

SKRIPSI

STUDI KORELASI EMPIRIS PARAMETER SIFAT MEKANIK CLAYSTONE BERDASARKAN UJI KUAT TEKAN DI LABORATORIUM DENGAN UJI *INSITU* *STANDARD PENETRATION TEST (SPT)* DI MUSI BANYUASIN



**RYAN BENARIVO
03121002078**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

SKRIPSI

STUDI KORELASI EMPIRIS PARAMETER SIFAT MEKANIK CLAYSTONE BERDASARKAN UJI KUAT TEKAN DI LABORATORIUM DENGAN UJI *INSITU* *STANDARD PENETRATION TEST (SPT)* DI MUSI BANYUASIN

**Dibuat untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**RYAN BENARIVO
03121002078**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI KORELASI EMPIRIS PARAMETER SIFAT MEKANIK
CLAYSTONE BERDASARKAN UJI KUAT TEKAN DI LABORATORIUM
DENGAN UJI INSITU STANDARD PENETRATION TEST (SPT) DI MUSI
BANYUASIN**

SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat
Medapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

**RYAN BENARIVO
03121002078**

Disetujui untuk Jurusan Teknik Pertambangan
oleh:

Pembimbing I



Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA.
NIP. 195811111985031007

Pembimbing II



Diana Purbasari, ST.,MT.
NIP. 198204172008122002

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RYAN BENARIVO
NIM : 03121002078
Judul : STUDI KORELASI EMPIRIS PARAMETER SIFAT MEKANIK CLAYSTONE BERDASARKAN UJI KUAT TEKAN DI LABORATORIUM DENGAN UJI *INSITU STANDARD PENETRATION TEST (SPT)* DI MUSI BANYUASIN

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai Penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, 23, April 2018



Ryan Benarivo
NIM 03121002078

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RYAN BENARIVO
NIM : 03121002078
Judul : STUDI KORELASI EMPIRIS PARAMETER SIFAT MEKANIK CLAYSTONE BERDASARKAN UJI KUAT TEKAN DI LABORATORIUM DENGAN UJI *INSITU STANDARD PENETRATION TEST (SPT)* DI MUSI BANYUASIN

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, 23 April 2018



HALAMAN PERSEMPAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

Ibuku Yeni Swarti dan Ayahku Basri, Kakak Laki-Lakiku Dio Nugraha, dan Adik Laki-lakiku Hafizh Faiq Ahsanu. Terimakasih keluargaku atas dukungan, doa, kasih sayang dan pengorbanan yang tiada henti diberikan sehingga perjuangan yang aku lalui bisa berjalan dengan baik dan lancar.

RIWAYAT PENULIS



Ryan Benarivo. Putra kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan Basri dan Yeni Swarti. Lahir di Kota Jakarta, pada tanggal 30 Mei 1994. Mengawali pendidikan tingkat dasar di Sekolah Dasar Negeri Kebon Bawang 01 Pagi Jakarta Utara pada tahun 2000. Melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di SMPIT Al-Kahfi di Lido, Bogor pada tahun 2006. Melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di SMAIT Al-Kahfi Lido, Bogor pada tahun 2009 dan berhasil lulus pada Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi (SNMPTN) jalur tertulis di Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya di Sumatera Selatan pada tahun 2012.

Selama menjadi mahasiswa Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya, Ryan Benarivo aktif dalam organisasi internal kampus, yaitu Keluarga Mahasiswa Islam (KALAM) Unsri sebagai anggota, Persatuan Mahasiswa Pertambangan (Permata) periode 2013–2015 sebagai anggota divisi Seni dan Olahraga. Ryan Benarivo juga aktif dalam mengikuti seminar internal dan eksternal kampus maupun seminar nasional.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Studi Korelasi Empiris Sifat Mekanik *Claystone* Berdasarkan Uji Kuat Tekan di Laboratorium dengan Uji *In situ Standard Penetration Test (SPT)* di Musi-Banyuasin” yang dilaksanakan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara (*tekMIRA*) dari tanggal 04 Oktober 2016 sampai tanggal 27 Desember 2016 tepat pada waktunya.

