

A Research Proposal on

Behaviour And Performance of Clay Shale in Slope Stability

by

Idrus Muhammad Alatas (PG 133037)

PHD-RESEARCH

Razak School of Engineering and Advanced Technology

Universiti Teknologi Malaysia

Jalan Semarak, Kuala Lumpur

dan

Insitut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN)

Jakarta

FEB 2014

BAB 1

PENDAHULUAN

Pemilihan judul penelitian diatas didasari atas beberapa kejadian-kejadian kegagalan bangunan infrastruktur yang selama ini terjadi di beberapa tempat di Indonesia, seperti kelongsoran terus menerus pada jalan tol cipularang, kelongsoran pada pusat pendidikan olah raga di Hambalang, Sentul Bogor, kelongsoran pada jalan tol Ungaran-Bawen, Jawa Tengah, dan banyak lagi kasus kasus kegagalan geoteknik pada bangunan infrastruktur lainnya yang berada pada clay shale.

1.1 Latar belakang .

1.1.1 Clay Shale (lempung serpih)

Clay shale adalah merupakan suatu tanah lempung yang sering ditemukan di Indonesia, khususnya di Pulau Jawa, seperti di Jawa Barat, Jawa Tengah dan daerah lainnya di Indonesia. Jenis tanah ini memiliki kuat geser yang relatif tinggi karena konsistensinya yang keras terutama bila berada pada kedalaman tertentu dan terlindungi oleh lapisan diatasnya (overbuden).

Perilaku kuat geser tanah clay shale dapat sangat cepat berubah dan menurun drastis bila tanah clayshale tersebut terganggu (disturbance), mengering (weathering), dan kehilangan tegangan (stress release). Sehingga parameter kuat geser tanah clay shale tersebut jika diuji di laboratorium dapat berubah secara signifikan bila dibandingkan dengan kondisi aslinya di alam yang tertutup. Hal ini

sangat berbeda dengan jenis clay lainnya, dimana bila terjadi pengeringan dan pembasahan kekuatan tidak turun secara signifikan dibandingkan clay shale.

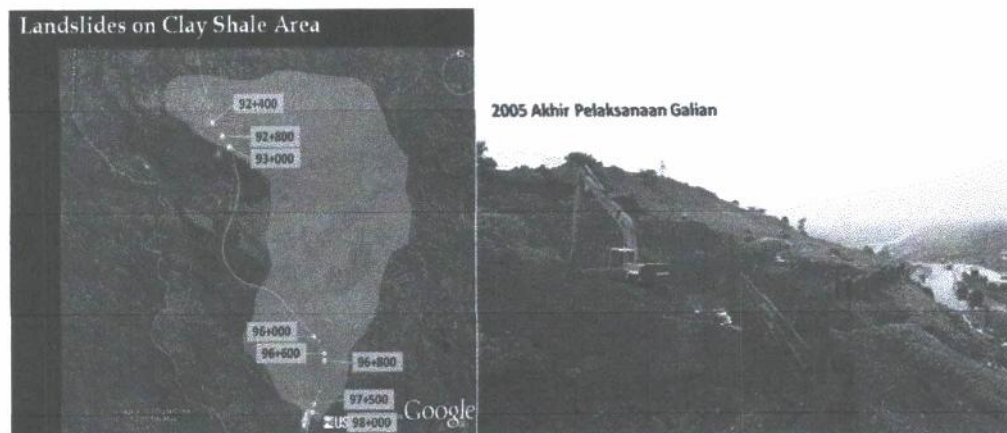


Gambar 1.1. Perubahan bentuk fisik clay shale dari waktu ke waktu (Irsyam, 2011)

1.1.2 Kasus kelongsoran pada clay shale

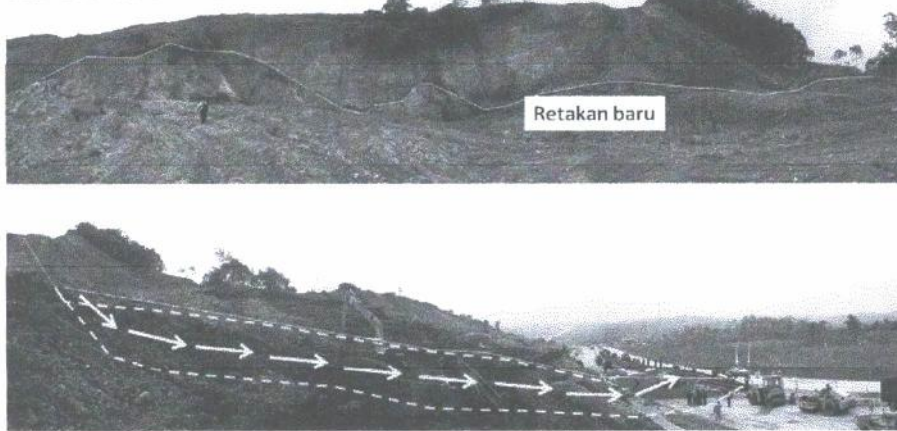
Beberapa contoh terjadinya kelongsoran pada lereng ditanah clay shale yang mendapat perhatian publik di Indonesia diantaranya sebagai berikut :

a. Kelongsoran dalam proyek jalan Toll Cipularang



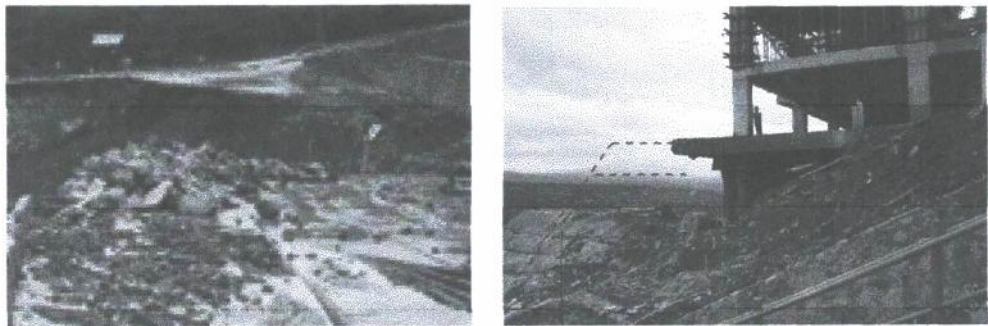
Gambar 1.2 Kelongsoran pada beberapa titik di ruas jalan Toll Cipularang, Jawa Barat. (Irsyam, 2011)

2005 Akhir Pelaksanaan Galian



Gambar 1.3. Arah kelongsoran di Jalan Toll Cipularang (Irsyam, 2011)

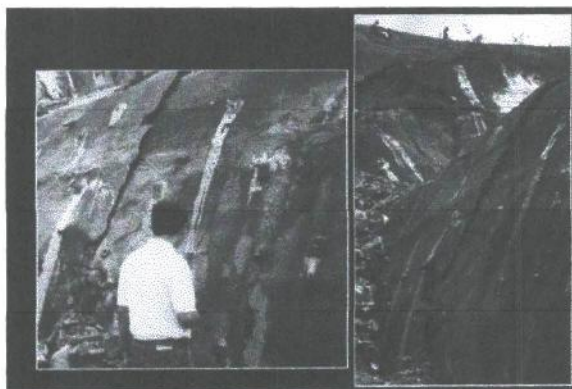
b. Keslongsoran pada proyek Pusklat Olah Raga di Hambalang, Sentul.



Gambar 1.4. Kelongsoran pada Pusat Pelatihan Olah Raga di Hambalang, Sentul, Jawa Barat

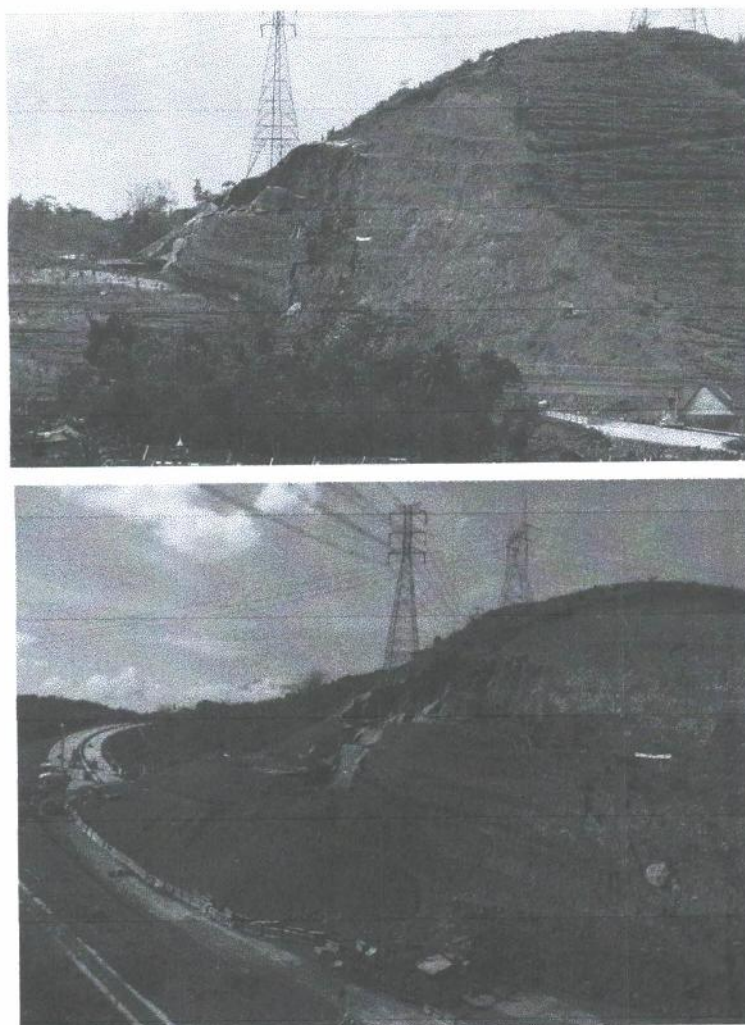
c. Kelongsoran pada proyek PLTA Tulis





Gambar 1.5. Kegagalan penggunaan Soil Nailing pada PLTA Tulis (Irsyam, 1999)

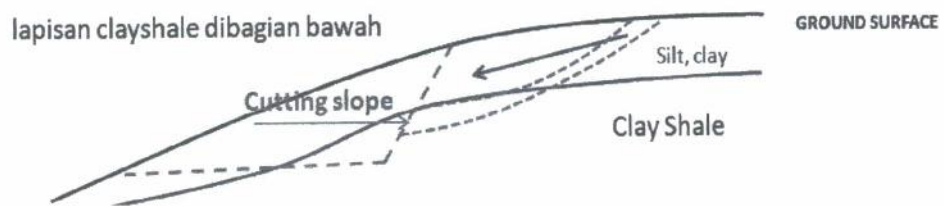
d. Kelongsoran pada jalan Tol Semarang – Bawen Semarang, Jawa Tengah



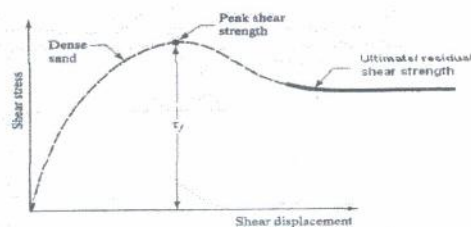
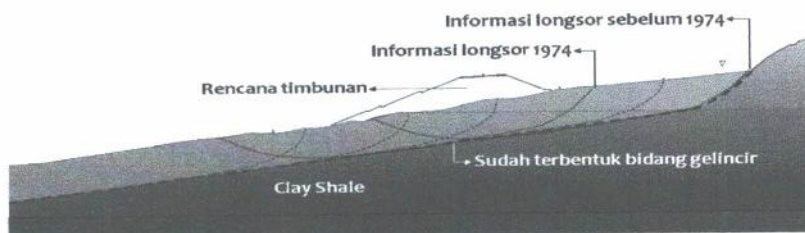
Gambar 1.6 . Kelongsoran pada Ruas Jalan Toll Semarang- Bawen Semarang, Jateng.
(LAPI ITB PT, 2013)

1.2. Problem Statement

Yang menjadi alasan utama dibahasnya permasalahan ini adalah adanya kasus beberapa kegagalan bangunan infrastruktur berupa kelongsoran pada tanah clay shale yang terjadi di beberapa daerah di P. Jawa dan di Indonesia pada umumnya. Dari sekian kasus kelongsoran di tanah clay shale pada umumnya pertama disebabkan oleh berkurangnya kekuatan geser tanah clay shale (shear strength degradation) karena proses pelapukan (weathering process) akibat terbukanya lapisan clay shale dan stress release (gambar 1.7). Yang kedua adanya aktifitas pembangunan pada daerah clay shale yang pernah mengalami kelongsoran, sehingga menyebabkan terjadinya kelongsoran terus menerus (progressive failure, gambar 1.8).



