

ISBN 978-602-8206-34-1

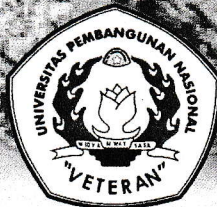


April 2012

PROSIDING SEMINAR NASIONAL PROSPEK BAHAN TAMBANG DI MALUKU UTARA

Penyunting:

Ir. Hasywir Thaib, S. MSc
Dr. Ir. Eddy Winarno, SSI. MT
Ir. Anton Sudiyanto, MT
Ir. Raden Hariyanto, MT



PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA
2012

Sponsorship:



antam

UPN NICKEL NORTH MALUKU OPERATION



DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar.....	iii
Sambutan Ketua Panitia Pelaksana Seminar Nasional.....	iv
Sambutan Ketua Umum Ikatan Mahasiswa Kie Raha Maluku Utara UPN “Veteran” Yogyakarta.....	v
 I. MAKALAH UTAMA	
❖ <i>Kebijakan Mineral Dan Batubara Di Indonesia</i> Oleh: Ir. Tatang Sabarudin MT. Direktur Pembinaan Mineral Dan Batubara Direktorat Jenderal Mienaral Dan Batubara Kementrian Energi dan sumberdaya Mineral.....	1-1
❖ <i>Potensi Mineral Unggulan Di Provinsi Maluku Utara</i> Oleh: Lukman Umar ST. (Inspektur Tambang DESDM Provinsi Maluku Uatara).....	2-1
❖ <i>Prospek Usaha Tambang Terbuka Di Maluku Utara</i> Oleh: Eko Aditya ,ST. Geological Engginer PT. Antam UBPN Maluku Utara).....	3-1
❖ <i>Prospek Usaha Tambang Bawah Tanah Di Maluku Utara</i> Oleh: Erwin Tampubolon ST. Underground Mining Manager PT. Nusa Halmahera Minerals).....	4-1
 II. MAKALAH PENDUKUNG	
❖ <i>Kajian Proses Dust Suppression Terhadap Kenaikan Kadar Total Moisture Batubara</i> Oleh: Inda Setyowati, Hartono, Yogo Aji Pamungkas (Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral UPN “Veteran” Yogyakarta).....	5-1
❖ <i>Kajian Teknis Pengolahan Air asam Tambang Pada penambangan Bijih Timah Di Area Nibung PT. Kobatin, Bangka Belitung</i> Oleh: Suyono, Anton Sudianto, Seni Linggasari. (Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral UPN “Veteran” Yogyakarta).....	6-1
❖ <i>Kajian Teknis Penanganan Air asam Tambang di Settling Pond Pit M2W Tambang Batu bara PT. Jorong Barutama Greston</i> Oleh: Budiarto, Dwi Putranto, Adi Sulistya Putro	7-1
❖ <i>Studi Hidrogeologi Di Daerah Rawa Indah PT. Sebuku Sejaka Coal</i> Oleh: Hasywir Thaib, Kresno, Bram Paramastya.....	8-1