Selesainya Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini akan disampaikan ucapan terima kasih kepada Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA., dan Diana Purbasari, ST., MT., yang telah membimbing dari awal hingga skripsi ini dapat dibuat. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Ir. Subriyer Nasir, MS., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT., dan Bochori, ST., MT selaku Ketua dan Sekertaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
4. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
5. Korps Laboratorium Mekanika Batuan dan seluruh satuan kerja *tekMIRA* yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi perbaikan dan kemajuan di masa yang akan datang. Semoga laporan ini dapat bermanfaat dalam menunjang perkembangan ilmu pengetahuan terutama bagi Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

RINGKASAN

STUDI KORELASI EMPIRIS PARAMETER SIFAT MEKANIK *CLAYSTONE* BERDASARKAN UJI KUAT TEKAN DI LABORATORIUM DENGAN UJI INSITU *STANDARD PENETRATION TEST* (SPT) DI MUSI BANYUASIN.
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 17 April 2017.

Ryan Benarivo; Dibimbing oleh Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA., dan Diana Purbasari, ST.,MT.

Study Correlation of Empiric Parameter Claystone Mechanics Characteristic Based On Uniaxial Compressive Strength Test at Laboratory and Standard Penetration Test at Musi Banyuasin

xiv + 35 halaman + 14 lampiran

RINGKASAN

Lapisan *claystone* yang tersingkap pada Desa Macang Sakti Kabupaten Musi-Banyuasin merupakan bagian batuan yang masih utuh dan belum terubah oleh pelapukan. Lapisan *Claystone* ini perlu diketahui juga kuat tekan lapisannya dengan metode *Standard Penetration Test* (SPT). Kuat tekan batuan akan berpengaruh pada pemanfaatan selanjutnya di bidang geoteknik. Pemakaian korelasi nilai SPT yang umum digunakan adalah korelasi dengan *Uniaxial Compressive Strength Test* (UCS). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui batas sanggupnya kemampuan ketahanan batuan hingga sesaat sebelum batuan tersebut hancur.

Penelitian dengan menggunakan SPT dilaksanakan di 9 titik lapisan *claystone*. Hasil yang didapat pada penelitian ini berupa N SPT, berkisar antara 2 sampai 7 hentakan. N SPT lalu digunakan untuk mendapatkan nilai tegangan geser. Tegangan geser yang sudah didapat dari N diubah kedalam bentuk kuat tekan SPT (σ_c SPT). Hasilnya berkisar antara 55 sampai 235 kilopascal (kPa).

Sampel yang didapat dari lapangan diambil dan dibawa ke laboratorium untuk proses preparasi sampel. Sampel yang sudah kering dan sudah selesai dipreparasi kemudian diuji dengan UCS. Hasilnya berupa kuat tekan UCS (σ_c UCS) yang berkisar antara 63 sampai 357 kPa.

Hasil akhir yang didapat adalah korelasi antara σ_c SPT dengan σ_c UCS berbentuk persamaan linear σ_c UCS = $1,0625 \sigma_c$ SPT + 75,896 dengan R = 0,91. Nilai R menunjukkan korelasi yang kuat yaitu sebesar 91%. Hasil ini dapat membuktikan bahwa penelitian cukup dilaksanakan di lapangan saja dengan alasan lebih praktis dan ekonomi karena hasil uji di lapangan sudah memiliki korelasi yang kuat dengan uji di laboratorium.

Kata Kunci : *Claystone, Standard Penetration Test, uji kuat tekan, korelasi.*
Kepustakaan : 1921-2018

SUMMARY

STUDY EMPIRIC PARAMETER CORRELATION OF CLAYSTONE MECHANICS CHARACTERISTIC BASED ON UNIAXIAL COMPRESSIVE STRENGTH TEST AT LABORATORY WITH INSITU STANDARD PENETRATION TEST AT MUSI-BANYUASIN
A scientific paper in the form of theses, 17 April 2017

Ryan Benarivo; Guided by Dr. Ir. H. Marwan Asof, DEA., and Diana Purbasari, ST, MT.

Studi Korelasi Empiris Parameter Sifat Mekanik *Claystone* berdasarkan Uji Kuat Tekan di Laboratorium Dengan Uji Insitu *Standard Penetration Test* (SPT) di Musi Banyuasin

xiv + 35 + page + 14 Annex

SUMMARY

Claystone exposed layer is the part of the rock that is still intact and has not been altered by weathering. In addition to notice the compressive strength of claystone which will affect the subsequent utilization in the field of geotechnical engineering. The use of correlation of N-Standard Penetration Test (SPT) which is commonly used with correlation of Uniaxial Compressive Strength (UCS). This research purpose is to determine the limits endurance capability of rock until a moment before the rock is crushed.

