

H/C

**PERILAKU DURABILITAS *CLAY SHALE* PLASTISITAS
RENDAH, DI WILAYAH SENTUL SELATAN, KABUPATEN
BOGOR, JAWA BARAT BERDASARKAN UJI *SLAKING*
DINAMIK DAN *SLAKING* STATIK**

DISERTASI



Oleh:

**Revia Oktaviani
2013832002**

Promotor:

Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D

Ko-Promotor:

Dr Eng. Imam A. Sadisun, ST., MT

**PROGRAM DOKTOR ILMU TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2018**

No. Kode	: DIS - PDITS DKT P118
Tanggal	: 29 November 2019
No. Ind.	: dis 266
Divisi	:
Hadiah / Beli	:
Dari	: Fakultas Teknik

**PERILAKU DURABILITAS *CLAY SHALE* PLASTISITAS
RENDAH, DI WILAYAH SENTUL SELATAN, KABUPATEN
BOGOR, JAWA BARAT BERDASARKAN UJI *SLAKING*
DINAMIK DAN *SLAKING* STATIK**



Oleh:

**Revia Oktaviani
2013832002**

Promotor

Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D

Ko-Promotor

Dr Eng. Imam A. Sadisun, ST., MT

Penguji:

**Prof. Teuku Faisal Fathani, Ph.D
Prof. Dr. A. Aziz Djajaputra, Ir., MSCE
Dr. Silvia Fransisca Herina
Dr. Rinda Karlinasari, Ir., M.T**

**PROGRAM DOKTOR ILMU TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERILAKU DURABILITAS *CLAY SHALE* PLASTISITAS RENDAH, DI
WILAYAH SENTUL SELATAN, KABUPATEN BOGOR, JAWA BARAT
BERDASARKAN UJI *SLAKING* DINAMIK DAN *SLAKING* STATIK**



Oleh:

**Revia Oktaviani
2013832002**

Disetujui untuk Diajukan Ujian Sidang pada Hari/Tanggal:

Kamis, 9 Agustus 2018

Promotor:



Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D

Ko-Promotor:



Dr. Eng. Imam Ahmad Sadisun, ST., MT

**PROGRAM DOKTOR ILMU TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2018**



PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Revia Oktaviani
Nomor Pokok Mahasiswa : 2013832002
Program Studi : Doktor Teknik Sipil
Program Pascasarjana
Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa disertasi dengan judul:

PERILAKU DURABILITAS CLAY SHALE PLASTISITAS RENDAH, DI
WILAYAH SENTUL SELATAN, KABUPATEN BOGOR, JAWA BARAT
BERDASARKAN UJI SLAKING DINAMIK DAN SLAKING STATIK

Adalah benar-benar karya saya sendiri dibawah bimbingan Promotor dan Ko-Promotor. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain, berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat dan/atau sangsi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan di: Bandung

: 9 Agustus 2018



Revia Oktaviani

**PERILAKU DURABILITAS *CLAY SHALE* PLASTISITAS RENDAH, DI
WILAYAH SENTUL SELATAN, KABUPATEN BOGOR, JAWA BARAT
BERDASARKAN UJI *SLAKING* DINAMIK DAN STATIK**

**Revia Oktaviani (NPM:2013832002)
Promotor: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D
Ko-Promotor: Dr Eng. Imam A. Sadisun, ST., MT
Doktor Ilmu Teknik Sipil
Bandung**



RINGKASAN

Sentul adalah suatu kawasan yang sedang melakukan banyak pembangunan yang terletak di Kabupaten Bogor, Jawa Barat, Indonesia. Sejarah Geologi yang memperlihatkan Formasi Jatiluhur di wilayah tersebut, menandakan adanya *clay shale*. Penelitian dilakukan pada tiga lokasi yaitu lokasi penelitian 1 (BD) yang masih merupakan kondisi asli dengan kenampakan morfologi berupa dataran, perbukitan dan lembah, lokasi penelitian 2 (T) dimana *clay shale* telah terekspos untuk kepentingan pembangunan gedung dan lokasi penelitian 3 (BH) dengan kondisi asli hutan kecil dengan morfologi berupa dataran dan perbukitan rendah.

