

Analisis Stabilitas Lereng Timbunan Pada PT. Globalindo Inti Energi Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur

Oleh :

Sundek Hariyadi¹ dan Yuda²

ABSTRAK

Kondisi actual disposal di sebelah Timur PT. Globalindo Inti Energi berada pada ketinggian 60 m. dalam keadaan actual area disposal tersebut telah mengalami pergerakan dan deformasi, akibat dari proses penambangan sehingga perlu dilakukan desain ulang (*re-desain*) slope disposal. Pengambilan sample dilakukan dengan cara test pit, pemboran inti, dan menggunakan hasil laboratorium geoteknik terdahulu. Dari hasil analisis didapatkan nilai kohesi dan sudut gesek dalam peak dan residu, berat jenis kering, berat jenis basah, dan berat jenis natural.

Analisis dilakukan dengan properties nilai C (peak) adalah 26.1 kPa, C (residual) 18.4 kPa dan Sudut gesek dalam (peak) adalah 23.3° (residual) adalah 14.7° pada kondisi actual didapatkan factor keamanan (FK) sebesar 0.783 dengan total displacement sebesar 10 m. Hasil perhitungan FK dan deformasi pada desain ulang disposal diperoleh nilai factor keamanan (FK) adalah 1.264 dan total displacement 0.7 m.

Posisi dan keadaan pengambilan sampel menjadi sangat berpengaruh terhadap nilai properties material disposal. Kondisi air juga berpengaruh terhadap nilai FK dengan dibuktikannya semakin jenuh suatu lereng maka semakin kecil nilai FK. Adanya perbedaan nilai FK analisis di dalam software dengan keadaan pergerakan actual dilapangan menjadi berbeda karena properties yang digunakan dalam software adalah properties intact rock sedangkan pada keadaan aslinya adalah *rock mass*.

Kata Kunci : Disposal, slope, properties, factor keamanan, displacement

¹ Dosen Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Kutai Kartanegara

² Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Kutai Kartanegara

LATAR BELAKANG

Perencanaan pembuatan disposal area (*dump site*) secara komprehensif membutuhkan banyak analisis terhadap aspek operasi terutama menyangkut kajian teknis. Menurut Projosumarto (1993), disposal area harus memenuhi beberapa syarat, salah satunya adalah dipenuhinya design criteria daya dukung tanah yang memadai untuk menghindari amblesan yang dikarenakan oleh besarnya tonase *overburden* yang akan ditimbun pada area disposal tersebut.

Kondisi actual area disposal pada PT. Globalindo Inti Energi berada pada ketinggian 60 m. Pada posisi bottom disposal telah dilakukan proses penambangan untuk pengambilan batubara seam H, mengingat jumlah cadangan yang cukup besar. Area disposal tersebut telah terganggu akibat proses penambangan sehingga mengalami pergerakan dan deformasi kearah penambangan, dibuktikan dalam kondisi actual. Mengingat masalah stabilitas lereng pada areal disposal PT. Globalindo Inti Energi maka perlu management disposal dan penanganan analisis stabilitas lereng hingga lereng timbunan cukup stabil dan aman untuk meminimalisir dampak-dampak negatif, terutama dampak tentang pergerakan tanah (*deplacement*) di sekitar disposal area dan PIT Aktif.

TUJUAN PENELITIAN

Maksud dari penyelidikan Geologi Teknik adalah melakukan pemboran *full coring* di mana *core* batuanannya akan diuji sifat fisik dan mekanik.

Tujuan penyelidikan Geologi Teknik adalah untuk mengetahui data sifat fisik dan mekanik batuan di mana data tersebut dapat digunakan untuk merancang dimensi *singleslope* maupun *overall slope* yang stabil pada tambang terbuka yang akan dilakukan nantinya.