- ❖ *Kajian Pencemaran Logam Berat Bijih Nikel Di Pomala* Oleh: Zulfahmi Dan Abdul Rauf (Prodi Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta).....9-1
- ❖ *Peran Tanggungjawab Sosial Perusahaan Tambang Nikel PT. Antam Dalam Upaya Pemberdayaan Masyarakat Di Desa Buli HAL-TIM Maluku Utara* Oleh: Hilda Alkatiri, (Prodi Magister Teknik Pertambangan), M. Saifullah Nidjar (Prodi Teknik Lingkungan UPN Veteran Yogyakarta).....10-1
- ❖ *Rencana Teknis Penutupan batuan Penutup Pada Pit X Block Sentral Untuk Mencegah terjadinya Air Asam Tambang Di PT. Malunda Graha Mineral Kal-Teng* Oleh Peter Eka Rosadi (Prodi Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta).....11-1
- ❖ *Kajian Teknis Rancangan Geometri Lereng Disposial Di Daerah Pulau Laut Timur Kabupaten Kota Baru Kal-Sel* Oleh Raden Hariyanto, Priyo Widodo, Denny Ryllwan.....12-1
- ❖ *Kajian Dampak Penambangan Batubara Terhadap Pengembangan Sosial, Ekonomi Dan Lingkungan Di kabupaten Kutai Kartanegara* Oleh: Cut Nyak Dhien Dan Untung Sukanto (Prodi Magister Teknik Pertambangan).....13-1
- ❖ *Studi Potensi Bahan Galian Industri Di Kabupaten Tanjung Jabung Barat provinsi Jambi* Oleh: Eddy Winarno Dan Wahyu.....14-1
- ❖ *Kegiatan Pertambangan Dan Aspek Lingkungan* Oleh: Inmarlinianto (Staf pengajar Prodi Teknik Pertambangan, FTM, UPN Veteran Yogyakarta).....15-1
- ❖ *Permasalahan Dalam Konservasi Bahan Galian Emas Di Mina Hasa* Oleh: Rika Ernawati, Wawong Dwi Ratminah Dan Syamsidar Sutan Malim Polawan.....16-1
- ❖ *Kajian Ekonomi Rencana Penambangan Batubara Di PT. ATOZ NUSANTARA MINING Pesisir Selatan Sumatra Barat,* Oleh Wawong Dwi Ratminah, Hasywir Thaib Siri, Muhammad Syarif Hidayatullah.....17-1
- ❖ *Fenomena Penambangan Di Indonesia* Oleh: Jimmi A Mesalayuk (Prodi Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta) Dan Muhammad Fardhan (Prodi Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Yogyakarta).....18-1
- ❖ *Pengelolaan Energi Dan Sumber Daya Mineral Dalam Pembangunan Berkelanjutan* Oleh: Harry Waristian (Prode Magister Teknik Pertambangan dan Ilham Alimudin Prodi Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Yogyakarta).....19-1
- ❖ *Kebijakan Strategis Pengelolaan Pertambangan Berbasis Lingkungan Hidup* Oleh: Muhammad Djunaidi Dan Sarina Mahmud (Universitas Muhammadiyah Maluku Utara).....20-1
- ❖ *Dampak Pertambangan Batubara Dan Penanggulanganya* Oleh: Muhlis Ibrahim (Prodi Teknik Pertambangan Universitas Muhammadiyah Maluku Utara) dan Aditia Triatmaja (Prodi Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta).....21-1

- ❖ *Kajian Teknis Peledakan Pada Kegiatan Pembongkaran Lapisan Penutup Untuk Meningkatkan Produktivitas Alat Muat Di PT. Thiess Contractors Indonesia Melak, Kalimantan Oleh: Sudarsono, Raden Hariyanto Dan Santika Adi Pradhana.....22-1*
- ❖ *Rancangan Geometri Lereng Area IV Pit D_5_1 Di PT.Singlurus Blok Sungai Merdeka Kutai Kartanegara Kalimantan Timur Oleh Barlian Dwi Nagara (Staf Pengajar Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta) Dan Dafiq Akhmedia Amin (Mahasiswa Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta).....23-1*
- ❖ *Studi Pengolahan Lingkungan Berkelanjutan Di Wilayah Pengendapan Pasir Sisa Tambang, Oleh: Harry Djainal (Prodi Teknik Pertambangan Universitas Muhammadiyah Maluku Utara) Dan Olvie Mauren Hellen Adji (Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta).....24-1*

RANCANGAN GEOMETRI LERENG AREA IV PIT D_51_1 DI PT. SINGLURUS PRATAMA BLOK SUNGAI MERDEKA KUTAI KARTANEGARA KALIMANTAN TIMUR

Oleh

¹⁾ Dr. Ir. Barlian Dwinagara, MT.

²⁾ Dafiq Akhmedia Amin

¹⁾ Staf Pengajar Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta

²⁾ Mahasiswa Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta

Ringkasan

PT. Singlurus Pratama (SGP) merupakan salah satu perusahaan tambang batubara yang berlokasi di Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Lokasi penambangan PT. SGP dibagi menjadi beberapa Blok, antara lain adalah Blok Sungai Merdeka, Blok Argosari, Blok Mutiara, dan Blok Margomulyo. Pada saat ini, penambangan hanya dilakukan pada Blok Sungai Merdeka, karena pada Blok yang lain masih dalam tahap eksplorasi. Area IV Pit D_51_1 merupakan suatu lokasi rencana penambangan pada Blok Sungai Merdeka, yang terwakili oleh lubang bor GT-03 dan GT-04. Sehingga membutuhkan rekomendasi geoteknik yang memiliki nilai FK yang aman.