Secara nongenetik, *clay shale* terbentuk dari konsolidasi *clay*, *silt*, atau *mud* yang dicirikan oleh laminasi tipis yang hampir sejajar dengan bidang perlapisan. Sifat mekanis dari *clay shale* ketika dalam kondisi kering, menyusut, dan mengeras, namun ketika menyerap air, akan mengembang dan pada batas tertentu akan kehilangan gaya gesernya. *Clay shale* mudah mengalami penurunan durabilitas dari waktu ke waktu apabila ada kontak langsung dengan udara dan air. Interaksi ini disebut sebagai "*slaking*" dan sering menyebabkan hancurnya partikel, retakan-retakan dan mengelupasnya lapisan permukaan dalam waktu tertentu. Semakin berkurang daya ikat *clay shale*, semakin cepat hancurnya.

Penelitian tentang durabilitas *clay shale* di sekitar Sentul dilakukan dengan pengujian *slaking* dinamik dan *slaking* statik yang ditunjang dengan uji beban titik, uji kuat tekan batuan, serta pengujian kandungan mineral. Sampel akan mengalami disintegrasi, ditandai dengan adanya retakan yang lama kelamaan akan hancur. Indeks durabilitas merupakan pengukuran secara kuantitas tingkat ketahanan batuan terhadap proses penghancuran, dengan plastisitas yang rendah, lokasi penelitian 1 dan 2 memiliki tingkat durabilitas yang sedang sampai rendah dan tingkat *slaking* sangat rendah sampai sedang, lokasi penelitian 3 memiliki tingkat durabilitas sangat rendah dengan tingkat *slaking* yang tinggi.

Kata kunci: *Clay shale*, disintegrasi, indeks durabilitas, *slaking*

**BEHAVIOUR OF CLAY SHALE DURABILITY OF LOW PLATICITY IN
SOUTH SENTUL REGION, BOGOR DISTRIC OF WEST JAVA BASED ON
DYNAMIC AND STATIC SLAKING TEST**

Revia Oktaviani (NPM:2013832002)

Advisor: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D

Co-Advisor: Dr Eng. Imam A. Sadisun, ST., MT

Doctor in Civil Engineering

Bandung



ABSTRACT

Sentul is an area that is doing a lot of development in Bogor regency, West Java, Indonesia. The geological history which shows Jatiluhur Formation in the region, indicating the existence of clay shale. The research was conducted at three locations, namely research location 1 (BD) which is still an original condition with morphological appearance of plains, hills and valleys, research location 2 (T) where clay shale has been exposed for building construction and research location 3 (BH) with the original condition of small forest with morphology of lowland and lowland.

Non-Genetically, clay shale is formed from the consolidation of clay, silt, or mud characterized by thin laminates that are almost parallel to the plating field. The mechanical properties of clay shale when it is dry, shrink and harden, but when it absorbs water, it expands and to some extent loses its sheer force. Clay shale is susceptible to decreased durability over time when there is direct contact with air and water. This interaction is referred to as "slaking" and often causes the breakdown of particles, cracks, and peeling of the surface layer within a certain time. The less clay shale, the faster it breaks.

Research on clay shale durability around Sentul is done by dynamic slaking and static slaking test supported by point load test, rock compressive test, and mineral content test. The sample will experience disintegration, characterized by a crack that will over time be destroyed. The durability index is a measure of the quantity of rock resistance to the destruction process, with low plasticity, the research sites 1 and 2 have moderate to low level of durability and very low to moderate slaking rates, the study site 3 has a very low level of durability with a slaking rate high.

Keywords: Clay shale, disintegration, index durability, slaking

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, atas berkah yang diberikan Nya selama penyusunan disertasi ini. Penelitian Disertasi ini berupa pengamatan dan pengujian terhadap perilaku durabilitas batuan *clay shale* yang terdapat di wilayah Sentul Selatan, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara pemboran dan diusahakan sedikit mungkin mengalami gangguan. Uji *slaking* dinamik dan uji *slaking* statik menjadi tujuan utama dalam penelitian ini, dengan pengujian ini dimaksudkan untuk menilai resistensi ketahanan batuan terhadap proses penghancuran selama diuji melalui kondisi basah dan kering serta faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi ketahanan batuan. Uji ini merupakan salah satu pendekatan kuantitatif yang dilakukan untuk mengetahui tingkat ketahanan suatu batuan.