Gambar 1.7 Kelongsoran akibat tersingkapnya clay shale dipermukaan akibat galian tanah



Gambar 1.8 Kelongsoran akibat adanya bidang gelincir pada kelongsoran di masa lalu

Dua penyebab kejadian tersebut sampai saat ini belum terkuantifikasi untuk perencanaan stabilitas lereng, sehingga mutlak diperlukan untuk mengetahui parameter kuat geser keperluan disain dengan mempertimbangkan adanya proses strength degradation akibat pelapukan dan stress release serta proses kelongsoran yang terus menerus.

Dua kejadian penyebab kelongsoran pada gambar 1.7 dan gambar 1.8 menjadikan latar belakang permasalahan penelitian ini sebagai berikut :

- (1) Penyebab utama kegagalan pada perencanaan stabilitas lereng di tanah clay shale yang menyebabkan kelongsoran adalah kesalahan dalam penentuan parameter kuat geser
- (2) Proses pelapukan clay shale sangat tergantung dari mineralogi dominan pembentuk clay shale . Clay shale yang lebih cepat melapuk (weathering) akan memiliki Slake Durability Index yang lebih kecil dibandingkan dengan yang lebih lama proses pelapukannya
- (3) Dengan terbukanya tanah clay shale akibat proses diatas maka clay shale akan terkontak langsung dengan udara, sinar matahari (drying) dan pembasahan akibat hujan (wetting), sehingga terjadi proses pelapukan (weathering) yang mengakibatkan disintegration ratio (Dr) semakin rendah. Semakin lama proses pengeringan dan pembasahan dilakukan maka disintegration ratio semakin besar.
- (4) Dalam perencanaan stabilitas lereng pada lokasi yang pernah mengalami kelongsoran sebelumnya, maka tidak dapat didasarkan atas pengujian standar uji mekanika tanah yang berlaku selama ini.

1.3. Tujuan Penelitian (objective of study)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan kajian tentang kuat geser dari clay shale (behavior & performance) akibat proses pelapukan di beberapa lokasi clay shale di Indonesia, agar didapat parameter kuat geser yang tepat dalam

analisis stabilitas lereng di Indonesia dan mengaplikasikan dalam contoh penanggulangan kelongsoran.

Secara detail tujuan penelitian ini dibagi menjadi beberapa sasaran, antara lain:

1.3.1 Menyelidiki kuat geser clay shale akibat proses pelapukan di laboratorium.

Menyelidiki degradasi parameter kuat geser dari beberapa sampel tanah clay shale akibat proses pelapukan yang diambil dari beberapa lokasi terjadinya kelongsoran di tanah clay shale di beberapa tempat di Jawa Barat dan Jawa Tengah (Hambalang Sentul dan Tol Ungaran–Bawen). Pengujian kuat geser dilakukan dengan melakukan variabel waktu tunggu untuk mengetahui proses pelapukan. Pada waktu tunggu dilakukan proses pengeringan (drying) dan siklus pembasahan pengeringan (wetting drying). Pada waktu tunggu dengan proses pengeringan sampel tanah dilakukan uji triaxial test Unconsolidated Undrained pada kondisi contoh tanah tidak dijenuhkan (unsaturated) dan dijenuhkan (saturated) . Sedangkan pada waktu tunggu dengan proses pembasahan pengeringan dilakukan uji triaxial Unconsolidated Undrained (UU). Hal ini dilakukan untuk mengetahui efek dari dua penyebab proses pelapukan terhadap degradasi parameter kuat geser clay shale.

1.3.2 Penentuan parameter kuat geser residual di laboratorium

Pengujian kuat geser residual dilakukan dengan uji triaxial UU setelah dilampaui kekuatan puncaknya (peak stress) dengan multi stage system dengan kondisi contoh tanah yang tidak dijenuhkan (unsaturated) dan yang dijenuhkan (saturated).

1.3.3 Menentukan parameter kuat geser residual di lapangan

Menentukan parameter kuat geser residual clay shale yang terjadi pada lokasi kejadian kelongsoran saat terjadinya kelongsoran dengan metoda analisa balik (back analysis)

1.3.4 Merekomendasikan parameter kuat geser untuk keperluan disain.

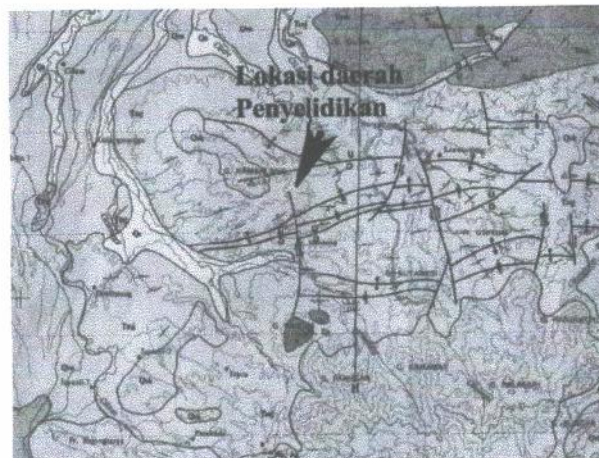
Merekomendasikan parameter kuat geser dari clay shale yang lebih akurat untuk suatu perencanaan stabilitas lereng di tanah clay shale pada kondisi dimana pembangunan berada pada lokasi clay shale yang belum mengalami kelongsoran dan berada pada lokasi clay shale yang pernah mengalami kelongsoran sebelumnya.

1.4. Batasan penelitian

Batasan lingkup penelitian ini hanya dilakukan pengambilan contoh tanah clay shale dari dua lokasi yang berbeda yaitu di Hambalang Sentul Jawa Baat, dan pada lokasi jalan Tol Semarang Ungaran Bawen, Jawa Tengah.

Sedangkan studi kasus untuk penanggulangan kelongsoran di tanah clay shale diambil kasus pada kelongsoran yang terjadi pada sisi jalan Tol Semarang Ungaran Bawen pada km 22+00.

Analisis yang dipakai dibatasi hanya menggunakan metoda Limit Equilibrium dengan metoda elemen hingga , dengan menggunakan software plaxis dalam analisisnya.



Gambar 1.9 . Lokasi Pusat Pendidikan Olah Raga, Hambalang, Sentul, Jawa Barat(Geoinves Structure and Geotechnique Laboratory, 2010)



Gambar 1.10 Kelongsoran di rencana Jalan Tol Ungaran Bawen STA 19+250
(Agus Himawan MT, 2011)

1.5 Signifikansi Penelitian

Mengusulkan pengujian laboratorium pada tanah clay shale dengan mempertimbangkan aspek pelapukan (weathering) yang belum pernah dilakukan sebelumnya di Indonesia.

Mengusulkan parameter kuat geser clay shale berdasarkan hasil uji laboratorium yang lengkap untuk perencanaan lereng di Indonesia.

Mengaplikasikan hasil penelitian dalam kasus penanganan kelongsoran pada tanah clay shale di Indonesia.

1.6. Rangka Tesis

Dalam penyusunan penulisan penelitian ini, maka pembahasannya disusun berdasarkan pembahasan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

- 1.2 Pernyataan Masalah
- 1.3 Matlamat dan Objektif Kajian
- 1.4 Skop Kajian
- 1.5 Kepentingan Kajian
- 1.6 Rangka Tesis

BAB II KAJIAN LITERATUR

- 2.1 Clay Shale
- 2.2 Characteristic of Clay Shale Shear Strength
- 2.3 Degradation of Clay Shale Due To Weathering Process
- 2.4 Negative Pore Water Pressure (Suction)
- 2.5 Suction Measurement
- 2.6 Drying Effect and Wetting Drying Effect of Clay Shale
- 2.7 Slake Durability Index of Clay Shale
- 2.8 Chemical Properties of Clay Shale
- 2.9 Two Dimension Slope Stability Analysis
- 2.10 Conceptual Basic Framework

BAB III RESEARCH METHODOLOGY

- 3.1 Research Steps (Research Flow Chart)
- 3.2 Site Investigation
- 3.3 Laboratory Testing

- 3.4 Slake Durability Index Test
- 3.5 Disintegration Ratio Test
- 3.6 Chemical and Mineralogy Test
- 3.7 Pressure Plate Test

BAB IV INITIAL SITE INVESTIGATION AND COLECTION OF DATA

- 4.1 Geology Map Reaseach Location
- 4.2 CPT Test and Boring Log
- 4.3 Index Properties of Clay Shale
- 4.4 Mechanical Properties of Clay Shale
- 4.5 Slake Durability of Clay Shale
- 4.6 Disintegration Ratio of Clay Shale
- 4.7 Chemical and Mineralogy Composition
- 4.8 Suction Water Content Curve

BAB V RESULT OF INDEX AND PHYSICAL PROPERTIES OF CLAY SHALE

- 5.1 Drying Effect and Wetting Drying Effect on The Moisture Content Changes
- 5.2 Effect of Drying on The Negative Pore Water Pressure (Suction)
- 5.3 Effect of Dring Time on Unit Weight of Dry Density Sample

5.4 Effect of Mineralogy on The Slake Durability Index

BAB VI RESULT OF SHEAR STRENGTH DUE TO WEATHERING

PROCESS OF CLAY SHALE

6.1 Effect of Drying Time on The Peak Shear Strength Parameter

6.2 Effect of Drying Time on The Residual Shear Strength Parameter in
Unsaturated Clay Shale

6.3 Effect of Drying Time on The Peak Shear Strength Parameter in
Saturated Clay Shale

6.4 Effect of Drying Time on The Residual Effective Shear Strength
Parameter

BAB VII CORRELATION BETWEEN SOME CLAY SHALE

PARAMETER

7.1 Effect of Water Content on The Peak Total Shear Strength Parameter

7.2 Effect of Water Content on The Residual Total Shear Strength
Parameter

7.3 Effect of Water Content on The Peak Effective Shear Strength
Parameter

7.4 Effect of Water Content on The Residual Effective Shear Strength
Parameter

- 7.5 Effect of Disintegration Ratio on The Peak Total Shear Strength Parameter
- 7.6 Effect of Disintegration Ratio on The Residual Total Shear Strength Parameter
- 7.7 Effect of Disintegration Ratio on The Peak Effective Shear Strength Parameter
- 7.8 Effect of Disintegration Ratio on The Residual Effective Shear Strength Parameter
- 7.9 Effect of Suction on The Peak Total Shear Strength Parameter
- 7.10 Effect of Suction on The Residual Total Shear Strength Parameter
- 7.11 Effect of Suction on The Peak Effective Shear Strength Parameter
- 7.12 Effect of Suction on The Residual Effective Shear Strength Parameter

BAB VIII BACK ANALYSIS OF SLOPE STABILITY IN

LANDSLIDE CASES USING PLAXIS PROGRAM

- 8.1 Case Study Design Slope on Bawen-Semarang Toll Road, Central Java
- 8.2 Slope Strengthening Analysis Using Bore Pile
- 8.3 Correlation Between The Initial Testing of Clay Shale Shear Strength By The Shear Strength of a Back Analysis When Landslides

BAB IX CONCLUSION AND RECCOMENDATION

9.1 Conclusion

9.2 Reccomendation

Reference A to Z

BAB II

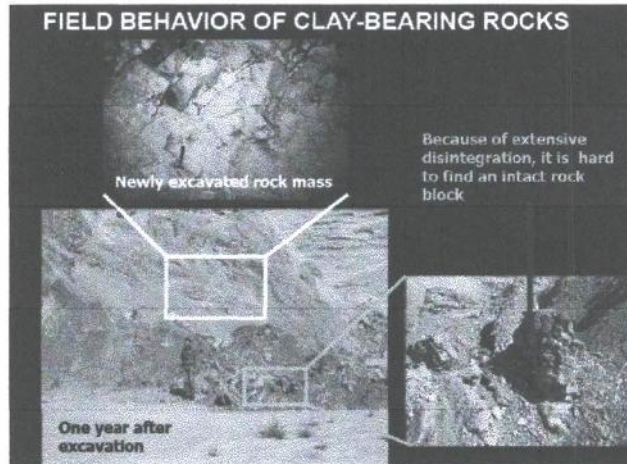
STUDI PUSTAKA

2.1 Perilaku Clay Shale

Stark dan Duncan menyelidiki penyebab terjadinya kelongsoran di lereng hulu California San Luis Dam yang didukung oleh tanah lempung kaku dan kering . Mereka menunjukkan bahwa kekuatan geser tanah lempung menurun dengan cepat dengan kekuatan penuh melunak ketika tanah lempung yang basah. Ketika tanah lempung yang dikenakan beban siklik , kekuatan menurun secara bertahap dari sepenuhnya melunak untuk nilai sisa (Duncan, 1991) . Tanah lempung sangat overconsolidated biasanya tegas dan stabil serta memiliki kekuatan geser yang relatif tinggi dalam kondisi aslinya . Perubahan kimia sepanjang terkena pecah-pecah (pelapukan) pengurangan penyebab kekuatan geser (Skempton, 1977) . Tergantung pada kemajuan pelapukan , zona lemah dikembangkan di lereng berpotensi tidak stabil . Di daerah yang paling tegangannya tinggi, gerakan kecil mulai mengembangkan yang mengarah pada pengurangan lebih lanjut dari kekuatan geser dan menjadi ketidakstabilan padalereng. (Irsyam, 1999)