Data masukan untuk pembuatan model geoteknik adalah data hasil uji sifat fisik dan mekanik batuan, yang sebelumnya diperoleh dari hasil *sampling* batuan di lapangan yang berupa *soil*, batulempung, batulanau, batupasir, batulempung karbonan dan batubara. Data masukan (*properties material*) yang digunakan antara lain, adalah bobot isi kering (γ_d) dan bobot isi jenuh (γ_s) hasil pengujian fisik, sedangkan kohesi (C) dan sudut geser dalam (ϕ) adalah hasil pengujian geser langsung yang bernilai sisa (residu). Permodelan geoteknik menggunakan bantuan program *Rocscience Slide V6.005* dengan metode kesetimbangan batas.

Permodelan geoteknik pada Area IV Pit D_51_1 dilakukan pada lereng tunggal dan lereng keseluruhan *highwall*. Permodelan lereng tunggal dilakukan pada tinggi 6 m dan 10 m, sudut 50°, 60° dan 70° dengan *properties material* tiap litologi penyusun lubang bor. Sedangkan permodelan lereng keseluruhan *highwall* dilakukan pada tinggi 60 m, 70 m, 80 m dan 90 m, sudut 40°, 45° dan 50° dengan *properties material* rata-rata Area IV. Semua permodelan dimasukkan ke dalam kondisi air tanah kering, setengah jenuh dan jenuh.

Rekomendasi geometri lereng tunggal adalah tinggi 10 m sudut 60° kondisi air tanah setengah jenuh, sedangkan pada lereng keseluruhan *highwall* adalah tinggi 80 m sudut 45° kondisi air tanah setengah jenuh. Rekomendasi geometri lereng didasarkan pada nilai FK aman yang paling minimum, yaitu $FK \geq 1,20$ untuk lereng tunggal dan $FK \geq 1,30$ untuk lereng keseluruhan *highwall* (Canmet, 1979).

Hasil permodelan geoteknik, pada lereng tunggal GT-03 dan GT-04 untuk batulempung, batulanau, batupasir dan batulempung karbonan diperoleh nilai FK sebesar 2,17; 1,65; 1,22; 1,23 dan 2,71; 1,39; 2,40; 1,28; sedangkan pada lereng keseluruhan *highwall* diperoleh nilai FK sebesar 1,35. Berdasarkan hasil permodelan, potensi longsor pada lereng tunggal dan lereng keseluruhan *highwall* Area IV adalah longsor busur, karena material penyusun lereng merupakan batuan yang lunak dan sifatnya seperti tanah.

Kata kunci : Lereng tunggal, Lereng keseluruhan *highwall*, Faktor keamanan.



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Singlurus Pratama merupakan salah satu perusahaan tambang batubara yang berlokasi di Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Lokasi penambangan PT. Singlurus Pratama dibagi menjadi beberapa blok, yaitu Sungai Merdeka, Argosari, Mutiara, dan Margomulyo. Namun pada saat ini produksi penambangan batubara hanya dilakukan pada Blok Sungai Merdeka, karena pada blok-blok yang lain masih dalam tahap eksplorasi.

Untuk mendukung tercapainya target produksi batubara dan menjamin keamanan kerja pada Blok Sungai Merdeka, khususnya pada Area IV Pit D_51_1, maka dibutuhkan suatu rekomendasi geoteknik berupa rancangan geometri lereng tunggal (*single slope*) dan lereng keseluruhan (*overall slope*).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Melakukan rancangan geometri lereng tunggal (*single slope*) dan lereng keseluruhan (*overall slope*) yang aman dengan menggunakan data masukan *properties* material hasil pengujian geomekanika (sifat fisik dan sifat mekanik batuan).
2. Melakukan rancangan geometri lereng tunggal (*single slope*) dan lereng keseluruhan (*overall slope*) yang aman dengan menggunakan data masukan *properties* material hasil pengujian geomekanika (sifat fisik dan sifat mekanik batuan).
3. Mengetahui potensi longsor yang terjadi pada hasil rancangan geometri lereng Area IV Pit D_51_1.

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini dibatasi pada :

1. Rancangan geometri lereng yang dibuat pada Area IV Pit D_51_1 Blok Sungai Merdeka, PT. Singlurus Pratama.
2. Rancangan geometri lereng hanya dilakukan pada lereng *single slope* dan *overall slope highwall*.
3. Permodelan geoteknik rancangan geometri lereng, menggunakan metode kesetimbangan batas dengan bantuan program *Rocscience Slide V6.005*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui geometri lereng yang aman, sehingga memungkinkan untuk dilakukannya produksi penambangan batubara.
2. Memberikan rekomendasi lereng tunggal dan lereng keseluruhan yang aman kepada PT. Singlurus Pratama.
3. Mengetahui faktor-faktor yang bisa mempengaruhi kestabilan lereng.

