

ISBN : 978-979-8420-14-6

PERHAPI

PERHIMPUNAN AHLI PERTAMBANGAN INDONESIA
ASSOCIATION OF INDONESIAN MINING PROFESSIONALS

PROSIDING



**KONSERVASI BAHAN TAMBANG
MENUJU MASA DEPAN
INDUSTRI PERTAMBANGAN INDONESIA
YANG LEBIH BAIK**



DAFTAR ISI

Kata pengantar
Daftar Isi

i
ii

KELOMPOK I : EKSPLORASI

- | | | |
|---|---|----|
| 1 | Praktek Pelaksanaan Quality Control Batubara PT. Sumber Kurnia Buana, Akhmad Gazali¹ , Tya Kusumah² , Adrianus Hutauruk³ , Lufi Rachmad⁴ , ^{1,2,3} <i>Quality Control</i> , ⁴ <i>Operasional PT. SKB, PT. Sumber Kurnia Buana</i> | 1 |
| 2 | Pemisahan Model Geologi di Kintap Barat Karena Perbedaan Signifikan Pada <i>Dip</i> /Kemiringan Batubara, Aryoseno¹ , Sigit Putrasakti² , ¹ <i>Geology & Geotechnical Supervisor Tambang Kintap</i> , ² <i>Geologist Departemen Mineral Resources, PT. Arutmin Indonesia</i> | 13 |
| 3 | Aplikasi Metode Geolistrik Untuk Penentuan Disain Lereng Rencana Jalan Hikari-Boboka PT. ANTAM, Tbk Ubp Nikel Maluku Utara Site Tanjung Buli, Bimo Wicaksono¹ ; Risono^{2,1} , ¹ <i>Geotechnical Engineer PT ANTAM, Tbk UBP Nikel Maluku Utara</i> , ² <i>Buli Mining Operation Bureau Head PT ANTAM, Tbk UBP Nikel Maluku Utara</i> | 20 |
| 4 | Studi Struktur Perlapisan Batubara Menggunakan Analisa Distribusi Energi Waktu-Frekuensi Terhadap Data GPR, Eddy Ibrahim^{*)} dan Taufik Toha^{**)} , ^{*)} <i>Pusat Penelitian Energi Universitas Sriwijaya</i> ^{**)} <i>Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya</i> | 29 |
| 5 | Penggunaan <i>Multidimensional Scaling</i> Dalam Pemetaan Potensi Sektor Pertambangan Di Indonesia, Galang Prayedha Wartadji, ST.,² Dr. Ir. Barlian Dwinagara, MT.,¹ ¹ <i>Mineral and Coal Studio (Konsultan Pertambangan)</i> , ² <i>Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta</i> | 36 |
| 6 | Eksplorasi Batuan Beku Dengan Metode Geolistrik Untuk Mengetahui Sebaran Serta Volumnya Dalam IUP PT. Birawa Pandu Selaras, Oriza satifa , <i>PT. Bhakti Energi Persada</i> | 46 |
| 7 | Aplikasi Sistem Informasi Tambang Terpadu Untuk Multisite Di PT ANTAM (Persero) Tbk, Sugiyo , Tafia Sulistyani , Arif Hindarto , Novi Feri Rusiana Dewi , Adang Arifien , <i>PT. Aneka Tambang (Persero), Tbk</i> | 56 |

KELOMPOK II : OPERASI PENAMBANGAN

- | | | |
|----|---|-----|
| 8 | Implementasi Drill Provision (Drill High Precision Gps) System Untuk Mendapatkan Hasil Peledakan Yang Optimal Di PIT Bendili, PT. Kaltim Prima Coal, ¹Aris Hermawanto, ²Aryuni Adinda, ¹ Senior Drill & Blast EGINEER, ² ENGINEER DISPATCH, PT. Kaltim Prima Coal | 62 |
| 9 | Rekonsiliasi Penambangan Antara Perencanaan Tambang Jangka Pendek Dengan Realisasi Berdasarkan Block Model Dan Peta Topografi Periode Semester 1-2013 Di Site Tanjung Buli UBP Nikel Maluku Utara, PT. Antam (Persero) Tbk., Febrylian F. Chabibi¹; Risono², ¹ Survey Engineer PT. Antam (Persero) Tbk UBP Nikel Maluku Utara, ² Buli Mining Operation Bureau Head PT. Antam (Persero) Tbk. UBP Nikel Maluku Utara | 70 |
| 10 | Konsep Studi Penambangan Batubara Sistem Tambang Bawah Tanah Di PT. Sumber Kurnia Buana, F. Sinaga, L. Rachmad, PT. Sumber Kurnia Buana | 76 |
| 11 | Strategi Penambangan Batubara Di Daerah Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, Hidayatullah Sidiq, Andyono B Santoso, DnP MineConsult, Yogyakarta | 86 |
| 12 | Optimalisasi Final PIT Tambang Tal Timur (MOT) Untuk Mendukungkebijakan Konservasi Energi, Joko Tunggal, Suherman, PT. Bukit Asam (Persero), Tbk | 98 |
| 13 | Introduction To The Concept Of System Approach To Mining Hydrogeological Problems, Lilik Eko Widodo, Research Group on Earth Resources Exploration, Faculty of Mining and Petroleum Engineering, Institute Technology of Bandung | 106 |
| 14 | Analisis Time Sheet Alat Berat, Studi Kasus Tambang Nikel Pomalaa, Di PT. ANTAM (Persero) Tbk, Muhammad Zulfikar Muslim, Aldino Yulianto, Yudi Agus Susanto, Febri Estiadi Prihasto, Mineral Resources Department, PT ANTAM (Persero) Tbk. | 112 |
| 15 | Aplikasi Ice Box Untuk Menurunkan Suhu Lingkungan Kerja Pada Antam UBPE Pongkor, Indonesia, Radyan Prasetyo[*], Siswanto^{**}, [*] Ventilation Engineer Antam Underground Mining Business Unit, Pongkor, ^{**} Sr. Officer Ventilation Antam Underground Mining Business Unit, Pongkor, PT. Aneka Tambang (Persero), Tbk | 122 |

