = indeks kompresi

Cr = indeks mengembang

Untuk ketelitian perhitungan penurunan konsolidasi, tanah dibagi dalam dua lapisan. Penurunan konsolidasi total merupakan penjumlahan dari besar penurunan tiap – tiap lapisan.

2.9 Penurunan yang Dijinkan

Tabel 2.1 Batas Penurunan Maksimum (Skempton dan Mac Donald, 1955)

Jenis fondasi	Batas Penurunan maximum (mm).
Fondasi terpisah pada tanah lempung	65
Fondasi terpisah pada tanah pasir	40
Fondasi rakit pada tanah lempung	100
Fondasi rakit pada tanah pasir	65

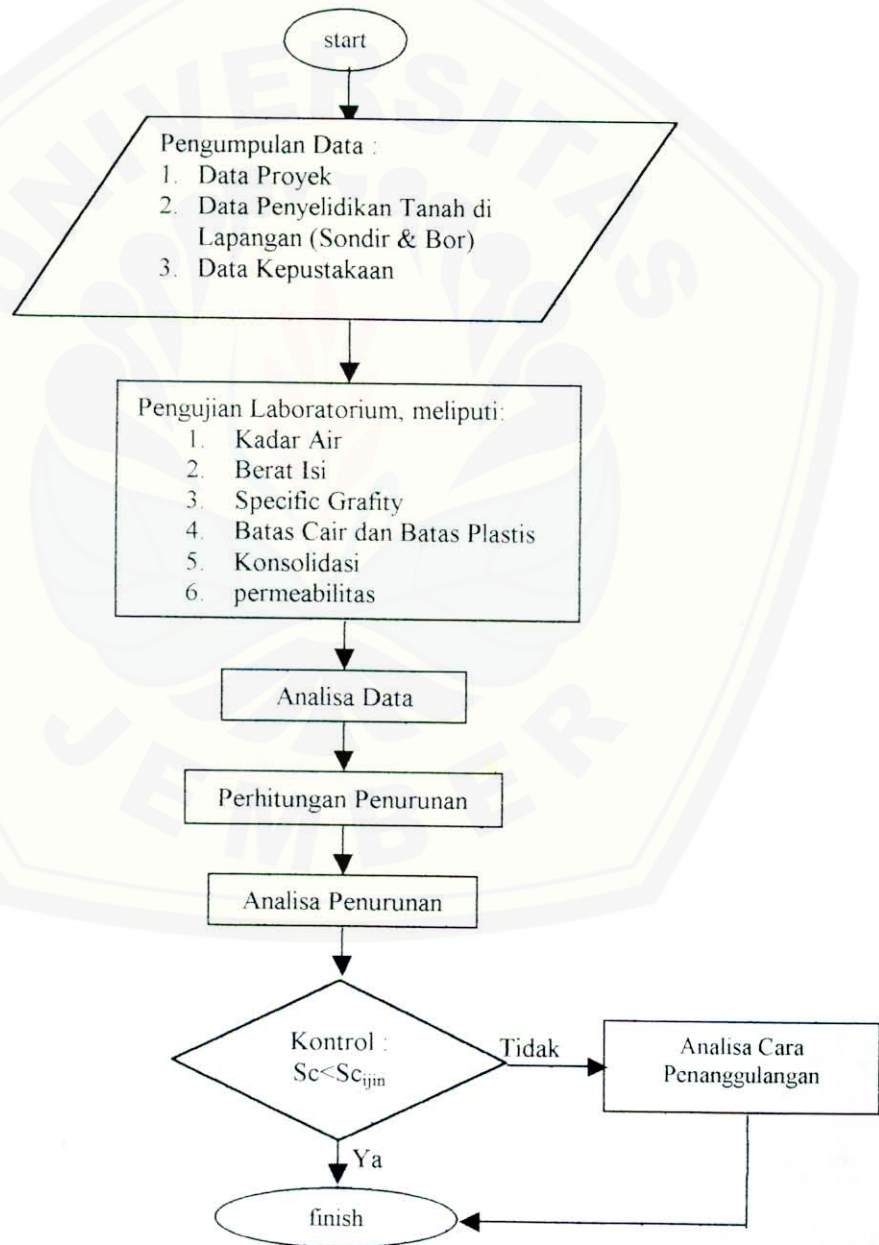
Sumber : Buku "Teknik Fondasi 1", Hary Christady H.

Dalam Proyek Akhir ini menggunakan pondasi telapak yang definisinya termasuk dalam pondasi rakit maka dipilih batas penurunan maksimum yaitu fondasi rakit pada tanah lempung = 100 mm.

III. METODOLOGI

3.1 Langkah – langkah Pelaksanaan Proyek Akhir

Dalam Proyek Akhir ini, untuk memudahkan dalam penyusunan maka dibuat suatu langkah – langkah pelaksanaan, seperti dalam **Gambar 3.1**



Gambar 3.1 Langkah – langkah Pelaksanaan Proyek Akhir

3.2 Studi Literatur

Dilakukan guna memperoleh informasi dan data – data mengenai pengujian yang akan dilakukan, yang merupakan hasil dari para penyelidik terdahulu atau dari Buku Petunjuk Praktikum yang ada dan literatur – literatur lainnya yang berhubungan dengan penelitian Proyek Akhir ini. Studi literatur nantinya akan dipakai sebagai landasan atau dasar teori penelitian Proyek Akhir.

3.3 Pengambilan Data

a. Data Proyek

Data proyek yang dibutuhkan, yaitu :

1. Data perencanaan dan perhitungan pondasi
2. Gambar pondasi

Untuk data proyek diperoleh dari PT Wijaya Makarti Perkasa dengan alamat Jl. Nanas 34 Jember.

b. Data Penyelidikan Tanah di Lapangan

1. Sondir
2. Borring

Data penyelidikan tanah di lapangan diperoleh dari Laboratorium Geologi dan Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jember.

3.4 Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Geologi dan Mekanika Tanah DIII Teknik Sipil Universitas Jember. Sedangkan Pelaksanaannya dilakukan pada bulan April 2003 s/d Mei 2003. Pengujian yang dilakukan yaitu:

1. Pengujian Kadar Air
2. Pengujian Berat Isi
3. Pengujian Berat Jenis
4. Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis
5. Pengujian Permeabilitas
6. Pengujian Konsolidasi

3.5 Analisa Data

1. Kadar Air Tanah

Kadar air tanah ialah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut dan dinyatakan dalam persen. Pengujian kadar air tanah bertujuan untuk menentukan kadar air tanah dari suatu contoh tanah.

2. Berat Isi Tanah

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat isi tanah. Berat isi adalah perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah secara keseluruhan. Prinsip percobaan ini yang utama adalah mencari berat suatu tanah untuk volume yang ditentukan. Contoh tanah yang akan diukur berat isinya sebaiknya dalam kondisi undisturbed, karena yang akan dicari adalah berat isi untuk kondisi asli.

3. Berat Jenis Tanah

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lewat no. 4 dengan picnometer. Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir tanah dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

4. Batas Cair

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar agar suatu tanah pada keadaan batas cair. Batas cair adalah kadar agar batas dimana suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi keadaan plastis.

Bila suatu tanah berbutir halus (lanau atau lempung) dicampur dengan air sehingga mencapai keadaan cair dan kemudian campuran tersebut dibiarkan maka campuran tersebut akan mengering. Proses pengeringan ini melalui beberapa fase atau keadaan tertentu, yaitu keadaan cair sampai beku (kering).

5. Batas Plastis

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan plastis. Batas plastis ialah kadar air minimum dimana suatu tanah masih dalam keadaan plastis.

6. Permeabilitas

Dua metode yang dapat dipergunakan yaitu “Constant Head” dan “Falling Head”. Untuk pengujian ini, hanya digunakan metode Constant Head. Nilai rembesan k adalah nilai yang menyatakan kemudahan aliran air melalui tanah. Besar rembesan di dalam tanah tidaklah sama satu dengan yang lain. Permeabilitas tergantung pada beberapa faktor, yaitu :

- Ukuran butir
- Sifat aliran pori, yaitu kekentalan air
- Angka pori tanah
- Bentuk dan tata letak pori
- Derajat kejenuhan

7. Konsolidasi

Menentukan sifat pemampatan suatu jenis tanah, yaitu sifat – sifat perubahan isi dan proses keluarnya air dari dalam pori tanah yang diakibatkan adanya perubahan tekanan vertikal yang bekerja pada tanah tersebut.

3.6 Perhitungan Penurunan

Perhitungan penurunan tanah berdasarkan waktu tertentu dihitung dengan langkah – langkah sebagai berikut :

1. Mencari besar beban pondasi, sebesar ΔP (didapat dari data proyek)
2. Menghitung koefisien pemampatan (a_v), dengan pers. 2.1
3. Menghitung koefisien perubahan volume (m_v), dengan pers. 2.2b
4. Menghitung indek pemampatan (C_c), dengan pers. 2.3
5. Menghitung Indek Pemampatan kembali (C_r), dengan pers. 2.4
6. Menghitung koefisien konsolidasi (C_v), dengan pers. 2.6
7. menghitung faktor waktu (T_v), untuk waktu t bervariasi mulai dari $t=1$ tahun sampai dengan $t = 10$ tahun , dengan pers. 2.7
8. Menghitung derajat kejenuhan (U_v), dengan variasi waktu sama dengan point 8, dengan pers. 2.5
9. Menghitung besar tekanan prakonsolidasi (P_c'), dengan langkah – langkah seperti Gambar 2.5
10. Menghitung tekanan overburden efektif (P_o')
11. Menghitung penurunan akibat beban P pada waktu tak terhingga sebesar S_c , dengan pers. 2.9a, atau 2.9b, atau 2.9c
12. Menghitung besarnya penurunan pada waktu t dengan variasi waktu sama dengan point 8, sebesar $S_{uv} = S_c \times U_v$ (pers. 2.8)

3.7 Analisa Penurunan

Setelah didapat hasil dari perhitungan, dilakukan analisa yang tujuannya untuk mengetahui apakah hasil perhitungan penurunan masih termasuk aman atau penurunan yang terjadi melebihi dari penurunan yang diijinkan seperti tercantum dalam **Tabel 2.1**.

3.8 Analisa Cara Penanggulangan Bila Terjadi Penurunan Melebihi Yang Diijinkan

Analisa ini berdasarkan dari hasil dan analisa penurunan, jika terjadi penurunan melebihi yang diijinkan ($S_c > S_{c_{ijin}}$) berarti dilakukan analisa cara penanggulangannya berdasarkan ilmu mekanika tanah, tetapi jika kurang dari yang diijinkan ($S_c < S_{c_{ijin}}$) maka langsung kesimpulan.

3.9 Kesimpulan

Kesimpulan yang akan disampaikan yaitu hasil dari perhitungan dan analisa nilai penurunan tanah yang terjadi pada waktu 1 th, 2 th, 3 th, 5 th dan 10th, untuk mengetahui penyebab terjadinya retak – retak pada dinding bangunan lama.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasar dari keseluruhan proses pengumpulan data, pengujian laboratorium, perhitungan dan analisa yang dilakukan dalam pelaksanaan Proyek Akhir ini, dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Nilai penurunan tanah yang terjadi selama waktu tertentu sebagai berikut :

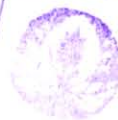
a. Bor II

- 1 tahun $S_{uv} = 8.292 \times 10^{-2}$ mm
- 2 tahun $S_{uv} = 1.173 \times 10^{-1}$ mm
- 3 tahun $S_{uv} = 1.436 \times 10^{-1}$ mm
- 5 tahun $S_{uv} = 1.854 \times 10^{-1}$ mm
- 10 tahun $S_{uv} = 2.622 \times 10^{-1}$ mm

b. Bor III

- 1 tahun $S_{uv} = 9.779 \times 10^{-2}$ mm
- 2 tahun $S_{uv} = 1.383 \times 10^{-1}$ mm
- 3 tahun $S_{uv} = 1.694 \times 10^{-1}$ mm
- 5 tahun $S_{uv} = 2.187 \times 10^{-1}$ mm
- 10 tahun $S_{uv} = 3.092 \times 10^{-1}$ mm.

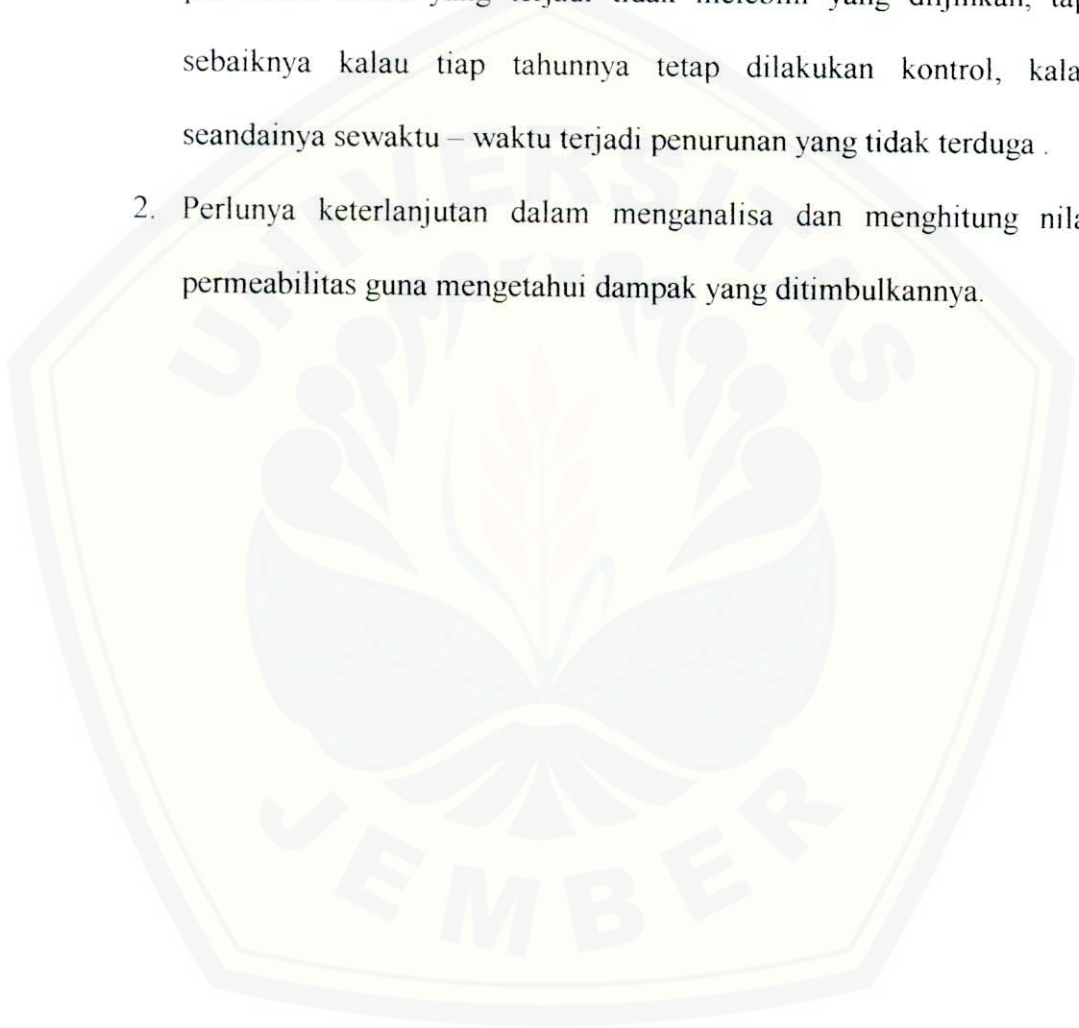
Dari hasil perhitungan diatas bahwa penurunan yang terjadi masih dalam katategori yang diijinkan ($S_c < S_{c_{ijin}} = 100$ mm).



5.2 Saran

Dalam pelaksanaan Proyek Akhir ini, dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan penurunan tanah dapat diketahui nilai penurunan tanah yang terjadi tidak melebihi yang diijinkan, tapi sebaiknya kalau tiap tahunnya tetap dilakukan kontrol, kalau seandainya sewaktu – waktu terjadi penurunan yang tidak terduga .
2. Perlunya keterlanjutan dalam menganalisa dan menghitung nilai permeabilitas guna mengetahui dampak yang ditimbulkannya.



DAFTAR PUSTAKA

- _____, “*Mekanika Tanah*”, Cipta Science Team .
- Das, Braja M. “*Mekanika Tanah*”, 1998, jilid 1, Erlangga, Jakarta
- Das, Braja M., “*Mekanika Tanah*”, 1995, jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- E. Bowles, Joseph., “*Sifat – sifat Fisis dan Mekanika Tanah*”, 1991, edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- H, Bobby. Ir., “*Teori – Penyelesaian Mekanika Tanah*”, 1982, Penerbit Yustadi Offset, Surabaya.
- Hardiyatmo, H. Christady. “*Mekanika Tanah 2*”, 1994, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- H, Christady. “*Teknik Fondasi I*”, 1996, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Kh. Sunggono. Ir., “*Mekanika Tanah*”, 1984, Penerbit Nova, Bandung.
- L.H, Shirley. Ir., “*Geoteknik dan Mekanika Tanah*”, 1994, Penerbit Nova, Bandung.
- L.D, Wesley, “*Mekanika Tanah*”, 1998, Cetakan ke VII, Penerbit PU, Jakarta.
- L, Taulu. Ir., “*Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*”, 2000, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Madyayanti, Elly. Ir., “*Mekanika Tanah*”, 1992, Edisi keempat, Erlangga, Jakarta.
- R.F, Craig., “*Mekanika Tanah*”, 1994, Edisi keempat, Erlangga, Jakarta.
- S. Suyono. Ir., “*Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*”, 2000, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Susilo S, Budi, “*Mekanika Tanah*”, 1994, edisi keempat, Erlangga, Jakarta.



Hitungan Foot Plat

Lampiran Proyek Akhir

Kolom 40 x 40

Dimuati beban 3 x 13.940 = 41.820

Peil = 2.00 m

$\sigma_g = 1,73 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{y-t} - \sigma_{b-d} = 1.200/40 \text{ kg/cm}^2$

$B = \sqrt{Q : \sigma_g} = \sqrt{41820 : 1,73} = \sqrt{24,173} = 155 \text{ m}^1$

Ukuran bidang dasar 1,75 x 1,75 m

Tekanan kolom P =	= 41.820 kg
Berat sendiri plat kaki	= 1,75 x 1,75 x 0,3 x 2.400 = 2.205 kg
Bobot tanah	= 1,75 x 1,75 x 0,675 x 1.800 = 3.720 kg
Bobot lantai beton	= 1,75 x 1,75 x 0,30 x 2.400 = 2.205 kg
Beban berguna pada lantai	= 1,75 x 1,75 x 500 = 1.531 kg
	= 51.481 kg

$\sigma_g = 51.481 : (1,75 \times 1,75) = 1,68 \text{ kg/cm}^2$

$C = \frac{1}{2} (1,75 - 0,40) = 0,675$

Penampang ab x cd

$M_x = 1,68 \times 100 \times 67,5 \times \frac{1}{2} \times 0,675 = 3.827 \text{ kgm}$

Pada $\frac{\sigma_{y-t}}{\sigma_{b-d}} = 1.200/40 \text{ kg cm}^2$

$d^1 = 0,411 \sqrt{3827} = 0,411 \times 61,86 = 25,42 \text{ cm} < \text{tebal rata}^2 \text{ 30 cm}$

Untuk tebal batang Ø 16

Maka a = 2 + 1,6 + 0,8 = 4,4 cm

Tebal plat tengah 40 cm

Dipinggir / tepi 25 cm

Bidang atas yang landai air $d_{a'}^1 = 40 - 4,4 = 35,6 \text{ cm}$

Tulang yang dibutuhkan pada dua arah tiap m¹ plat

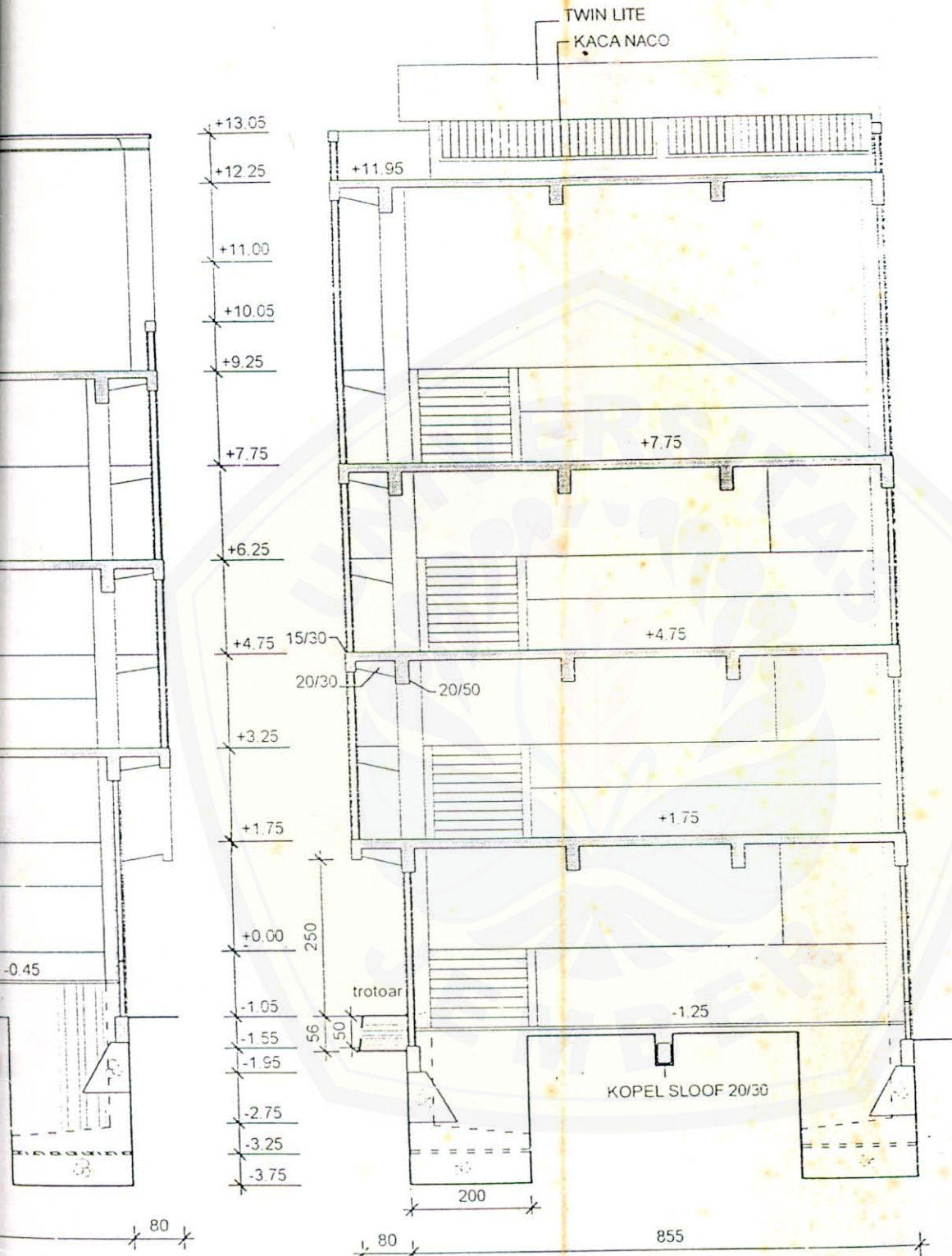
$F_y = 0,0938 \times 3.827 : 35,6 = 10,008 \text{ cm}^2$