Perilaku rekayasa utama clay shale adalah suatu perihal yang sangat sulit , namun setelah terkena sinar matahari , udara , dan air dalam waktu yang relatif singkat itu akan menjadi melapuk dan lempung lunak (lumpur)

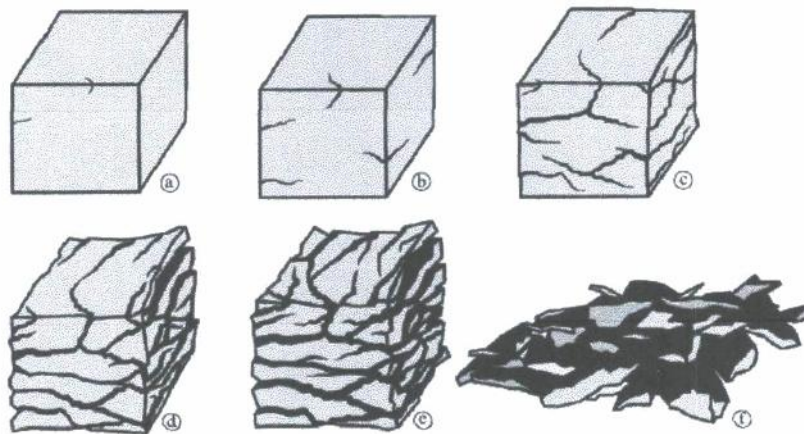
Dari penelitian yang dilakukan oleh Abdul Shakoor (Abdul Shakoor, 2011) dari Departement Geology University of Kent State USA , Clay Shale merupakan bagian keluarga Batuan Lempung (Clay- Bearing Rocks), selain Clay Stone, Mud Stone dan Silt Stone (Nandi and Shakoor, 2008).



Gambar 2.2 Perilaku Lapangan dari Clay- Bearing Rock Stone.

Pelapukan secara umum dapat didefinisikan sebagai proses perubahan batuan yang terjadi di bawah pengaruh langsung dari atmosfer dan hidrosfer. Perubahan tersebut bisa dalam bentuk baik fisik disintegrasi dan / atau dekomposisi kimia . Dalam kondisi iklim tropis , seperti wilayah Indonesia , proses ini umumnya lebih intens dari kondisi iklim lainnya . (Imam A. Sadisun 2006)

Gambar 2.3 dibawah ini adalah suatu ilustrasi dari proses kehancuran clay shale akibat proses pengeringan (Imam. A. Sadisun, 2010)

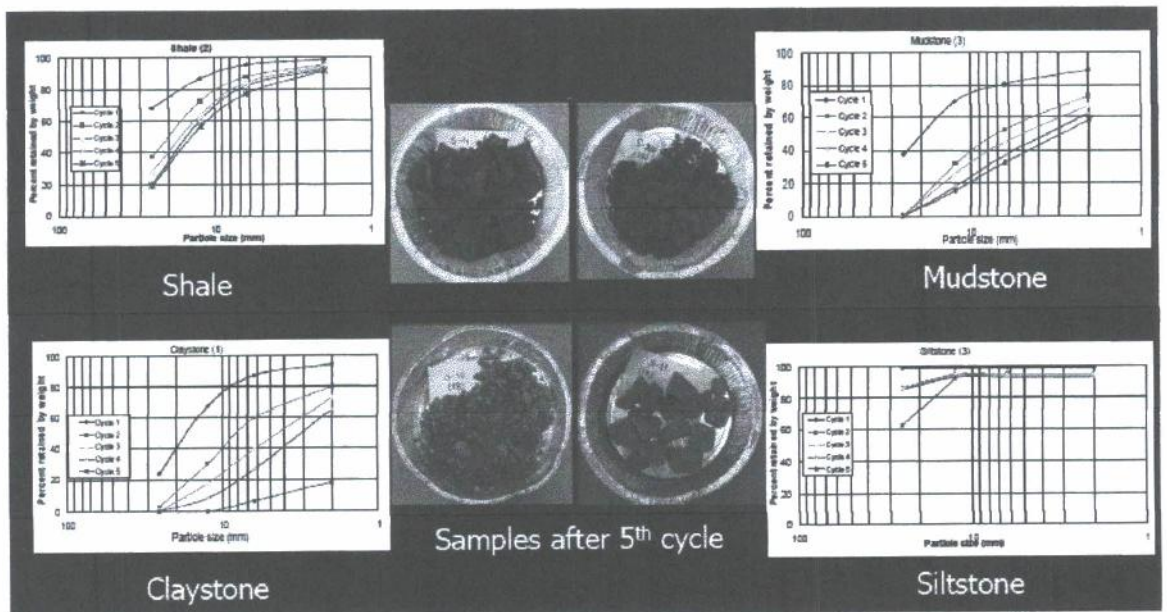


Gambar 2.3 Ilustrasi perubahan Clay Stone erhadap waktu akibat proses pengeringan

Ada 2 (dua) parameter yang dilakukan pada jenis tanah ini yang harus dilakukan , dan umumnya tidak dilakukan pada jenis tanah lempung lainnya yaitu :

- (1) Slake Durability Index
- (2) Disintegration Ratio

Pada pengujian Slake Durability Index (Indeks hancuran) dilakukan di Laboratorium sampai dengan 5 cycle (ASTM D 4644-87, 1989), dan hasil penelitian menurut Abdul Shakoor (Abdul Shakoor, 2011) untuk 4 jenis batuan lempung yang dilakukan pengeringan dalam beberapa waktu lamanya, akan terjadi perubahan komposisi ukuran butirannya dai waktu ke waktu karena pelapukan tanahnya. Hasil dari 4 jenis batuan lempung dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

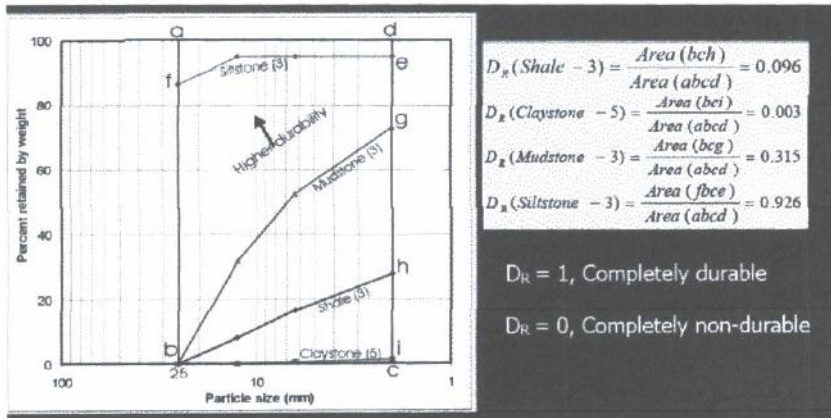


Gambar 2.4. Grained Sized Distribution (GSD) Slake Material di Laboratorium untuk 4 jenis Clay- Bearing Rock (Abdul Shakoor, 2011)

Sedangkan Durability Ratio (D_r), ditentukan dari kurva grafik distribusi butiran, dimana :

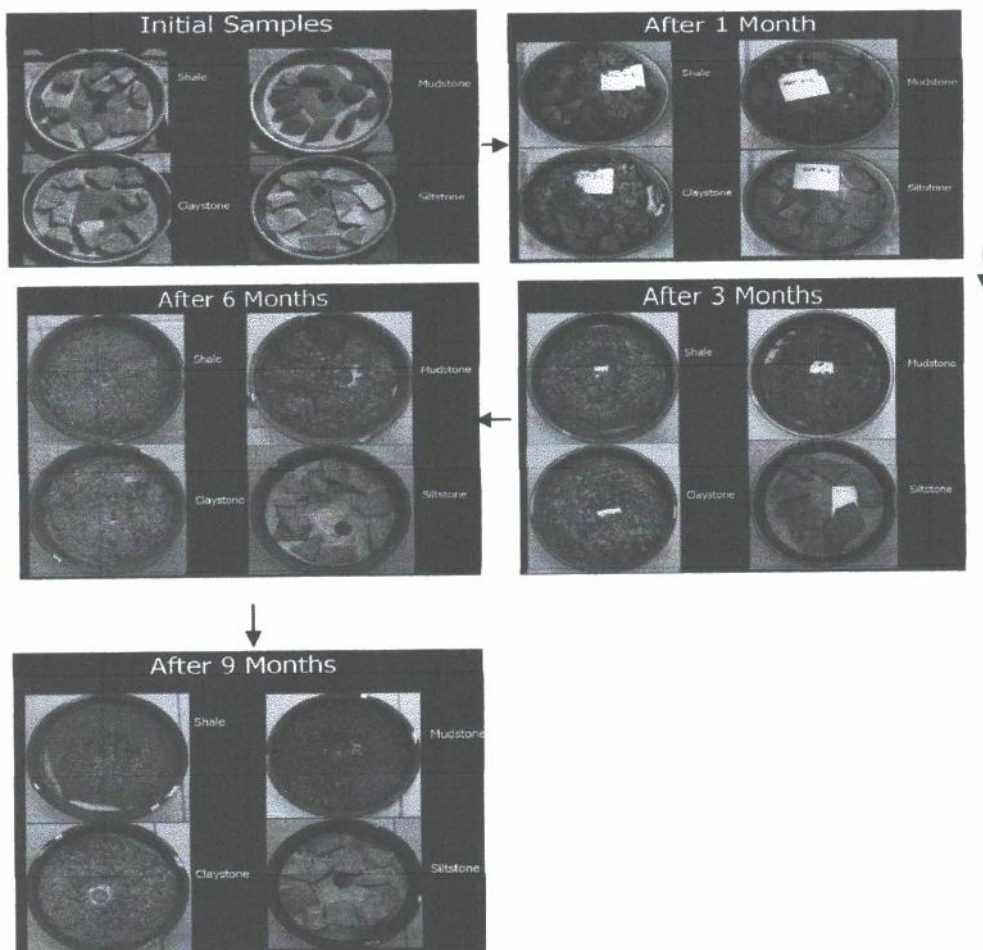
$D_r = A_c/A_T$, dimana A_c = Area under any grain size distribution curve, dan

A_T = Total area encompassing grain size Distribution Curve of All sample

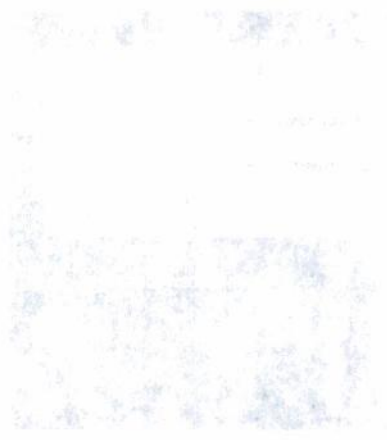


Gambar 2.5 Durability Index dari Clay Shale dibandingkan Clay Stone, Mud Stone dan Silt Stone (Abdul Shakoor, 2011)

Pengaruh perubahan alam terhadap perubahan ukuran butiran Clay Shale dan lainnya, yang dilakukan selama 1 tahun oleh Abdul Shakoor (Abdul Shakoor, 2011) dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.6. Perubahan fisik Clay Shale dan lainnya akibat terkena kondisi iklim alam.