2. KESAMPAIAN DAERAH

Secara geografis, lokasi Blok Sungai Merdeka, PT. Singlurus Pratama terletak pada $116^{\circ} 52' 00''$ BT - $117^{\circ} 3' 48''$ BT dan $1^{\circ} 00' 00''$ LS - $1^{\circ} 7' 37''$ LS. Lokasi PT. Singlurus

Pratama, secara administratif termasuk dalam Desa Sungai Merdeka, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur.

PT. Singlurus Pratama terletak ± 60 km sebelah Utara dari Kota Balikpapan. Daerah tersebut dapat dicapai dari Yogyakarta melalui rute sebagai berikut :

- 1) Dari bandara Adi Sutjipto, Yogyakarta menuju bandara Sepinggang, Balikpapan dengan menggunakan pesawat udara ditempuh dalam waktu kurang lebih 2 jam.
- 2) Dari Balikpapan menuju ke lokasi tambang PT. Singlurus Pratama dapat ditempuh dengan menggunakan mobil selama kurang lebih 1 jam, dengan melewati jalan utama Balikpapan – Samarinda sampai di km 38.
- 3) Dari km 38 Balikpapan – Samarinda kemudian belok kiri ke arah Sepaku sejauh ± 20 km
- 4) Lokasi konsesi blok Sungai Merdeka berada di sebelah kiri yang merupakan kawasan HTI PT Inhutani I.

3. HASIL PENELITIAN

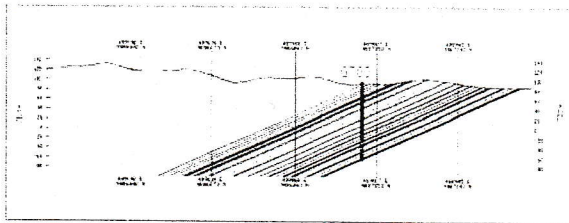
Data-data yang diperlukan sebelum melakukan permodelan geoteknik adalah :

1. Geometri Lereng

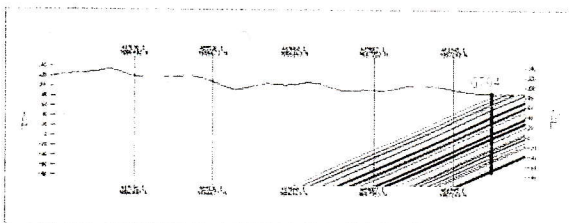
Geometri yang digunakan untuk permodelan geoteknik pada Area IV Pit D_51_1 untuk lereng tunggal adalah pada tinggi 6 m dan 10 m, dengan sudut 50° , 60° , 70° . Sedangkan pada lereng keseluruhan adalah pada tinggi, 60 m, 70 m, 80 m, 90 m, dengan sudut 40° , 45° , 50° .

2. Litologi Perlapisan Batuan

Litologi perlapisan batuan yang digunakan untuk permodelan geoteknik adalah litologi material pada GT-03 dan GT-04. Litologi pada kedua lubang bor tersebut adalah sama, yaitu lempung, lanau, pasir, dan karbonan.



Gambar Litologi pada GT-03



Gambar Litologi pada GT-04

3. *Properties Material*

Properties material yang digunakan adalah hasil uji sifat fisik dan hasil uji geser langsung batuan yang bernilai residu. Parameter *properties* tersebut antara lain adalah bobot isi jenuh, bobot isi kering, sudut geser dalam, dan kohesi.

Nilai *properties* pada beberapa material antara lain adalah *soil* sebesar 17,02; 11,96; 20; 33,93, batubara sebesar 12,99; 10,18; 47; 140,95.

Material pada GT-03 antara lain adalah lempung sebesar 19,85; 15,82; 21,65; 53,04, lanau sebesar 20,20; 16,60; 21,69; 37,71, pasir sebesar 19,30; 15,25; 21,43; 9,43, dan karbon sebesar 15,19; 9,73; 18,45; 10,74.

Material pada GT-04 antara lain adalah lempung sebesar 18,53; 13,83; 23,99; 58,30, lanau sebesar 19,32; 14,90; 22,78; 21,00, pasir sebesar 21,47; 18,14; 22,73; 66,50, dan karbon sebesar 15,89; 11,18; 18,31; 11,40.