Dipilih Ø 16 - 15 → $F_y = 13,41 \text{ cm}^2$

Dibengkokkan C max = $\frac{3}{2} \times \frac{P}{2(a+b)d} = \frac{1,5 \times 41.820}{4(6,75 + 40) \times 25} = \frac{62.730}{10.750}$

= 5,83 cm² → 3 Ø 16 → 6,02 cm²

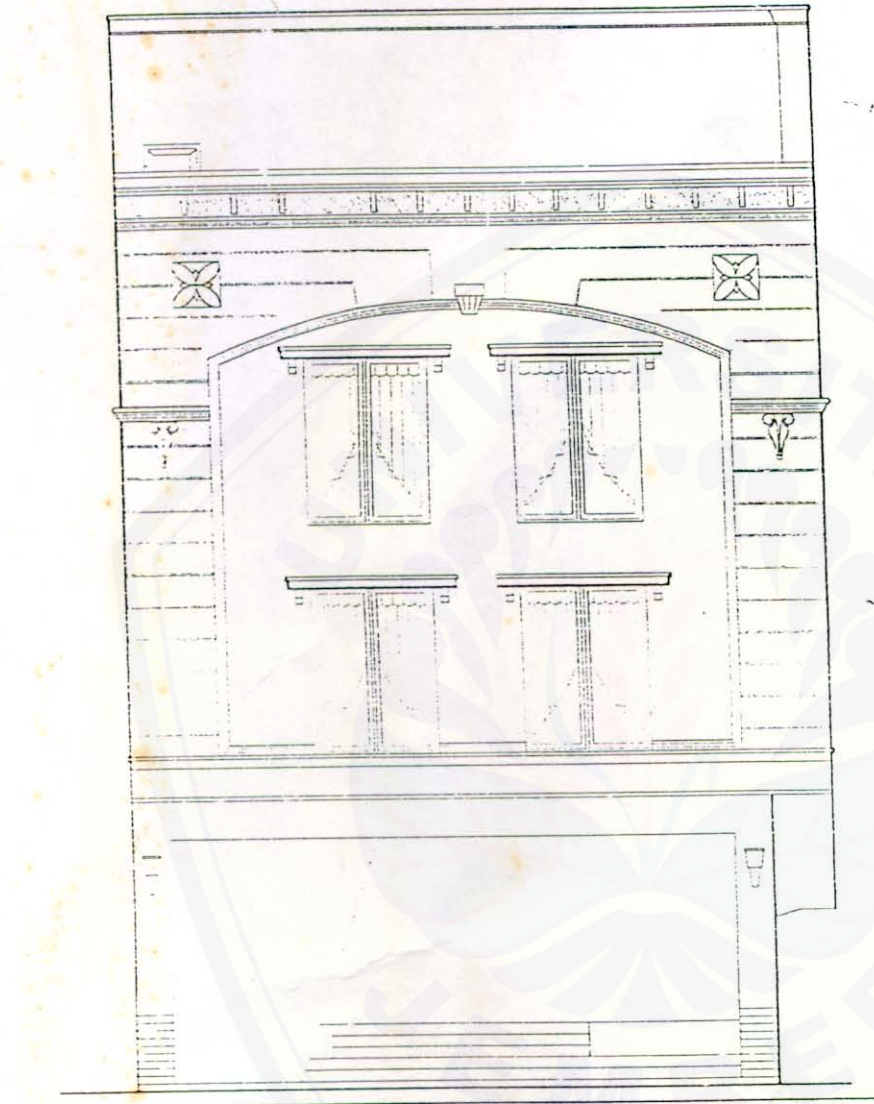




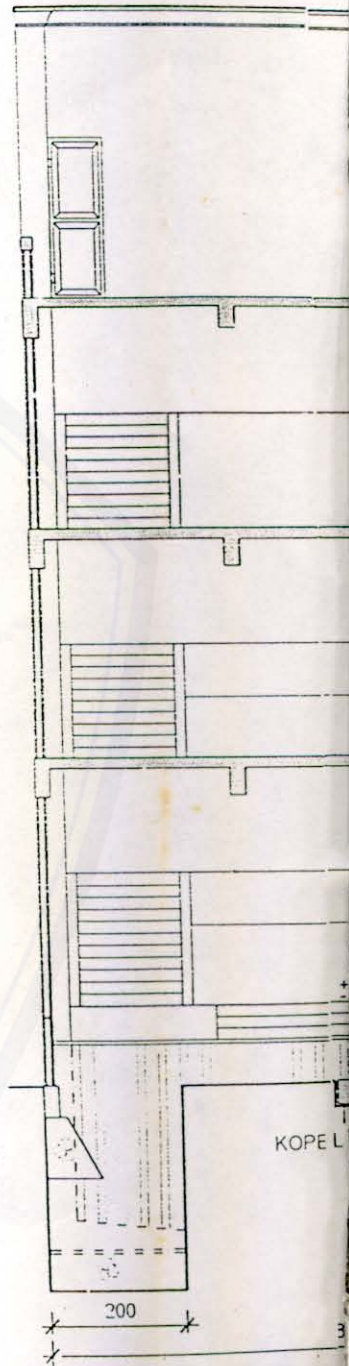
B - B

POTONGAN C - C
1 : 100





TAMP. DEPAN
1 : 100



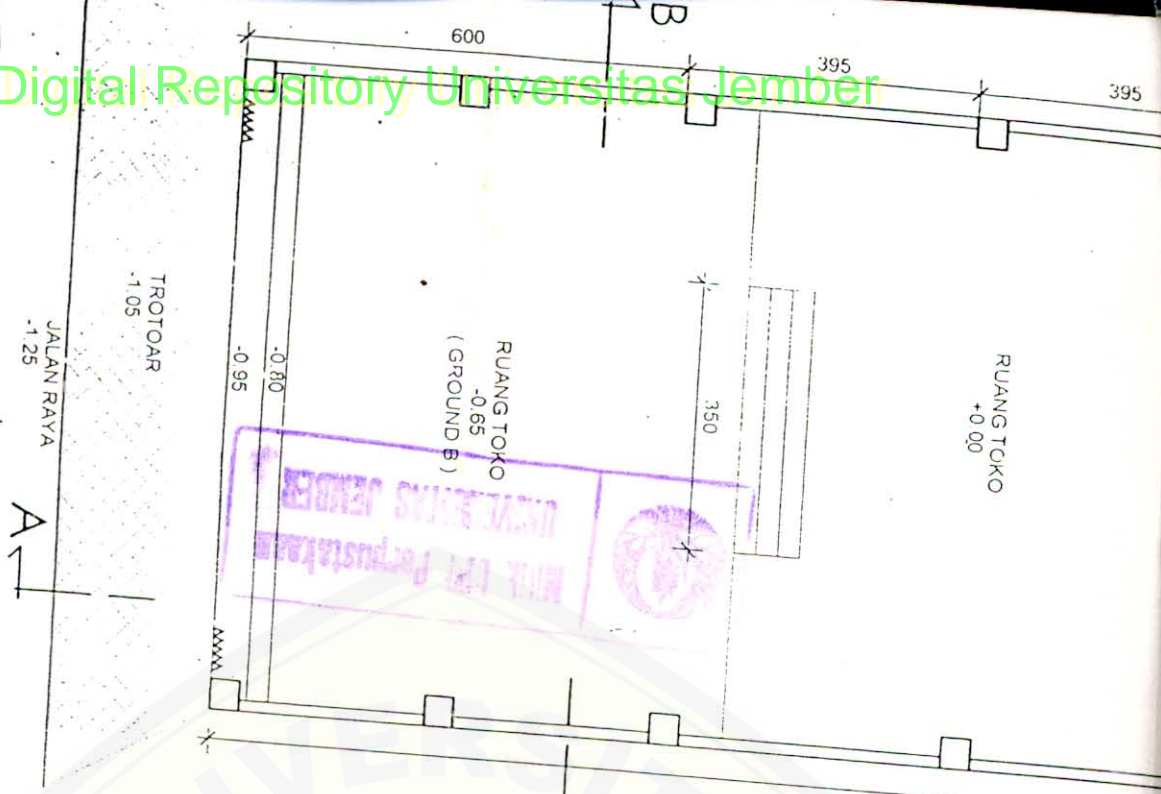
KOPE L

200

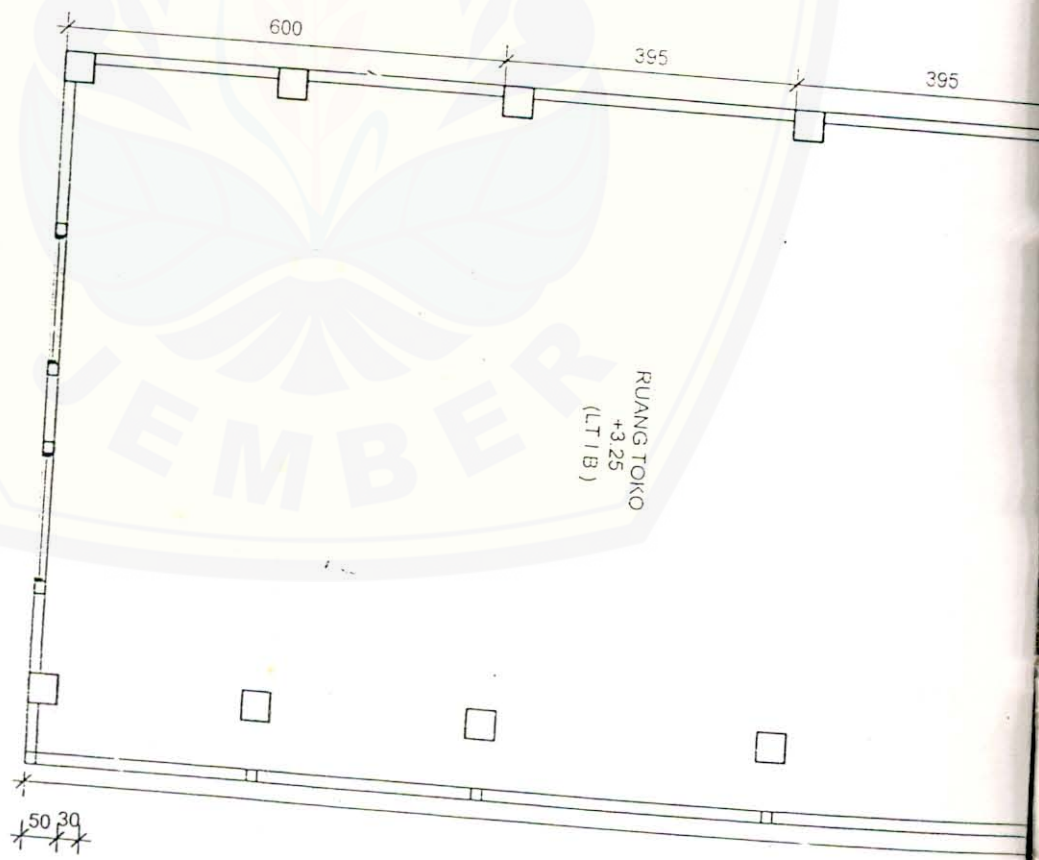
POTO
1 : 100

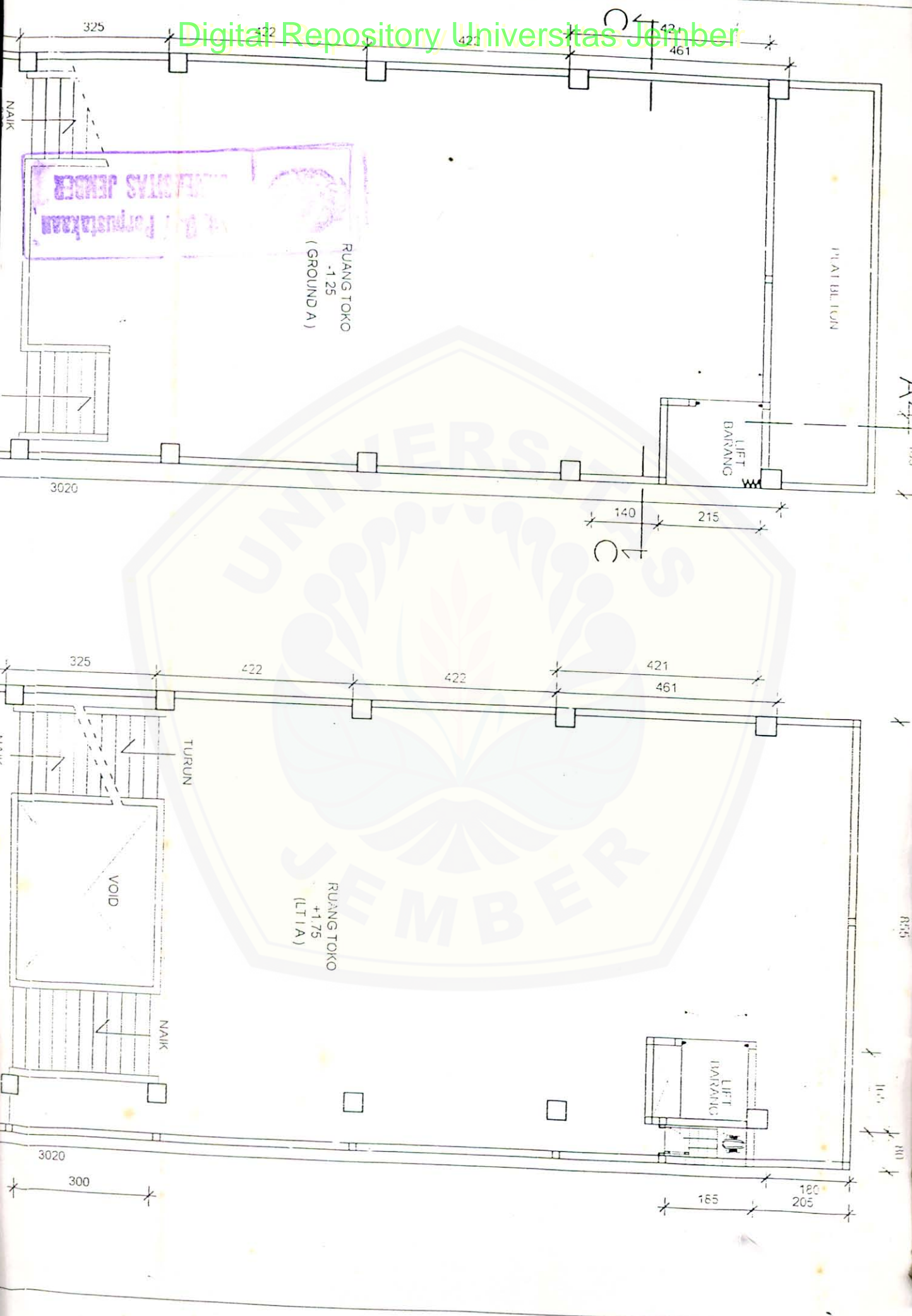


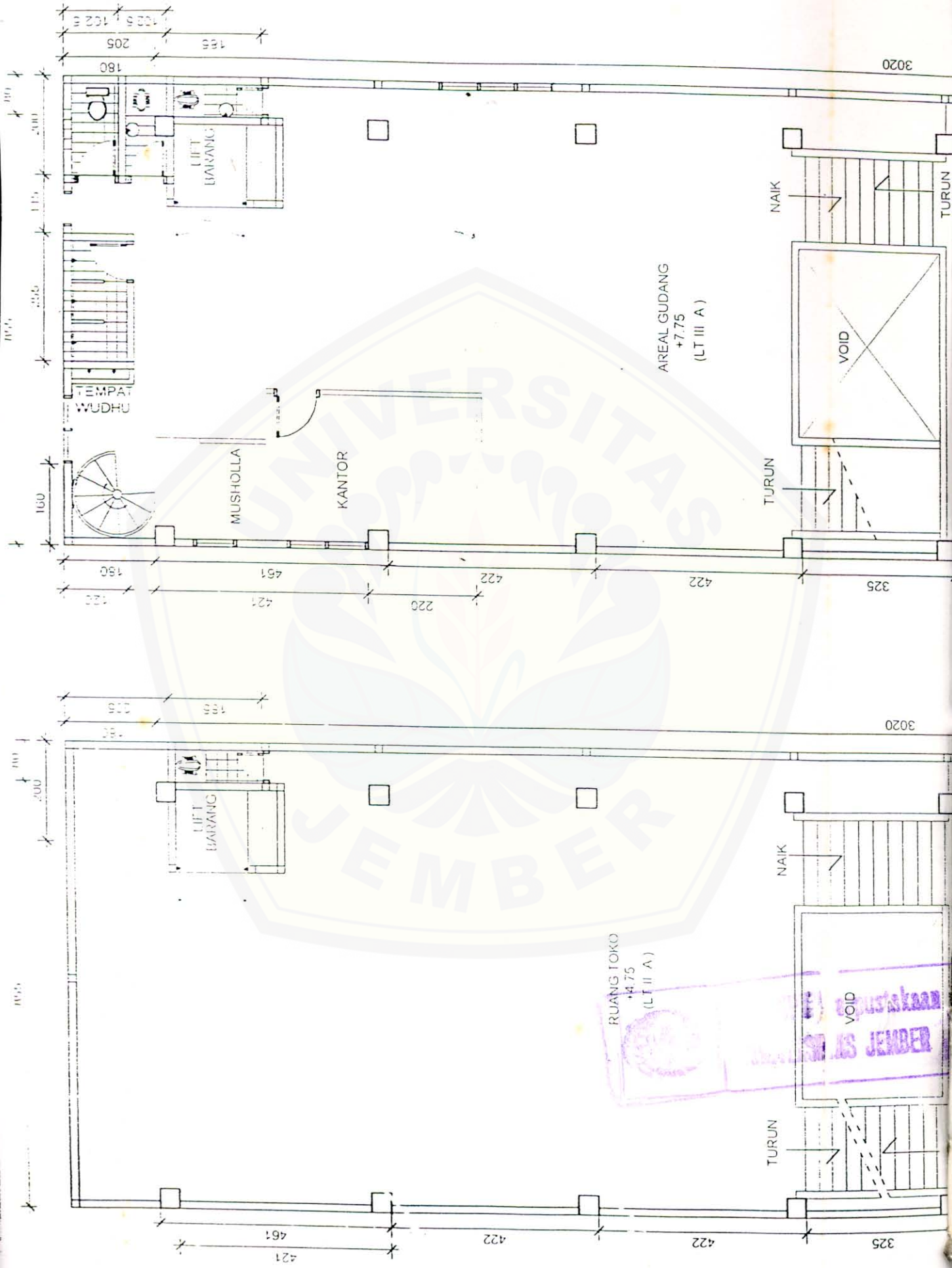
DENAH GROUND A + B
1 : 100

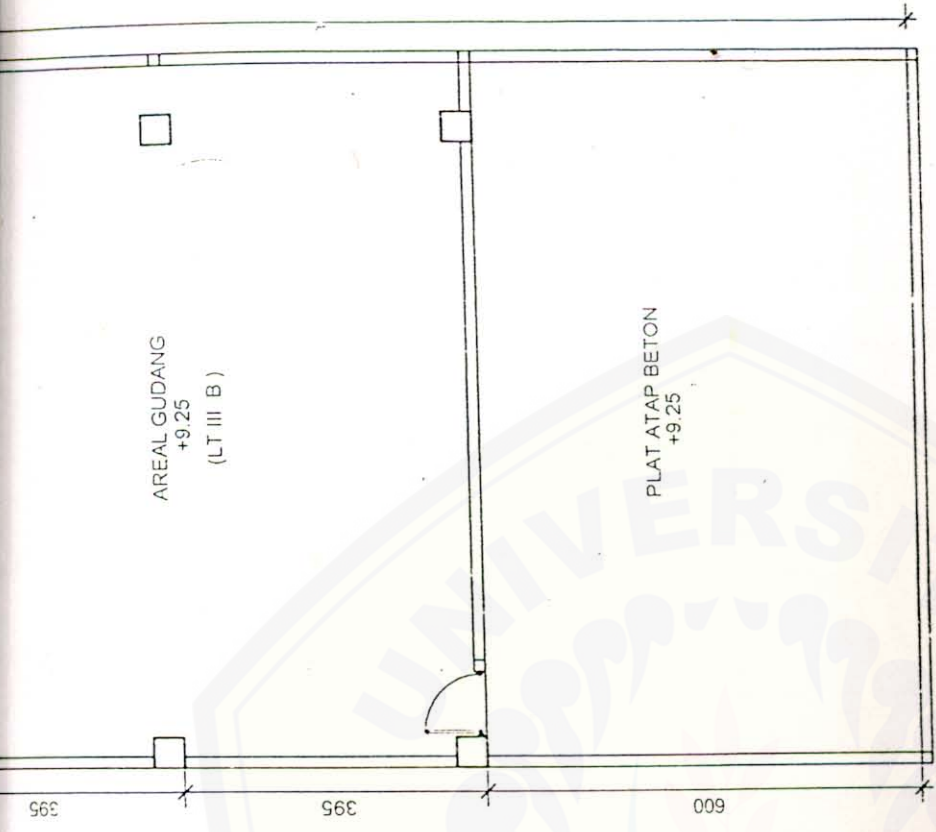


DENAH LITIA + B
1 : 100

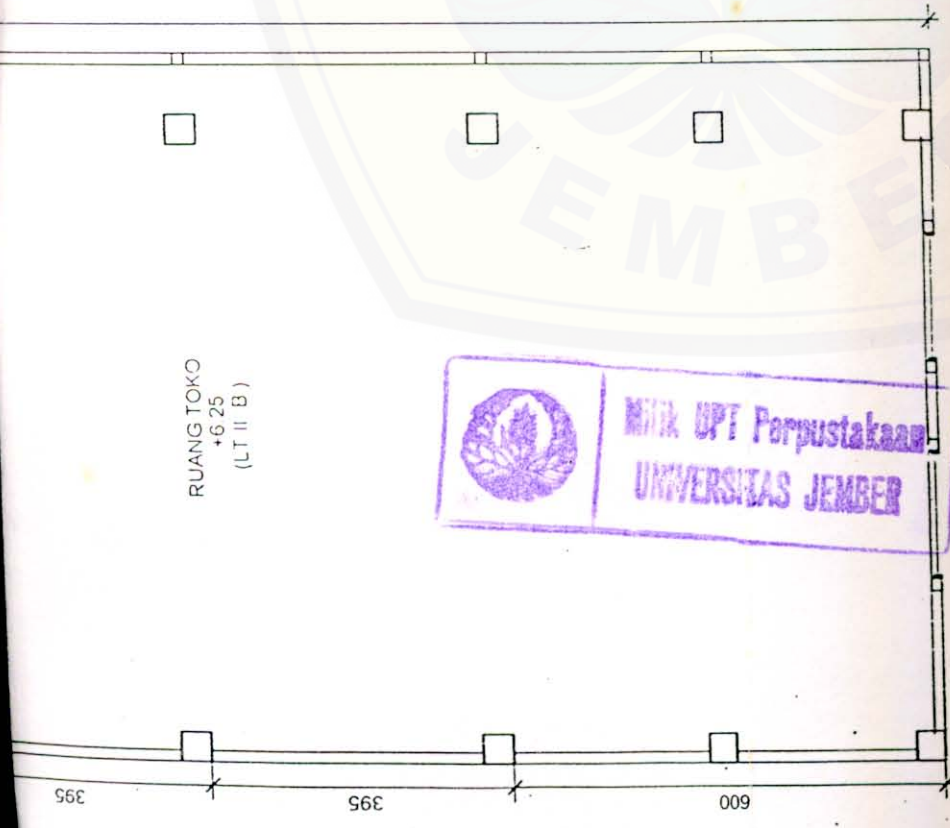








DENAHLT III A + B
1 : 100

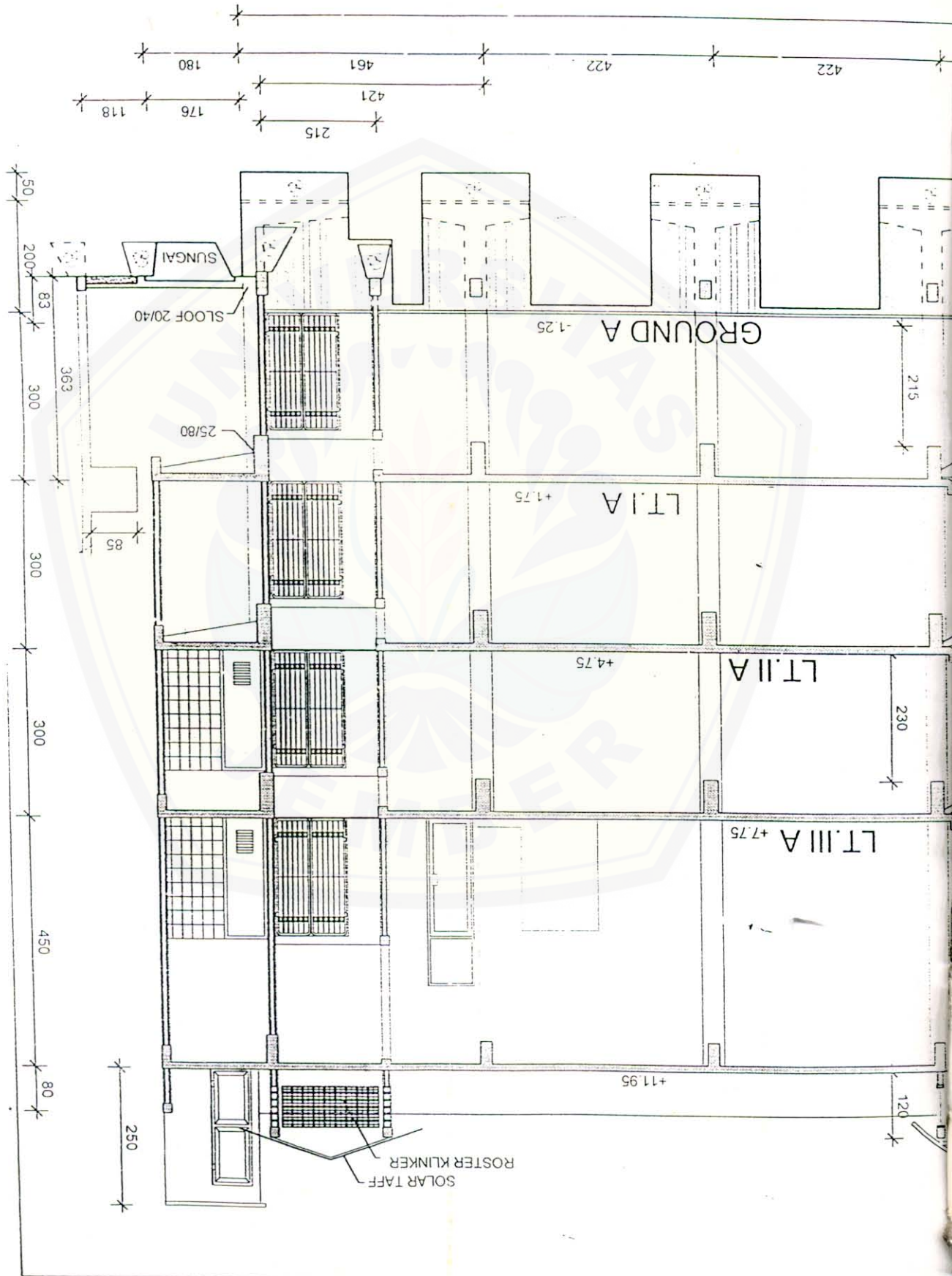


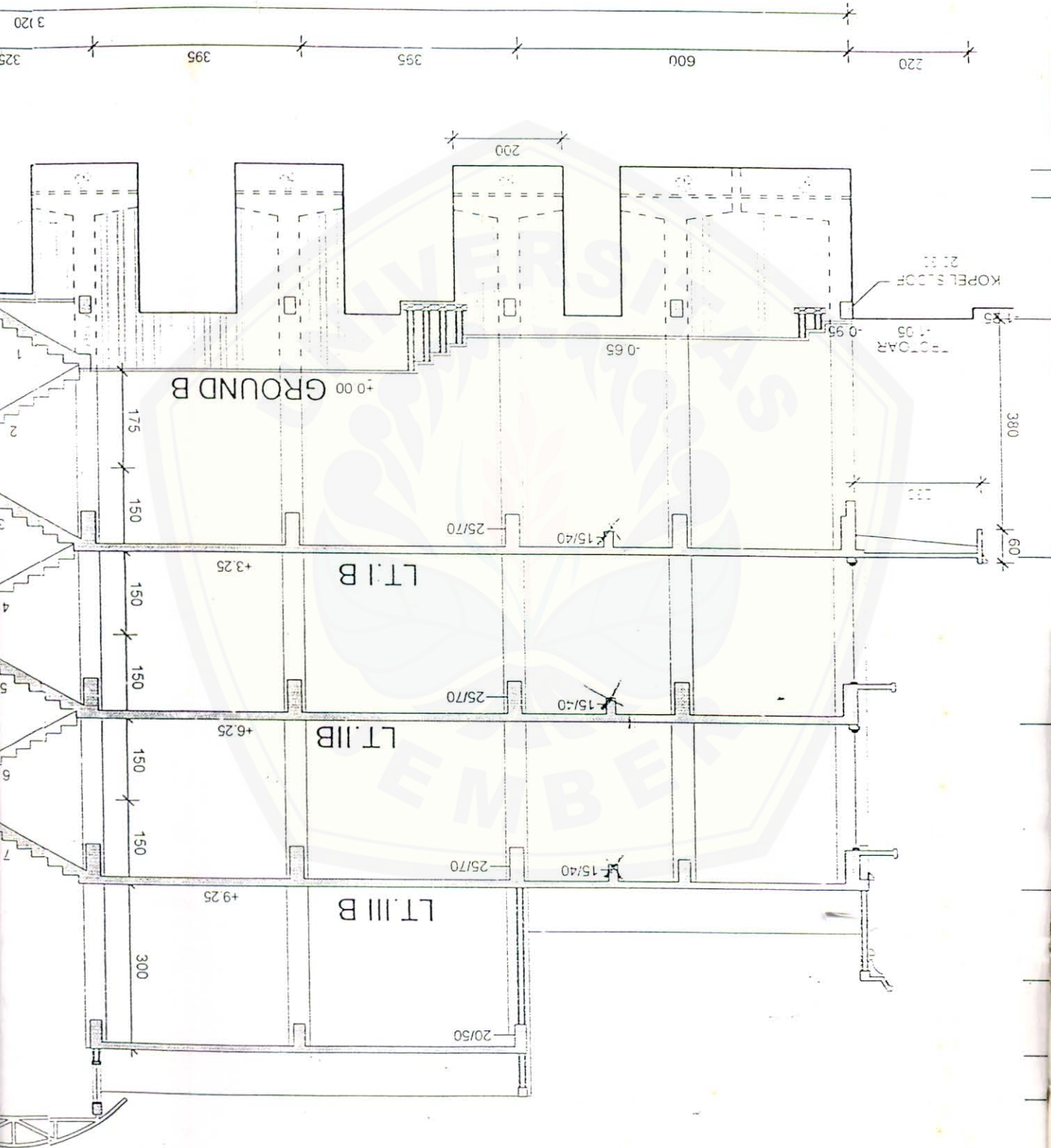
DENAHLT II A + B
1 : 100

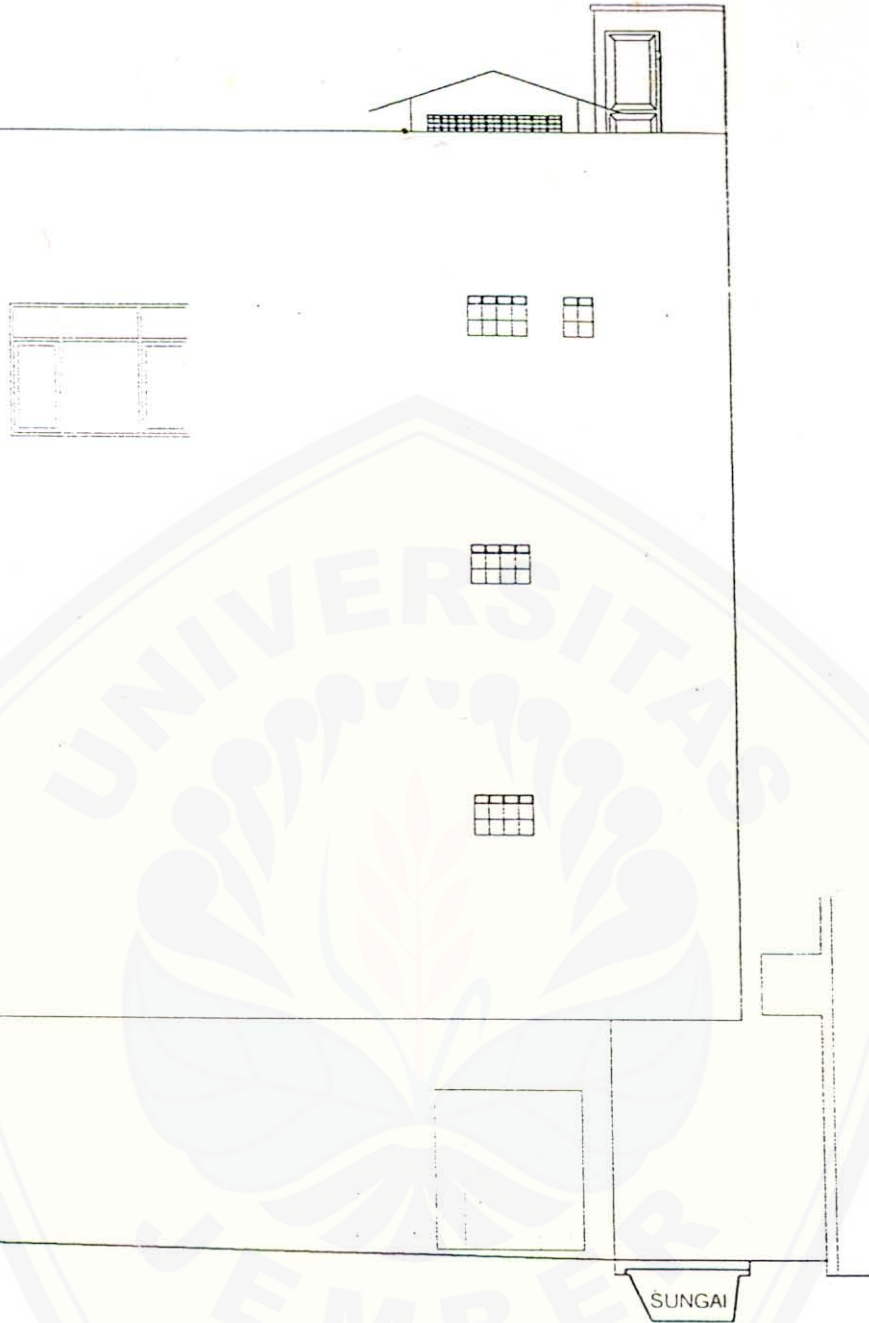


POTONGAN A-A

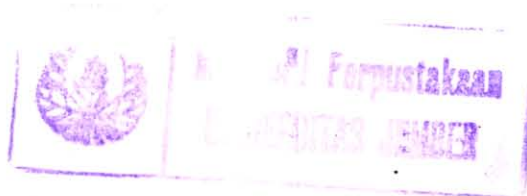
1:100







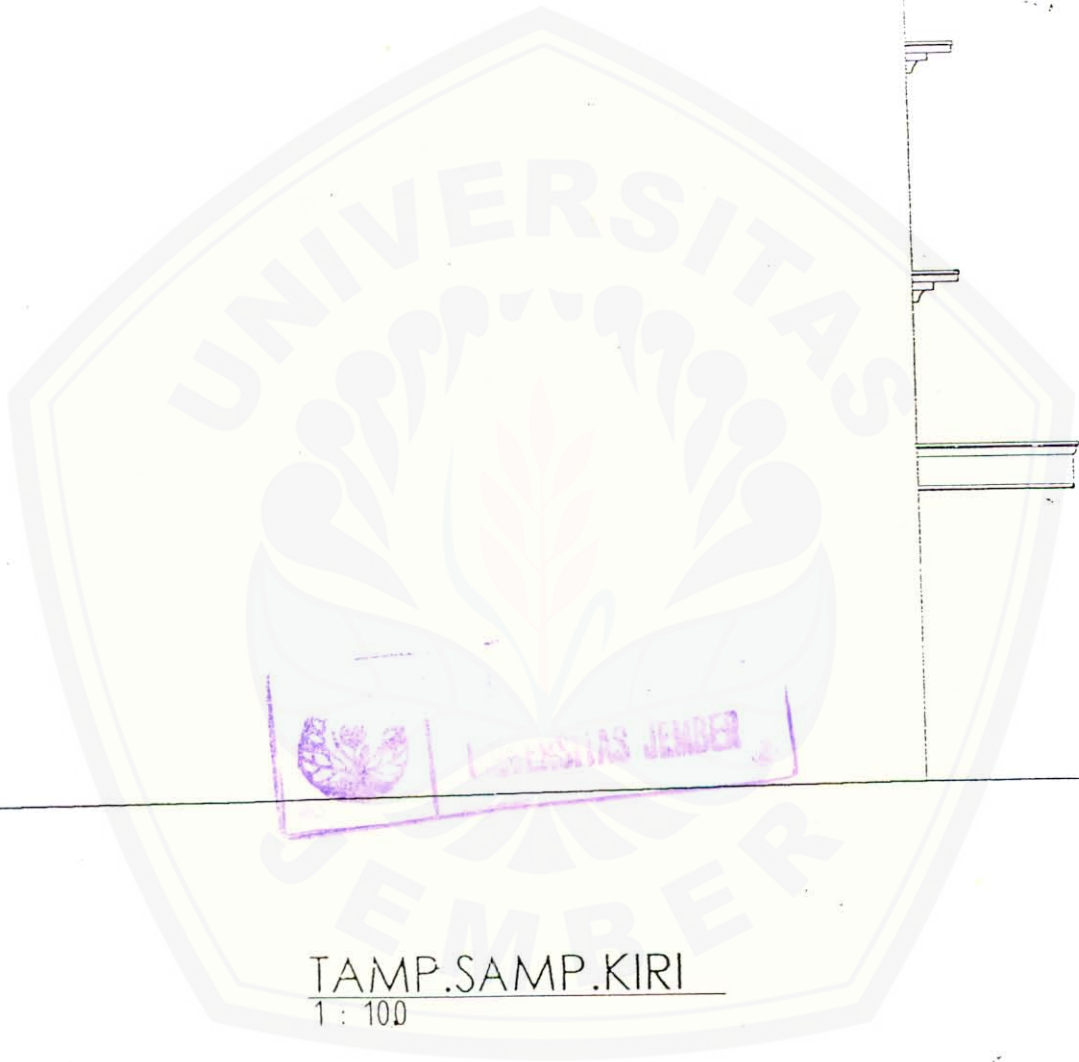
TAMP.SAMP.KANAN
1 : 100



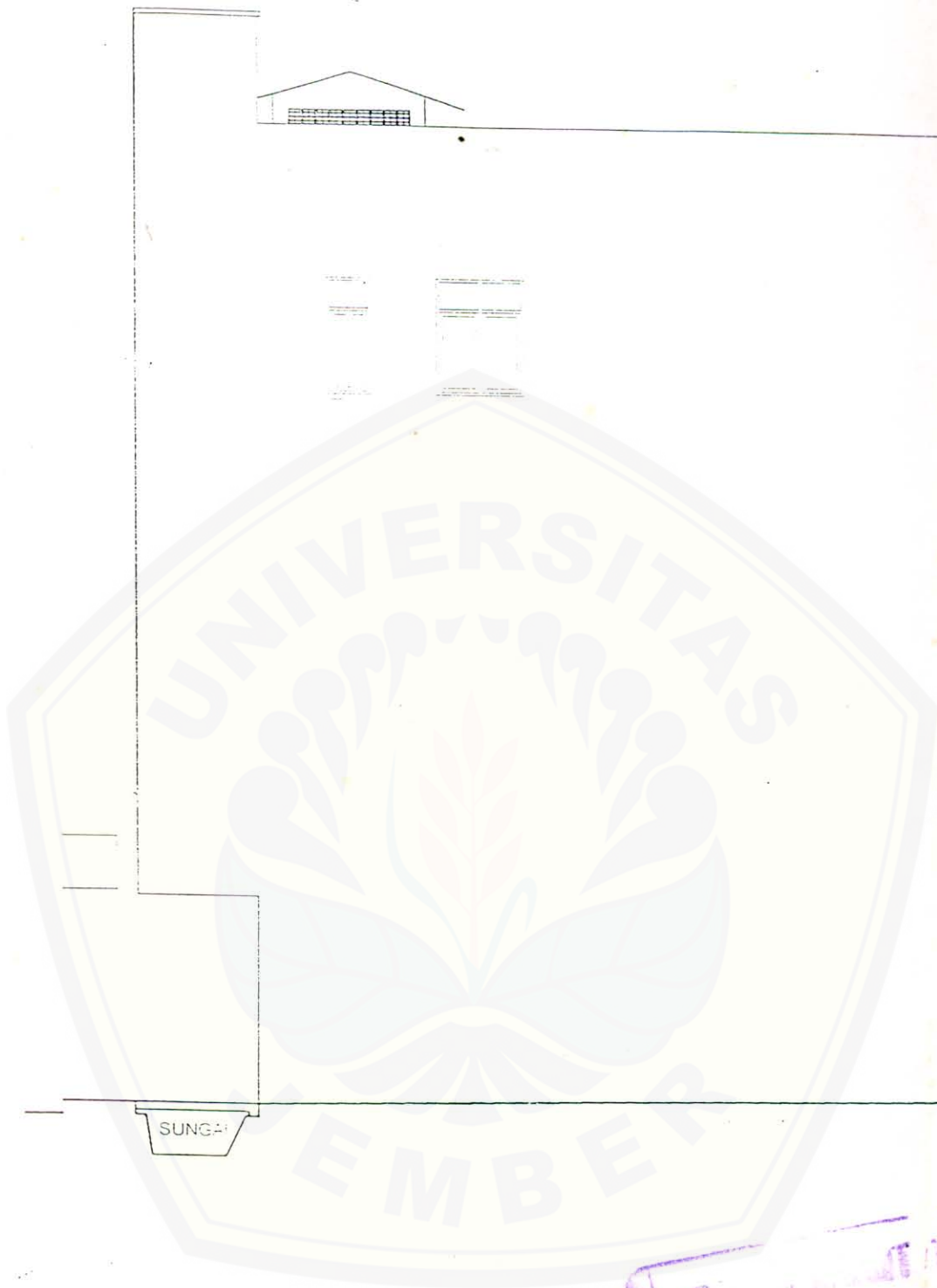


10
60
80
100

MAK 104 Perpustakaan
JEMBER 800 JEMBER



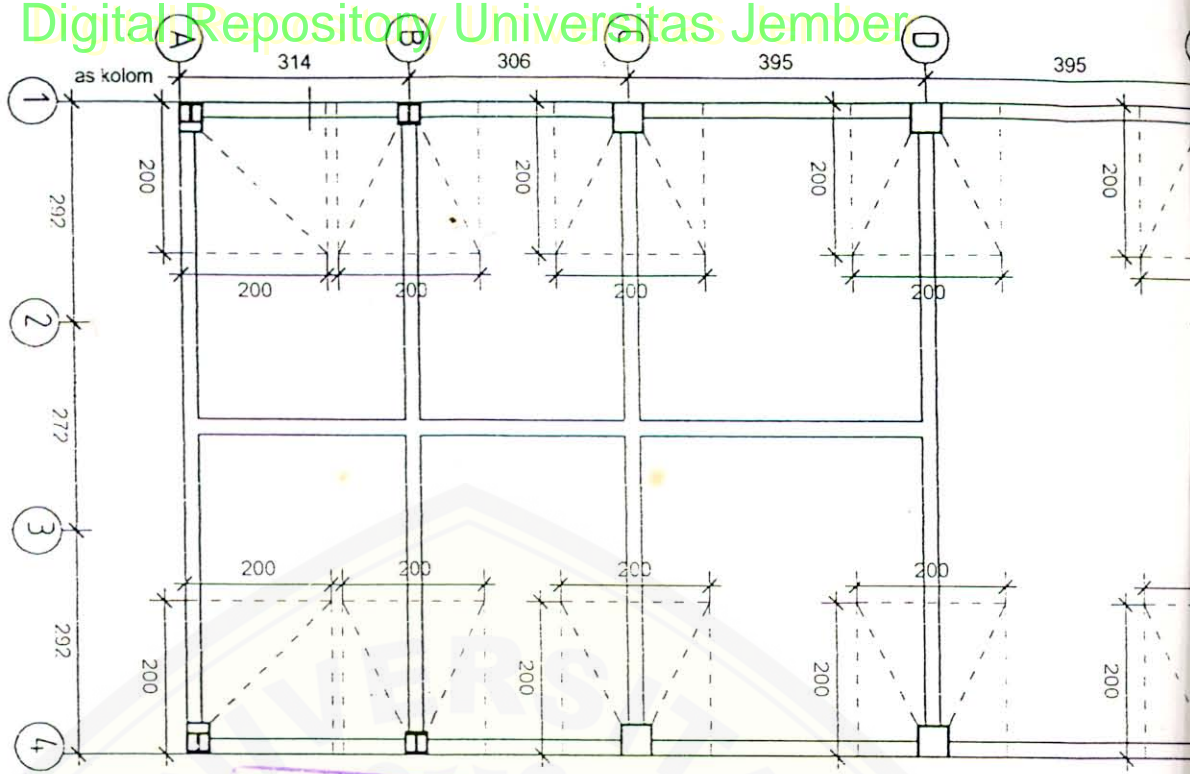
TAMP.SAMP.KIRI
1 : 100



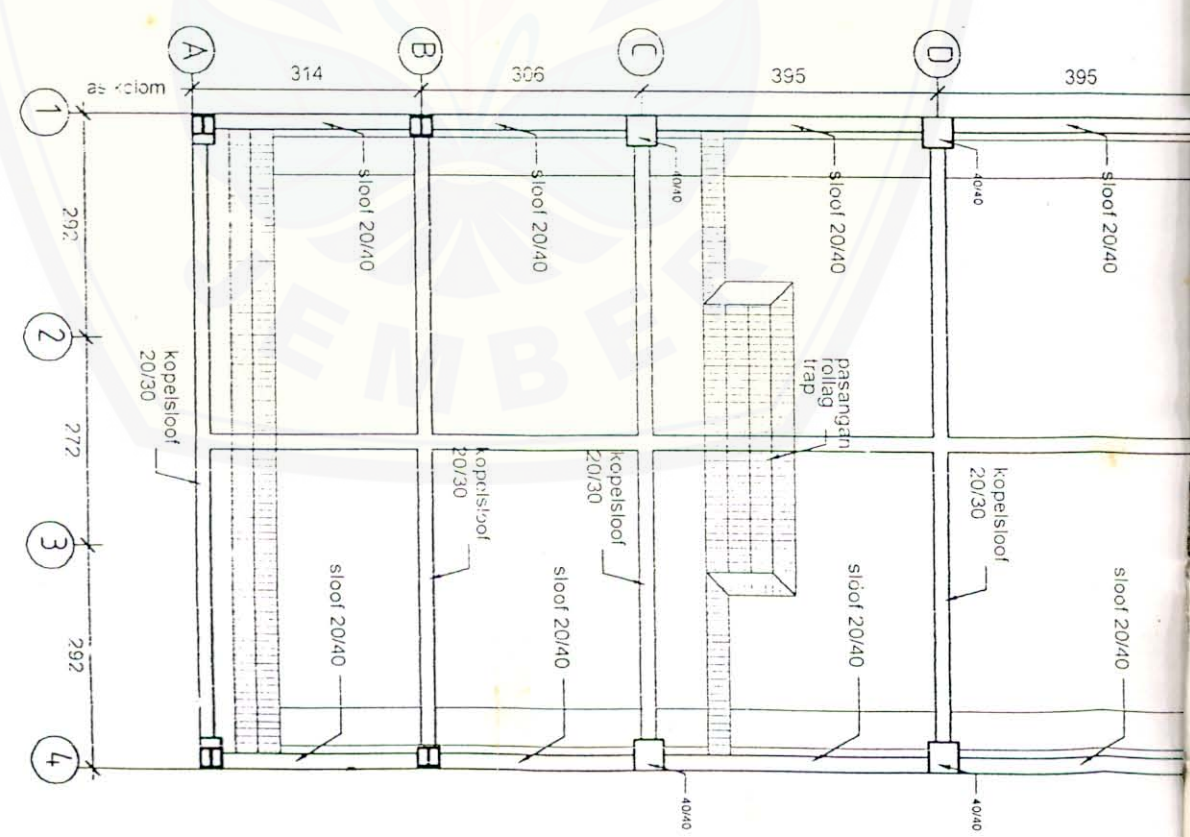