Penelitian ini dilakukan selama dua setengah tahun dimulai dari pengumpulan referensi, diskusi untuk penentuan penelitian, penyusunan proposal penelitian, pengambilan sampel di lapangan, pengujian di laboratorium, serta penyusunan laporan disertasi. Kegiatan ini semua tak lepas dari dukungan yang sangat berarti dari beberapa pihak, untuk itu semua penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D selaku Promotor, atas bimbingan dan dukungan yang sangat besar yang diberikan dari awal penulis memutuskan untuk melanjutkan S3, menajamkan materi penelitian, melakukan proses penelitian

sampai dengan akhir penelitian. Semangat positif yang dicontohkan semoga dapat ditiru dan diterapkan dalam pengembangan ilmu.

2. Dr. Eng. Imam A. Sadisun, selaku ko-Promotor atas waktu yang diberikan untuk membimbing, memberikan banyak masukan dan berdiskusi bagi kesempurnaan penelitian ini, banyak ilmu yang penulis dapatkan setiap kali bertatap muka dalam melakukan proses asistensi.
3. Prof. Teuku Faizal Fathani, Ph.D, selaku penguji tamu yang dalam waktu singkat sangat banyak membantu memberikan masukan demi kesempurnaan penyajian disertasi ini.
4. Prof. Dr. A. Aziz Djajaputra, Ir., MSCE, selaku penguji atas waktu yang diberikan serta masukan-masukkan yang sangat berarti.
5. Dr. Silvia Fransisca Herina, selaku penguji yang selain memberikan masukan terhadap penelitian, juga selalu mengalah untuk memberikan waktunya bagi kelancaran seminar dan sidang disertasi ini.
6. Dr. Rinda Karlinasari, Ir., M.T selaku penguji yang selalu memberikan semangat serta memberikan banyak masukan-masukan demi kesempurnaan penelitian ini.
7. Dr. Anton Soekiman, selaku Kepala Program Studi Pascasarjana Teknik Sipil yang banyak memberikan jalan untuk kelancaran proses penelitian ini.
8. Ibu Anastasia Sri Lestari MT, Kepala Laboratorium Geoteknik Unpar, bapak Andra Ardiana, ST, dan bapak Yudi selaku laboran yang telah mendukung dan banyak membantu selama pengujian di laboratorium.

9. Pak Chindarto, Pak Sular dan *team*, atas dukungannya dalam memberikan sampel batuan serta informasi-informasi di lapangan yang benar-benar sangat membantu kelancaran penelitian ini.
10. Dadad Saptakusumah, Beryl Davianda Saptakusumah suami dan anakku atas doa dan pengorbanan yang diberikan selama ini, saling menguatkan serta saling mendukung.
11. Ibu Moen Soepartini, bapak Idun Sunarya, ibu Ninin Sumiansih serta saudara-saudaraku yang selalu mendoakan untuk kelancaran penelitian ini.
12. Rekan-rekan Pascasarjana Unpar, rekan-rekan di GEC, atas masukan dan dukungannya selama ini, saling memberikan semangat dalam menyelesaikan disertasi.
13. Pengurus Pascasarjana Unpar, terimakasih karena selalu bersedia membantu memberikan jalan dalam menyelesaikan administrasi dan kelengkapannya setiap hendak ujian, seminar, dan pengurusan kuliah.
14. Sahabat-sahabat *volunteer reader for the blind*, OWOJ Tolabul Ilmi serta sahabat-sahabat yang lain atas kesempatan untuk saling berbagi dan mengasihi.

Penyusunan Disertasi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu masukan-masukan bagi penelitian yang berikutnya sangat diharapkan. Semoga hasil penelitian ini dapat menambah wawasan kita terutama tentang perilaku *clay shale* pada plastisitas rendah.

Revia Oktaviani

9 Agustus 2018

DAFTAR ISI



	Halaman
RINGKASAN	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Tujuan Penelitian	4
1.3. Hipotesis	5
1.4. Lingkup Penelitian	5
1.5. Metode Penelitian	7
BAB 2. STUDI PUSTAKA	9
2.1. Geologi	9
2.1.1. Geomorfologi Regional	10
2.1.2. Stratigrafi Regional	12
2.2. Batuan	13
2.2.1. Kekuatan Batuan	16
2.2.2. Pelapukan Batuan	20

