

1. Selayang Pandang Pemanfaatan Fly Ash Batubara Untuk Adsorben Logam Pada Air Asam Tambang... **Edy Nursanto**
2. Kajian Teknis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Di Pit KJB Panel 2 Pt. Kaltim Jaya Bara Jobsite Project PT. Dahana Kabupaten Berau, Kalimantan Timur...**Satrio Prajaraksaka Nurwanto, R. Hariyanto, Indri Lesta Siwidiani**
3. Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Lokasi Penambangan Batubara Pit Mahakam PT Insani Baraperkasa Site Loa Janan Kalimantan Timur...**Hasywir Thaib Siri, Gunawan Nusanto. Frans J.**
4. Kajian Efektivitas Kolam Pengendapan dan Kualitas Air berdasarkan Debit Air dan Penentuan Waktu Pengerukan yang Optimal di PT Vale Indonesia Tbk, Luwu Timur, Sulawesi Selatan...**Adi Saputra Herdiman, Hartono, Rika Ernawati, Peter Eka Rosadi, Bambang Wisaksono**
5. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka Batubara Di Pit Lumba-Lumba PT Satui Terminal Umum Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan...**Hartono, Gunawan Nusanto, Jody Arsena**
6. Estimasi Batu Diorit Dengan Metode Geolistrik (Resistivity 2d) Di CV. Mineral Cahaya Bumi, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat...**Winda., Nur Ali Amri., Aji Setiawan**
7. Rencana Kebutuhan Alat Angkut Untuk Menunjang Peningkatan Produksi Di Tambang Bawah Tanah Deep Mill Level Zone Pt Freeport Indonesia Tahun 2020-2038...**Kresno, Dyah Probowati, Egy Ardiya**
8. Kebijakan Konservasi Bahan Galian Dalam Pengelolaan Sumber Daya Mineral ...**Inmarlinianto**
9. Studi Pengaruh Total Resistance Terhadap Kecepatan Alat Angkut Bermuatan Di Pit Trembesi PT Arutmin Indonesia Tambang Batulicin Kalimantan Selatan...**Hasywir Thaib S, Suyono, Aditya Ramadhan, Yunie Herawati**
10. Evaluasi Perubahan Pangkat Pada Teknik Estimasi Inverse Distance Weighting (IDW)...**Waterman Sulistyana Bargawa**
11. Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Batubara di Pit X PT. Putra Perkasa Abadi Jobsite PT. Rantaupanjang Utama Bhakti Berau Kalimantan Timur...**Nurkhamim, Faisal Alam, Tri Wahyuningsih**
12. Analisis Manajemen Stockpile Pada Rom Stockpile Di Pit Central Mantubuh Pt. Harmoni Panca Utama Jobsite Pt. Marunda Graha Mineral Kabupaten Murung Raya Kalimantan Tengah...**Dwi Poetranto WA, Giorgia Gagas, Priyo Widodo,**
13. Kajian Teknis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Metode HIRADC pada Kegiatan Produksi Tambang Bawah Tanah DMLZ PT. Freeport Indonesia, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua... **Dyah Probowati, Zulfikar Adisasono Pramuktyo, Abdul Rauf, Riria Zendi Mirahati.**
14. Kajian Dan Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Tambang Terbuka Dengan Studi Kasus Extreme Rainfall...**Rafif Mahrus Khalik, Tedy Agung Cahyadi, Nur Ali Amri, Agris Setiawan**
15. Analisis Perbandingan Produktivitas Terhadap Fuel Ratio dan Biaya Operasional Alat Gali-Muat Excavator Komatsu PC 2000-8 Dengan Komparasi Metode Loading Di Out Pit Dumping Utara, Pit Kusan Bawah PT. Sapatindra Sejati Kabupaten Tanah Bumbu Kalimanta Selatan...**Wawong Dwi Ratminah, Krisna, Priyo Widodo, Eddy Winarno**
16. Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat Dan Angkut Pada Penambangan Batugamping Di PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk Site Plant Citeureup, Kabupaten Bogor, Jawa Barat...**Ketut Gunawan, Delvin Aldi P, Winda**
17. Kajian teknis geometri peledakan terhadap fragmentasi dan digging time alat muat pada pembongkaran overburden di pit tempudo 2 PT. Kalimantan Prima Persada jobsite Indexim Coalindo...**R. Hariyanto, Rizki Irsya Mohamad Sudaryanto.**
18. Neraca dan Potensi Sumberdaya Batugamping di Kabupaten Bolaangmongondow Provinsi Sulawesi Utara...**Abdul Rauf, I Wayan Sudarmaja, Bambang Wisaksono, Eddy Winarno.**
19. Evaluasi Distribusi Aliran Debit Udara Pada Tambang Bawah Tanah Grasberg Block Cave Untuk Mendukung Target Kegiatan Pertambangan Di Level 2830 Extraction Pada Q1 Tahun 2020 PT. Freeport Indonesia, Mimika, Papua... **Suyono, Achmad Reza Apandi, Wawong Dwi Ratminah, Yasmina Amalia.**
20. Analisis Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng Pada Tambang Batubara Pt. Bukit Asam Tbk. Sumatera Selatan...**Barlian Dwinagara, Mella Merliza, Untung Sukanto.**
21. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Batubara Di Pit 2 Banko Barat PT. Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan...**Peter Eka Rosadi, Hasrin Citra Utami, Ketut Gunawan, Frideni Yushandiana.**
22. Kajian Teknis Laju Keausan Bowl Dan Mantle Cone Crusher Terhadap Produksi Pada Peremukan Sekunder Bijih Emas Di PT. Agincourt Resources, Tapanuli Selatan, Sumatera Utara....**Untung Sukanto, M. Dandi Pratama, Gunawan Nusanto, Esty Martina Zeba**
23. Analisis Kepekaan Terhadap Perubahan Biaya Operasi dan Harga Jual Produk Pada Penambangan Batugamping UP. Parno, Kec. Ponjong, Kab. Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, **Anton Sudyanto, Alfian Mukti, Indun Titisariwati**
24. Analisis Kestabilan Lereng Dengan Pendekatan Probabilitas Longsor Pada Pit PQRT Lati PT Berau Coal Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur...**Singgih Saptono, Rindang Kurniawan, Bagus Wiyono**