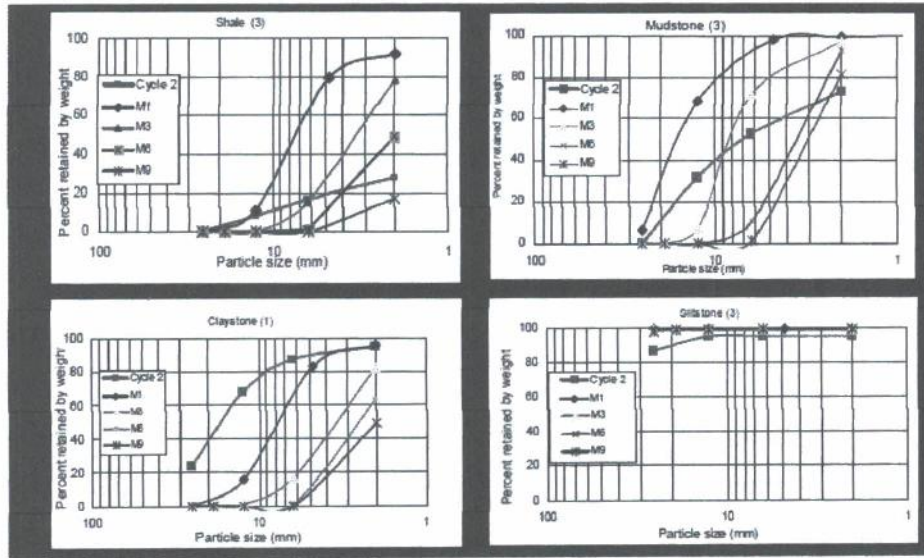


The following information is provided for your reference. It is not intended to be used as a substitute for professional advice.

This document is intended to provide information regarding the services provided by the company. It is not intended to be used as a substitute for professional advice.



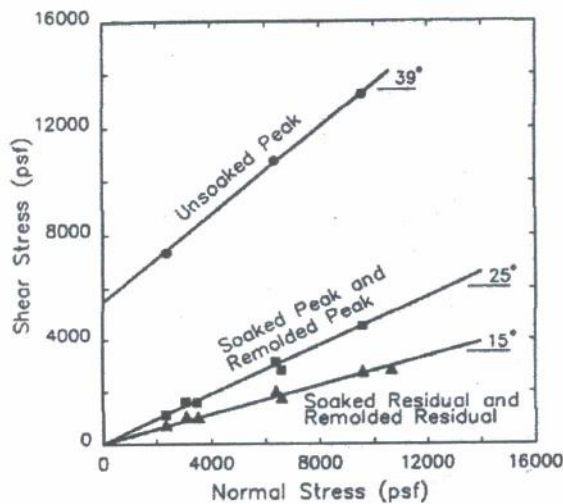
This document is intended to provide information regarding the services provided by the company. It is not intended to be used as a substitute for professional advice.



Gambar 2.7 Perubahan Grained Size Distribusi akibat Material yang hancur (slake) setelah 1, 3, 6, dan 9 Bulan (Abdul Shakoor, 2011)

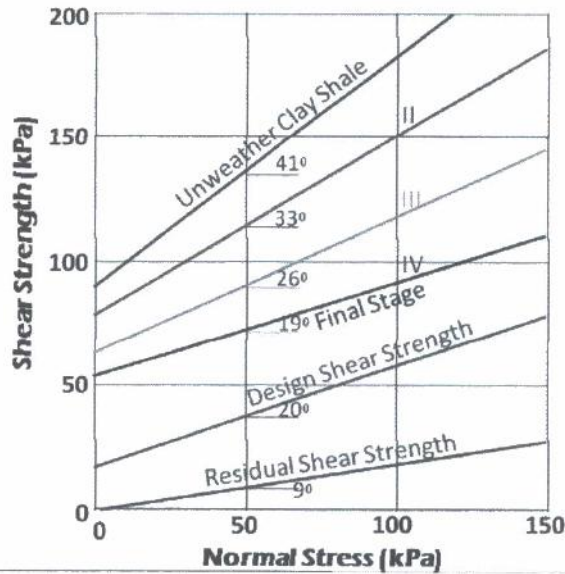
2.2 Kuat Geser Clay Shale

Dari hasil uji geser langsung yang terdrainase (Drained Direct Shear Box Test), kuat geser clay shale akan menurun drastis dari kondisi tanah tidak terganggu menjadi terganggu. Dan kuat geser terganggu pada konsisi residual akan lebih kecil lagi, seperti telah dilakukan pada gambar 2.8 berikut (Stark and Duncan, 1991)



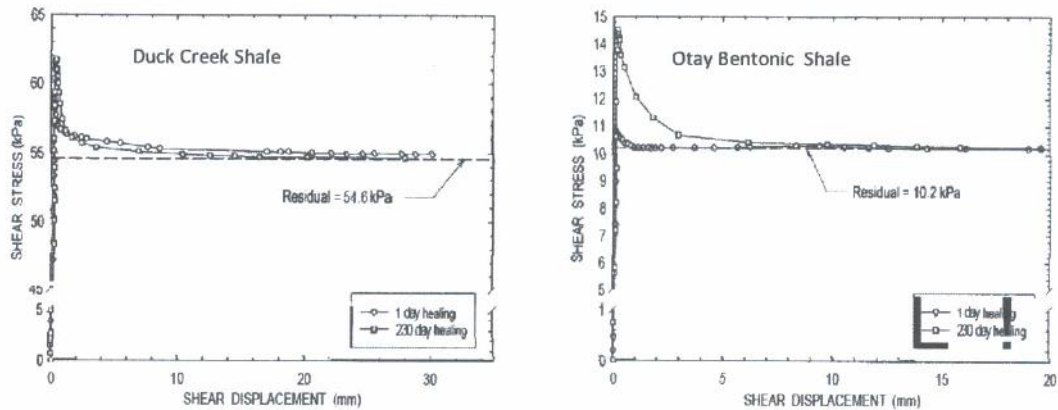
Gambar 2.8 Perubahan kuat geser Clay Shale dari penelitian (Stark and Duncan, 1991)

Menurut Gartung (Gartung 1986) , Pengaruh ketergangguan (disturbance) dan proses pengeringan dan pembasahan (Weathering) kuat geser clay shale seperti pada gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2.9 Perubahan kuat geser clay shale akibat disturbance and weathering (Gartung 1986)

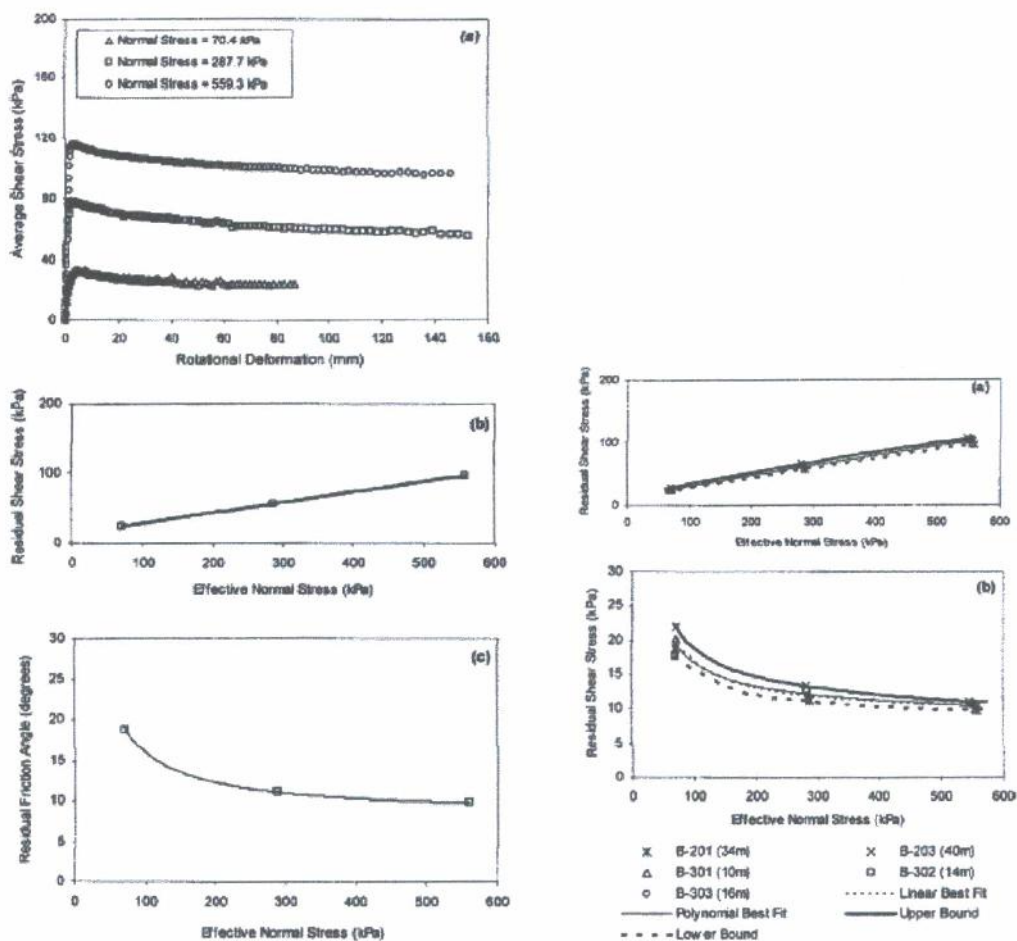
Dari asil uji Ring Shear Tes (Timothy D. Stark, 2005) , tegangan regangan tanah clay shale (Duck Creek Shale dan Otay Bentonic Shale) akibat proses healing (pemulihan kuat geser setelah residual) dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.6 Hubungan Tegangan dan regangan geser dari uji healing pada Duck Creek Shale dan Otay Bentonic Shale

Kuat geser residual clay shale telah banyak dibahas oleh beberapa peneliti terdahulu, diantaranya dilakukan dengan Ring Shear Test (Stark and Eid, 1994), dan (Timothy D. Stark, 2005) serta (Mandar M. Dewoolkar, 2005) dan masih banyak peneliti lainnya yang membahas tentang Kuat Geser Residual pada tanah clay shale dengan melakukan uji dengan ring shear test.

Parameter kuat geser residual dari clay shale ini menjadi sangat penting, terutama dalam analisa stabilitas lereng dalam kondisi sudah terjadi kelongsoran. Kajian ini telah banyak dibahas oleh peneliti seperti, (Stark, 1998), (Timothy D. Stark, 2005).



Gambar 2.7 Hasil uji ring shear test on pada lokasi -1 Tanah clay stone dari boring No B-201, pada kedalaman 34 meter dengan Liquid Limits 81 dan Plasticity Index 56 (Mandar M. Dewoolkar, 2005)

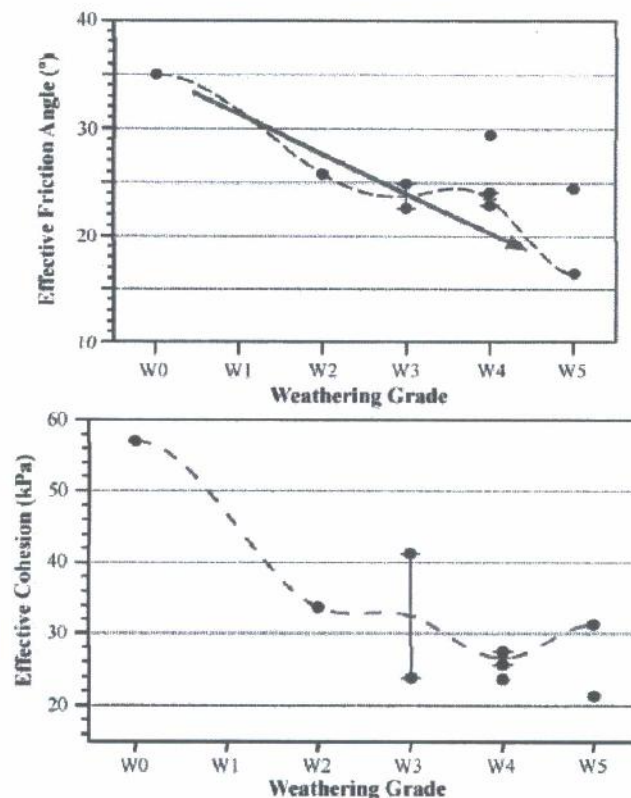
2.3 Degradasi clay shale akibat proses pelapukan

Clay shale Formasi Subang memiliki distribusi luas di utara wilayah Jawa Barat, Indonesia. Clay shale ini memiliki karakteristik yang spesifik, terutama ditemukan menunjukkan tingkat kerusakan dalam waktu singkat bila terkena atmosfer dan / atau dibasahi, yang kemudian menyebabkan beberapa masalah yang signifikan dalam kegiatan rekayasa bervariasi (Imam A. Sadisun, 2005).

Akibat proses pelapukan akan menyebabkan pula perubahan volume serta penurunan kuat tekan bebas (Imam A. Sadisun, 2002)

Penurunan kuat geser tanah clay shale dan beberapa jenis batuan dengan Smidth Hammer akibat proses pelapukan yang diakibatkan proses pengeringan serta pembasahan telah diteliti dengan uji lapangan dengan menghubungkan tingkat pelapukan dengan hasil angka Smidth Hammer (Imam A. Sadisun 2006).