2.2.2.1. Pelapukan Fisik atau Mekanik	21
2.2.2.2. Pelapukan Kimiawi	21
2.2.2.3. Pelapukan Organik	21
2.3. Mineral Lempung	22
2.3.1. Kaolinit	23
2.3.2. Illit	25
2.3.3. Monmorilonit	26
2.4. Identifikasi lempung dan pengembangannya	27
2.5. Proses pembentukan batuan sedimen	29
2.6. <i>Clay Shale</i>	31
2.6.1. Sifat dan Karakteristik <i>Clay shale</i>	33
2.6.2. <i>Slaking</i> pada <i>Shale</i>	36
2.6.3. <i>Unweather Clay Shale</i>	41
2.7. Pengaruh Pelapukan	43
2.8. Identifikasi <i>Clay Shale</i> di lapangan	44
2.9. Klasifikasi <i>Clay Shale</i>	45
2.9.1. Klasifikasi Geologi	45
2.9.2. Klasifikasi Geoteknik	47
2.9.2.1. <i>Slaking</i> dinamik	47
2.9.2.2. <i>Slaking</i> statik	49
BAB 3. METODE PENELITIAN	53
3.1. Rancangan Penelitian	53
3.2. Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel	54
3.3. Pengujian Laboratorium	56
3.3.1. Standar Pengujian	56
3.3.2. Pengujian Indeks Propertis	57
3.3.3. Uji <i>X-Ray Defraction (XRD)</i>	60

3.3.4. Uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	62
3.3.5. Uji <i>Slake Durability</i>	64
3.3.5.1. Uji <i>Slaking</i> Statik	65
3.3.5.2. Uji <i>Slaking</i> Dinamik	69
3.3.6. Pengujian Beban Titik (<i>Point Load Test</i>)	73
3.3.6.1. Peralatan Uji	75
3.3.6.2. Prosedur Pengujian	76
BAB 4. DATA DAN HASIL UJI	77
4.1. Lokasi Penelitian	77
4.2. Kondisi Geologi	81
4.3. Jenis Jenis Pengujian	82
4.3.1. Analisis Indeks Properti	83
4.3.2. Analisis Hidrometer	86
4.3.3. Analisis Geokimia	94
4.3.3.1. Analisis hasil <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	95
4.3.3.2. Uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	97
4.3.4. Uji <i>Slake Durability</i>	102
4.3.4.1. Uji <i>Slaking</i> Dinamik	103
4.3.4.2. Uji <i>Slaking</i> Statik	113
4.3.5. Uji Beban Titik	120
4.3.6. Uji Kuat Tekan Uniaksial	123
BAB 5. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI	125
5.1. Lokasi Penelitian	125
5.2. Analisis Indeks Propertis dan Sifat Fisik	130
5.3. Analisis Geokimia	138

5.4. Analisis Sifat Mekanis	144
5.4.1. Analisis Indeks <i>Durability</i>	145
5.4.2. Analisis Indeks <i>Slaking</i>	160
5.4.3 Analisis Besar Butir Pada Uji <i>Slaking</i> Statis	171
5.4.4. Analisis Hubungan Indeks <i>Durability</i> dengan Indeks Plastis	178
5.4.5. Kalsifikasi Franklin (1981)	180
5.4.6. Analisis Hubungan Indeks Beban Titik dengan Indeks <i>Durability</i>	182
5.4.7. Analisis Uji Beban Titik	183
5.4.8. Analisis Uji Kuat Tekan Uniaksial	184
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	187
6.1. Kesimpulan	187
6.2. Saran	191
DAFTAR PUSTAKA	193

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Jalur Zona Bogor	11
2.2. Peta Geologi Lokasi Penelitian	12
2.3. Siklus Batuan	15
2.4. Posisi batuan lemah Antara tanah kohesif dan batuan keras	18
2.5. Mineral-mineral lempung	22
2.6. Kaolinit dalam SEM	24
2.7. Illit dalam SEM	25
2.8. Monmorilonit dalam SEM	26
2.9. Grafik Klasifikasi potensi mengembang (Seed,1962)	29
2.10. Model <i>slaking</i> pada batuan	37
2.11. Kurva <i>Shale</i> rating (Franklin, 1981)	49
3.1. Lokasi penelitian	55
3.2. Ilustrasi difraksi sinar X pada XRD	61
3.3. Puncak XRD	62
3.4. Cara kerja SEM	63
3.5. Kondisi geometri pori batuan menggunakan SEM	64
3.6. Kondisi <i>slaking</i> pada batua yang terekspos	65
3.7. Uji <i>slaking</i> pada gelas kaca	68
3.8. Alat uji <i>slake</i> durability	70
3.9. Type dan syarat contoh batuan	74
3.10. Alat uji beban titik	75
4.1. Lokasi Penelitian I	78
4.2. Sample Batuan pada contoh BD 1, BD 2 dan BD 3	78