4. Kondisi Air Tanah

Untuk melakukan permodelan geoteknik pada Area IV Pit D_51_1 diasumsikan air tanah dengan tiga kondisi, yaitu kering, setengah jenuh, dan jenuh.

Analisis Lereng

1. Lereng Tunggal

Adapun pendekatan yang diperlukan dalam menganalisis lereng tunggal adalah :

- Lereng tunggal yang dibahas dalam penelitian ini adalah lereng penggalian tanah penutup.
- Permodelan dilakukan pada tiap *properties* material penyusun yang ada pada tiap-tiap lubang bor GT-03 dan GT-04.
- Dasar penentuan nilai faktor keamanan lereng tunggal dalam keadaan aman adalah nilai $FK \geq 1,20$.
- Permodelan lereng tunggal dilakukan pada tinggi 6 m dan 10 m, dengan sudut 50° , 60° , 70° .

Hasil permodelan lereng tunggal GT-03 pada material lempung, lanau, pasir dan karbon didapatkan nilai FK sebesar :

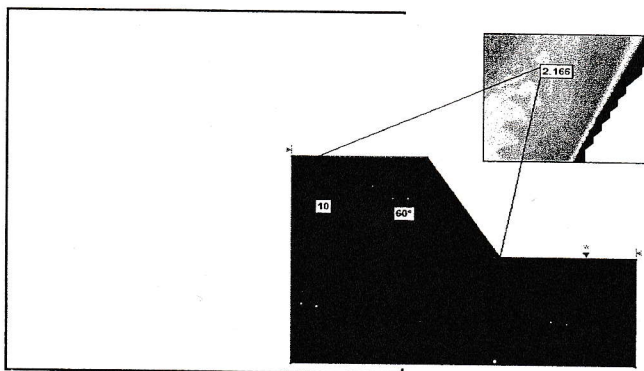
- Tinggi 6 m sudut 50° kondisi kering, 3,98; 2,92; 1,75; 1,66.
- Tinggi 6 m sudut 50° kondisi setengah jenuh, 3,75; 2,77; 1,52; 1,52.
- Tinggi 6 m sudut 50° kondisi jenuh, 3,16; 2,22; 1,34; 1,31.
- Tinggi 6 m sudut 60° kondisi kering, 3,58; 2,61; 1,58; 1,45.
- Tinggi 6 m sudut 60° kondisi setengah jenuh, 3,47; 2,54; 1,38; 1,35.
- Tinggi 6 m sudut 60° kondisi jenuh, 2,89; 2,15; 1,31; 1,29.
- Tinggi 6 m sudut 70° kondisi kering, 3,21; 2,42; 1,44; 1,41.
- Tinggi 6 m sudut 70° kondisi setengah jenuh, 3,06; 2,30; 1,31; 1,32.
- Tinggi 6 m sudut 70° kondisi jenuh, 2,63; 1,96; 1,26; 1,27.
- Tinggi 10 m sudut 50° kondisi kering, 2,67; 2,03; 1,31; 1,32.
- Tinggi 10 m sudut 50° kondisi setengah jenuh, 2,45; 1,97; 1,28; 1,31.
- Tinggi 10 m sudut 50° kondisi jenuh, 1,92; 1,49; 1,24; 1,25.
- Tinggi 10 m sudut 60° kondisi kering, 2,38; 1,87; 1,24; 1,28.
- Tinggi 10 m sudut 60° kondisi setengah jenuh, 2,17; 1,65; 1,22; 1,23.
- Tinggi 10 m sudut 60° kondisi jenuh, 1,62; 1,28; 1,21; 1,21.
- Tinggi 10 m sudut 70° kondisi kering, 2,10; 1,59; 1,05; 1,09.
- Tinggi 10 m sudut 70° kondisi setengah jenuh, 1,88; 1,42; 1,04; 1,05.
- Tinggi 10 m sudut 70° kondisi jenuh, 1,46; 1,08; 0,88; 0,86.

