

repository.ub.ac.id

**PROGRAM ANALISA DATA PERCOBAAN
KEKUATAN GESER TANAH YANG MENGACU PADA
AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIALS
DENGAN MENGGUNAKAN *MICROSOFT VISUAL BASIC 6.0***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

ERHAM DWI ALFANDY

NIM : 0110610036

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN SIPIL

2006



**PROGRAM ANALISA DATA PERCOBAAN
KEKUATAN GESER TANAH YANG MENGACU PADA
AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIALS
DENGAN MENGGUNAKAN MICROSOFT VISUAL BASIC 6.0**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

ERHAM DWI ALFANDY

NIM : 0110610036

DOSEN PEMBIMBING

Ir.As'ad Munawir,MT

NIP.131 574 850

Saifoe El Unas, ST,MT

NIP. 132 258 189

**PROGRAM ANALISA DATA PERCOBAAN
KEKUATAN GESER TANAH YANG MENGACU PADA
AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIALS
DENGAN MENGGUNAKAN MICROSOFT VISUAL BASIC 6.0**

Disusun Oleh :

ERHAM DWI ALFANDY

NIM : 0110610036

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 9 April 2007

DOSEN PENGUJI

Ir.As'ad Munawir,MT
NIP. 131 574 850

Saifoe El Unas, ST,MT
NIP.132 258 189

Ir. Harimurti,MT
NIP. 131 759 589

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir. Achmad Wicaksono,M.Eng, Ph.D.
NIP. 132 007 111

Terima kasih atas bantuan pihak – pihak yang telah membantu, mendukung dan menemaniku dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.

- Syukur dan terimakasihku yang terbesar kepada Allah SWT yang telah memberikan aku kelapangan, kemudahan serta kekuatan untuk menjalani hidupku. Beserta Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan panutan untuk menuju jalan yang benar.
- Kedua orang tuaku yang telah memberikan segalanya demi cita – cita ku dan harapanku. Terima kasih atas semua pengorbanan dan doa. Semoga aku dapat menjadi manusia yang lebih baik hari ini dan esok hari.
- Mas Handi yang mengenalkan aku pada game hebat sepanjang sejarah (Winning Eleven) dan selalu jadi mitra tanding Winning Eleven mulai dari “Jikyoo Winning Eleven 3 !!!!!!!!!!!!! ampe WE 10 walaupun dengan VGA 32 bit , tapi tetep jalan terus (thanks..... saking seringnya main sampai monitor komputerku jebolllll !!!!!!!)
- Dosen pembimbing : Bapak As’ad yang telah membantu kelancaran skripsi ku. Bapak Saifoe yang telah memberikan masukan dalam merencanakan dan membuat program analisa ini. Bapak Harimurti sebagai ketua majelis penguji. Tak lupa semua dosen – dosen di lingkungan Sipil Brawijaya yang telah memberikan perkuliahan selama ini.
- Pihak recording yang telah melancarkan segala urusan surat – surat dan segalanya demi kelancaran selama perkuliahan. Mbak Endang dan Mbak Dwi Perpustakaan (thanks buat kelancaran peminjaman buku2).
- Teman – teman skripsi aliran “Programmer” (apa kita gak salah jurusan ya ?????) yang banyak ngasih masukan mengenai hal – hal baru dalam pengembangan program :Fariz, Nizar dan Ghana. Teman – teman yang lain : Jono (klo ntar ngekos lagi ,pasang lampu sing Watt e gedhe....ben ora nggarai ngantuk), Nana (sori klo selama ini aku nulari penyakit “Gamers”.He...He...), Nanang(saatnya km memilih satu dari sekian banyak), Andi Peon(thanks udah mbantu2 waktu di himpunan dulu),BosKi(wejangnipun panjenengan mantep saestu, misuhipun dikurangi nggih booossss), Heru (saaken bojomu mben lek diutik thok ae wis misuh2 gak karuan), Danang (Selamat atas hadiah gratisan Scudetto-nya), Ipul (lek ak nang mediun terna nang panggon sate sing enak yo...), Febi (senenganmu sing kuru – kuru, senenganku sing #####-#####),Lalu (awakmu gak salah jurusan tah ?????),Kriwul, Adies , Praja, Hari (akuilah wahai teman klo Jakarta itu juga Jawa), Cukik (moga2 sukses ma pilihannya), Wayan, Yeni (ojo mbulet2 lek mlaku2 nang mall.... ngesakne sing ngancani), Reski (kek, jenengmu kok iso tekek se????) ,Joe, Sisil. Trio Charlie Angel(Wiwit, Diana (es buah dengan irisan terbesar di dunia) n Nana),Fahmi,Anas, Mas Pras, Bambang, Gede Eka, Tomat (thanks buat nemeni aku saat dianiaya pas lulusan),Bawon, Ruli (Wong Mbatu pancen akeh sing ngganteng2 lan ayu2 kok Rul), Agus (kowe ket lahir pancene wis seneng mesem ta Gus???), Rina (thanks bwat semua masakannyayang enak2), Widya, Betty, Ratna (if.. then...else if ... end if...function...),Hanti, Adhi Blekok (suwun wis gelem dadi kiper selama 5 taon, walaupun gak tau mlebu final Civil Cup), Sinom (orang Sipil paling ajaib), Geri(Diet Ger !!!), BT, Hadi, Achief (percayalah aku bukanlah Spiderman), Thohir(Tenang....aku percaya klo kejadian Azahari di Villa Batu dulu tidak ada hubungannya denganmu), AW (calon ST.COM), Deni (gimana kabarnya mas senior????), Ardian, Iwan (manusia petir), Angga (thanks udah ngenalin aku ke game CS !!). Thanks to Someone yang menjadi semangatku , walaupun hanya dengan memandangmu. Yang terakhir, kepada seseorang yang pernah kusayangi dan sekarang menjalani hidup barumakasih buat segalanya.
- Semua pihak yang tidak sempat disebutkan : Terima kasih banyak !!!!

KATA PENGANTAR

Di dalam dunia Teknik Sipil banyak sekali dijumpai kasus – kasus perhitungan yang bersifat aritmatik. Perhitungan tersebut juga melibatkan logika urutan kerja dalam mendapatkan nilai akhir atau jawaban atas suatu kasus perhitungan. Oleh karena itu, penulis mengangkat permasalahan ini dalam sebuah tulisan skripsi dengan judul “Program Analisa Data Percobaan Kekuatan Geser Tanah Yang Mengacu Pada *American Society of Testing and Materials* Dengan Menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0* “. Skripsi ini berisi tentang pengaplikasian suatu analisa yang melibatkan perhitungan dan logika urutan kerja di bidang Teknik Sipil yang diterapkan pada suatu program komputer. Program yang dibuat dalam skripsi ini memang tidak secanggih seperti buatan orang – orang ilmu komputer, tetapi paling tidak program yang dibuat adalah cukup relevan dengan masalah yang dihadapi oleh orang – orang di bidang Teknik Sipil.

Alhamdulillah, penulisan skripsi yang memakan waktu kurang lebih 6 sampai 7 bulan ini dapat diselesaikan berkat bantuan pihak – pihak yang berkecimpung di bidang Teknik sipil, aritmatik, pemrograman dan bidang – bidang lain. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sebanyak – banyaknya kepada pihak – pihak utama yang membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Pihak – pihak tersebut adalah :

- Allah SWT beserta Rasul-Nya Nabi Muhammad SAW.
- Orang tua dan saudara.
- Bapak Ir.As’ad Munawir.MT yang berlaku sebagai KKDK dan dosen pembimbing.
- Bapak Saifoe El Unas,ST.MT yang berlaku sebagai dosen pembimbing.
- Bapak Ir.Harimurti.MT yang berlaku sebagai dosen penguji.
- Teman – teman penganut aliran skripsi “programmer” yaitu : Fariz, Nizar, Ghana.

Penulis berharap penulisan skripsi ini dapat bermanfaat untuk dunia Teknik Sipil baik kalangan professional maupun mahasiswa. Jika terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini , penulis mengucapkan maaf yang sebesar- besarnya. Kritik serta saran akan diterima untuk perbaikan lebih lanjut. Jika ada kelebihan nilai tambah dalam penyusunan skripsi ini maka sesungguhnya kelebihan itu adalah milik Allah SWT semata.

RINGKASAN

Erham Dwi Alfandy, Jurusan Sipil , Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Mei 2007 , Program Analisa Data Percobaan Kkuatan Geser Tanah Yang Mengacu Pada *American Society of Testing and Materials* Dengan Menggunakan *Microsoft Visual Basic 6.0* , Dosen Pembimbing : Ir.As'ad Munawir,MT dan Saifoe El Unas,ST,.MT.

Tanah memiliki kekuatan geser tertentu. Untuk mengetahui kekuatan geser tanah diperlukan serangkaian percobaan baik di laboratorium maupun di lapangan. Pada percobaan di laboratorium dikenal *Unconfined Compression Test*, *Direct Shear Test* , *Triaxial Unconsolidated Undrained* dan jenis yang lainnya. Data yang dihasilkan dari percobaan tersebut perlu dianalisa untuk mendapatkan parameter kuat geser tanah yang telah diuji. Karena itu diperlukan suatu alat perhitungan yang dapat menganalisa data – data hasil percobaan laboratorium tersebut dengan cepat, akurat dan efektif. Komputer dapat diperintahkan untuk melakukan prose perhitungan dan menjalankan konsep logika algoritma yang diperintahkan manusia secara cepat dan akurat. Keuntungan dapat dimanfaatkan untuk membuat suatu program analisa hasil data percobaan tersebut.

Secara garis besar ketiga percobaan kuat geser tanah yaitu *Unconfined Compression Test*, *Direct Shear Test* dan *Triaxial UU* mempunyai prinsip perhitungan yang sama. Langkah pertama perhitungan data spesimen, meliputi perhitungan : luas , volume, kadar air dan *density*. Perhitungan kedua adalah analisa uji tekan , yang meliputi : tegangan geser, luas terkoreksi, tegangan minor , mayor, tegangan normal. Proses perhitungan yang bertingkat dan bersifat berulang pada tiap spesimen dan pada pembacaan data uji tekan dapat dilakukan dengan memanfaatkan proses *looping* dari variabel – variabel yang dideklarasikan dalam bentuk *array*. Perhitungan yang terakhir adalah analisa grafik. Pada uji *Unconfined Compression Test* dihasilkan nilai sensitivitas dan grafik sampel *Undisturbed* dan *Remolded*. *Direct Shear Test* menghasilkan nilai sudut geser, kohesi dan grafik kegagalan geser. *Triaxial Test* menghasilkan nilai sudut geser , kohesi dan grafik Mohr. Analisa garis geser dapat dilakukan dengan pendekatan garis lurus menggunakan metode regresi linier, sudut rata – rata, kombinasi sudut beserta kohesi dan penentuan garis kegagalan secara manual. Hasil dari analisa program dapat dibandingkan dengan perhitungan secara manual untuk menguji tingkat validitas program terhadap hasil akhirnya.

Kesimpulan akhir dengan adanya program analisa ini adalah dapat menambah efektifitas kerja dalam menganalisa suatu kasus perhitungan di bidang Teknik Sipil khususnya pada analisa hasil percobaan laboratorium mengenai kuat geser tanah. Tingkat keakuratan nilai hasil akhir lebih teliti daripada perhitungan *manual* asalkan nilai data masukan adalah benar. Untuk dikemudian hari, logika bahasa program yang telah dipelajari dapat dimanfaatkan untuk membuat program – program di bidang Teknik Sipil yang lain.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
RINGKASAN	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Perumusan Masalah	2
1.4. Tujuan Penyusunan	3
1.5. Pembatasan Masalah	3
1.6. Kegunaan Penyusunan	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Kuat Geser Tanah	5
2.2. Uji Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>)	7
2.2.1. Data Yang Diperlukan	7
2.2.2. Perhitungan Parameter Spesimen	8
2.2.3. Perhitungan Data Uji Tekan Bebas	8
2.2.4. Grafik Tegangan Geser Dan Regangan	9
2.3. Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>)	9
2.3.1. Data Yang Diperlukan	10
2.3.2. Perhitungan Parameter Spesimen	11
2.3.3. Perhitungan Data Uji Tekan Geser Langsung	11
2.3.4. Grafik Tegangan Geser Dan Perubahan Geser	11
2.3.5. Grafik Tegangan Geser Maksimum Dan Tegangan Normal	11
2.4. Uji Triaxial (<i>Unconsolidated Undrained</i>)	12
2.4.1. Data Yang Diperlukan	14
2.4.2. Perhitungan Parameter Spesimen	14
2.4.3. Perhitungan Uji Tekan Tekan Triaxial	14

2.4.4. Grafik Tegangan Geser Dan Regangan	15
2.4.5. Grafik Lingkaran Mohr	15

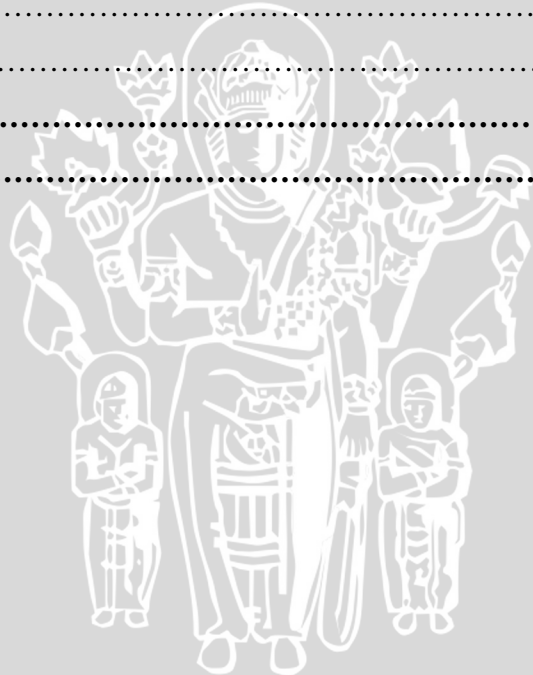
BAB III. METODOLOGI PELAKSANAAN

3.1. Studi Literatur	19
3.2. Pengumpulan Data	19
3.3. Penyusunan Flowchart dan Algoritma	19
3.4. Verifikasi Program	19
3.5. Diagram Alir Secara Umum Keseluruhan Program	21
3.6. Diagram Alir Secara Umum Kadar Air dan Berat Isi Sampel	22
3.7. Diagram Alir Secara Umum Analisa <i>Unconfined Compression Test</i>	23
3.8. Diagram Alir Secara Umum Analisa <i>Direct Shear Test</i>	24
3.9. Diagram Alir Secara Umum Analisa <i>Triaxial Test (UU)</i>	25

BAB IV. PEMBAHASAN

4.1. <i>Unconfined Compressive Strength</i>	26
4.1.1. Notasi	26
4.1.2. Algoritma Program <i>UCT Software</i>	26
4.1.3. Diagram Alir Program <i>UCT Software</i>	28
4.2. <i>Direct Shear Test</i>	29
4.2.1. Notasi	29
4.2.2. Algoritma Program <i>DST Software</i>	29
4.2.3. Diagram Alir Program <i>DST Software</i>	32
4.3. <i>Triaxial Test (Unconsolidated Undrained)</i>	34
4.3.1. Notasi	34
4.3.2. Algoritma Program <i>TRX Software</i>	34
4.3.3. Diagram Alir Program <i>TRX Software</i>	39
4.4. Petunjuk Pemakaian Program	42
4.4.1. Petunjuk Halaman Judul	42
4.4.2. Petunjuk Halaman Proyek	42
4.4.3. Petunjuk Halaman Spesimen	43
4.4.4. Petunjuk Halaman Grafik	46
4.4.4.1. Grafik <i>UCT</i>	46
4.4.4.2. Grafik <i>DST</i>	47
4.4.4.3. Grafik <i>TRX</i>	48
4.4.5. Menu dan <i>Toolbar</i>	49

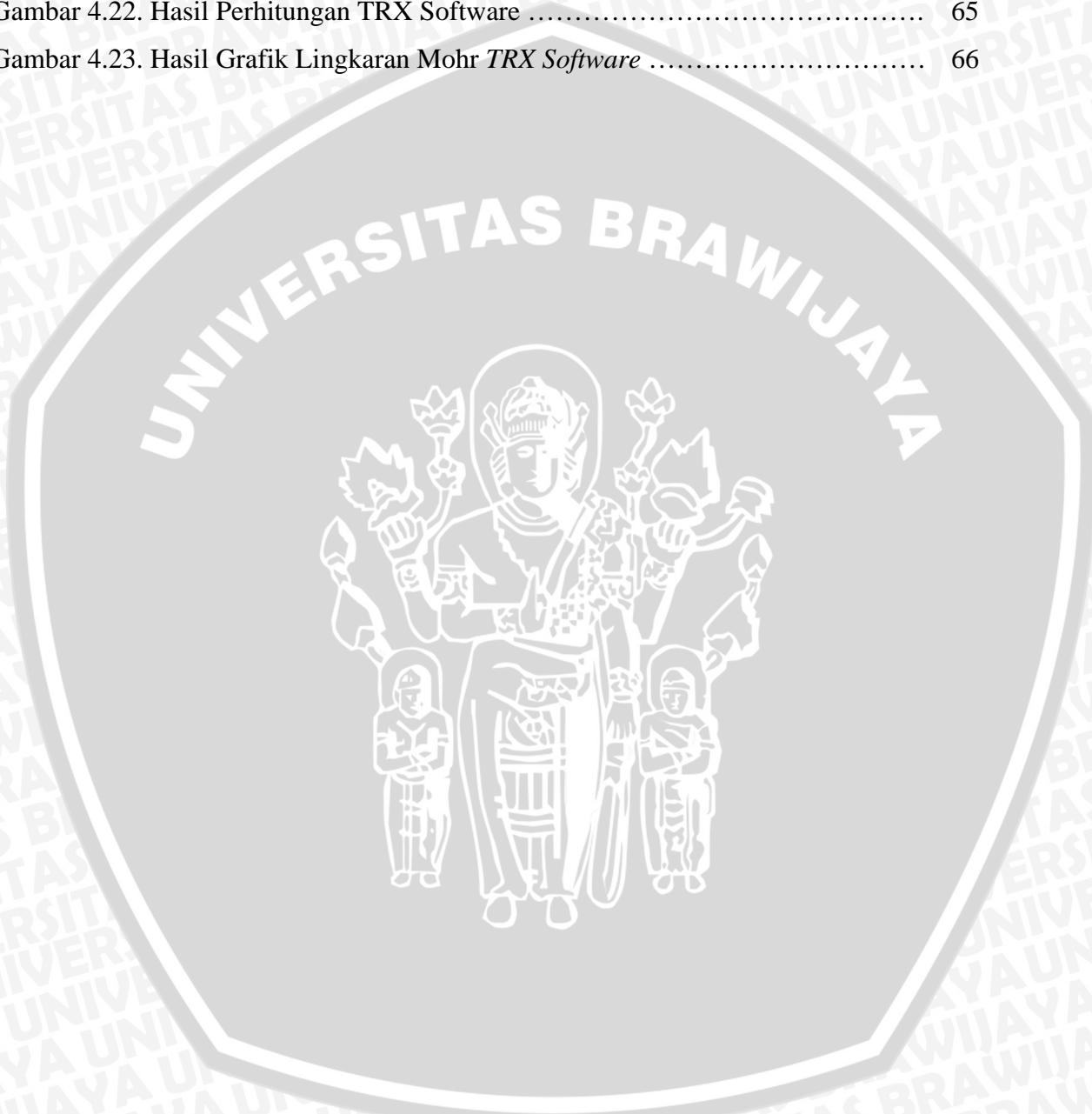
4.5. Kontrol Validitas Program	52
4.5.1. <i>Unconfined Compressive Strength</i>	
4.5.1.1. Perhitungan Manual <i>Unconfined Compressive Strength</i>	51
4.5.1.2. Perhitungan Program <i>UCT Software</i>	54
4.5.2. <i>Direct Shear Test</i>	
4.5.2.1. Perhitungan Manual <i>Direct Shear Test</i>	55
4.5.2.2. Perhitungan Program <i>DST Software</i>	59
4.5.3. <i>Triaxial Test (Unconsolidated Undrained)</i>	
4.5.3.1. Perhitungan Manual <i>Triaxial Test (Unconsolidated Undrained)</i> ..	60
4.5.3.2. Perhitungan Program <i>TRX Software</i>	65
4.5.4. <i>Perbandingan Hasil Akhir Perhitungan</i>	66
BAB V. PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	67
5.2. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	70



DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1.	Grafik Kegagalan Mohr dan Coulomb	5
Gambar 2.2.	Skema uji tekan bebas	7
Gambar 2.3.	Skema uji geser langsung	10
Gambar 2.4.	Alat pengujian triaksial	13
Gambar 2.5.	Gambar Lingkaran Mohr	16
Gambar 2.6.	Lingkaran Mohr dan keterangan Tegangan Minor dan Mayor	17
Gambar 3.1.	Diagram Alir Prosedur Penyelesaian	20
Gambar 3.2.	Diagram Alir Prosedur Penyelesaian Data Spesimen	21
Gambar 3.3.	Diagram Alir Prosedur Penyelesaian <i>Unconfined Compression Test</i>	22
Gambar 3.4.	Diagram Alir Prosedur Penyelesaian <i>Direct Shear Test</i>	23
Gambar 3.5.	Diagram Alir Prosedur Penyelesaian <i>Triaxial UU Test</i>	24
Gambar 4.1.	Diagram Alir Penyelesaian Percobaan <i>Unconfined Compression Test</i> ..	28
Gambar 4.2.	Diagram Alir Penyelesaian Percobaan <i>Direct Shear Test</i>	32
Gambar 4.3.	Grafik Lingkaran Mohr	36
Gambar 4.4.	Diagram Alir Penyelesaian Percobaan <i>Triaxial UU Test</i>	39
Gambar 4.5.	Halaman Judul <i>STL Software</i>	42
Gambar 4.6.	Halaman Proyek <i>STL Software</i>	43
Gambar 4.7.	Halaman Spesimen <i>STL Software</i>	44
Gambar 4.8.	Tampilan memanjang form specimen	45
Gambar 4.9.	Tampilan grafik UCT	46
Gambar 4.10.	Tampilan grafik DST	47
Gambar 4.11.	Tampilan grafik TRX	48
Gambar 4.12.	Menu <i>STL Software</i>	49
Gambar 4.13.	<i>Toolbar STL Software</i>	49
Gambar 4.14.	Grafik Regangan ~ Tegangan <i>Unconfined Compression Test</i>	53
Gambar 4.15.	Hasil Perhitungan <i>UCT Software</i>	54
Gambar 4.16.	Grafik Tegangan ~ Deformasi <i>Direct Shear Test</i>	57
Gambar 4.17.	Grafik Tegangan Normal ~ Tegangan Geser <i>Direct Shear Test</i>	57
Gambar 4.18.	Hasil Perhitungan <i>DST Software</i>	59

No	Judul	Halaman
	Gambar 4.19. Hasil Grafik Tegangan Normal vs Tegangan Geser DST Software	60
	Gambar 4.20. Grafik Tegangan ~ Regangan <i>Triaxial UU Test</i>	62
	Gambar 4.21. Grafik Lingkaran Mohr Hasil Perhitungan	63
	Gambar 4.22. Hasil Perhitungan TRX Software	65
	Gambar 4.23. Hasil Grafik Lingkaran Mohr <i>TRX Software</i>	66



DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Hubungan kekuatan tekan bebas (q_u) lempung dengan konsistensinya ...	9
Tabel 4.1.	Data Pembacaan Percobaan <i>Unconfined Compression Test</i>	51
Tabel 4.2.	Data Hasil Perhitungan Percobaan <i>Unconfined Compression Test</i>	52
Tabel 4.3.	Data Pembacaan Percobaan <i>Direct Shear Test</i>	55
Tabel 4.4.	Data Hasil Perhitungan Percobaan <i>Direct Shear Test</i>	56
Tabel 4.5.	Tabel Tegangan Normal dan Tegangan Geser Ketiga Spesimen	58
Tabel 4.6.	Data Pembacaan Percobaan <i>Triaxial UU Test</i>	61
Tabel 4.7.	Data Hasil Perhitungan Percobaan <i>Triaxial UU Test</i>	62
Tabel 4.8.	Verifikasi hasil perhitungan manual dengan program komputer	66



DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
Lampiran 1.	<i>Listing</i> Bahasa Pemrograman Visual Basic	70
Lampiran 2.	Hasil <i>Print Out</i> UCT Software	87
Lampiran 3.	Hasil <i>Print Out</i> DST Software	88
Lampiran 4.	Hasil <i>Print Out</i> TRX Software	89



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Segala konstruksi bangunan sipil selalu berpijak pada tanah. Disini tanah berperan sebagai dasar suatu bangunan. Seluruh beban dari konstruksi disalurkan ke titik – titik pondasi yang kemudian dibebankan pada tanah dibawahnya. Tanah tersebut harus cukup kuat untuk menerima beban dari pondasi agar tidak terjadi suatu kegagalan konstruksi akibat kegagalan geser maupun penurunan tanah diluar nilai aman. Seorang perencana bangunan sipil pada saat merencanakan pondasi bangunan perlu mengetahui parameter - parameter dan karakteristik tanah di lokasi berpijaknya pondasi tersebut. Sehingga dalam perencanaannya dapat diantisipasi akan terjadinya geser yang dapat menimbulkan kegagalan struktur. Oleh karena itu perlu sekali diadakan suatu analisa terhadap suatu tanah untuk mengetahui sifat dan karakteristik tanah yang diperlukan dalam perencanaan pondasi.

Tanah memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda – beda disetiap titiknya karena susunan mineralnya yang berbeda – beda. Hal ini mengakibatkan perbedaan sifat geoteknis di setiap titik tanah yang nantinya diperlukan untuk mendesain dan merencanakan pondasi bangunan. Analisa terhadap sifat geoteknis tanah dapat dilakukan dengan serangkaian uji coba terhadap sampel tanah di laboratorium. Dari percobaan – percobaan ini akan didapatkan parameter - parameter mengenai sifat – sifat geoteknis tanah yang akan digunakan dalam mendesain dan merencanakan pondasi suatu konstruksi bangunan.

Parameter – parameter tersebut menggambarkan sifat geoteknis tanah yang didapat dari pengujian tanah di laboratorium. Tentu saja nilai – nilai dari parameter tersebut tidak muncul begitu saja dari alat penguji. Data yang diperoleh dari alat penguji tersebut masih merupakan nilai mentah yang perlu diolah dan dianalisa dengan rumusan – rumusan lebih lanjut sehingga didapatkan nilai – nilai data yang dapat digunakan untuk perencanaan di bidang Sipil.

Serangkaian analisa yang dilakukan tersebut tentu menyita banyak waktu bila dihitung secara manual. Ditambah lagi apabila analisa tidak hanya dilakukan pada satu titik tanah, tentu saja akan menyita lebih banyak waktu dan berkurangnya efektifitas kerja. Oleh karena itu, dibutuhkan penyelesaian analisa massal secara cepat, tepat dan efektif. Munculnya teknologi komputer membuka peluang untuk menyelesaikan persoalan tersebut. Untuk menuangkan jalan pemikiran penyelesaian kasus perhitungan dan logika,

maka diperlukan suatu pemrograman yang dapat menjembatani jalan pikir manusia dengan bahasa logika komputer. *Visual Basic* (VB) adalah bahasa pemrograman yang bersifat visual (dituntun oleh grafis pada layar komputer) dalam menjalankannya. Dengan memakai bahasa pemrograman komputer maka dapat dibuat suatu program aplikasi komputer yang sesuai dengan kompetensi yang dimiliki oleh pemrogram. Metode – metode yang telah diaplikasikan pada suatu program dapat diaplikasikan kembali pada program analisa yang lain yang memiliki cara dan metode yang hampir sama. Artinya hasil kerja dari penulisan program tidaklah sia – sia karena masih dapat dimanfaatkan kembali untuk kasus yang lain. Akhirnya pekerjaan yang seharusnya dikerjakan secara rutin dapat dialihkan ke komputer.

1.2 Identifikasi Masalah

Data – data dari percobaan yang dilakukan di laboratorium terhadap sampel tanah yang diperlukan untuk desain dan perencanaan pondasi bangunan perlu dianalisa dan dibuatkan suatu program analisa komputer sehingga permasalahan analisa data yang bersifat parametrik dapat diselesaikan secara cepat, tepat dan efisien. Sifat fisis dan parameter tanah hasil analisa data percobaan yang menjadi perhatian utama untuk analisis dan desain elemen pondasi dalam lapangan adalah sebagai berikut :

- Parameter kekuatan, yaitu : Tegangan (σ), regangan (ϵ), sudut geser (θ), kohesi (C).
- Data gravimetric – volumetric, yaitu : Berat satuan (γ), kadar air, berat sampel , volume dan luas sampel.

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas , maka dapat dirumuskan masalah yang akan hendak diteliti adalah :

- a) Parameter tanah apa sajakah dari percobaan kuat geser yang diperlukan untuk mendapatkan nilai sudut geser dan kohesi tanah.
- b) Bagaimana algoritma untuk analisa data mentah dari hasil percobaan kuat geser di laboratorium sehingga didapatkan nilai sudut geser dan kohesi tanah
- c) Bagaimana mengaplikasikan runtutan kerja dari analisa tersebut dan menterjemahkannya ke dalam bahasa *Visual Basic* sehingga dapat diciptakan suatu program komputer yang dapat diandalkan dan sesuai dengan kompetensi pemrogram itu sendiri.
- d) Bagaimana verifikasi hasil *output* program dengan hasil manual.

1.4 Tujuan Penyusunan

Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah untuk membuat suatu aplikasi program analisa mekanika tanah yang berkenaan dengan percobaan kuat geser tanah. Selanjutnya, program tersebut dapat dimanfaatkan oleh kalangan profesional maupun mahasiswa di bidang Teknik Sipil untuk menganalisa data – data hasil percobaan kekuatan geser tanah di laboratorium.

1.5 Pembatasan Masalah

Adapun pembatasan masalah yang dipakai adalah :

- a) Data yang dianalisa adalah data yang dihasilkan dari percobaan kuat geser antara lain : *Triaxial Test (unconsolidated-undrained)*, *Direct Shear Test* dan *Unconfined Compression Test*
- b) Tidak membahas tentang tahap konsolidasi tanah.
- c) Bahasa pemrograman yang dipakai adalah *Visual Basic 6.0*
- d) Hasil *output* program adalah parameter kekuatan geser tanah yaitu sudut geser dan kohesi beserta grafik garis kegagalan.
- e) Analisa dibatasi tidak sampai pada perhitungan perencanaan pondasi.
- f) Percobaan uji laboratorium mengacu pada cara – cara ASTM.
- g) Data pendukung berupa data spesimen hanya mencakup luas, volume, kadar air dan berat isi.

1.6 Kegunaan Penyusunan

Manfaat dari penyusunan skripsi ini adalah :

- a) Untuk mengaplikasikan ilmu – ilmu dibidang Teknik Sipil sehingga dapat diciptakan sesuatu yang berguna untuk membantu efektifitas kerja bagi kalangan Teknik Sipil baik itu profesional maupun mahasiswa.
- b) Untuk lebih mendalami perihal percobaan kuat geser tanah di laboratorium.
- c) Untuk memudahkan para perencana untuk mendapatkan nilai parameter kuat geser tanah dari percobaan laboratorium.
- d) Untuk menciptakan suatu awalan untuk pengembangan program komputer di bidang Teknik Sipil khususnya yang berkaitan dengan analisa data percobaan laboratorium Mekanika Tanah. Sehingga nantinya dapat diciptakan lebih banyak pengembangan pada program komputer yang bersangkutan

- e) Untuk melengkapi keberadaan program – program aplikasi di bidang Teknik Sipil sehingga dapat membantu suatu perencanaan di bidang Sipil.