GEOLOGI REGIONAL

Berdasarkan data Litologi daerah penyelidikan termasuk kedalam Formasi Balikpapan (*Tmbp*) : Batupasir kuarsa, batupasir, batulanau, batulempung, perselingan konglomerat, dan ditemukan juga lapisan batugamping. Ketebalan lapisan batubara antara 0,60 – 3,00 meter. Lapisan ini diperkirakan berumur miosen awal. dan Formasi Kampungbaru (*Tmkb*) (*Geological Map By Supriatna et.al, 1994*) : Batupasir kuarsa, batulempung, batubara lempungan (*shallycoal*). Ketebalan lapisan batubara antara 0,30 – 2,50 meter. Lapisan ini diperkirakan berumur miosen awal.

Menurut Laporan Eksplorasi terdahulu tahun 2010 PT. Globalindo Inti Energi, stratigrafi lokal PT. Globalindo Inti Energi didominasi oleh batulempung dan batu pasir. Batulempung berwarna abu-abu kecoklatan, terkadang ditemukan sisipan karbon, sementara batu pasir berwarna abu-abu, kekerasan sedang-keras dengan butiran antara halus - sedang, terdiri darimineral kuarsa dan feldspar.

HASIL ANALISIS LABORATORIUM

Untuk analisa model keseluruhan, terdapat dua aspek geoteknik yang berbeda yaitu kestabilan lereng *low wall* dan timbunan. Properti mekanik dari batuan/tanah *low wall* yang akan digunakan adalah berdasarkan pada studi

pendahuluan geoteknik perusahaan (FS), Test Pit dan Pemboran Geoteknik. Beberapa properti mekanik batuan *Low wall* dan disposal akan dikumpulkan dan dianalisa untuk kemudian digunakan dalam permodelan *Low wal*. Beberapa hasil interpretasi properti mekanik batuan low wal sebagai berikut:

Tabel 1. Interpretasi dan Properti Mekanik Batuan Disposal berdasarkan Testpit 1

NO LAB	NO SPL	NAG			NMC%	SG	ATTERBERG LIMIT			
		CODE	Type	NAG pH			LL (%)	PL (%)	PI (%)	LS (%)
75298	MTC 01A	1	NAF	4.5	31.6	2.63	69.3	22.2	47.1	17.9
75299	MTC 02A	1	NAF	4.3	32.3	2.62	78.2	26.5	51.7	19.8
75300	MTC 03A	2	NAF	3.6	29.5	2.64	62.7	22.5	40.2	20.4
75301	MTC 04A	2	NAF	3.6	21.1	2.68	42.7	18.7	24.0	13.0
75302	MTC 05A	1	NAF	4.5	28.0	2.65	43.5	19.2	24.3	11.4
75298	MTC 01B	1	NAF	4.5	31.6	2.63	69.3	22.2	47.1	17.9
75299	MTC 02B	1	NAF	4.3	32.3	2.62	78.2	26.5	51.7	19.8
75300	MTC 03B	2	NAF	3.6	29.5	2.64	62.7	22.5	40.2	20.4
75301	MTC 04B	2	NAF	3.6	21.1	2.68	42.7	18.7	24.0	13.0
75302	MTC 05B	1	NAF	4.5	28.0	2.65	43.5	19.2	24.3	11.4

Approved by: Ivan B

Tabel 2 Interpretasi dan Properti Mekanik Batuan Disposal berdasarkan Testpit 2

NO LAB	NO SPL	HYDROMETER				PERMAEABILITY		
		Gravel %	Sand%	Silt%	Clay%	TEST 01	TEST 02	TEST 03
						k (cm/det)		
75298	MTC 01A	2.6	11.5	37.6	48.3	5.89E-05	5.89E-05	5.85E-05
75299	MTC 02A	0.8	4.8	45.1	49.3	4.71E-05	4.71E-05	4.68E-05
75300	MTC 03A	1.2	3.2	40.1	55.5	3.92E-05	3.92E-05	3.90E-05
75301	MTC 04A	3.2	48.4	37.0	11.4	4.83E-02	4.83E-02	4.92E-02
75302	MTC 05A	3.2	49.1	32.5	15.2	1.78E-02	1.78E-02	1.78E-02
75298	MTC 01B	2.6	11.5	37.6	48.3	5.89E-05	5.89E-05	5.85E-05
75299	MTC 02B	0.8	4.8	45.1	49.3	4.71E-05	4.71E-05	4.68E-05
75300	MTC 03B	1.2	3.2	40.1	55.5	3.92E-05	3.92E-05	3.90E-05
75301	MTC 04B	3.2	48.4	37.0	11.4	4.83E-02	4.83E-02	4.92E-02
75302	MTC 05B	3.2	49.1	32.5	15.2	1.78E-02	1.78E-02	1.78E-02