- 16 Pengaruh Formasi Geologi Terhadap Kecepatan Pengeboran Batuan Andesit Pada Formasi Andesit Tuan Dan Formasi Nglanggran Di Daerah Istimewa Yogyakarta, **Dr.Ir.Singgih Saptono, MT., Khaerul Subaki, Atyanta Wihikan , Rizky Pratama P.D., Sidik Muallim, Sony Hadi Ismanto Siagian**, UPN "Veteran" Yogyakarta 131
- 17 Analisis Tingkat Kerentanan Airtanah Pada Rencana Pertambangan Batubara Di Barito Timur, Kalimantan Tengah, **Shofa Rijalul Haq¹, Barlian Dwinagara², Karlina Triana³, Tedy Agung Cahyadi²**, ¹Mineral and Coal Studio (Konsultan Pertambangan), ² Teknik Pertambangan, UPN "veteran", Yogyakarta, ³Program Pasca Sarjana Teknik Geologi UGM, Yogyakarta 140
- 18 *Material Types* Sebagai Acuan Optimalisasi Peledakan Tambang Di Tambang Terbuka Grasberg^{*}), **Teguh Setiadi, Luhur Prasetyo, dan Irics Tabuni**, *Geoservices Surface Mine-Geology Department, Geoservices Division, PT. Freeport Indonesia*, 149
- 19 Analisis Korelasi Hubungan *Productivity Vs Match Factor* Dan *Production Cost* Pada alat muat R996S Dan EX3500S Dengan Alatangkut EH 4500 Dan CAT789 Pada Penambangan Bendili Prima PIT, Hatari Department, PT. Kaltim Prima Coal, **Wahyu Asmoro Nursandi dan Tambar Sugara**, *PT. Kaltim Prima Coal* 156
- 20 Perancangan Penambangan Batugamping Untuk Pabrik Semen Di Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah, **Waterman Sulistyana B*, Zulkarnaen****, **Magister Teknik Pertambangan UPN Veteran Yogyakarta, **Prodi Teknik Pertambangan, FTM, UPN "Veteran" Yogyakarta* 167
- 21 Bahan Peledak Emulsi Curah Untuk Peledakan Batuan Reaktif Di Pertambangan (*Bulk Emulsion For Reactive Ground*), **Pudji Suprpto^a, Anggaria Maharani^a**, *^a Energetic Material Center, PT DAHANA (Persero)* 174
- 22 Dampak Dan Estimasi Biaya Coal Rehandle Apakah Menguntungkan Bagi PT.KPC? Studi Kasus Coal Mining Department PT. Kaltim Prima Coal, **Vita Meilani**, *Snr.Mining Engineer Coal Mining Department- PT. KPC* 181
- 23 Rekonsiliasi Bulanan Sebagai Metode Praktis Untuk Mengetahui Ketidakesesuaian Antara Rencana Penambangan Dan Kondisi Aktual, Studi Kasus Pit 4-7 Senakin Mine Site, PT Arutmin Indonesia, **Moses Simaremare**, *PT Arutmin Indonesia* 192

- 24 Aplikasi Daya Dukung Tanah Terhadap Pemilihan Tipe Alat Kerja Di Area PIT Tambang Terbuka, **Yahdi Azzuhry, S.T.⁽¹⁾, Dr. Barlian Dwinagara⁽²⁾**, ⁽¹⁾*Mining Geotechnical Engineer Mineral & Coal Studio (Konsultan Pertambangan)*, ⁽²⁾*Departemen Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.* 202

KELOMPOK III : EKONOMI MINERAL

- 25 "Re-Invent" Our Approach On The Economics Of Mining Project For Improved Investment Decision, **Nuzulul Haq, F. Hary Kristiono**, *Medco Energi Mining International* 208
- 26 Penggunaan Average Unit Cost Sebagai Salah Satu Alternatif Metode Penilaian Kelayakan Ekonomi Investasi Peralatan Tambang (Studikasu: Dump Truck 196 Ton pada operasi Penambangan PT Kaltim Prima Coal - Sangatta), **Wandi Kamajaya¹, ²Yanto Widodo**, ¹*Business Analysis Department*, ²*Mining Support Division, PT Kaltim prima Coal* 218

