

# **Kuat Geser Sisa Pada Beberapa Lokasi Longsoran di Jawa Barat dan Jawa Timur Menggunakan Alat Bromhead (Studi Laboratorium)**

**Achmad Novarianda Noor**

**NRP : 0021082**

**Pembimbing : Ir. Theodore F.Najoan., M.Eng.**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA  
BANDUNG**

---

## **ABSTRAK**

Kontribusi pengurangan kuat geser tanah pada lereng alam yang mengalami longsor disebabkan oleh faktor yang dapat berasal dari alam itu sendiri, erat kaitannya dengan kondisi geologi antara lain jenis tanah, tekstur (komposisi) dari pada tanah pembentuk lereng, misalnya sensitivitas sifat-sifat tanah lempung, adanya lapisan tanah shale, pasir lepas, dan bahan organik. Bentuk butiran tanah (bulat, ataupun tajam) berpengaruh terhadap friksi yang terjadi dalam tanah, pelapisan tanah, pengaruh gempa, geomorfologi (kemiringan daerah), iklim, terutama hujan dengan intensitas tinggi atau sedang, dengan durasi yang lama di awal musim hujan, atau menjelang akhir musim hujan, menimbulkan perubahan parameter tanah yang berkaitan dengan pengurangan kuat gesernya.

Dalam tugas akhir ini dilakukan penelitian pada beberapa lokasi di Jawa Barat dan Jawa Timur guna mencari nilai kuat geser sisa dengan memberikan tiga kali pembebanan pada masing-masing sampel tanah. Dari penelitian tersebut dapat dilihat perubahan nilai Sudut Geser ( $\phi$ ) ada penurunan dari tiap-tiap Sudut Geser Puncak ( $\phi_p$ ) ke Sudut Geser Dalam Sisa ( $\phi_r$ ) berkisar antara  $3^\circ$ - $13^\circ$ .

Dari hasil penelitian diperoleh korelasi antara sudut geser dalam sisa ( $\phi_r$ ), dengan persentase kadar lempung ( $\% < 0.005 \text{ mm}$ ) dimana dengan meningkatnya persentase kadar lempung maka harga sudut geser dalam sisa ( $\phi_r$ ) menurun. Hubungan ini dinyatakan dengan beberapa persamaan yang didapatkan dari hasil kurva hubungan antara sudut geser dalam dan kadar lempung ( $\% < 0.005 \text{ mm}$ ). Serta dari hasil pengujian diperoleh suatu korelasi yang baik antara sudut geser dalam sisa ( $\phi_r$ ) dengan persentase indeks plastisnya ( $I_p$ ) dan batas cair ( $w_L$ ) dimana dengan meningkatnya persentase indeks plastisnya ( $I_p$ ) dan batas cair ( $w_L$ ), sudut geser dalam sisa ( $\phi_r$ ) menurun, hubungan ini juga didapatkan dari kurva hubungan antara sudut geser dalam sisa, persentase indeks plastisnya ( $I_p$ ) dan batas cair ( $w_L$ ). Dan grafik *Secant Residual Friction Angle* dan *Liquid Limit*, 2005 dapat dipergunakan sebagai acuan atau pendekatan empiris dalam menentukan besarnya sudut geser dalam sisa ( $\phi_r$ ) yang diperoleh tegangan normal efektif 100 kPa, 400 kPa, dan 700 kPa.

# **Residual Shear Strength using Bromhead Asparatus in some Slide Locations at West and East Java (Laboratorium Study)**

**Achmad Novarianda Noor**

**NRP : 0021082**

**Lecturer : Ir. Theodore F.Najoan., M.Eng.**

**CIVIL ENGINEERING  
MARANATHA CHRISTIAN UNIVERSITY  
BANDUNG**

---

## **ABSTRACT**

Contribution reduction of strength shear land at bevel was slide because of its nature. It depends on the condition of geology such as land, ground type, and composition of land at bevel. The composition of land at this bevel is the sensitivity of clay, the existence of geology's shale, free sand, and the organic materials. The formed land item (circle and/or sharply) has an effect to the lands' friction, the lands' veneering, an earthquake, a geomorphology, and the climate. The climate is especially at the high/medium intensity of rain with long duration that occurred at the beginning/end of the rain season because its change the lands' parameter that related to the reduction of shear strength.

In this final project, the research had been done at several locations at West and East Java to find the residual shear strength due to three times loads on each land sample. The result shows that the value of the angle friction ( $\phi$ ) reduced from each peak of the shear angle ( $\phi_p$ ) to residual deepth of the shear angle ( $\phi_r$ ) at the range  $3^\circ$ - $13^\circ$ .