SPT is held by collecting data in the field with the location of outcrops located at 9 point. The result is N-SPT with 2-7 N. N is used to get the value of undrained shear strength. The value of shear strength used to transform to condition of compressive strength SPT (σ_c SPT). The result is 55-235 kilopascal (kPa)
Samples from the field took and brought to the laboratory for preparation process. The dry samples and prepared was tested with UCS. The result is σ_c UCS with value 63-357 kPa.

The final result is the correlation of σ_c SPT with σ_c UCS with linear equation σ_c UCS = 1,0275 σ_c SPT + 75,446 with R = 0,91. The value of R showed a strong correlation with 91%. The result can prove that enough with research in the field. The test in the lab is not really necessary with consideration of economical and practical reasons because the result at the field was having a strong correlation with the result at the laboratory.

Keywords: claystone, standard penetration test, uniaxial compressive strength test, correlation

Citations: 1921-2018

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan publikasi	iii
Halaman Pernyataan integritas.....	iv
Kata Pengantar	v
Ringkasan.....	vi
Summary	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Lampiran.....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Pembatasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. <i>Claystone</i>	4
2.2. <i>Standard Penetration Test</i>	5
2.2.1. Ketentuan dan Persyaratan Alat <i>Standard Penetration Test</i>	6
2.2.2. Kegunaan Hasil Penyelidikan <i>Standard Penetration Test</i>	7
2.2.3. Interpretasi Nilai <i>Standard Penetration Test</i>	7
2.3. Uji Kuat Tekan Uniaksial (<i>Uniaxial Compressive Strength Test</i>).....	8
2.3.1. Perhitungan Uji Kuat Tekan	10
2.4. Korelasi Empiris <i>Standard Penetration Test</i> dengan UCS	15
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	18
3.2. Metode Penelitian.....	18
3.2.1. Studi Literatur	19
3.2.2. Orientasi Lapangan	19
3.2.3. Pengambilan Data	21
3.3. Penelitian di Laboratorium.....	22

3.3.1. Preparasi Sampel.....	22
3.3.2. Persyaratan Sampel Uji Kuat Tekan	23
3.3.3. Prosedur Pengerajan Uji Kuat Tekan.....	24
3.4. Peralatan dan Perlengkapan	24
3.4.1. Peralatan <i>Standard Penetration Test</i>	24
3.4.2. Peralatan Uji Kuat Tekan.....	26
3.5. Kerangka Penelitian	27

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Nilai SPT	29
4.2. Nilai UCS	31
4.3. Nilai Korelasi N-SPT dengan kuat tekan UCS	34

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	40
5.2. Saran.....	41

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Contoh lapisan <i>claystone</i>	4
2.2. Alat SPT	5
2.3. Berat <i>hammer</i> dan ketinggian jatuh bebas pada alat SPT	7
2.4. Perubahan bentuk batuan pada UCS	9
2.5. Contoh kurva tegangan-regangan	11
2.6. Contoh nilai modulus elastisitas.....	13
2.7. Tipe-tipe pecahan batuan pada kuat tekan uniaksial	15
3.1. Singkapan <i>claystone</i> yang diuji.....	19
3.2. Peta lokasi penelitian di lapangan	20
3.3. Preparasi sampel <i>claystone</i>	23
3.4. Palu (<i>hammer</i>) seberat 63,5 Kg.....	25
3.5. Kayu penopang alat SPT	25
3.6. Besi dudukan <i>hammer</i>	26
3.7. <i>Compression Testing Machine</i> LSU-100B	26
3.8. <i>Linear Variable Differential Transformer</i>	27
3.9. Kerangka penelitian secara umum	27
4.1. Singkapan <i>claystone</i> yang tidak terendam air dan terendam air	31
4.2 Sampel <i>claystone</i> yang siap diuji.....	32
4.3. Sampel <i>claystone</i> yang mengalami deformasi setelah proses UCS	34
4.4. Hubungan korelasi antara σ_c SPT dengan σ_c UCS.....	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Hubungan N SPT dengan <i>relative density</i> untuk lempung	8
2.2. Kekuatan material batuan utuh.....	10
2.3. Korelasi N-SPT dengan <i>qu</i>	17
3.1. Jadwal kegiatan penelitian	18
3.2. Koordinat lapisan batubara dan <i>claystone</i> di Musi-Banyuasin	20
4.1. Nilai N-SPT pada lapisan <i>claystone</i>	29
4.2. Hasil uji kuat tekan uniaksial	33
4.3. Hasil pengujian kuat geser langsung.....	36
4.4. Nilai N SPT, σ_c SPT, σ_c UCS.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Tabel Deskripsi Situasi Singkapan <i>Claystone</i>	44
2. Hasil UCS.....	45
3. Nilai Perhitungan Kohesi, Sudut Geser Dalam dan Tegangan Normal .	62