KELOMPOK IV : KEBIJAKAN

- 27 Tantangan Peran Kepemimpinan Daerah Untuk Pemanfaatan Data Geologi Dan Sumberdaya Mineral Dalam Perencanaan Pembangunan Jawa Tengah Studi Kasus : Di Wonosobo Dan Banyumas, **Agus Hendratno**, *Jurusan Teknik Geologi – Fakultas Teknik UGM* 232
- 28 Pengolahan Dan Pemurnian Mineral Untuk Kelestarian Lingkungan Dan Kemakmuran Rakyat, **Ir. Amirrusdi, MSi.**, *Assesor Kompetensi LSP PERHAPI, Praktisi Pertambangan & Lingkungan* 243
- 29 Ketidak Selarasan Peraturan Menteri Esdm No 18 Tahun 2008 Dan Atau Peraturan Pemerintah No 78 Tahun 2010 Dengan Amdal Dalam Merencanakan Peruntukan Pasca Tambang, **Gunawan Nusanto**, *Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertambangan-FTM, UPN " Veteran" Yogyakarta* 249

KELOMPOK V : GEOTEKNIK

- 30 Faktor Geoteknik Dalam Penempatan Limbah Tailing Pada Tampungan Di Bagian Lereng Low-Wall, **Supandi*,** & Nindya Bayu N****, ***PT Borneo Indobara, ^{*)}Jurusan Teknik Pertambangan, STTNAS Yogyakarta* 255

- 31 Perencanaan Teras PIT Floor Karena Kemungkinan Potensi Undercut Pada Low Wall PIT 2, ¹**Aryoseno**, ²**Rizki Habibie**, ¹*Geology & Geotechnical Supervisor*, ²*Mine Engineering Supervisor*, *PT. Arutmin Indonesia* 265
- 32 Optimasi Tambang Lama (Erstberg Open PIT) Untuk Mitigasi Potensi Banjir Di Kawasan Pabrik Pengolahan Bijih MP-74, **Eman Widijanto**, **Guritno Prasetyo**, **Iwan Setiawan**, **Rahayadi Karnain**, *Civil Geotech & Regional Hydrology*, *PT Freeport Indonesia* 272
- 33 Aplikasi Pendekatan Probabilistik Dalam Analisis Kestabilan Lereng Pada Daerah Ketidakstabilan Dinding Utara Di PT. Newmont Nusa Tenggara, **Eko Santoso**¹⁾, **Irwandy Arif**²⁾, **Ridho Kresna Wattimena**³⁾, ¹⁾ *Program Studi Magister Rekayasa Pertambangan*, *Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan - ITB* 283
- 34 Penerapan *Subsurface Monitoring* Pergerakan Lereng (*Case Study*) Material Sedimen Di Area Sesar PIT LW, **Didit Nur Arif**^{1,a)}, **Patmo Nugroho**^{1,b)}, **Hotmanahan Timbul**^{1,c)}, ¹ *Geotechnical Engineer*, *PT. Adaro Indonesia* 292
- 35 Karakteristik Akuifer Di Daerah Simpang Empat, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan, **Asdie Fitri Nugroho**¹⁾, **Tubagus Hendratmo**¹⁾, **Barlian Dwinagara**²⁾, ¹⁾ *Mineral and Coal Studio*, ²⁾ *Dosen Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta* 301
- 36 Kajian Geoteknik Terhadap Kestabilan PIT MEA Low Wall Site DKB PT. Atlas Resources, **Pungky Sampurno**, **M. A Jamal Musta'in**, *PT. Atlas Resources* 307
- 37 Ground Control Management Plan To Maximise Coal Recovery Near Unstable PIT Slopes Using Slope Stability Radar – Case Studies PT Wahana Baratama Mining, **Rachmat Hamid Musa**¹⁾, **Indra Syafriya**²⁾, **Nikodemus**³⁾, ¹ *Geotechnical Engineer PT GroundProbe Indonesia*, ² *Service Manager PT. GroundProbe Indonesia*, ³ *Geotechnical Engineer PT. Wahana Baratama Mining* 314
- 38 Kajian Geoteknik Terhadap Kestabilan Lereng Tanggul *Check Dam* Dan *Taj Mahal* Tambang Nikel PT Antam, Buli Kecamatan Maba, Kabupaten Halmahera Timur Provinsi Maluku Utara, **Ashadhien Noer Pratama**¹, **Barlian Dwinagara**², **Yahdi Azzury**³, ¹ *Mineral and Coal Studio Yogyakarta*, ² *Staf Pengajar Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta*, ³ *Mineral and Coal Studio Yogyakarta* 322

PROSIDING TPT XXII PERHAPI 2013

**KAJIAN GEOTEKNIK TERHADAP KESTABILAN LERENG
TANGGUL *CHECK DAM* DAN *TAJ MAHAL* TAMBANG NIKEL PT
ANTAM, BULI KEMACATAN MABA, KABUPATEN HALMAHERA
TIMUR PROVINSI MALUKU UTARA**