JURNAL

Teknologi Pertambangan

1. **PENANGGUNG JAWAB** : Ketua Jurusan Teknik Pertambangan-FTM
UPN "Veteran" Yogyakarta

2. **REDAKSI**

Ketua : Dr. Nur Ali Amri, MT
Wakil Ketua : Ir. Hasywir Thaib Siri, MSc.
Sekretaris I : Dr. Tedy Agung Cahyadi, ST., MT
Sekretaris II : Heru Suharyadi ST., MT.
Anggota : a. Vega Vergiagara, ST
b. Muhammad Rahman Yulianto, ST

3. **REVIEWER**

Prof. Ir. D. Haryanto, M.Sc. Ph.D. (UPNVY) Dr. Ir. Eddy Winarno, S.Si, MT. (UPNVY)
Prof. Dr. Budi Sulistyanto, M.Sc. (ITB) Dr. Edy Nursanto, ST, MT. (UPNVY)
Dr. rer. nat. Arifudin Idrus, MT. (UGM) Ir. Anton Sudyanto, MT. (UPNVY)
Dr. Ir. Singgih Saptono, MT. (UPNVY) Ir. Kresno, M.Sc, MM. (UPNVY)
Dr. Ir. Waterman Sulistyana B., MT. (UPNVY) Ir. Suyono, MS. (UPNVY)
Dr. Ir. Barlian Dwinagara, MT. (UPNVY)
Dr. Ir. Marsudi, MT. (UNTAN)

1.

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Maha Esa atas semua nikmat dan karunia-Nya sehingga **Jurnal Teknologi Pertambangan** Volume. 6 Nomor.2 Periode September 2020 – Februari 2021, ini dapat terbit tepat waktu. Tidak lupa pula diucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang membantu penerbitan Jurnal ini.

Jurnal Teknologi Pertambangan terbit setahun dua kali, dimana pada volume ini dapat dipublikasikan 24 judul makalah dengan 198 halaman. Jurnal ini merupakan media untuk menuangkan ide, gagasan, hasil penelitian maupun sebagai sumber pengetahuan bagi pemerhati atau peminat, baik kalangan praktisi, dosen, peneliti maupun mahasiswa sebagai wadah menambah wawasan dan pengetahuan pertambangan.

Jika masih terdapat kurang-sempurnaan maupun kekeliruan, kami mohon maaf dan masukannya. Akhir kata, semoga jurnal ini bermanfaat bagi para peminat/pemerhati.