Tingkat pelapukan terhadap penurunan sudut geser dalam dan kohesi dapat dilihat sepertipada gambar 2.8 berikut (E. Emberhardt, 2004)



Gambar 2.8 Tingkat pelapukan terhadap penurunan sudut geser Dalam dan kohesi

2.4. Penentuan kuat geser yang ada saat kelongsoran

Didalam menganalisa kuat geser pada saat kelongsoran terjadi, biasanya dilakukan dengan metoda perhitungan dengan mengurangi parameter kuat geser tanah (kohesi tanah dan sudut geser tanah, sedemikian rupa sehingga faktor keamanan mendekati 1.

Metoda yang dipakai ini dilakukan salah satunya dengan bantuan program Plaxis, seperti yang tela dilakukan oleh (Mashur Irsyam et all, 2011).

Table 1 : Simulasi penurunan kuat geser dalam menentukan kuat geser yang terjadi













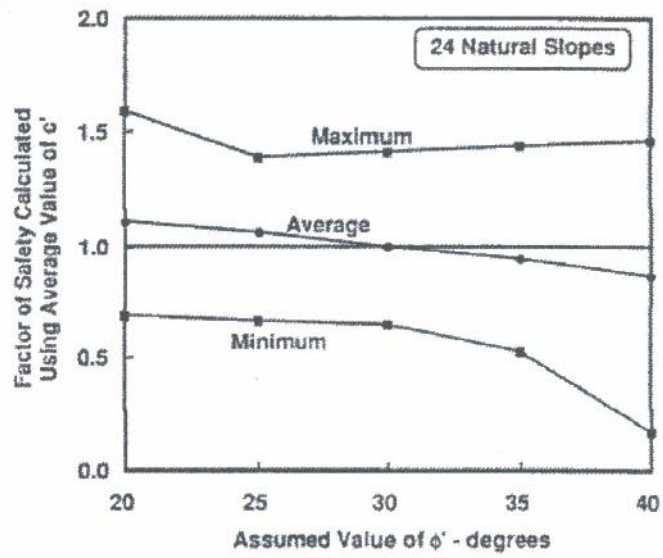
Alt #	Soil parameters										Failure Surface	SF	Appropriate/ Not Appropriate
	A		B		C		D		E				
	c [kPa]	ϕ [°]	c [kPa]	ϕ [°]	c [kPa]	ϕ [°]	c [kPa]	ϕ [°]	c [kPa]	ϕ [°]			
1	40	10	10	5	7.5	1	10	20	25	16		1.15	Not appropriate
2	50	10	20	5	7.5	1	10	20	25	16		1.35	Not appropriate
3	60	10	25	5	7.5	1	10	20	25	16		1.35	Not appropriate
4	70	10	40	5	7.5	1	10	20	25	16		1.35	Not appropriate
5	40	10	10	10	7.5	1	10	15	25	16		1.29	Not appropriate
6	50	10	20	10	7.5	1	10	15	25	16		1.34	Not appropriate

Table 2 : Simulasi penurunan kuat geser dalam menentukan kuat geser yang terjadi (lanjutan)

Soil parameters											ISTN	Failure Surface	SF	Appropriate/ Not Appropriate
Alt #	A		B		C		D		E					
	C [kPa]	ϕ [°]	C [kPa]	ϕ [°]	C [kPa]	ϕ [°]	C [kPa]	ϕ [°]	C [kPa]	ϕ [°]				
13	40	10	10	10	7.5	1	5	15	25	16		1.06	Appropriate	
14	50	10	20	10	7.5	1	5	15	25	16		1.06	Appropriate	
15	60	10	25	10	7.5	1	5	15	25	16		1.08	Appropriate	
16	70	10	40	10	7.5	1	5	15	25	16		1.08	Appropriate	
17	40	10	10	5	7.5	1	5	13	25	16		1.00	Appropriate	
18	50	10	20	5	7.5	1	5	13	25	16		1.00	Appropriate	

Beberapa kajian telah disampaikan sehubungan dengan evaluasi terjadinya kelongsoran pada tanah clay shale, dengan cara melakukan analisa balik menentukan kuat geser yang ada saat kejadian longsor. Kajian pada 24 lokasi yang berbeda telah dilakukan untuk menjaji hubungan antara sudut geser pada kondisi puncak dan kondisi residual (G. Mesri 1986). Kekuatan geser dari clay shale tidak terganggu dan slickensides diukur melalui tes geser langsung. Stabilitas analisis dilakukan untuk menghitung kekuatan geser residual dari clay shale saat lereng runtuh (Tien H. Wu, 1987). Kajian serupa pada kasus yang lain dengan membandingkan hasil kuat geser contoh terganggu dengan uji Riang Shear Test dan Direct Shear Test yang dibandingkan dengan kuat geser yang menyebabkan kelongsoran terjadi (Tymothy D. Stark, 1992). Kajian serupa dengan kasus-kasus yang berbeda pada tanah clay shale juga dilakukan oleh beberapa peneliti seperti mencari rentang faktor keamanan lereng dari 24 kasus yang berbeda (Wilson H Tang, 1999) , serta analisis ulang dengan membandingkan pada kondisi kuat geser maksimum dan kuat geser sisanya (Liew, 2003)

Tinjauan stabilitas jangka panjang dari tanah lempung dan tanah clay shale lereng kaku , dan reanalyses rinci 99 kasus sejarah kegagalan lereng di 36 lempung lunak sampai tanah liat kaku dan serpih tanah liat telah dilakukan oleh G Mesri et all (G. Mesri, 2003)

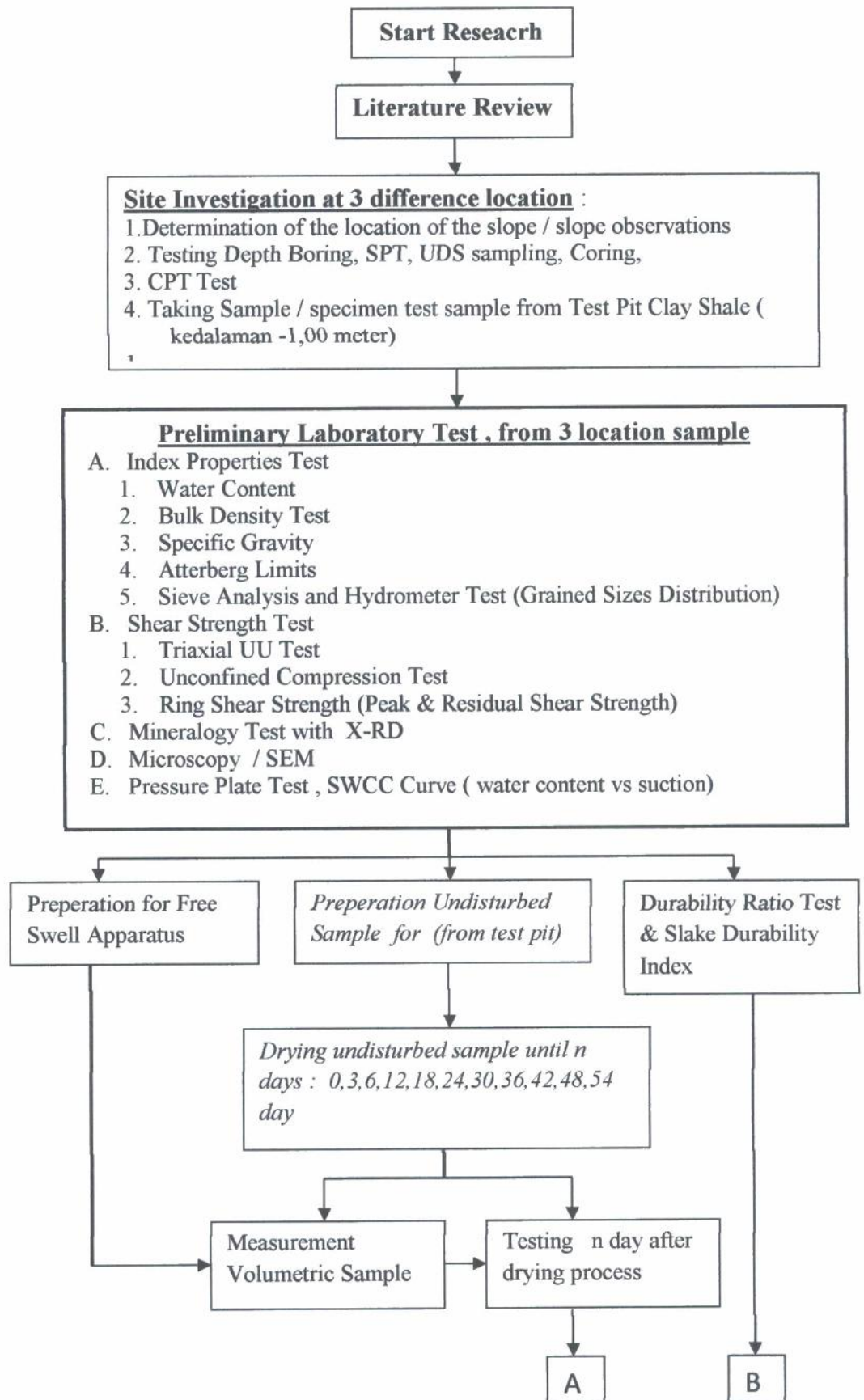


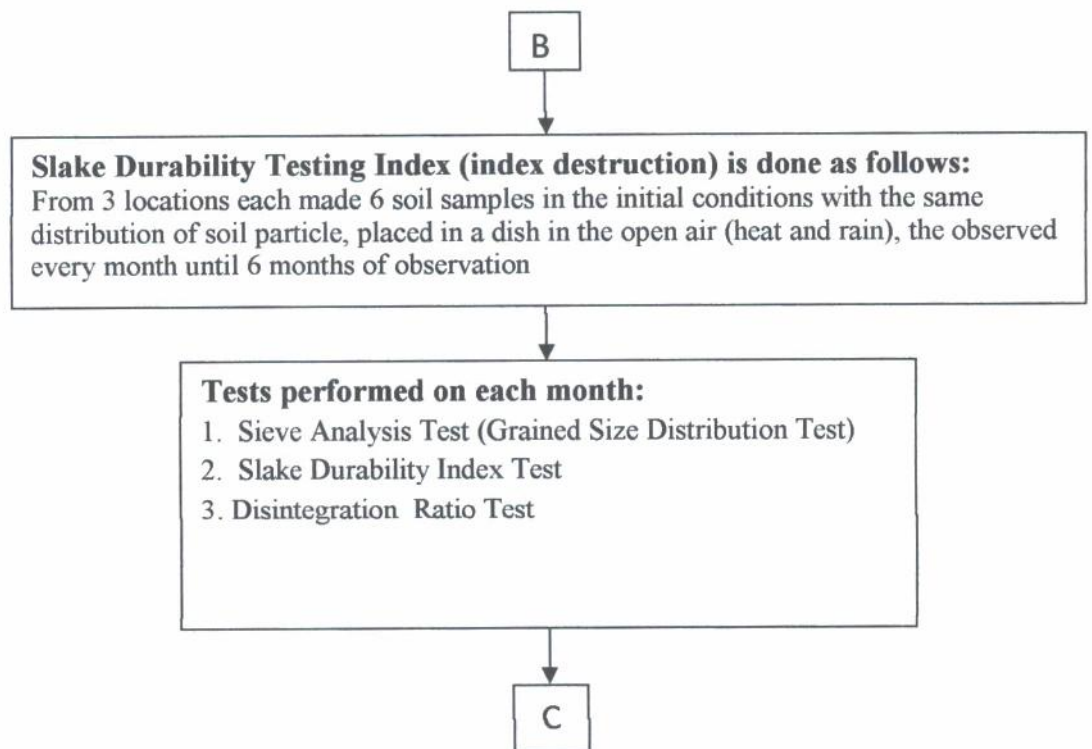
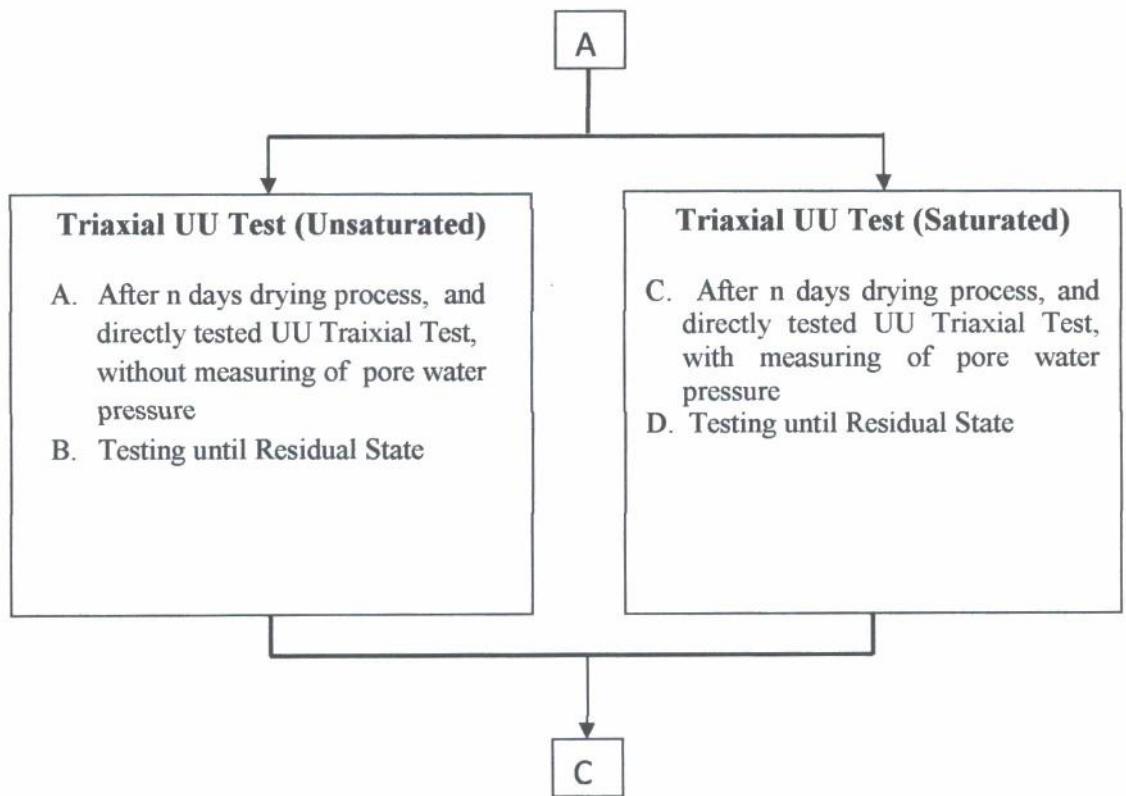
Gambar 2.9 Variasi faktor keamanan dengan yang dihitung dengan analisa balik rata-rata parameter kuat geser