Ashadhien Noer Pratama¹, Barlian Dwinagara², Yahdi Azzury³

¹ Mineral and Coal Studio Yogyakarta

² Staf Pengajar Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
Yogyakarta

³ Mineral and Coal Studio Yogyakarta

ABSTRAK

Lereng tanggul *Check Dam* dan *Taj Mahal* terletak di salah satu tambang (Nikel) pada lokasi pemboran Buli Kecamatan Maba Kabupaten Halmahera Timur Provinsi Maluku Utara. Lithologi penyusun pada lereng tanggul *Check Dam* dan *Taj Mahal* ini merupakan bagian dari *Formasi Bacan*, tersusun oleh batuan gunungapi berupa lava, breksi, dan tufa dengan sisipan konglomerat dan batupasir. Lokasi titik bor ditentukan berdasarkan pada kondisi lapangan dan peruntukan yang telah direncanakan dengan penyebaran merata di daerah tambang. Kajian geoteknik perlu dilakukan pada lereng tanggul *Check Dam* dan *Taj Mahal* dengan maksud dan tujuan untuk menentukan upaya stabilisasinya, dengan demikian gangguan operasional selama penambangan berlangsung dapat dihindari atau diminimalkan. Pendekatan untuk analisis lereng tanggul *Check Dam* akan dikaji berupa material timbunan yang digunakan untuk membuat tanggul *Check Dam*, sedangkan pendekatan untuk analisis lereng *Taj Mahal* berupa kajian lereng timbunan material yang difungsikan sebagai jalan angkut. Simulasi perhitungan kestabilan lereng akan diberikan dengan dibantu oleh Software khusus geoteknik pertambangan *Slide v6.014* dari Rocscience dengan menggunakan metode kesetimbangan batas. Simulasi analisis kestabilan lereng berupa perhitungan nilai faktor keamanan (*safety factor*) dilakukan pada simulasi penentuan teknik stabilisasi lereng tanggul *Check Dam* dan *Taj Mahal*. Simulasi dilakukan dengan ketentuan nilai *safety factor* yang dijadikan dasar bahwa lereng dalam kondisi mantap adalah $FK \geq 1,30$. Dari hasil simulasi tersebut maka didapatkan nilai *safety factor* lereng tanggul *Check Dam* dan *Taj Mahal* dengan nilai *safety factor* masing – masing adalah 19,04 dan 1,38.

Kata kunci : Lereng Tanggul *Check Dam* dan *Taj Mahal*, Geoteknik, Stabilisasi, *Safety Factor*

PENDAHULUAN

Daerah Maluku bagian utara merupakan daerah strategis untuk prospek cebakan sumber daya mineral dan energi kecuali batubara dan gambut. Pembentukan bahan galian logam di daerah ini sangat dipengaruhi oleh lempeng Pasifik yang dikenal sangat kaya membawa endapan bahan galian logam. Cebakan-cebakan bahan galian logam yang potensial di daerah ini

seperti nikel (Ni), kobal (Co), krom (Cr), tembaga (Cu), emas (Au), perak (Ag) dan mangan (Mn). Terdapatnya batuan ultrabasa di Halmahera, Pulau Pakal, dan pulau-pulau kecil lainnya telah menghasilkan endapan laterit nikel yang sangat potensial. Lithologi penyusun pada daerah ini adalah merupakan bagian dari formasi Bacan, yang tersusun oleh batuan gunungapi berupa lava, breksi, dan tufa dengan sisipan konglomerat dan batupasir.

Kajian geoteknik yang dilakukan di daerah penelitian meliputi pengambilan sampel material pembentuk lereng pada area tambang lokasi lereng tanggul *check dam*, *taj mahal*. Istilah lereng tanggul *check dam* adalah timbunan dinding kolam pada kolam pengendapan yang berada di lokasi penelitian, sedangkan *taj mahal* merupakan istilah yang diberikan pada lokasi penelitian yang merupakan timbunan lose material yang berfungsi sebagai jalan penghubung antara dua bukit. Kajian geoteknik perlu dilakukan pada lereng tanggul *check dam* dan *taj mahal* dengan maksud dan tujuan untuk menentukan upaya stabilisasinya, dengan demikian gangguan operasional selama penambangan berlangsung dapat dihindari atau diminimalkan.

Menurut Hoek & Bray (1981), kemantapan lereng dapat dianalisis sesuai dengan jenis kelongsoran yang direpresentasikan dalam bentuk bidang gelincir, dalam hal ini stabilisasi lereng tanggul *check dam* dan *taj mahal* ditentukan setelah analisa kestabilan lereng. Kestabilan Lereng tanggul *check dam* dan *taj mahal* merupakan faktor yang sangat penting dalam operasional penambangan karena terkait erat dengan keamanan (*safety*) dan kelancaran produksi pada aktivitas pertambangan nikel (Dwinagara, dkk, 2012).

PENGAMBILAN SAMPEL

Sampel yang diambil berupa material pembentuk lereng pada area tambang, material pembentuk lereng tanggul pada *check dam* dan *taj mahal* yang berada di pulau Pakal. Sampel yang diambil berupa sampel geoteknik *undisturb* dari lokasi yang diambil dari lokasi lereng tanggul *check dam* dan *taj mahal*. Setiap zona dari kedua lereng tersebut diambil sampelnya sebagai representasi litologi di lapangan.

PENGUJIAN LABORATORIUM

Pengujian laboratorium dilakukan untuk mengetahui karakteristik material yang berada di daerah penelitian. Pengujian sampel dilakukan untuk mengetahui parameter-parameter geoteknik yaitu sifat fisik dan mekanik, yang selanjutnya akan dimasukkan dalam pemodelan. Seluruh pengujian dilakukan di laboratorium mekanika tanah, jurusan teknik pertambangan, fakultas teknologi mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta. Jenis pengujian yang telah dilakukan adalah uji kuat tekan uniaksial.