Hasil permodelan lereng tunggal GT-04 pada material lempung, lanau, pasir dan karbon didapatkan nilai FK sebesar :

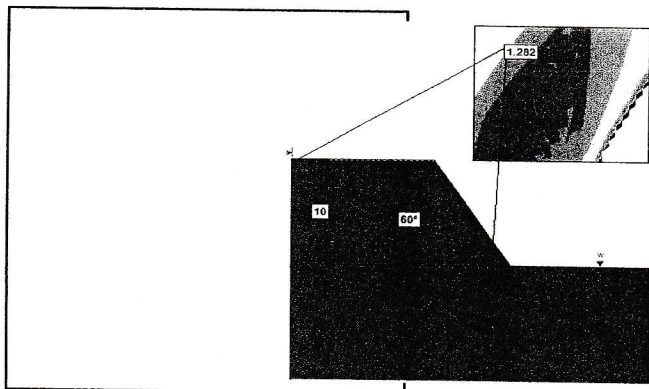
- Tinggi 6 m sudut 50° kondisi kering, 4,96; 2,67; 4,52; 1,97.
- Tinggi 6 m sudut 50° kondisi setengah jenuh, 4,69; 2,26; 4,36; 1,59.
- Tinggi 6 m sudut 50° kondisi jenuh, 3,65; 1,63; 3,66; 1,40.
- Tinggi 6 m sudut 60° kondisi kering, 4,78; 2,51; 4,35; 1,79.

- Tinggi 6 m sudut 60° kondisi setengah jenuh, 4,40; 2,01; 3,97; 1,53.
- Tinggi 6 m sudut 60° kondisi jenuh, 3,26; 1,43; 3,27; 1,31.
- Tinggi 6 m sudut 70° kondisi kering, 4,46; 2,37; 4,11; 1,69.
- Tinggi 6 m sudut 70° kondisi setengah jenuh, 3,87; 1,99; 3,64; 1,40.
- Tinggi 6 m sudut 70° kondisi jenuh, 2,75; 1,40; 3,00; 1,25.
- Tinggi 10 m sudut 50° kondisi kering, 3,57; 2,24; 3,58; 1,60.
- Tinggi 10 m sudut 50° kondisi setengah jenuh, 3,29; 1,52; 3,16; 1,39.
- Tinggi 10 m sudut 50° kondisi jenuh, 2,13; 1,28; 2,19; 1,23.
- Tinggi 10 m sudut 60° kondisi kering, 3,11; 1,64; 2,81; 1,30.
- Tinggi 10 m sudut 60° kondisi setengah jenuh, 2,71; 1,39; 2,40; 1,28.
- Tinggi 10 m sudut 60° kondisi jenuh, 1,98; 1,23; 1,92; 1,21.
- Tinggi 10 m sudut 70° kondisi kering, 2,90; 1,48; 2,47; 1,28.
- Tinggi 10 m sudut 70° kondisi setengah jenuh, 2,22; 1,15; 2,07; 1,02.
- Tinggi 10 m sudut 70° kondisi jenuh, 1,63; 1,09; 1,71; 0,80.

Lereng tunggal dengan geometri, tinggi 10 m sudut 60° memiliki nilai FK aman yang paling kritis, sehingga bisa dijadikan rekomendasi untuk kemudian di bentuk pada lereng keseluruhan. Berikut ini adalah gambar beberapa contoh hasil permodelan lereng tunggal.