Yogyakarta, Februari 2021

Dewan Redaksi

JURNAL

Teknologi Pertambangan

DAFTAR ISI

1. Selayang Pandang Pemanfaatan Fly Ash Batubara Untuk Adsorben Logam Pada Air Asam Tambang... **Edy Nursanto**..... 1-7
2. Kajian Teknis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Di Pit KJB Panel 2 Pt. Kaltim Jaya Bara Jobsite Project PT. Dahana Kabupaten Berau, Kalimantan Timur...**Satrio Prajaraksaka Nurwanto, R. Hariyanto, Indri Lesta Siwidiani**..... 8-13
3. Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Lokasi Penambangan Batubara Pit Mahakam PT Insani Baraperkasa Site Loa Janan Kalimantan Timur...**Hasywir Thaib Siri, Gunawan Nusanto. Frans J.**.....14-19
4. Kajian Efektivitas Kolam Pengendapan dan Kualitas Air berdasarkan Debit Air dan Penentuan Waktu Pengerukan yang Optimal di PT Vale Indonesia Tbk, Luwu Timur, Sulawesi Selatan...**Adi Saputra Herdiman, Hartono, Rika Ernawati, Peter Eka Rosadi, Bambang Wisaksono**20-26
5. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Pada Tambang Terbuka Batubara Di Pit Lumba-Lumba PT Satu Terminal Umum Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan...**Hartono, Gunawan Nusanto, Jody Arseno**27-32
6. Estimasi Batu Diorit Dengan Metode Geolistrik (Resistivity 2d) Di CV. Mineral Cahaya Bumi, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat...**Winda., Nur Ali Amri., Aji Setiawan**33-41
7. Rencana Kebutuhan Alat Angkut Untuk Menunjang Peningkatan Produksi Di Tambang Bawah Tanah Deep Mill Level Zone Pt Freeport Indonesia Tahun 2020-2038...**Kresno, Dyah Probowati, Egy Ardiya**42-55
8. Kebijakan Konservasi Bahan Galian Dalam Pengelolaan Sumber Daya Mineral ...**Inmarlinianto**56-63
9. Studi Pengaruh Total Resistance Terhadap Kecepatan Alat Angkut Bermuatan Di Pit Trembesi PT Arutmin Indonesia Tambang Batulicin Kalimantan Selatan...**Hasywir Thaib S, Suyono, Aditya Ramadhan, Yunie Herawati**.....64-72
10. Evaluasi Perubahan Pangkat Pada Teknik Estimasi Inverse Distance Weighting (IDW)...**Waterman Sulistyana Bargawa**.....73-76
11. Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Batubara di Pit X PT. Putra Perkasa Abadi Jobsite PT. Rantaupanjang Utama Bhakti Berau Kalimantan Timur...**Nurkhamim, Faisal Alam, Tri Wahyuningsih**.....77-85
12. Analisis Manajemen Stockpile Pada Rom Stockpile Di Pit Central Mantubuh Pt. Harmoni Panca Utama Jobsite Pt. Marunda Graha Mineral Kabupaten Murung Raya Kalimantan Tengah...**Dwi Poetranto WA, Giorgia Gagas, Priyo Widodo,**86-92
13. Kajian Teknis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Metode HIRADC pada Kegiatan Produksi Tambang Bawah Tanah DMLZ PT. Freeport Indonesia, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua... **Dyah Probowati, Zulfikar Adisasono Pramuktyo, Abdul Rauf, Riria Zendi Mirahati.**93-105
14. Kajian Dan Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Pada Tambang Terbuka Dengan Studi Kasus Extreme Rainfall...**Rafif Mahrus Khalik, Tedy Agung Cahyadi, Nur Ali Amri, Agris Setiawan**106-120
15. Analisis Perbandingan Produktivitas Terhadap Fuel Ratio dan Biaya Operasional Alat Gali-Muat Excavator Komatsu PC 2000-8 Dengan Komparasi Metode Loading Di Out Pit Dumping Utara, Pit Kusan Bawah PT. Sapatindra Sejati Kabupaten Tanah Bumbu Kalimanta Selatan...**Wawong Dwi Ratminah, Krisna, Priyo Widodo, Eddy Winarno**121-126
16. Kajian Teknis Produksi Alat Gali Muat Dan Angkut Pada Penambangan Batugamping Di PT Indocement Tunggal Prakarsa Tbk Site Plant Citeureup, Kabupaten Bogor, Jawa Barat...**Ketut Gunawan, Delvin Aldi P, Winda**.....127-133