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Batuhan sedimen banyak sekali jenisnya dan tersebar sangat luas di permukaan bumi dengan ketebalan antara beberapa sentimeter sampai beberapa kilometer. Ukuran butir batuan sedimen terdiri dari butiran yang sangat halus sampai butiran yang sangat kasar. Dibanding dengan batuan beku, batuan sedimen hanya merupakan tutupan kecil dari kerak bumi. Batuan sedimen hanya 5% dari seluruh batuan-batuhan yang terdapat dikerak bumi. Menurut batuan lempung termasuk kedalam katagori batuan sangat lemah dengan nilai kuat tekan antara 0,25-1,0 MPa. (Wyllie dkk, 2004)

Claystone atau batu lempung sangat banyak terdapat di muka bumi. Lapisan *claystone* banyak ditemukan di bagian *floor* atau *roof* pada lapisan batubara. Lapisan *claystone* ini perlu diketahui kekuatannya untuk mengetahui kekerasan batuan. Pemakaian korelasi parameter hasil uji kekerasan batuan yang umum dipakai adalah korelasi hubungan dengan nilai *Standard Penetration Test* (SPT). SPT merupakan salah satu jenis pengujian untuk mengetahui kekerasan tanah atau batuan (Nassaji, 2011).

SPT dapat digunakan untuk menghitung parameter batuan berbutir kasar seperti kuat tekan, sudut geser dalam, kohesi, dan tegangan geser. SPT yang sebenarnya dikembangkan untuk batuan berbutir kasar telah diaplikasikan pada batuan berbutir halus untuk memperkirakan sifat-sifat *engineeringnya*, seperti *unconfined compressive strength* (qu) dan *undrained shear strength* (su) (Hatanaka dkk., 1996).

Uniaxial Compressive Strength Test (UCS) merupakan pengujian yang bersifat statik. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui batas sanggupnya kemampuan ketahanan batuan hingga sesaat sebelum batuan tersebut hancur. Pengukurannya menggunakan *sample* yang memiliki bentuk geometri beraturan baik dalam silinder, balok maupun prisma satu arah. Sampel yang digunakan

berasal dari lokasi kabupaten Musi-Banyuasin, Sumatera Selatan. Hasil yang didapat adalah persamaan parameter-parameter yang akan diuji kuat tekan, modulus young (E), *poisson ratio* (V) (Rai dkk, 2003).

Korelasi antara SPT dan UCS dimaksudkan agar mendapatkan nilai korelasi empiris kuat tekan SPT dengan kuat tekan UCS (σ_c UCS) berdasarkan grafik korelasi antara σ_c SPT dengan σ_c UCS (Terzaghi, 1967).

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dari latar belakang di atas adalah:

1. Bagaimana nilai SPT pada *claystone* setelah uji insitu?
2. Bagaimana nilai kuat tekan *claystone* setelah pengujian UCS di laboratorium?
3. Bagaimana nilai korelasi antara N-SPT dengan σ_c UCS?