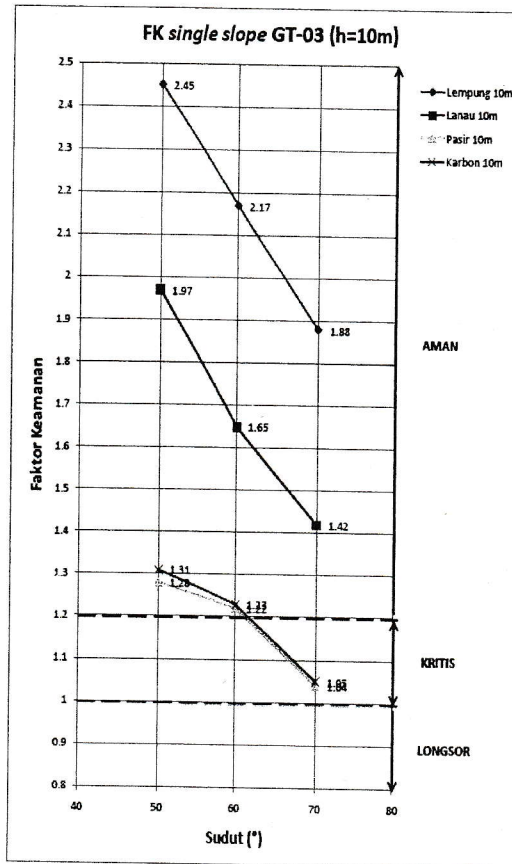


Gambar Lereng Tunggal Lempung Pada GT-03

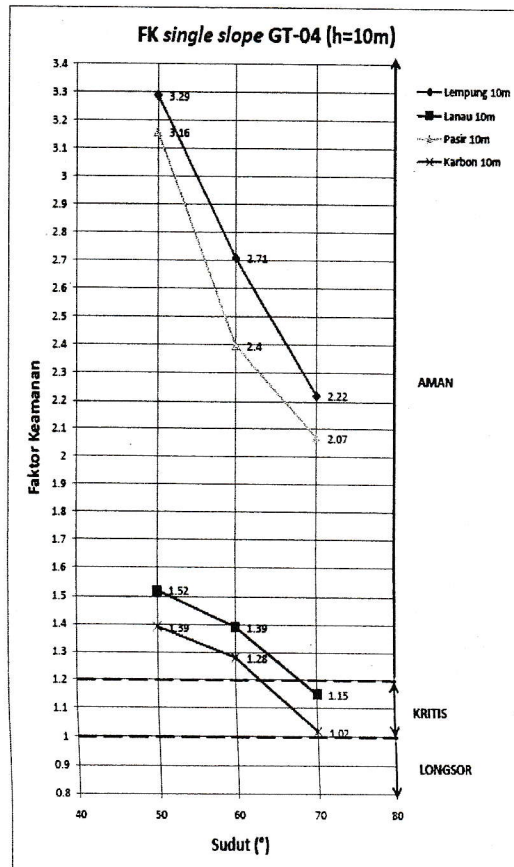


Gambar Lereng Tunggal Karbon
 Pada GT-04

Dari hasil permodelan didapatkan nilai FK lereng tunggal dengan berbagai nilai. Berikut ini adalah gambar grafik hubungan nilai FK terhadap geometri lereng tunggal.



Gambar Grafik Nilai FK Lereng Tunggal GT-03 pada Tinggi 10 m



Gambar Grafik Nilai FK Lereng Tunggal GT-04 pada Tinggi 10 m

2. Lereng Keseluruhan *Highwall*

Adapun pendekatan yang diperlukan dalam menganalisis lereng keseluruhan *highwall* adalah :

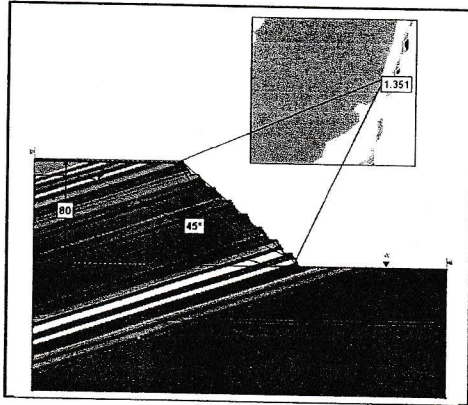
- Lereng keseluruhan *highwall* yang dibahas dalam penelitian ini adalah lereng penggalian tanah penutup.
- Permodelan dilakukan pada *properties* rata-rata material penyusun yang ada pada tiap-tiap lubang bor GT-03 dan GT-04.
- Dasar penentuan nilai faktor keamanan lereng keseluruhan *highwall* dalam keadaan aman adalah nilai $FK \geq 1,30$.
- Permodelan lereng keseluruhan *highwall* dilakukan pada tinggi 60 m, 70 m, 80 m, 90 m, dengan sudut 50°, 60°, 70°.

Hasil permodelan lereng keseluruhan *highwall* pada kondisi kering, setengah jenuh, dan jenuh didapatkan nilai FK sebesar :

- Tinggi 60 m sudut 40°, 2,16; 1,88; 1,51.
- Tinggi 60 m sudut 45°, 1,96; 1,84; 1,42.
- Tinggi 60 m sudut 50°, 1,81; 1,79; 1,38.
- Tinggi 70 m sudut 40°, 1,71; 1,66; 1,36.
- Tinggi 70 m sudut 45°, 1,66; 1,59; 1,25.
- Tinggi 70 m sudut 50°, 1,58; 1,55; 1,23.
- Tinggi 80 m sudut 40°, 1,55; 1,46; 1,18.
- Tinggi 80 m sudut 45°, 1,47; 1,35; 1,09.