BAB II

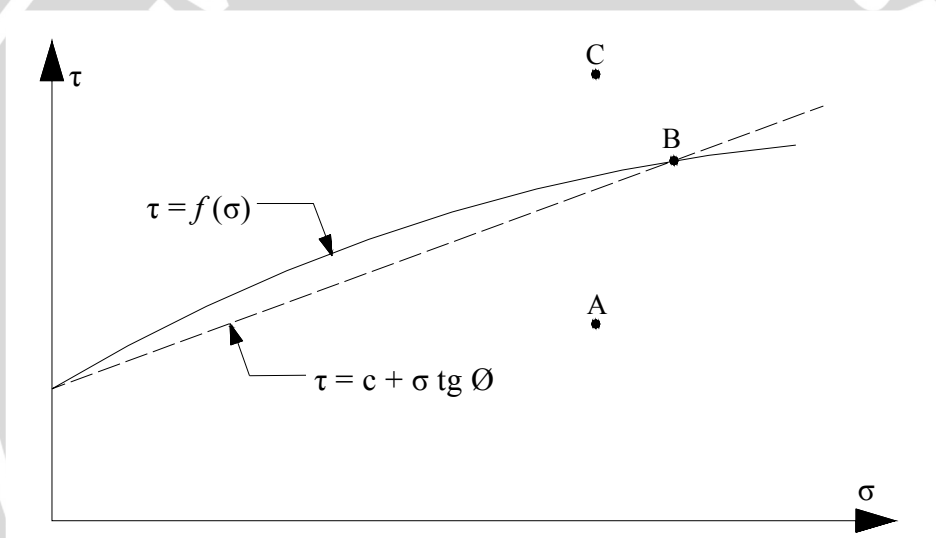
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kuat Geser

Mohr (1910) memberikan teori tentang keruntuhan suatu material yang menyatakan bahwa keruntuhan suatu material terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Hubungan fungsi antara tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya, dinyatakan menurut persamaan :

$$\tau = f(\sigma) \quad (2.1)$$

dengan τ adalah tegangan geser pada saat terjadinya keruntuhan atau kegagalan dan σ adalah tegangan normal pada saat kondisi tersebut. Garis kegagalan yang didefinisikan dalam persamaan (2.1) , adalah kurva yang ditunjukkan dalam **Gambar 2.1**



Gambar 2.1. Grafik Kegagalan Mohr dan Coulomb (Braja M.Das ,1995 : 2)

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

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (2.2)$$

dengan :

τ = kuat geser tanah

c = kohesi tanah

ϕ = sudut gesek dalam tanah

σ = tegangan normal pada bidang runtuh

Persamaan (2.2) ini disebut kriteria keruntuhan atau kegagalan Mohr – Coulomb , dimana garis selubung kegagalan dari persamaan tersebut dilukiskan dalam **Gambar 2.1**. (Braja M.Das , 1995 :1)

Pengertian mengenai keruntuhan suatu bahan dapat diterangkan sebagai berikut (**Gambar 2.1**) : Jika tegangan – tegangan baru mencapai titik A , keruntuhan geser tidak akan terjadi. Keruntuhan geser akan terjadi jika tegangan – tegangan mencapai titik B yang terletak pada garis selubung kegagalan. Kedudukan tegangan yang ditunjukkan oleh titik C tidak akan pernah terjadi, karena sebelum tegangan yang terjadi mencapai titik C , bahan sudah mengalami keruntuhan . Tegangan – tegangan efektif yang terjadi di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh tekanan air pori. Terzaghi (1925) mengubah persamaan Coulomb dalam bentuk tegangan efektif sebagai berikut :

$$\tau = c' + (\sigma - u) \tan \phi' \quad (2.3)$$

$$\tau = c' + \sigma' \tan \phi'$$

dengan :

σ' = tegangan normal efektif

c' = kohesi tanah efektif

ϕ' = sudut gesek dalam tanah efektif

u = tekanan air pori

Persamaan (2.2) menghasilkan data yang relatif tidak tepat , nilai – nilai c dan ϕ diperoleh sangat tergantung dari jenis pengujian yang dilakukan. Persamaan (2.3) menghasilkan data untuk nilai – nilai c' dan ϕ' yang relatif lebih tepat dan tidak tergantung dari jenis pengujiannya. (Hary Christady;1993;190)

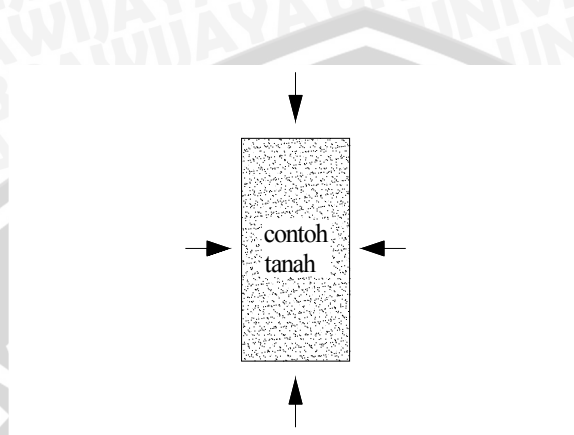
Parameter kuat geser tanah ditentukan dari pengujian – pengujian laboratorium pada benda uji yang diambil dari lapangan yang dianggap mewakili. Contoh benda uji diperoleh dengan kondisi terganggu atau tidak asli (*disturbed-sample*) maupun tak terganggu atau asli (*undisturbed-sample*).

Ada beberapa cara untuk menentukan kuat geser tanah, antara lain :

- (1) Uji tekan bebas (*Unconfined compression test*)
- (2) Uji geser langsung (*direct shear test*)
- (3) Uji triaksial (*triaxial test*)

2.2 Unconfined Compression Test

Uji tekan bebas termasuk hal yang khusus dari pengujian triaksial *unconsolidated-undrained* (tak terkonsolidasi–tak terdrainase). Gambar skematik dari prinsip pembebanan dalam percobaan ini dapat dilihat pada **Gambar 2.2**. Kondisi pembebanan sama dengan yang terjadi pada uji triaksial, perbedaan ada pada hanya tegangan selnya ($\sigma_3 = 0$).



Gambar 2.2. Skema uji tekan bebas (Hary Christady , 1993 : 201)

Pengujian ini hanya cocok untuk jenis tanah lempung jenuh, di mana pada pembebanan cepat, air tidak sempat mengalir ke luar dari benda uji. Pada lempung jenuh, tekanan air pori dalam benda uji pada awal pengujian negatif (tegangan kapiler). Tegangan aksial yang diterapkan diatas benda uji berangsur – angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan. Pada saat keruntuhannya, karena $\sigma_3 = 0$ maka :

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_f = \Delta\sigma_f = q_u \quad (2.4)$$

dengan q_u adalah kuat geser tekan bebas (*unconfined compression test*). Secara teoritis, nilai dari $\Delta\sigma_f$ pada lempung jenuh seharusnya sama seperti yang diperoleh dari pengujian – pengujian triaksial *unconsolidated – undrained* dengan benda uji yang sama. Jadi :

$$s_u = c_u = \frac{q_u}{2} \quad (2.5)$$

dimana s_u atau c_u adalah kuat geser *undrained* dari tanahnya.

Berikut ini adalah penjelasan mengenai data – data yang dibutuhkan, cara perhitungan dan hasil akhir dari metode percobaan *Unconfined Compression Test*.

2.2.1 Data Yang Diperlukan

- 1) Data Spesimen :
 - Diameter Spesimen (cm)
 - Tinggi Spesimen (cm)
 - Berat spesimen (gram)

2) Data kadar air :

- Berat dari tanah basah dan wadah (gram)
- Berat dari tanah kering dan wadah (gram)
- Berat dari wadah (gram)

3) Data Hasil Uji Tekan :

Nilai beban dan nilai deformasi setelah beban diberikan pada sampel (besarnya beban dihitung dengan mengalikan nilai pembacaan di alat dengan angka kalibrasi alat).

2.2.2 Perhitungan Parameter Spesimen

Setelah diketahui nilai diameter dan tinggi dari spesimen, dapat dihitung luas area, volume dan rasio perbandingan antara tinggi dengan diameter dari sampel tersebut. Dan berat sampel dapat digunakan untuk menghitung berat jenis basah dari sampel tanah. Dari data kadar air, maka nilai kadar air dan berat jenis tanah kering sampel tanah dapat dihitung.

2.2.3 Perhitungan Data Uji Tekan Bebas

Untuk setiap beban yang dijalankan, nilai regangan aksial (ϵ) dapat dihitung dengan membagi perubahan tinggi spesimen (ΔH) dengan tinggi mula – mula dari sampel (H_o) dengan persamaan sebagai berikut :

$$\epsilon = \frac{\Delta H}{H_o} \quad (2.6)$$

nilai dari ΔH didapat dari pembacaan deformasi pada alat percobaan *Unconfined*, dengan mengatur jarum pada alat penunjuk ke angka nol pada mula – mula.

Setelah beban diberlakukan pada spesimen, luas bidang geser akan semakin besar secara perlahan – lahan. Untuk tiap beban yang diberlakukan , nilai luas penampang benda uji rata - rata (A') dapat dihitung dengan persamaan :

$$A' = \frac{A_o}{1 - \epsilon} \quad (2.7)$$

dimana A_o adalah luas alas sampel mula – mula.

Tiap beban aksial (P) yang diperlakukan pada beban dapat dihitung dengan mengalikan nilai pembacaan arloji tegangan dengan nilai angka kalibrasi dari cincin penguji (*proving ring*).

$$P = F \times n \quad (2.8)$$

dimana F = angka kalibrasi dari cincin penguji (*proving ring*)

n = pembacaan arloji tegangan

Besarnya beban per unit luas (q_u) dapat dihitung dengan membagi beban (P) dengan luas penampang benda uji rata - rata.

$$q_u = \frac{P}{A'} \quad (2.9)$$

dimana A' = luas penampang benda uji rata - rata

Jika tes dilakukan pada dua buah benda uji yaitu tanah sampel tipe *undisturbed* dan *remolded* maka dapat diketahui nilai *sensitivity* yaitu :

$$St = \frac{q_u(\text{Undisturbed})}{q_u(\text{Remolded})} \quad (2.10)$$

untuk nilai *sensitivity* ini digunakan nilai q_u maksimum

Nilai terbesar dari *Unconfined Compression* tersebut diambil sebagai nilai kekuatan tekan bebas (q_u) dan nilai kohesi (c) diambil dari nilai $q_u/2$.

2.2.4 Grafik Tegangan Geser Dan Regangan

Grafik dibuat dengan tegangan *Unconfined Compression* sebagai ordinat dan nilai regangan sebagai absis . Dari grafik ini, nilai kekuatan tekan bebas adalah nilai maksimum dari nilai tegangan. (Cheng Liu & Jack B.Evett ; Soil Properties Testing, Measurement and Evaluation , 2003 : 315 ~ 316).

Tabel 2.1. Hubungan kekuatan tekan bebas (q_u) lempung dengan konsistensinya

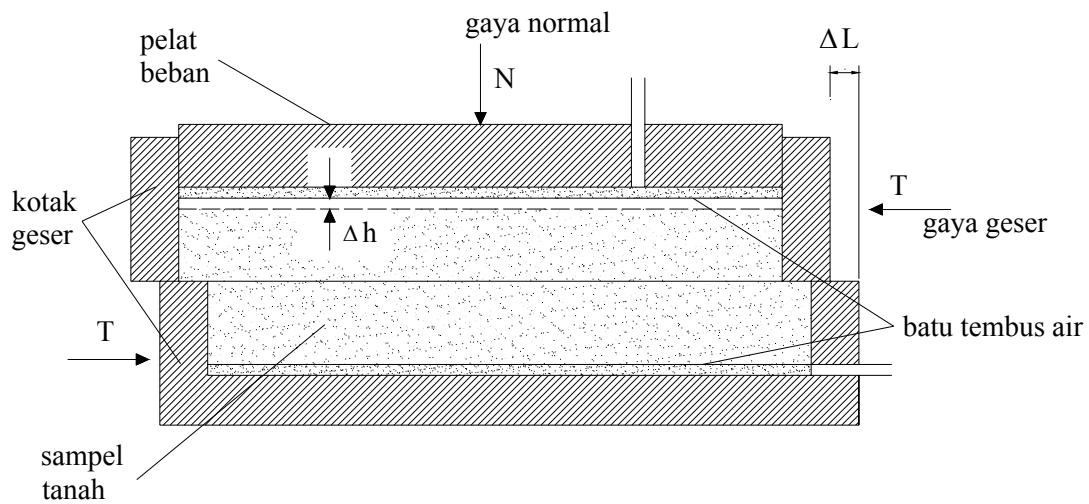
Konsistensi	q_u (Kn/m ²)
Lempung keras	> 400
Lempung sangat kaku	200 - 400
Lempung kaku	100 - 200
Lempung sedang	50 - 100
Lempung lunak	25 - 50
Lempung sangat lunak	< 25

(Hary Christady , 1993 : 203)

2.3 Direct Shear Test

Gambar dari alat uji geser langsung digambarkan pada **Gambar 2.3**. Percobaan Direct Shear digunakan untuk mengetahui besarnya tegangan suatu tanah bila menerima baik beban vertikal maupun beban horizontal. Suatu sampel tanah diletakkan dalam kotak di alat *direct shear* dan dibebani oleh gaya normal dari atas dan gaya dari arah samping. Kotak sampel terdiri dari dua bagian, yaitu bagian atas dan bagian bawah. Setelah

diberikan beban normal pada sampel, dua bagian ini akan tergeser. Pada percobaan direct shear ini sampel tanah diberikan beban tertentu sampai terjadinya kegagalan geser pada tanah, sehingga dapat diketahui berapa besarnya kekuatan batas tanah tersebut dapat menahan geser yang ditunjukkan dengan pergeseran dua bagian atas dan bawah dari sampel.



Gambar 2.3. Skema uji geser langsung (Hary Christady , 1993 : 194)

Selama pengujian, perubahan geser (ΔL) dari setengah bagian atas kotak geser dan perubahan tebal (Δh) benda uji dicatat.

Berikut ini adalah penjelasan mengenai data – data yang dibutuhkan, cara perhitungan dan hasil akhir dari metode percobaan *Direct Shear Test*.

2.3.1 Data Yang Diperlukan

- 1) Data dari spesimen :
 - Diameter spesimen (cm)
 - Tinggi mula – mula sampel (cm)
 - Berat awal spesimen sebelum di uji (gram)
 - Data kadar air mula – mula dari spesimen :
 - Berat sampel tanah basah di awal tes + wadah (gram)
 - Berat sampel tanah kering yang telah di oven setelah diuji + wadah (gram)
 - Berat wadah (gram)
- 2) Data kadar air akhir dari spesimen :
 - Berat sampel tanah basah setelah di uji + wadah (gram)

- Berat sampel tanah kering yang telah di oven setelah diuji + wadah (gram)
 - Berat wadah (gram)
- 3) Data percobaan geser langsung :
- Nilai beban normal pada uji spesimen.
 - Tingkat dari geser (tingkat perpindahan geser horizontal).
 - Pembacaan skala vertikal, pembacaan skala perpindahan horizontal
Pembacaan cincin penguji. (cm).

2.3.2 Perhitungan Parameter Spesimen

Luas penampang, volume, kadar air, berat isi kering dan berat isi basah dari spesimen dan kadar air akhir yang telah didapatkan dari percobaan sebelumnya.

2.3.3 Perhitungan Data Uji Tekan Geser Langsung

Tegangan normal dapat ditentukan dengan membagi beban normal (yang mana termasuk beban blok tutup diatas specimen) dengan luas penampang sampel. Gaya geser horizontal dapat dihitung dengan mengalikan setiap pembacaan arloji geser dengan nilai kalibrasi cincin penguji. Tiap tegangan geser yang terjadi dapat dihitung dengan membagi tiap gaya geser horizontal dengan luas penampang dari spesimen. Perhitungan harus dilakukan untuk setiap spesimen yang diuji pada kondisi beban normal yang berbeda – beda.

2.3.4 Grafik Tegangan Geser Dan Perubahan Geser

Untuk tiap uji spesimen, grafik dari tegangan geser dengan translasi geser dan perubahan ketebalan dari spesimen dengan translasi geser harus digambarkan dan dianalisa. Dua grafik tersebut dapat diplotkan di satu bidang yang sama dengan aturan bahwa bidang absis adalah translasi gesernya.

Setelah grafik selesai dibuat, maka nilai tegangan geser maksimum yang terbesar dapat diambil untuk dimasukkan ke grafik tahap berikutnya untuk menghitung nilai c dan besarnya sudut geser.

2.3.5 Grafik Tegangan Geser Maksimum Dan Tegangan Normal

Untuk mendapatkan nilai c dan besarnya sudut geser maka setelah didapatkan nilai tegangan geser maksimum sebagai ordinat dengan tegangan normal sebagai absis untuk setiap spesimen yang diuji. Skala yang sama harus diberlakukan untuk absis dan ordinat. Garis lurus digambarkan melewati titik temu antara nilai tegangan geser maksimum dan tegangan normal sampai berpotongan dengan sumbu ordinat. Sudut yang dibentuk antara garis tersebut dengan garis horizontal adalah besarnya sudut geser tanah, dan besarnya tegangan geser dari nol sampai ketitik perpotongan garis regresi dengan sumbu ordinat

adalah nilai kohesi tanah (c). Normalnya hanya dibutuhkan dua titik untuk bisa membuat garis hubungan ini, tetapi lebih baik bila dilakukan tiga kali percobaan dengan 3 tegangan normal yang berbeda pula sehingga mempunyai 3 titik yang nantinya garis temu 3 titik tersebut dapat diregresi. (Cheng Liu & Jack B.Evett ; Soil Properties Testing, Measurement and Evaluation , 2003 : 369 ~ 371)

2.4 Triaxial Unconsolidated – Undrained Test

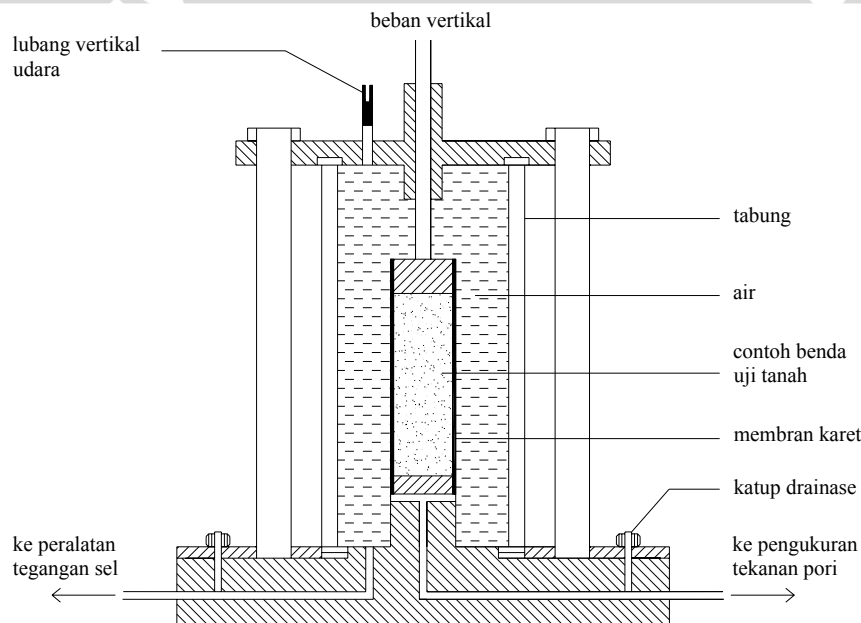
Diagram skematik dari triaxial dapat dilihat pada **Gambar 2.4**. Pada pengujian ini, tanah benda uji dimasukkan dalam selubung karet tipis dan diletakkan ke dalam tabung kaca. Biasanya, ruang di dalam tabung diisi dengan air dan udara. Benda uji ditekan oleh tegangan sel (σ_3), yang berasal dari tekanan cairan di dalam tabung. Udara kadang – kadang dapat digunakan sebagai media untuk penerapan tegangan selnya (tegangan keliling). Alat pengujian dihubungkan dengan pengatur drainase ke dalam ataupun keluar dari benda uji. Untuk menghasilkan kegagalan geser pada benda uji, gaya aksial dikerjakan melalui bagian atas benda uji.

Tegangan – tegangan yang bekerja pada benda uji dinotasikan σ_1, σ_2 dan σ_3 . Tegangan σ_1 disebut tegangan utama mayor (*major principal stress*), tegangan σ_3 disebut tegangan utama minor (*minor principal stress*). Tegangan utama tengah (*intermediate principal stress*) $\sigma_2 = \sigma_3$, merupakan tegangan keliling atau tegangan sel (*confining stress*). Karena tinjauannya hanya dua dimensi, tegangan σ_2 sering tidak diperhitungkan. Tegangan yang terjadi dari selisih σ_1 dan σ_3 atau $(\sigma_1 - \sigma_3)$ disebut tegangan deviator (*deviator stress*) atau beda tegangan (*stress difference*). Regangan aksial diukur selama penerapan tegangan deviator. Perlu diperhatikan bahwa penambahan regangan akan menambah tampang melintang benda ujinya. Karena itu, koreksi penampang benda uji dalam menghitung tegangan deviator harus dilakukan. Jika penampang benda uji awal A_0 , maka penampang benda uji (A') pada regangan tertentu selama pengujian adalah :

$$A' = A_0 \frac{1 - \frac{\Delta V}{V_0}}{1 - \frac{\Delta L}{L_0}} \quad (2.11)$$

dengan V_0 adalah volume awal, ΔV adalah perubahan volume, L_0 adalah panjang benda uji awal, dan ΔL adalah perubahan panjangnya. Untuk menentukan besarnya kuat geser tanah,

tanah dengan kondisi kering maupun jenuh dapat digunakan. jika katup drainase dibiarkan terbuka selama penerapan tegangan sel maupun tegangan deviatornya, volume air yang mengalir keluar dari benda uji yang jenuh selama pengujian, akan memberikan nilai perubahan volume benda uji. Pada pengujian katup drainase terbuka atau pengujian *drained* (dengan drainase) ini, tegangan total akan sama dengan tegangan efektif. Jadi, tegangan utama mayor efektif $\sigma_1' = \sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$, sedang tegangan utama minor efektif $\sigma_3' = \sigma_3$, dan selanjutnya tegangan utama tengah $\sigma_2' = \sigma_3'$. Pada saat keruntuhan terjadi, tegangan utama mayor efektif sama dengan $\Delta\sigma_f + \sigma_3$, dengan $\Delta\sigma_f$ adalah tegangan deviator pada saat keruntuhan terjadi, sedang tegangan utama minor efektif adalah σ_3' . (Hary Christady , 1986 : 196)



Gambar 2.4. Alat pengujian triaksial (Hary Christady , 1993 : 196)

Uji triaksial dapat dilaksanakan dengan tiga cara ;

- (1) Uji triaksial *unconsolidated – undrained* (tak terkonsolidasi – tak terdrainase) /UU.
- (2) Uji triaksial *consolidated – undrained* (terkonsolidasi – tak terdrainase) /CU.
- (3) Uji triaksial *consolidated – drained* (terkonsolidasi – terdrainase) /CD.

Pada penulisan skripsi ini dibahas mengenai cara (1) yaitu Uji triaksial *unconsolidated – undrained* :

Pada uji triaksial *unconsolidated – undrained* atau *Quick test* (pengujian cepat), benda uji mula – mula dibebani dengan penerapan tegangan sel (tegangan keliling), kemudian dibebani dengan beban normal, melalui penerapan teganga deviator sampai mencapai keruntuhan. Pada penerapan tegangan deviator ($\Delta\sigma$) selama penggeseran, air tidak diizinkan keluar dari benda uji. Jadi, selama pengujian, katup drainase ditutup. Karena pada pengujian, air tidak diizinkan mengalir keluar, beban normal tidak ditransfer ke butiran tanahnya. Keadaan tanpa drainase ini menyebabkan adanya tekanan kelebihan tekanan pori (*excess pore pressure*) dengan tidak ada tahanan geser hasil perlawanan dari butiran tanah. (Hary Christady , 1986 : 197)

Berikut ini adalah penjelasan mengenai data – data yang dibutuhkan, cara perhitungan dan hasil akhir dari metode percobaan *Triaxial unconsolidated undrained Test*.

2.4.1 Data Yang Diperlukan

- 1) Data spesimen :
 - Diameter spesimen D_o (cm)
 - Tinggi sampel H_o (cm)
 - Berat spesimen (gram)
- 2) Data kadar air :
 - Berat tanah basah + wadah
 - Berat tanah kering + wadah
 - Berat wadah
- 3) Data uji tekan :
 - Tekanan *chamber* pada spesimen uji , σ_3 (psi)
 - Tingkat regangan aksial (cm/min)
 - Pembacaan deformasi H dan pembacaan *proving ring* (cm)

2.4.2 Perhitungan Parameter Spesimen

Luas permukaan, volume, rasio tinggi dan diameter sampel, berat jenis basah, kadar air, berat jenis kering dan derajat kejenuhan dari sampel yang telah diketahui melalui percobaan sebelumnya.

2.4.3 Perhitungan Uji Tekan Tekan Triaxial

Untuk setiap beban yang bekerja, regangan aksial (ϵ) dapat dihitung dengan membagi perubahan tinggi dari spesimen ΔH , yang dibaca dari indikator alat, dengan tinggi awal mula – mula sample H_o .

$$\varepsilon = \frac{\Delta H}{H_o} \quad (2.12)$$

setiap area yang terkena beban (A') dapat dihitung dengan persamaan :

$$A' = \frac{A_o}{1 - \varepsilon} \quad (2.13)$$

dimana A_o adalah luas permukaan sampel mula – mula dan ε adalah regangan aksial akibat dari beban aksial. Tiap beban yang bekerja dapat dihitung dengan mengalikan pembacaan *proving ring* dengan nilai kalibrasi *proving*. Akhirnya, tiap unit beban aksial (tegangan deviator) dapat dihitung dengan membagi setiap beban aksial yang bekerja dengan luas permukaan yang diberikan beban. Perhitungan harus dilakukan berulang untuk tiap uji spesimen.

2.4.4 Grafik Tegangan Geser Dan Regangan

Diagram tegangan dan regangan didapat dengan beban aksial sebagai ordinat dan regangan aksial sebagai absis. Dari diagram ini, beban aksial pada saat terjadi kegagalan dapat diketahui dengan melihat nilai maksimum dari beban aksial. Beban aksial saat kegagalan (tegangan runtuh) dinotasikan sebagai Δp .

2.4.5 Grafik Lingkaran Mohr

Untuk menggambar diagram Lingkaran Mohr yang menghasilkan nilai sudut geser ϕ (ϕ) dan nilai kohesi (c), diperlukan nilai Tegangan Minor dan Tegangan Mayor dari tiap – tiap spesimen yang telah diuji.

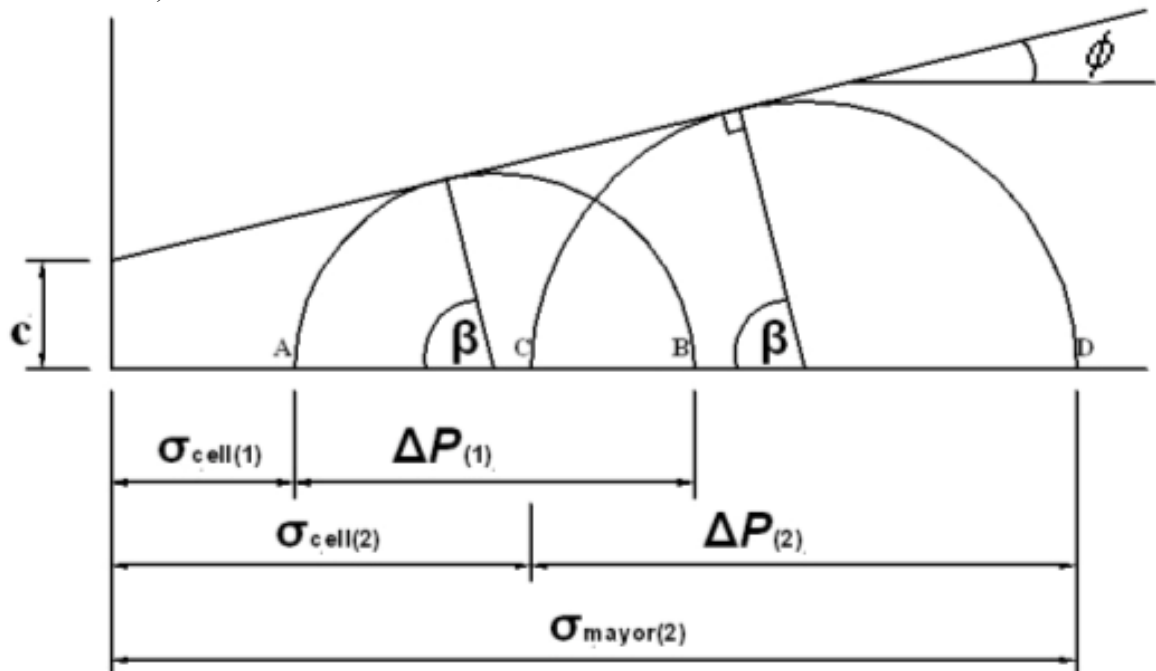
Nilai tegangan minor adalah sama dengan besarnya nilai dari tekanan *chamber* triaxial dan dinotasikan sebagai σ_3 . Tegangan mayor pada saat keruntuhan dinotasikan sebagai σ_1 , nilai dari tegangan mayor sama dengan jumlah dari nilai tegangan minor ditambah dengan nilai tegangan runtuh Δp . Jika dirumuskan maka,

$$\sigma_1 = \Delta p + \sigma_3$$

Setelah nilai tegangan minor dan mayor dari setiap spesimen diperoleh, maka diagram Mohr dapat dibuat dengan tegangan geser sebagai nilai ordinat dan tegangan normal sebagai nilai absis. Dari hasil perhitungan uji tekan salah satu spesimen, pada diagram Mohr digambarkan satu titik pada sumbu X (absis) sejauh σ_3 dari titik pusat(0,0). Titik ini dinotasikan sebagai titik A seperti pada **Gambar 2.5**. Pada diagram Mohr juga digambarkan titik pada sumbu X (absis) sejauh σ_1 dari titik pusat (0,0). Titik ini dinamai titik B seperti pada **Gambar 2.5**. Dengan panjang AB sebagai diameter, maka dapat dibuat setengah lingkaran pada sumbu absis yang dikenal dengan lingkaran Mohr. Seluruh

prosedur tersebut diulang dengan memakai data dari uji tekan spesimen yang lain. Sama halnya dengan pembuatan lingkaran Mohr pada spesimen pertama, pada spesimen kedua juga memiliki nilai tegangan minor dan mayor yang digunakan untuk menentukan nilai koordinat titik C dan D pada **Gambar 2.5**. Setelah setengah lingkaran Mohr untuk spesimen kedua dibuat, maka selanjutnya digambarkan garis singgung untuk kedua setengah lingkaran tersebut seperti pada **Gambar 2.5**. Sudut yang dibentuk antara garis singgung dua lingkaran dengan garis horizontalnya adalah sudut geser tanah dari spesimen yang diuji (ϕ). Sedangkan nilai dari perpotongan antara garis singgung lingkaran Mohr dengan koordinat sumbu Y (ordinat) adalah nilai kohesi tanah (c). Dalam penggambaran diagram Mohr diharuskan untuk menyamakan skala antara absis dan ordinat sehingga didapatkan gambar besarnya sudut dan lingkaran Mohr yang sesungguhnya.

Secara teori diperlukan dua buah lingkaran Mohr untuk mendapatkan hasil sudut geser tanah dan kohesinya. Tetapi akan lebih baik bila menggunakan tiga atau bahkan lebih spesimen uji. Jika memakai lebih dari dua spesimen, maka penentuan ϕ dan c adalah dengan mencari garis singgung antar masing – masing lingkaran yang kemudian akan menghasilkan ϕ dan c yang berbeda atau bahkan sama di tiap – tiap garis singgung. Nilai ϕ dan c dari tiap – tiap garis singgung tersebut kemudian diambil nilai rata – ratanya. (Cheng Liu & Jack B.Evett ; Soil Properties Testing, Measurement and Evaluation , 2003 : 335 ~ 336)



Gambar 2.5. Gambar Lingkaran Mohr (Cheng Liu & Jack B.Evett ; Soil Properties Testing, Measurement and Evaluation , 2003 : 337)

Dari **Gambar 2.6** didapatkan rumus untuk tegangan normal pada bidang yang ditinjau sebagai

$$\sigma_n = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \cos 2\theta \quad (2.14)$$

Dari geometri gambar,

$$2\theta = 90 + \phi \quad (2.15)$$

$$\theta = 45 + \frac{\phi}{2} \quad (2.16)$$

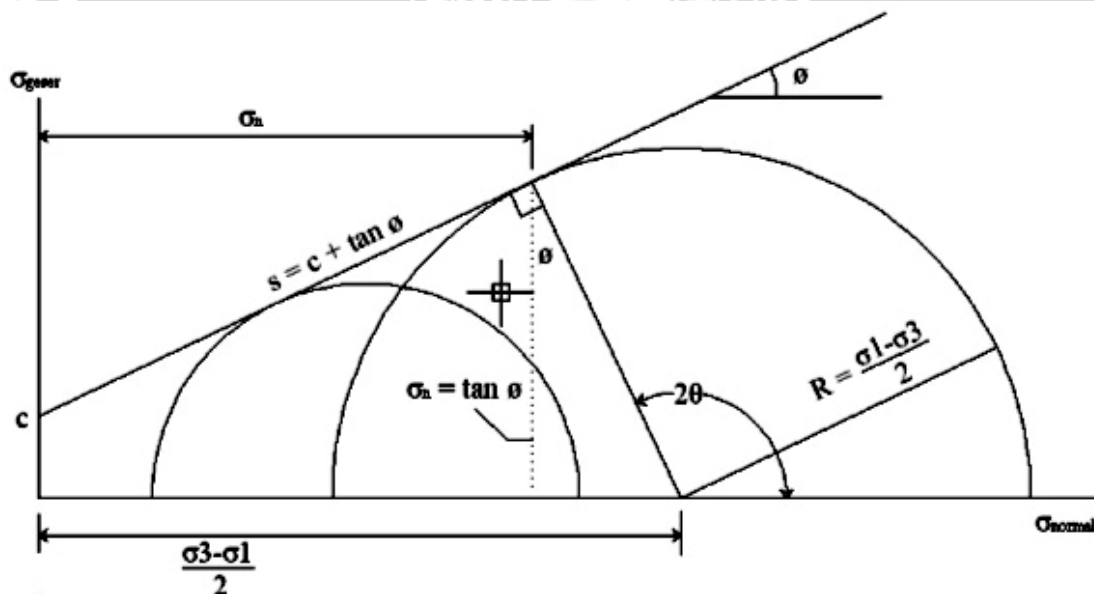
Tegangan Deviator didefinisikan sebagai $\sigma_1 - \sigma_3$ karena selisih tegangan ini adalah beban contoh sesaat pada pengujian triaxial yang tekanan sel awalnya sama dengan σ_3 . Jika Persamaan (2.2) dan (2.14) dipecahkan secara serentak dan disubstitusikan, maka kita dapatkan dua persamaan berikut yang sangat banyak digunakan untuk tegangan – tegangan utama :

$$\tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \quad (2.17)$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) + 2c \tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.18)$$

$$\sigma_3 = \sigma_1 \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) - 2c \tan \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \quad (2.19)$$

(Joseph E.Bowles ; Analisa dan Desain Pondasi , 1986 ; 57 ~ 58)



Gambar 2.6. Lingkaran Mohr dan keterangan Tegangan Minor dan Mayor (Joseph E.Bowles ; Analisa dan Desain Pondasi , 1986 ; 58)

BAB III

METODOLOGI PELAKSANAAN

3.1 Studi Literatur

Dalam pembuatan *software* ini diperlukan tahapan – tahapan tertentu sehingga tujuan yang ingin dicapai dapat terlaksana. Dalam studi literatur ini referensi didapatkan dari beberapa sumber antara lain : Perpustakaan Jurusan Sipil Brawijaya, Perpustakaan Pusat Brawijaya, buku – buku perkuliahan, internet, buku – buku referensi baik dari pengarang dalam negeri maupun luar negeri. Dari literatur – literatur yang tersedia tersebut dapat dipelajari bagaimana analisa data percobaan kuat geser dengan memakai metode ASTM.

3.2 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan guna mencari dasar perhitungan nantinya akan digunakan dalam aplikasi atau program komputer. Dari pemahaman teori kemudian dilakukan pengamatan terhadap alat yang tersedia di laboratorium. Setelah itu dikumpulkan data dari setiap percobaan , parameter – parameter apa saja yang nantinya hendak dimasukkan dalam program, baik itu sebagai *input* maupun sebagai *output*.