Tabel 3. Interpretasi dan Properti Mekanik Batuan Disposal berdasarkan Testpit 3

NO LAB	NO SPL	DIRECT SHEAR				CLASS	
		PEAK		RESIDUAL			
		C (MPa)	φ (°)	C (MPa)	φ (°) A		
75298	MTC 01A	0.0131	11.1	0.0118	5.1	CH	Silty clay
75299	MTC 02A	0.0145	10	0.0129	4.8	CH	Silty Clay :mottled grey,brown,high plasticity
75300	MTC 03A	0.0200	13.3	0.0128	7.2	CH	Silty Clay mottled grey,yellow,high plasticity
75301	MTC 04A	0.0091	22.6	0.0034	16.2	CI	Clayey Silty Sand : grey,medium plasticity,fine to medium sand
75302	MTC 05A	0.0086	26.8	0.0040	15.4	CI	Clayey Silty Sand :grey,medium plasticity,fine to medium sand
75298	MTC 01B	0.0137	10.8	0.0119	5.8	CH	Silty Clay :mottled grey,yellow,high plasticity
75299	MTC 02B	0.0149	9.8	0.0136	4.4	CH	Silty Clay :mottled grey,brown,high plasticity
75300	MTC 03B	0.0193	13.4	0.0131	7.0	CH	Silty Clay mottled grey,yellow,high plasticity
75301	MTC 04B	0.0096	23.3	0.0028	16.5	CI	Clayey Silty Sand : grey,medium plasticity,fine to medium sand
75302	MTC 05B	0.0092	26.7	0.0033	15.7	CI	Clayey Silty Sand :grey,medium plasticity,fine to medium sand

Tabel 4. Interpretasi dan Properti Mekanik Batuan Low wal berdasarkan Bor Geoteknik