17. Kajian teknis geometri peledakan terhadap fragmentasi dan digging time alat muat pada pembongkaran overburden di pit tempudo 2 PT. Kalimantan Prima Persada jobsite Indexim Coalindo...**R. Hariyanto, Rizki Irsya Mohamad Sudaryanto.****134-139**
18. Neraca dan Potensi Sumberdaya Batugamping di Kabupaten Bolaangmongondow Provinsi Sulawesi Utara...**Abdul Rauf, I Wayan Sudarmaja, Bambang Wisaksono, Eddy Winarno.****140-149**
19. Evaluasi Distribusi Aliran Debit Udara Pada Tambang Bawah Tanah Grasberg Block Cave Untuk Mendukung Target Kegiatan Pertambangan Di Level 2830 Extraction Pada Q1 Tahun 2020 PT. Freeport Indonesia, Mimika, Papua... **Suyono, Achmad Reza Apandi, Wawong Dwi Ratminah, Yasminda Amalia.****150-153**
20. Analisis Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng Pada Tambang Batubara Pt. Bukit Asam Tbk. Sumatera Selatan...**Barlian Dwinagara, Mella Merliza, Untung Sukanto.****154-163**
21. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Batubara Di Pit 2 Banko Barat PT. Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan...**Peter Eka Rosadi, Hasrin Citra Utami, Ketut Gunawan, Frideni Yushandiana.****164-173**
22. Kajian Teknis Laju Keausan Bowl Dan Mantle Cone Crusher Terhadap Produksi Pada Peremukan Sekunder Bijih Emas Di PT. Agincourt Resources, Tapanuli Selatan, Sumatera Utara...**Untung Sukanto, M. Dandi Pratama, Gunawan Nusanto, Esty Martina Zeba****174-179**
23. Analisis Kepekaan Terhadap Perubahan Biaya Operasi dan Harga Jual Produk Pada Penambangan Batugamping UP. Parno, Kec. Ponjong, Kab. Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta, **Anton Sudiyanto, Alfian Mukti, Indun Titisariwati**.....**180-192**
24. Analisis Kestabilan Lereng Dengan Pendekatan Probabilitas Longsor Pada Pit PQRT Lati PT Berau Coal Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur...**Singgih Saptono, Rindang Kurniawan, Bagus Wiyono****193-198**

ANALISIS PENGARUH MUKA AIR TANAH TERHADAP KESTABILAN LERENG PADA TAMBANG BATUBARA PT. BUKIT ASAM TBK. SUMATERA SELATAN

Oleh :

Barlian Dwinagara, Mella Merliza, Untung Sukamto.

Program Sarjana, Prodi Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta
No. HP : 082371803474, Email : mellamella875@gmail.com

SUMMARY

PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. is a state-owned company (BUMN) which is a company in the coal mining sector located in Muara Enim Regency, South Sumatra Province. Groundwater level monitoring activities at PT. Bukit Asam has not been carried out optimally, the last being carried out in September 2019 for inclinometer measurements and piezometer measurements in January 2020. The slopes studied were high wall and low wall slopes in sections AA', BB' and CC'. The purpose of this study was to determine the elevation of the groundwater level and the effect of the groundwater level so that it can determine whether a slope is stable or not which is expressed in terms of the value of the safety factor. Slope stability analysis was carried out under conditions of actual, saturated and dry groundwater level variations in the 2020 RKAP using the boundary balance method (morgenstren-price) with Geostudio 2012 software (license Number: 962E1F750 an. PT. Bukit Asam, Tbk)Based on the analysis, it is known that high wall and low wall slopes are categorized as safe in every groundwater level with a slope safety factor ≥ 1.1 except for high wall slopes in section AA' in saturated conditions. For this reason, it is necessary to slope the geometry of the high wall section AA' to obtain a safe and permitted safety factor.

Ringkasan

PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang merupakan perusahaan di bidang penambangan batubara yang terletak di Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan. Kegiatan pemantauan muka air tanah di PT. Bukit Asam belum terlaksana dengan maksimal, terakhir dilakukan pada bulan September 2019 untuk pengukuran *inclinometer* dan pengukuran *piezometer* pada bulan Januari 2020. Lereng yang diteliti adalah lereng *high wall* dan *low wall* pada section AA', BB' dan CC'. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui elevasi muka air tanah dan pengaruh muka air tanah sehingga dapat mengetahui stabil atau tidaknya suatu lereng yang dinyatakan dalam bentuk nilai faktor keamanan. Analisis stabilitas lereng dilakukan pada kondisi variasi muka air tanah aktual, jenuh dan kering pada RKAP 2020 menggunakan metode keseimbangan batas (*morgenstren-price*) dengan *software Geostudio 2012* (license Number : 962E1F750 an. PT. Bukit Asam, Tbk). Berdasarkan hasil analisis, diketahui lereng *high wall* dan *low wall* dikategorikan aman pada setiap kondisi muka air tanah dengan faktor keamanan lereng $\geq 1,1$ kecuali lereng *high wall* pada section AA' pada kondisi jenuh. Untuk itu perlu dilakukan pelandaian geometri pada lereng *high wall* section AA' untuk mendapatkan nilai faktor keamanan yang aman dan diizinkan.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang merupakan perusahaan di bidang penambangan batubara yang terletak di Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan dengan luas Izin Usaha Pertambangan (IUP) sebesar 66.414 Ha. Penambangan sendiri menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode *conventional* dan *continous* sehingga membentuk lereng dan jenjang. Lereng dikatakan stabil atau aman apabila memiliki nilai faktor keamanan ($\geq 1,1$ Kepmen ESDM No 1827/2018).