1.3. Pembatasan Masalah

Agar pelaksanaan penelitian ini tepat sasaran dan terstruktur maka pembatasan masalah dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di singkapan *claystone* dekat titik pengeboran pada periode Oktober 2016 – November 2016 di lokasi Musi–Banyuasin, Sumatera Selatan.
2. Nilai N-SPT yang dipakai hanya pada kedalaman 30cm dan semua nya pada bagian *floor* batubara.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menghitung dan menganalisa Nilai SPT pada *calystone* di lokasi Musi-Banyuasin, kabupaten Musi-Banyuasin, Sumatera Selatan.
2. Menghitung dan menganalisa nilai kuat tekan *claystone* dengan pengujian UCS di laboratorium.
3. Mengorelasikan hasil N-SPT dengan σ_c UCS.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Sebagai bahan pertimbangan untuk mengetahui kekuatan lapisan *claystone* yang merupakan lapisan *floor* dari batubara untuk acuan aplikasi di bidang geoteknik.
2. Sebagai referensi untuk para akademisi dalam menambah ilmu pengetahuan mengenai kekuatan *claystone* di lokasi kabupaten Musi-Banyuasin, Sumatera Selatan berdasarkan metode SPT dan UCS di Laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.P. Chambers, John L.C. 1998. “*Sedimentation of The Modern and Miocene Mahakam Delta*”. Jakarta: Indonesian Petroleum Assosiation.
- ASTM D 1586-84, 1984. “*Standard method for penetration test and split barrel sampling of soils*”. USA.
- Bieniawski, Z.T. 1976. “*Rock Mass Classification in Rock Engineering*”, Cape Town: Balkema.
- Hara, A. Ohta, T. Niwa, M. Tanaka, S., and Banno, T., 1974. ”*Shear Modulus and Shear Strength of Cohesive Soils*”. *Soils and Foundation*.
- Hatanaka, M. and Uchida, A. 1996. ”*Empirical Correlation Between Penetration Resistance and Internal Friction Angle of Sandy Soils*”. *Soils and Foundations* Vol 36, No 4, pp 96-103.
- Holtz, R.D. dan Kovacs, R.D. 1981. ”*An Introduction To Geotechnical Engineering*”. Prentince Hall, Inc.
- Jumikis, A.R. 1979. ”*Rock Mechanics*”, USA: Trans Tech Publications.
- Kramadibrata, S. 1990. ”*The Influence of Specimen Size on Strength of Intact Rock*”. Western Australia: *Western Australian Conference on Mining Geomechanics*, WASM Kalgoorlie.
- Kuncoro, P. 1996. ”*Model Pengendapan Batubara untuk menunjang Ekspolorasi dan Perencanaan Penambangan*”. Bandung: ITB.
- McGregor, J.A. and Duncan, J.M. 1998. ”*Performance and Use of the Standard Penetration Test in Geotechnical Engineering Practice*”, Report of a study performed by the Virginia tech Center for Geotechnical Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Nassaji, F., dan Kalantari, B., 2011. ”*SPT Capabilty to Estimate Undrained Shear Strength of Fine Grained Soils*”. Iran: *EJGE*, Vol.16, pp.1229-1238.
- Pettijohn, F.J. 1975. ”*Sedimentary Rocks 3rd*”. New York: Herper & Row.
- Rahardjo, P.P. 2001. ”*Penyelidikan Geoteknik dengan Uji In-Situ*” GEC: Parahyangan Chatolic University.
- Rai, M.A. Suseno, K., Ridho, K.W., 2013. ”*Mekanika Batuan*”. Bandung: Penerbit ITB.
- Shamsher, P. 1989. ”*Quarterly Journal of Engineering Geology*” London: Vol. 22, p. 251.

- Skempton, A.W. 1986. "Standard Penetration Test Procedures and the Effects in Sands of Overburden Pressure, Relative Density, Particle Size, Aging, and Overconsolidation". *Geotechnique*, Vol. 36, No. 3, 425-447.
- SNI 2825, 2008. "Cara Uji Kuat Tekan Batu Uniaksial". Badan Standarisasi Nasional.
- Terzaghi, K. and Peck, R.B.. 1967. "*Soil Mechanics in Engineering Practice*". New York: John Wiley.
- Tucker M.E. 1991. "*Sedimentary Petrology: an Introduction to The Origin of Sedimentary Rocks*". Singapore: Blackwell Science.
- Ward, C.R., 1984. "*Coal Geology and Coal Technology*". Singapore: Blackwell Scientific Publications.
- Wyllie, D.C. dan Mah, Ch. W., (2004). *Rock Slope Engineering: Civil and Mining*. London dan New York : Spon Press, 4th ed., 431h.
- Youd, T.L. and Idriss, I.M. 2001, "Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER Workshops on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soil". *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE*. Vol. 36, No. 3 425-447.