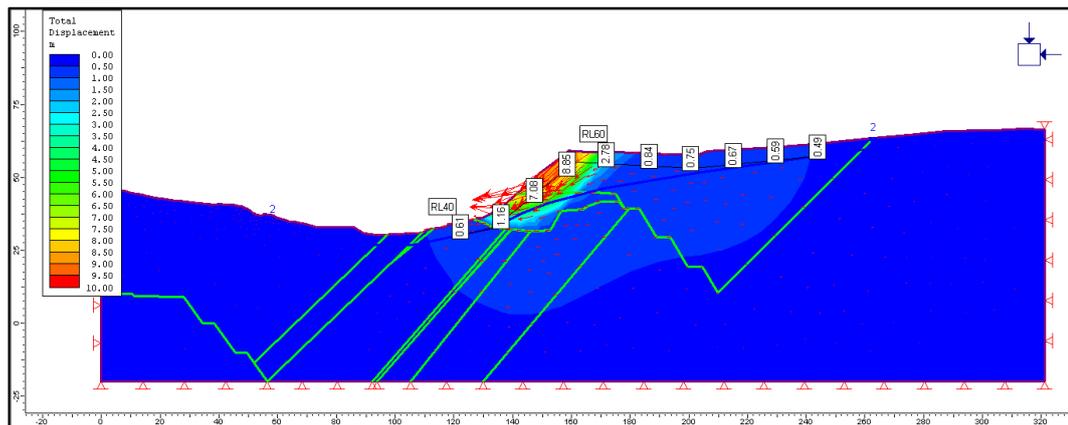
IDENTITY			SAMPLE DIMENSION		MOISTURE CONTENT		FAILURE MODE	U C S	POINT LOAD	DIRECT SHEAR	SIEVE AND HYDROMETE								
BORE HOLE No.	DEPTH (m)	LITHOLOGY	DIAM (mm)	HEIGHT (mm)	WET DENSITY (t/cmm)	DRY DENSITY (t/cmm)					STRENGTH MPa	STRENGTH $I_{p,20}$ MPa	PEAK C (MPa)	RESIDUAL C (MPa)	GRAVEL (%)	SAND (%)	SILT (%)	CLAY (%)	
SA.01-04	22.80	23.20	Claystone	52.20	140.00	21.24	1.06	1.62	JOINT	0.204	0.0230	0.0194	14.0	0.0160	8.5	1.3	16.7	46.5	35.5
SA.01-05	42.00	42.40	Claystone	51.10	141.20	19.15	1.94	1.63	BRITTLE	0.648	0.1100	0.0291	25.8	0.0187	15.1	0.0	0.8	48.4	50.8
SA.01-06	50.50	50.90	Coal	50.20	87.30	17.18	2.08	1.77	BRITTLE	4.931	1.1120	0.0819	34.8	0.0585	28.8	N/A	N/A	N/A	N/A
SA.01-07	56.00	56.40	Sandstone	48.95	155.40	18.43	2.00	1.89	BRITTLE	0.317	0.0260	0.0000	35.2	0.0000	21.7	0.0	59.6	24.4	16.0
SA.01-08	59.60	60.00	Claystone	52.10	174.30	18.43	2.00	1.89	BRITTLE	0.481	0.0480	0.0225	17.8	0.0122	7.8	0.0	0.3	73.4	26.3
SA.02-01	12.00	12.40	Sandstone	52.10	113.90	24.77	2.02	1.83	BRITTLE	0.328	0.044	0.000	35.40	0.000	21.40	0.1	63.2	25.9	10.8
SA.02-02	32.00	32.40	Claystone	52.50	124.18	17.75	2.11	1.79	BRITTLE	0.485	0.053	0.022	15.80	0.013	8.70	0.0	28.4	30.4	41.2
SA.02-04	46.50	46.90	Claystone	52.00	119.40	19.72	2.02	1.68	BRITTLE	0.403	0.087	0.021	17.60	0.011	7.40	0.0	0.2	44.5	55.3

Tabel 5. Interpretasi dan Properti Mekanik Batuan Disposol berdasarkan Bor Geoteknik

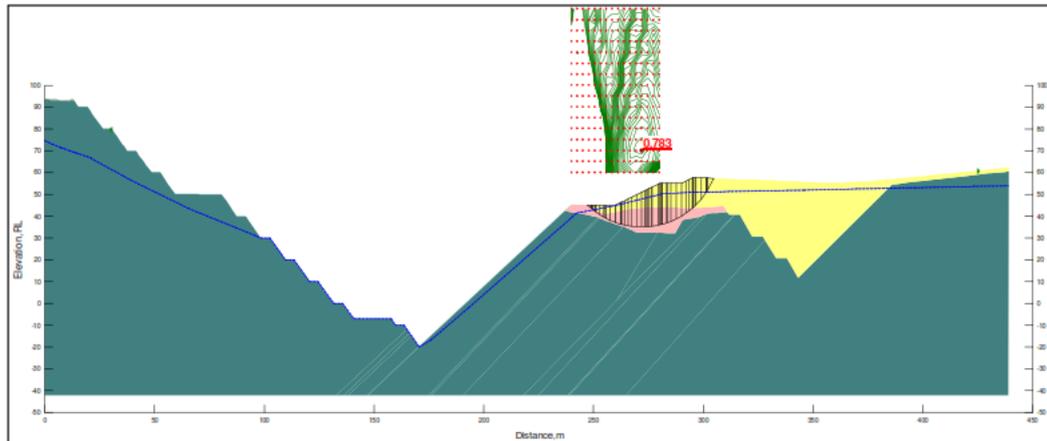
IDENTITY			SAMPLE DIMENSION		MOISTURE CONTENT		FAILURE MODE	U C S	POINT LOAD	DIRECT SHEAR	SIEVE AND HYDROMETE								
BORE HOLE No.	DEPTH (m)	LITHOLOGY	DIAM (mm)	HEIGHT (mm)	WET DENSITY (t/cmm)	DRY DENSITY (t/cmm)					STRENGTH MPa	STRENGTH $I_{p,20}$ MPa	PEAK C (MPa)	RESIDUAL C (MPa)	GRAVEL (%)	SAND (%)	SILT (%)	CLAY (%)	
SA.01-01	4.50	4.90	DISPOSAL	51.80	140.00	24.90	1.87	1.50	BRITTLE	0.454	0.0480	0.0220	17.4	0.0121	7.2	0.1	3.5	63.6	32.8
SA.01-02	8.40	8.80	DISPOSAL	51.60	140.00	22.90	2.33	1.96	BRITTLE	0.368	0.0360	0.0216	15.4	0.0137	8.3	0.3	3.7	66.2	29.6
SA.01-03	18.00	18.40	DISPOSAL	52.78	141.40	20.81	2.03	1.68	BRITTLE	0.519	0.0680	0.0261	23.3	0.0184	14.7	0.0	9.3	47.9	42.7