The result is obtained the correlation between the residual of shear angle ( $\phi_r$ ) and precentage of clay rate ( $\%<0.005\text{mm}$ ). It shows that the precentage of clay rate increase, but the residual of shear angle reduce. This relation is expressed on some equations that yielded from the curve of shear angle and clay rate. The result also shows the good correlation between residual shear angle ( $\phi_r$ ) and precentage of the plastis index ( $I_p$ ) and also limit of liquid ( $w_L$ ). The increasing of both the precentage of the plastis index ( $I_p$ ) and the limit of liquid shows the reducing of the shear angle. This result is obtained from the curve of shear angle, precentage of plastis index ( $I_p$ ) and liquid limit ( $w_L$ ). The curve of the secant residual friction angle and liquid limit of the year 2005 can be utilized as the reference or empirical approach to detemine the value residual of shear angle that can be obtained using the effective normal stresses 100kPa, 400kPa, and 700kPa.

## DAFTAR ISI

	Halaman
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR.....	i
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR.....	ii
ABSTRAK.....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi

### BAB 1 PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang Masalah.....	1
1.2	Tujuan Penelitian.....	3
1.3	Pembatasan Masalah.....	4
1.4	Metode Penelitian .....	4

### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Konsistensi Tanah.....	6
2.2	Klasifikasi Tanah.....	9
2.2.1	Sistim Klasifikasi USCS ( <i>Unified Soils System Clasification</i> ).....	11

2.2.2	Sistim Klasifikasi AASHTO ( <i>American Association of States Highway and Transportaion Official</i> ).....	12
2.3	Kuat Geser Tanah .....	14
2.3.1	Kuat Geser Maksimum ( <i>Peak Strength</i> ) dan Geser Sisa ( <i>Residual Strenth</i> ).....	15
2.3.2	Terkonsolidasi dan Terdrainase ( <i>Type CD</i> ).....	16
2.4	Kuat Geser Sisa Pada Tanah Lempung.....	17
2.5	Beberapa Pendekatan Memperkirakan Sudut Geser Sisa ( $\phi_r$ ).....	19
2.6	Dasar Konsolidasi.....	19
2.7	Asumsi-asumsi Teori Konsolidasi.....	20
2.7.1	Metode Logaritma Waktu.....	21
2.7.2	Metode Akar Waktu.....	23
2.8	Prinsip Uji Bromhead Ring Shear.....	24

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Studi Awal.....	27
3.2	Penentuan Lokasi Penelitian.....	27
3.3	Rencana Kerja.....	29
3.4	Pengujian Sifat Fisik.....	31
3.5	Pengujian Kuat Geser Sisa.....	31

### **BAB 4 PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS**

4.1	Data dan Analisis Pengujian Sifat Fisik.....	42
4.2	Hasil Pengujian Konsolidasi.....	46

4.3	Hasil Pengujian Bromhead Ring Shear.....	59
4.4	Korelasi Antara Sudut Geser Dalam Sisa ( $\phi_r$ ) dengan Kadar Lempung, Indeks Plastis dan Batas Cair.....	67
4.5	Karakteristik Kuat Geser Sisa ( $\tau_r$ ) dan Sudut Dalam Sisa ( $\phi_r$ ).....	71

## **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan .....	74
5.2	Saran.....	77

## **DAFTAR PUSTAKA.....78**

## **LAMPIRAN.....79**

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	=	Luas Benda Uji
c	=	Kohesi
CD	=	Consolidated Drained
CU	=	Consolidated Undrained
$c_v$	=	Koefisien Konsolidasi
e	=	Angka pori
F	=	Gaya Geser
G <sub>s</sub>	=	<i>Spesific Gravity</i> atau Berat Jenis Tanah
H	=	Tinggi Benda Uji
I <sub>p</sub>	=	Indeks Plastisitas
NC	=	Normal Consolidated
OC	=	Over Consolidated
R <sub>50</sub>	=	Besarnya Deformasi pada t <sub>50</sub>
R <sub>100</sub>	=	Besarnya Deformasi pada t <sub>100</sub>
R <sup>2</sup>	=	Koefisien Korelasi
S <sub>r</sub>	=	Derajat Kejenuhan
t <sub>50</sub>	=	Waktu 50 % Konsolidasi
t <sub>90</sub>	=	Waktu 90 % Konsolidasi
t <sub>100</sub>	=	Waktu 100 % Konsolidasi
t <sub>f</sub>	=	Waktu Runtuh Benda Uji
V <sub>s</sub>	=	Volume Butir
V <sub>v</sub>	=	Volume Pori