Kegiatan pemantauan muka air tanah di PT. Bukit Asam belum terlaksana dengan maksimal, terakhir dilakukan pada bulan September 2019

untuk pengukuran *inclinometer* dan pengukuran *piezometer* pada bulan Januari 2020. Kegiatan pemantauan ini sebaiknya dilakukan secara rutin untuk mengetahui tinggi rendah muka air tanah akibat dari perubahan faktor eksternal seperti curah hujan yang berlebihan, pasang surut air laut dan sebagainya. Pemantauan muka air tanah merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh dan harus diperhatikan dalam keberlangsungan operasi penambangan. Air yang semakin bertambah dengan adanya pori pada batuan dimana air akan menyerap ke dalam rongga serta rekahan batuan. Seiring dengan waktu sampai batuan tersebut menjadi jenuh. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya pengurangan kuat geser batuan yang merupakan salah satu faktor penyebab batuan menjadi tidak stabil yang mengakibatkan terjadi kelongsoran.

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka diperlukan suatu rancangan lereng yang aman beserta analisis kestabilannya. Untuk mengatasi masalah ini perlu dilakukan analisis kestabilan lereng dengan mempertimbangkan tinggi muka air tanah untuk rancangan geometris jenjang pada lereng.

1.2 Rumusan Masalah

Keberadaan air terutama air tanah (*groundwater*) menjadi salah satu yang harus diperhatikan sebelum membuat desain lereng tambang. Hal ini dikarenakan sebelum melakukan penambangan harus terlebih dahulu mengetahui tinggi muka air tanah untuk mengetahui batas kedalaman yang akan ditambang agar mencegah terjadinya rembesan air ke permukaan. Oleh karena itu, perlu melakukan analisis kestabilan lereng terhadap muka air tanah untuk mendapatkan desain lereng yang optimal.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui elevasi muka air tanah pada *pit* Muara Tiga Besar (MTB) Tanjung Enim, Sumatera Selatan.
2. Menganalisis pengaruh kedalaman muka air tanah terhadap faktor keamanan *Overall*.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi masalah hanya pada :

1. Asumsi terhadap tinggi muka air tanah dianggap sebagai variabel untuk mendapatkan nilai faktor keamanan.
2. Kriteria keruntuhan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kriteria keruntuhan *Mohr Coulumb*.
3. Analisis dilakukan hanya pada *Overall Slope*.
4. Tidak menampilkan arah aliran muka air tanah.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian dalam penelitian ini adalah penggabungan antara teori dan data yang didapatkan yang berkaitan dengan penelitian. Data-data tersebut akan dianalisis dan diolah untuk mendapatkan solusi dalam permasalahan penelitian dan penarikan kesimpulan. Tahapan kegiatan yang dilakukan meliputi :

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan pustaka yang dapat menunjang penelitian seperti jurnal, *textbook*, media elektronik dan karya-karya ilmiah yang berhubungan dan juga mencari referensi lainnya di Perpustakaan Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta dan Perpustakaan Diklat PT. Bukit Asam Tbk.

2. Observasi Lapangan

Berupa mengamati secara langsung kondisi di lapangan terhadap kegiatan penambangan yang

dilakukan dan berdiskusi dengan orang lapangan yang berkaitan dengan rumusan masalah.

3. Pengambilan Data

Proses pengambilan data adalah kegiatan untuk mendapatkan data – data apa saja yang dibutuhkan untuk dapat menyelesaikan penelitian. Data ini diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan (data primer), dan literatur - literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang ada (data sekunder).