KONDISI LERENG TIMBUNAN ACTUAL

Berdasarkan desain PT. GLOBALINDO INTI ENERGI terbukti bahwa desain dan permodelan lereng pada Pit 5 utara disposal tidak aman. Dimana daerah tersebut telah mengalami pergerakan dan longsor. Berikut hasil Analisa menggunakan permodelan pada penampang Pit 5 utara.



Gambar 1. Total Displacement Kondisi Actual



Gambar 2. Model desain awal lowwal dan disposal dengan nilai FOS < 1.2

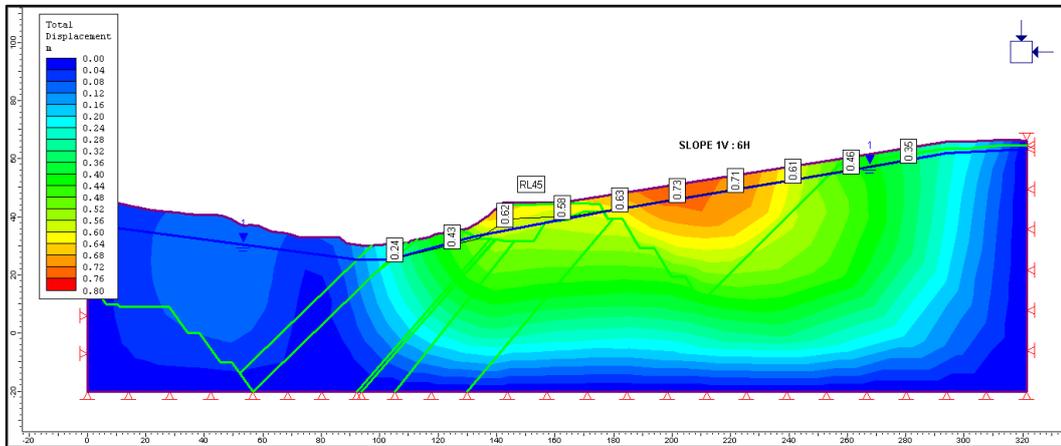
KONDISI LERENG TIMBUNAN SETELAH RE-DESIGN

Tujuan dilakukannya analisis kemandapan lereng penambangan adalah untuk menentukan geometri (tinggi dan sudut kemiringan) lereng yang mantap. Data masukan yang digunakan untuk analisis ini adalah keadaan topografi, struktur geologi berupa peralapisan batuan, sertasifat fisik dan mekanik dari batuan pembentuk lereng.