3.3 Penyusunan Flowchart dan Algoritma

Flowchart dan algoritma disini berfungsi untuk membantu dalam memahami urutan – urutan logika. Jelasnya dengan *flowchart* dan algoritma maka mengkomunikasikan jalannya program ke orang lain (bukan pemrogram) akan lebih mudah. Jadi pembuatan *flowchart* dan algoritma adalah mutlak khususnya untuk melengkapi cara dokumentasi suatu listing program komputer yang relatif rumit, sehingga dokumentasi tersebut suatu saat nanti apabila diperlukan kembali dapat dengan mudah dipahami. Untuk menuangkan *flowchart* tersebut ke dalam suatu aplikasi program komputer maka disini dipilih *Visual Basic* sebagai program pembuatnya. Gambar 3.1 sampai Gambar 3.5 adalah menggambarkan diagram alir dari masing – masing sub percobaan secara garis besar. Untuk lebih lengkapnya diagram alir untuk masing – masing percobaan akan diuraikan pada Bab IV yaitu Pembahasan.

3.4 Verifikasi Program

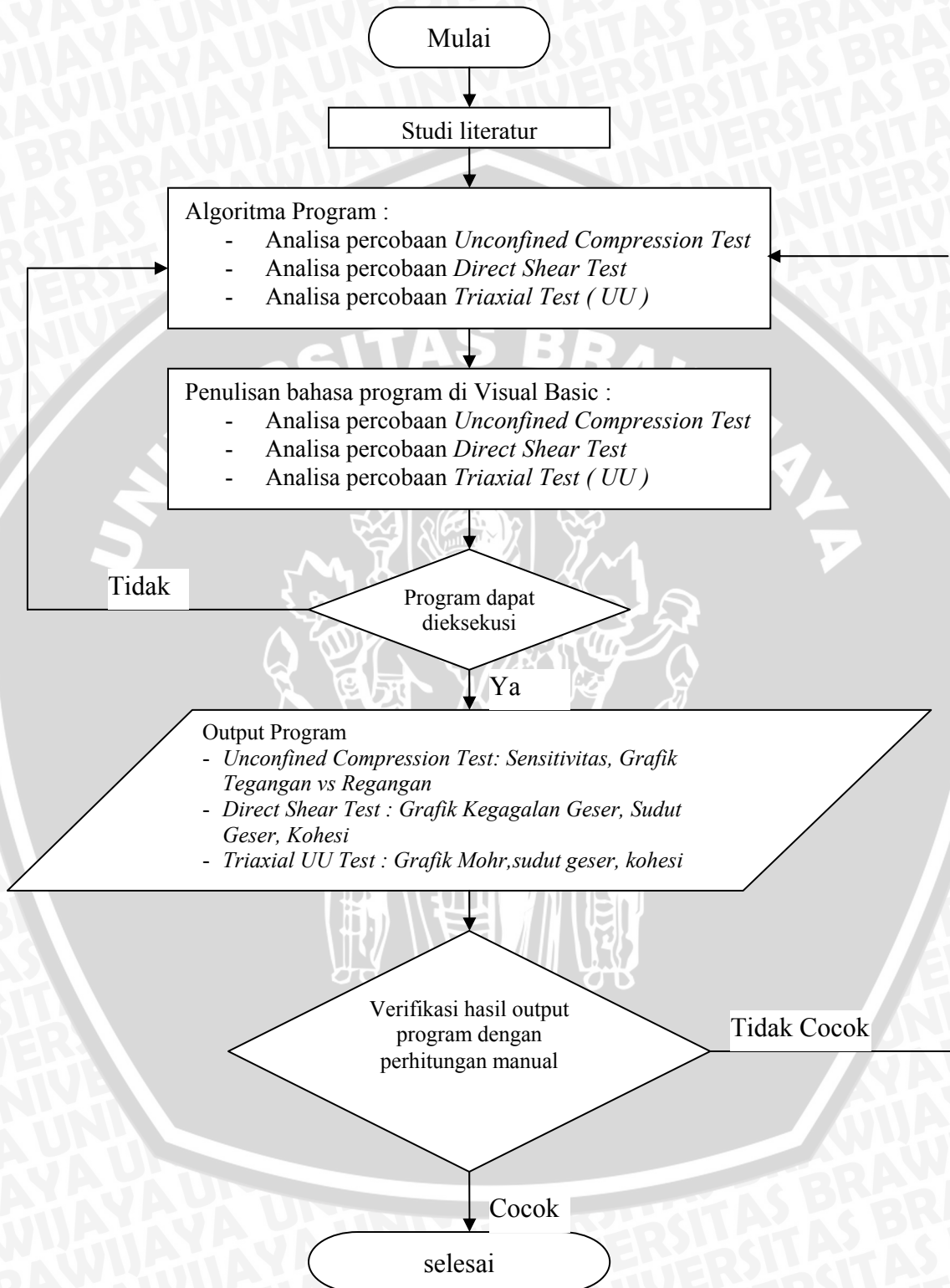
Output yang dikeluarkan oleh *software* nantinya akan dibandingkan dengan perhitungan manual yang terdapat pada teori dan buku referensi. *Software* ini akan dicoba

penggunaannya untuk menyelesaikan persoalan – persoalan yang termasuk dalam lingkup kerja program, karena pembuatan program harus lolos dari tipe kesalahan yang jarang terlacak yaitu kesalahan logika, dan biasanya jenis kesalahan tersebut bisa mudah diketahui setelah dilakukan uji coba perhitungan secara manual



3.5. Diagram Alir Secara Umum Keseluruhan Program

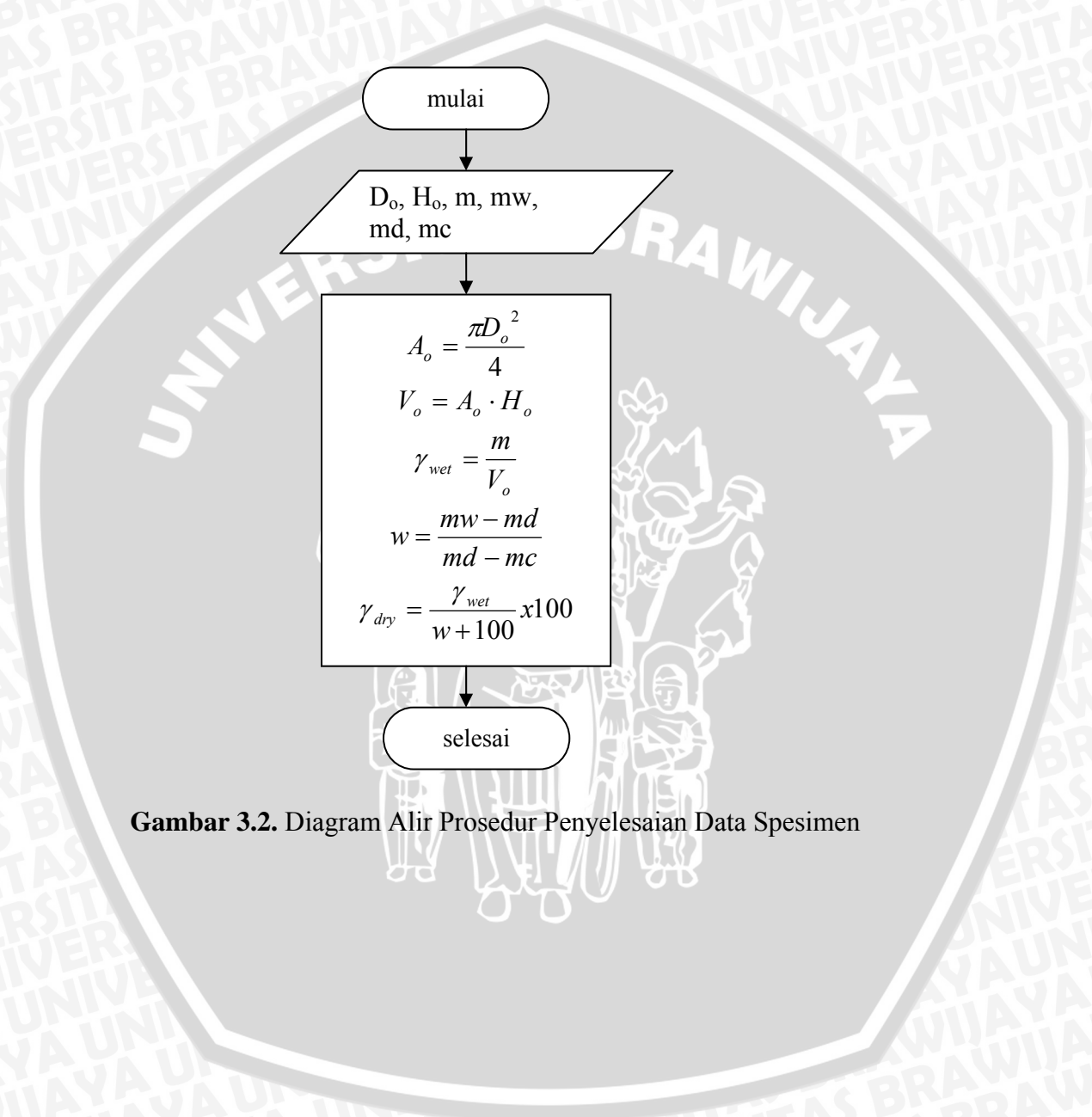
Secara garis besar alur penyelesaian keseluruhan program adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1. Diagram Alir Prosedur Penyelesaian

3.5 Diagram Alir Secara Umum Kadar Air dan Berat Isi Sampel

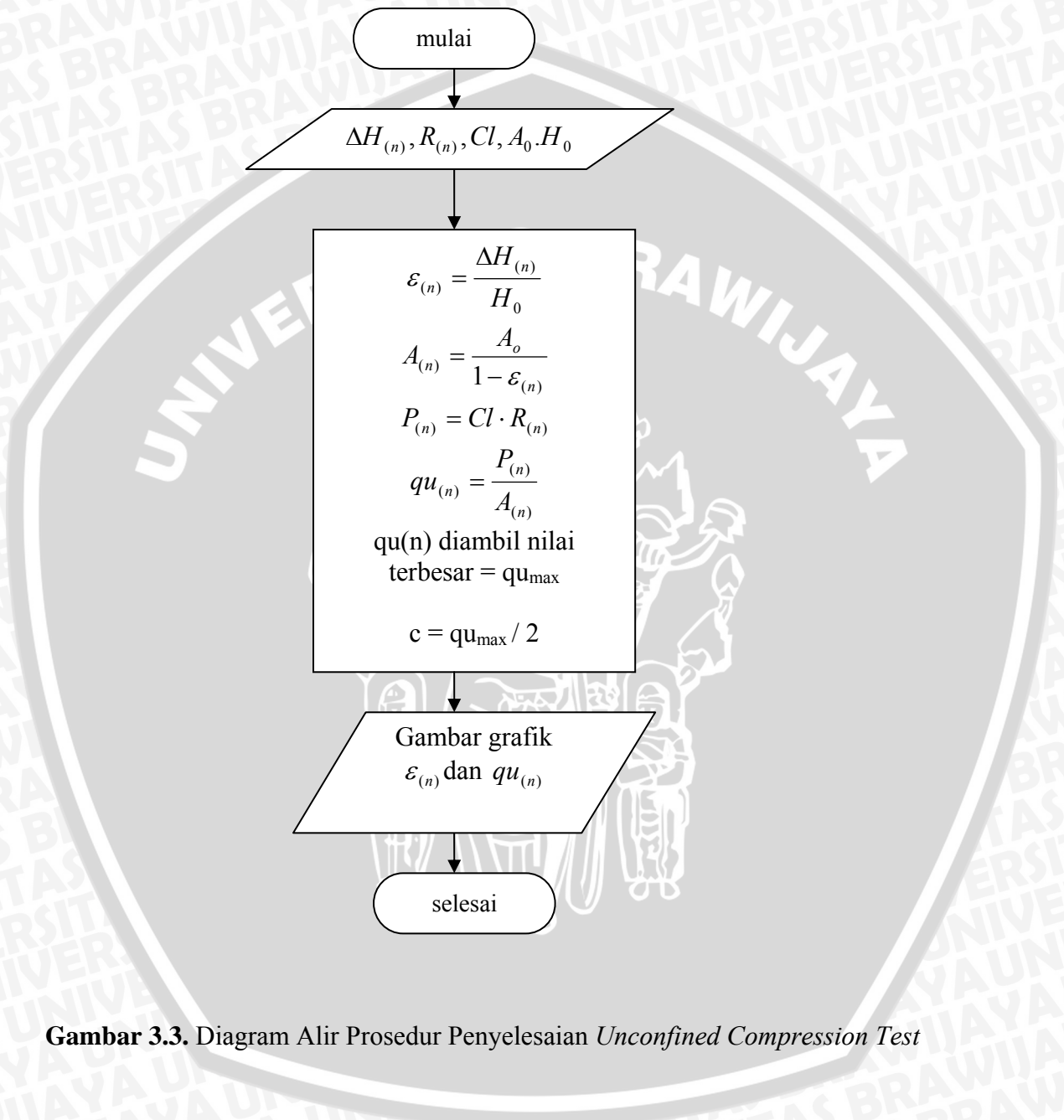
Setiap percobaan baik itu *Unconfined Compression Test*, *Direct Shear Test* dan *Triaxial UU Test* memiliki data mengenai spesimen yang diuji. Berikut adalah diagram alir secara umum untuk penyelesaian perhitungan kadar air dan Berat Isi Spesimen.



Gambar 3.2. Diagram Alir Prosedur Penyelesaian Data Spesimen

3.7. Diagram Alir Secara Umum Analisa *Unconfined Compression Test*

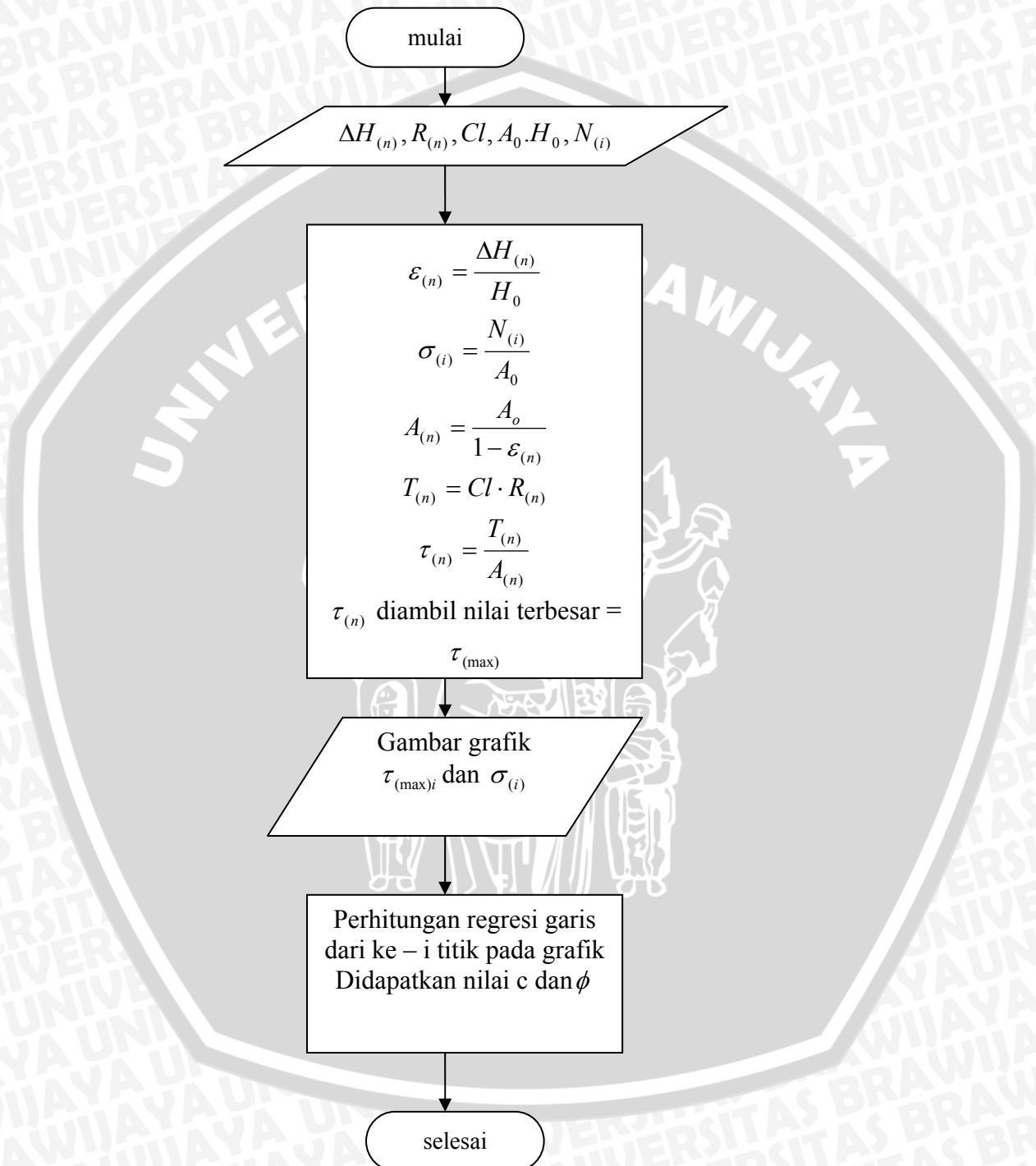
Berikut ini adalah diagram alir tahap – tahap penyelesaian secara garis besar untuk percobaan *Unconfined Compression Test*.



Gambar 3.3. Diagram Alir Prosedur Penyelesaian *Unconfined Compression Test*

3.8. Diagram Alir Secara Umum Analisa *Direct Shear Test*

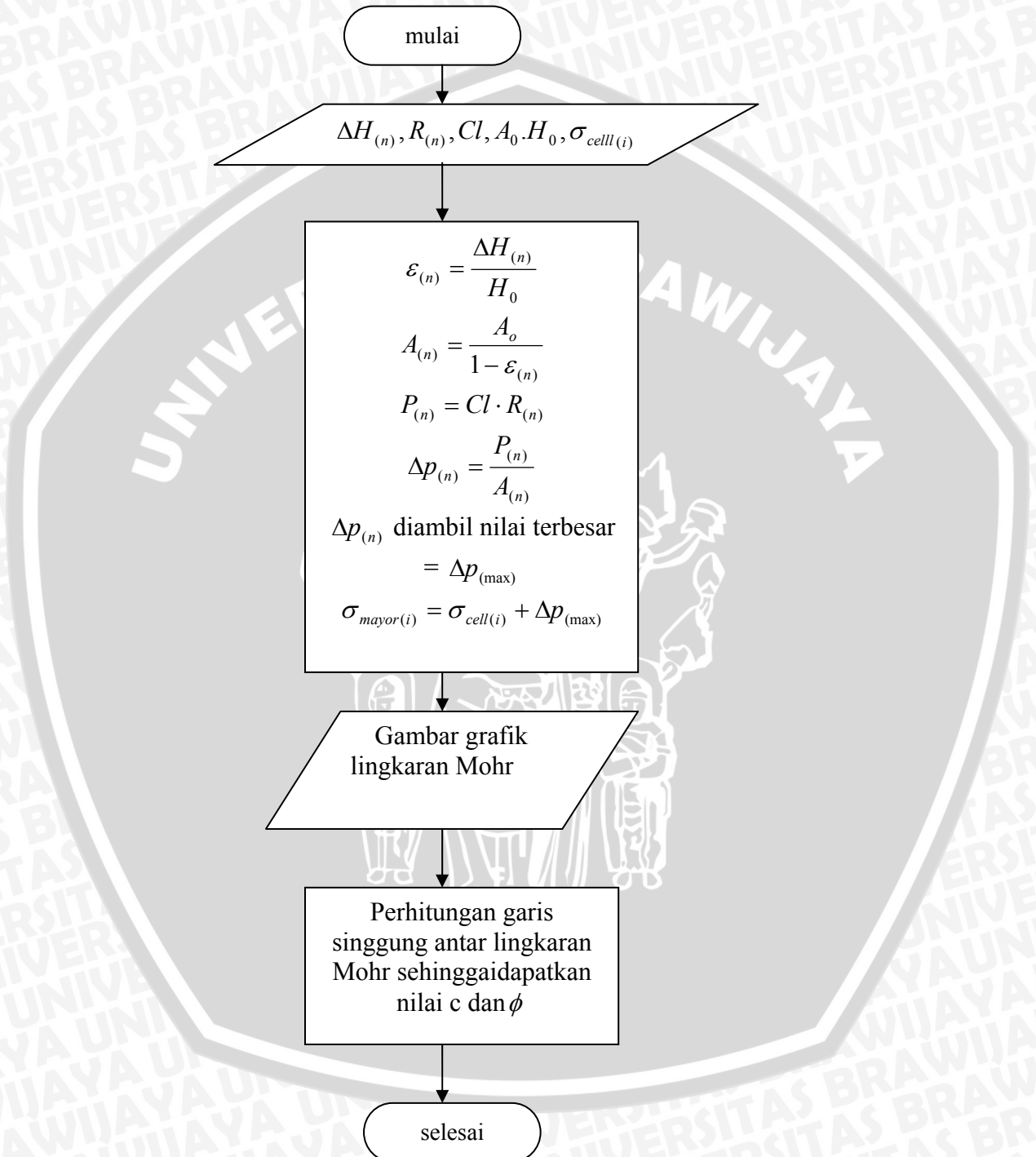
Berikut ini adalah diagram alir tahap – tahap penyelesaian secara garis besar untuk percobaan *Direct Shear Test*.



Gambar 3.4. Diagram Alir Prosedur Penyelesaian *Direct Shear Test*

3.9. Diagram Alir Secara Umum Analisa *Triaxial Test* (*UU*).

Berikut ini adalah diagram alir tahap – tahap penyelesaian secara garis besar untuk percobaan *Triaxial UU Test*.



Gambar 3.5. Diagram Alir Prosedur Penyelesaian *Triaxial UU Test*

Keterangan parameter : D_o = diameter awal sampel H_o = tinggi awal sampel A_o = luas awal sampel A = luas setelah terkoreksi akibat beban m = berat sampel tanah md = berat sampel tanah dalam keadaan kering + berat wadah mw = berat sampel tanah dalam keadaan basah + berat wadah mc = berat wadah V_o = volume awal sampel γ_{wet} = berat jenis tanah dalam keadaan basah γ_{dry} = berat jenis tanah dalam keadaan kering KA = kadar air R_n = pembacaan ring ΔH = pembacaan deformasi horizontal Cl = angka kalibrasi alat ε = regangan P = gaya aksial yang sudah dikalikan angka kalibrasi alat q_u = kuat tekan bebas c = nilai kohesi T = beban normal vertikal H_n = beban geser samping setelah dikalikan angka kalibrasi alat σ_n = tegangan normal τ = tegangan geser \emptyset = sudut geser tanah Δp = tegangan aksial saat keruntuhan sampel σ_{cell} = tegangan sel (*minor principal stress*) σ_{mayor} = tegangan saat keruntuhan (*major principal stress at failure*)

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. *Unconfined Compression Test*

Unconfined Compression Test adalah jenis percobaan laboratorium Mekanika Tanah untuk mengetahui nilai kuat tekan bebas dan kohesi tanah lempung dari jenis tak terganggu dan remolded (terganggu). Nilai kuat tekan bebas antara kedua jenis tanah tersebut digunakan untuk mencari nilai sensitivitas tanah. Program komputer yang bernama *UCT Software* ini akan meliputi perhitungan data spesimen, data pembacaan alat dan analisa grafik dari percobaan *Unconfined Compression Test*.

4.1.1. Notasi

Notasi yang dipakai dalam analisa data *Unconfined Compression Test* adalah sebagai berikut :

D_o	= diameter awal sampel
H_o	= tinggi awal sampel
Cl	= angka kalibrasi alat
A_o	= luas awal sampel
dH	= pembacaan deformasi horizontal
Ring	= pembacaan ring alat uji tekan bebas
ϵ	= regangan
A	= luas setelah terkoreksi akibat beban
P	= gaya aksial yang sudah dikalikan angka kalibrasi alat
σ_n	= tegangan normal
q_u	= kuat tekan bebas
c	= nilai kohesi
n	= banyaknya pembacaan data pada alat <i>Unconfined Compression Test</i>
JS	= banyaknya jumlah spesimen yang diuji

4.1.2. Algoritma Program *UCT Software*

1. Untuk setiap sampel ke $\sim i$ dimana $i = 1$ sampai JS , mengalami operasi perhitungan sebagai berikut :
 - a. Input $H_o(i)$, $D_o(i)$, $Cl(i)$
 - b. $A_o(i) = \frac{\pi \cdot D_o(i)^2}{4}$ (cm²) ; dimana $\pi = 3,14$

Untuk setiap pembacaan data ke $\sim j$ dimana $j = 1$ sampai n , dilakukan perhitungan :

a. Input $dH(i, j)$, $Ring(i, j)$

$$b. \varepsilon(i, j) = \frac{dH(i, j)}{Ho(i)}$$

$$c. A(i, j) = \frac{Ao(i)}{1 - \varepsilon(i, j)}$$

d. $P(i, j) = Ring(i, j) \times Cl(i)$

$$e. \sigma(i, j) = \frac{P(i, j)}{A(i, j)}$$

c. Dari beberapa nilai $\sigma(i, j)$ dipilih nilai yang terbesar dan nilai ini adalah sebagai output yaitu $qu(i)$ (kekuatan tekan bebas)

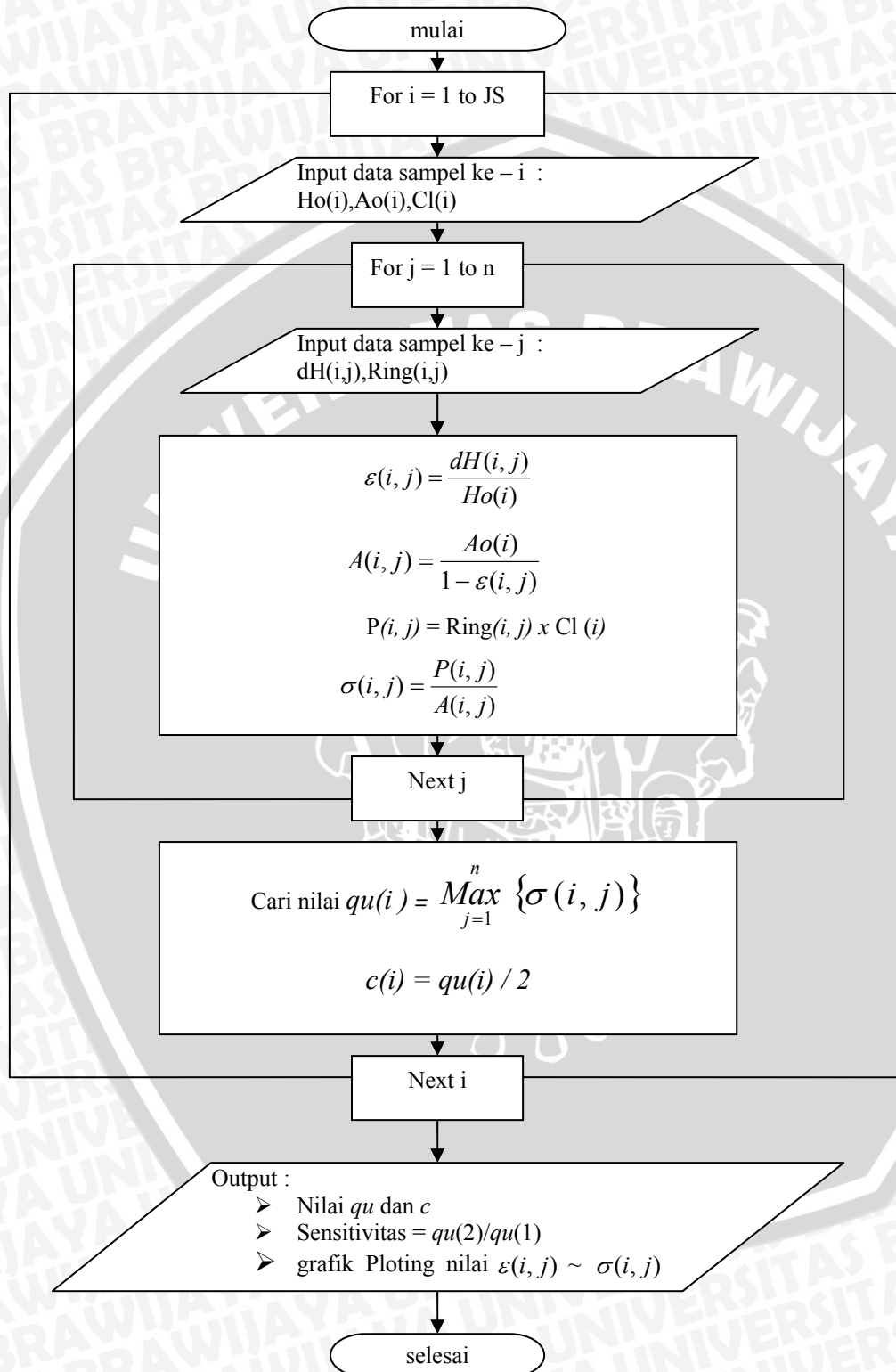
d. *Output* berupa nilai $qu(i)$ dan $c(i) = qu(i)/2$

2. Nilai Sensitivitas tanah = $qu(2)/qu(1)$

3. Output grafik berupa : dimensi regangan (ε) sebagai absis (sumbu x) dan dimensi tegangan (σ) sebagai ordinat (sumbu y). Tiap – tiap nilai $\varepsilon(i, j)$ diplotkan menurut sumbu x yaitu sebagai nilai regangan. Demikian juga untuk tiap – tiap nilai $\sigma(i, j)$ diplotkan menurut sumbu y yaitu sebagai nilai tegangan. Hasil akhir berupa garis hubung antar titik temu tiap – tiap $\varepsilon(i, j)$ dengan $\sigma(i, j)$ yang berbentuk kurva.

Bentuk diagram alir dari algoritma diatas ditampilkan pada Gambar 4.1 halaman 28. Bentuk bahasa pemrograman *Visual Basic 6.0* yang menjalankan algoritma perhitungan *Unconfined Compression Test* ini dapat dilihat pada lampiran hal 74 pada Sub Perhitungan *Unconfined*.

4.1.3. Diagram Alir Program UCT Software



Gambar 4.1. Diagram Alir Penyelesaian Percobaan Unconfined Compression Test

4.2. Direct Shear Test

Direct Shear Test adalah jenis percobaan laboratorium Mekanika Tanah untuk mengetahui nilai sudut geser dan kohesi tanah dari tanah lempung yang mengandung pasir.. Program komputer yang bernama *DST Software* ini akan meliputi perhitungan data spesimen, data pembacaan alat dan analisa grafik dari percobaan *Direct Shear Test*.