BAB III

Metodologi Penelitian

3.1 Research Steps (Research Flow Chart)





C

Processing the results of laboratory tests

1. Water content (w) , Bulk density , Dry Density, Specific Gravity (Gs)
2. Graine Sizes Distribution , Slake Durability Index, Disintegration Ratio
3. Quantitative and Qualitative Analysis of Clay Shale Mineralogy
4. Shear Strength Parameter (C_u & ϕ) at total stress & effective stress conditions
5. Residual Shear Sregnth (C_{u_r} ; ϕ_r) at total stress & effective stress conditions

Correlation between some parameters :

1. Water content - drying time
2. Water content – dry density
3. Drying time - Cohesion (C_u , total & effective)
4. Drying time – Internal angle friction (ϕ , total & effective)
5. Drying time – Residual cohesion (C_{u_R} total & effective)
6. Drying tme – Residual internal angle friction (ϕ_R total & effective)
7. Water content – Cohesion (C_u , total & effective)
8. Water content – Internal angle friction (ϕ total & effective)
9. Water content – Residual cohesion (C_{u_r} total dan effective)
10. Water content – Residual internal angle friction (ϕ_R total & effective)
11. Suction – Cohesion (C_u , total & effective)
12. Suction – Internal angle friction (ϕ total & effective)
13. Suction – Residual cohesion (C_{u_r} total & effective)
14. Suction – Residual internal angle friction (ϕ_R total & effective)

1. Analysis of the degradation behavior of the index properties of clay shale soil due to the drying process.
2. Analysis of the behavior of soil shear strength degradation due to drying clay shale,
3. Analysis of clayshale shear strength reduction in the case of field landslide
4. Reports Preperation

Conclusions and Recommendations

3.2 Site Investigation

Penyelidikan di lapangan dilakukan untuk beberapa kepentingan penelitian yang berhubungan dengan data tanah dan topography (contour map) untuk keperluan slope stability analysis.

3.2.1 Penyelidikan Tanah

Untuk keperluan data tanah hal-hal yang dilakukan antara lain :

- a. Uji pengeboran dalam dengan coring system
- b. Pengujian Standard Penetration Test
- c. Undisturbed sampling by using thin walled tube sampler dan single core barrel
- d. Undisturbed sampling dari lubang galian ,untuk uji triaxial dengan waktu pengeringan dilakukan ditanah clay shale, serta pressure plate untuk uji SWCC. (ASTM D 2113-87, 1989)
- e. Distubing clay shale sample untuk uji slake durability index, disintegration ratio, Mineralogy dengan X-Ray Diffraction ,

3.2.2 Topography dan Geoscan (Soil Resistivity 2 dimensi)

Untuk keperluan analisa stabilitas lereng, diperlukan hal-hal sebagai berikut:

- a. Pengukuran topography untuk mendapatkan peta garis ketinggian (contour map) untuk menggambarkan bentuk kemiringan lereng dalam analisa stabilitas lereng.
- b. Soil resistivity 2 D, dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran potongan 2 dimensi dari lereng dengan batasan jenis tanah yang didapat, selain itu diharapkan dapat mendeteksi adanya patahan (failure plane) pada lereng.

3.3 Laboratory Testing

Semua uji laboratorium dilakukan dengan suatu standar yang berlaku, seperti standar dari ASTM (American Standard for Testing Material) dan dilakukan di laboratorium soil mechanics Geoinves Jakarta dan khusus untuk pengujian ring shear strength test dilakukan di Laboratorium Geoteknik Pusjatan, Bandung, Jawa Barat.

Uji laboratorium yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Moisture water content (ASTM D 2216-80, 1989)
- b. Unit weight volume (ASTM D 653-88, 1989)
- c. Specific gravity (ASTM D 854-83, 1989)
- d. Liquid Limit, Plastic Limits dan Plasticity Index (ASTM D 4318-84, 1989)
- e. Grained Sizes Distribution (ASTM D 422-72, 1989)
- f. Triaxial Unconsolidated Undrained (ASTM D 2850-87, 1989)
- g. Ring shear strength test (John Wiley & Sons, 1994)

3.4 Slake Durability Index Test

Uji Slake durability index dari clay shale dilakukan di laboratorium geologi Institut Teknologi Bandung (ASTM D 4644-87, 1989).

3.5 Disintegration Ratio Test

Uji disintegration ratio dari clay shale pada dasarnya merupakan suatu hasil dari beberapa uji analisa ayakan yang dilakukan pada beberapa waktu yang berbeda akibat pengeringan dan terjadi pelapukan . Uji ini dilakukan di Laboratorium Soil Mechanics Geoinves Jakarta.

3.6 Chemical and Mineralogy Test

Chemical dan Mineralogy test, dilakukan di direktorat Geologi, Jl. Pasteur, Bandung. Uji ini akan menghasilkan analisa kualitatif dan kuantitatif dari mineral clay shale dari 3 lokasi pengambilan contoh tanah yang berbeda.

3.7 Pressure Plate Test

Uji pressure plate dilakukan pada clay shale, karena untuk mengetahui tekanan air pori negatif (suction) dari clay shale yang tidak jenuh (unsaturated) yang akan dilakukan pada 3 (tiga) jenis clay shale yang akan diteliti. Uji Pressure Plate ini akan menghasilkan grafik hubungan antara kadar air dengan tegangan suction berupa grafik SWCC (Suction Water Content Curve)

BAB IV

Persiapan , Tempat Dan Jadwal Penelitian

4.1 Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian yang telah dilakukan sampai saat ini adalah :

- a. Melakukan koordinasi dengan tim pembimbing (main supervision dan co supervision) beberapa kali pertemuan (di Kuala Lumpur, Johor Baru, Jakarta dan Bandung) sehubungan dengan lingkup bahasan penelitian .
- b. Melakukan survey lapangan bersama-sama untuk menetapkan lokasi pengambilan contoh tanah clay shale (lokasi penelitian) di Jalan Tol Semarang Bawen, Jalan Tol Cipularang dan lokasi kawasan Hambalang, Sentul, Jawa Barat.
- c. Melakukan kunjungan ke laboratorium-laboratorium penunjang yang akan dipakai dalam penelitian ini, seperti Laboratorium Geologi Institut Teknologi Bandung, Laboratorium Direktorat Geologi Department Pertambangan Republik Indonesia di Bandung, Laboratorium Pusjatan Kementrian Pekerjaan Umum di Bandung , Laboratorium Geotechnic, Jabatan Kejuruteraan Awam dan Struktur, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) di Bangi, Selangor Malaysia.
- d. Melakukan persiapan pengadaan peralatan Compression Triaxial Test dengan 3 set set cell pressure dengan kelengkapan instrumentasi cell pressure, back pressure dan pore water pressure, dan volume change saat back pressure dan cell pressure di laboratorium Geoinves Jakarta.

- e. Melakukan pengadaan peralatan alat ukur perubahan volume clay shale akibat proses pengeringan di laboratorium Geoinves Jakarta.
- f. Melakukan pengadaan single core barrel untuk triaxial sampling dari test pit pada deposit clay shale
- g. Membuat ruang khusus dengan sinar matahari penuh (terlindung dari hujan) untuk ruang pengeringan contoh tanah clay shale yang sudah dicetak untuk uji triaxial dan pengukuran perubahan volume saat pengeringan di laboratorium Geoinves Jakarta.
- h. Melakukan persiapan peralatan-peralatan laboratorium lainnya, seperti alat uji index properties tanah, sieve analysis dan hydrometer, atterberg limit (liquid limit, plastic limit dan plasticity index), dan alat penunjang laboratorium lainnya seperti, oven pengering, balance, desicator, cawan dan lain-lainnya di laboratorium Geoinves Jakarta.
- i. Melakukan persiapan alat uji lapangan seperti alat bor (bored machine) dengan type hydraulic, Cone Penetration Test, dan alat ukur untuk topography dengan peralatan total station, serta peralatan GPS untuk menentukan koordinat titik-titik pengujin di lapangan.
- j. Mempersiapkan form-form (borang) data untuk tiap tiap pengujian yang dilakukan.
- k. Melakukan pengumpulan referensi tulisan ilmiah dalam bentuk journal, proceeding, laporan teknik, standar, buku-buku, laporan penelitian, thesis dan disertasi yang berkaitan dengan topik penelitian ini

4.2. Jenis dan lokasi laboratorium pengujian

Tabel 4.1 dibawah ini menerangkan jenis –jenis pengujian dan tempat laboratoium untuk pengejian tersebut.