4.3. Lokasi penelitian 2 (T)	80
4.4. Sampel batuan pada pemboran BH.1, BH.4, BH.10	81
4.5. Kurva distribusi ukuran sample BD 2	88
4.6. Kurva distribusi ukuran sample BD 3	88
4.7. Kurva distribusi ukuran sample T 24	89
4.8. Kurva distribusi ukuran sample T 25	89
4.9. Kurva distribusi ukuran sample T 26	90
4.10. Kurva distribusi ukuran sample T 27	90
4.11. Kurva distribusi ukuran sample T 28	91
4.12. Kurva distribusi ukuran sample T 30	91
4.13. Kurva distribusi ukuran sample T 31	92
4.14. Kurva distribusi ukuran sample	92
4.15. Kurva analisis <i>X-Ray Defraction</i> (XRD) BD 1	94
4.16. Kurva analisis <i>X-Ray Defraction</i> (XRD) BD 2	95
4.17. Kurva analisis <i>X-Ray Defraction</i> (XRD) BD 3	95
4.18. Kurva analisis <i>X-Ray Defraction</i> (XRD) T.24	96
4.19. Kurva analisis <i>X-Ray Defraction</i> (XRD) T.25	96
4.20. Kurva analisis <i>X-Ray Defraction</i> (XRD) T.26	96
4.21. Kurva analisis <i>X-Ray Defraction</i> (XRD) T.30	97
4.22. Kurva analisis <i>X-Ray Defraction</i> (XRD) T.31	97
4.23. Mapping permukaan uji SEM pada BD 1	98
4.24. Mapping permukaan uji SEM pada BD 2	98
4.25. Mapping permukaan uji SEM pada BD 3	99
4.26. Mapping permukaan uji SEM pada T.24	99
4.27. Mapping permukaan uji SEM pada T.25	100
4.28. Mapping permukaan uji SEM pada T.26	100
4.29. Mapping permukaan uji SEM pada T.30	101
4.30. Mapping permukaan uji SEM pada T.31	101

4.31. Bentuk fragmentasi sampel BD 1	104
4.32. Bentuk fragmentasi sampel BD 2	104
4.33. Bentuk fragmentasi sampel BD 3	105
4.34. Kurva indeks <i>durability</i> tiap siklus untuk sample BD 1	106
4.35. Kurva indeks <i>durability</i> tiap siklus untuk sample BD 2	106
4.36. Kurva indeks <i>durability</i> tiap siklus untuk sample BD 3	107
4.37. Bentuk fragmentasi Sample T 23	108
4.38. Bentuk fragmentasi Sample T 28	108
4.39. Bentuk fragmentasi Sample T 31	109
4.40. Kurva indeks <i>durability</i> tiap siklus untuk sampel di penelitian 2 pada Minggu pertama	109
4.41. Kurva indeks <i>durability</i> tiap siklus untuk sampel di penelitian 2 pada bulan ketiga	110
4.42. Kurva indeks <i>durability</i> tiap siklus untuk sampel di penelitian 2 pada Bulan keenam	110
4.43. Kurva indeks <i>durability</i> tiap siklus untuk sampel di penelitian 3	111
4.44. Sampel yang tidak dipengaruhi oleh air.....	114
4.45. Distribusi ukuran hancuran batuan yang terendam seluruhnya pada BD.3	115
4.46. Distribusi ukuran hancuran batuan yang terendam 3/4 bagian pada BD.1	116
4.47. Contoh batuan yang terendam 1/4 bagian pada BD.1	116
4.48. Grafik indeks <i>slaking</i> penelitian 1	117
4.49. Grafik indeks <i>slaking</i> penelitian 2	118
4.50. Bentuk sample uji beban titik	119
4.51. Uji beban titik	121
4.52. Sampel hasil uji kuat tekan	124
5.1. Morfologi lokasi Penelitian 1	126