$w$	=	Kadar Air
$w_L$	=	Batas Cair
$w_n$	=	Kadar Air Rata-rata
$w_p$	=	Batas Plastis
$w_s$	=	Berat Tanah kering
$\phi$	=	Sudut Geser Dalam
$\phi_p$	=	Sudut Geser Dalam Puncak
$\phi_r$	=	Sudut Geser Dalam Residual
$\sigma_n$	=	Tegangan Normal
$\tau_p$	=	Kuat Geser Maksimum
$\tau_r$	=	Kuat Geser Residual
$\gamma_n$	=	Berat Isi di Lapangan
$\gamma_{dry}$	=	Berat Isi Kering
$\omega$	=	Deformasi Geser

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Batas-batas Atterberg.....	7
Gambar 2.2 Kurva Aliran ( <i>flow curve</i> ) Untuk Penentuan Batas Cair.....	8
Gambar 2.3a Contoh Tanah Yang Sedang Digulung.....	9
Gambar 2.3b Contoh Tanah Yang Retak-retak.....	9
Gambar 2.4 Hubungan Kuat geser dan Tegangan normal padaf Kondisi Tegangan efektif.....	16
Gambar 2.5 Pengaruh Konsolidasi dan Pencetakan Ulang Terhadap Kuat Maksimum dan Sisa.....	18
Gambar 2.6 Sudut Geser Sisa ( $\phi_r$ ) dan persentase lempung ( $\% < 0,002 \text{ mm}$ ) dari Skempton.....	18
Gambar 2.7 Metode Logaritma Waktu.....	22
Gambar 2.8 Metode Akar Waktu.....	23
Gambar 2.9 Kurva Tegangan Geser dari Tiga Benda Uji dengan Tegangan Normal yang Berbeda.....	25
Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Contoh Tanah Desa Cijeruk Cadas Pangeran.....	28
Gambar 3.2 Peta Lokasi Pengambilan Contoh Tanah Desa Tugu Cisarua Bogor.....	29
Gambar 3.3 Peta Lokasi Pengambilan Contoh Tanah Daerah Caruban-Ngawi	29
Gambar 3.4 Diagram Alir Rencana Penelitian.....	30
Gambar 3.5 Bagian dari piringan sampel kontainer dan <i>torque arm</i> .....	32
Gambar 3.6 Membuka <i>clamping pin</i> .....	33



Gambar 3.7	Mengangkat Sampel Kontainer.....	34
Gambar 3.8a	Menekan tanah.....	34
Gambar 3.8b	Menumbuk Permukaan Tanah Secara Merata.....	35
Gambar 3.9	Sampel kontainer dan <i>torque arm</i> .....	35
Gambar 3.10	Tampak atas dari pemasangan <i>proving ring</i> .....	36
Gambar 3.11	Tiga <i>Dial Gauge</i> Pembacaan.....	37
Gambar 3.12	Alat Bromhead Ring Shear.....	39
Gambar 3.13	Bromhead Tampak Samping.....	40
Gambar 3.14	Bromhead Potongan A-A'.....	40
Gambar 3.15	Bromhead tampak atas.....	41
Gambar 4.1	Bagan Bagan Plastisitas USCS.....	44
Gambar 4.2	Bagan Plastisitas AASHTO.....	45
Gambar 4.3	Laporan Pengujian Konsolidasi Desa Cijeruk (50 kPa).....	47
Gambar 4.4	Laporan Pengujian Konsolidasi Desa Cijeruk (100 kPa).....	48
Gambar 4.5	Laporan Pengujian Konsolidasi Desa Cijeruk (200 kPa).....	48
Gambar 4.6	Laporan Pengujian Konsolidasi Desa Tugu (50 kPa).....	49
Gambar 4.7	Laporan Pengujian Konsolidasi Desa Tugu (100 kPa).....	50
Gambar 4.8	Laporan Pengujian Konsolidasi Desa Tugu (200 kPa).....	50
Gambar 4.9	Laporan Pengujian Konsolidasi STA 153+900B (50 kPa).....	51
Gambar 4.10	Laporan Pengujian Konsolidasi STA 153+900B (100 kPa).....	52
Gambar 4.11	Laporan Pengujian Konsolidasi STA 153+900B (200 kPa).....	52
Gambar 4.12	Laporan Pengujian Konsolidasi STA 173+400B (50 kPa).....	53
Gambar 4.13	Laporan Pengujian Konsolidasi STA 173+400B (100 kPa).....	54