SUNGAH



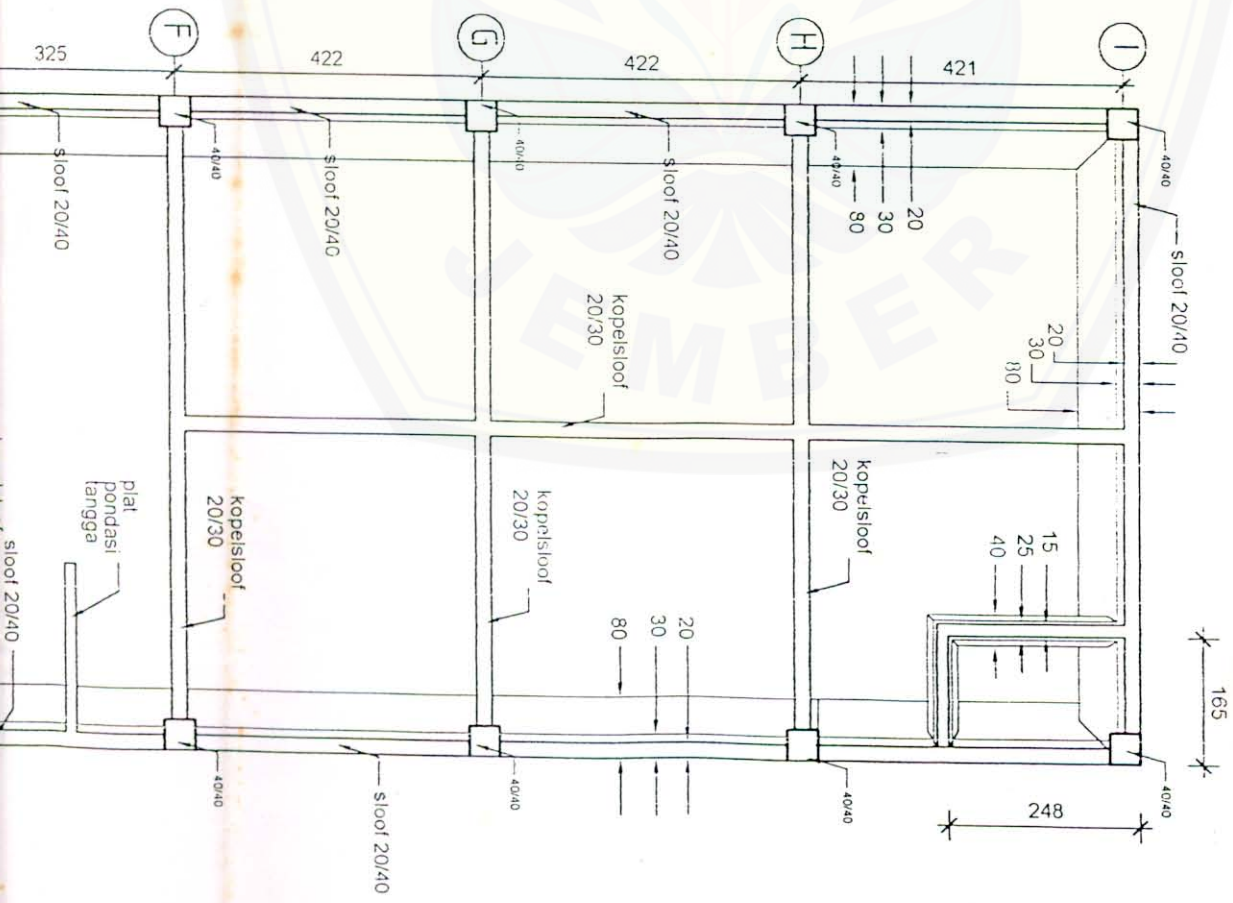
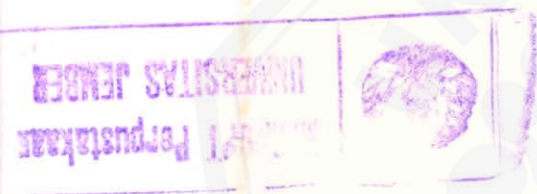
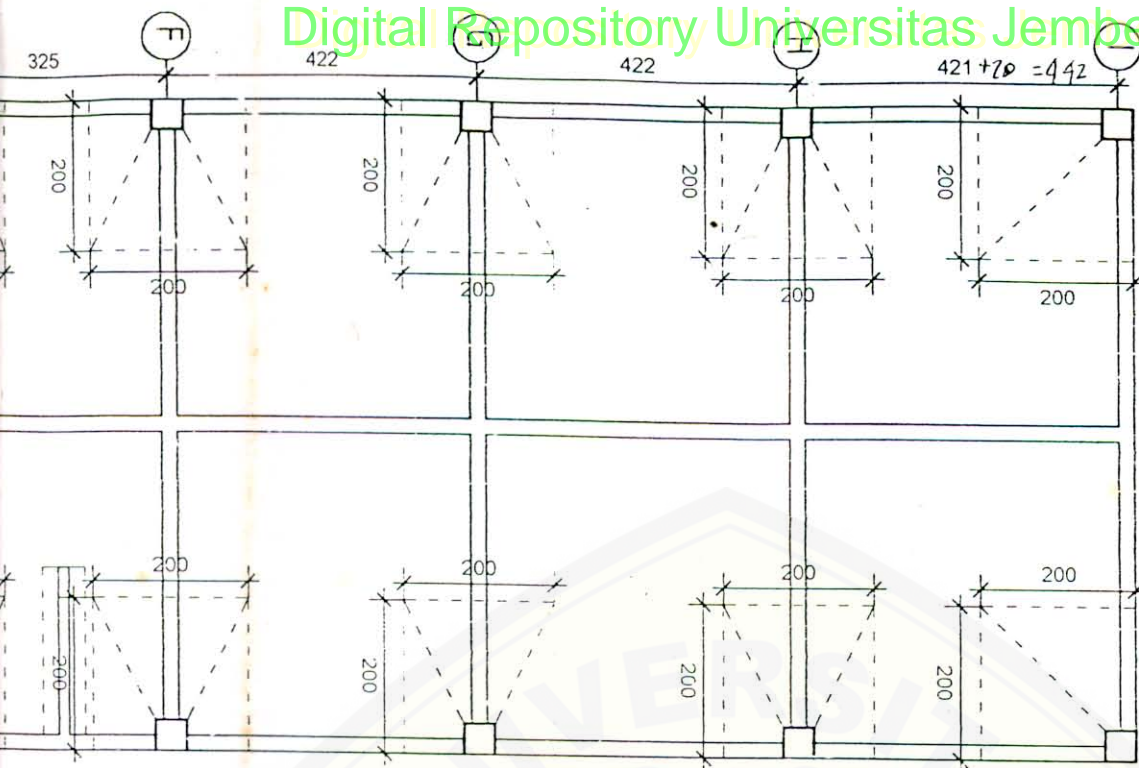
8-7



DENAH FOOTPLAT
1 : 100



DENAH PONDASI
1 : 100





DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
UNIVERSITAS JEMBER

DEKALIPALAM STUDI TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL

LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

Alamat: Jl. Sitanel Eryada No. 62 Jember. Telp./Fax: (0331) 424977

LAMPIRAN



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl. Sramet Rivadi No. 62 - JEMBER 68111 Telp. (0331) 484977

RANGKUMAN HASIL UJI LABORATORIUM

PROJECT : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOCATION : Jl. Diponegoro 83 Jember

DATE : April 2003
 TESTED BY : HR

NOMOR SAMPLE	No. :	1	2
BOR	II DEPTH :	0.20 - 0.70	1.50 - 2.00
OBSERVATION			
PROPERTIES			
Berat isi air	γ_w (gr/cm ³)	1	1
Kadar air	w (%)	17,09%	18,09%
Berat Jenis	GS	1,97	1,99
Berat isi tanah asli	γ_t (gr/cm ³)	1,68	1,73
Berat isi tanah jenuh	γ_{sat} (gr/cm ³)	1,71	1,73
Berat isi tanah kering	γ_d (gr/cm ³)	1,44	1,46
Angka pori	e	0,37	0,36
Porositas	n (%)	27,01%	26,47%
Derajat Kejenuhan	S (%)	90,99%	100,00%
Konsistensi			
Batas Cair	LL (%)	47,43	54,37