4.2.1. Notasi

Notasi yang dipakai dalam analisa data *Direct Shear Test* adalah sebagai berikut :

D_o	= diameter awal sampel
H_o	= tinggi awal sampel
Cl	= angka kalibrasi alat
A_o	= luas awal sampel
dH	= pembacaan deformasi horizontal
Ring	= pembacaan ring alat uji tekan bebas
P_n	= pembacaan beban aksial pada spesimen
P	= gaya aksial yang sudah dikalikan angka kalibrasi alat
σ	= tegangan normal
τ	= tegangan geser
\emptyset	= sudut geser tanah
c	= nilai kohesi
n	= banyaknya pembacaan data pada alat <i>Direct Shear Test</i>
JS	= banyaknya jumlah spesimen yang diuji

4.2.2. Algoritma Program *DST Software*

1. Untuk setiap sampel ke $\sim i$ dimana $i = 1$ sampai JS , mengalami operasi perhitungan sebagai berikut :

a. Input $H_o(i), D_o(i), Cl(i), P_n(i)$

b.
$$A_o(i) = \frac{\pi \cdot D_o(i)^2}{4}$$

c.
$$\sigma(i) = \frac{P_n(i)}{A_o(i)}$$

Untuk setiap pembacaan data ke $\sim j$ dimana $j = 1$ sampai n , mengalami operasi perhitungan sebagai berikut :

a. Input $dH(i, j), Ring(i, j)$

- b. $P(i, j) = \text{Ring}(i, j) \times \text{Cl}(i)$
- c. $\tau(i, j) = \frac{P(i, j)}{A_o(i)}$
- d. Dari beberapa nilai $\tau(i, j)$ dipilih nilai yang terbesar dan nilai ini adalah sebagai output yaitu $\tau(i)$.
- e. Output berupa nilai $\tau(i)$ dan $\sigma(i)$ untuk masing – masing sampel.
2. Output grafik I berlaku untuk masing – masing spesimen benda uji berupa : dimensi dH sebagai absis (sumbu x) dan dimensi tegangan (σ) sebagai ordinat (sumbu y). Tiap – tiap nilai $dH(i, j)$ diplotkan menurut sumbu x yaitu sebagai nilai perpindahan horizontal. Demikian juga untuk tiap – tiap nilai $\sigma(i, j)$ diplotkan menurut sumbu y yaitu sebagai nilai tegangan. Hasil akhir berupa garis hubungan antar titik temu tiap – tiap $dH(i, j)$ dengan $\sigma(i, j)$ yang berbentuk kurva.
3. Output grafik II untuk mencari nilai sudut geser dan kohesi tanah (Grafik *Direct Shear*), berupa : dimensi tegangan normal (σ) sebagai absis (sumbu x) dan dimensi tegangan geser (τ) sebagai ordinat (sumbu y). Tiap – tiap nilai $\sigma(i, j)$ diplotkan menurut sumbu x yaitu sebagai nilai tegangan normal. Demikian juga untuk tiap – tiap nilai $\tau(i, j)$ diplotkan menurut sumbu y yaitu sebagai nilai tegangan geser. Sehingga akhirnya akan didapatkan titik – titik yang tersebar pada bidang gambar XY.
4. Mencari garis yang menghubungkan antara titik – titik pada bidang gambar XY dengan menggunakan metode regresi linier sehingga nantinya akan didapatkan nilai perpotongan garis regresi dengan sumbu y dan besarnya sudut kemiringan garis regresi terhadap garis sumbu x. Persamaan garis : $y = b_0 + b_1 x$; dimana b_0 adalah nilai perpotongan di sumbu y yaitu nilai c (nilai kohesi dari tanah sampel). b_1 adalah nilai gradien garis yang nantinya digunakan untuk menghitung besarnya sudut garis atau sudut geser tanah (ϕ).

$$\text{➤ } \sum_{i=1}^{JS} Y_{(i)} = \tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_{JS}$$

$$\text{➤ } \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^{JS} Y_{(i)}}{jS}$$

$$\triangleright \sum_{i=1}^{JS} X_{(i)} = \sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_{JS}$$

$$\triangleright \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{JS} X_{(i)}}{JS}$$

$$\triangleright \sum_{i=1}^{JS} (Y_{(i)} \cdot X_{(i)}) = (\tau_1 \cdot \sigma_1) + (\tau_2 \cdot \sigma_2) + \dots + (\tau_{JS} \cdot \sigma_{JS})$$

$$\triangleright \sum_{i=1}^{JS} X_{(i)}^2 = (\sigma_1)^2 + (\sigma_2)^2 + \dots + (\sigma_i)^2$$

$$\triangleright b1 = \frac{\sum_{i=1}^{JS} (Y_{(i)} \cdot X_{(i)}) - \left[\left(\sum_{i=1}^{JS} X_{(i)} \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^{JS} Y_{(i)} \right) \right]}{n - \frac{\left(\sum_{i=1}^{JS} X_{(i)} \right)^2}{JS}}$$

$$\triangleright Y = \bar{Y} + b1(X - \bar{X})$$

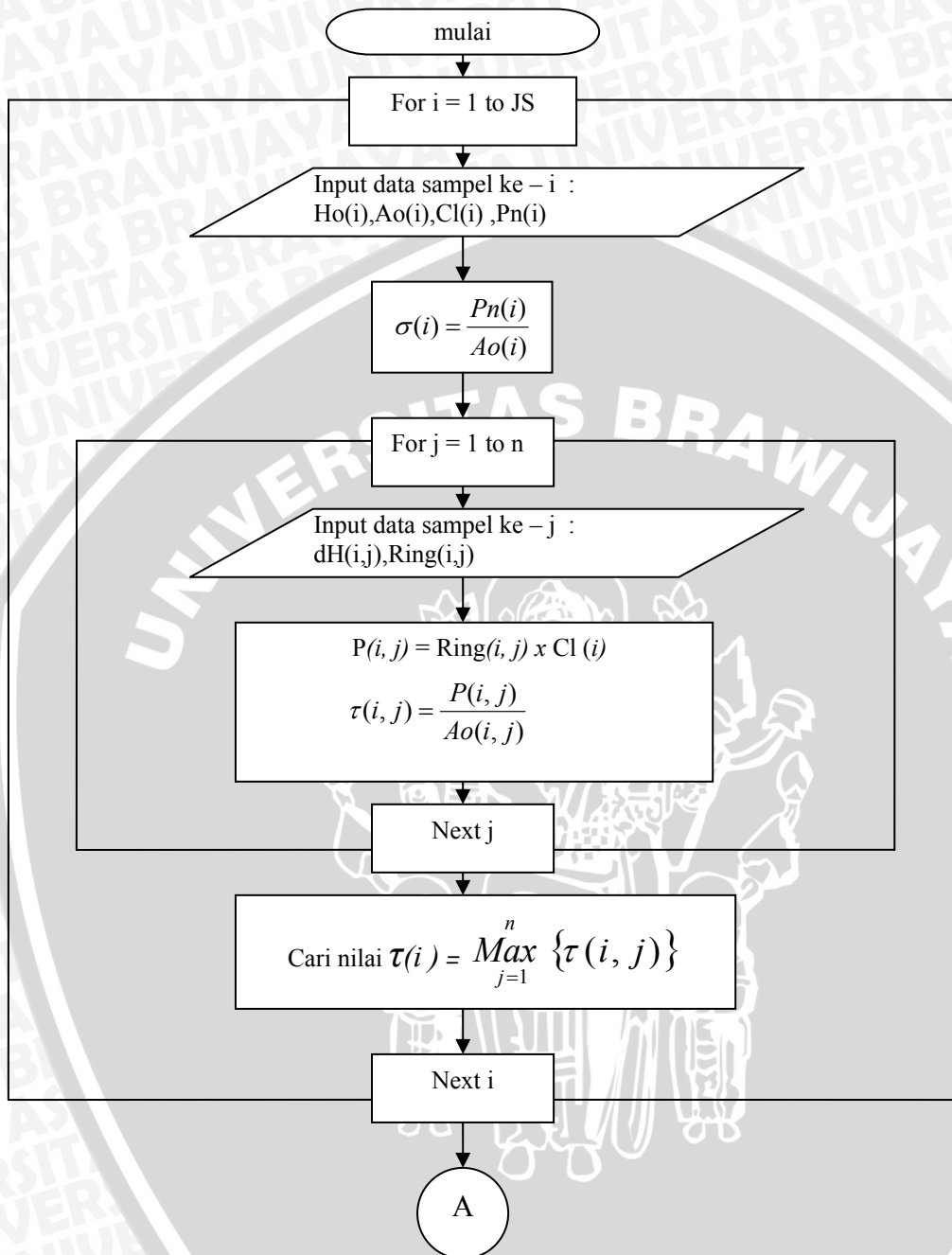
$$\triangleright Y = (\bar{Y} + (b1(-\bar{X}))) + (b1 \cdot X) \leftrightarrow Y = b0 + b1 X$$

Jadi nilai $b0$ atau nilai kohesi tanah (c) = $\bar{Y} + (b1(-\bar{X}))$, dan nilai dari ϕ adalah

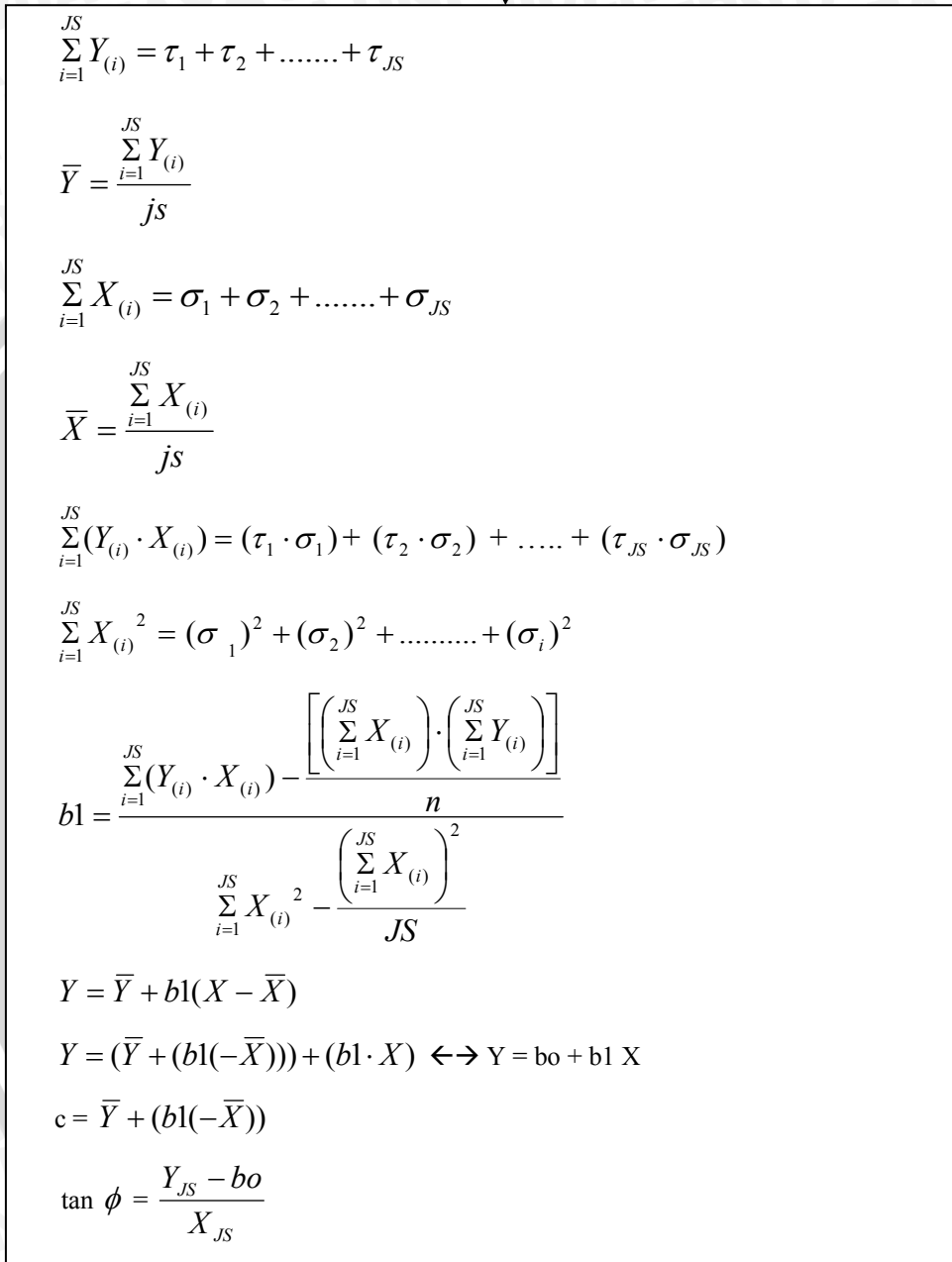
$$\tan \phi = \frac{Y_{JS} - b0}{X_{JS}}$$

Bentuk diagram alir dari algoritma diatas ditampilkan pada Gambar 4.2 halaman 32. Bentuk bahasa pemrograman *Visual Basic 6.0* yang menjalankan algoritma perhitungan *Direct Shear Test* ini dapat dilihat pada lampiran hal 76 pada Sub Perhitungan Direct Shear.

4.2.3. Diagram Alir Program *DST Software*



A



Output :

- Grafik *Direct Shear*
- Nilai ϕ dan c

selesai

Gambar 4.2. Diagram Alir Penyelesaian Percobaan *Direct Shear Test*



4.3. Triaxial Test (Unconsolidated Undrained)

Triaxial UU Test adalah jenis percobaan laboratorium Mekanika Tanah untuk mengetahui nilai sudut geser dan kohesi tanah dari tanah lempung. Program komputer yang bernama *TRX Software* ini akan meliputi perhitungan data spesimen, data pembacaan alat dan analisa grafik dari percobaan *Triaxial UU Test*.

4.3.1. Notasi

Notasi yang dipakai dalam analisa data *Triaxial UU Test* adalah sebagai berikut :

D_o	= diameter awal sampel
H_o	= tinggi awal sampel
Cl	= angka kalibrasi alat
A_o	= luas awal sampel
dH	= pembacaan deformasi horizontal
Ring	= pembacaan ring alat uji tekan bebas
σ_{cell}	= pembacaan tekanan ruang <i>chamber</i> pada uji tekan triaksial
ε	= regangan
A	= luas setelah terkoreksi akibat beban
P	= gaya aksial yang sudah dikalikan angka kalibrasi alat
Δp	= tegangan deviator (tegangan runtuh)
σ_{minor}	= tegangan minor
σ_{mayor}	= tegangan mayor
\emptyset	= sudut geser tanah
c	= nilai kohesi
n	= banyaknya pembacaan data pada alat <i>Triaxial UU Test</i>
JS	= banyaknya jumlah spesimen yang diuji

4.3.2. Algoritma Program *TRX Software*

1. Untuk setiap sampel ke $\sim i$ dimana $i = 1$ sampai JS , mengalami operasi perhitungan sebagai berikut :
 - a. Input $H_o(i)$, $D_o(i)$, $Cl(i)$, $\sigma_{cell}(i)$
 - b. $A_o(i) = \frac{\pi \cdot D_o(i)^2}{4}$
 - c. $\sigma_{minor}(i) = \sigma_{cell}(i)$

Untuk setiap pembacaan data ke $\sim j$ dimana $j = 1$ sampai n , mengalami operasi perhitungan sebagai berikut :

a. Input $dH(i, j)$, $Ring(i, j)$

b. $\varepsilon(i, j) = \frac{dH(i, j)}{Ho(i)}$

c. $A(i, j) = \frac{Ao(i)}{1 - \varepsilon(i, j)}$

d. $P(i, j) = Ring(i, j) \times Cl(i)$

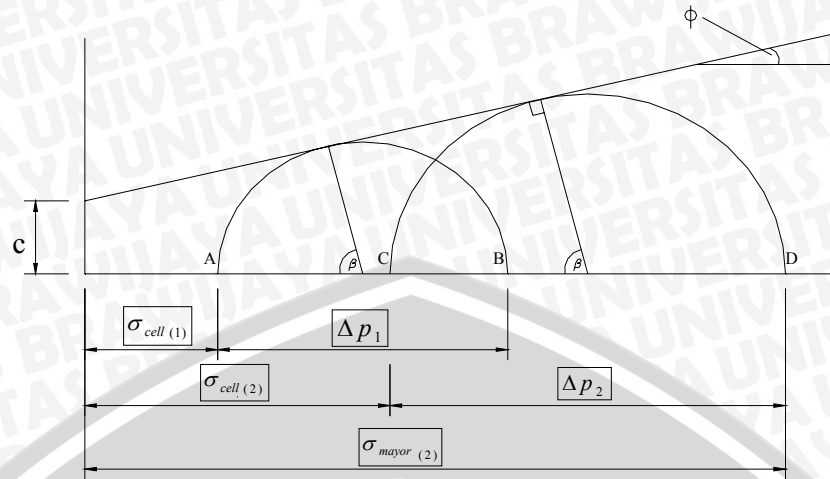
e. $\sigma(i, j) = \frac{P(i, j)}{A(i, j)}$

d. Dari beberapa nilai $\sigma(i, j)$ dipilih nilai yang terbesar dan nilai ini adalah sebagai $\Delta p(i)$.

e. Output berupa nilai $\Delta p(i)$ dan $\sigma_{cell}(i)$ untuk masing – masing sampel.

2. Output grafik I berlaku untuk masing – masing spesimen benda uji berupa : dimensi ε sebagai absis (sumbu x) dan dimensi tegangan (σ) sebagai ordinat (sumbu y). Tiap – tiap nilai $\varepsilon(i, j)$ diplotkan menurut sumbu x yaitu sebagai nilai regangan. Demikian juga untuk tiap – tiap nilai $\sigma(i, j)$ diplotkan menurut sumbu y yaitu sebagai nilai tegangan. Hasil akhir berupa garis hubung antar titik temu tiap – tiap $\varepsilon(i, j)$ dengan $\sigma(i, j)$ yang berbentuk kurva.

3. Output grafik II (Grafik Mohr) , berupa : Nilai – nilai $\sigma_{minor}(i) + \frac{\Delta p(i)}{2}$ diplotkan pada sumbu X yang berfungsi sebagai titik pusat lingkaran Mohr. Setelah setiap titik pada spesimen diplotkan pada sumbu X ,langkah kedua adalah menggambar setengah lingkaran dengan menggunakan titik - titik plot sebagai titik pusat masing – masing lingkaran seperti terlihat pada gambar berikut :



Gambar 4.3. Grafik lingkaran Mohr

Dari **Gambar 4.3** dapat diketahui bahwa dengan menarik garis singgung antar lingkaran akan ditemukan nilai ϕ yaitu besarnya sudut yang dibentuk antara garis horizontal dengan garis singgung antar lingkaran. Nilai kohesi adalah perpotongan garis singgung dengan garis sumbu Y.

- Analisa garis singgung lebih dari dua lingkaran Mohr : lingkaran 1 dengan 2 mempunyai 1 garis singgung. Kemudian lingkaran 1 dan 3, lingkaran 2 dan 3. Hal ini berlaku seterusnya hingga mencapai lingkaran ke JS dengan lingkaran ke JS-1. Hubungan σ_{mayor} , $\sigma_{minor(n)}$ dan Δp adalah :

$$\sigma_{mayor} = \sigma_{minor(n)} + \Delta p$$

Tegangan σ_{mayor} adalah *mayor principal test*

Untuk mendapatkan nilai kohesi tanah dan besarnya sudut geser dari tanah dengan data percobaan tersebut adalah dengan cara sebagai berikut :

Adapun persamaannya adalah :

$$\sigma_{mayor} = \sigma_{minor} \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) + 2c \tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

➤ Lingkaran I & Lingkaran II

$$\sigma_{mayor}(2) = \sigma_{minor}(2) \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) + 2c \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\sigma_{mayor}(1) = \sigma_{minor}(1) \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) + 2c \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\sigma_{mayor}(2) - \sigma_{mayor}(1) = (\sigma_{minor}(2) - \sigma_{minor}(1)) \left(\tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \right)$$

$$\text{jadi } \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) = \frac{\sigma_{mayor}(2) - \sigma_{mayor}(1)}{\sigma_{minor}(2) - \sigma_{minor}(1)}$$

$$\tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) = \sqrt{\frac{\sigma_{mayor}(2) - \sigma_{mayor}(1)}{\sigma_{minor}(2) - \sigma_{minor}(1)}}$$

$$45^\circ + \frac{\phi}{2} = \arctan \sqrt{\frac{\sigma_{mayor}(2) - \sigma_{mayor}(1)}{\sigma_{minor}(2) - \sigma_{minor}(1)}}$$

$$\phi = 2 \left(\left(\arctan \sqrt{\frac{\sigma_{mayor}(2) - \sigma_{mayor}(1)}{\sigma_{minor}(2) - \sigma_{minor}(1)}}} \right) - 45^\circ \right)$$

setelah nilai ϕ diketahui, maka nilai kohesi (c) dapat dihitung dengan memakai salah satu dari persamaan lingkaran Mohr I atau II.

Jika diketahui jumlah lingkaran Mohr lebih dari dua maka dicari nilai masing – masing ϕ dan c antar lingkaran. Misalnya ada 4 lingkaran Mohr maka dicari nilai – nilai dari :

- $\phi(1,2) \ \& \ c(1,2) = \phi(1) \ \& \ c(1)$
- $\phi(1,3) \ \& \ c(1,3) = \phi(2) \ \& \ c(2)$
- $\phi(1,4) \ \& \ c(1,4) = \phi(3) \ \& \ c(3)$
- $\phi(2,3) \ \& \ c(2,3) = \phi(4) \ \& \ c(4)$
- $\phi(2,4) \ \& \ c(2,4) = \phi(5) \ \& \ c(5)$
- $\phi(3,4) \ \& \ c(3,4) = \phi(6) \ \& \ c(6)$

Nilai kesemua ϕ dijumlahkan dan dibagi JS(JS-1)/2 , dimana JS adalah jumlah lingkaran Mohr. Begitu juga untuk nilai c , semua nilai c ditambahkan dan dibagi dengan $n(n-1)/2$, sehingga didapatkan nilai rata – rata ϕ dari dan c .

For $i = 1$ sampai JS(JS-1)/2

$$\phi = \frac{\sum_{i=1}^{JS(JS-1)/2} \phi(i)}{JS(JS-1)}$$

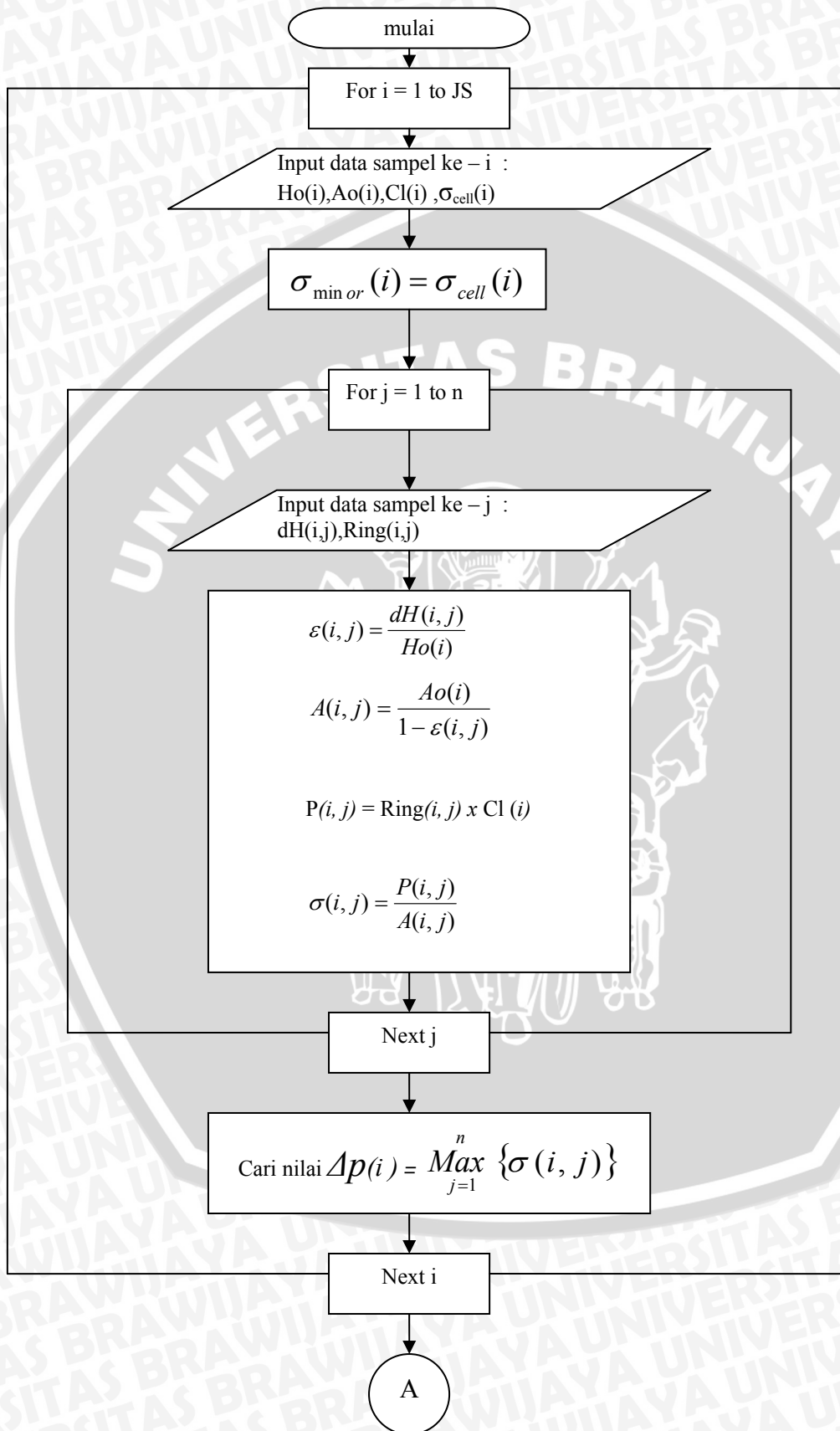
$$c = \frac{\sum_{i=1}^{JS(JS-1)/2} C(i)}{JS(JS-1)}$$

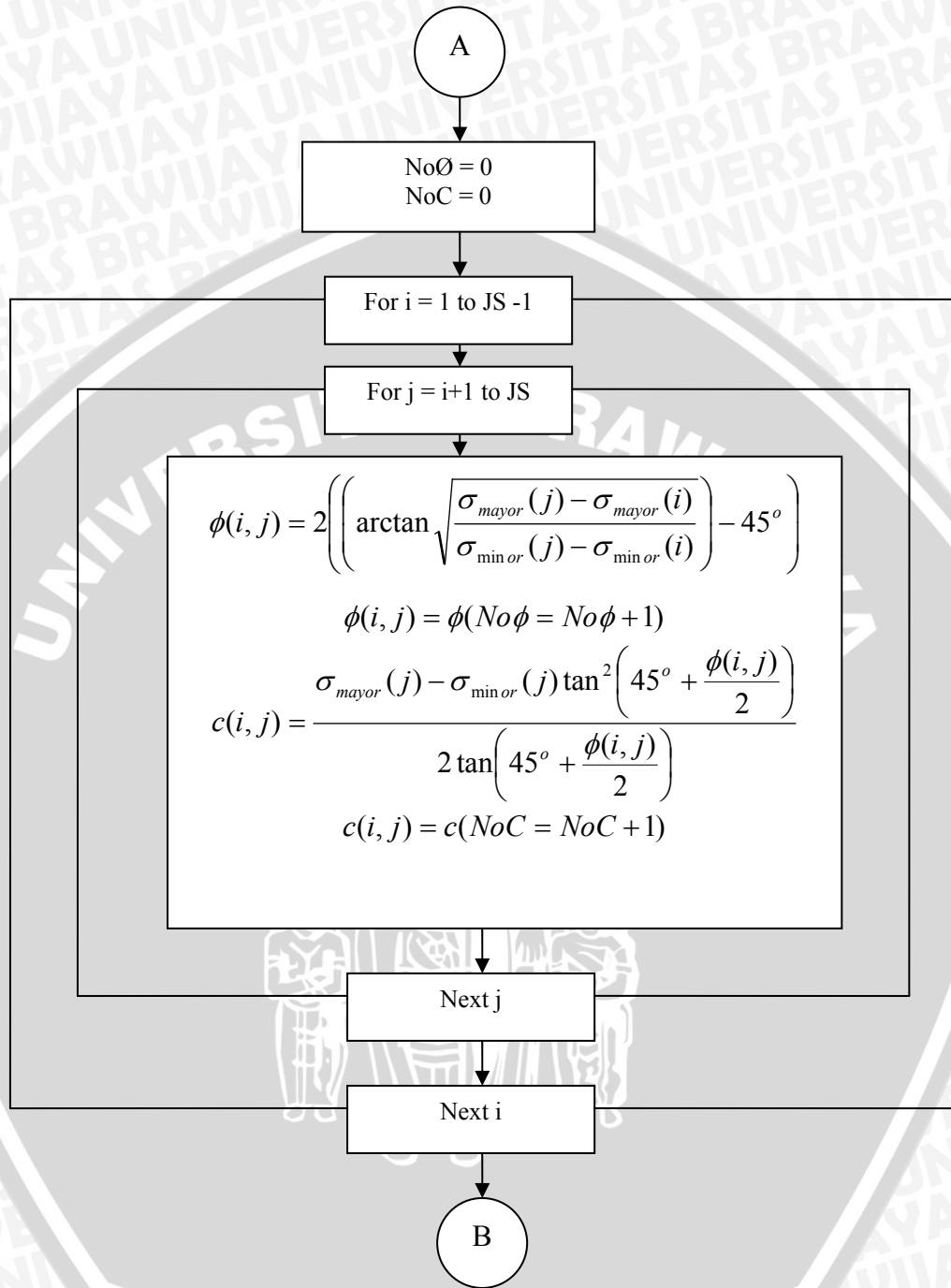
Next i

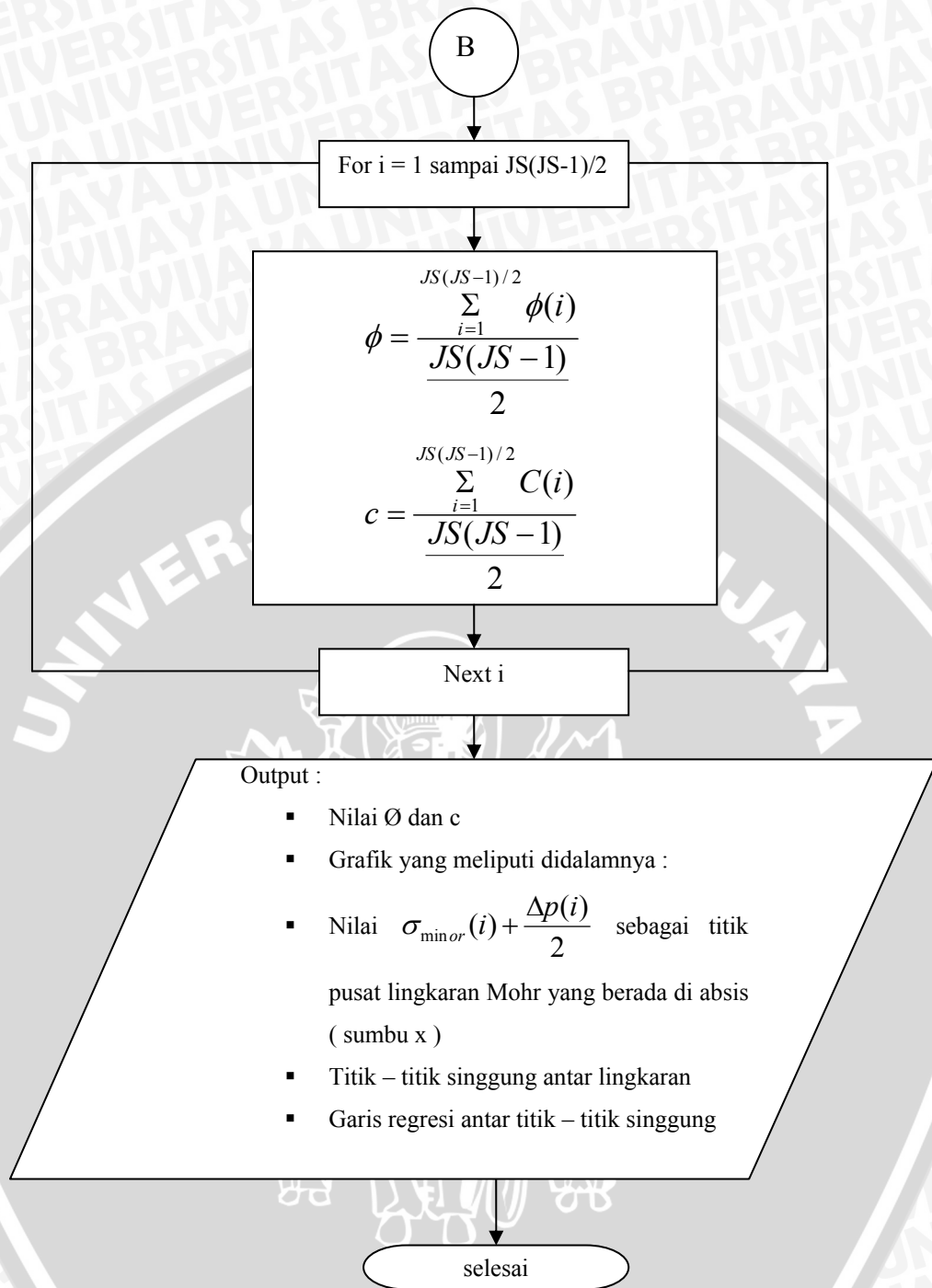
Bentuk diagram alir dari algoritma diatas ditampilkan pada Gambar 4.4 halaman 39. Bentuk bahasa pemrograman *Visual Basic 6.0* yang menjalankan algoritma perhitungan *Triaxial UU Test* ini dapat dilihat pada lampiran hal 78 pada Sub Perhitungan Triaxial.



4.3.3. Diagram Alir Program TRX Software





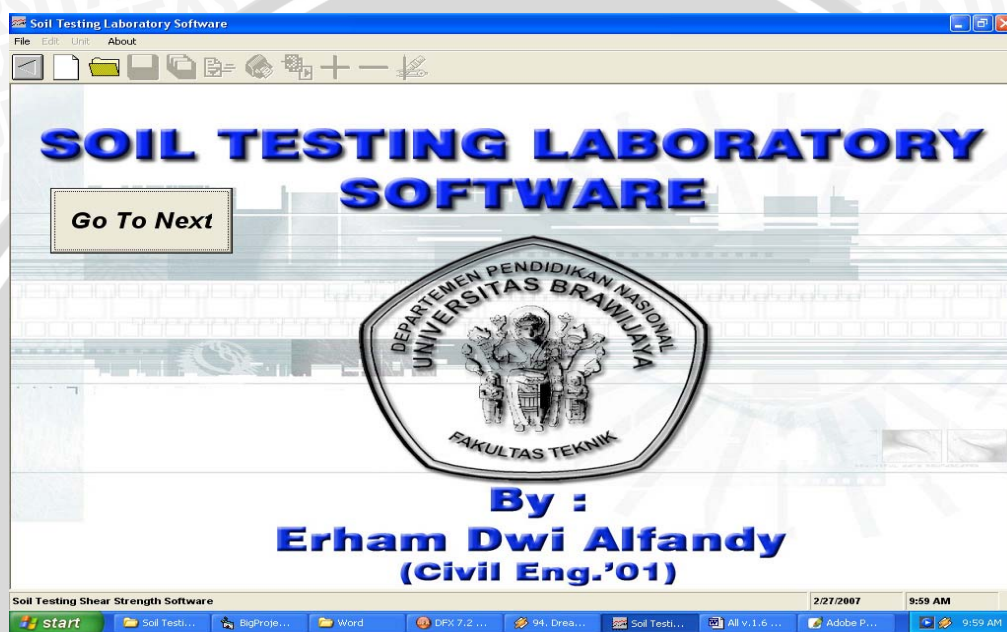


Gambar 4.4. Diagram Alir Penyelesaian Percobaan *Triaxial UU Test*

4.4. Petunjuk Pemakaian Program “ *Soil Testing Laboratory Software* “ (*STL Software*)

Secara umum *STL Software* memiliki 3 halaman utama yaitu : Judul (**Gambar 4.5**) , Halaman Proyek (**Gambar 4.6**) , Halaman Spesimen (**Gambar 4.7**) . tiap – tiap halaman mempunyai menu dan toolbar dan isi yang berbeda . Berikut penjelasan masing – masing halaman tersebut.