Dari hasil uji kuat tekan uniaksial pada semua lokasi material pembentuk lereng dalam kajian ini, menghasilkan nilai kuat tekan uniaksial maksimal sebesar 1,27 MPa pada PST-GT-06 Zone K3 batuan peridotite. Material dengan kuat tekan uniaksial < 20 MPa termasuk dalam klasifikasi material tanah atau sangat lunak (Durst dan Vogt, 1988).

METODE ANALISA

Setelah melakukan pengambilan sampel lapangan pada masing – masing lokasi dan pengujian laboratorium, maka data yang diperoleh dari kegiatan pengujian laboratorium tersebut akan menjadi data masukan (*input data*) dalam pemodelan geoteknik. Material properties yang didapat setelah melakukan pengujian laboratorium dapat dijadikan analisa awal stabilisasi lereng sebelum dilakukan pemodelan. Pemodelan yang dilakukan dengan menggunakan metode analisis stabilitas lereng dengan menggunakan Software Slide v6.014 by Rocscience.

ANALISA LERENG TANGGUL *CHECK DAM* DAN *TAJ MAHAL*

Pendekatan untuk analisa lereng tanggul *check dam* dan *taj mahal* adalah sebagai berikut :

- a. Lereng tanggul *check dam* yang akan dikaji berupa material timbunan yang digunakan untuk membuat tanggul *check dam* demikian halnya dengan lereng tanggul *taj mahal* merupakan timbunan lose material untuk membuat lereng tanggul *taj mahal*.
- b. Simulasi dilakukan dengan ketentuan nilai FK yang dijadikan dasar bahwa lereng dalam kondisi mantap adalah $FK \geq 1,30$.
- c. Input data model dengan pendekatan properties material pada Tabel 3 dan tabel 4.
- d. Analisis pada kondisi air diasumsikan setengah jenuh dan jenuh.
- e. Rekomendasi yang diberikan berdasarkan pada asumsi kondisi air jenuh, untukantisipasi kapasitas Check Dam penuh dengan air.
- f. Hasil analisis dari pemodelan analisis stabilitas lereng berupa nilai faktor keamanan.

Hasil pemodelan analisa lereng tanggul *Check Dam* dan *Taj Mahal* dengan nilai *safety factor* masing - masing 1,040 dan 1,375.

KESIMPULAN

Hasil running yang dihasilkan dengan metode iterative (perulangan) lereng tanggul *check dam* dan *taj mahal* dengan geometri lereng tunggal area tambang yang direkomendasikan dengan tinggi 6 m dan sudut tunggal 60° sedangkan untuk geometri lereng keseluruhan area tambang direkomendasikan tinggi 60 meter dan sudut keseluruhan 30° . Nilai terkecil *safety factor* yang dihasilkan saat sekarang ini adalah 1,33. Hasil *safety factor* (Faktor Keamanan) tersebut dapat dikatakan bahwa kondisi lereng tanggul *check dam* dan *taj mahal* sekarang dalam kondisi aman, diperlukan pemadatan berkala pada dinding tanggul agar supaya kestabilan tetap terjaga.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih dari kami sampaikan kepada PT. Antam (Persero) Tbk., unit bisnis pertambangan nikel Maluku Utara dengan lembaga penelitian dan pengabdian kepada masyarakat - Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta atas dukungan dan persetujuannya sehingga makalah ini dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih kami sampaikan juga kepada saudara Tubagus Hendarto yang telah melakukan pengambilan sampel di lapangan dan seluruh divisi Geoteknik Mineral and Coal Studio Yogyakarta atas dukungan yang telah diberikan untuk kesempurnaan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Durst and Vogt, 1988, *Bucket Wheel Excavator, Series on Mining Engineering, Vol.7, Trans Tech Publications, Germany* p.375.

Dwinagara, Wiyono, Azzury, Prabandaru, 2012, *Laporan akhir Kajian geoteknik untuk rencana penambangan nikel di pulau pakal unit bisnis pertambangan nikel antam Maluku utara buli kecamatan maba kabupaten Halmahera timur*, LPPM Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Hoek, E., Bray, J.W., 1981, *Rock Slope Engineering 3rd Ed.*, The Institution of Mining and Metallurgy, London.

Tabel 1. Hasil Uji Laboratorium Hole Pakal *Undisturb Check Dam*

No	Parameter	Check Dam 1		
		Zona k1	Zona k2	Zona k3
1	Description of Material	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3
2	Depth Range of Material, m	0 - 1	0 - 1	0 - 1
3	Natural Density, gr/cm^3	-	-	-
4	Unsaturated Unit Weight (dry density), gr/cm^3	1,46	1,52	1,65
5	Saturated Unit Weight (saturated density), gr/cm^3	1,95	2,03	2,12
6	Apperent Specific Gravity	-	-	-
7	True Specific Gravity	2,50	2,92	2,59
8	Natural Water Content, %	33,48	34,06	28,12
9	Absorption, %	33,39	34,04	28,02
10	Degree of Saturation (DS), %	65,08	62,84	72,18
11	Porositas, %	56,26	61,27	50,20
12	Void ratio	1,29	1,58	1,01
13	Peak Cohesion, kg/cm^2	-	-	-
14	Residual Cohesion, kg/cm^2	0,23	0,23	1,72
15	Peak Friction angle, deg.	-	-	-
16	Residual Friction angle, deg.	47,80	80,24	83,75
17	Uniaxial Compressive Strength, kg/cm^2	0,42	0,55	0,35