Batas Plastis	PL (%)	41	52
Indeks Plastis	PI (%)	6	2
Batas susut	SL	-	-
Klasifikasi Tanah		ML	ML
SHEARING RESISTANCE			
Direct shear compression	Kohesi (kg/cm ²)	0,313	0,25
	Sudut geser dalam ϕ	17,39°	14,04°

Catatan :



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl. Slamet Riyadi No. 62 - JEMBER 68111 Telp. (0331) 484977

RANGKUMAN HASIL UJI LABORATORIUM

PROJECT : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOCATION : Jl. Diponegoro 83 Jember

DATE : April 2003
 TESTED BY : HR

NOMOR SAMPLE		No. :	1	2
BOR		III	0.20 - 0.70	2.00 - 2.20
OBSERVATION				
PROPERTIES				
Berat isi air	γ_w (gr/cm ³)		1	1
Kadar air	w (%)		26.07%	30.71%
Berat Jenis	GS		1.97	1.99
Berat isi tanah asli	γ_t (gr/cm ³)		1.73	1.78
Berat isi tanah jenuh	γ_{sat} (gr/cm ³)		1.59	1.61
Berat isi tanah kering	γ_d (gr/cm ³)		1.19	1.22
Angka pori	e		0.65	0.63
Porositas	n (%)		39.39%	38.65%
Derajat Kejenuhan	S (%)		79.01%	96.00%
Konsistensi				
Batas Cair	L.L (%)		47	57
Batas Plastis	P.L (%)		46	48
Indeks Plastis	P.I (%)		1	9
Batas susut	S.L		-	-
Klasifikasi Tanah			ML	ML
SHEARING RESISTANCE				
Direct shear compresion	Kohesi	(kg/cm ²)	0.813	0.688
	Sudut geser dalam ϕ		39.11°	34.53°

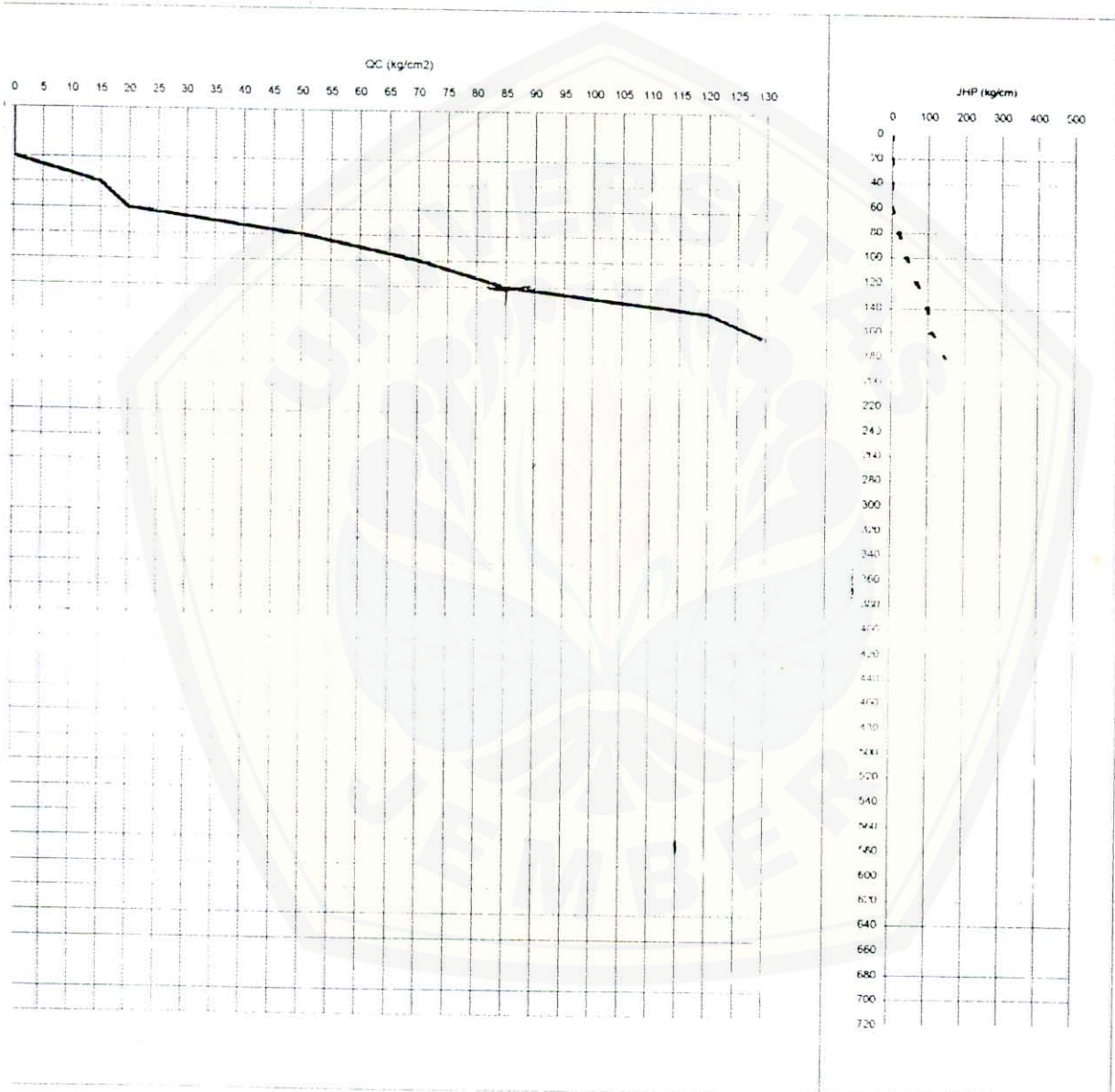
catatan :