4.4.1. Petunjuk Halaman Judul



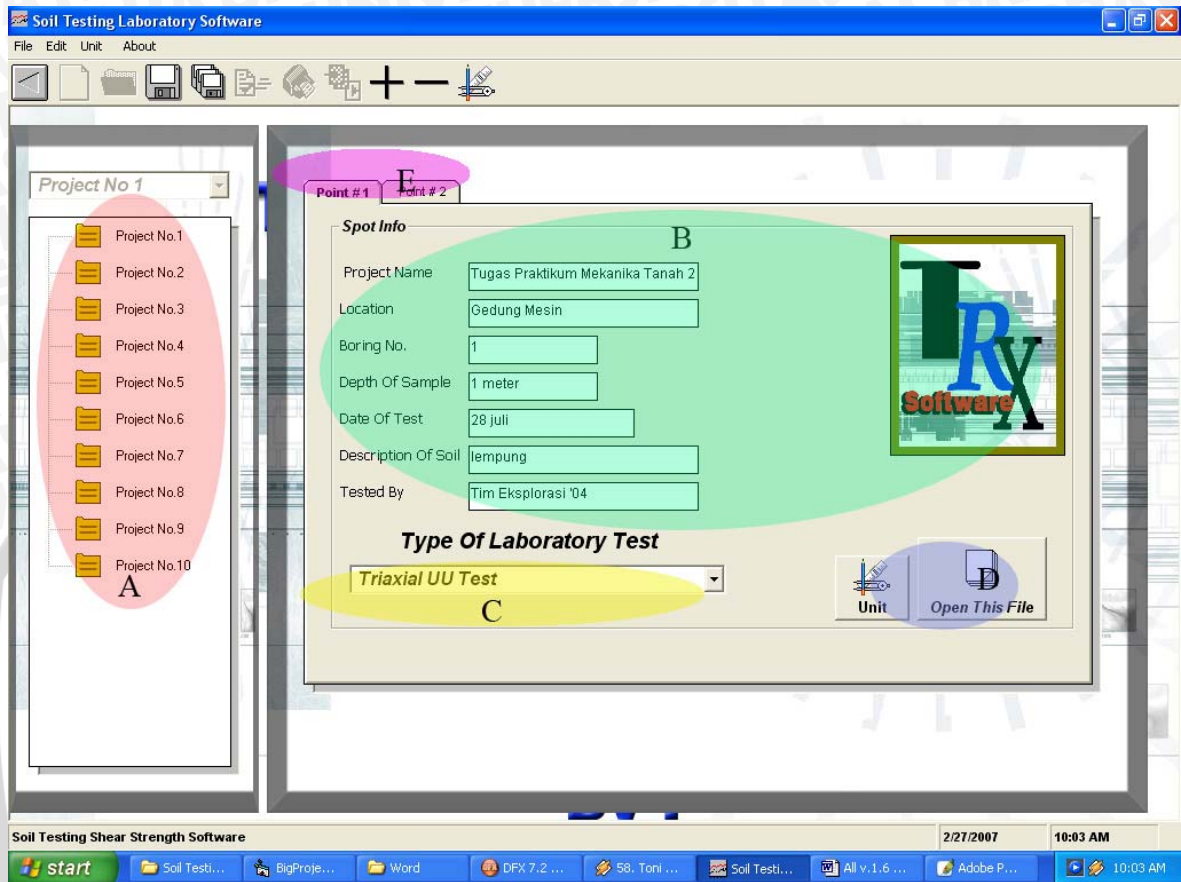
Gambar 4.5. Halaman Judul *STL Software*.

Pada awal tampilan tombol “ Go To Next “ tidak muncul. Untuk dapat lanjut ke halaman berikutnya *user* diharuskan membuka *file* baru atau *file* yang sesuai dengan jenis *file STL Software* yaitu “*.ALF”. Jika *user* memilih bekerja dengan *file* baru maka data awal akan sama sekali kosong. Setelah sukses membuka *file* yang diinginkan, tombol “ Go To Next “ akan muncul . Klik tombol dan halaman akan berpindah ke halaman proyek.

4.4.2. Petunjuk Halaman Proyek

Pada halaman proyek , seperti terlihat pada bagian Daerah A (**Gambar 4.6**) , untuk satu *file* dapat memuat 10 proyek , tiap proyek memiliki 10 titik lokasi (Daerah E) , masing – masing titik lokasi memiliki 3 jenis pengujian yaitu *Unconfined Compression Test* , *Direct Shear Test* , *Triaxial Unconsolidated – Undrained Test* (Daerah C) dan masing – masing pengujian tersebut memuat sebanyak 50 data dari pembacaan alat dan tentunya data – data lain yang diperlukan. Untuk melanjutkan menuju halaman spesimen atau perhitungan ,*user*

diharuskan menekan tombol bagian D yang bertuliskan “ Open This File “. Jika user pertama kali membuka file maka akan muncul menu pilihan satuan yang meliputi SI, British dan Custom (sesuai keinginan *user*).



Gambar 4.6. Halaman Proyek *STL Software*.

4.4.3. Petunjuk Halaman Spesimen

Gambar 4.7 adalah tampilan halaman spesimen, dimana halaman ini sebenarnya berukuran memanjang ke bawah sehingga dibutuhkan *scrollbar* disisi kanan *form* (Bagian H). *User* juga dapat menggunakan tombol panah kebawah atau keatas di sisi kanan (Bagian G) untuk langsung menuju *form* dibawahnya atau diatasnya.

Soil Testing Laboratory Software

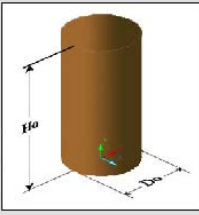
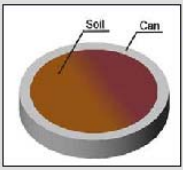
File Edit Unit About

Spec No.1 Spec No.2 Spec No.3 Graphic Mohr Done

Specimen Data

TRIAXIAL TEST SOFTWARE PLEASE PRESS ANALYSE BUTTON UP HERE EVERYTIME YOU CHANGE THE DATA

Specimen Values

Diameter Of Specimen (Do) (inc)  Mass Of Wet Soil + Can (lbs)  **H**

Initial Height Of Specimen (Ho) (inc) Mass Of Dry Soil + Can (lbs)

Mass Of Specimen (lbs) Mass Of Can (lbs)

Initial Area Specimen (inc)² Mass of water (lbs)

Height to Diameter ratio Mass of dry soil (lbs)

Volume Sampel (Vo) (inc)³ Water Content (%)

Wet Density (lbs/inc³) Dry Density (lbs/inc³)

Device Reading

Cell Pressure (psi)

Rate Of Axial Strain (inc/min)

Proving Ring Calibration (lbs/inc)

Dial Reading

No	Deformation Dial(dH)	Proving Ring Dial	Axial Strain	Cross Sec. Area	Applied Axial Load	Load Per Area
	inc	inc	inc/inc	inc ²	lbs	psi
1	0	0	0	4.9062	0	0
2	0.005	0.0012	0.0009	4.9105	7.2	1.4683

Soil Testing Shear Strength Software 2/27/2007 10:13 AM

start Soil Testi... BigProje... Word DFX 7.2 ... 60. I'll M... All v. 1.6 ... Adobe P... Soil Testi... 10:13 AM

Gambar 4.7. Halaman Spesimen *STL Software*.

Untuk selengkapnya tampilan form yang memanjang adalah seperti **Gambar 4.8**. Bagian I adalah tombol perhitungan untuk memulai perhitungan keseluruhan spesimen. Setiap *user* merubah input maka secara otomatis tombol akan menyala kuning untuk mengingatkan *user* bahwa data perlu dihitung ulang karena telah mengalami perubahan.

Specimen Values

Diameter Of Specimen (Do) (inc)	<input type="text" value="2.5"/>		Mass Of Wet Soil + Can (lbs)	<input type="text" value="248.43"/>	
Initial Height Of Specimen (Ho) (inc)	<input type="text" value="1"/>		Mass Of Dry Soil + Can (lbs)	<input type="text" value="216.72"/>	
Mass Of Specimen (lbs)	<input type="text" value="161.52"/>		Mass Of Can (lbs)	<input type="text" value="45.3"/>	
Initial Area Specimen (inc ²)	<input type="text" value="4.9062"/>		Mass of water (lbs)	<input type="text" value="31.71"/>	
Height to Diameter ratio	<input type="text" value="0.4"/>		Mass of dry soil (lbs)	<input type="text" value="171.42"/>	
Volume Sampel (Vo) (inc ³)	<input type="text" value="4.9062"/>		Water Content (%)	<input type="text" value="0.185"/>	
Wet Density (lbs/inc ³)	<input type="text" value="32.9213"/>		Dry Density (lbs/inc ³)	<input type="text" value="32.8605"/>	

Device Reading

Normal Load (lbs)	<input type="text" value="20.6"/>	Load Factor	<input type="text" value="1"/>
Rate Of Axial Strain (inc/min)	<input type="text" value="0.05"/>		
Proving Ring Calibration (lbs/inc)	<input type="text" value="3125"/>		

Dial Reading

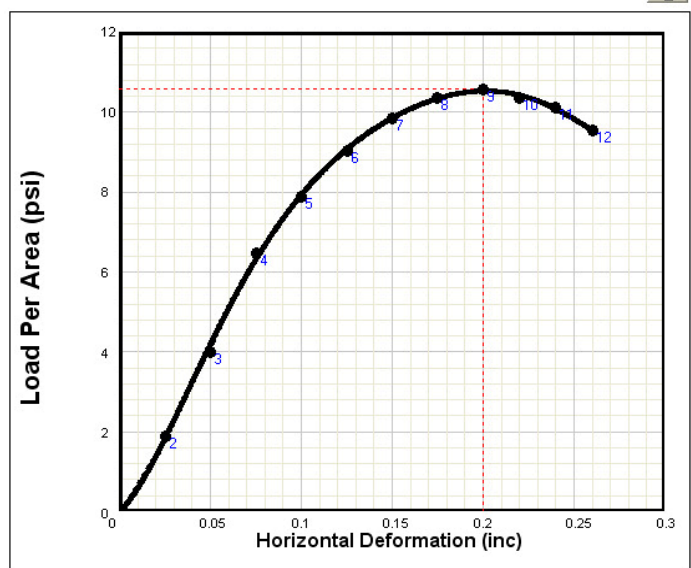
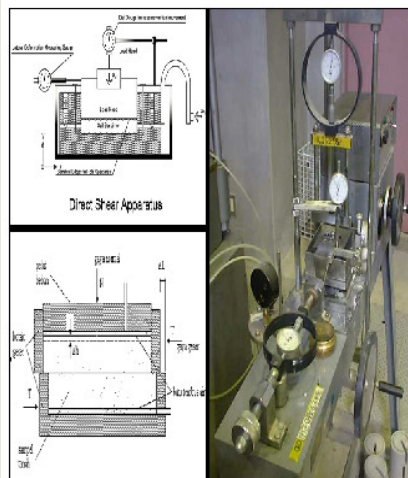
No	Vertical Deformation	Horizontal Deformation	Proving Ring Dial	Applied Axial Load	Load Per Area
	inc	inc	inc	lbs	psi
1	0	0	0	0	0
2	0.025	0.025	0.003	9.375	1.9108
3	0.05	0.05	0.0063	19.6875	4.0127
4	0.075	0.075	0.0102	31.875	6.4968
5	0.1	0.1	0.0124	38.75	7.8981
6	0.125	0.125	0.0142	44.375	9.0446
7	0.15	0.15	0.0155	48.4375	9.8726
8	0.175	0.175	0.0163	50.9375	10.3822
9	0.2	0.2	0.0166	51.875	10.5732
10	0.22	0.22	0.0163	50.9375	10.3822
11	0.24	0.24	0.0159	49.6875	10.1274
12	0.26	0.26	0.015	46.875	9.5541

Normal Stress (psi)	<input type="text" value="4.1987"/>
Shear Stress (psi)	<input type="text" value="10.5732"/>

Dial Calculation

Click To Enlarge Picture

Equation : $412067.1907 X^6 + -379161.9174 X^5 + 135578.8246 X^4 + -23454.1861 X^3 + 1689.6576 X^2 + 43.0596 X + 0.0141$



Gambar 4.8. Tampilan memanjang form specimen..



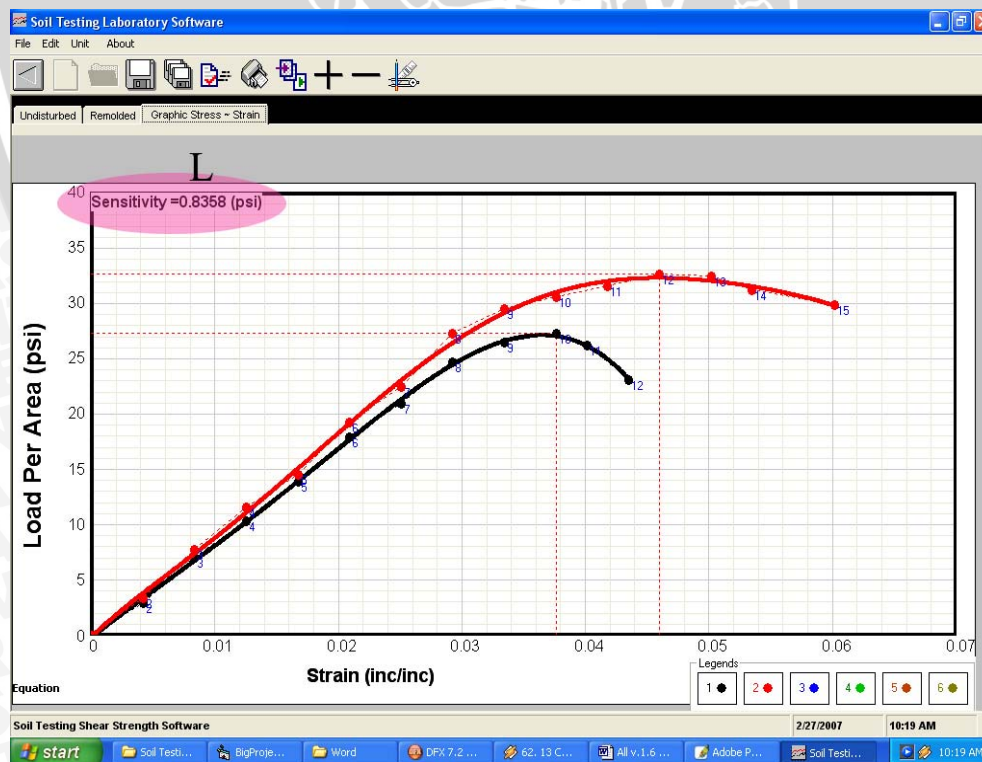
Pada **Gambar 4.8**, bagian berwarna J digunakan untuk menentukan regresi non linier titik pembacaan yang menunjukkan orde kesekian sesuai pada angka yang tertera pada *listbox*. Kurva ini digunakan untuk menentukan nilai maksimum tegangan puncak setelah diregresi jika *user* menginginkan nilai tegangan puncak diambil dari nilai grafik regresi non linier.

Bagian berwarna K bersifat membantu penulisan input data yang berurut sesuai kelipatan data pada sel kedua dan ketiga. Jadi fungsi tombol ini berguna apabila pembacaan mencapai banyak kali dan sifatnya berurut sesuai kelipatan selisih sel dua dan tiga. Misal : pembacaan data kedua adalah 0,0025 dan data ketiga adalah 0.0035 maka sesuai dengan selisihnya yaitu 0.001 sel selanjutnya akan mengisi sesuai kelipatannya, yaitu $0,0035 + 0,001 = 0,0045$ kemudian $0,0045 + 0,001 = 0,0055$ dan seterusnya sesuai banyaknya data *input* pembacaan ring.

4.4.4. Petunjuk Halaman Grafik

Halaman ini memuat tentang analisa grafik yang dihasilkan dari data – data di tiap – tiap spesimen. Grafik tiap – tiap percobaan mempunyai tipe yang berbeda – beda. Berikut penjelasan tampilan setiap grafik percobaan.

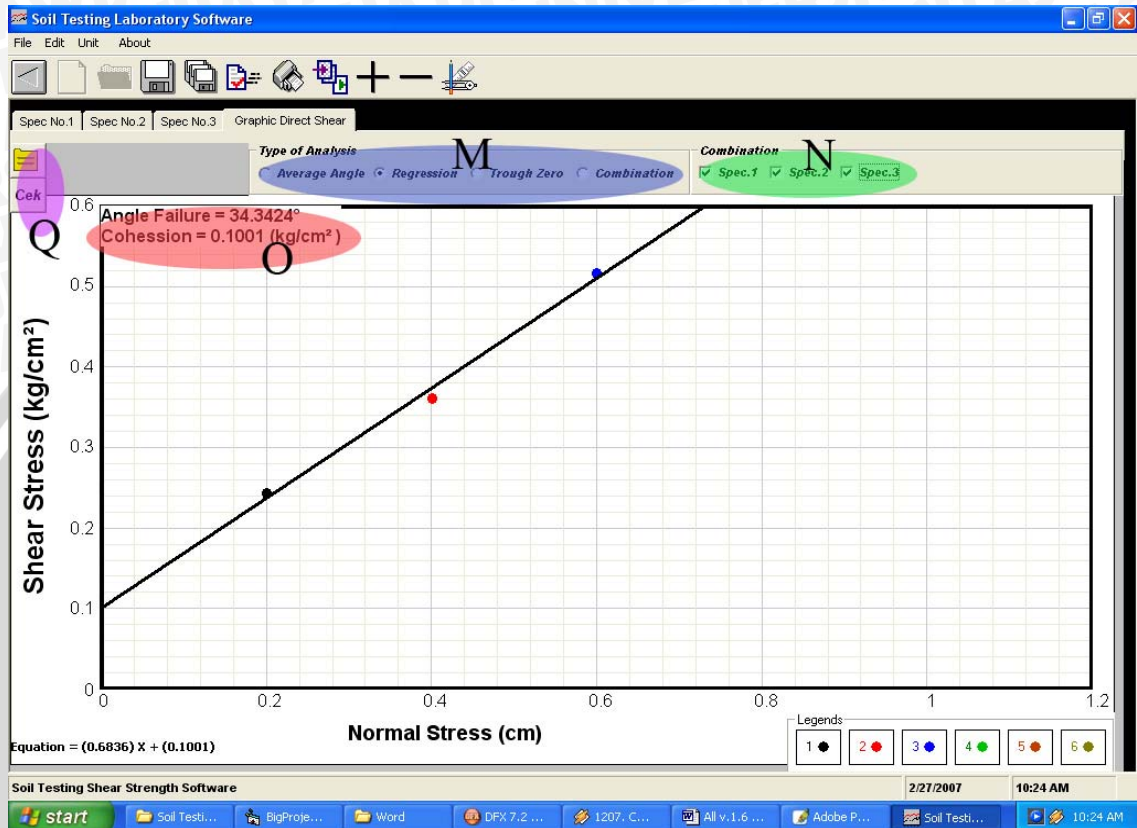
4.4.4.1. Grafik UCT



Gambar 4.9. Tampilan grafik UCT..

Pada **Gambar 4.9**, daerah berwarna merah L menunjukkan nilai sensitivitas tanah. Pada bidang grafik kurva merah menunjukkan grafik spesimen *remolded* dan hitam adalah *undisturbed*

4.4.4.2. Grafik DST



Gambar 4.10. Tampilan grafik DST..

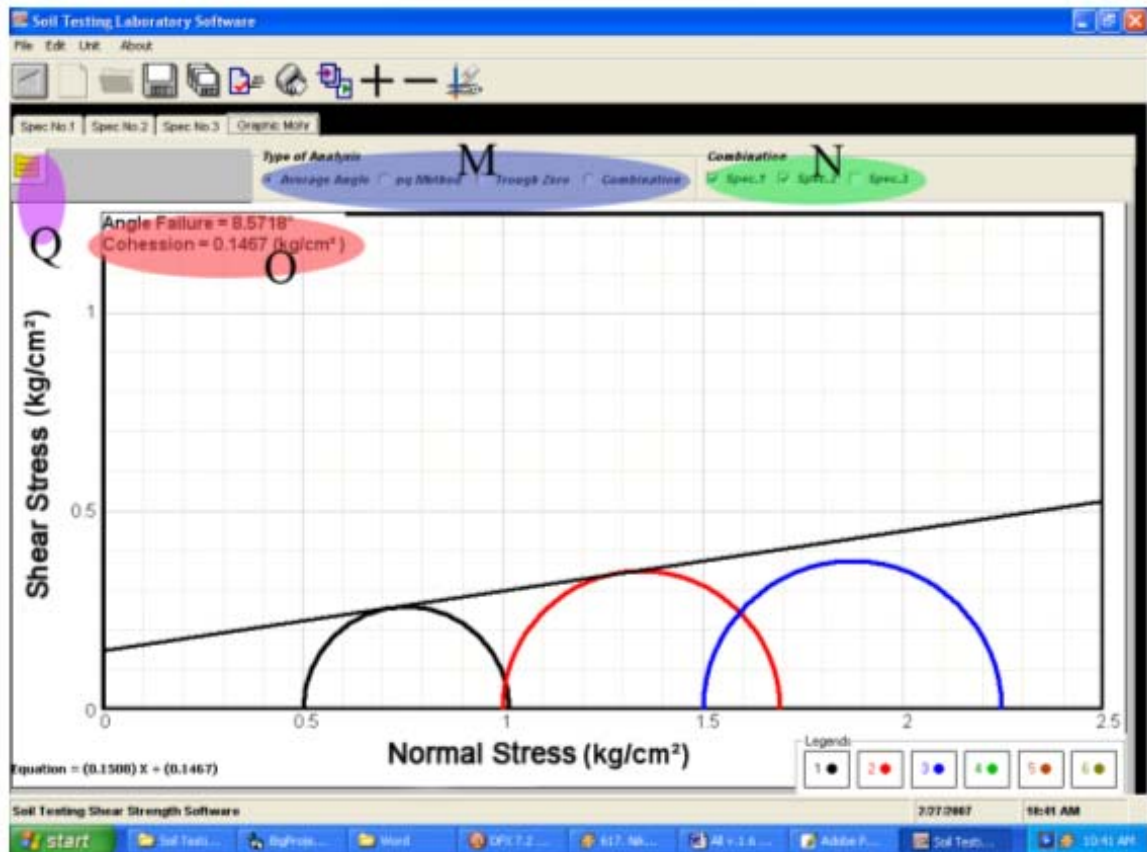
Pada **Gambar 4.10**, bagian – bagian berwarna dijelaskan sebagai berikut :

- Daerah M (Ungu) : pemilihan cara analisa garis keruntuhan, terdiri dari
 1. Average : nilai sudut geser dan cohesi antara masing – masing titik dicari dan kemudian seluruhnya dibagi dengan jumlah kombinasinya. Pada bagian N (warna hijau).
 2. Regression : menggunakan metode regresi. Pada bagian N (warna hijau), metode Regression ini mempunyai dua tipe analisa, yaitu :
 3. Trogh Zero : metode ini menghitung sudut antara titik (0,0) dengan masing – masing titik kemudian dibagi dengan jumlah spesimen.
 4. Combination : Analisa kombinasi diserahkan pada *user* sesuai keinginan. Fasilitas ini disediakan untuk mengantisipasi hasil nilai kuat geser salah satu

spesimen yang kemungkinan menunjukkan gejala kesalahan pada saat pengujian sample.

- Daerah N adalah pemilihan spesimen yang hendak dianalisa sesuai *user*.
- Daerah Q adalah hasil *output* perhitungan tiap spesimen.
- Daerah O adalah hasil perhitungan sudut dan kohesi

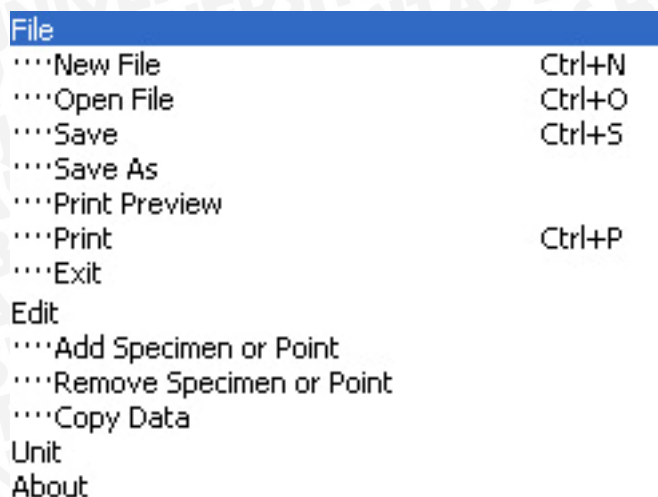
4.4.4.3. Grafik TRX



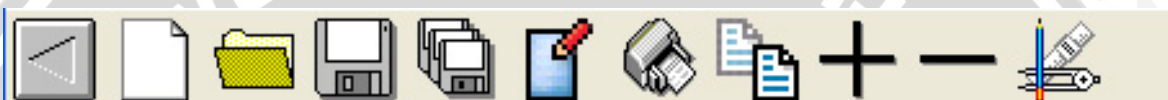
Gambar 4.11. Tampilan grafik TRX..

Bagian – bagian pada grafik TRX identik dengan grafik DST. Perbedaan terdapat pada analisa regresi., yaitu pada grafik TRX ini penentuan titik – titik regresi adalah nilai puncak pada tiap – tiap lingkaran. Ketiga titik puncak tersebut dilakukan regresi linier sehingga didapat nilai sudut geser dan kohesi.

4.4.5. Menu dan *Toolbar*



Gambar 4.12. Menu STL Software



Gambar 4.13. *Toolbar* STL Software

Menu terdiri dari File, Edit, Unit, About. Dimana masing – masing menu tersebut dijelaskan sebagai berikut :

- File , terdiri dari :
 - ✓ New File (*Toolbar* 2) : berguna untuk menciptakan file baru dan data input awal kosong.
 - ✓ Open File (*Toolbar* 3) : berguna untuk menyimpan hasil perhitungan ke folder yang sebelumnya telah ditentukan. Jika tempat penyimpanan belum ditentukan maka otomatis program akan beralih ke Mode Save As.
 - ✓ Save (*Toolbar* 4) : berguna untuk menyimpan hasil perhitungan ke folder yang sebelumnya telah ditentukan. Jika tempat penyimpanan belum ditentukan maka otomatis program akan beralih ke Mode Save As.
 - ✓ Save As (*Toolbar* 5) : berguna untuk menyimpan hasil perhitungan ke folder sesuai kemauan *user*.
 - ✓ Print Preview (*Toolbar* 6) : berguna untuk melihat hasil *Print Out* hasil perhitungan *user*.

- ✓ Print (Toolbar 7) : berguna untuk mencetak hasil perhitungan dengan format yang telah ditentukan program.
- ✓ Exit (Toolbar 1) : Kembali ke Form sebelumnya
- Edit, terdiri dari :
 - ✓ Add Specimen or Point (Toolbar 9) : berguna untuk menambah jumlah *tab* Specimen atau *Point* yang akan dianalisa.
 - ✓ Remove Specimen or Point (Toolbar 10) : berguna untuk mengurangi jumlah Specimen atau *Point* yang ada.
 - ✓ Copy Sampel Data (Toolbar 8) : berguna untuk meng-*copy* semua isi dari input dan output ke sampel yang lain. Efektif digunakan bila data masukan sampel satu dengan yang lain tidak berbeda banyak. Fungsi ini dimatikan ketika Tab berada diposisi Tab “ Specimen Info “ dan Tab “ Grafik “.
- Unit, terdiri dari :
 - ✓ Unit satuan dan pengaturan grafik (Toolbar 11) : untuk mengubah satuan berat , jarak, alat , tekanan, mengubah tebal garis dan titik grafik, mengubah angka decimal dibelakang koma dan penentuan nilai maksimum tegangan yang dianalisa.
- About berisi system info dan informasi mengenai pembuat program.

4.5. Kontrol validitas program

Sebagai kontrol validitas dalam penyusunan program perhitungan ini akan diberikan beberapa contoh perhitungan manual yang diambil dari beberapa literatur.

4.5.1. *Unconfined Compression Test*

4.5.1.1. Perhitungan Manual *Unconfined Compression Test* (Buku *Soil Properties Testing, Measurement, and Evaluation*, Cheng Liu dan Jack B.Evett, halaman 319).

Data spesimen :

- Diameter spesimen benda uji = 2,5 inci
- Tinggi mula – mula spesimen benda uji = 5,98 inci
- Berat spesimen benda uji = 991,50 gram

Data Kadar air

- Berat tanah basah dan wadah = 383,41 gram
- Berat tanah kering dan wadah = 326,78 gram
- Berat wadah = 50,56 gram

Data uji tekan

- Angka kalibrasi pembacaan ring = 6000 lb/inci

Tabel 4.1. Data Pembacaan Percobaan *Unconfined Compression Test*

Pembacaan Deformasi ΔH (inci)	Pembacaan Ring (inci)
0	0
0.025	0.0024
0.05	0.0058
0.075	0.0086
0.1	0.0116
0.125	0.015
0.15	0.0176
0.175	0.0208
0.2	0.0224
0.225	0.0232
0.24	0.0224
0.26	0.0198

Analisa hasil data laboratorium diatas sehingga didapatkan nilai kuat tekan bebas dan kohesinya !

Penyelesaian

- ✓ Luas alas mula – mula :

$$A_o = \frac{\pi \cdot D_o^2}{4} = \frac{\pi \cdot (2,5)^2}{4} = 4,91 \text{ inci}^2$$

- ✓ Volume mula – mula :

$$(A_o) \cdot (H_o) = (4,91) \cdot (5,98) = 29,36 \text{ inci}^3$$

- ✓ Berat Jenis dalam keadaan basah :

$$\gamma_{wet} = \frac{991,50}{29,36} = 33,7704 \text{ gram/inci}^3$$

Perhitungan Data Kadar Air :

- ✓ Berat Air : $383,41 - 326,78 = 56,63 \text{ gram}$

- ✓ Berat Tanah Kering : $326,78 - 50,56 = 276,22 \text{ gram}$

- ✓ Kadar air :

$$w = \frac{383,41 - 326,78}{326,78 - 50,56} \times 100\% = 20,5\%$$

- ✓ Berat Jenis dalam keadaan kering :

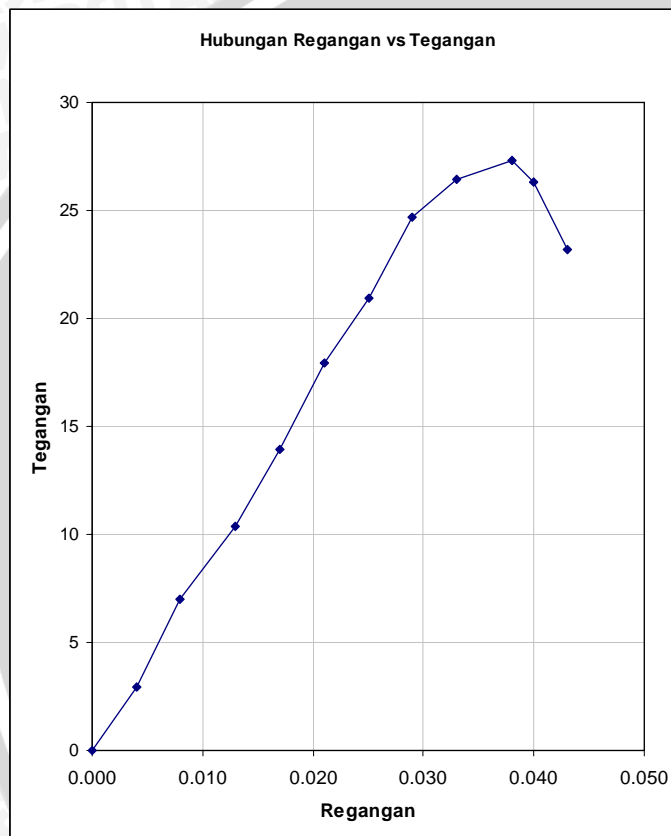
$$\gamma_{dry} = \frac{\gamma_{wet}}{w + 100} \times 100 = \frac{128,6}{20,5 + 100} \times 100 = 28,0252 \text{ gram/inci}^3$$

- ✓ Perhitungan pembacaan uji tekan :

Tabel 4.2. Data Hasil Perhitungan Percobaan *Unconfined Compression Test*

Deformation Dial, ΔH (inci)	Unit Strain, ϵ (inci/inci)	Corrected Area, A (inci ²)	Proving Ring Dial (inci)	Applied Axial Load (lb)	Load Per Unit Area lb / inci ²
(1)	(2) = $\Delta H / H_o$	(3) = $A_o / (1 - \epsilon)$	(4)	(5) = (4) \times Ring Calibration	(6) = (5) / (3)
0	0.000	4.91	0.0000	0.0	0.00
0.025	0.004	4.93	0.0024	14.4	2.92
0.05	0.008	4.95	0.0058	34.8	7.03
0.075	0.013	4.97	0.0086	51.6	10.38
0.1	0.017	4.99	0.0116	69.6	13.94
0.125	0.021	5.01	0.0150	90.0	17.95
0.15	0.025	5.04	0.0176	105.6	20.97
0.175	0.029	5.06	0.0208	124.8	24.67
0.2	0.033	5.08	0.0224	134.4	26.46
0.225	0.038	5.10	0.0232	139.2	27.28
0.24	0.040	5.12	0.0224	134.4	26.27
0.26	0.043	5.13	0.0198	118.8	23.14

- ✓ Kuat Tekan Bebas
Dicari nilai terbesar dari kolom (5)
 $qu = 27,29 \text{ lb / inci}^2$
- ✓ Kohesi
Kohesi = $qu/2 = 27,29 / 2 = 13,645 \text{ lb / inci}^2$
- ✓ Grafik Unit Strain vs Load Per Area



Gambar 4.14. Grafik Regangan ~ Tegangan *Unconfined Compression Test*

4.5.1.2. Perhitungan *UCT Software*

Gambar 4.15 adalah hasil perhitungan *UCT Software*. Gambar diambil secara memanjang tanpa mengubah hasil perhitungan dan diambil perhitungan salah satu spesimen saja.

Specimen Values

Diameter Of Specimen (Do) (inc)	<input type="text" value="2.5"/>		Mass Of Wet Soil + Can (lbs)	<input type="text" value="383.41"/>	
Initial Height Of Specimen (Ho) (inc)	<input type="text" value="5.98"/>		Mass Of Dry Soil + Can (lbs)	<input type="text" value="326.78"/>	
Mass Of Specimen (lbs)	<input type="text" value="991.5"/>		Mass Of Can (lbs)	<input type="text" value="50.56"/>	
Initial Area Specimen (inc ²)	<input type="text" value="4.9062"/>	Mass of water (lbs)	<input type="text" value="56.63"/>		
Height to Diameter ratio	<input type="text" value="2.392"/>	Mass of dry soil (lbs)	<input type="text" value="276.22"/>		
Volume Sampel (Vo) (inc ³)	<input type="text" value="29.3394"/>	Water Content (%)	<input type="text" value="0.205"/>		
Wet Density (lbs/inc ³)	<input type="text" value="33.7942"/>	Dry Density (lbs/inc ³)	<input type="text" value="33.725"/>		

Device Reading

Proving Ring Calibration (lbs/inc)

Dial Reading

No	Deformation Dial(dH) inc	Proving Ring Dial inc	Axial Strain inc/inc	Cross Sec.Area inc ²	Applied Axial Load lbs	Load Per Area psi
1	0	0	0	4.9062	0	0
2	0.025	0.0024	0.0042	4.9268	14.4	2.9228
3	0.05	0.0058	0.0084	4.9476	34.8	7.0337
4	0.075	0.0086	0.0125	4.9686	51.6	10.3853
5	0.1	0.0116	0.0167	4.9897	69.6	13.9488
6	0.125	0.015	0.0209	5.011	90	17.9605
7	0.15	0.0176	0.0251	5.0325	105.6	20.9837
8	0.175	0.0208	0.0293	5.0542	124.8	24.8926
9	0.2	0.0224	0.0334	5.076	134.4	26.4775
10	0.225	0.0232	0.0376	5.0981	139.2	27.3045
11	0.24	0.0224	0.0401	5.1114	134.4	26.2942
12	0.26	0.0198	0.0435	5.1293	118.8	23.1612

Qu (psi)

Cohession (psi)

Dial Calculation

Click To Enlarge Picture Order :

Equation : $-20621461.2571 X^4 + 1045534.4322 X^3 + -14657.2079 X^2 + 894.8132 X + -0.1757$

Gambar 4.15. Hasil Perhitungan UCT Software



4.5.2. Direct Shear Test

4.5.2.1. Perhitungan Manual Direct Shear Test (Buku Soil Properties Testing, Measurement, and Evaluation, Cheng Liu dan Jack B.Evett, halaman 379).