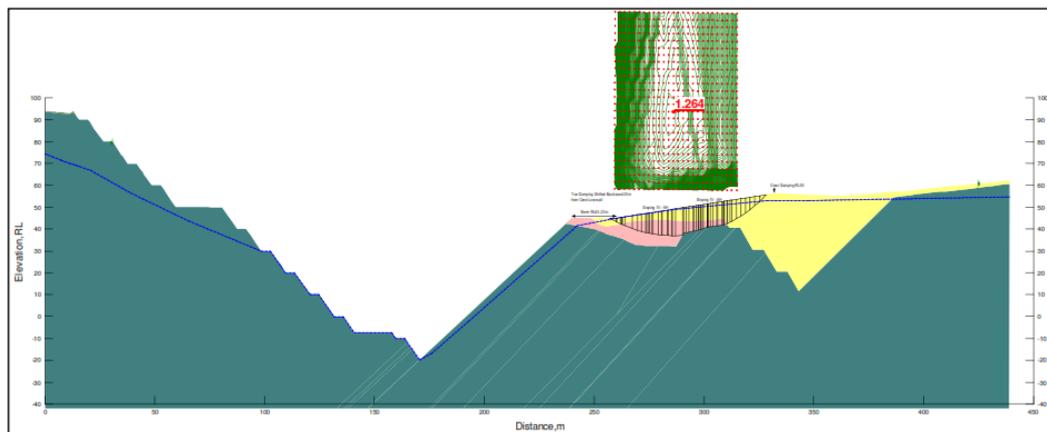
Longsor yang akan terjadi diperkirakan berbentuk busur dan perhitungan analisis dilakukan dengan Metode numerik yang menggunakan program Phase2 dan Slide. Perhitungan dilakukan untuk lereng tunggal, lereng keseluruhan pada penimbunan tanah penutup. Mengingat luasnya daerah kajian, maka analisis dilakukan per daerah/blok dengan memaksimalkan data uji laboratorium.

Berdasarkan pada *cross section* yang telah dibuat, ketinggian lereng disposal mencapai 55 m. Sudut kemiringan lereng yang akan dianalisis adalah berkisar 9° . Pendekatan-pendekatan yang digunakan dalam analisis kemandapan lereng keseluruhan adalah:

- 1) Analisis kemandapan lereng keseluruhan dilakukan pada penampang geoteknik
- 2) Karakteristik batuan yang digunakan adalah karakteristik hasil uji laboratorium dari batuan yang dijumpai pada penampang tersebut. Untuk material yang tidak ada data ujinya, karakteristik material diambil dari material lubang bor lain yang diperkirakan sama posisinya
- 3) Beberapa parameter ditentukan secara empiris dari pendekatan kondisi material batuan
- 4) Variasi material dalam satu lapisan dianggap homogen
- 5) Kondisi batuan di bawah muka air tanah dianggap jenuh.



Gambar 3.Total Displacement Re-design



Gambar 4.Total Displacement Re-design

Tabel 5. Skema geometri dumping timur

Proposed Design					
NO	LEVEL	BERM (M)	SLOPE	DEGRESS	FOS OVERALL
1	RL45 - RL55	20	1V:6V	9°	1.2

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan terhadap Analisis Stabilitas Lereng Timbunan dan Lowwall pada PT. GlobalindoInti Energi, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data Litologi daerah penyelidikan masuk kedalam Formasi Balikpapan (Tmbp) dan Formasi Kampungbaru (Tmkb)
2. Kondisi air menjadi berpengaruh terhadap material timbunan dengan di buktikannya hasil analisis propertisdumping PT. Globalindo Inti Energi, semakin tinggi muka air tanah maka nilai faktor keamanan semakin kecil.
3. Material Propertis Residual mendapatkan Faktor Keamanan <1 maka tidak aman.
4. Hasil nilai factor keamanan actual adalah < 1.2 dan total displacement maksimal 10 m maka kondisi lereng tidak aman, terbukti pada kondisi di lapangan yang sudah mengalami pergerakan dan longsor.
5. Hasil *Redesign* kemiringan lereng hasil pemodelan untuk perbaikan lereng timbunan adalah 1V : 6H dengan lebar berm awal 20m.
6. Nilai Faktor Keamanan *redesign* adalah $>1,2$ dan nilai total displacement maksimal 0.7 m
7. Jenis dan variasi material waste dump sangat bervariasi, sehingga model geoteknik dapat berubah seiring dengan jalannya progress dumping. Monitoring pergerakan tanah/dumping dan pemantauan air tanah sangat diperlukan untuk memastikan tinggi muka air. Volume dumping optimum pada perkiraan total angka: 909.760 m³