Tabel 2. Hasil Uji Laboratorium Hole Pakal *Undisturb Taj Mahal*

No	Parameter	Taj Mahal			
		Zona k1	Zona k2	Zona k3	Zona k4
1	Description of Material	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3	Lokasi 4
2	Depth Range of Material, m	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1
3	Natural Density, gr/cm^3	-	-	-	-
4	Unsaturated Unit Weight (dry density), gr/cm^3	1,49	1,50	1,58	1,56
5	Saturated Unit Weight (saturated density), gr/cm^3	2,00	1,95	1,90	1,93
6	Apperent Specific Gravity	-	-	-	-
7	True Specific Gravity	3,11	3,11	2,49	2,59
8	Natural Water Content, %	34,47	30,31	19,77	23,62
9	Absorption, %	34,44	30,32	19,78	23,61
10	Degree of Saturation (DS), %	59,22	55,25	55,91	58,28
11	Porositas, %	64,40	63,03	46,79	51,19
12	Void ratio	1,81	1,70	0,88	1,05
13	Peak Cohesion, kg/cm^2	-	-	-	-
14	Residual Cohesion, kg/cm^2	0,43	0,07	0,13	0,36
15	Peak Friction angle, deg.	-	-	-	-
16	Residual Friction angle, deg.	55,55	53,81	58,64	64,50
17	Uniaxial Compressive Strength, kg/cm^2	0,74	0,67	0,89	0,10

Tabel 3. *Properties Pakal Check Dam*

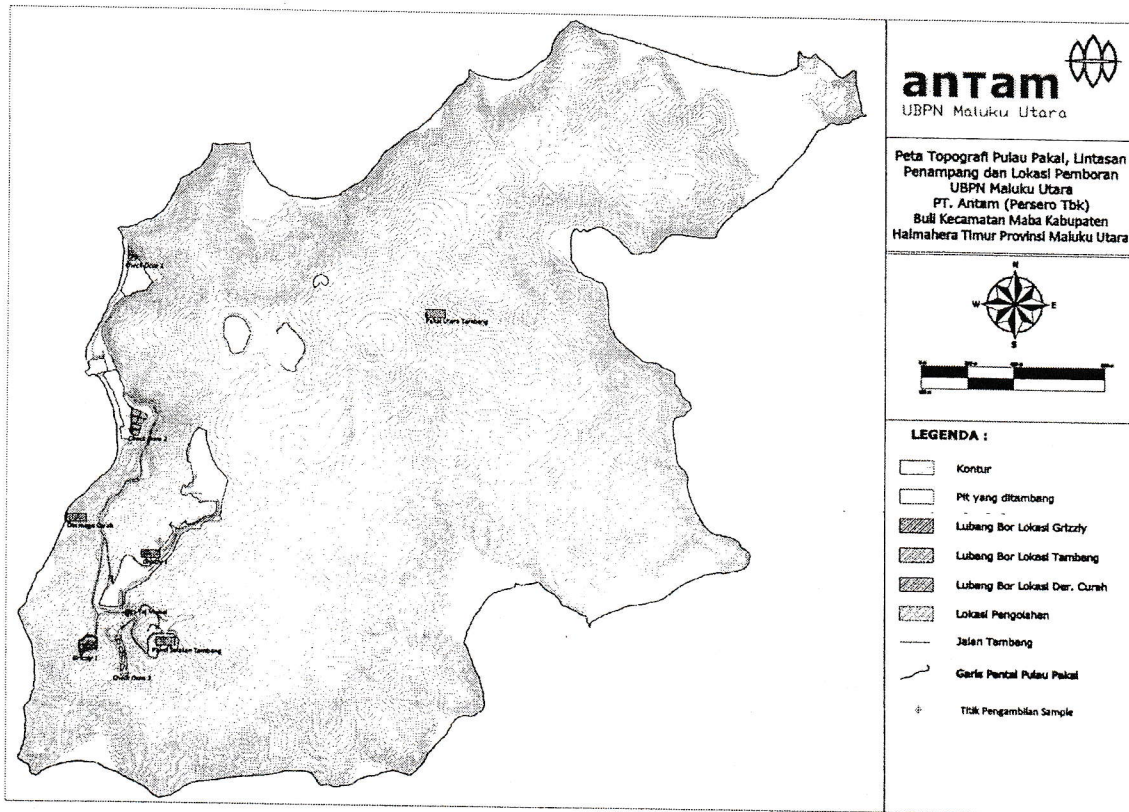
<i>Properties</i>	<i>Check Dam</i>		
	<i>Description of Material</i>		
	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3
<i>Depth Range of Material (m)</i>	0 - 1	0 - 1	0 - 1
<i>Unsaturated Unit Weight [kN/m³]</i>	14.32	14.86	16.19
<i>Saturated Unit Weight [kN/m³]</i>	19.11	19.92	20.74
<i>Peak Cohesion (kN/m²)</i>	-	-	-
<i>Residual Cohesion (kN/m²)</i>	22.50	23.20	172.30
<i>Peak Friction angle (degrees)</i>	-	-	-
<i>Residual Friction angle (degrees)</i>	47.80	80.24	83.75