GRAFIK SONDIR

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt. A.n. Yauw Lie Sian.
: Jl. Diponegoro 83 Jember.
: S2

Dilaksanakan : HR
Diperiksa : AH



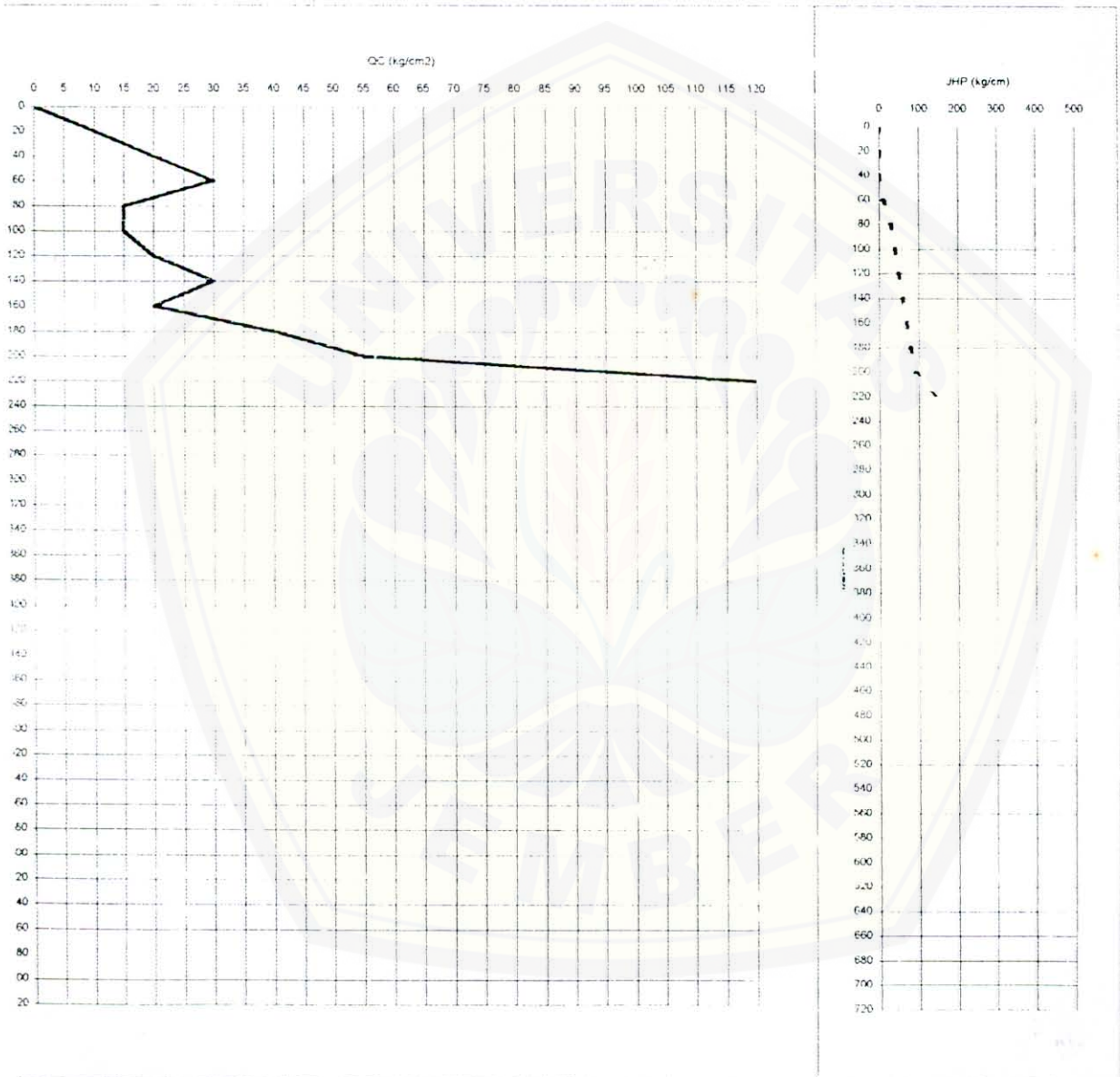
Handwritten signature and date: 140



GRAFIK SONDIR

lokasi : Pembangunan Toko 4 Lt. A.n. Yauw Lie Sian.
alamat : Jl. Diponegoro 83 Jember.
No. : S3

Dilaksanakan : HR
Diperiksa : AH





DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
UNIVERSITAS JEMBER
PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL

LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

Alamat : Jl. Siamet Riyadi 62 Telp./Fax. (0331) 484977 ext.108 - JEMBER 68111

**BOR LOG
B - III**

PROYEK		Pembangunan Toko 4 Lt				DEPTH :		-2,20 m			
LOKASI		Jl. Diponegoro 83 Jember				DATE :		April 2003			
DEPTH (M)	ELEVATION (M)	ROCK TYPE OR FORMATION	DESCRIPTION	INDEX PROPERTIES							
				Gs	γ (t/m ³)	W _c (%)	Atterberg Limit			c (kg/cm ²)	φ (°)
							LL	PL	PI		
-0.00			-0.00 ~ -0.20 Top soil								
-0.40			-0.20 ~ -0.40 Lempung sedikit pasir warna hitam								
-1.00			-0.40 ~ -1.60 Lempung dengan konsistensi sedang, ada sedikit pasir, warna coklat	1.97	1.72	26.07	47	46	1	0.813	39.11°
-2.00			-1.60 ~ -2.20 Lempung dengan konsistensi keras, bercampur pasir, warna coklat	1.99	1.78	31.71	57	48	9	0.688	34.53°
-3.00											
-4.00											
-5.00											



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
UNIVERSITAS JEMBER
PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL

LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

Alamat : Jl. Slamet Riyadi 62 Telp./Fax. (0331) 484977 ext.108 - JEMBER 68111

BOR LOG B - II

PROYEK		Pembangunan Toko 4 Lt				DEPTH :		-2.00 m			
LOKASI		Jl. Diponegoro 83 Jember				DATE :		April 2003			
DEPTH (M)	ELEVATION (M)	ROCK TYPE OR FORMATION	DESCRIPTION	INDEKS PROPERTIES							
				Gs	γ (t/m^3)	Wc (%)	Atterberg Limit			c (kg/cm^2)	ϕ ($^\circ$)
							LL	PL	PI		
-0.20			-0.0 ^o ~ -0.2 ^o Top soil				*				
-0.40			-0.2 ^o ~ -0.4 ^o Lempung sedikit pasir warna hitam	1.97	1.68	17.09	47	41	6	0.313	17.39 ^o
-0.80		-0.40 ~ -0.80 Lempung dengan konsistensi sedang, ada sedikit pasir, warna coklat									
-1.00			-0.80 ~ -2.00 Lempung dengan konsistensi keras, bercampur pasir, warna coklat	1.99	1.73	18.09	54	52	2	0.2499	14.04 ^o
-2.00											
-3.00											
-4.00											
-5.00											



KADAR AIR

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt.
 Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember
 No. Titik : B-II

Dikerjakan : HR
 Diperiksa : ID

Kedalaman		00.20 - 00.70		
No. Contoh		1	2	3
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	10,20	10,70	10,43
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	9,58	9,93	9,71
Berat Air	gr	0,62	0,77	0,72
Berat Cawan	gr	5,70	5,60	5,60
Berat Kering	gr	8,96	9,16	8,99
Kadar Air	%	15,98	17,78	17,52
Rata-rata	%	17,09		

Kedalaman		01.50 - 02.00		
No. Contoh		1	2	3
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	17,50	23,30	19,80
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	15,67	20,56	17,69
Berat Air	gr	1,83	2,75	2,11
Berat Cawan	gr	5,70	5,70	5,60
Berat Kering	gr	13,84	17,81	15,59
Kadar Air	%	18,36	18,48	17,42
Rata-rata	%	18,09		



KADAR AIR

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt.
Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember
No. Titik : B-III

Dikerjakan : HR
Diperiksa : ID

Kedalaman	00.20 - 00.70			
No. Contoh	1	2	3	
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	19,2	18,9	21,40
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	16,50	16,10	18,11
Berat Air	gr	2,7	2,80	3,29
Berat Cawan	gr	5,7	5,7	5,6
Berat Kering	gr	13,8	13,3	14,82
Kadar Air	%	25,00	26,92	26,30
Rata-rata	%	26,07		

Kedalaman	02.00 - 02.20			
No. Contoh	1	2	3	
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	19,45	31,7	37,75
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	16,24	25,57	30,24
Berat Air	gr	3,21	6,13	7,51
Berat Cawan	gr	5,75	5,75	5,7
Berat Kering	gr	13,03	19,44	22,73
Kadar Air	%	30,60	30,93	30,60
Rata-rata	%	30,71		



SPECIFIC GRAFITY

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt.
 Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember
 Titik : B-II

Tanggal : 6 April 2003
 Dikerjakan : HR
 Diperiksa : ID

Kedalaman : 00.20 - 00.70

No. Contoh		1	2	3
No. Picnometer		1	2	3
Berat Picnometer W1	gr	63,55	62,35	62,95
Berat Picnometer + Tanah W2	gr	113,55	112,35	112,95
Berat Tanah Wt = W2 - W1	gr	50,00	50,00	50,00
Berat Picnometer + air + tanah W3	gr	189,12	186,32	187,62
Berat Picnometer + air W4	gr	163,05	162,36	163,81
Suhu	°C	27,00	27,00	27,00
Specific Grafity (W2-W1)/((W4-W1)-(W3-W2))		2,09	1,92	1,91
Rata-rata Specific Grafity, Gs		1,97		



SPECIFIC GRAFITY

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt.
Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember
Titik : B-II

Tanggal : 6 April 2003
Dikerjakan : HR
Diperiksa : ID

Kedalaman : 01.50 - 02.00

No. Contoh		1	2	3
No. Picnometer		3	4	5
Berat Picnometer W1	gr	63,60	62,20	63,00
Berat Picnometer + Tanah W2	gr	113,60	112,20	113,00
Berat Tanah Wt = W2 - W1	gr	50,00	50,00	50,00
Berat Picnometer + air + tanah W3	gr	187,30	186,00	186,00
Berat Picnometer + air W4	gr	162,23	160,85	161,63
Suhu	°C	27,00	27,00	27,00
Specific Grafity (W2-W1)/((W4-W1)-(W3-W2))		2,01	2,01	1,95
Rata-rata Specific Grafity,	Gs	1,99		



SPECIFIC GRAFITY

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt.
Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember
Titik : B-III

Tanggal : 6 April 2003
Dikerjakan : HR
Diperiksa : ID

Kedalaman : 00.20 - 00.70

No. Contoh		1	2	3
No. Picnometer		1	2	3
Berat Picnometer W1	gr	63,60	62,30	63,05
Berat Picnometer + Tanah W2	gr	113,60	112,30	113,05
Berat Tanah Wt = W2 - W1	gr	50,00	50,00	50,00
Berat Picnometer + air + tanah W3	gr	187,41	186,81	187,51
Berat Picnometer + air W4	gr	163,12	161,90	162,82
Suhu	°C	27,00	27,00	27,00
Specific Grafity $(W2-W1)/((W4-W1)-(W3-W2))$		1,94	1,99	1,98
Rata-rata Specific Grafity,	Gs	1,97		



SPECIFIC GRAFITY

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt.
Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember
Titik : B-III

Tanggal : 6 April 2003
Dikerjakan : HR
Diperiksa : ID

Kedalaman : 02.00 - 02.20

No. Contoh		1	2	3
No. Picnometer		3	4	5
Berat Picnometer W1	gr	63,60	62,30	63,00
Berat Picnometer + Tanah W2	gr	113,60	112,30	113,00
Berat Tanah Wt = W2 - W1	gr	50,00	50,00	50,00
Berat Picnometer + air + tanah W3	gr	187,65	187,50	187,80
Berat Picnometer + air W4	gr	163,15	162,10	162,91
Suhu	°C	27,00	27,00	27,00
Specific Grafity (W2-W1)/((W4-W1)-(W3-W2))		1,96	2,03	1,99
Rata-rata Specific Grafity,	Gs	1,99		



BERAT ISI

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt.
Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember
Titik : B-II

Dikerjakan : HR
Diperiksa : ID
V. Cincin : 62.31

No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin (cm ³)	Berat Isi (gr/cm ³)	Rata-rata (gr/cm ³)
1	00.20 - 00.70	58,25	163,52	105,27	62,31	1,69	1,68
2		58,25	162,35	104,10	62,31	1,67	
3		58,25	163,71	105,46	62,31	1,69	
1	01.50 - 02.00	58,25	169,56	108,31	62,31	1,74	1,73
2		58,25	165,70	107,45	62,31	1,72	
3		58,25	169,48	107,23	62,31	1,72	



BERAT ISI

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt.
Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember
Titik : B-III

Dikerjakan : HR
Diperiksa : ID
V. Cincin : 62.31

No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin (cm ³)	Berat Isi (gr/cm ³)	Rata-rata (gr/cm ³)
1	00.20 - 00.70	58,25	165,82	107,57	62,31	1,73	1,73
2		58,25	166,85	108,60	62,31	1,74	
3		58,25	166,21	107,96	62,31	1,73	
1	02.00 - 02.20	58,25	164,61	106,36	62,31	1,71	1,78
2		58,25	170,37	112,12	62,31	1,80	
3		58,25	172,71	114,46	62,31	1,84	



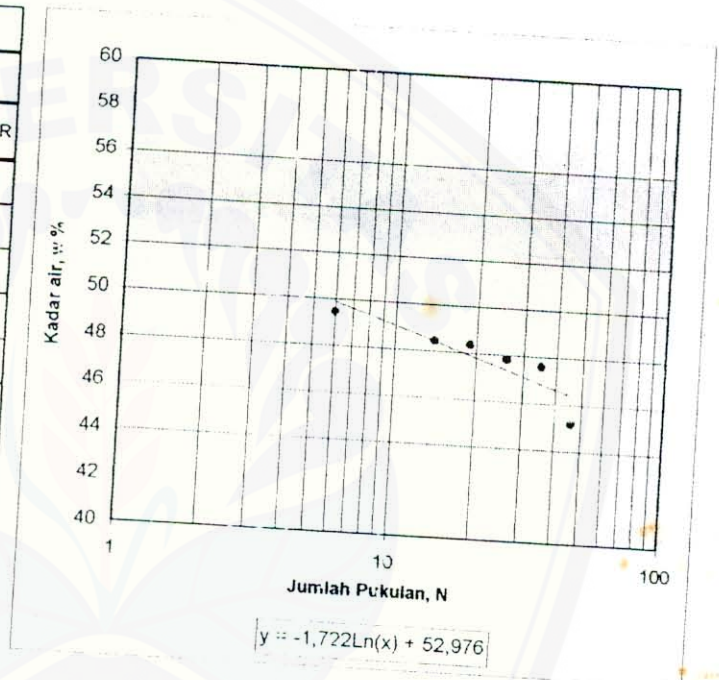
BATAS CAIR DAN BATAS PLASTIS

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt
 Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR : II

Dikerjakan : HR
 Diperiksa : ID

KEDALAMAN				
00.20 - 00.70				
BATAS CAIR			BATAS PLASTIS	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	46	45,16	1	49
2	35	47,58	2	42
3	26	47,81	3	34
4	19	48,37027379	4	43
5	14	48,46235119	5	35
6	6	49,44903581	6	41
			RATA-RATA	41
Batas Cair		Batas Plastis		Index Plastisitas
LL =	47,43%	PL =	41%	IP = 7%

Klasifikasi = ML





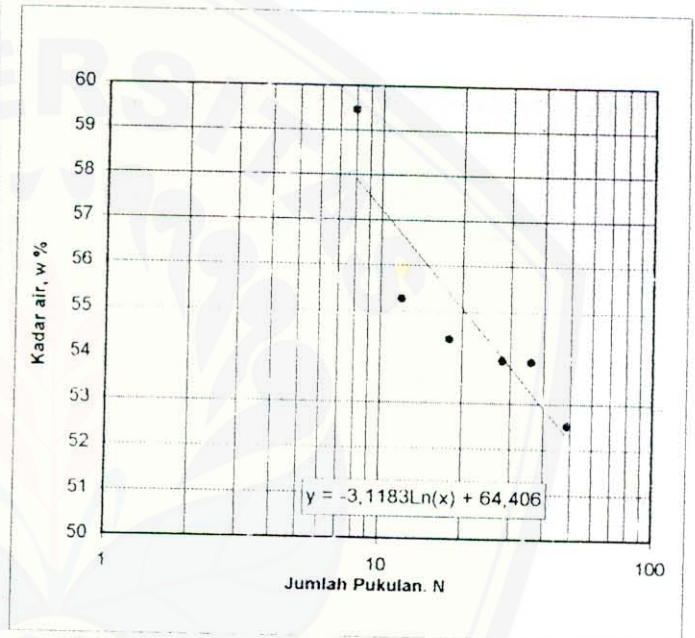
BATAS CAIR DAN BATAS PLASTIS

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt
 Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR : II

Dikerjakan : HR
 Diperiksa : ID

KEDALAMAN				
			01.50 - 02.00	
BATAS CAIR			BATAS PLASTIS	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	49	53	1	64
2	36	54	2	51
3	28	54	3	56
4	18	54	4	48
5	12	55	5	48
6	8	59	6	47
			RATA-RATA	52
Batas Cair		Batas Plasius		Index Plastisitas
LL =	54,37%	PL =	52%	IP = 2%

Klasifikasi = ML





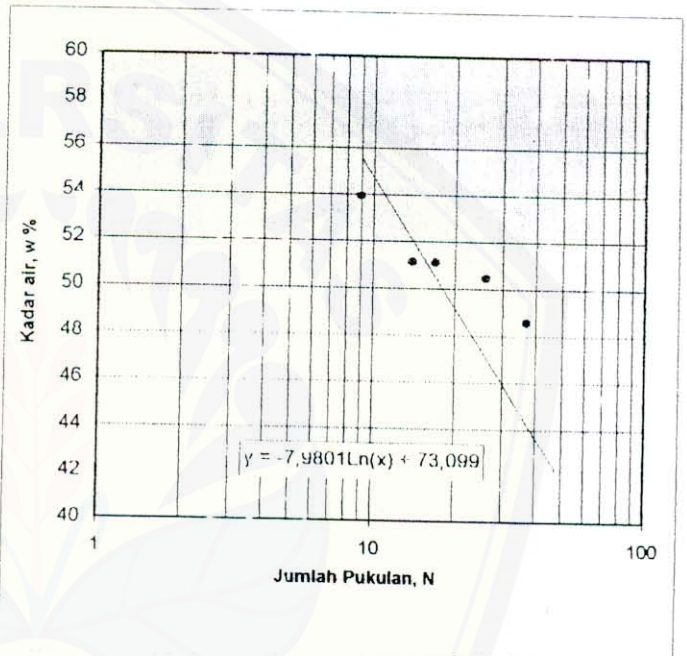
BATAS CAIR DAN BATAS PLASTIS

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt
Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember
BOR : III

Dikerjakan : HR
Diperiksa : ID

KEDALAMAN				
BATAS CAIR			BATAS PLASTIS	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	48	36	1	49
2	37	49	2	43
3	26	50	3	37
4	17	51	4	49
5	14	51	5	51
6	9	54	6	46
			RATA-RATA	46
Batas Cair		Batas Plastis	Index Plastisitas	
LL =	47,41%	PL =	46%	IP = 1%

Klasifikasi = ML





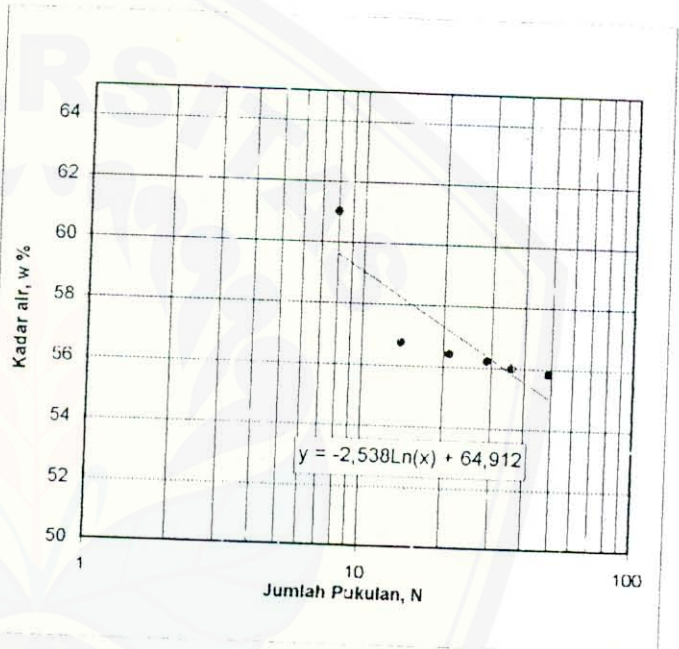
BATAS CAIR DAN BATAS PLASTIS

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt
Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember
BOR : III

Dikerjakan : HR
Diperiksa : ID

KEDALAMAN				
02.00 - 02.20				
BATAS CAIR			BATAS PLASTIS	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	49	56	1	41
2	36	56	2	49
3	29	56	3	45
4	21	56	4	49
5	14	57	5	49
6	8	61	6	54
			RATA-RATA	48
Batas Cair		Batas Plastis		Index Plastisitas
LL =	56,74%	PL =	48%	IP = 9%