Data-data yang diambil adalah sebagai berikut:

Data-data yang diambil adalah sebagai berikut:

a. Data primer

Data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari kegiatan observasi lapangan. Data yang diambil secara aktual di lapangan adalah pengukuran muka air tanah dengan menggunakan *piezometer*.

b. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang dikumpulkan dari literatur dan data yang diarsipkan oleh PT. Bukit Asam, Tbk. Data sekunder yang digunakan adalah geometri lereng, *Rock Mass Properties* (UCS, bobot isi, sudut gesek dalam, dan kohesi), Data Geologi (Geologi Regional, Stratigrafi, Morfologi, Struktur Geologi, Litologi), Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik, Peta Topografi, Peta Kesampaian Daerah, Data Iklim dan Curah Hujan.

4. Pengolahan Data

Dari hasil pengumpulan data primer dan data sekunder akan diolah menggunakan aplikasi *Geostudio 2012* (*license Number* : 962E1F750 an. PT. Bukit Asam, Tbk)

secara aktual di lapangan adalah dokumentasi

5. Pengolahan Data

Dari hasil pengumpulan data yang telah didapatkan dan data dari hasil survei di lokasi penambangan akan didapat data - data yang akan disusun secara sistematis dan bisa digunakan sebagai bahan analisis.

6. Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk menyelesaikan masalah dan menarik kesimpulan.

7. Kesimpulan

Diperoleh setelah dilakukan korelasi antara hasil pengolahan dengan permasalahan yang diteliti. Kesimpulan ini merupakan hasil akhir dari semua masalah yang dibahas serta memberikan saran.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pertimbangan sebelum melakukan perencanaan geometri lereng dengan memasukan parameter muka air tanah pada lereng.

II. TINJAUAN UMUM

2.1 Kesampaian Daerah

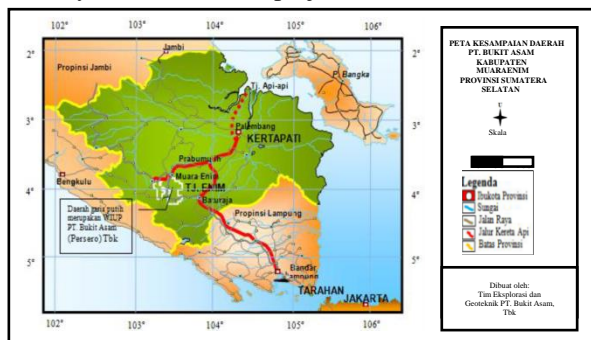
Secara administrasi PT. Bukit Asam Tbk. termasuk dalam wilayah Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Secara astronomis terletak 3°42'30" - 4°12'30" LS dan 103°14'07" - 103°42'10" BT (lihat gambar 2.1). Pada saat ini

perusahaan memegang Hak Izin Usaha Pertambangan (IUP) dengan luas 66.414 Ha untuk Unit Pertambangan Tanjung Enim (UPTE) yang terdiri dari Tambang Air Laya yang terbagi menjadi TAL Barat, TAL Utara dan MT4 dan *Townsite Basecamp*, Tambang Muara Tiga Besar, dan Tambang Banko Barat. Batas daerah penelitian secara administrasi adalah sebagai berikut :

1. Sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Musi Banyuasin.
2. Sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Ogan Komering Ilir.
3. Sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Lahat.
4. Sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Ogan Komering Ulu.

Untuk mencapai lokasi penelitian dari kota Yogyakarta dapat ditempuh dengan rute perjalanan sebagai berikut :

1. Perjalanan dari bandara Internasional Yogyakarta menggunakan pesawat terbang menuju bandara Internasional Mahmud Badaruddin II di Palembang dengan waktu tempuh selama 1,5 jam.
2. Perjalanan dari Palembang dilanjutkan dengan perjalanan darat dengan kendaraan roda empat melalui jalan darat dengan kondisi jalan yang cukup baik sejauh ± 210 km ke arah Barat Daya menuju Tanjung Enim dengan waktu tempuh selama 6 jam. Perjalanan dilanjutkan kembali menuju lokasi penelitian daerah penambangan pit *Townsite Basecamp* dengan menggunakan bus karyawan ± 10 menit perjalanan (Gambar 2.1).