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Skala waktu geologi	10
2.2. Klasifikasi kekuatan batuan berdasarkan uji uniaksial	17
2.3. Klasifikasi kekuatan batuan berdasarkan uji beban titik	17
2.4. Hubungan potensial mengembang dengan Ideks Plastis (Chen, 1975) ..	27
2.5. Klasifikasi derajat pengembangan (Seed,1962)	28
2.6. Aktifitas lempung (Skempton, 1953)	28
2.7. Klasifikasi Ingram (1953)	46
2.8. Tabel Gamble “ <i>slake durability classification</i> ”	48
2.9. Nilai <i>slaking</i> indeks dan kelas klasifikasi (Sadisun, 2002)	51
3.1. Standar pengujian	57
3.2. Kuantitas pengujian	58
4.1. Nilai indeks propertis	84
4.2. Potensi pengembangan dari uji pengembangan	86
4.3. Aktivitas mineral lempung dan potensi mengembang di lokasi penelitian (Seed dkk, 1962)	93
4.4. Hasil uji <i>slaking dinamik</i>	112
4.5. Hasil uji <i>slaking statik</i>	118
4.6. Hasil uji beban titik	122
4.7. Hasil uji kuat tekan uniaksial	123
5.1. Nilai kuat tekan batuan berdasarkan uji uniaksial dan uji beban titik..	186

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. UJI KADAR AIR	199
2. UJI BERAT JENIS	225
3. UJI BERAT ISI	245
4. UJI BATAS-BATAS ATTEBERG	251
5. UJI HYDROMETER	261
6. <i>ANALISIS X-RAY DEFRACTION</i>	287
7. <i>ANAISIS SCANNING ELECTRON MICROSCOPE</i>	303
8. UJI <i>SLAKING</i> DINAMIK	325
9. UJI <i>SLAKING</i> STATIK	371
10. UKURAN BUTIR PECAHNYA BATUAN PADA UJI <i>SLAKING</i> STATIK	417

BAB 1

PENDAHULUAN



Sentul Selatan adalah suatu kawasan yang dibuat dengan konsep kota mandiri yang berlokasi di Kabupaten Bogor, Jawa Barat, Indonesia. Terletak di sebelah timur Kota Bogor dengan koordinat geografis pada $6^{\circ}34' 4,68''$ LS - $6^{\circ} 34' 55,19''$ LS dan $106^{\circ} 51' 4,1''$ BT - $106^{\circ} 54' 34,2''$ BT. Sampai saat ini Sentul Selatan masih terus melakukan pembangunan, baik itu untuk sarana umum, perkantoran, rumah sakit ataupun perumahan. Salah satu kendala yang dapat mempengaruhi pembangunan di Sentul Selatan adalah kondisi batuan disekitar wilayah tersebut yang didominasi oleh *clay shale*. Beberapa masalah yang pernah terjadi karena konstruksi yang berada di atas *clay shale* diantaranya berupa kegagalan daya dukung pondasi, kelongsoran lereng, kegagalan dalam pemilihan material timbunan dan lain-lain. Sejarah geologi memperlihatkan adanya batuan penyusun berupa *clay shale* yang apabila telah terbuka, akan memiliki sifat sangat mudah terpengaruh oleh perubahan cuaca yang sangat tinggi dan air. Kondisi morfologi Sentul Selatan memiliki variasi kelerengan dengan kemiringan lereng berkisar antara 2 % sampai dengan 40 %, daerah yang dapat dibangun adalah daerah dengan kemiringan lereng lebih kecil dari 15 %, sementara daerah yang tidak boleh dibangun, dimanfaatkan sebagai area penghijauan.

Penelitian ini mengkaji karakteristik dan perilaku kekuatan *clay shale* serta besarnya penurunan kekuatan batuan dari waktu ke waktu, di daerah Sentul Selatan pada Formasi Jatiluhur dengan menggunakan pengujian *slaking* dinamik (durabilitas batuan), *slaking* statik berdasarkan simulasi perendaman terhadap sampel *clay shale* yang memiliki plastisitas rendah, beban titik, kuat tekan uniaksial. Pengamatan terhadap hancurnya batuan akibat pengaruh basah-kering, rata-rata dilakukan selama lima siklus kecuali pada lokasi penelitian 3 yang proses hancurnya batuan berlangsung sangat singkat.

1.1. Latar Belakang

Tanah serta batuan merupakan pendukung dari suatu bangunan. Memahami karakter dan sifat-sifatnya merupakan cara untuk mengetahui perilaku tanah/batuan di suatu daerah. Adanya pengaruh dari dalam bumi maupun dari luar mengakibatkan perilaku batuan tidaklah sama antara tempat yang satu dengan tempat yang lain walaupun dengan jenis batuan yang sama. Oleh karena itu penyelidikan geoteknik perlu dilakukan.