Klasifikasi = ML



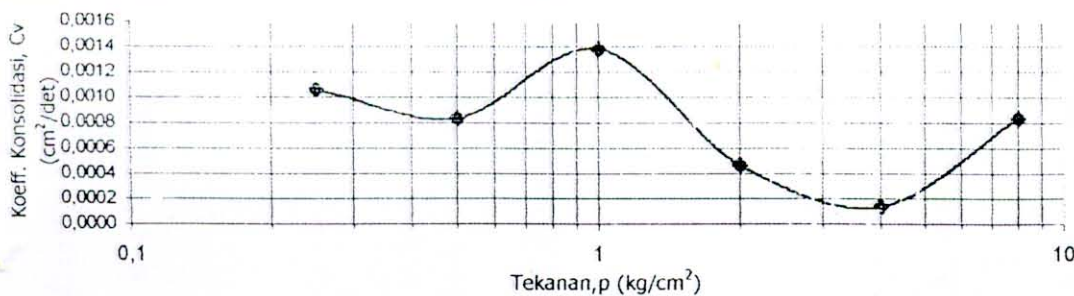
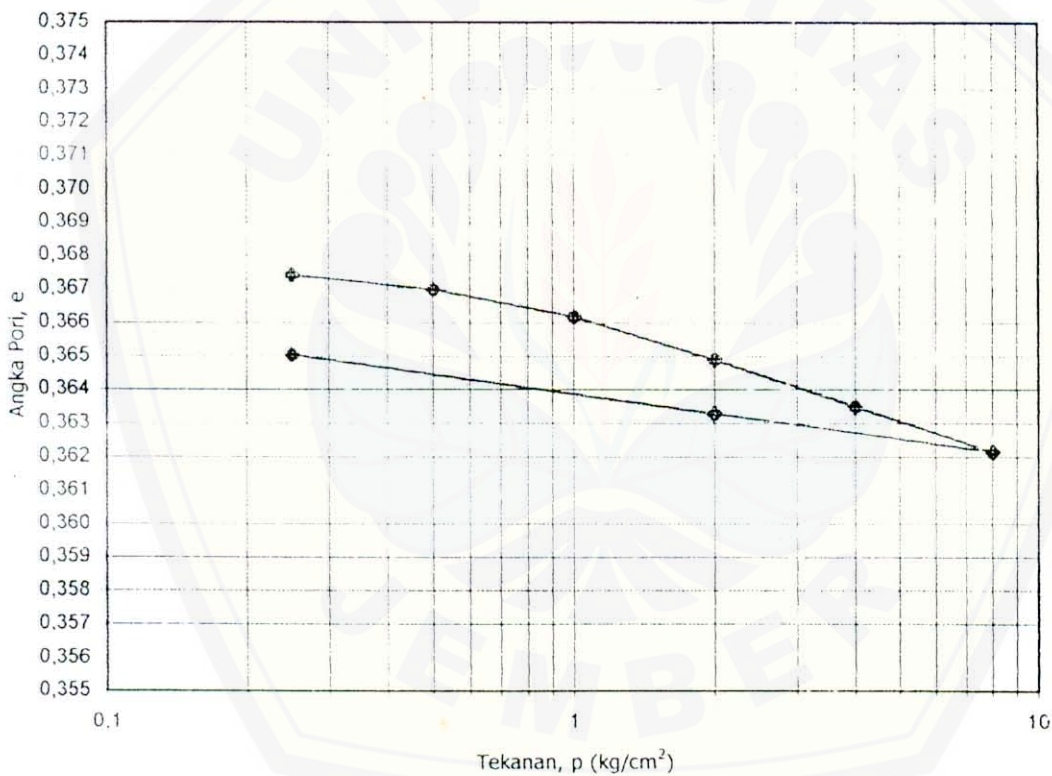


DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
UNIVERSITAS JEMBER
PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
Alamat : Jl. Slamet Riyadi No. 62 Telp./Fax. (0331) 484977 ext. 106 - JEMBER 68111

KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt.
LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
BOR NO. : B-II
KEDALAMAN : 00.20 - 00.70

GRAFIK KONSOLIDASI



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat: Jl. Sramet Riyadi, No. 82 - JEMBER 58011, Telp. (0331) 484977



KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR NO. : B-11
 KEDALAMAN : 00.20 - 00.70

H = 1,415 cm
 d = 5,025 cm
 A = 19,840 cm²
 Gs = 1,970
 eo = 0,370

TEKANAN (Kg/cm ²)	PEMBACAAN DIAL (mm)	PENURUNAN (mm)	PENURUNAN (ΔH) cm	Δe = ΔH/Ht	ANGKA PORI e = eo - Δe	T90	KOEFISIEN PEMAMPATAN (Cv)
0,25	36,5000	0,0365	0,0037	0,0026	0,3674	1600	0,0011
0,5	42,5000	0,0425	0,0043	0,0030	0,3670	2025	0,0008
1	54,0000	0,0540	0,0054	0,0038	0,3662	1225	0,0014
2	72,0000	0,0720	0,0072	0,0051	0,3649	3600	0,0005
4	92,0000	0,0920	0,0092	0,0065	0,3635	12100	0,0001
8	111,0000	0,1110	0,0111	0,0078	0,3622	2025	0,0008
2	95,0000	0,0950	0,0095	0,0067	0,3633		
0,25	70,0000	0,0700	0,0070	0,0049	0,3651		

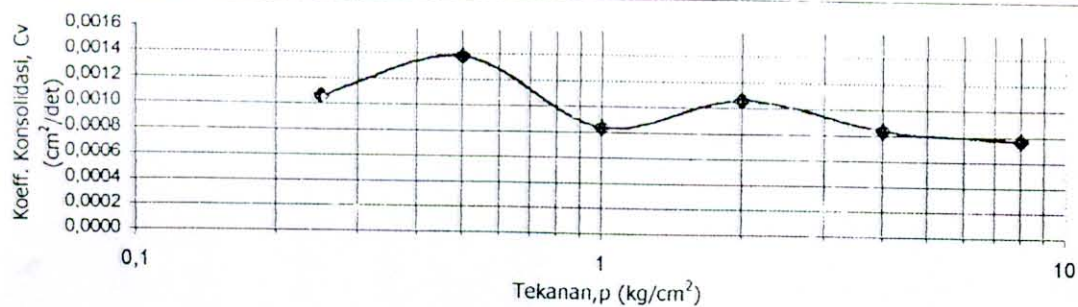
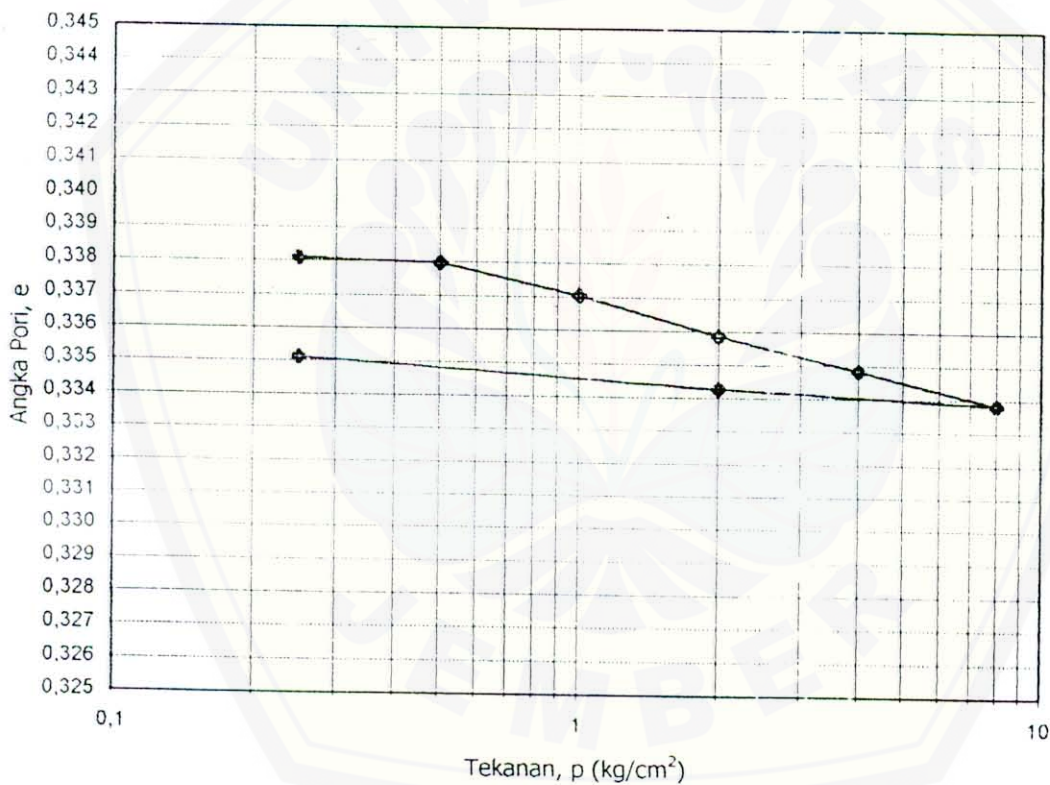


DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl. Slamet Riyadi No. 62 Telp./Fax. (0331) 484977 ext. 108 - JEMBER 68111

KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR NO. : B-II
 KEDALAMAN : 01.50 - 02.00

GRAFIK KONSOLIDASI





DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl. Slamet Riyadi No. 82 - JEMBER 58111 Telp. (0331) 484977

KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR NO. : B-II
 KEDALAMAN : 01.50 - 02.00

H = 1,415 cm
 d = 5,025 cm
 A = 19,840 cm²
 Gs = 1,990
 eo = 0,340

TEKANAN (Kg/cm ²)	PEMBACAAN DIAL (mm)	PENURUNAN (mm)	PENURUNAN (cm)	$\Delta e = \Delta H / Ht$	ANGKA PORI $e = e_0 \cdot \Delta e$	T ₉₀	KOEFISIEN PEMAMPATAN (Cv) (cm ² /dt)
0,25	26,7500	0,0268	0,0027	0,0019	0,3381	1600,0000	0,0011
0,5	28,7500	0,0288	0,0029	0,0020	0,3380	1225,0000	0,0014
1	41,7500	0,0418	0,0042	0,0030	0,3370	2025,0000	0,0008
2	59,5000	0,0585	0,0059	0,0041	0,3359	1600,0000	0,0011
4	73,0000	0,0730	0,0073	0,0052	0,3348	2025,0000	0,0008
8	87,5000	0,0875	0,0088	0,0062	0,3338	2209,0000	0,0008
2	81,0000	0,0810	0,0081	0,0057	0,3343		
0,25	69,0000	0,0690	0,0069	0,0049	0,3351		

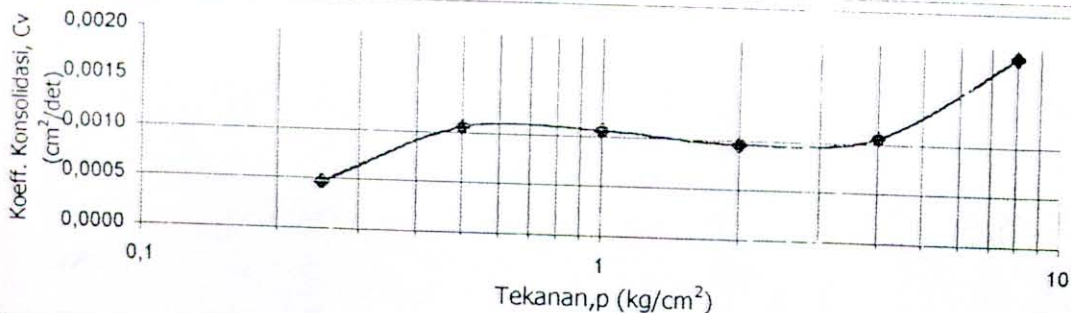
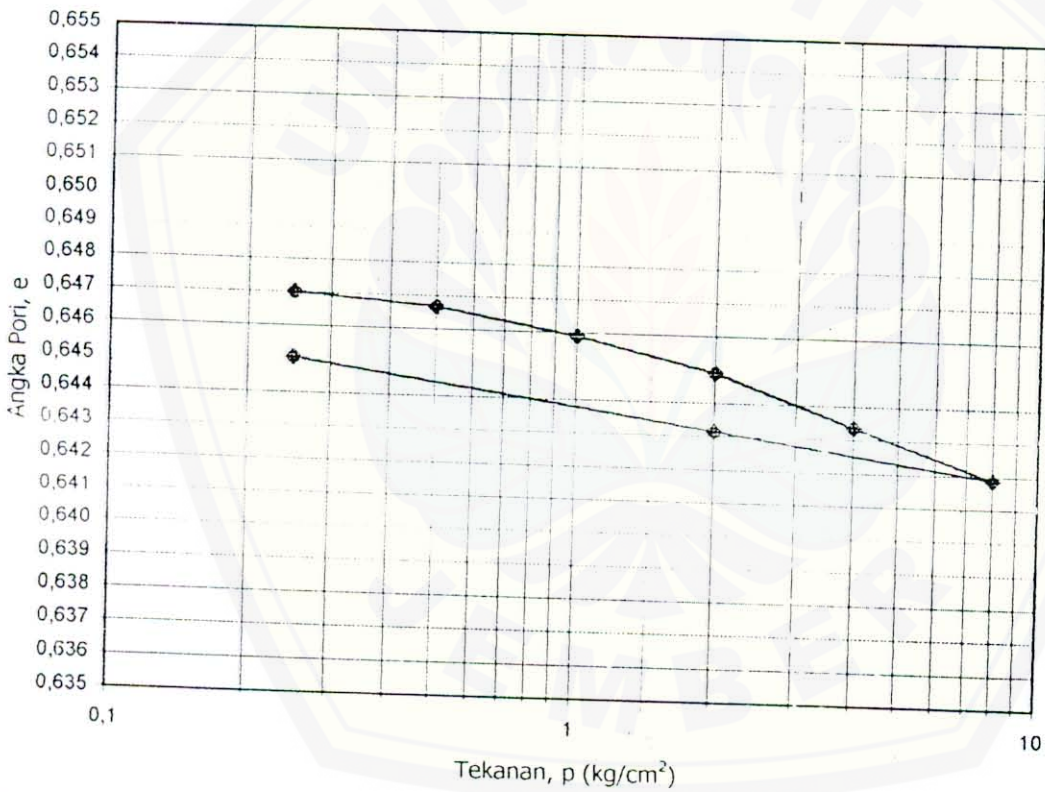


DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl. Slamet Riyadi No. 62 Telp./Fax. (0331) 484977 ext. 108 - JEMBER 63111

KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR NO. : B-III
 KEDALAMAN : 00.20 - 00.70

GRAFIK KONSOLIDASI





DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat: Jl. Slamet Riyadi No. 52 - JEMBER 68111 Telp. (0331) 484977

KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt
 LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR NO. : B-III
 KEDALAMAN : 00.20 - 00.70

H = 1,415 cm
 d = 5,025 cm
 A = 19,840 cm²
 Gs = 1,990
 eo = 0,650

TEKANAN (Kg/cm ²)	PEMBACAAN DIAL (mm)	PENURUNAN (mm)	PENURUNAN (ΔH) cm	Δe = ΔH / Ht	ANGKA PORI e = eo - Δe	T90	KOEFISIEN PEMAMPATAN (Cv)
0,25	42,3000	0,0423	0,0042	0,0030	0,6470	3600	0,0005
0,5	47,0000	0,0470	0,0047	0,0033	0,6457	1600	0,0011
1	58,0000	0,0500	0,0058	0,0041	0,6459	1600	0,0011
2	72,0000	0,0720	0,0072	0,0051	0,6449	1764	0,0010
4	94,0000	0,0940	0,0094	0,0066	0,6434	1600	0,0011
8	115,0000	0,1150	0,0115	0,0081	0,6419	900	0,0019
2	97,0000	0,0970	0,0097	0,0069	0,6431		
0,25	70,0000	0,0700	0,0070	0,0049	0,6451		

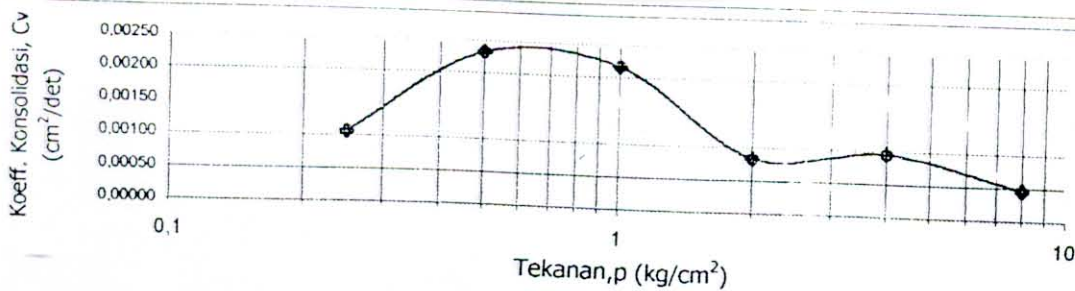
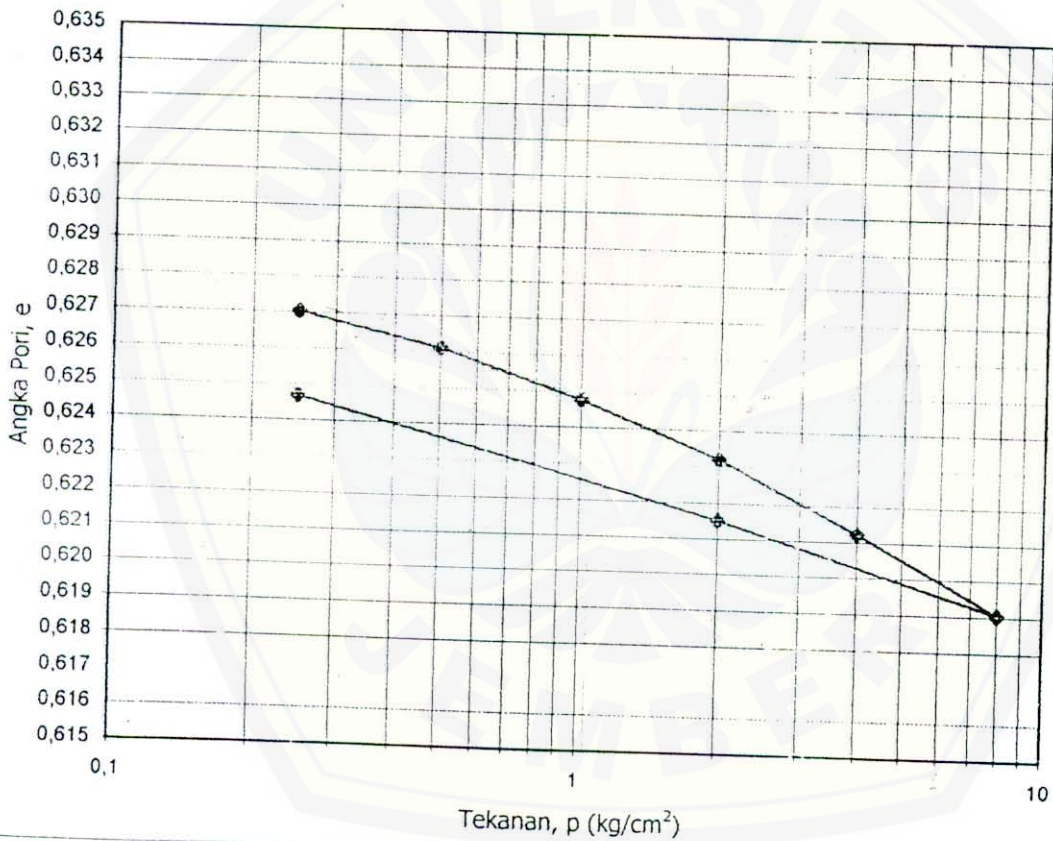


DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl. Slamet Riyadi No. 62 Telp./Fax. (0331) 484977 ext. 108 - JEMBER 68111

KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR NO. : B-III
 KEDALAMAN : 02.00 - 02.20

GRAFIK KONSOLIDASI





DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat: Jl. Simtot Riyadi No. 62 - JEMBER 66111 Telp. (0331) 484977

KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR NO. : B-III
 KEDALAMAN : 02.00 - 02.20

H = 1,415 cm
 d = 5,025 cm
 A = 19,840 cm²
 Gs = 1,990
 eo = 0,630

TEKANAN (Kg/cm ²)	PEMBACAAN DIAL (mm)	PENURUNAN (mm)	PENURUNAN (ΔH) cm	Δe = ΔH / Ht	ANGKA PORI e = eo - Δe	T90	KOEFISIEN PEMAMPATAN (Cv) (cm ² /dt)
0,25	42,0000	0,0420	0,0042	0,0030	0,6270	1600	0,0011
0,5	55,0000	0,0550	0,0055	0,0039	0,6261	729	0,0023
1	74,0000	0,0740	0,0074	0,0052	0,6248	784	0,0022
2	96,0000	0,0960	0,0096	0,0068	0,6232	2025	0,0008
4	124,0000	0,1240	0,0124	0,0088	0,6212	1764	0,0010
8	155,0000	0,1550	0,0155	0,0110	0,6190	3600	0,0005
2	120,0000	0,1200	0,0120	0,0085	0,6215		
0,25	75,0000	0,0750	0,0075	0,0053	0,6247		



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER

PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL

LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

Alamat : Jl Slamet Riyadi No.62 - JEMBER 68111 Telp. (0331)484977

PERMEABILITY TEST

Constant Head

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt
Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember
Titik : B II (00.20 - 1.20)