DAFTAR PUSTAKA

- Kepmen P dan E No. 555. K/26/M.PE/1995 Pasal 240 – 242, Tentang Tinggi Jenjang, Lebar Jenjang, Sudut Jenjang.*
- Anderson, M.G., Richard K.S., 1987. *Slope Stability, Geotechnical Engineering and Geomorphology*, John Wiley and Sons.
- Bieniawski, Z.T., 1968, The effect of specimen size on the strength of coal. *International Journal on Rock Mechanics and Mining Sciences & Mechanics Abstracts*, V. 5 n. 4, 325-335.
- Das, B. M., 1994, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayas Geoteknis) Jilid I*, Erlangga, Jakarta .
- Das, B. M., 1994, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayas Geoteknis) Jilid II*, Erlangga, Jakarta.
- FebriHirawan, 2010. *Slope Instability Zoning Mapping of Landslide Hazardous Area for The Stabilization System*, Indonesia.
- Goodman, R.E., 1974, The mechanical properties of joints. Proc. 3rd ISRM congr. Vol. 1. Denver.

- Hudgson, K. and Cook, N.G., 1970, The effects of size and stress gradient on the strength of rock. Proc. 2nd ISRM Congr. Belgrade.
- Hardiyatmo, H. C., 1992, *Mekanika Tanah I*, PT. Gramedia Pustaka Umum : Jakarta.
- Kaczynski, R.R., 1986, Scale effect during compressive strength tests of rocks. Proc. 5th Int. Congress of IAEG, Buenos Aires : 371-373
- Kramadibrata, S., and Jones, I.O., 1993, Size effect on strength and deformability of brittle intact rock. The 2nd Intl. Workshop on scale effects in Rock masses, Edited by Cunha, P.A. Lisbon, Portugal, 227-284.
- Lundborg, N. 1967, The strength-size relation of granite. Int. J. Rock Mechanics, Vol. 4. 269-272.
- Lama, R.D. and L.P. Gonano., 1976, Size effects considerations in the assessment of mechanical properties of rock masses. In : proceedings of the Second Symposium on Rock Mechanics, Dhanbad.
- Pratt, H.R., Black, A.D. and Brace, W.F., 1972, Friction and deformation of jointed quartz diorite. Proc. 3rd Cong. Of Int. Soc. Rock Mech., Denver Colorado, Vol. II. A: 306-310.
- Pratt, H.R., Black, A.D. and Brace, W.F., 1974, The effect of specimen size on the mechanical properties of unjointed diorite. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geom. Abst., Vol. 9. No. 4 : 513-529.
- Rock slopes. I. Mah, Christopher W. II. Wyllie, Duncan C., Based on Rock Slope Engineering (third edition, 1981) by Dr Evert Hoek and Dr John Bray. 1933.
- Sosrodarsono, Suyono. 2000, *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, PT. Pradnya Paramita : Jakarta
- Saptono, S., Kramadibrata, S, Wattimena, R.K., Sulistianto, B., Nugroho, P., Iskandar, E., Bahri, S., 2008, Low wall slope monitoring by robotic theodolite system likely to contribute to increase production of coal in PT. Adaro Indonesia, SHRIMS 2008 – editor Potvin, Y. Carter, J. Dyskin, A., Jeffery, R. Australian Centre for Geomechanics, Perth.
- Singh, M.M., 1981, Strength of rock. Physical properties of rock and materials. New York.
- Yulvi Zaika, Syafiah, 2011. Pengaruh Beban Dinamis dan Kadar Air Tanah Terhadap Stabilitas Lereng Pada Tanah Lempung Berpasir.
- Sarma, S. K. "Seismic stability of earth dams and embankments." *Geotechnique* 25.4 (1975): 743-761.
- Hariyadi, S., 2014. "Analisis Stabilitas Lereng Timbunan PT. Kayan Putra Utama Coal Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur", Tenggarong.