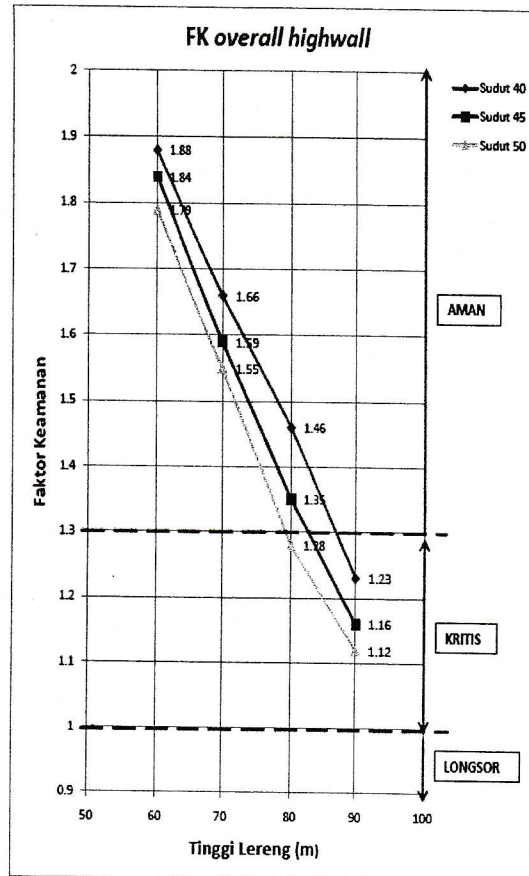
- Tinggi 80 m sudut 50°, 1,37; 1,28; 1,07.
- Tinggi 90 m sudut 40°, 1,28; 1,23; 1,06.
- Tinggi 90 m sudut 45°, 1,27; 1,16; 1,04.
- Tinggi 90 m sudut 50°, 1,21; 1,12; 1,00.

Lereng keseluruhan *highwall* dengan geometri tinggi 80 m sudut 45° kondisi setengah jenuh adalah lereng dengan nilai FK aman paling kritis, sehingga geometri ini bisa dijadikan sebagai rekomendasi. Berikut ini adalah gambar contoh hasil permodelan lereng keseluruhan *highwall*.



Gambar Lereng Keseluruhan *Highwall*

Dari hasil permodelan didapatkan nilai FK lereng keseluruhan *highwall* dengan berbagai nilai. Berikut ini adalah gambar grafik hubungan nilai FK terhadap geometri lereng keseluruhan *highwall*.



Gambar Grafik Nilai FK Lereng Keseluruhan *Highwall*

4. KESIMPULAN

- Rekomendasi geometri lereng tunggal adalah tinggi 10m, sudut 60°, kondisi air tanah setengah jenuh, dengan nilai FK hasil analisa sebagai berikut :
 - Pada GT-03, lempung (2,17), lanau (1,65), pasir (1,22), dan karbon (1,23).
 - Pada GT-04, lempung (2,71), lanau (1,39), pasir (2,40), dan karbon (1,28).
- Rekomendasi geometri lereng keseluruhan *highwall* adalah tinggi 80m, sudut 45°, lebar *berm* 4,83m, kondisi air tanah setengah jenuh, dengan nilai FK (1,35).
- Potensi longsor yang terjadi pada lereng tunggal dan lereng keseluruhan adalah longsoran busur, karena material penyusun lereng merupakan material lunak yang sifatnya seperti tanah.

Saran

- Perlu adanya pembuatan saluran air pada kaki-kaki lereng guna menampung air pada saat hujan dan menampung air tanah yang mengalami penurunan, sehingga tidak terjadi genangan-genangan air pada badan lereng.
- Rekomendasi geometri lereng harus dievaluasi ulang pada kurun waktu tiap bulan, khususnya pada daerah yang berpotensi longsor.
- Pemantauan lereng mutlak dilakukan, guna mengetahui besarnya perpindahan massa batuan akibat adanya penggalian dan aktivitas penambangan.

5. Daftar Pustaka

1. Bieniawski, Z. T., 1989, Engineering Rock Mass Classification, Jhon Willey and Son, New York.
2. Hoek, E., Bray, J.W., 1981, Rock Slope Engineering 3rd Ed., The Institution of Mining and Metallurgy, London.
3. Hustrulid, W., Mark, K., 1995, Open Pit Mine Planning And Design, Vol.1, AA. Balkema, USA.
4. Lee W. Ambrason, 1995, Slope Stability and Stabilization Methods, Jhon Whilley and Son, New York.
5. Wesley, 1977, Mekanika Tanah, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
6. _____, 1999, Diktat Geoteknik, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Yogyakarta.