Tanggal : 28 April 2003
Dikerjakan : TDP
Diperiksa : ID

No.	Test No	1	2	3
1	Permeameter			
	Diameter, D, (cm)	6.400	6.400	6.400
	Area, A (cm ²)	32.183	32.183	32.183
2	Stand Pipe			
	Diameter, D, (cm)	1.500	1.500	1.500
	Height (cm)	92.000	92.000	92.000
	Area, A (cm ²)	1.768	1.768	1.768
3	Sample length, L(cm)	6	6	6
4	Q, quantity of fluid flow (cm ³)	930	900	915
5	tinggi (h)	42	40.1	45.2
6	temperature, T, (C)	35	35	35
7	Elapsed Time for flow			
	from h ₀ to h (sec)	1.25	1.15	1.2
		4500	4140	4320
8	Permeability at T oC (cm/sec)	0.0009174	0.001012	0.0008736
9	Average Coefficient of Permeability	0.0009343		

10	Berat sebelum ditest (bt pori + tabung)	590	515	557
11	Berat sesudah ditest (gr)	307	258	278
12	Berat dioven (gr)	190	150	172



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER

PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL

LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

Alamat : Jl Slamet Riyadi No.62 - JEMBER 68111 Telp. (0331)484977

PERMEABILITY TEST

Constant Head

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt
Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember
Titik : B II (01.20 - 2.20)

Tanggal : 29 April 2003
Dikerjakan : TDP
Diperiksa : ID

No.	Test No	1	2	3
1	Permeameter			
	Diameter, D, (cm)	6.400	6.400	6.400
	Area, A (cm ²)	32.183	32.183	32.183
2	Stand Pipe			
	Diameter, D, (cm)	1.500	1.500	1.500
	Height (cm)	92.000	92.000	92.000
	Area, A (cm ²)	1.768	1.768	1.768
3	Sample length, L(cm)	6	6	6
4	Q, quantity of fluid flow (cm ³)	960	950	975
5	tinggi (h)	42.3	41.1	45.2
6	temperature, T, (C)	35	35	35
7	Elapsed Time for flow	1.15	1.10	1.25
	from h ₀ to h (sec)	4140	3960	4500
8	Permeability at T oC (cm/sec)	0.001022	0.001088	0.000894
9	Average Coefficient of Permeability	0.001001		

10	Berat sebelum ditest (bt pori + tabung)	560	545	578
11	Berat sesudah ditest (gr)	261	242	282
12	Berat dioven (gr)	148	145	167



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER

PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL

LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH

Alamat : Jl Slamet Riyadi No.62 - JEMBER 68111 Telp. (0331)484977

PERMEABILITY TEST

Constant Head

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt Tanggal : 30 April 2003
Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember Dikerjakan : TDP
Titik : B III (00.20 - 1.20) Diperiksa : ID

No.	Test No	1	2	3
1	Permeameter			
	Diameter, D, (cm)	6.400	6.400	6.400
	Area, A (cm ²)	32.183	32.183	32.183
2	Stand Pipe			
	Diameter, D, (cm)	1.500	1.500	1.500
	Height (cm)	92.000	92.000	92.000
	Area, A (cm ²)	1.768	1.768	1.768
3	Sample length, L(cm)	6	6	6
4	Q, quantity of fluid flow (cm ³)	1000	980	985
5	tinggi (h)	28	29.2	31.4
6	temperature, T, (C)	35	35	35
7	Elapsed Time for flow	0.58	1	1.1
	from h ₀ to h (sec)	3480	3600	3940
8	Permeability at T oC (cm/sec)	0.001913	0.001738	0.001477
9	Average Coefficient of Permeability	0.001709		

10	Berat sebelum ditest (bt pori + tabung)	553	562	575
11	Berat sesudah ditest (gr)	265	270	272
12	Berat dioven (gr)	150	153	165



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl Slamet Riyadi No.62 - JEMBER 68111 Telp. (0331)484977

PERMEABILITY TEST Constant Head

Proyek : Pembangunan Toko 4 Lt Tanggal : 1 Mei 2003
 Lokasi : Jl. Diponegoro 83 Jember Dikerjakan : TDP
 Titik : B III (01.20 - 2.20) Diperiksa : ID

No.	Test No	1	2	3
1	Permeameter			
	Diameter, D, (cm)	6.400	6.400	6.400
	Area, A (cm ²)	32.183	32.183	32.183
2	Stand Pipe			
	Diameter, D, (cm)	1.500	1.500	1.500
	Height (cm)	92.000	92.000	92.000
	Area, A (cm ²)	1.768	1.768	1.768
3	Sample length, L(cm)	6	6	6
4	Q, quantity of fluid flow (cm ³)	800	820	850
5	tinggi (h)	45	46.2	48
6	temperature, T, (C)	35	35	35
7	Elapsed Time for flow			
	from h ₀ to h (sec)	3960	4140	4500
8	Permeability at T oC (cm/sec)	0.000837	0.000817	0.000734
9	Average Coefficient of Permeability	0.000796		

10	Berat sebelum ditest (bt pori + tabung)	531	552	579
11	Berat sesudah ditest (gr)	255	273	301
12	Berat dioven (gr)	141.5	166	183

LAMPIRAN 2.1 Perhitungan Koefisien Pemampatan (av)

Bor	e_1	e_2	P_1' (kg/cm ²)	P_2' (kg/cm ²)	av (cm ² /kg)
II	0.3359	0.3348	2	4	5.5×10^{-4}
III	0.6232	0.6212	2	4	1×10^{-3}

Rumus :
$$av = \frac{e_1 - e_2}{P_2' - P_1'} \text{ (cm}^2 / \text{kg)}$$

Untuk mencari nilai e_1 , e_2 , P_1 , dan P_2 pada lembar berikutnya.

LAMPIRAN 2.2 Perhitungan Koefisien Perubahan Volume (mv)

Bor	e_1	av (cm ² /kg)	mv (cm ² /kg)
II	0.3359	5.5×10^{-4}	4.117×10^{-4}
III	0.6232	1×10^{-3}	6.161×10^{-4}

Rumus :
$$mv = \frac{av}{1 + e_1} \text{ (cm}^2 / \text{kg)}$$

LAMPIRAN 2.3 Perhitungan Indeks Pemampatan (Cc)

Bor	e_1	e_2	P_1 (kg/cm ²)	P_2 (kg/cm ²)	Cc
II	0.3359	0.3348	2	4	3.654×10^{-3}
III	0.6232	0.6212	2	4	6.644×10^{-3}

Rumus :
$$Cc = \frac{e_1 - e_2}{\log P_2' - \log P_1'}$$

LAMPIRAN 2.4 Perhitungan Indeks Pemampatan Kembali (Cr)

Bor	e_1	e_2	P_1 (kg/cm ²)	P_2 (kg/cm ²)	Cr
II	0.3351	0.3343	0.25	2	8.858×10^{-4}
III	0.6247	0.6215	0.25	2	3.543×10^{-3}

Rumus :
$$Cr = \frac{e_1 - e_2}{\log P_2' - \log P_1'}$$

Untuk mencari nilai e_1 , e_2 , P_1 , dan P_2 pada lembar berikutnya.



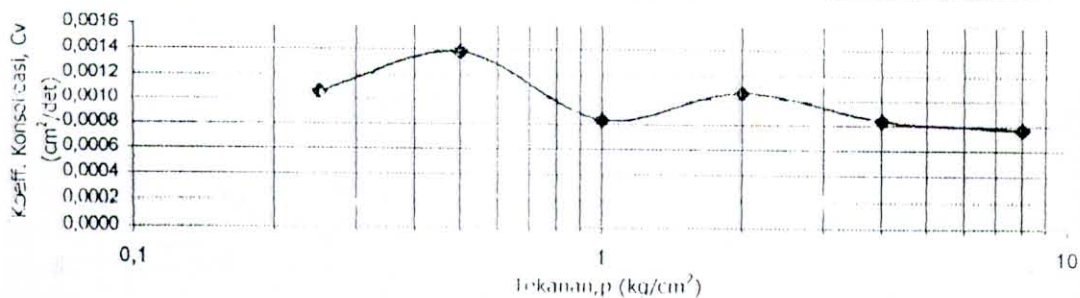
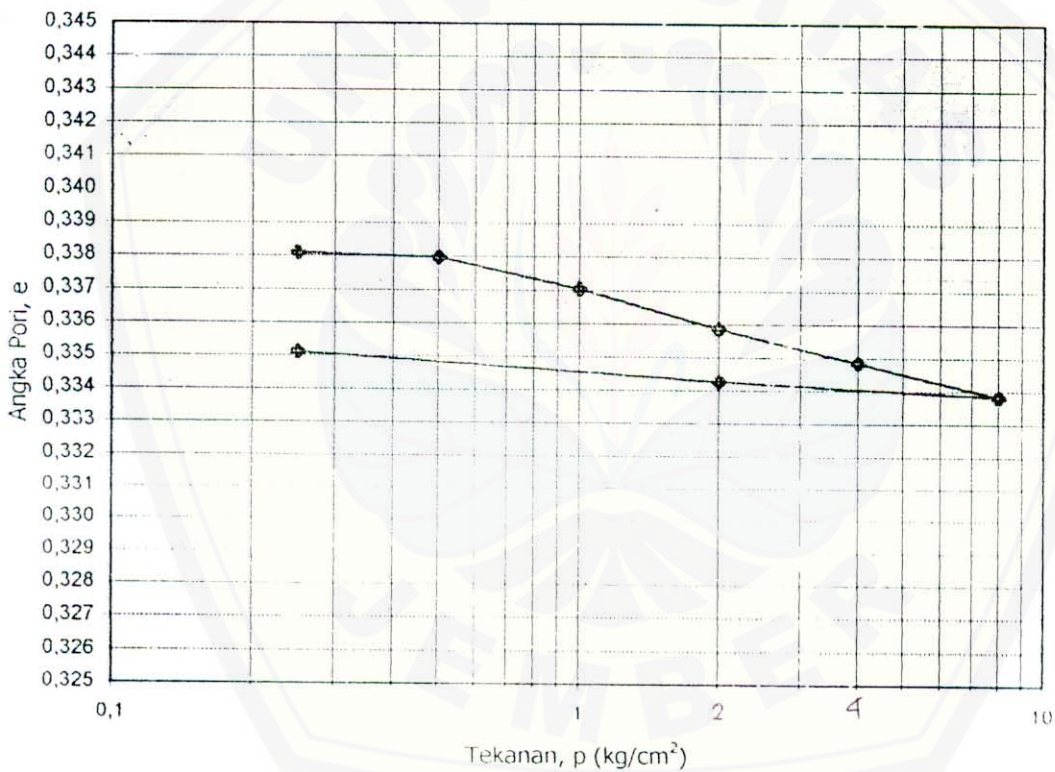


DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl. Slamet Riyadi No. 62 Telp./Fax. (0331) 484977 ext. 108 - JEMBER 68111

KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR NO. : B-II
 KEDALAMAN : 01.50 - 02.00

GRAFIK KONSOLIDASI



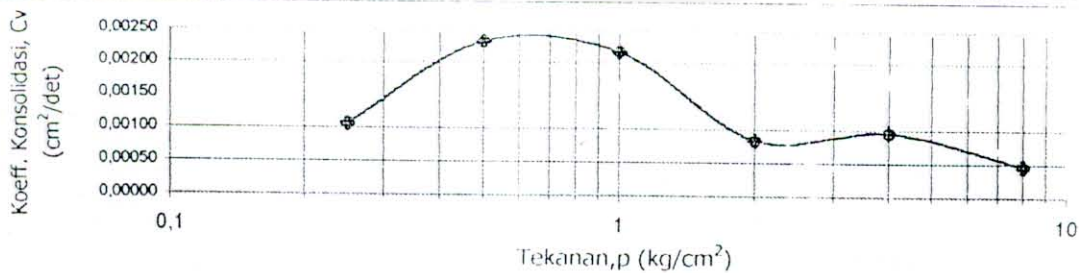
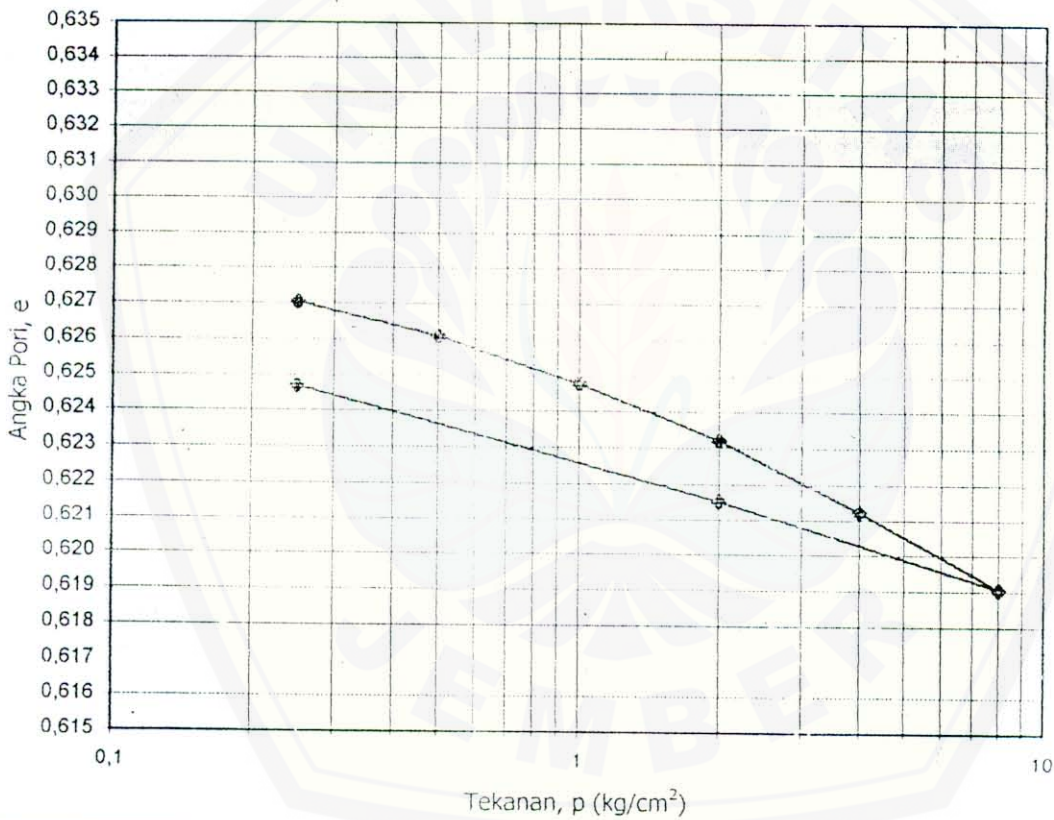


DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl. Slamet Riyadi No. 62 Telp./Fax. (0331) 484977 ext. 108 - JEMBER 68111

KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR NO. : B-III
 KEDALAMAN : 02.00 - 02.20

GRAFIK KONSOLIDASI



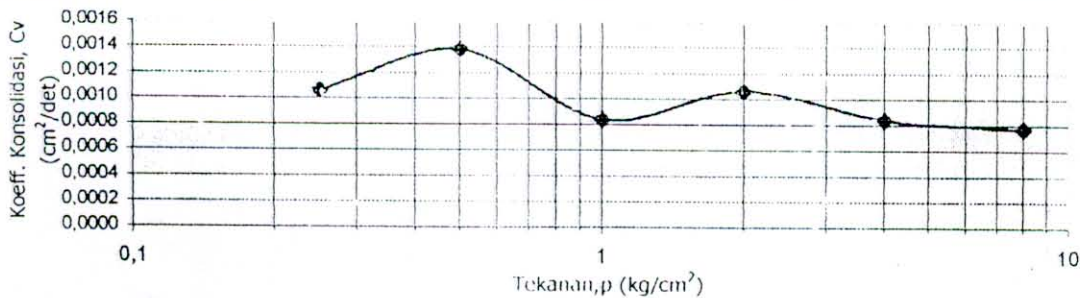
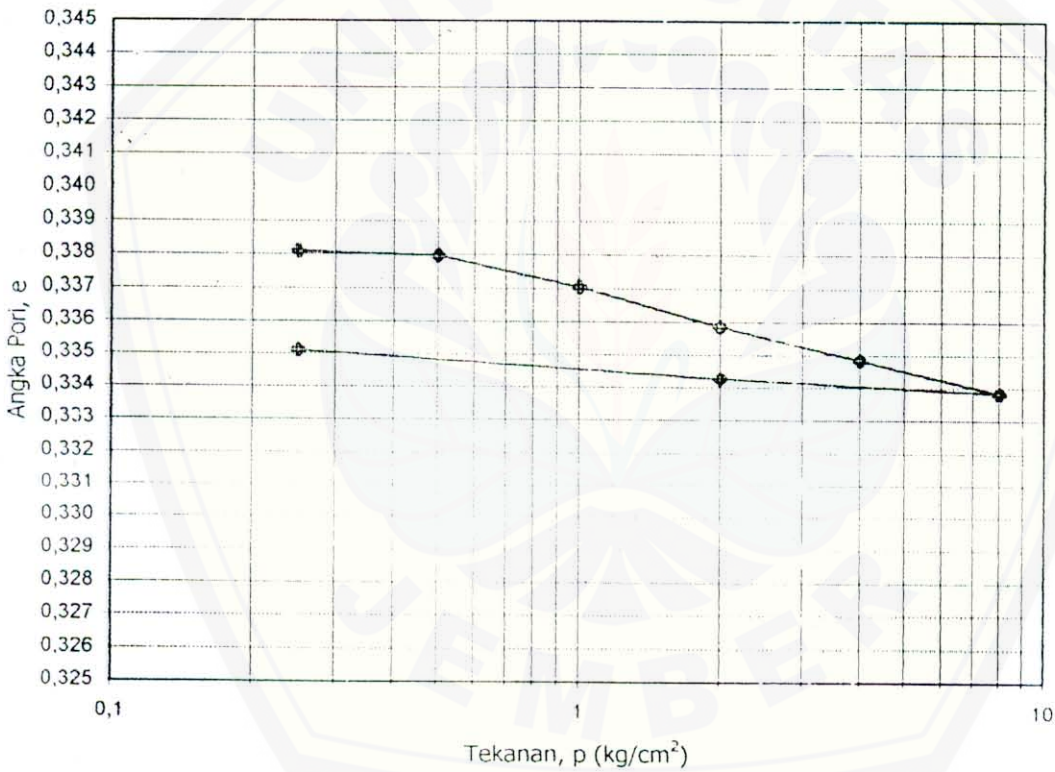


DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl. Slamet Riyadi No. 62 Telp /Fax. (0331) 484977 ext. 108 - JEMBER 68111

KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR NO. : B-II
 KEDALAMAN : 01.50 - 02.00

GRAFIK KONSOLIDASI



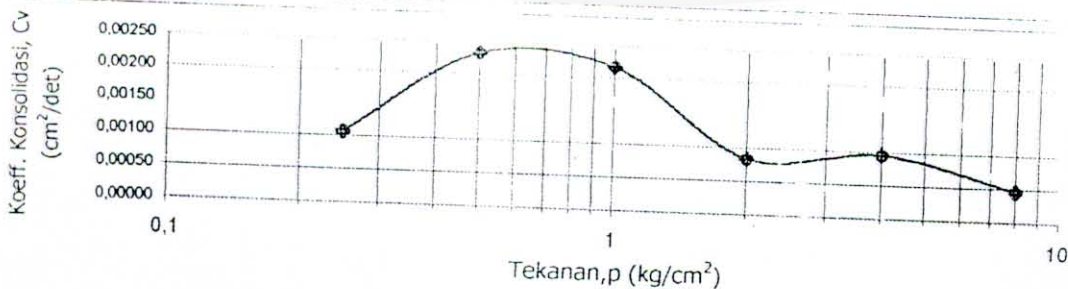
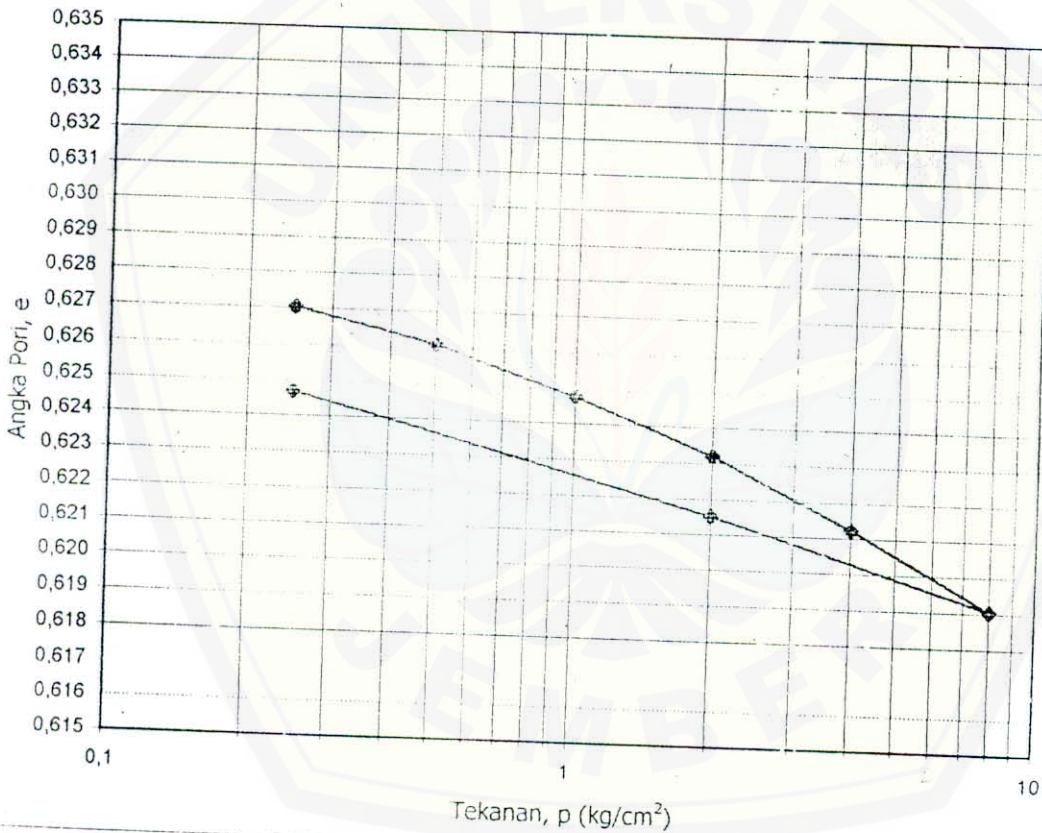


DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl. Slamet Riyadi No. 62 Telp./Fax. (0331) 484977 ext. 103 - JEMBER 68111

KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR NO. : B-III
 KEDALAMAN : 02.00 - 02.20

GRAFIK KONSOLIDASI



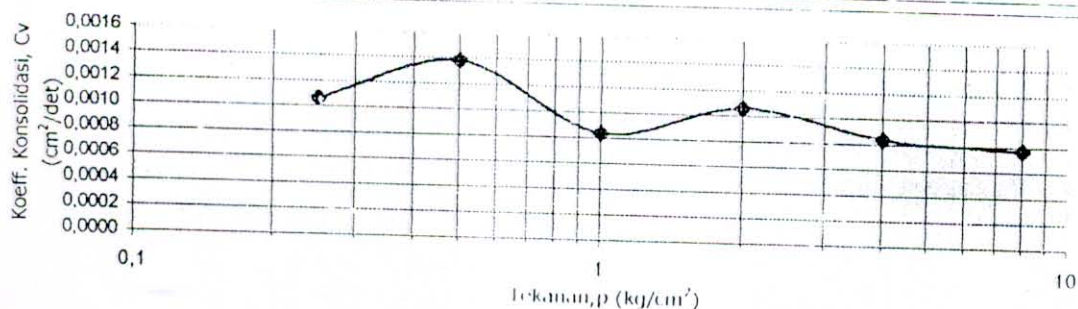
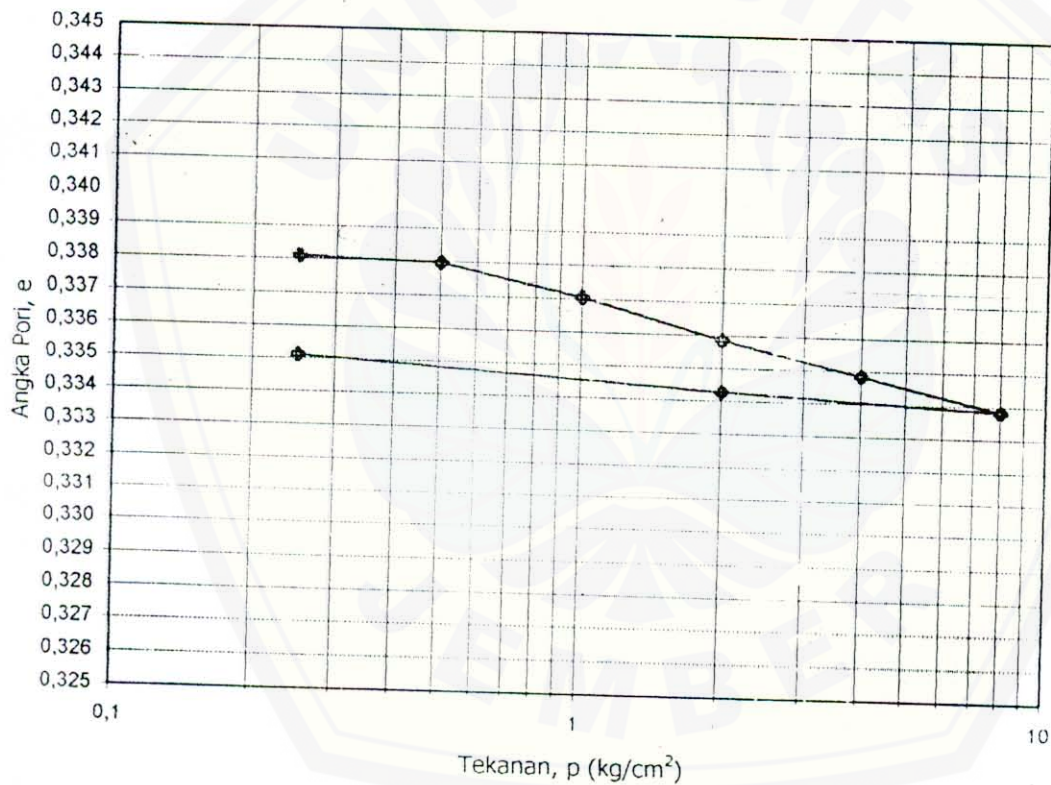


DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl. Slamet Riyadi No. 62 Telp./Fax. (0331) 484977 ext. 108 - JEMBER 68111

KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR NO. : B-II
 KEDALAMAN : 01.50 - 02.00

GRAFIK KONSOLIDASI



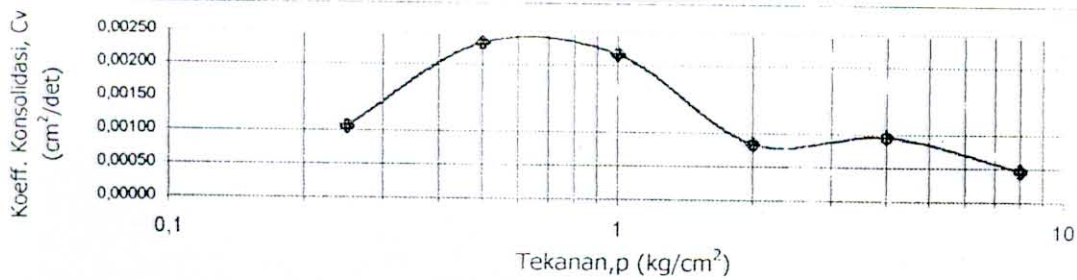
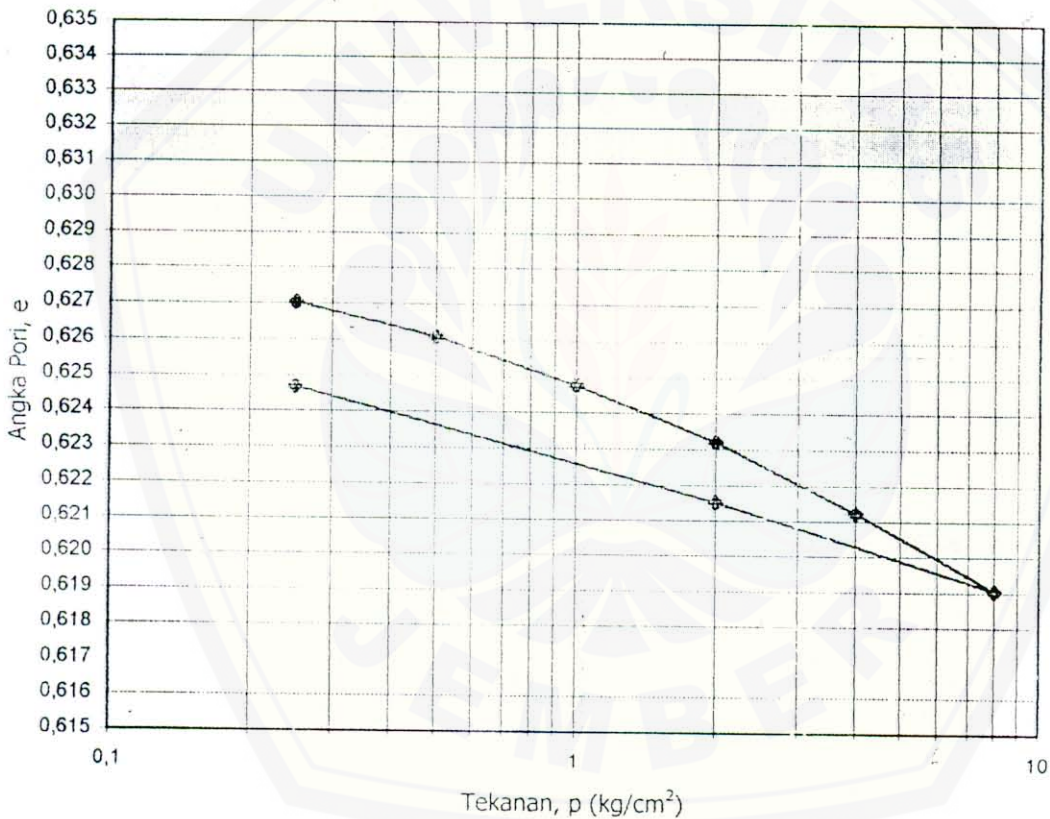


DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl. Slamet Riyadi No. 62 Telp./Fax. (0331) 484977 ext. 108 - JEMBER 68111

KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR NO. : B-III
 KEDALAMAN : 02.00 - 02.20

GRAFIK KONSOLIDASI



LAMPIRAN 2.5 Perhitungan Koefisien Konsolidasi (Cv)

Bor	K (cm/dt)	mv (cm ² /gr)	Cv (cm ² /dt)
II	1.001 x 10 ⁻³	4.117 x 10 ⁻¹	2.431 x 10 ⁻³
III	7.959 x 10 ⁻⁴	6.161 x 10 ⁻¹	1.292 x 10 ⁻³

Rumus :
$$Cv = \frac{k}{mv \cdot \gamma_w} (cm^2 / dt)$$

LAMPIRAN 2.6 Perhitungan Penurunan (Sc)

Bor	H (m)	γ _{ot} (t/m ³)	γ _{osat} (t/m ³)	e _o	Cc	Cr	Po' (t/m ²)	Pc' (t/m ²)	ΔP (t/m ²)	Sc (m)
II	0.2	1.73	1.73	0.340	3.654x10 ⁻³	8.858x10 ⁻⁴	2.493	7.5	51.481	5.307x10 ⁻⁴
III	0.2	1.73	1.61	0.630	6.644x10 ⁻³	3.543x10 ⁻³	2.389	10.5	51.481	8.585x10 ⁻⁴

Rumus :
$$Sc = Cr \frac{H}{1 + e_0} \log \frac{Pc'}{Po'} + Cc \frac{H}{1 + e_0} \log \frac{Po' + \Delta P}{Pc'} (m)$$

Untuk mencari Po' , lihat dalam BAB 4. sedangkan untuk mencari Pc' lihat lembar berikutnya.

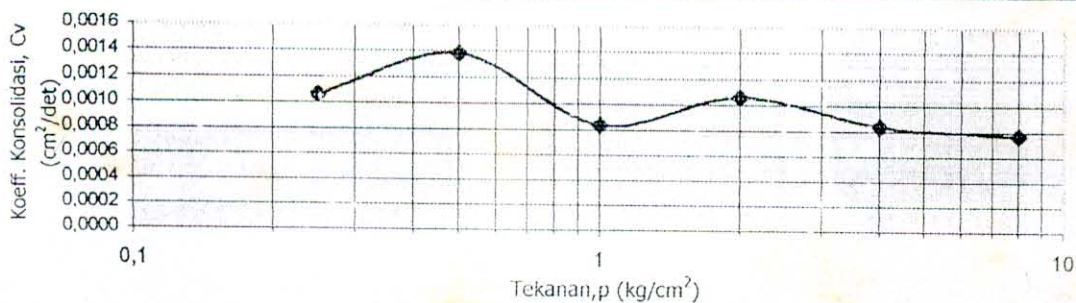
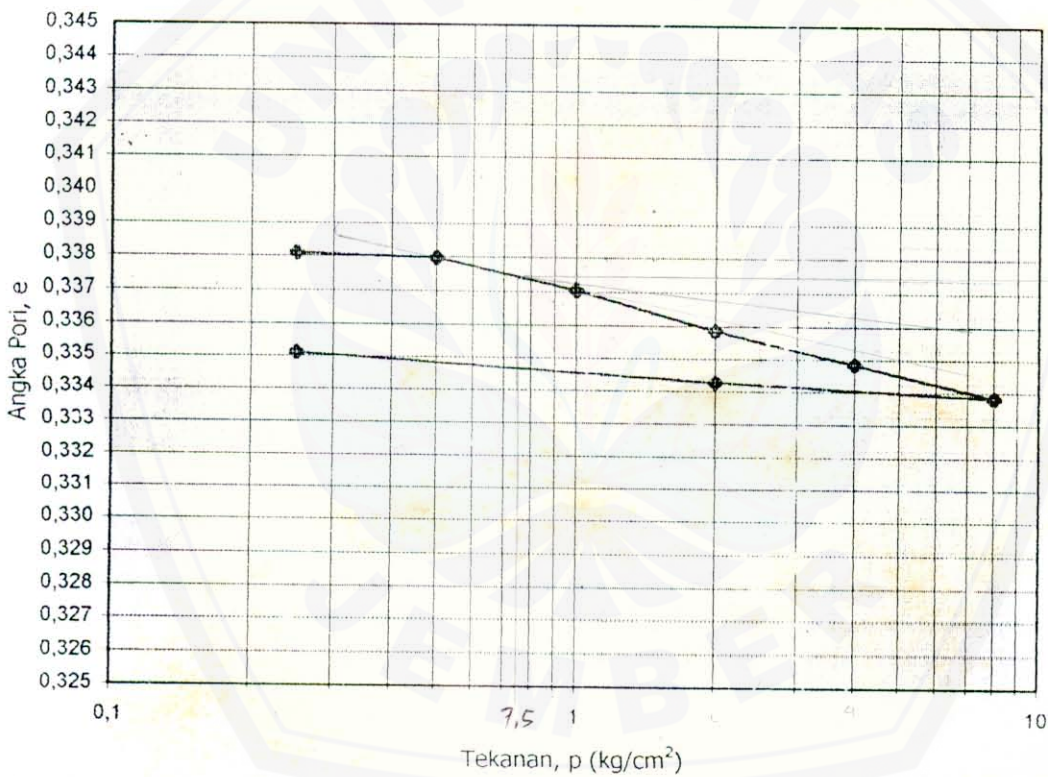


DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIKA TANAH
 Alamat : Jl. Slamet Riyadi No. 62 Telp./Fax. (0331) 484977 ext. 108 - JEMBER 68111

KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR NO. : B-II
 KEDALAMAN : 01.50 - 02.00

GRAFIK KONSOLIDASI



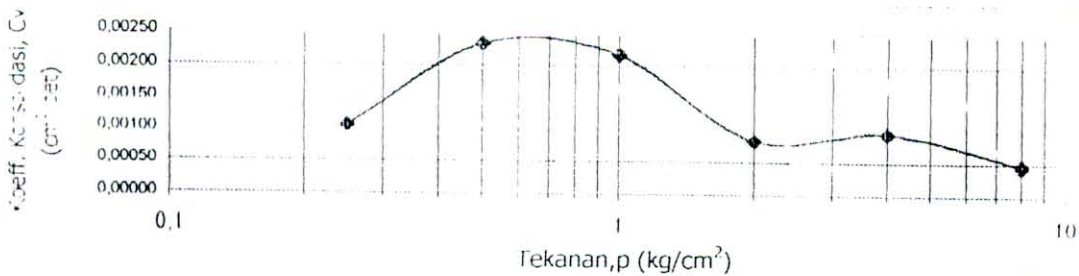
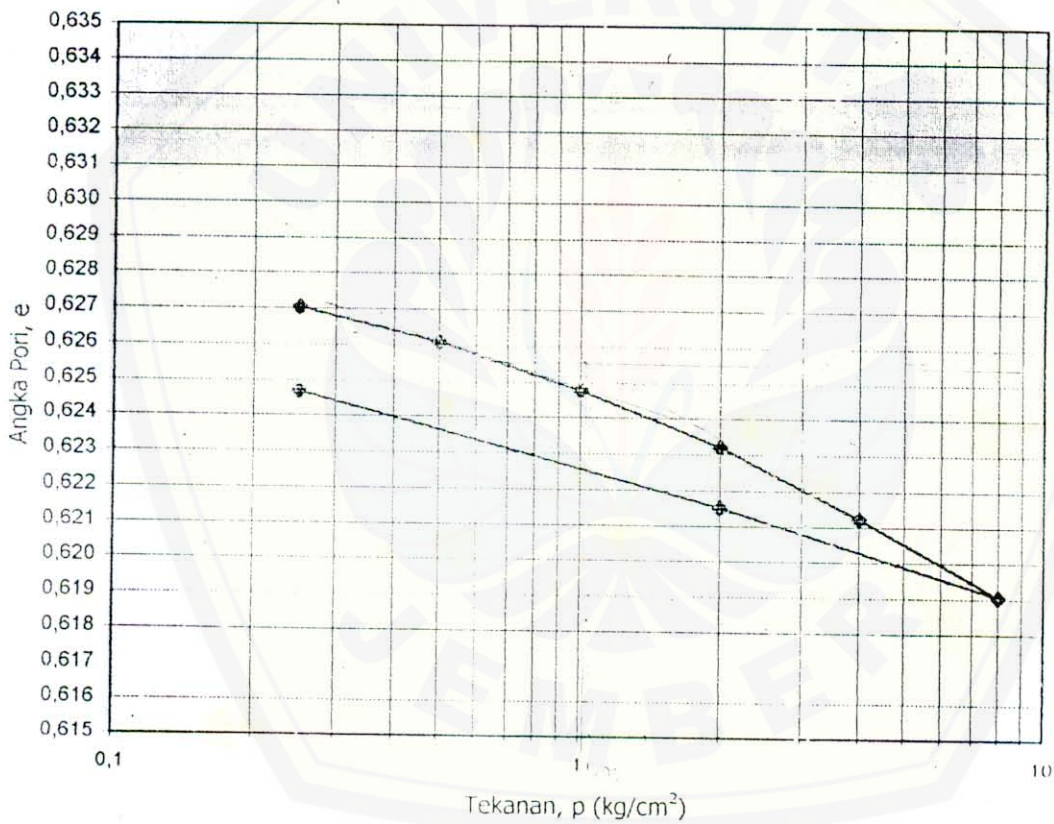


DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL RI
 UNIVERSITAS JEMBER
 PROGRAM STUDI TEKNIK - JURUSAN TEKNIK SIPIL
 LABORATORIUM GEOLOGI DAN MEKANIK TANAH
 Alamat : Jl. Slamet Riyadi No. 62 Telp./Fax. (0331) 484977 ext. 108 - JEMBER 68111

KONSOLIDASI

PROYEK : Pembangunan Toko 4 Lt.
 LOKASI : Jl. Diponegoro 83 Jember
 BOR NO. : B-III
 KEDALAMAN : 02.00 - 02.20

GRAFIK KONSOLIDASI



LAMPIRAN 2.7 Perhitungan Penurunan Berdasarkan Waktu (SUv)

1 tahun

Bor	H (cm)	t (dt)	Cv (cm ² /dt)	Tv	Uv	Sc (m)	SUv (m)
II	20	31536000	2.431 x 10 ⁻³	191.660	0.15625	5.307x10 ⁻⁴	8.292x10 ⁻⁵
III	20	31536000	1.292 x 10 ⁻³	101.861	0.11391	8.585x10 ⁻⁴	9.779x10 ⁻⁵

2 tahun

Bor	H (cm)	t (dt)	Cv (cm ² /dt)	Tv	Uv	Sc (m)	Suv (m)
II	20	63072000	2.431 x 10 ⁻³	383.320	0.22097	5.307x10 ⁻⁴	1.173x10 ⁻⁴
III	20	63072000	1.292 x 10 ⁻³	203.723	0.16110	8.585x10 ⁻⁴	8.550x10 ⁻⁵

3 tahun

Bor	H (cm)	t (dt)	Cv (cm ² /dt)	Tv	Uv	Sc (m)	Suv (m)
II	20	94608000	2.431 x 10 ⁻³	574.980	0.27064	5.307x10 ⁻⁴	1.436x10 ⁻⁴
III	20	94608000	1.292 x 10 ⁻³	305.584	0.19730	8.585x10 ⁻⁴	1.047x10 ⁻⁴

5 tahun

Bor	H (cm)	t (dt)	Cv (cm ² /dt)	Tv	Uv	Sc (m)	Suv (m)
II	20	157680000	2.431 x 10 ⁻³	958.300	0.34939	5.307x10 ⁻⁴	1.854x10 ⁻⁴
III	20	157680000	1.292 x 10 ⁻³	509.306	0.25472	8.585x10 ⁻⁴	1.352x10 ⁻⁴

10 tahun

Bor	H (cm)	t (dt)	Cv (cm ² /dt)	Tv	Uv	Sc (m)	Suv (m)
II	20	315360000	2.431 x 10 ⁻³	1916.600	0.49412	5.307x10 ⁻⁴	2.622x10 ⁻⁴
III	20	315360000	1.292 x 10 ⁻³	1018.613	0.36022	8.585x10 ⁻⁴	1.912x10 ⁻⁴

Rumus : $Suv = Sc \times Uv$ (m)

Mencari t(dt)

Misal 1 tahun = 365 x 24 x 60 x 60

= 31536000 dt

GRAFIK PENURUNAN TANAH BERDASARKAN WAKTU