Berdasarkan sejarah geologi, wilayah penelitian termasuk ke dalam Zona Bogor (van Bemmelen, 1949). Zona Bogor memanjang dari barat ke timur mulai dari Rangkasbitung sampai Majenang (Bumiayu). Daerah ini tersusun oleh formasi batuan yaitu Formasi Jatiluhur dan menjemari dengan endapan permukaan Qa Aluvium terdiri atas lempung, lanau, kerikil, dan kerakal terutama endapan sungai termasuk pasir dan kerikil dari endapan pantai sepanjang Teluk Pelabuhanratu dan

kipas aluvial (Qav) berupa endapan lanau, batupasir, kerikil, dan kerakal dari batuan Gunungapi Kwartir yang diendapkan kembali sebagai kipas aluvial.

Menurut para ahli geologi, secara non-genetik *clay shale* terbentuk dari konsolidasi (kompresi atau sementasi) *clay*, *silt*, atau *mud* yang dicirikan oleh laminasi tipis dan/atau *fissility* yang hampir sejajar dengan bidang perlapisan. Sementara pada *claystone* jarang ditemui laminasi tipis atau *fissility* tersebut. *Clay shale* terdiri dari mineral lempung dan non lempung (kuarsa, felspar, dll) yang menyebabkan laminasinya tidak menerus dan menghasilkan struktur yang menyerpih/*fissility* serta biasanya berbentuk lembar.

Sebagian besar dari permukaan bumi ditutupi oleh *clay shale*. *Clay shale* dapat terbentuk di sungai, lembah, dan lautan. Umumnya ditemukan pula batu kapur dan batupasir di dekat *clay shale* (Virta, 2000). Sifat mekanis dari *clay shale* ini sangat unik. Ketika dalam kondisi kering, ia menyusut dan mengeras, namun ketika menyerap air, ia akan mengembang dan pada batas tertentu akan kehilangan gaya gesernya sehingga penurunan durabilitas batuan dapat terjadi tiba-tiba bahkan dengan akibat beratnya sendiri. Dikarenakan oleh sifat kembang-susutnya, *clay shale* dapat digolongkan sebagai batuan yang ekspansif (*expansive rock*), mudah hancur. Terlebih pada daerah yang muka air tanahnya berubah drastis dan curah hujannya sangat tinggi.

Sifat *clay shale* yang sangat dipengaruhi oleh iklim dan cuaca, dapat mengubah *clay shale* dari batuan menjadi tanah (Nickmann, 2006). *Clay shale* bila digunakan sebagai bahan konstruksi, dapat menyebabkan masalah karena cenderung untuk mengalami degradasi dari massa keras atau mengeras (*indurated*)

menjadi massa tanah halus. Oleh karena itu *clay shale* mudah mengalami penurunan durabilitas dari waktu ke waktu apabila ada kontak langsung dengan udara dan air. Interaksi ini disebut sebagai "*slaking*" dan sering menyebabkan hancurnya partikel, retakan-retakan dan mengelupasnya lapisan permukaan dalam waktu tertentu (Santy dan Konsagul, 1996). Semakin berkurang daya ikat *clay shale*, semakin cepat hancurnya. Oleh karena itu stabilitas *clay shale* umumnya akan menjadi perhatian khusus apabila material ini digunakan sebagai pondasi.

Perilaku *slaking* berbagai jenis batuan dengan proses pembasahan dan pengeringan di beberapa daerah menggunakan uji *slaking* dinamik (*slake durability*) maupun *slaking* statik (*immersion*) pernah dipelajari dan diteliti oleh beberapa peneliti diantaranya Moon dan Beattie (1995), Tzong-Tzeng Lin (1998), Koncagul dan Santi (1999), Sadisun dkk (2002), Eduardo dkk (2005), Swain (2010), Bryson (2012), Heidari dkk (2015), Jianfeng Qi dan Wanghua Sui (2015). Penelitian seputar perilaku *slaking* pada batuan ini menarik untuk dilakukan penelitian lebih lanjut, yaitu dengan memberikan variasi perendaman berupa jumlah air yang berbeda-beda terhadap sampel batuan, terutama untuk *clay shale* dengan plastisitas rendah pada Formasi Jatiluhur di Sentul Selatan.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengamati perilaku *slaking clay shale* plastisitas rendah Formasi Jatiluhur pada beberapa lokasi di Sentul Selatan-Bogor yang dapat digunakan sebagai pengukuran penurunan ketahanan batuan dari waktu

ke waktu, khususnya dengan menggunakan pengukuran simulasi perendaman sampel 1/4 bagian, 1/2 bagian, 3/4 bagian dan perendaman penuh.