Tabel 4.1. Laboratory Test Item and Laboratory Testing Place

No	Test Item	Laboratory Testing Place
1	Water content , Index Properties, Atterberg Limit, Specific Gravity, Grained Sizes Distribution	Laboratorium Teknik Sipil GEOINVES, Jakarta
2	Triaxial Unconsolidated Undrained (Unsaturated dan Saturated Samle)	Laboratorium Teknik Sipil GEOINVES, Jakarta
3	Drying proceesing for clay sample	Laboratorium Teknik Sipil GEOINVES, Jakarta
4	Disintegration ratio test due to weathering procees	Laboratorium Teknik Sipil GEOINVES, Jakarta
5	Ring shear strength test	Laboratorium Pusjatan, ministry of public work RI, Bandung, West Java.
6	Slake durability test	Laboratorium Geologi ITB Bandung
7	Chemical and Mineralogy Test	Laboratorium Direktorat of Geology, ministry of mining and energy RI, Bandung, West Java
8	Pressure plate for SWCC	Laboratorium Geotechnic, Jabatan Kejuruteraan Awam dan Struktur, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) di Bangi, Selangor Malaysia

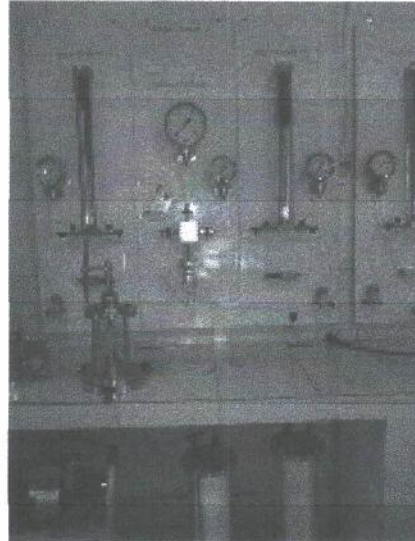
4.3. Jadwal Penelitian

Jadwal penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut

4.4. Persiapan peralatan laboratorium dan lapangan (Geoinves Soil Mechanics Laboratory 2014Geoinves Soil Mechanics Laboratory 2014)



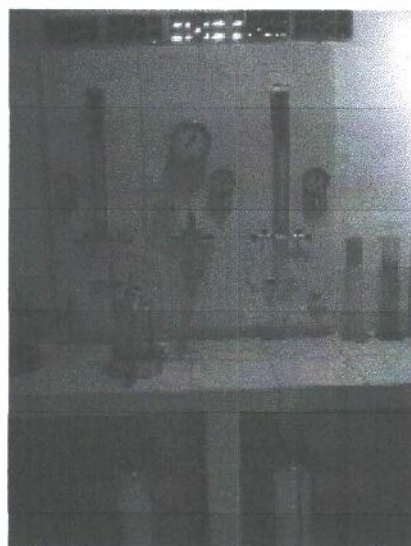
a



b



c



d

Figure 4.1 . a. Triaxial equipment ; b. Measurement pressure panel-1 ;
c. Measurement pressure panel-2; d. Measurement pressure panel-3

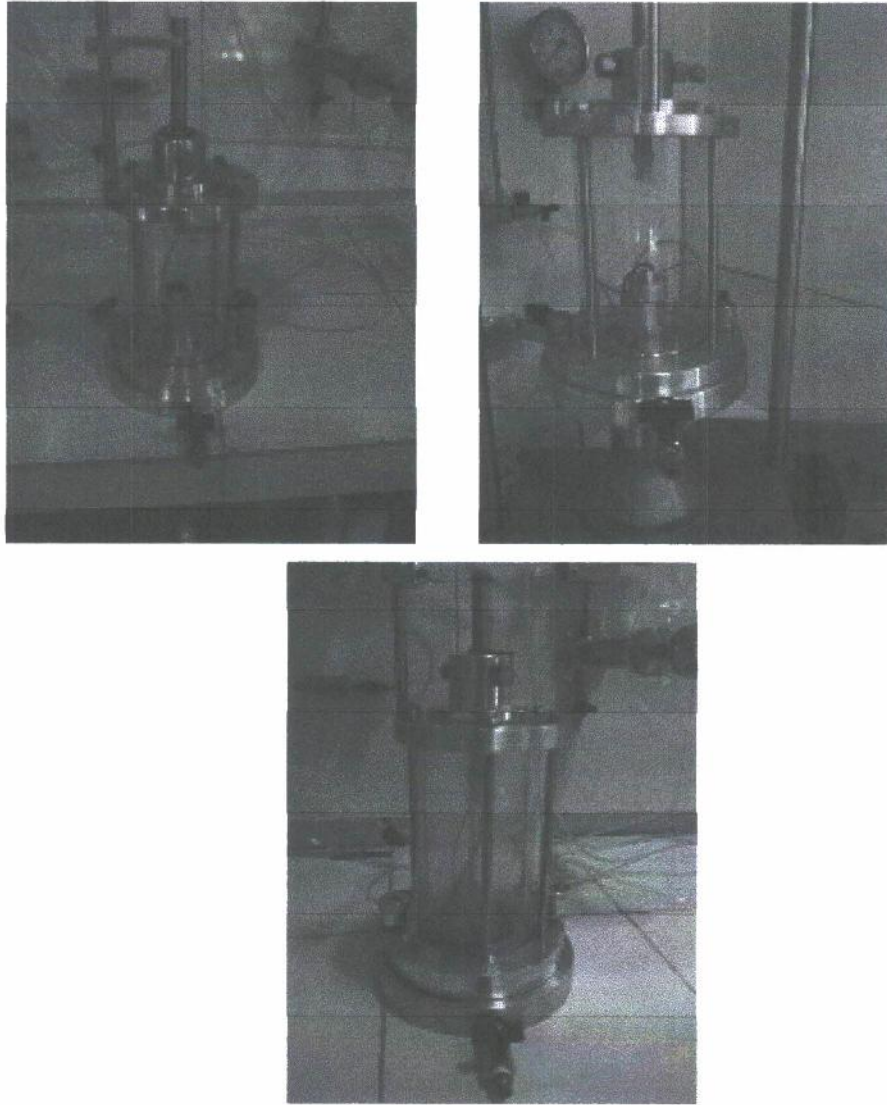
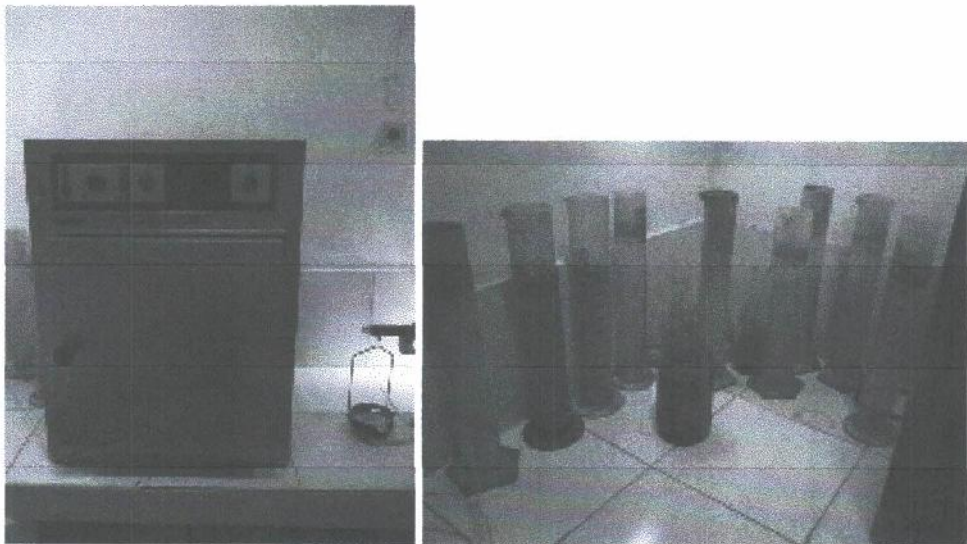


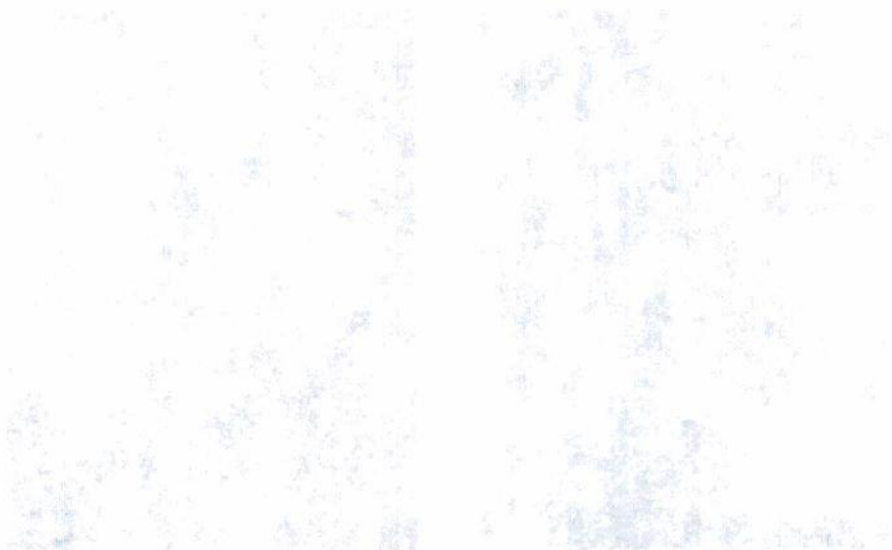
Figure 4.2. Triaxial Cell No:1 , No:2 and No: 3