Tabel 4. *Properties Pakal Taj Mahal*

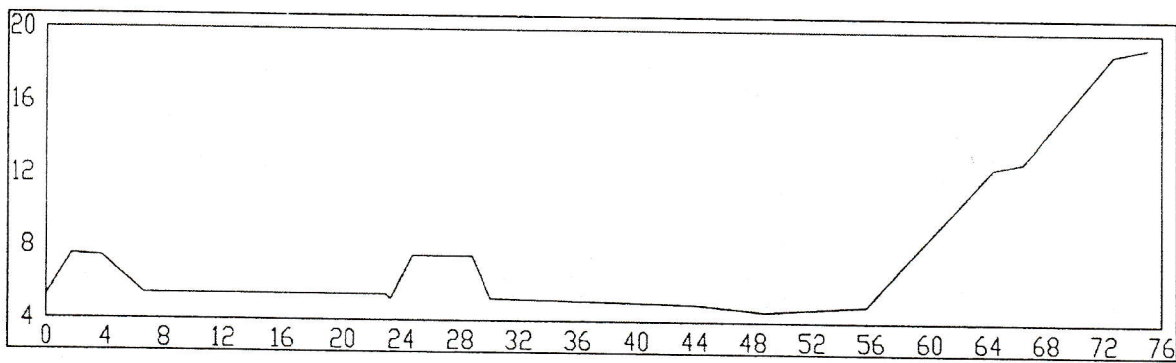
<i>Properties</i>	<i>Taj Mahal</i>			
	<i>Description of Material</i>			
	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3	Lokasi 4
<i>Depth Range of Material (m)</i>	0 - 1	0 - 1	0 - 1	0 - 1
<i>Unsaturated Unit Weight [kN/m³]</i>	1,78	14,68	15,54	15,31
<i>Saturated Unit Weight [kN/m³]</i>	19,62	19,13	18,61	18,93
<i>Peak Cohesion (kN/m²)</i>	-	-	-	-
<i>Residual Cohesion (kN/m²)</i>	43,20	6,80	12,60	35,50
<i>Peak Friction angle (degrees)</i>	-	-	-	-
<i>Residual Friction angle (degrees)</i>	55,55	53,81	58,64	64,50

Tabel 5. Faktor Keamanan Hasil Analisa Lereng Tanggul *Check Dam* dan *Taj Mahal*

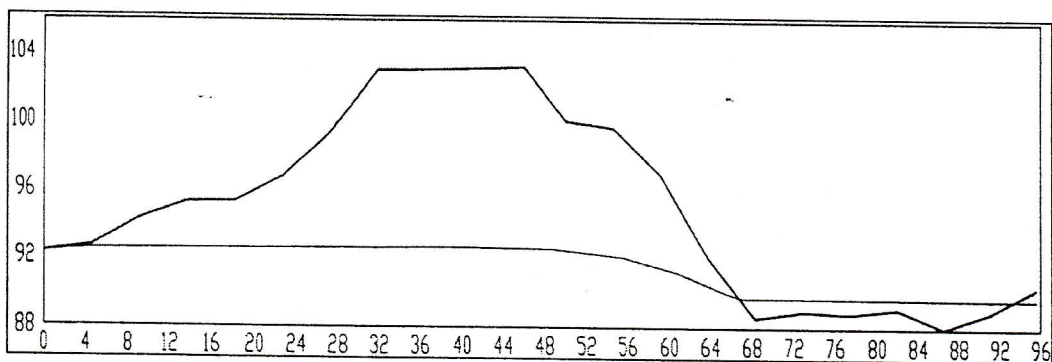
Lokasi	Lintasan	Tinggi (m)	Sudut (deg.)	Jenuh	Setengah Jenuh
				FK	
Check Dam	A	2,28	52	9,85	15,55
	B	2,03	35	17,45	20,21
	C	2,38	57	16,80	18,67
	D	2,32	61	16,60	19,04
	E	13,96	39	2,16	7,80
Taj Mahal	A	10,36	21	1,21	1,38
	B	14,61	33	1,12	1,33



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel daerah penelitian (PT. Antam (Persero) Tbk., unit bisnis pertambangan nikel Maluku Utara)