Gambar 2.1
Peta Lokasi dan Kesampaian Daerah

III. HASIL PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 2 Maret sampai dengan 1 Mei 2020. Penelitian dilakukan pada lereng Highwall dan Lowwall pit Muara Tiga Besar. Daerah Muara Tiga besar merupakan daerah perbukitan rendah. Struktur geologi yang berkembang pada daerah ini adalah antiklin, dimana antiklin tersebut memisahkan antara pit MTB Utara dengan MTB Selatan. Pada rencana desain, pit akan dibuat menjadi dua bagian yaitu bagian highwall dan bagian lowwall, hal ini disebabkan karena bidang perlapisan

batuan tersebut memiliki nilai dip sekitar 17° sehingga ketika dibuat modelnya maka kedua sisi lereng tambang bukaan akan terbentuk desain high wall dan low wall.

Parameter yang akan digunakan pada penelitian ini meliputi nilai kohesi (C), sudut geser dalam (ϕ), bobot isi dan faktor eksternal berupa seismic load yang diasumsikan sebesar 0.03 g serta surcharge load berasal dari beban alat angkut yaitu HD 785 diasumsikan sebesar 533 kN/m³. Software yang digunakan Geostudio 2012 (license Number : 962E1F750 an. PT. Bukit Asam, Tbk) dengan metode morgenstern-price yang berguna membuat simulasi lereng untuk mengetahui pengaruh elevasi muka air tanah terhadap kestabilan lereng, dalam hal ini akan didapatkan nilai faktor keamanan dengan menggunakan desain RKAP tahun 2020 dan hasil pengukuran muka air tanah dengan menggunakan Piezometer. batubara ke *stockpile*. Untuk mengatasi hal tersebut digunakan *water truck* Komatsu HD 465 dan untuk perawatan jalan angkut digunakan *motor Grader Komatsu GD 825 A*.

3.2 Sifat Fisik Material

Daerah Muara Tiga Besar merupakan daerah yang memiliki jenis litologi berupa tuff, batulempung, batulanau serta batubara. Ketiga lapisan tersebut menyusun lereng pit secara selang-seling terbentang sepanjang sayatan AA', BB' dan CC'. Pada daerah penelitian ini terdapat 3 seam yaitu seam A, seam B dan seam C. Tingkat heterogenitas suatu material tentunya dapat mempengaruhi kekuatan massa batuan. Pemboran geoteknik disekitar pit Muara Tiga Besar dilakukan untuk menggambarkan kondisi geoteknik material penyusun, Hasil pemboran dilakukan uji UCS (Unconfined Compressive Strenght). Rata-rata nilai UCS pada tabel 4.1

Tabel 3.1
Rata-rata Hasil Pengujian UCS

No	Material	UCS
1	<i>Overburden A1</i>	0,47
2	<i>Seam A1</i>	10,9
3	<i>Interburden A1-A2</i>	0,41
4	<i>Seam A2</i>	8,90
5	<i>Interburden A2-B</i>	1,84
6	<i>Seam B</i>	1,27
7	<i>Interburden B-C</i>	1,91
8	<i>Seam C</i>	0,93
9	<i>Lower C</i>	0,87

Berdasarkan hasil dari kajian tersebut, material di pit MTBU termasuk kedalam extremely weak rock-weak rock karena nilai UCS nya (0,5-25) MPa (ISRM, 1981) dapat dilihat pada Gambar 3.1. Artinya material di area pit MTB ini memiliki kekuatan lemah.

Tujuan dari mencari data kekuatan batuan adalah untuk :

1. Dapat menentukan model konstitutif yang akan digunakan, model konstitutif adalah gambaran secara kualitatif hubungan dasar antara tegangan dan regangan dalam batuan didalam kondisi pembebanan. Model konstitutif meliputi : Hoek Brown, Mohr Coulomb dan lain-lain. Variasi dari model-model konstitutif menggambarkan reaksi bergantung dan tidak bergantung terhadap waktu dari batuan pada saat menerima beban. Kekuatan bergantung waktu didefinisikan tegangan maksimum yang dapat ditahan batuan tanpa terjadi keruntuhan pada skala waktu yang ditentukan (Rai, dkk 2014)
2. Dapat melakukan rekomendasi geometri lereng, geometri lereng pada batuan keras relative lebih tegak dibandingkan dengan batuan lunak yang relative lebih landai. Untuk mengurangi resiko terjadinya kelongsoran.
3. Dapat mengetahui pendekatan tipe kelongsoran yang terjadi dan penanganannya. Berdasarkan pengalaman ahli geoteknik tipe longsor busur sering terjadi pada batuan lunak. Dan tipe longsor bidang dan baji sering terjadi pada batuan keras.
4. Dapat mengetahui area yang memiliki batuan yang lebih kuat sehingga dapat mengalirkan air dengan cara membuat sump pada area batuan kuat.