Data spesimen :

- Diameter spesimen benda uji = 2,5 inci
- Tinggi mula – mula spesimen benda uji = 1 inci
- Berat spesimen benda uji = 161,52 gram

Data Kadar air

- Berat tanah basah dan wadah = 248,43 gram
- Berat tanah kering dan wadah = 216,72 gram
- Berat wadah = 45,3 gram

Data uji tekan

- Angka kalibrasi pembacaan ring = 3125 lb/inci
- Beban Normal = 20,6 lb

Tabel 4.3. Data Pembacaan Percobaan *Direct Shear Test*

Pembacaan Deformasi ΔH (inci)	Pembacaan Ring (inci)	Pembacaan Deformasi ΔV (inci)
0	0	0
0.025	0.003	0.003
0.05	0.0063	0.005
0.075	0.0102	0.007
0.1	0.0124	0.008
0.125	0.0142	0.009
0.15	0.0155	0.0095
0.175	0.0163	0.01
0.2	0.0166	0.01
0.225	0.0163	0.011
0.24	0.0159	0.0115
0.26	0.015	0.0115

Analisa hasil data laboratorium diatas sehingga didapatkan nilai kuat tekan bebas dan kohesinya !

Penyelesaian

- ✓ Luas alas mula – mula :

$$A_o = \frac{\pi \cdot D_o^2}{4} = \frac{\pi \cdot (2,5)^2}{4} = 4,91 \text{ inci}^2$$

- ✓ Volume mula – mula :

$$(A_o) \cdot (H_o) = (4,91) \cdot (1) = 4,91 \text{ inci}^3$$

- ✓ Berat Jenis dalam keadaan basah :

$$\gamma_{wet} = \frac{161,52}{4,91} = 32,896 \text{ gram/inci}^3$$

Perhitungan Data Kadar Air :

- ✓ Berat Air : $248,43 - 216,72 = 31,71 \text{ gram}$

- ✓ Berat Tanah Kering : $216,72 - 45,3 = 171,42 \text{ gram}$

- ✓ Kadar air :

$$w = \frac{31,71}{171,42} \times 100\% = 18,5\%$$

- ✓ Berat Jenis dalam keadaan kering :

$$\gamma_{dry} = \frac{\gamma_{wet}}{w + 100} \times 100 = \frac{32,896}{18,5 + 100} \times 100 = 27,76 \text{ gram/inci}^3$$

- ✓ Perhitungan pembacaan uji tekan :

Tabel 4.4. Data Hasil Perhitungan Percobaan *Direct Shear Test*

Pembacaan Deformasi ΔH (inci)	Pembacaan Deformasi ΔV (inci)	Pembacaan Ring (inci)	Beban Axial (lb)	Beban Per Luas (psi)
0	0	0	0.0	0.0
0.025	0.003	0.003	9.4	1.9
0.05	0.005	0.0063	19.7	4.0
0.075	0.007	0.0102	31.9	6.5
0.1	0.008	0.0124	38.8	7.9
0.125	0.009	0.0142	44.4	9.0
0.15	0.0095	0.0155	48.4	9.9
0.175	0.01	0.0163	50.9	10.4
0.2	0.01	0.0166	51.9	10.6
0.22	0.011	0.0163	50.9	10.4
0.24	0.0115	0.0159	49.7	10.1
0.26	0.0115	0.015	46.9	9.5

- ✓ Tegangan Normal

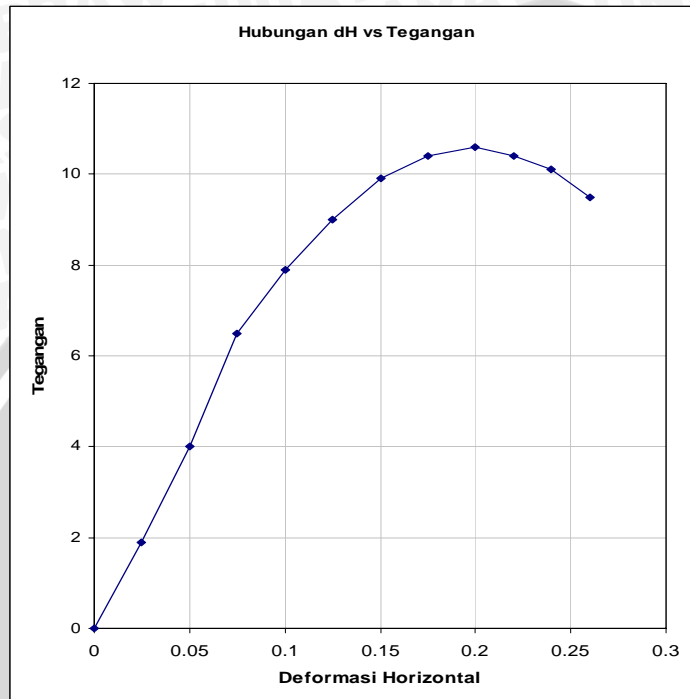
$$\sigma_{normal} = 20,6/4,91$$

$$\sigma_{normal} = 4,196 \text{ lb / inci}^2$$

- ✓ σ_{geser} diambil dari nilai terbesar pada kolom Beban Per Luas di Tabel 4.4

$$\sigma_{geser} = 10,6 \text{ lb / inci}^2$$

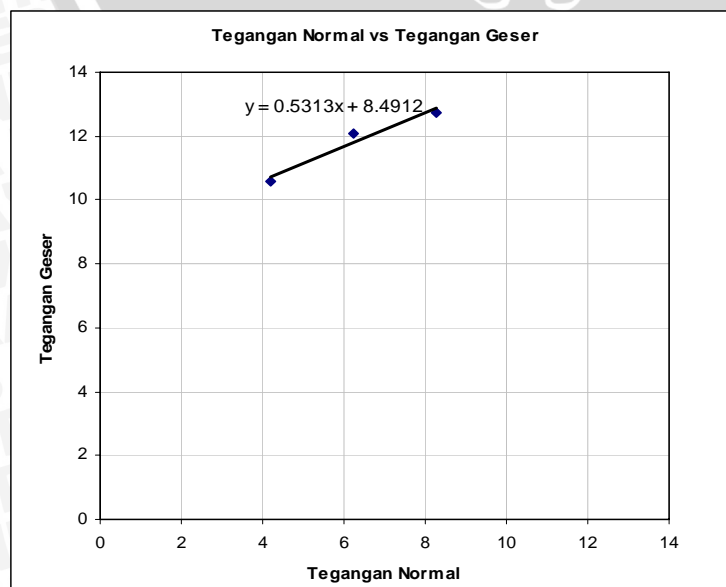
- ✓ Grafik Pembacaan Deformasi Horizontal vs Tegangan Geser



Gambar 4.16. Grafik Tegangan ~ Deformasi *Direct Shear Test*

- Untuk tiap spesimen diperlakukan perhitungan dengan metode yang sama sehingga didapatkan nilai – nilai σ_{normal} , σ_{geser} yang bervariasi tiap spesimen. Setiap nilai – nilai hasil perhitungan data hasil uji tekan diplotkan kedalam grafik Tegangan Normal vs Tegangan Geser.

- ✓ Grafik Tegangan Normal vs Tegangan Geser



Gambar 4.17. Grafik Tegangan Normal ~ Tegangan Geser *Direct Shear Test*

Dari persamaan regresi menggunakan fasilitas Tabel Excell dapat diketahui persamaan garis regresi adalah $Y = 0,5313 X + 8,4912$. Sehingga titik potong garis regresi dengan sumbu Y adalah di titik 8,4912 lb/inchi² dan memiliki sudut kemiringan garis atau \emptyset (phi) sebesar

$$Y = 0,5313 (4,196) + 8,4912$$

$$Y = 10,721$$

$$\text{Arctan} \left(\frac{10,721 - 8,4912}{4,196} \right) = \emptyset \text{ (phi)}$$

$$\emptyset \text{ (phi)} = 27.9862^\circ$$

- ✓ Dengan perhitungan Manual Regresi garis

Tabel 4.5. Tabel Tegangan Normal dan Tegangan Geser Ketiga Spesimen.

Tegangan Normal (Sb.X)	Tegangan Geser (Sb.Y)
4.199	10.573
6.237	12.102
8.275	12.739

$$\blacktriangleright \Sigma Y_{(n)} = 10,573 + 12,102 + 12,739$$

$$\blacktriangleright \bar{Y} = \frac{35,414}{3} = 11.805$$

$$\blacktriangleright \Sigma X_{(n)} = 4,199 + 6,237 + 8,275$$

$$\blacktriangleright \bar{X} = \frac{18.711}{3} = 6.237$$

$$\blacktriangleright \Sigma (Y_{(n)} \cdot X_{(n)}) = (10,573 \cdot 4,199) + (12,102 \cdot 6,237) + (12,739 \cdot 8,275)$$

$$\blacktriangleright \Sigma X_{(n)}^2 = (4,199)^2 + (6,237)^2 + (8,275)^2$$

$$\blacktriangleright b1 = \frac{\Sigma X_{(n)} Y_{(n)} - \frac{[(\Sigma X_{(n)}) \cdot (\Sigma Y_{(n)})]}{n}}{\Sigma X_{(n)}^2 - \frac{(\Sigma X_{(n)})^2}{n}}$$

$$b1 = \frac{225.289 - \frac{[18,711 \cdot 35,414]}{3}}{125.007 - \frac{350.094}{3}} = 0.531263 = 0.5313$$

$$\blacktriangleright Y = \bar{Y} + b1(X - \bar{X})$$

$$Y = 11,805 + 0,5313(X - 6,237) = 0,5313X + 8,4913$$

4.5.2.2. Perhitungan DST Software

Untuk contoh perhitungan DST Software disini hanya diambil contoh hasil perhitungan spesimen pertama. . **Gambar 4.18** adalah hasil perhitungan TRX Software

Specimen Values

Diameter Of Specimen (Do) (inc)

Initial Height Of Specimen (Ho) (inc)

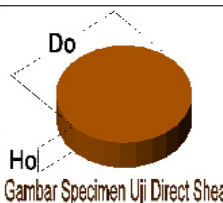
Mass Of Specimen (lbs)

Initial Area Specimen (inc²)

Height to Diameter ratio

Volume Sampel (Vo) (inc³)

Wet Density (lbs/inc³)



Gambar Specimen Uji Direct Shear

Mass Of Wet Soil + Can (lbs)

Mass Of Dry Soil + Can (lbs)

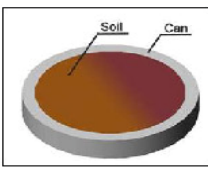
Mass Of Can (lbs)

Mass of water (lbs)

Mass of dry soil (lbs)

Water Content (%)

Dry Density (lbs/inc³)



Device Reading

Normal Load (lbs)

Rate Of Axial Strain (inc/min)

Proving Ring Calibration (lbs/inc)

Load Factor

Dial Reading

No	Vertical Deformation inc	Horizontal Deformation inc	Proving Ring Dial inc	Applied Axial Load lbs	Load Per Area psi
1	0	0	0	0	0
2	0.025	0.025	0.003	9.375	1.9108
3	0.05	0.05	0.0063	19.6875	4.0127
4	0.075	0.075	0.0102	31.875	6.4968
5	0.1	0.1	0.0124	38.75	7.8981
6	0.125	0.125	0.0142	44.375	9.0446
7	0.15	0.15	0.0155	48.4375	9.8726
8	0.175	0.175	0.0163	50.9375	10.3822
9	0.2	0.2	0.0166	51.875	10.5732
10	0.22	0.22	0.0163	50.9375	10.3822
11	0.24	0.24	0.0159	49.6875	10.1274
12	0.26	0.26	0.015	46.875	9.5541

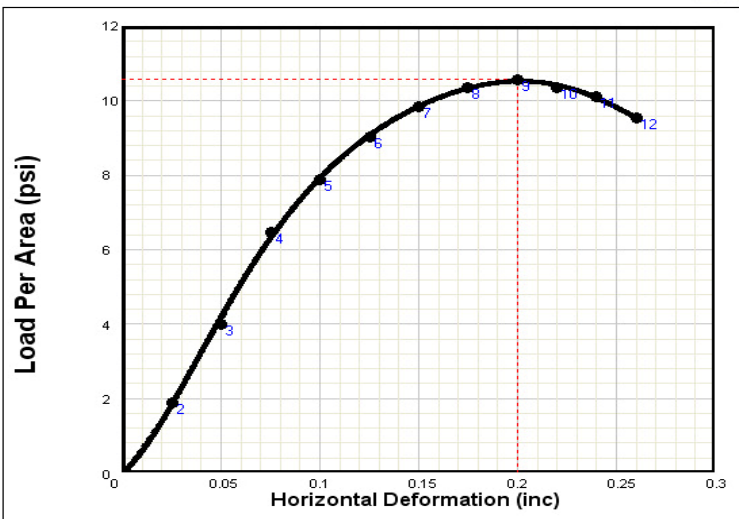
Normal Stress (psi)

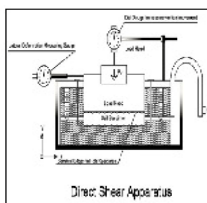
Shear Stress (psi)

Dial Calculation


Click To Enlarge Picture

Equation :
 $412067.1907 X^6 + -379161.9174 X^5 + 135578.8246 X^4 + -23454.1861 X^3 + 1689.6576 X^2 + 43.0596 X + 0.0141$



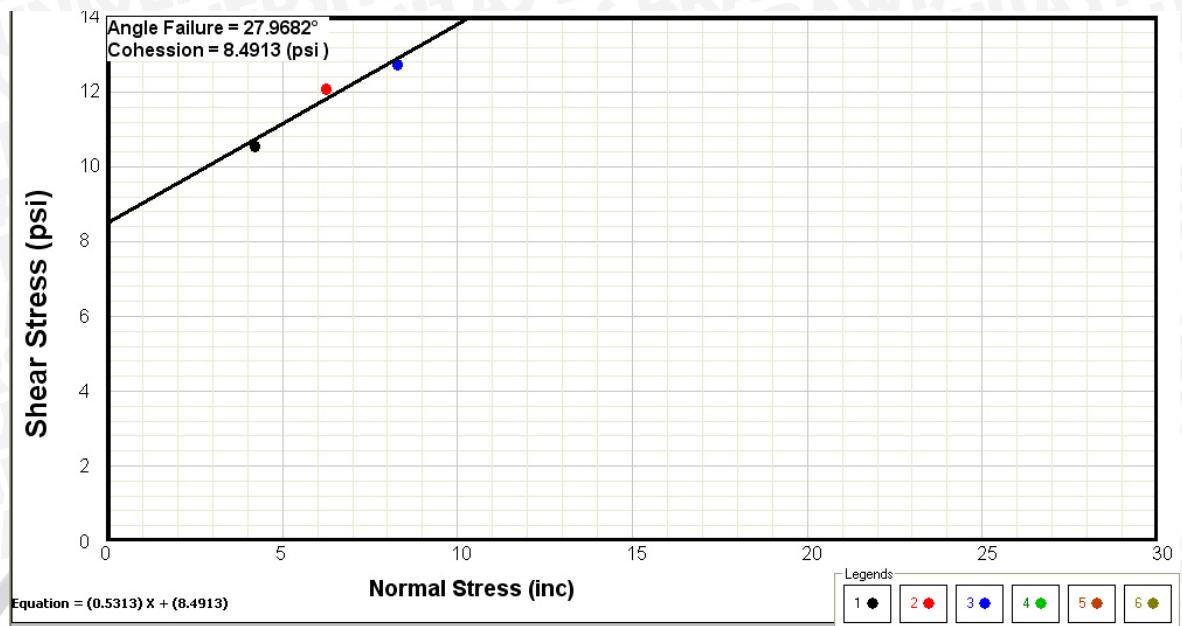


Direct Shear Apparatus



Gambar 4.18. Hasil Perhitungan DST Software

➤ Hasil Grafik Tegangan Normal vs Tegangan Geser DST Software



Gambar 4.19. Hasil Grafik Tegangan Normal vs Tegangan Geser DST Software

4.5.3. Triaxial Unconsolidated Undrained Test

4.5.3.1. Perhitungan Manual *Triaxial Unconsolidated Undrained Test* (Buku *Soil Properties Testing, Measurement, and Evaluation*, Cheng Liu dan Jack B.Evett, halaman 349).

Data spesimen :

- Diameter spesimen benda uji = 2,5 inci
- Tinggi mula – mula spesimen benda uji = 5,82 inci
- Berat spesimen benda uji = 920,20 gram

Data Kadar air

- Berat tanah basah dan wadah = 939,92 gram
- Berat tanah kering dan wadah = 811,07 gram
- Berat wadah = 48,62 gram

Data uji tekan

- Angka kalibrasi pembacaan ring = 6000 lb/inchi
- Tekanan Sel = 10 psi

Tabel 4.6. Data Pembacaan Percobaan *Triaxial UU Test*

Pembacaan Deformasi ΔH (inci)	Pembacaan Ring (inci)
0	0
0.005	0.0012
0.01	0.0025
0.015	0.0037
0.02	0.0053
0.025	0.0066
0.05	0.014
0.075	0.0201
0.1	0.256
0.125	0.0294
0.15	0.0321
0.175	0.0337
0.2	0.0331
0.225	0.0305

Analisa hasil data laboratorium diatas sehingga didapatkan nilai kuat tekan bebas dan kohesinya !

Penyelesaian

- ✓ Luas alas mula – mula :

$$A_o = \frac{\pi \cdot D_o^2}{4} = \frac{\pi \cdot (2,5)^2}{4} = 4,91 \text{ inci}^2$$

- ✓ Volume mula – mula :

$$(A_o) \cdot (H_o) = (4,91) \cdot (5,98) = 28,58 \text{ inci}^3$$

- ✓ Berat Jenis dalam keadaan basah :

$$\gamma_{wet} = \frac{920,20}{28,58} = 32,197 \text{ gram/inci}^3$$

Perhitungan Data Kadar Air :

- ✓ Berat Air : $939,92 - 811,07 = 128,85 \text{ gram}$
- ✓ Berat Tanah Kering : $811,07 - 48,62 = 762,45 \text{ gram}$
- ✓ Kadar air :

$$w = \frac{939,92 - 811,07}{811,07 - 48,62} \times 100\% = 16,9\%$$

- ✓ Berat Jenis dalam keadaan kering :

$$\gamma_{dry} = \frac{\gamma_{wet}}{w+100} \times 100 = \frac{32,197}{16,9+100} \times 100 = 27,542 \text{ gram/inci}^3$$

- ✓ Perhitungan pembacaan uji tekan :

Tabel 4.7. Data Hasil Perhitungan Percobaan *Triaxial UU Test*

Pembacaan Deformasi ΔH (inci)	Regangan Axial (inci/inci)	Area Terkoreksi (inci ²)	Pembacaan Ring (inci)	Beban Axial (lb)	Beban Per Luas (psi)
0	0.0000	4.91	0	0	0.0
0.005	0.0009	4.91	0.0012	7.2	1.5
0.01	0.0017	4.92	0.0025	15	3.0
0.015	0.0026	4.92	0.0037	22.2	4.5
0.02	0.0034	4.93	0.0053	31.8	6.5
0.025	0.0043	4.93	0.0066	39.6	8.0
0.05	0.0086	4.95	0.014	84	17.0
0.075	0.0129	4.97	0.0201	120.6	24.2
0.1	0.0172	5.00	0.256	1536	307.5
0.125	0.0215	5.02	0.0294	176.4	35.2
0.15	0.0258	5.04	0.0321	192.6	38.2
0.175	0.0301	5.06	0.0337	202.2	39.9
0.2	0.0344	5.08	0.0331	198.6	39.1
0.225	0.0387	5.11	0.0305	183	35.8

- ✓ Tegangan Minor

Tegangan Minor (σ_3) = Tegangan Sel

$$\sigma_3 = 10 \text{ psi}$$

- ✓ Tegangan Runtuh

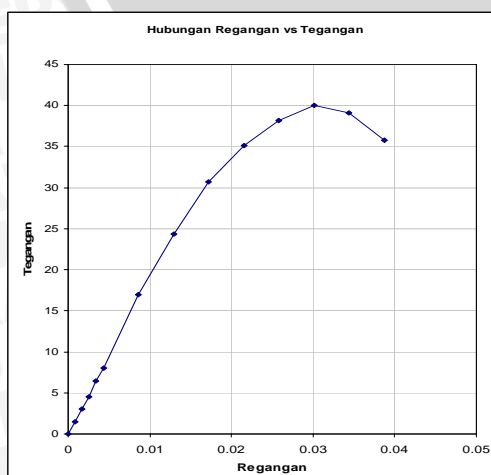
Tegangan runtuh dipilih dari nilai terbesar pembacaan uji tekan

$$\Delta p = 39,9 \text{ psi} = 40 \text{ psi}$$

- ✓ Tegangan Mayor

$$\text{Tegangan Minor } (\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta p) = 10 + 40 = 50 \text{ psi}$$

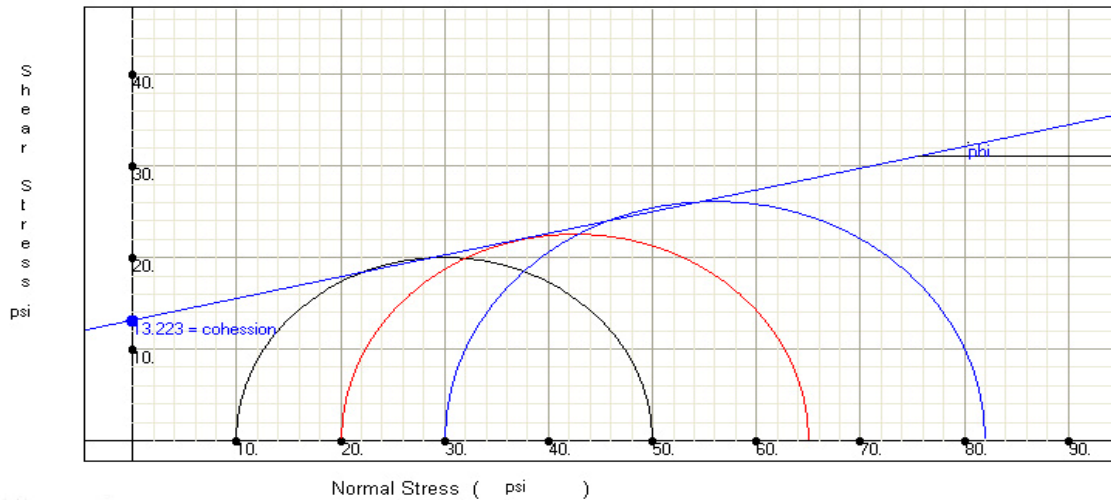
- ✓ Grafik Unit Strain vs Load Per Area



Gambar 4.20. Grafik Tegangan ~ Regangan *Triaxial UU Test*

- Untuk tiap spesimen diperlakukan perhitungan dengan metode yang sama sehingga didapatkan nilai – nilai Tegangan Minor, Tegangan Mayor dan Tegangan runtuh yang bervariasi tiap spesimen. Setiap nilai – nilai hasil perhitungan data hasil uji tekan diplotkan kedalam grafik Mohr

✓ Grafik Mohr



Gambar 4.21. Grafik Lingkaran Mohr Hasil Perhitungan

- ✓ Langkah penyelesaian pencarian secara Manual nilai sudut geser (ϕ) dan cohesi (c).

1. Tiap masing – masing lingkaran dicari nilai ϕ (ϕ) dan c .

Adapun persamaannya adalah :

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) + 2c \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

- Lingkaran I & Lingkaran II

$$\sigma_1(2) = \sigma_3(2) \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) + 2c \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\sigma_1(1) = \sigma_3(1) \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) + 2c \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$\sigma_1(2) - \sigma_1(1) = (\sigma_3(2) - \sigma_3(1)) \left(\tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \right)$$

$$\text{jadi } \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) = \frac{\sigma_1(2) - \sigma_1(1)}{\sigma_3(2) - \sigma_3(1)}$$

$$\tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) = \sqrt{\frac{\sigma_1(2) - \sigma_1(1)}{\sigma_3(2) - \sigma_3(1)}}$$

$$45^\circ + \frac{\phi}{2} = \arctan \sqrt{\frac{\sigma_1(2) - \sigma_1(1)}{\sigma_3(2) - \sigma_3(1)}}$$

$$\phi = 2 \left(\left(\arctan \sqrt{\frac{\sigma_1(2) - \sigma_1(1)}{\sigma_3(2) - \sigma_3(1)}} \right) - 45^\circ \right)$$

$$\phi(1,2) = 2 \left(\left(\arctan \sqrt{\frac{65 - 50}{20 - 10}} \right) - 45^\circ \right)$$

$$\phi(1,2) = 11,72^\circ$$

$$\sigma_1(2) = \sigma_3(2) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi(1,2)}{2} \right) + 2c(1,2) \tan \left(45^\circ + \frac{\phi(1,2)}{2} \right)$$

$$65 = 20 \tan^2 \left(45^\circ + \frac{11,7243}{2} \right) + 2c(1,2) \tan \left(45^\circ + \frac{11,7243}{2} \right)$$

$$c(1,2) = 14,1894 \text{ psi}$$

➤ Demikian juga untuk Lingkaran I & III → $\phi(1,3)$ & $c(1,3)$

➤ Demikian juga untuk Lingkaran II & III → $\phi(2,3)$ & $c(2,3)$

2. Nilai – nilai ϕ dan c tersebut dijumlahkan dan dibagi dengan banyaknya jumlah nilai ϕ dan c tersebut.

$$\phi = \frac{\phi(1,2) + \phi(1,3) + \phi(2,3)}{3}$$

$$c = \frac{c(1,2) + c(1,3) + c(2,3)}{3}$$

$$\phi = \frac{11,325^\circ + 12,65^\circ + 13,91^\circ}{3}$$

$$\phi = 12,6283^\circ$$

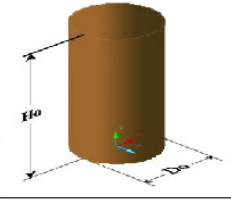
$$c = \frac{14,189 + 13,74 + 12,67}{3}$$

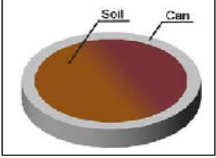
$$c = 13,533 \text{ psi}$$

4.5.3.2. Perhitungan TRX UU Software

Untuk contoh perhitungan TRX Software disini hanya diambil contoh hasil perhitungan spesimen pertama. **Gambar 4.22** adalah hasil perhitungan TRX Software

Specimen Values

Diameter Of Specimen (Do) (inc)	<input type="text" value="2.5"/>		Mass Of Wet Soil + Can (lbs)	<input type="text" value="939.92"/>
Initial Height Of Specimen (Ho) (inc)	<input type="text" value="5.82"/>		Mass Of Dry Soil + Can (lbs)	<input type="text" value="811.07"/>
Mass Of Specimen (lbs)	<input type="text" value="920.20"/>		Mass Of Can (lbs)	<input type="text" value="48.62"/>
Initial Area Specimen (inc ²)	<input type="text" value="4.9062"/>		Mass of water (lbs)	<input type="text" value="128.85"/>
Height to Diameter ratio	<input type="text" value="2.328"/>		Mass of dry soil (lbs)	<input type="text" value="762.45"/>
Volume Sampel (Vo) (inc ³)	<input type="text" value="28.5544"/>		Water Content (%)	<input type="text" value="0.169"/>
Wet Density (lbs/inc ³)	<input type="text" value="32.2262"/>		Dry Density (lbs/inc ³)	<input type="text" value="32.1719"/>



Device Reading

Cell Pressure (psi)	<input type="text" value="10"/>
Rate Of Axial Strain (inc/min)	<input type="text" value="0.02"/>
Proving Ring Calibration (lbs/inc)	<input type="text" value="6000"/>

Dial Reading

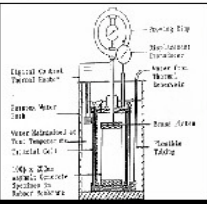
No	Deformation Dial(dH) inc	Proving Ring Dial inc	Axial Strain inc/inc	Cross Sec.Area inc ²	Applied Axial Load lbs	Load Per Area psi
1	0	0	0	4.9062	0	0
2	0.005	0.0012	0.0009	4.9105	7.2	1.4663
3	0.01	0.0025	0.0017	4.9147	15	3.0521
4	0.015	0.0037	0.0026	4.9189	22.2	4.5132
5	0.02	0.0053	0.0034	4.9232	31.8	6.4593
6	0.025	0.0066	0.0043	4.9274	39.6	8.0367
7	0.05	0.014	0.0086	4.9488	84	16.9739
8	0.075	0.0201	0.0129	4.9703	120.6	24.2641
9	0.1	0.0256	0.0172	4.992	153.6	30.7691
10	0.125	0.0294	0.0215	5.0139	176.4	35.1819
11	0.15	0.0321	0.0258	5.036	192.6	38.2443
12	0.175	0.0337	0.0301	5.0583	202.2	39.9735
13	0.2	0.0331	0.0344	5.0808	198.6	39.088
14	0.225	0.0305	0.0387	5.1036	183	35.8574


Minor Principal Test (psi)	<input type="text" value="10"/>
Deviator Stress (psi)	<input type="text" value="39.9735"/>
Major Principal Test (psi)	<input type="text" value="49.9735"/>

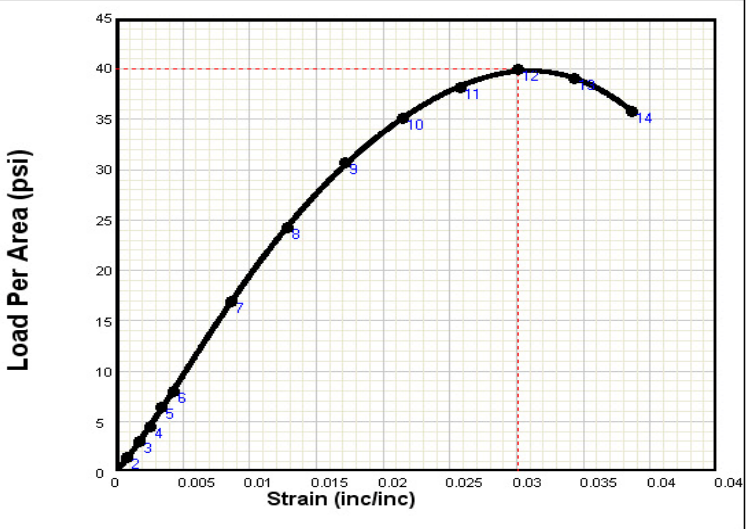
Dial Calculation

Click To Enlarge Picture Order :

Equation : $299864393048.874 X6 + -38287501113.2001 X5 + 1854652108.2466 X4 + -40424751.4304 X3 + 278585.7608 X2 + 3407.0924 X + -0.4801$

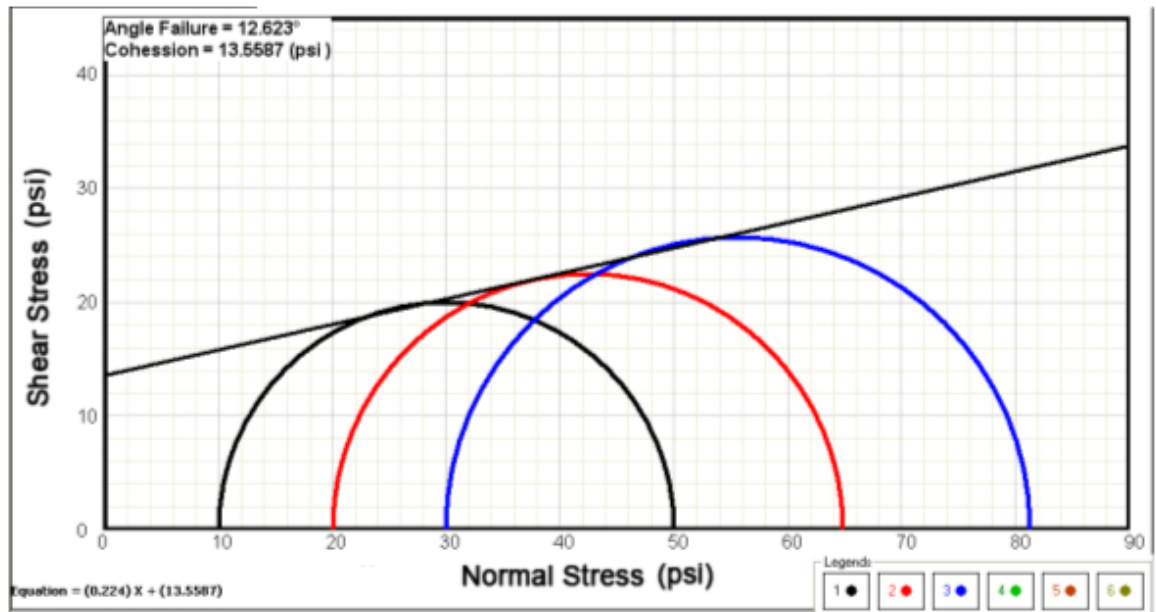






Gambar 4.22 . Hasil Perhitungan TRX Software

➤ Hasil Grafik Lingkaran Mohr TRX Software



Gambar 4.23. Hasil Grafik Lingkaran Mohr TRX Software

4.5.4. Perbandingan Hasil Akhir Perhitungan

Untuk mengetahui tingkat validitas suatu program dalam menganalisa suatu perhitungan maka dilakukan perbandingan nilai hasil akhir dari perhitungan manual dengan perhitungan komputer. Berikut ini adalah tabel perbandingan hasil perhitungan manual dengan perhitungan dengan menggunakan program komputer.