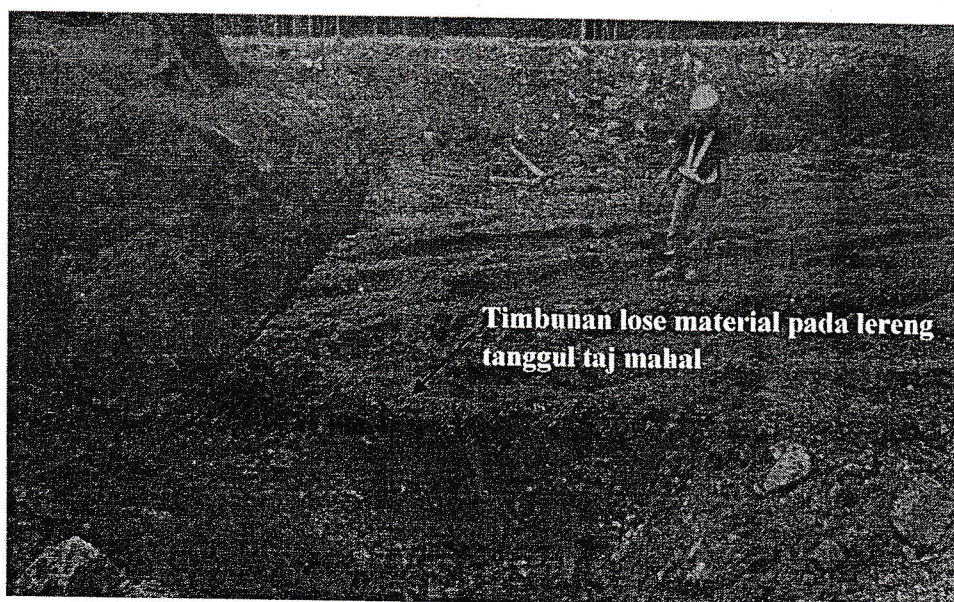
Gambar 2. Section Check Dam



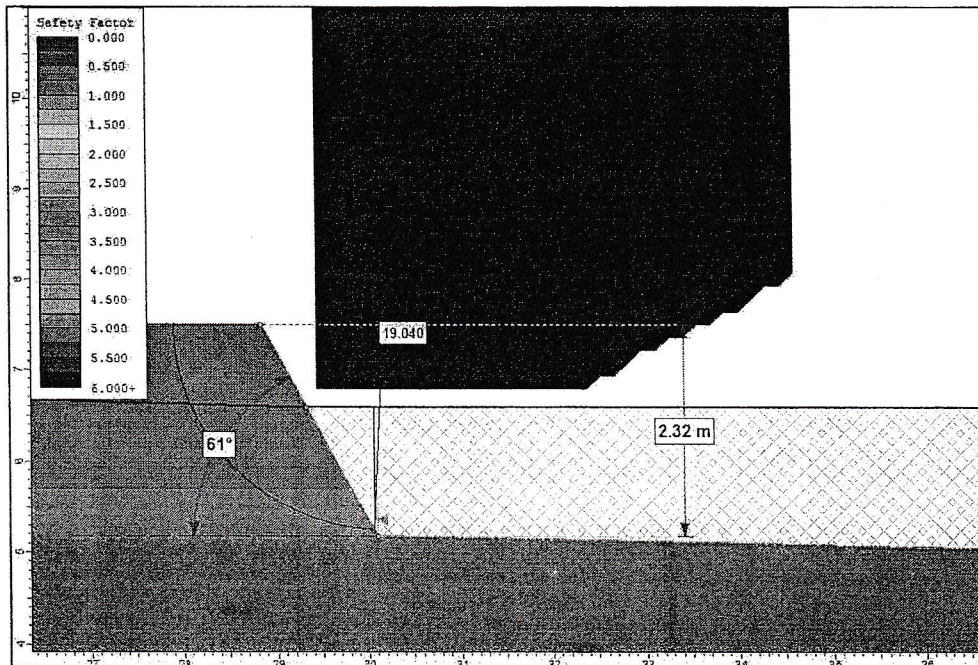
Gambar 3. Section Taj Mahal



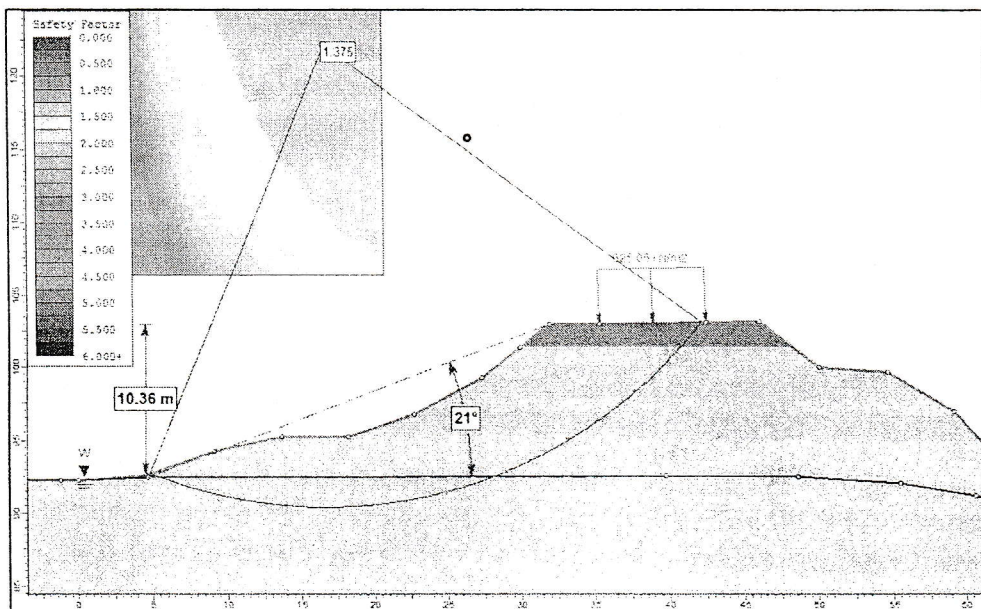
Gambar 4. Stabilisasi lereng tanggul check dam



Gambar 3. Stabilisasi lereng tanggul taj mahal



Gambar 4. Hasil *Running Lereng* Tanggul Check Dam



Gambar 5. Hasil *Running Lereng* Tanggul Taj Mahal