a

b

Figure 4.3. a. Drying oven and b. Hydrometer equipment



THE UNIVERSITY OF CHICAGO



THE UNIVERSITY OF CHICAGO

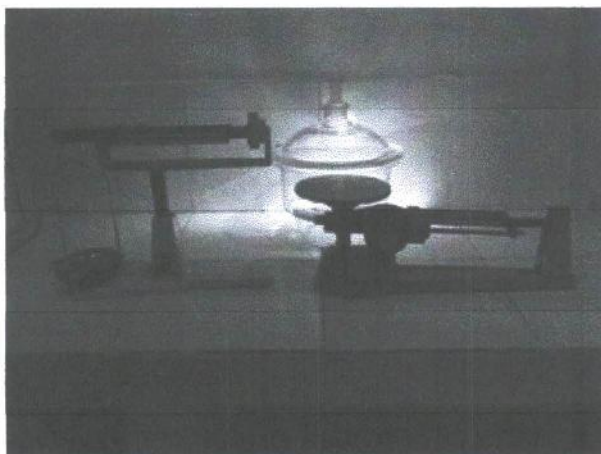


Figure 4.4 Balance, accuracy 0,01 gram



Figure 4.5 Volume change for undisturbed sampling due to drying process



Figure 4.6 Sieve shaker equipment

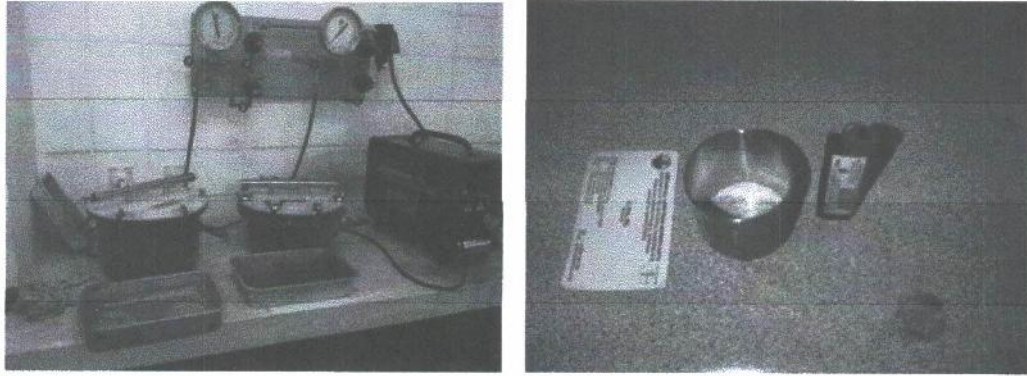


Figure 4.7 Pressure plate equipment

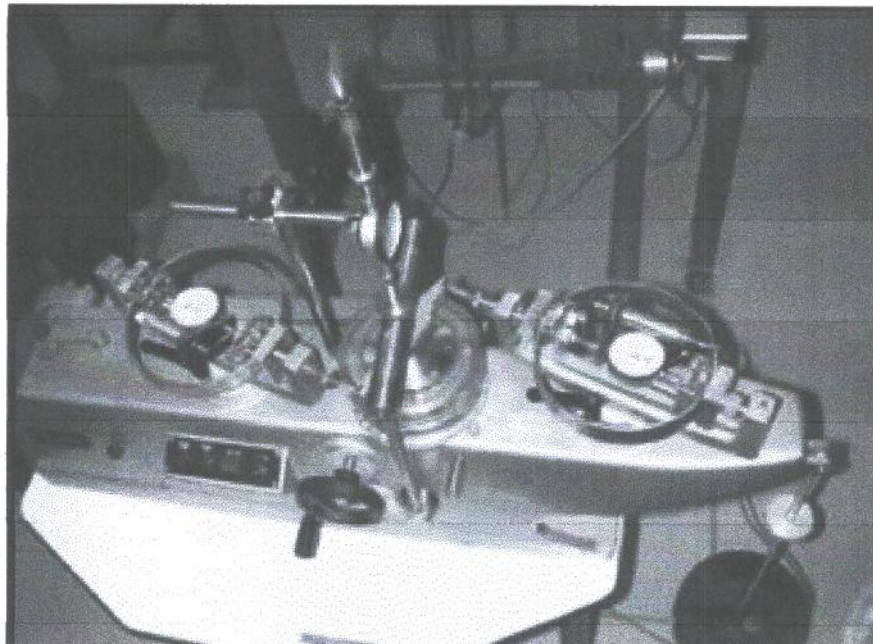


Figure 4.8. Ring shear strength apparatus



Figure 4.9. Single core barrel dia 36 mm, for Triaxial specimen

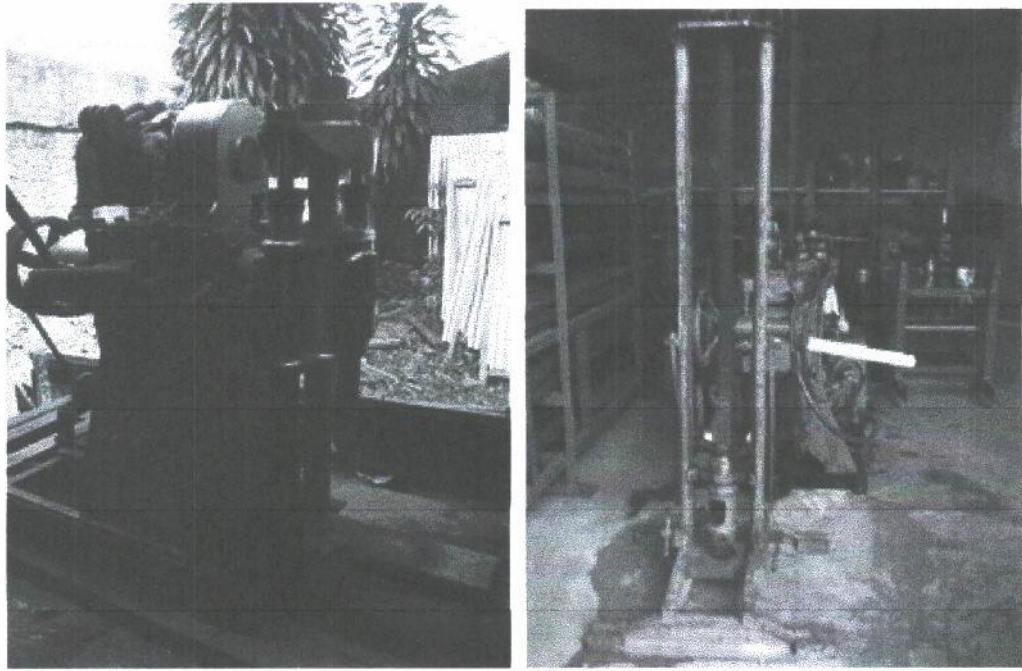


Figure 4.8 Drilling hydraulic machine and CPT equipment

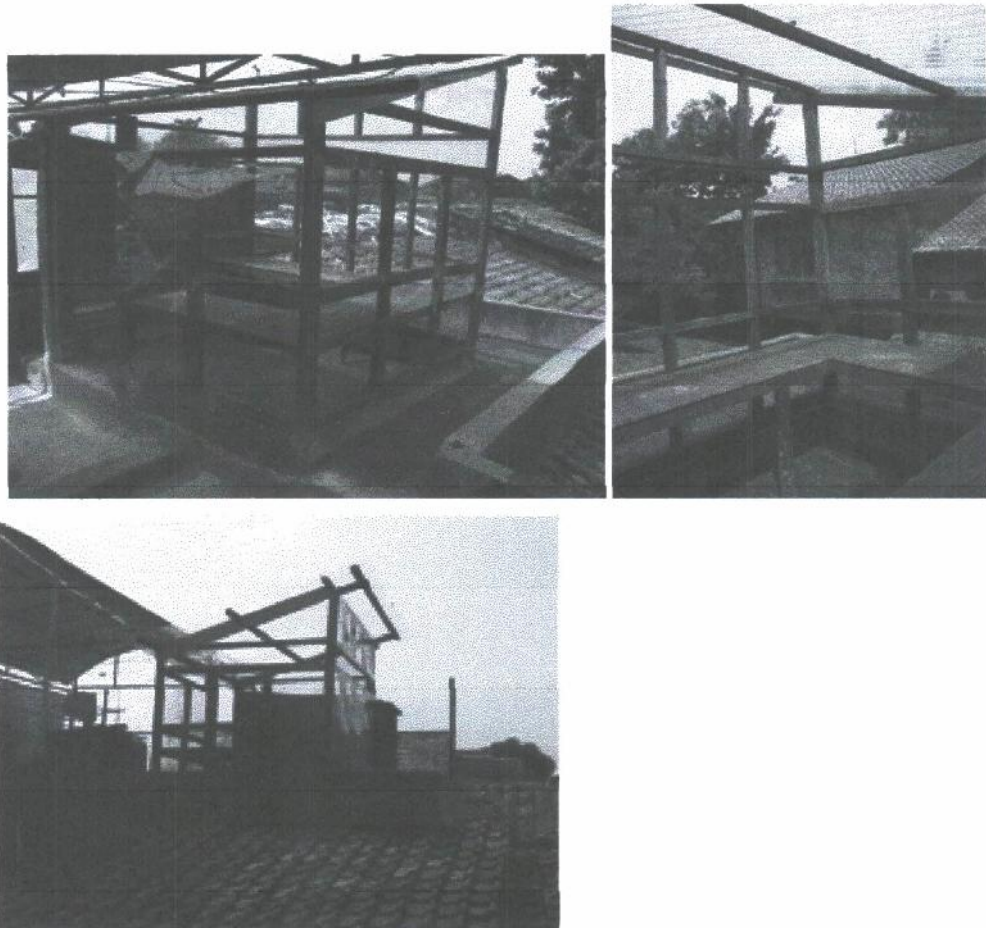


Figure 4.9. Triaxial sample drying room made by transparent wall and roof

Referensi :

- Abdul Shakoor, T.P.G. (2011). Assessing The Slaking Behaviour of Clay- Bearing Rock. *10th Annual Tecnical Forum Geohazards Impacting Transportation In The Appalachian Region, Columbus Ohio USA.*
- Agus Himawan MT (2011). Kajian Geoteknik Dan Usulan Teknis Kemiringan Lereng Galian Man Road STA 22+375 - 22+840 Dan Sekitar Interchange Bawen. In *Technical Report PT. Waskita Karya. : WIJAYA KARYA PT.*
- ASTM D 422-72 (1989). Standard Method for Particle-Size Analysis of Soils. *Annual Book for ASTM Standard.*
- ASTM D 653-88 (1989). Stadar Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids. In *Annual Book of ASTM Standard.*
- ASTM D 854-83 (1989). Test Method for Specific Gravity of Soils. In *Annual Book of ASTM Standard.*
- ASTM D 2113-87 (1989). Practise for Diamond Core Drilling for Soil Investigation. In *Annual Book of ASTM Standard.*
- ASTM D 2216-80 (1989). Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil,Rock, and Soil-Aggregate Mistures. In *Annual Book of ASTM Standard.*
- ASTM D 2850-87 (1989). Test Method for Unconsolidated Undrained Compressive Strength of Cohesive Soils in Triaxial Compression. In *Annual Book of ASTM Standard.*
- ASTM D 4318-84 (1989). Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasicity Index of Soils. In *Annual Book of ASTM Standard.*
- ASTM D 4644-87 (1989). Standard Test Method for Slake Durability os Shales and Similar Weak Rocks In *Annual Book of ASTM Standard.*
- Duncan, T.D.S.a.J.M. (1991). Closure to Mechanisms of Strength Loss in Stiff Clays. *Journal of Geotechnical Engineering January, 1991, Vol. 117, No. 1.* 118 (6), 976-977.
- E. Emberhardt, K.T., M. Luginbueh (2004). Slope Instability Mechanisms in dipping interbedded conglomerates and weathered marls- The 99 Ruffi landslide Switzerland. *Elsevier.*
- G. Mesri , A.F.C.-D. (1986). Residual shear strength of clays and shales. *University of Illinois at Urbana-Champaign.*
- G. Mesri, M., and M. Shahien, A.M. (2003). Residual Shear Strength Mobilized in First-Time Slope Failures. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering,Vol. 129, No. 1, January 1, 2003.*
- Gartung , E. (1986). Excavation of The Hard Clays of The Keuper Formation. *Proceeding of Symposium Geotechnical Engineering Divission, Seatle, Washington.*
- Geoinves Soil Mechanics Laboratory , J. (2014). Laboratory and Field Soil Test Equitment. In *Compavy Profil PD. Lanoratorium Teknik Sipil Geoinves.*
- Geoinves Structure and Geotechnique Laboratory (2010). Laporan Pendugaan Geolistrik Tahanan Jenis Pada Area Diklat Olahraga Nasional, Sentul, Kabupaten Bogor, Profinsi Jawa Barat. In *Final Report Soil Resistivity by Gelistrik I D.*
- Imam A. Sadisun , A.S.S., Asep Nurjamil , Prihananto Setiadji (2006). Weathering Of Some Selected Rock Types And Their Strength Degradation Obtained From Schmidt Hammer. *Proceeding PIT IAGI Riau, The 35th IAGI Annual Convention and Exhibition ,Pekanbaru – Riau, 21 – 22 November 2006.*

- Imam A. Sadisun, H.S., M. Ichinosei and K. Matsui (2005). Study on the physical disintegration characteristics of Subang claystone subjected to a modified slaking index test. *Geotechnical and Geological Engineering (2005) 23: 199–218*.
- Imam A. Sadisun, H.S., Masatomo Ichinose, Kikuo Matsui (2002). An experimental study of swelling strain in some argillaceous rocks by means of an improved unconfined swelling test. *Rock Engineering Problems and Approches in Underground Constuction, Choi, Ryu, Jeon & Moon (eds)*.
- Imam. A. Sadisun, B., H. Shi mada, M. Ichi nose, and K. Matsui (2010). Physical Disintegration Characterization of Mudrocks Subjected to Slaking Exposure and Immersion Tests. *Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 5 No. 4 Desember 2010: 219-225*.
- Irsyam, A.A.J., Agus Himawan, Andi Kartawiria (2011). Kasus-Kasus Kelongsoran Pada Tanah Clay Shale dan Alternatif Penanggulangannya. *Proceeding of the 9th Indonesian Society for Geotechnical Engineers Conference and 15th Yearly Scientific Meeting, Jakarta .December 2011*.
- Irsyam, D.T., Imam D Sadisun, Suyud R Karyasuparta, Abdul H Tatang (1999). Solving Landslide Problem in Shale Cut Slope in The Construction of The Valve Chamber of Te TULIS Hydro Electric Power Power. *Proceeding of the '99 Japan Korean Joint Symposium on Rock Mechanics*.
- John Wiley & Sons, I., New York, (1994). Manual of Soil Laboratory Testing. Permeability, Shear Strength and Compressibility Tests.
- LAPI ITB PT (2013). Alternatif Mitigasi Kelongsoran dan Perkuatan Lereng Galian Tower SUTT STA 19+255 Pembangunan Jalan Tol Semarang - Solo Tahap I Ruas Ungaran - Bawen Paket V Tinalun - Lemah Ireng STA 18+000 - 21+825. In *Technical Report LAPI ITB PT*.
- Liew, S.S., Gue, S. S, Liong, C. H, (2003). Geotechnical Investigation and Monitoring Results of a Landslide Failure at Southern Peninsular Malaysia (Part 2: Back Analyses of Shear Strength and Remedial Works). In *Technical Report Gue & Partners Sdn Bhd, Malaysia*.
- Mandar M. Dewoolkar, A.M., and Robert J. Huzjak, A.M. (2005). Drained Residual Shear Strength of Some Claystones from Front Range, Colorado. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 131, No. 12, December 1, 2005*.
- Nandi, A. and Shakoor, A. (2008). Application of logistic regression model for slope instability prediction in Cuyahoga River Watershed, Ohio, USA. *Georisk. 2 (1), 16-27*.
- Skempton, A.W. (1977). *Slope Stability of Cuttings in Brown Clay*. Yokyo.
- Stark, T.D. and Duncan, J.M. (1991). Mechanisms of strength loss in stiff clays. *Journal of Geotechnical Engineering. 117 (1), 139-154*.
- Stark, T.D. and Eid, H.T. (1994). Drained residual strength of cohesive soils. *Journal of Geotechnical Engineering. 120 (5), 856-871*.
- Stark, T.D.E., Hisham T (1998). Performance of three-dimensional slope stability methods in practice. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. 124 (11), 1049-1060*.
- Tien H. Wu, R.L.W., John E. Lynch, and Pinnaduwa H. S. W. Kulatilake (1987). Stability Of Slope In Red Conemaugh Shale Of Ohio. *Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 113, No. 3, March, 1987*.

- Timothy D. Stark, C., Hangseok McCone, Sean (2005). Drained shear strength parameters for analysis of landslides. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. 131 (5), 575-588.
- Timothy D. Stark, H.T.E. (1992). Comparison of field and laboratory residual strength. *Stability and performance of slopes and embankments II Proceeding GT Div.*
- Wilson H Tang, T.D.S., Mauricio Angulo (1999). Reability in Back Analysis of Slopes Failure. *Soil, and Foundation* , Vol 39 No.5 Oct 1999, Japanes Geotechnical Society.