Gambar 4.14	Laporan Pengujian Konsolidasi STA 173+400B (200 kPa).....	54
Gambar 4.15	Laporan Pengujian Konsolidasi BM.2STA.172+400 (50 kPa).....	55
Gambar 4.16	Laporan Pengujian Konsolidasi BM.2STA.172+400 (100 kPa)....	56
Gambar 4.17	Laporan Pengujian Konsolidasi BM.2STA.172+400 (200 kPa)....	56
Gambar 4.18	Laporan Pengujian Konsolidasi 153+900A (50 kPa).....	57
Gambar 4.19	Laporan Pengujian Konsolidasi 153+900A (100 kPa).....	58
Gambar 4.20	Laporan Pengujian Konsolidasi 153+900A (200 kPa).....	58
Gambar 4.21	Laporan Pengujian Bromhead Ring Shear Desa Cijeruk.....	60
Gambar 4.22	Laporan Pengujian Bromhead Ring Shear Desa Tugu.....	61
Gambar 4.23	Laporan Pengujian Bromhead Ring Shear STA.153+900B.....	62
Gambar 4.24	Laporan Pengujian Bromhead Ring Shear STA.173+400B.....	63
Gambar 4.25	Laporan Pengujian Bromhead Ring Shear BM.2STA.172+400....	64
Gambar 4.26	Laporan Pengujian Bromhead Ring Shear STA.153+900A.....	65
Gambar 4.27	Kurva Korelasi Sudut Geser Dalam Sisa Dengan Kadar Lempung.....	69
Gambar 4.28	Kurva Korelasi Sudut Geser Dalam Sisa Dengan Indeks Plastis.....	70
Gambar 4.29	Kurva Korelasi Sudut Geser Dalam Sisa Dengan Batas Cair.....	71
Gambar 4.30	Kurva Korelasi Sudut Geser Dalam Sisa Dengan Kadar Lempung.....	73

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2-1    Klasifikasi teknis dari tanah.....	10
Tabel 2-2    Sistem klasifikasi menurut USCS.....	12
Tabel 2-3    Klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO.....	13
Tabel 3-1    Kecepatan Pergerakan Motor dan posisi Gear.....	37
Tabel 4-1    Hasil Uji Kadar Air, Berat Jenis dan Batas Cair.....	43
Tabel 4-2    Hasil Uji Batas Cair, Indeks Pastis dan Berat Volume Tanah.....	43
Tabel 4-3    Hasil Uji Lolos # 200 Kadar Lempung (<0.002mm & <0.005mm).....	44
Tabel 4-4    Hasil Penggolongan dan Pengembangan Tanah Dari Pengujian Aterberg Limit.....	45
Tabel 4-5    Penggolongan Tanah Berdasarkan Nilai Indeks Plastisitas.....	46
Tabel 4-6    Potensi Pengembangan Tanah Berdasarkan Indeks Plastisitas.....	46
Tabel 4-7    Hasil Uji Konsolidasi Desa Cijeruk Cadas Pangeran.....	47
Tabel 4-8    Hasil Uji Konsolidasi Desa Tugu Cisarua Bogor.....	49
Tabel 4-9    Hasil Uji Konsolidasi STA.153+900B.....	51
Tabel 4-10   Hasil Uji Konsolidasi STA.173+400B.....	53
Tabel 4-11   Hasil Uji Konsolidasi BM.2STA.172+400.....	55
Tabel 4-12   Hasil Uji Konsolidasi STA.153+900A.....	57
Tabel 4-13   Hasil Uji Bromhead Ring Shear Desa Cijeruk.....	59
Tabel 4-14   Hasil Uji Bromhead Ring Shear Desa Tugu.....	60
Tabel 4-15   Hasil Uji Bromhead Ring Shear STA.153+900B.....	61
Tabel 4-16   Hasil Uji Bromhead Ring Shear STA.173+400B.....	62

Tabel 4-17	Hasil Uji Bromhead Ring Shear BM.2STA.172+400.....	63
Tabel 4-18	Hasil Uji Bromhead Ring ShearSTA 153+900A.....	64
Tabel 4-19	Hasil Uji Bromhead Ring Shear Untuk Sudut Geser Dalam Sisa.	68
Tabel 4-20	Perbandingan Hasil Uji Bromhead Ring Shear Dengan Grafik (beban 100 kPa).....	73

## DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

- Lampiran 1 Data Pengujian Kadar Air Alami dan Berat Volume Tanah.....79
- Lampiran 2 Data Penelitian *Spesific Gravity*.....84
- Lampiran 3 Data Penelitian *Atterberg Limit*.....86
- Lampiran 4 Data Penelitian Analisa Ayak dan Hidrometer.....92
- Lampiran 5 Data Penelitian Konsolidasi.....101
- Lampiran 6 Data Penelitian Bromhead Ring Shear.....107