Tabel 4.8. Verifikasi hasil perhitungan manual dengan program komputer

Unconfined Test	Manual	UCT Software	%
Qu	27.29	27.3045	0.0531048
Kohesi	13.645	13.6522	0.0527388
Direct Shear Test	Manual	DST Software	%
Sudut Geser	27.9862	27.9682	0.0643588
Kohesi	8.4912	8.4913	0.0011777
Triaxial UU Test	Manual	TRX Software	%
Sudut Geser	12.6283	12.623	0.0419868
Kohesi	13.533	13.5587	0.1895462

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan akhir dengan adanya program analisa ini adalah dapat menambah efektifitas kerja dalam menganalisa suatu kasus perhitungan di bidang Teknik Sipil khususnya pada analisa hasil percobaan laboratorium mengenai kuat geser tanah. Keuntungan bagi pengguna program analisa ini dapat dilihat dari sisi ketelitian hasil akhir perhitungan, efisiensi waktu dalam menganalisa, kebebasan dalam penentuan metode kegagalan garis geser dan kebebasan dalam penyimpanan hasil perhitungan dalam bentuk file komputer maupun hasil *print out* di kertas.

Jika dilihat dari sisi ketelitian, nilai akhir atau nilai *output* dari hasil perhitungan program dapat mencapai ketelitian hingga 8 angka dibelakang koma. Selain itu, pengguna program dapat lebih leluasa memilih tingkat ketelitian dari hasil nilai akhir atau nilai *output* dari program dari fitur opsi yang disediakan. Pada lampiran halaman 90, tabel 4.8 dapat dilihat perbandingan hasil akhir perhitungan antara manual dengan program yang telah dibuat. Perbedaan hasil akhir perhitungan didapatkan karena tingkat ketelitian komputer sangat tinggi terutama untuk pengoperasian perhitungan antar bilangan cacah. Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa perbedaan nilai hasil akhir tidak terlalu jauh antara perhitungan manual dengan komputer. Dengan demikian program analisa tersebut layak untuk dijalankan untuk melakukan analisa data percobaan kuat geser yang lain.

Untuk tampilan program analisa ini dibuat sedemikian rupa sehingga pengguna dapat merasa *familiar* dengan tombol – tombol dan menu yang disediakan sehingga pengguna dapat cepat beradaptasi dalam penggunaan program.

Pada analisa grafik kegagalan geser baik itu *Triaxial*, *Direct Shear* maupun *Unconfined*, pengguna diberikan kebebasan dalam melakukan analisa kegagalan geser dengan tersedianya beberapa metode yang ditawarkan oleh program. Penawaran metode – metode tersebut dimaksudkan untuk mengantisipasi data yang tidak akurat atau tidak sesuai dengan teori kegagalan geser yang ada. Dengan kebebasan tersebut, pengguna dapat memberikan *engineering judgment* terhadap hasil dari percobaan uji kuat geser tanah yang nantinya akan didapatkan hasil akhir berupa sudut geser tanah dan kohesi.

5.2. Saran

Dalam penggunaan program ini, *user* disarankan telah mengerti dasar-dasar analisa data percobaan kuat geser tanah di laboratorium. Hal ini guna memudahkan *user* dalam memberikan penilaian terhadap hasil *output* program.

Tak ada gading yang tak retak, begitu pula program yang dibuat masih belum sempurna. Kekurangan-kekurangan yang ada antara lain adalah program ini masih terbatas untuk perhitungan *Unconfined Compression Test*, *Direct Shear Test* dan *Triaxial Unconsolidated Undrained Test*. Selain itu juga, untuk benar – benar menjamin keakuratan hasil akhir perhitungan program maka verifikasi harus dilakukan berulang kali dengan data yang berbeda – beda sehingga titik kelemahan program berupa kesalahan logika yang tidak terdeteksi dapat diperbaiki. Selanjutnya, pengembangan dan penciptaan dilakukan setahap demi setahap untuk memperoleh kesempurnaan dari suatu program analisa. Untuk jangka panjang, logika bahasa program yang telah dipelajari dapat dimanfaatkan kembali untuk membuat program – program di bidang Teknik Sipil yang lain di kemudian hari.

Yang terakhir semoga program analisa data percobaan kekuatan geser tanah ini dapat bermanfaat bagi kalangan Teknik Sipil baik profesional maupun mahasiswa untuk menganalisa hasil data percobaan *Unconfined Compression Test*, *Direct Shear Test* maupun *Triaxial Unconsolidated Undrained Test*.



DAFTAR PUSTAKA

Liu, Cheng dan Evett , Jack B. 2003. *Soil Properties Testing, Measurement, and Evaluation*. New Jersey : Prentice Hall.

Anonim. 2002. *American Society of Testing and Materials*.

Joseph E.Bowles.1986. *Analisi Dan Desain Pondasi* . Jakarta : Erlangga.

Dewobroto, Wiryanto. 2004. *Aplikasi Sain dan Teknik dengan Visual Basic 6.0*. Jakarta: Elex Media Komputindo.

Dewobroto, Wiryanto. 2005. *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan Visual Basic 6.0*. Jakarta: Elex Media Komputindo.

Millspough, Anita. 2001. *Programming With Visual Basic 6.0* : NewYork. McGrawHill

Das, Braja M. 1992. *Mekanika Tanah I* : Jakarata . Erlangga



LAMPIRAN I . *Listing Bahasa Pemrograman Visual Basic*

➤ SUB DECLARATIONS

```
Public Declare Function CreateFont Lib _
"gd32" Alias "CreateFontA" (ByVal _
Height As Long, ByVal Width As Long, _
ByVal Escapement As Long, ByVal _
Orientation As Long, ByVal Weight _
As Long, ByVal Italic As Long, ByVal _
Underline As Long, ByVal StrikeOut As _
Long, ByVal CharSet As Long, ByVal _
OutputPrecision As Long, ByVal _
ClipPrecision As Long, ByVal Quality _
As Long, ByVal PitchAndFamily As _
Long, ByVal Face As String) As Long
```

```
Public Declare Function SelectObject _
Lib "gdi32" (ByVal hdc As Long, ByVal _
hObject As Long) As Long
```

```
Public Declare Function DeleteObject _
Lib "gdi32" (ByVal hObject As Long) As Long
```

```
Public Const FW_BOLD = 700
Public Const FW_NORMAL = 400
Public Const ANSI_CHARSET = 0
Public Const OUT_DEFAULT_PRECIS = 0
Public Const CLIP_DEFAULT_PRECIS = 0
Public Const PROOF_QUALITY = 2
Public Const DEFAULT_PITCH = 0
Public Const FF_DONTCARE = 0
```

```
Public Const sbg_Zero = 1E-100
```

```
Public Matriks(30, 30), Matriks2(30), x(30)
Public dimensi As Integer
Public Singular As Boolean
Public kuadrat(30), kuadrat2(30)
```

```
Public Tebal, TebalTitik, Desimal, Maximum
Public ZoomSize As Single
Public LolosPemeriksaan As Boolean
Public JT, baris, kolom, FileTerpilih, Warna(6), CekLama
```

```
Public PhiDummy(6, 6), CDummy(6, 6), PhiAwal(6, 6), CAwal(6, 6)
```

```
Public b1, Cohession, Phi, Ykanan, teta, gradien, Data, Y2Intercept
Public KoefX(6, 9), nPointAxisY(6), DivineY(6), nPointAxisX(6), DivineX(6), AxisXMax(6), AxisYMax(6)
Public OutputNPointX, OutputDivineX, OutputMaximumX, OutputAxisXMax
Public OutputNPointY, OutputDivineY, OutputMaximumY, OutputAxisYMax, Langkah
Public OutputNPointX2, OutputDivineX2, OutputMaximumX2, OutputAxisXMax2
Public OutputNPointY2, OutputDivineY2, OutputMaximumY2, OutputAxisYMax2
```

```
Public Specimen(10, 10, 4, 6) As Boolean
Public Combination(10, 10, 4, 15) As Boolean
Public Metode(10, 10, 4)
Public CombinationAngle(6, 6), CombinationCohession(6, 6), CombinationNumber
Public PointX(6), PointY(6)
Public CombinationAngleZero(6)
```


Public ProjectTitle(10), JPoint(10), Variabel1(9), Variabel2(9), ActivePage, ManyFile
 Public SampelNo(10, 10), Proyek(10, 10), Bor(10, 10), Kedalaman(10, 10), Lokasi(10, 10), Tanggal(10, 10),
 Tanah(10, 10), Penguji(10, 10), JnsTest(10, 10)
 Public JS(10, 10, 5)
 Public d(10, 10, 4, 6), h(10, 10, 4, 6), m(10, 10, 4, 6), mw(10, 10, 4, 6), md(10, 10, 4, 6), mc(10, 10, 4, 6),
 cl(10, 10, 4, 6), n(10, 10, 4, 6), Cell(10, 10, 4, 6), Rate(10, 10, 4, 6), Consolidation(10, 10, 4, 6),
 HConsolidation(10, 10, 4, 6), Order(10, 10, 4, 6), LoadFactor(10, 10, 4, 6)
 Public beratair(6)
 Public berattanahkering(6)
 Public ratio(6)
 Public Ao(6)
 Public Vo(6)
 Public gammadry(6)
 Public kadarair(6)
 Public gammawet(6)
 Public A(6, 50)
 Public P(6, 50)
 Public tegangan(6, 50)
 Public regangan(6, 50)
 Public dH(10, 10, 4, 6, 50)
 Public Ring(10, 10, 4, 6, 50)
 Public No(10, 10, 4, 6, 50)

Public UnitDmnsi(10, 10, 5)
 Public UnitBr(10, 10, 5)
 Public UnitRead(10, 10, 5)
 Public UnitPress(10, 10, 5)
 Public UnitStress(10, 10, 5)
 Public Unit(10, 10, 5), UnitSet(10, 10, 5)
 Public DimensiLama, DimensiBaru
 Public BeratLama, BeratBaru
 Public PressureLama, PressureBaru
 Public ReadingLama, ReadingBaru
 Public PengaliDimensi, PengaliBerat, PengaliPressure, PengaliReading, Pengali(10)

Public Qu(6), RegMax(6), RegTerkanan(6)
 Public CQu(6), Sensitivity, MaximumStress, MaximumStrain

Public dV(10, 10, 4, 6, 50), Deformation(6, 50)
 Public NStress(6), GeserMax(6), dHMax(6)

Public Minor(6)
 Public Mayor(6)
 Public Deviator(6)
 Public Teta1(6), Teta3(6), dP(6)
 Public Pn(10, 10, 4, 6)

➤ **SUB FUNCTION NA,NB,NC,ND**

Public Function NA()
 NA = Val(FormProject.CmbProject.ListIndex) + 1
 End Function
 Public Function NB()
 NB = Val(FormProject.TabPoint.Tab) + 1
 End Function
 Public Function NC()
 NC = Val(FormProject.CmbTest.ListIndex) + 1
 End Function
 Public Function ND()
 ND = Val(FormTest.MainTab.Tab) + 1
 End Function

➤ SUB FUNCTION PENGALI UNIT

Public Function Pengali1()

Variabel1(1) = 1

Variabel1(2) = 4.448222

Variabel1(3) = 0.4535924

Variabel1(4) = 224.8089

Variabel1(5) = 1000

Variabel1(6) = 101.9716

Variabel1(7) = 2.204623

Variabel1(8) = 9.80665

Variabel1(9) = 1

nomor = 0

For i = 0 To 2

For j = 0 To 2

nomor = nomor + 1

If FormSatuan.CmbReading.ListIndex = i And FormSatuan.CmbStress.ListIndex = j Then Pengali1 =

Variabel1(nomor)

Next j

Next i

End Function

Public Function Pengali2()

Variabel2(1) = 1

Variabel2(2) = 0.0254

Variabel2(3) = 2.54

Variabel2(4) = 0.3937008

Variabel2(5) = 0.01

Variabel2(6) = 1

Variabel2(7) = 0.03936996

Variabel2(8) = 0.001

Variabel2(9) = 0.1

nomor = 0

For i = 0 To 2

For j = 0 To 2

nomor = nomor + 1

If FormSatuan.CmbDimension.ListIndex = i And FormSatuan.CmbStress.ListIndex = j Then Pengali2 =

Variabel2(nomor)

Next j

Next i

End Function

Public Function Pengali3()

Variabel2(1) = 1

Variabel2(2) = 6894.757

Variabel2(3) = 0.07030696

Variabel2(4) = 0.0001450377

Variabel2(5) = 1

Variabel2(6) = 0.00001019716

Variabel2(7) = 14.22334

Variabel2(8) = 98066.5

Variabel2(9) = 1

nomor = 0

For i = 0 To 2

For j = 0 To 2

nomor = nomor + 1

If FormSatuan.CmbPressure.ListIndex = i And FormSatuan.CmbStress.ListIndex = j Then Pengali3 =

Variabel2(nomor)

Next j

Next i

End Function

Public Function Pengali4()

Variabel2(1) = 0.4535924

Variabel2(2) = 0.001

For i = 0 To 1



```
If FormSatuan.CmbWeight.ListIndex = i Then Pengali4 = Variabel2(i + 1)
Next i
End Function
```

```
Public Function Pengali5()
Variabel2(1) = 0.0254
Variabel2(2) = 0.01
Variabel2(3) = 0.001
For i = 0 To 2
If FormSatuan.CmbDimension.ListIndex = i Then Pengali5 = Variabel2(i + 1)
Next i
End Function
```

➤ SUB UNIT CONVERT

```
Public Sub UnitConverter()
```

```
Pengali(1) = 1 'inc to inc
Pengali(2) = 2.54 'inc to cm
Pengali(3) = 25.4 'inc to mm
```

```
Pengali(4) = 1 / 2.54 'cm to inc
Pengali(5) = 1 'cm to cm
Pengali(6) = 10 'cm to mm
```

```
Pengali(7) = 0.1 / 2.54 'mm to inc
Pengali(8) = 0.1 'mm to cm
Pengali(9) = 1 'mm to mm
nomor = 0
For i = 0 To 2
For j = 0 To 2
nomor = nomor + 1
If DimensiLama = i And DimensiBaru = j Then PengaliDimensi = Pengali(nomor)
Next j
Next i
```

```
Pengali(1) = 1 'lbs to lbs
Pengali(2) = 453.5924 'lbs to gr
```

```
Pengali(3) = 0.0022046 'gr to lbs
Pengali(4) = 1 'gr to gr
```

```
nomor = 0
For i = 0 To 1
For j = 0 To 1
nomor = nomor + 1
If BeratLama = i And BeratBaru = j Then PengaliBerat = Pengali(nomor)
Next j
Next i
```

```
Pengali(1) = 1 'psi to psi
Pengali(2) = 6894.757 'psi to pa
Pengali(3) = 0.07030696 'psi to kg/cm
```

```
Pengali(4) = 0.0001450377 'pa to psi
Pengali(5) = 1 'pa to pa
Pengali(6) = 0.00001019716 'pa to kg/cm
```

```
Pengali(7) = 14.22334 'kg/cm to psi
Pengali(8) = 98066.5 'kg/cm to pa
Pengali(9) = 1 'kg/cm to kg/cm
nomor = 0
For i = 0 To 2
For j = 0 To 2
nomor = nomor + 1
If PressureLama = i And PressureBaru = j Then PengaliPressure = Pengali(nomor)
```


Next j
Next i

Pengali(1) = 1 'lbs to lbs
Pengali(2) = 0.004448222 'lbs to KN
Pengali(3) = 0.4535924 'lbs to kg

Pengali(4) = 224.8089 'KN to lbs
Pengali(5) = 1 'KN to KN
Pengali(6) = 101.9716 'KN to kg

Pengali(7) = 2.204623 'kg to lbs
Pengali(8) = 0.00980665 'kg to KN
Pengali(9) = 1 'kg to kg
nomor = 0

For i = 0 To 2
For j = 0 To 2

nomor = nomor + 1

If ReadingLama = i And ReadingBaru = j Then PengaliReading = Pengali(nomor)

Next j
Next i

For i = 1 To 6

d(NA, NB, NC, i) = d(NA, NB, NC, i) * PengaliDimensi

h(NA, NB, NC, i) = h(NA, NB, NC, i) * PengaliDimensi

m(NA, NB, NC, i) = m(NA, NB, NC, i) * PengaliBerat

mw(NA, NB, NC, i) = mw(NA, NB, NC, i) * PengaliBerat

md(NA, NB, NC, i) = md(NA, NB, NC, i) * PengaliBerat

mc(NA, NB, NC, i) = mc(NA, NB, NC, i) * PengaliBerat

cl(NA, NB, NC, i) = cl(NA, NB, NC, i) * PengaliReading / PengaliDimensi

If NC = 3 Then Cell(NA, NB, NC, i) = Cell(NA, NB, NC, i) * PengaliPressure

If NC = 4 Then HConsolidation(NA, NB, NC, i) = HConsolidation(NA, NB, NC, i) * PengaliDimensi

If NC = 4 Then Consolidation(NA, NB, NC, i) = Consolidation(NA, NB, NC, i) * PengaliPressure

If NC = 2 Then

Pn(NA, NB, NC, i) = Pn(NA, NB, NC, i) * PengaliReading

If NC = 4 Then

If NC = 3 Then

If NC = 2 Then

Rate(NA, NB, NC, i) = Rate(NA, NB, NC, i) * PengaliDimensi

End If

End If

End If

Else

End If

Next i

For i = 1 To 6

For j = 1 To 50

dH(NA, NB, NC, i, j) = dH(NA, NB, NC, i, j) * PengaliDimensi

Ring(NA, NB, NC, i, j) = Ring(NA, NB, NC, i, j) * PengaliDimensi

dV(NA, NB, NC, i, j) = dV(NA, NB, NC, i, j) * PengaliDimensi

Pore(NA, NB, NC, i, j) = Pore(NA, NB, NC, i, j) * PengaliPressure

Next j

Next i

End Sub

➤ SUB PERHITUNGAN UNCONFINED

Public Sub CalculateAllUCT()

Screen.MousePointer = vbHourglass

On Error Resume Next

ClearanceOutput

For j = 1 To JS(NA, NB, NC)

```
FormDraw.PicGraph.Cls
FormDraw.PicFrame.Cls
```

```
Ao(j) = d(NA, NB, NC, j) * d(NA, NB, NC, j) * 0.25 * 3.14
ratio(j) = h(NA, NB, NC, j) / d(NA, NB, NC, j)
Vo(j) = Ao(j) * h(NA, NB, NC, j)
gammawet(j) = m(NA, NB, NC, j) / Vo(j)
kadarair(j) = (mw(NA, NB, NC, j) - md(NA, NB, NC, j)) / (md(NA, NB, NC, j) - mc(NA, NB, NC, j))
gammadry(j) = (gammawet(j) / (kadarair(j) + 100)) * 100
beratair(j) = mw(NA, NB, NC, j) - md(NA, NB, NC, j)
berattanhkering(j) = md(NA, NB, NC, j) - mc(NA, NB, NC, j)
```

```
For i = 1 To n(NA, NB, NC, j)
  regangan(j, i) = dH(NA, NB, NC, j, i) / h(NA, NB, NC, j)
  A(j, i) = Ao(j) / (1 - regangan(j, i))
  P(j, i) = Ring(NA, NB, NC, j, i) * cl(NA, NB, NC, j)
  tegangan(j, i) = (P(j, i) * Pengali1) / (A(j, i) * (Pengali2 ^ 2))
Next i
```

```
Call NonLinierEquation(regangan, tegangan, n(NA, NB, NC, j), j, Order(NA, NB, NC, j) + 2, KoefX,
RegMax(j), Qu(j))
```

```
RegTerkanan(j) = 0
For i = 1 To n(NA, NB, NC, j)
  If RegTerkanan(j) < regangan(j, i) Then RegTerkanan(j) = regangan(j, i)
Next i
If Maximum = 0 Then
  Qu(j) = 0
  For i = 1 To n(NA, NB, NC, j)
    If Qu(j) < tegangan(j, i) Then
      Qu(j) = tegangan(j, i)
      RegMax(j) = regangan(j, i)
    End If
  Next i
Elseif Maximum = 1 Then
  Qu(j) = Qu(j)
  RegMax(j) = RegMax(j)
Else
  End If
CQu(j) = Qu(j) / 2
```

```
If Qu(j) > 0 And RegTerkanan(j) > 0 Then
  Call PropertiesAxis(nPointAxisX(j), DivineX(j), RegTerkanan(j), AxisXMax(j))
  Call PropertiesAxis(nPointAxisY(j), DivineY(j), Qu(j), AxisYMax(j))
  Call DrawAxis(FormDraw.PicGraph, AxisXMax(j), AxisYMax(j), DivineX(j), DivineY(j))
  Call NonLinierGraphic(FormDraw.PicGraph, RegTerkanan(j), AxisXMax(j), AxisYMax(j), KoefX, j, RegMax(j),
  Qu(j), regangan, tegangan, n(NA, NB, NC, j))
  Call DrawFrameY(FormDraw.PicFrame, FormDraw.PicGraph, FormDraw.LblSmb1, FormDraw.LblJdl1,
  nPointAxisY(j), DivineY(j), "Load Per Area (" & FormSatuan.CmbStress.Text & ")")
  Call DrawFrameX(FormDraw.PicFrame, FormDraw.PicGraph, FormDraw.LblSmb1, FormDraw.LblJdl1,
  nPointAxisX(j), DivineX(j), "Strain (" & FormSatuan.CmbDimension.Text & "/" &
  FormSatuan.CmbDimension.Text & ")")
  FormTest.PicSpecimen(j).PaintPicture FormDraw.PicFrame.Image, 0, 0
  FormTest.PicSpecimen(j).PaintPicture FormDraw.PicGraph.Image, FormDraw.PicGraph.Left,
  FormDraw.PicGraph.Top
  Elseif Qu(j) <= 0 Or RegTerkanan(j) <= 0 Then
  End If
Next j
```

```
Sensitivity = Qu(1) / Qu(2)
MaximumStrain = 0
MaximumStress = 0
For i = 1 To JS(NA, NB, NC)
  If MaximumStress < Qu(i) Then MaximumStress = Qu(i)
  If MaximumStrain < RegTerkanan(i) Then MaximumStrain = RegTerkanan(i)
```


Next i

```

Call PropertiesAxis(OutputNPointX, OutputDivineX, MaximumStrain, OutputAxisXMax)
Call PropertiesAxis(OutputNPointY, OutputDivineY, MaximumStress, OutputAxisYMax)
Call DrawAxis(FormTest.GbrGrafik, OutputAxisXMax, OutputAxisYMax, OutputDivineX, OutputDivineY)
For i = 1 To JS(NA, NB, NC)
If Qu(i) > 0 And RegTerkanan(i) > 0 Then
Call NonLinierGraphic(FormTest.GbrGrafik, RegTerkanan(i), OutputAxisXMax, OutputAxisYMax, KoefX, i,
RegMax(i), Qu(i), regangan, tegangan, n(NA, NB, NC, i))
Call DrawFrameY(FormTest.PicFrame, FormTest.GbrGrafik, FormTest.LblSmb, FormTest.LblJdl,
OutputNPointY, OutputDivineY, "Load Per Area (" & FormSatuan.CmbStress.Text & ")")
Call DrawFrameX(FormTest.PicFrame, FormTest.GbrGrafik, FormTest.LblSmb, FormTest.LblJdl,
OutputNPointX, OutputDivineX, "Strain (" & FormSatuan.CmbDimension.Text & "/" &
FormSatuan.CmbDimension.Text & ")")
Elseif Qu(i) <= 0 Or RegTerkanan(i) <= 0 Then
End If
Next i
FormTest.CmdCalculate.Caption = "Done"
FormTest.CmdCalculate.BackColor = vbButtonFace
MainForm.mnuview.Enabled = True
Screen.MousePointer = vbDefault
End Sub

```

➤ SUB PERHITUNGAN DIRECT SHEAR

```

Public Sub CalculateAIIDST()
Screen.MousePointer = vbHourglass
On Error Resume Next
ClearenceOutput

For j = 1 To JS(NA, NB, NC)
FormDraw.PicGraph.Cls
FormDraw.PicFrame.Cls

Ao(j) = d(NA, NB, NC, j) * d(NA, NB, NC, j) * 0.25 * 3.14
ratio(j) = h(NA, NB, NC, j) / d(NA, NB, NC, j)
Vo(j) = Ao(j) * h(NA, NB, NC, j)
gammawet(j) = m(NA, NB, NC, j) / Vo(j)
kadarair(j) = (mw(NA, NB, NC, j) - md(NA, NB, NC, j)) / (md(NA, NB, NC, j) - mc(NA, NB, NC, j))
gammadry(j) = (gammawet(j) / (kadarair(j) + 100)) * 100
beratair(j) = mw(NA, NB, NC, j) - md(NA, NB, NC, j)
berattanahkering(j) = md(NA, NB, NC, j) - mc(NA, NB, NC, j)
NStress(j) = Pn(NA, NB, NC, j) * LoadFactor(NA, NB, NC, j) * Pengali1 / (Ao(j) * (Pengali2 ^ 2))

For i = 1 To n(NA, NB, NC, j)
Deformation(j, i) = dH(NA, NB, NC, j, i)
P(j, i) = Ring(NA, NB, NC, j, i) * cl(NA, NB, NC, j)
tegangan(j, i) = (P(j, i) * Pengali1) / (Ao(j) * (Pengali2 ^ 2))
Next i

Call NonLinierEquation(Deformation, tegangan, n(NA, NB, NC, j), j, Order(NA, NB, NC, j) + 2, KoefX,
dHMax(j), GeserMax(j))

RegTerkanan(j) = 0
For i = 1 To n(NA, NB, NC, j)
If RegTerkanan(j) < Deformation(j, i) Then RegTerkanan(j) = Deformation(j, i)
Next i

If Maximum = 0 Then
GeserMax(j) = 0
For i = 1 To n(NA, NB, NC, j)
If GeserMax(j) < tegangan(j, i) Then
GeserMax(j) = tegangan(j, i)
dHMax(j) = Deformation(j, i)
End If

```



```

Next i
Elsef Maximum = 1 Then
  GeserMax(j) = GeserMax(j)
  dHMax(j) = dHMax(j)
Else
End If

```

```

FormDraw.PicGraph.Cls
FormDraw.PicFrame.Cls
Call PropertiesAxis(nPointAxisX(j), DivineX(j), RegTerkanan(j), AxisXMax(j))
Call PropertiesAxis(nPointAxisY(j), DivineY(j), GeserMax(j), AxisYMax(j))
Call DrawAxis(FormDraw.PicGraph, AxisXMax(j), AxisYMax(j), DivineY(j))
Call NonLinierGraphic(FormDraw.PicGraph, RegTerkanan(j), AxisXMax(j), AxisYMax(j), KoefX, j, dHMax(j),
GeserMax(j), Deformation, tegangan, n(NA, NB, NC, j))
Call DrawFrameY(FormDraw.PicFrame, FormDraw.PicGraph, FormDraw.LblSmb1, FormDraw.LblJdl1,
nPointAxisY(j), DivineY(j), "Load Per Area (" & FormSatuan.CmbStress.Text & ")")
Call DrawFrameX(FormDraw.PicFrame, FormDraw.PicGraph, FormDraw.LblSmb1, FormDraw.LblJdl1,
nPointAxisX(j), DivineX(j), "Horizontal Deformation (" & FormSatuan.CmbDimension.Text & ")")
FormTest.PicSpecimen(j).PaintPicture FormDraw.PicFrame.Image, 0, 0
FormTest.PicSpecimen(j).PaintPicture FormDraw.PicGraph.Image, FormDraw.PicGraph.Left,
FormDraw.PicGraph.Top
Elsef GeserMax(j) <= 0 Or RegTerkanan(j) <= 0 Then
End If
Next j

```

```

OutputMaximumX = 0
For i = 1 To JS(NA, NB, NC)
If OutputMaximumX < NStress(i) Then OutputMaximumX = NStress(i)
Next i

```

```

OutputMaximumY = 0
For i = 1 To JS(NA, NB, NC)
If OutputMaximumY < GeserMax(i) Then OutputMaximumY = GeserMax(i)
Next i

```

```
stnghxmax = OutputMaximumX / 2
```

```

If stnghxmax <= OutputMaximumY Then
OutputMaximumX = OutputMaximumY * 2
OutputMaximumY = OutputMaximumY
Else
OutputMaximumX = OutputMaximumX
OutputMaximumY = OutputMaximumX / 2
End If

```

```

With FormTest
If Metode(NA, NB, NC) = 1 Then .OptAverage.Value = True
If Metode(NA, NB, NC) = 2 Then .OptRegression.Value = True
If Metode(NA, NB, NC) = 3 Then .OptZero.Value = True
For i = 1 To JS(NA, NB, NC)
If Specimen(NA, NB, NC, i) = True Then .Cek(i).Value = 1
If Specimen(NA, NB, NC, i) = False Then .Cek(i).Value = 0
Next i
End With

```

```

FormTest.PicFrame.Cls
FormTest.GbrGrafik.Cls

```

```

Call PropertiesAxis(OutputNPointX, OutputDivineX, OutputMaximumX, OutputAxisXMax)
Call PropertiesAxis(OutputNPointY, OutputDivineY, OutputMaximumY, OutputAxisYMax)
Call DrawAxis(FormTest.GbrGrafik, OutputAxisXMax, OutputAxisYMax, OutputDivineX, OutputDivineY)
Call DrawDSTGraphic(FormTest.GbrGrafik, JS(NA, NB, NC), NStress, GeserMax)
Call DrawFrameY(FormTest.PicFrame, FormTest.GbrGrafik, FormTest.LblSmb, FormTest.LblJdl,
OutputNPointY, OutputDivineY, "Shear Stress (" & FormSatuan.CmbStress.Text & ")")
Call DrawFrameX(FormTest.PicFrame, FormTest.GbrGrafik, FormTest.LblSmb, FormTest.LblJdl,
OutputNPointX, OutputDivineX, "Normal Stress (" & FormSatuan.CmbDimension.Text & ")")

```

```

Call MethodDSTCombinationAngle(NStress, GeserMax, JS(NA, NB, NC), CombinationAngle,
CombinationCohesion, CombinationNumber)
Call MethodDSTRegressionPoint(PointX, PointY, JS(NA, NB, NC), NStress, GeserMax)
Call MethodDSTZero(NStress, GeserMax, JS(NA, NB, NC), CombinationAngleZero)
Call DrawOutputGraphic(FormTest.GbrGrafik, FormTest.FailureLine, FormTest.LblOutput)
Screen.MousePointer = vbDefault
End Sub

```

➤ SUB PERHITUNGAN TRIAXIAL

```

Public Sub CalculateAllTRX()
Screen.MousePointer = vbHourglass
On Error Resume Next
ClearanceOutput
For j = 1 To JS(NA, NB, NC)
Ao(j) = d(NA, NB, NC, j) * d(NA, NB, NC, j) * 0.25 * 3.14
ratio(j) = h(NA, NB, NC, j) / d(NA, NB, NC, j)
Vo(j) = Ao(j) * h(NA, NB, NC, j)
gammawet(j) = m(NA, NB, NC, j) / Vo(j)
kadarair(j) = (mw(NA, NB, NC, j) - md(NA, NB, NC, j)) / (md(NA, NB, NC, j) - mc(NA, NB, NC, j))
gammadry(j) = (gammawet(j) / (kadarair(j) + 100)) * 100
beratair(j) = mw(NA, NB, NC, j) - md(NA, NB, NC, j)
berattanahkering(j) = md(NA, NB, NC, j) - mc(NA, NB, NC, j)

For i = 1 To n(NA, NB, NC, j)
regangan(j, i) = dH(NA, NB, NC, j, i) / h(NA, NB, NC, j)
A(j, i) = Ao(j) / (1 - regangan(j, i))
P(j, i) = Ring(NA, NB, NC, j, i) * cl(NA, NB, NC, j)
tegangan(j, i) = (P(j, i) * Pengali1) / (A(j, i) * (Pengali2 ^ 2))
Next i

Call NonLinierEquation(regangan, tegangan, n(NA, NB, NC, j), j, Order(NA, NB, NC, j) + 2, KoefX,
RegMax(j), Deviator(j))

RegTerkanan(j) = 0
For i = 1 To n(NA, NB, NC, j)
If RegTerkanan(j) < regangan(j, i) Then RegTerkanan(j) = regangan(j, i)
Next i

If DataMaximum = 0 Then
Deviator(j) = 0
For i = 1 To n(NA, NB, NC, j)
If Deviator(j) < tegangan(j, i) Then
Deviator(j) = tegangan(j, i)
RegMax(j) = regangan(j, i)
End If
Next i
Elseif DataMaximum = 1 Then
Deviator(j) = Deviator(j)
RegMax(j) = RegMax(j)
Else
End If
Minor(j) = Cell(NA, NB, NC, j) * Pengali3
Mayor(j) = Minor(j) + Deviator(j)

```

```

FormDraw.PicGraph.Cls
FormDraw.PicFrame.Cls
Call PropertiesAxis(nPointAxisX(j), DivineX(j), regangan(j, n(NA, NB, NC, j)), AxisXMax(j))
Call PropertiesAxis(nPointAxisY(j), DivineY(j), Deviator(j), AxisYMax(j))
Call DrawAxis(FormDraw.PicGraph, AxisXMax(j), AxisYMax(j), DivineX(j), DivineY(j))
Call NonLinierGraphic(FormDraw.PicGraph, regangan(j, n(NA, NB, NC, j)), AxisXMax(j), AxisYMax(j), KoefX,
j, RegMax(j), Deviator(j), regangan, tegangan, n(NA, NB, NC, j))
Call DrawFrameY(FormDraw.PicFrame, FormDraw.PicGraph, FormDraw.LblSmb1, FormDraw.LblJdl1,
nPointAxisY(j), DivineY(j), "Load Per Area (" & FormSatuan.CmbStress.Text & ")")