1.3. Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Indeks *slake durability* merupakan tolak ukur secara kuantitatif tingkat durabilitas terhadap proses penghancuran pada dua kondisi yaitu basah dan kering. Penurunan durabilitas merupakan fungsi dari waktu, dan lamanya waktu tersebut dipengaruhi oleh kondisi pembasahan yang terbentuk pada material, kandungan mineral, dan kadar air.
2. Proses pembasahan dan pengeringan yang dilakukan lebih dari dua siklus dapat memperlihatkan perilaku slaking pada *clay shale* tersebut. Besarnya penurunan durabilitas batuan dari setiap siklus dapat berupa percepatan penurunan (*acceleration*), perlambatan penurunan (*decceleration*), atau konstan penurunan.
3. Durabilitas batuan merupakan fungsi dari proses geologi berupa litifikasi batuan. *Slaking* terjadi bermula pada bidang lemah. *Clay shale* merupakan batuan yang banyak terdapat bidang-bidang lemah, dimana arah perlapisan *clay shale* akan memberikan karakteristik yang berbeda pada setiap tekanan vertikal yang dikenai pada batuan yang memiliki sifat *anisotropy*.

1.4. Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini terdiri atas:

- a. Kondisi Geologi Formasi Jatiluhur daerah Sentul Selatan, Kabupaten Bogor, Jawa Barat, batuan sedimen terutama *clay shale* dan karakteristiknya, durabilitas batuan termasuk metode pengujian dan analisisnya terhadap pengujian statik dan dinamik.
- b. Lingkup wilayah penelitian berada di Sentul Selatan, Kabupaten Bogor, Jawa Barat, Indonesia, yang dibagi dalam tiga lokasi penelitian. Lokasi penelitian pertama (BD) berada di rencana pembangunan Keuskupan, lokasi penelitian kedua (T) berada pada kegiatan pembangunan Aeon Mall, dan lokasi penelitian ketiga (BH) berada di sekitar Sirkuit Sentul Residence. Pengumpulan data primer melalui:
 - Pemboran dan pengambilan sampel batuan di lapangan untuk keperluan uji di laboratorium.
 - Pengujian sifat fisik di laboratorium berupa pengujian kandungan mineral dengan metode *X-Ray Diffraction (XRD)*, *Scan Electron Microscopy (SEM)*, dan pengujian indeks propertis batuan seperti kadar air, berat jenis, berat isi, batas-batas Atterberg, ukuran butir.
 - Pengujian Kuat Tekan Batuan berupa Uji Beban Titik (*Point Load*) dan Uji Tekan Uniaksial (*Uniaxial Compressive Strength*)
 - Pengujian Daya Tahan Batuan (*Slake durability*) secara dinamik dan statik
- c. Pengumpulan data sekunder dari penelitian terdahulu pada *clay shale* di lokasi Bukit Sentul, Kabupaten Bogor, berupa data uji laboratorium.

1.5. Metode Penelitian

Langkah awal dimulainya suatu penelitian adalah dengan pendekatan pertama untuk mengetahui segala hal yang berhubungan dengan materi penelitian yaitu dengan mempelajari pustaka berupa buku-buku, jurnal, dan makalah.

Selanjutnya dilakukan pengumpulan data dari lapangan berupa sampel dari beberapa titik yang kemudian dikemas dengan hati-hati dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

Setelah pengumpulan sampel, selanjutnya sampel disiapkan untuk pengujian laboratorium. Sampel yang dikumpulkan dilakukan berbagai analisis pengujian untuk mengetahui sifat sampel tersebut, seperti indeks propertis, batas-batas Atterberg, mineralogi, *slake durability* indeks, *slaking* indeks, *point load* indeks, dan kuat tekan uniaksial.

Hasil yang diperoleh dari percobaan ini selanjutnya dilakukan perhitungan dan analisis. Kesimpulan diambil dari hasil dan analisis tersebut terhadap perilaku indeks dinamik dan indeks statik *clay shale* di sekitar lokasi Keuskupan (BD), Aeon (T) dan Sirkuit Sentul Residence (BH).