```



```

Call DrawFrameX(FormDraw.PicFrame, FormDraw.PicGraph, FormDraw.LblSmb1, FormDraw.LblJdl1,
nPointAxisX(j), DivineX(j), "Strain (" & FormSatuan.CmbDimension.Text & "/" &
FormSatuan.CmbDimension.Text & ")")
FormTest.PicSpecimen(j).PaintPicture FormDraw.PicFrame.Image, 0, 0
FormTest.PicSpecimen(j).PaintPicture FormDraw.PicGraph.Image, FormDraw.PicGraph.Left,
FormDraw.PicGraph.Top
ElseIf Deviator(j) <= 0 Or RegTerkanan(j) <= 0 Then
End If
Next j

```

```

OutputMaximumX = 0
For i = 1 To JS(NA, NB, NC)
If OutputMaximumX < Mayor(i) Then OutputMaximumX = Mayor(i)
Next i

```

```

With FormTest
If Metode(NA, NB, NC) = 1 Then .OptAverage.Value = True
If Metode(NA, NB, NC) = 2 Then .OptRegression.Value = True
If Metode(NA, NB, NC) = 3 Then .OptZero.Value = True
For i = 1 To JS(NA, NB, NC)
If Specimen(NA, NB, NC, i) = True Then .Cek(i).Value = 1
If Specimen(NA, NB, NC, i) = False Then .Cek(i).Value = 0
Next i
End With

```

```

FormTest.PicFrame.Cls
FormTest.GbrGrafik.Cls

```

```

Call PropertiesAxis(OutputNPointX, OutputDivineX, OutputMaximumX, OutputAxisXMax)
OutputAxisYMax = OutputAxisXMax / 2
OutputNPointY = OutputNPointX / 2
OutputDivineY = OutputDivineX
Call DrawAxis(FormTest.GbrGrafik, OutputAxisXMax, OutputAxisYMax, OutputDivineX, OutputDivineY)
Call DrawTRXGraphic(FormTest.GbrGrafik, JS(NA, NB, NC), Mayor, Minor, Deviator)
Call DrawFrameY(FormTest.PicFrame, FormTest.GbrGrafik, FormTest.LblSmb, FormTest.LblJdl,
OutputNPointY, OutputDivineY, "Load Per Area (" & FormSatuan.CmbStress.Text & ")")
Call DrawFrameX(FormTest.PicFrame, FormTest.GbrGrafik, FormTest.LblSmb, FormTest.LblJdl,
OutputNPointX, OutputDivineX, "Horizontal Deformation Dial (" & FormSatuan.CmbDimension.Text & ")")
Call MethodTRXCombinationAngle(Mayor, Minor, JS(NA, NB, NC), CombinationAngle, CombinationCohesion,
CombinationNumber)
Call MethodTRXRegressionPoint(PointX, PointY, JS(NA, NB, NC), Deviator, Minor)
Call MethodTRXZero(Mayor, Minor, JS(NA, NB, NC), CombinationAngleZero)
Call DrawOutputGraphic(FormTest.GbrGrafik, FormTest.FailureLine, FormTest.LblOutput)
Screen.MousePointer = vbDefault
End Sub

```

➤ SUB METODE NON LINIER

```

Public Sub NonLinierEquation(KordinatX, KordinatY, JumlahData, DataKe, level, KoefisienX, DataXMax,
DataYMax)
Dim XRightPoint As Double
On Error Resume Next

```

```

For i = 1 To 14
x(i) = 0
Next i

```

```

pangkat = level * 2
Row = level + 1
dimensi = Row

```

```

XRightPoint = 0
For i = 1 To JumlahData
If KordinatX(DataKe, i) > XRightPoint Then XRightPoint = KordinatX(DataKe, i)
Next i

```



```

For i = 1 To pangkat
kuadrat(i) = 0
For j = 1 To JumlahData
kuadrat(i) = kuadrat(i) + (KordinatX(DataKe, j) ^ i)
Next j
Next i

For i = 1 To Row
kuadrat2(i) = 0
For j = 1 To JumlahData
kuadrat2(i) = kuadrat2(i) + ((KordinatY(DataKe, j)) * (KordinatX(DataKe, j) ^ (i - 1)))
Next j
Next i

kuadrat(0) = JumlahData
For i = 1 To Row
For j = 1 To Row
Matriks(i, j) = kuadrat(i + j - 2)
Matriks(1, 1) = JumlahData
Next j
Next i

For i = 1 To Row
Matriks2(i) = kuadrat2(i)
Next i

Eliminasi
If Singular Then
Exit Sub
Else
SubstitusiBalik
End If
For i = 1 To 8
KoefisienX(DataKe, i) = x(i)
Next i
If XRightPoint <= 0 Then Exit Sub
Dim NoData As Double
DataXMax = 0
DataYMax = 0
For NoData = 0 To XRightPoint Step XRightPoint * 0.001
NilaiX = NoData
NilaiY = (x(14) * (NoData ^ 13)) + (x(13) * (NoData ^ 12)) + (x(12) * (NoData ^ 11)) + (x(11) * (NoData ^
10)) + (x(10) * (NoData ^ 9)) + (x(9) * (NoData ^ 8)) + (x(8) * (NoData ^ 7)) + (x(7) * (NoData ^ 6)) + (x(6) *
(NoData ^ 5)) + (x(5) * (NoData ^ 4)) + (x(4) * (NoData ^ 3)) + (x(3) * (NoData ^ 2)) + (x(2) * NoData) + x(1)
If NilaiY > DataYMax Then
DataYMax = NilaiY
DataXMax = NilaiX
Else
End If
Next NoData
End Sub
*****
Public Sub Atur_Persamaan(i)
I = i
For k = i + 1 To dimensi
If Abs(Matriks(k, i)) > Abs(Matriks(I, i)) Then I = k
Next k
If Abs(Matriks(I, i)) <= sbg_Zero Then
Singular = True
Elseif i <> I Then
For j = 1 To dimensi
Swap Matriks(i, j), Matriks(I, j)
Next j
Swap Matriks2(i), Matriks2(I)
End If
End Sub
*****

```

```
Public Sub SubtitusiBalik()
For i = dimensi To 1 Step -1
s = Matriks2(i)
For j = i + 1 To dimensi
s = s - Matriks(i, j) * x(j)
Next j
x(i) = s / Matriks(i, i)
Next i
End Sub
*****
```

```
Public Sub Eliminasi()
Singular = False
i = 1
Do
Atur_Persamaan i
If Not Singular Then
For k = i + 1 To dimensi
faktorpengali = Matriks(k, i) / Matriks(i, i)
For j = i + 1 To dimensi
Matriks(k, j) = Matriks(k, j) - faktorpengali * Matriks(i, j)
Next j
Matriks2(k) = Matriks2(k) - faktorpengali * Matriks2(i)
Matriks(k, i) = 0
Next k
i = i + 1
End If
Loop Until (i = dimensi) Or Singular
If Not Singular Then
Singular = Abs(Matriks(dimensi, dimensi)) <= sbg_Zero
End If
End Sub
*****
```

```
Public Sub Swap(i, j)
Temp = i
i = j
j = Temp
End Sub
```

➤ **SUB KOMBINASI SUDUT DIRECT SHEAR**

```
Public Sub MethodDSTCombinationAngle(TitikX, TitikY, JumlahTitik, KombinasiSudut, KombinasiIntersep,
JumlahKombinasi)
Dim ArcTanPhi(6, 6)
JumlahKombinasi = 0
For i = 1 To JumlahTitik - 1
For j = i + 1 To JumlahTitik
ArcTanPhi(i, j) = (TitikY(j) - TitikY(i)) / (TitikX(j) - TitikX(i))
KombinasiSudut(i, j) = (Atn(ArcTanPhi(i, j))) * 180 / (22 / 7)
KombinasiIntersep(i, j) = TitikY(i) - (ArcTanPhi(i, j) * TitikX(i))
JumlahKombinasi = JumlahKombinasi + 1
Next j
Next i
End Sub
*****
```

```
Public Sub MethodDSTRegressionPoint(TitikX, TitikY, JumlahTitik, JariJari, Teta3)
For i = 1 To JumlahTitik
TitikX(i) = JariJari(i)
TitikY(i) = Teta3(i)
Next i
End Sub
*****
```

```
Public Sub MethodDSTZero(TitikX, TitikY, JumlahTitik, SudutKombinasiNol)
Dim ArcTanPhi(6)
For i = 1 To JumlahTitik
ArcTanPhi(i) = TitikY(i) / TitikX(i)
SudutKombinasiNol(i) = (Atn(ArcTanPhi(i))) * 180 / (22 / 7)
Next i
End Sub
```



```
Next i
End Sub
```

➤ SUB KOMBINASI SUDUT TRIAXIAL

```
Public Sub MethodTRXCombinationAngle(Teta1, Teta3, JumlahTitik, KombinasiSudut, KombinasiIntersep,
JumlahKombinasi)
Dim ArcTanPhi(6, 6)
JumlahKombinasi = 0
For i = 1 To JumlahTitik - 1
For j = i + 1 To JumlahTitik
ArcTanPhi(i, j) = ((Teta1(j) - Teta1(i)) / (Teta3(j) - Teta3(i))) ^ 0.5
KombinasiSudut(i, j) = 2 * (((Atn(ArcTanPhi(i, j))) * 180 / (22 / 7)) - 45)
KombinasiIntersep(i, j) = (Teta1(i) - (Teta3(i) * (ArcTanPhi(i, j) ^ 2))) / (2 * ArcTanPhi(i, j))
JumlahKombinasi = JumlahKombinasi + 1
Next j
Next i
End Sub
```

```
*****
Public Sub MethodTRXRegressionPoint(TitikX, TitikY, JumlahTitik, JariJari, Teta3)
For i = 1 To JumlahTitik
TitikX(i) = (Teta3(i) + (JariJari(i) / 2))
TitikY(i) = JariJari(i) / 2
Next i
End Sub
```

```
*****
Public Sub MethodTRXZero(Teta1, Teta3, JumlahTitik, SudutKombinasiNol)
Dim ArcTanPhi(6)
For i = 1 To JumlahTitik
ArcTanPhi(i) = (Teta1(i) / Teta3(i)) ^ 0.5
SudutKombinasiNol(i) = 2 * (((Atn(ArcTanPhi(i))) * 180 / (22 / 7)) - 45)
Next i
End Sub
```

➤ SUB PENGGAMBARAN GRAFIK

```
Public Sub DrawFrameX(LayarGrafik As PictureBox, FrameGrafik As PictureBox, LabelSumbu As Label,
LabelJudul As Label, JmlTitikSumbu, Pembagi, NamaLabel As String)
LabelSumbu.Caption = OutputAxisXMax
jarakselang = FrameGrafik.Width / (JmlTitikSumbu)
jaraktambah = FrameGrafik.Left - (0.5 * LabelSumbu.Width)
With LayarGrafik
.FontSize = LabelSumbu.FontSize
.Font = LabelSumbu.Font
.FontBold = False
.ForeColor = vbBlack
For i = 1 To JmlTitikSumbu + 1
LabelSumbu.Caption = (i - 1) * Pembagi
.CurrentY = FrameGrafik.Top + FrameGrafik.Height + (LayarGrafik.Height * 0.0014)
.CurrentX = (FrameGrafik.Left - (0.5 * LabelSumbu.Width)) + ((i - 1) * jarakselang)
LayarGrafik.Print (i - 1) * Pembagi
Next i
.FontSize = LabelJudul.FontSize
.Font = LabelJudul.Font
.FontBold = True
.CurrentY = LayarGrafik.Height * 0.92
.CurrentX = FrameGrafik.Left + FrameGrafik.Width - (0.75 * FrameGrafik.Width)
LayarGrafik.Print NamaLabel
End With
End Sub
```

```
*****
Public Sub DrawFrameY(LayarGrafik As PictureBox, FrameGrafik As PictureBox, LabelSumbu As Label,
LabelJudul As Label, JmlTitikSumbu, Pembagi, NamaLabel As String)
jarakselang = FrameGrafik.Height / (JmlTitikSumbu)
jaraktambah = FrameGrafik.Top + FrameGrafik.Height - (0.5 * LabelSumbu.Height)
With LayarGrafik
```



```

.FontSize = LabelSumbu.FontSize
.Font = LabelSumbu.Font
.FontBold = False
.ForeColor = vbBlack
For i = 1 To JmlTitikSumbu + 1
LabelSumbu.Caption = (i - 1) * Pembagi
.CurrentX = FrameGrafik.Left - LabelSumbu.Width - (FrameGrafik.Width * 0.01)
.CurrentY = jaraktambah - ((i - 1) * jarakselang)
LayarGrafik.Print (i - 1) * Pembagi
Next i
.FontSize = LabelJudul.FontSize
.Font = LabelJudul.Font
.FontBold = True
Call dotext(LayarGrafik, LayarGrafik.Font, NamaLabel, "90", 0.7 * LayarGrafik.Height, 0.005 *
LayarGrafik.Width)
End With
End Sub
*****
Public Sub DrawAxis(LayarGrafik As PictureBox, TitikXMaksimum, TitikYMaksimum, PembagiX, PembagiY)
LayarGrafik.Scale (0, TitikYMaksimum)-(TitikXMaksimum, 0)
LayarGrafik.Cls
With LayarGrafik
.DrawWidth = 1
.DrawStyle = 0
GridKecilY = PembagiY / 5
If PembagiY = 0 Then Exit Sub
If PembagiX = 0 Then Exit Sub
For i = 0 To TitikYMaksimum Step GridKecilY
LayarGrafik.Line (0, i)-(TitikXMaksimum, i), RGB(236, 233, 216)
Next i
.DrawWidth = 1
For i = 0 To TitikYMaksimum Step PembagiY
LayarGrafik.Line (0, i)-(TitikXMaksimum, i), RGB(200, 200, 200)
Next i
End With
With LayarGrafik
.DrawWidth = 1
.DrawStyle = 0
GridKecilX = PembagiX / 5
For i = 0 To TitikXMaksimum Step GridKecilX
LayarGrafik.Line (i, 0)-(i, TitikYMaksimum), RGB(236, 233, 216)
Next i
.DrawWidth = 1
For i = 0 To TitikXMaksimum Step PembagiX
LayarGrafik.Line (i, 0)-(i, TitikYMaksimum), RGB(200, 200, 200)
Next i
End With
LayarGrafik.DrawWidth = 5
LayarGrafik.ForeColor = vbBlack
LayarGrafik.Line (0, 0)-(TitikXMaksimum, 0)
LayarGrafik.Line (TitikXMaksimum, 0)-(TitikXMaksimum, TitikYMaksimum)
LayarGrafik.Line (TitikXMaksimum, TitikYMaksimum)-(0, TitikYMaksimum)
LayarGrafik.Line (0, TitikYMaksimum)-(0, 0)
End Sub
*****
Public Sub PropertiesAxis(JmlTitikSb, Pembagi, NilaiMaximum, BatasPinggir)
For i = -20 To 20
JmlTitikSb = Round(NilaiMaximum / (1 * (10 ^ (i)))) + 1
If JmlTitikSb < 10 Then
Pembagi = 1 * (10 ^ (i))
BatasPinggir = Pembagi * JmlTitikSb
Exit Sub
End If
JmlTitikSb = Round(NilaiMaximum / (2 * (10 ^ (i)))) + 1
If JmlTitikSb < 10 Then
Pembagi = 2 * (10 ^ (i))
BatasPinggir = Pembagi * JmlTitikSb

```

```

Exit Sub
End If
JmlTitikSb = Round(NilaiMaximum / (5 * (10 ^ (i)))) + 1
If JmlTitikSb < 10 Then
Pembagi = 5 * (10 ^ (i))
BatasPinggir = Pembagi * JmlTitikSb
Exit Sub
End If
Next i
End Sub
*****

Public Sub MethodAverageAngle(KombinasiSudut, KombinasiIntersep, JumlahTitik, Sampel, SudutRerata,
KohesiRerata, YPinggir, XPinggir)
Dim SudutAnalisa(20), CohesiAnalisa(20)
Data = 0
For i = 1 To JumlahTitik - 1
For j = i + 1 To JumlahTitik
If Specimen(NA, NB, NC, i) = True And Specimen(NA, NB, NC, j) = True Then
Data = Data + 1
SudutAnalisa(Data) = KombinasiSudut(i, j)
CohesiAnalisa(Data) = KombinasiIntersep(i, j)
Elseif Specimen(NA, NB, NC, i) = False Or Specimen(NA, NB, NC, j) = False Then
Data = Data
Else
End If
Next j
Next i

BanyakData = Data
JumlahCohesiTotal = 0
JumlahSudutTotal = 0
For i = 1 To BanyakData
JumlahCohesiTotal = JumlahCohesiTotal + CohesiAnalisa(i)
JumlahSudutTotal = JumlahSudutTotal + SudutAnalisa(i)
Next i
SudutRerata = JumlahSudutTotal / BanyakData
KohesiRerata = JumlahCohesiTotal / BanyakData
YPinggir = KohesiRerata + XPinggir * (Tan(SudutRerata * (22 / 7) / 180))
End Sub
*****

Public Sub MethodRegression(TitikX, TitikY, JumlahTitik, Sampel, SudutRegresi, KohesiRegresi, YPinggir,
XPinggir)
On Error Resume Next
Dim TitikXAnalisa(6), TitikYAnalisa(6)
JmlDataAnalisa = 0
For i = 1 To JumlahTitik
If Specimen(NA, NB, NC, i) = True Then
JmlDataAnalisa = JmlDataAnalisa + 1
TitikXAnalisa(JmlDataAnalisa) = TitikX(i)
TitikYAnalisa(JmlDataAnalisa) = TitikY(i)
Elseif Specimen(NA, NB, NC, i) = False Then
JmlDataAnalisa = JmlDataAnalisa
Else
End If
Next i

sigmaY = 0
For i = 1 To JmlDataAnalisa
sigmaY = sigmaY + TitikYAnalisa(i)
Next i

sigmaX = 0
For i = 1 To JmlDataAnalisa
sigmaX = sigmaX + TitikXAnalisa(i)
Next i

yrata = sigmaY / JmlDataAnalisa
xrata = sigmaX / JmlDataAnalisa

```



```

sigmaXY = 0
For i = 1 To JmlDataAnalisa
sigmaXY = sigmaXY + (TitikXAnalisa(i) * TitikYAnalisa(i))
Next i

```

```

sigmaX2 = 0
For i = 1 To JmlDataAnalisa
sigmaX2 = sigmaX2 + (TitikXAnalisa(i) ^ 2)
Next i

```

```

If sigmaX = 0 Or sigmaY = 0 Then Exit Sub

```

```

b1 = (sigmaXY - ((sigmaX * sigmaY) / JmlDataAnalisa)) / (sigmaX2 - ((sigmaX ^ 2) / JmlDataAnalisa))
KohesiRegresi = yrata + (b1 * (-xrata))
teta = Atn(b1)
SudutRegresi = teta * 180 / (22 / 7)
YPinggir = (XPinggir * b1) + KohesiRegresi
End Sub

```

```

End Sub

```

```

*****

```

```

Public Sub MethodTroughZero(KombinasiSudutNol, JumlahTitik, Sampel, SudutRerataNol, Nol, YPinggir,
XPinggir)

```

```

Dim SudutAnalisa(20)

```

```

Data = 0

```

```

For i = 1 To JumlahTitik

```

```

If Specimen(NA, NB, NC, i) = True Then

```

```

Data = Data + 1

```

```

SudutAnalisa(Data) = KombinasiSudutNol(i)

```

```

Elseif Specimen(NA, NB, NC, i) = False Then

```

```

Data = Data

```

```

Else

```

```

End If

```

```

Next i

```

```

BanyakData = Data

```

```

JumlahCohesiTotal = 0

```

```

JumlahSudutTotal = 0

```

```

For i = 1 To BanyakData

```

```

JumlahSudutTotal = JumlahSudutTotal + SudutAnalisa(i)

```

```

Next i

```

```

SudutRerataNol = JumlahSudutTotal / BanyakData

```

```

Nol = 0

```

```

YPinggir = XPinggir * (Tan(SudutRerataNol * (22 / 7) / 180))

```

```

End Sub

```

```

*****

```

```

Public Sub MethodCombination(KombinasiSudut, KombinasiIntersep, JumlahTitik, Sampel, SudutRerata,
KohesiRerata, YPinggir, XPinggir)

```

```

Dim SudutAnalisa(20), CohesiAnalisa(20)

```

```

Data = 0

```

```

NData = 0

```

```

For i = 1 To JumlahTitik - 1

```

```

For j = i + 1 To JumlahTitik

```

```

Data = Data + 1

```

```

If Sampel(NA, NB, NC, Data) = True Then

```

```

NData = NData + 1

```

```

SudutAnalisa(NData) = KombinasiSudut(i, j)

```

```

CohesiAnalisa(NData) = KombinasiIntersep(i, j)

```

```

Elseif Sampel(NA, NB, NC, Data) = False Then

```

```

NData = NData

```

```

Else

```

```

End If

```

```

Next j

```

```

Next i

```

```

BanyakData = NData

```

```

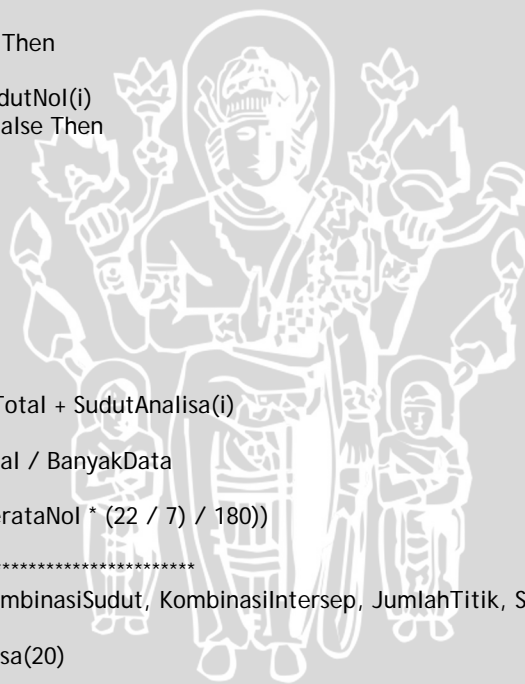
JumlahCohesiTotal = 0

```

```

JumlahSudutTotal = 0

```




```

For i = 1 To BanyakData
JumlahCohesiTotal = JumlahCohesiTotal + CohesiAnalisa(i)
JumlahSudutTotal = JumlahSudutTotal + SudutAnalisa(i)
Next i
If BanyakData = 0 Then Exit Sub
SudutRerata = JumlahSudutTotal / BanyakData
KohesiRerata = JumlahCohesiTotal / BanyakData
YPinggir = KohesiRerata + XPinggir * (Tan(SudutRerata * (22 / 7) / 180))
End Sub
*****

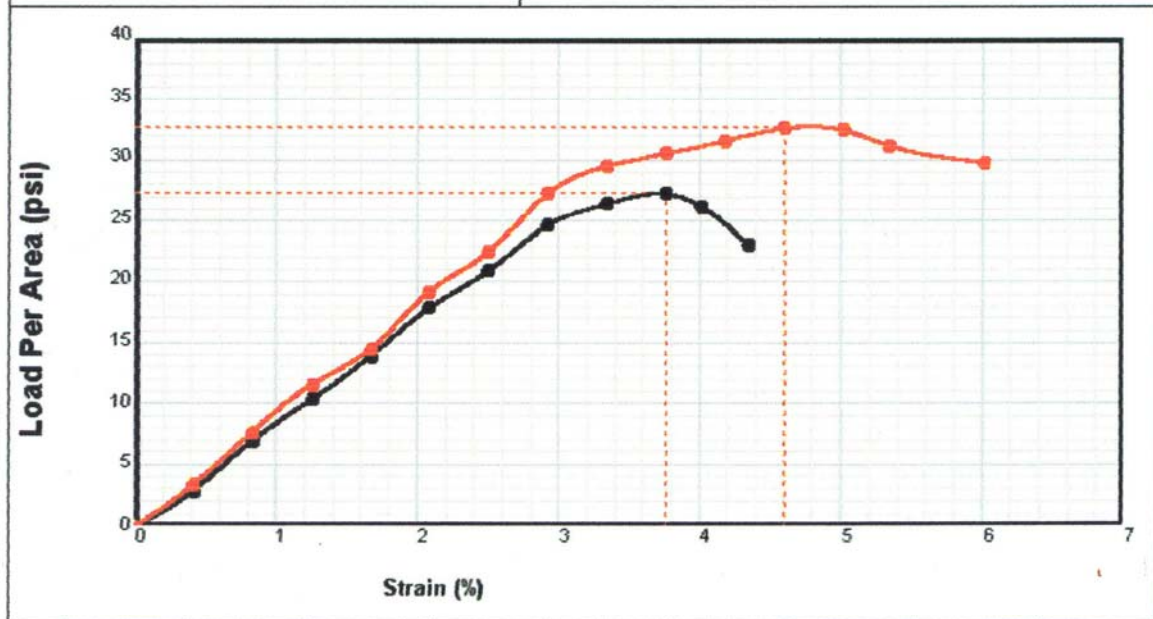
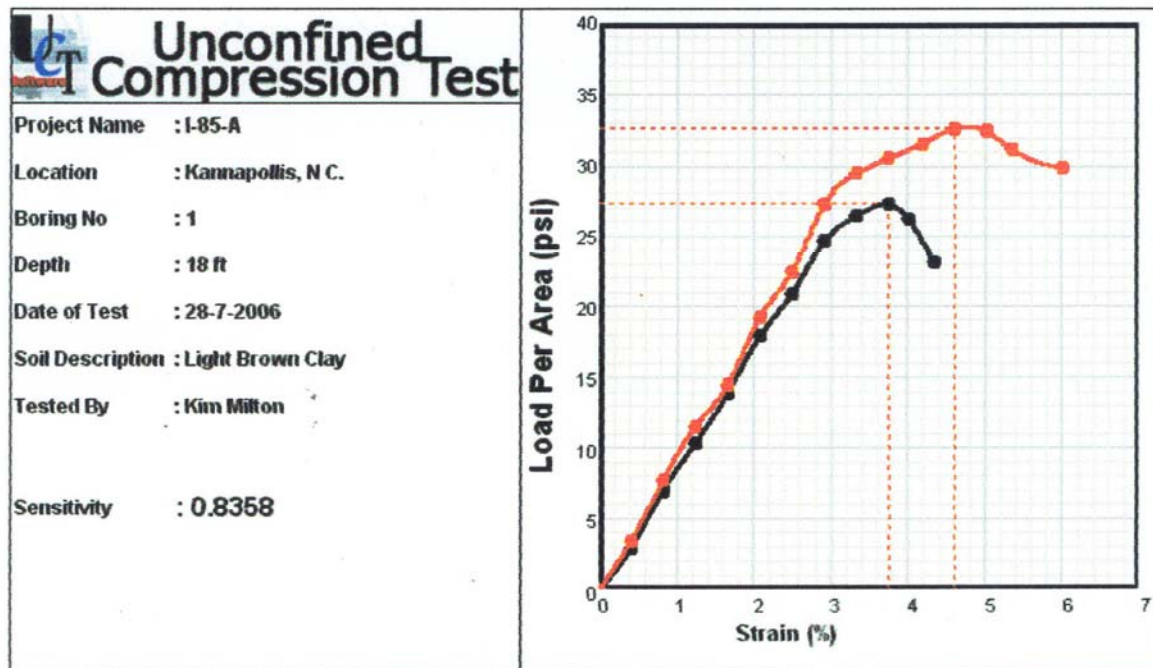
Public Sub DrawDSTGraphic(LayarGrafik As PictureBox, JumlahTitik, TitikX, TitikY)
With LayarGrafik
    .DrawWidth = TebalTitik
For i = 1 To JumlahTitik
    LayarGrafik.PSet (TitikX(i), TitikY(i)), Warna(i)
Next i
End With
End Sub
*****

Public Sub DrawTRXGraphic(LayarGrafik As PictureBox, JumlahTitik, Teta1, Teta3, JariJari)
With LayarGrafik
    .DrawWidth = Tebal
For i = 1 To JumlahTitik
    LayarGrafik.Circle (Teta3(i) + (0.5 * JariJari(i)), 0), 0.5 * JariJari(i), Warna(i), 0, (22 / 7)
Next i
End With
End Sub
*****

Public Sub DrawOutputGraphic(LayarGrafik As PictureBox, Garis As Line, Hasil As Label)
If Metode(NA, NB, NC) = 1 Then Call MethodAverageAngle(CombinationAngle, CombinationCohession, JS(NA,
NB, NC), Specimen, Phi, Cohession, Y2Intercept, OutputAxisXMax)
If Metode(NA, NB, NC) = 2 Then Call MethodRegression(PointX, PointY, JS(NA, NB, NC), Specimen, Phi,
Cohession, Y2Intercept, OutputAxisXMax)
If Metode(NA, NB, NC) = 3 Then Call MethodTroughZero(CombinationAngleZero, JS(NA, NB, NC), Specimen,
Phi, Cohession, Y2Intercept, OutputAxisXMax)
If Metode(NA, NB, NC) = 4 Then Call MethodCombination(CombinationAngle, CombinationCohession, JS(NA,
NB, NC), Combination, Phi, Cohession, Y2Intercept, OutputAxisXMax)
With Garis
.X1 = 0
.Y1 = Cohession
.X2 = OutputAxisXMax * LayarGrafik.Width
.Y2 = Y2Intercept * LayarGrafik.Height / OutputAxisYMax
End With
Hasil.Caption = "Angle Failure = " & Round(Phi, Desimal) & Chr(176) & vbCrLf & _
    "Cohession = " & Round(Cohession, Desimal) & " (" & FormSatuan.CmbStress.Text & ")"
Yselisih = Y2Intercept - Cohession
If Yselisih = 0 Or OutputAxisXMax = 0 Then Exit Sub
gradien = Yselisih / OutputAxisXMax
FormTest.LblEquation.Caption = "Equation = (" & Round(gradien, 4) & ") X + (" & Round(Cohession, 4) & ")"
End Sub

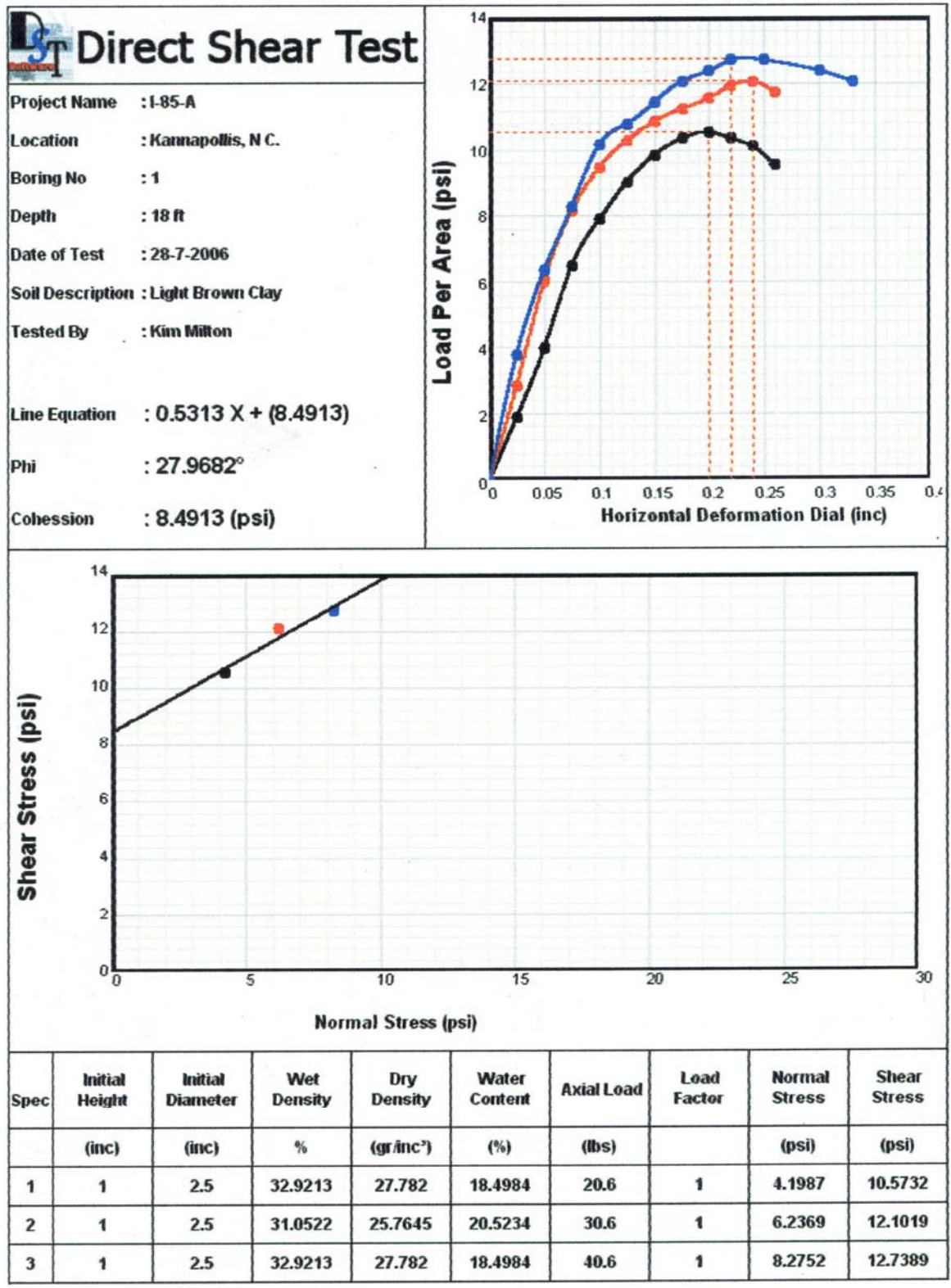
```

LAMPIRAN II . Hasil Print Out UCT Software



Spec	Initial Height	Initial Diameter	Wet Density	Dry Density	Water Content	Strain Ultimate	Q Ultimate	Cohession	Sensitivity
	(inc)	(inc)	%	(gr/inc ³)	(%)	(inc/inc)	(psi)	(psi)	
1	5.98	2.5	33.7942	28.0445	20.5018	4.3478	27.3045	13.6522	0.8358
2	5.98	2.5	33.6527	29.1282	15.5332	6.0201	32.6674	16.3337	0.8358

LAMPIRAN III . Hasil *Print Out* DST Software



LAMPIRAN IV . Hasil Print Out TRX Software