3.3 Sifat Fisik dan Sifat Mekanik batuan

3.3.1 Sifat Fisik

Pengujian sifat fisik batuan ini merupakan pengujian yang tidak merusak sampel atau conto batuan (*undistructive test*). Pengujian ini akan menghasilkan parameter sifat batuan diantaranya kadar air, densitas, porositas, angka pori, *specific gravity* dan *void ratio* dan lain-lain. Berdasarkan data material properties yang dimiliki PT. Bukit Asam terdapat parameter sifat fisik batuan yaitu densitas. Densitas merupakan perbandingan antara berat terhadap volume suatu batuan yang memiliki satuan kN/m^3 . Contoh data densitas dapat dilihat di tabel 4.2 dan selengkapnya terdapat di lampiran D.

Tabel 3.2

Hasil Pengujian sifat mekanik batuan

No	Material	γ_w (kN/m^3)	γ_d (kN/m^3)
1	<i>Overburden A1</i>	19,68	16,03
2	<i>Seam A1</i>	12,01	8,57
3	<i>Interburden A1-A2</i>	18,91	14,99
4	<i>Seam A2</i>	11,97	8,71
5	<i>Interburden A2-B</i>	20,02	16,92
6	<i>Seam B</i>	12,23	8,66
7	<i>Interburden B-C</i>	19,76	16,78
8	<i>Seam C</i>	11,7	8,24
9	<i>Lower C</i>	18,49	18,49

3.3.2. Sifat Mekanik

Pengujian sifat mekanik batuan merupakan pengujian yang merusak sample atau conto batuan (*distructive test*). Pengujian sifat mekanik batuan terdiri atas pengujian kuat tekan uniaksial dan kuat geser langsung. Berdasarkan data material properties yang dimiliki oleh PT. Bukit Asam terdapat parameter sifat mekanik batuan yaitu kohesi (C) dan sudut geser dalam (ϕ) yang didapatkan dari pengujian kuat geser langsung.

Tabel 3.3

Hasil Pengujian sifat mekanik batuan

No	Material	Peak		Residu	
		C(kPa)	ϕ (derajat)	C(kPa)	ϕ (derajat)
1	<i>Overburden A1</i>	74,14	22,91	72,35	17,27
2	<i>Seam A1</i>	623,7	31,39	623,7	31,39
3	<i>Interburden A1-A2</i>	260,79	25,98	211,54	21,89
4	<i>Seam A2</i>	844,26	24,3	942,35	24,23
5	<i>Interburden A2-B</i>	150,22	21,75	86,92	20,19
6	<i>Seam B</i>	4743,66	3219,48	634,36	23,78
7	<i>Interburden B-C</i>	178,72	30,67	86,87	21,04
8	<i>Seam C</i>	334,97	30,35	234,43	34,62
9	<i>Lower C</i>	109,1	22,32	54,35	18,74

3.4. Muka Air Tanah

Kondisi Muka air tanah dipantau dengan hasil pengukuran piezometer pada dua titik yaitu (IC.MT.01 dan IC.MT.04) yang terdapat pada Lampiran B. piezometer-piezometer tersebut dipasang di atas permukaan lereng High wall pada pit Muara Tiga Besar Utara (MTBU). Pengukuran dilakukan pada bulan Januari dan Maret tahun 2020, dengan hasil pengukuran yaitu : 15,55 meter, 18,6 meter, 7,6 meter dan 19,3 meter. Untuk mengetahui elevasi muka air tanah dapat dilakukan dengan menganalisis kedalaman muka air tanah dan peta penampang sekuen AA', BB' dan CC' (terdapat pada Tabel 4.6 sampai 4.8)

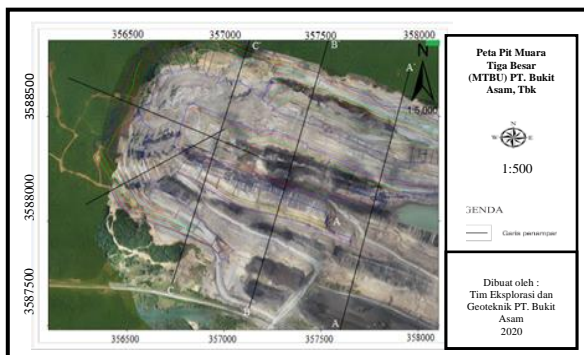


Gambar 3.1
Pengukuran Muka Air Tanah

Pemasangan titik pengamatan muka air tanah dilakukan menggunakan Piezometer yang bekerja dengan memanfaatkan sensor yang terdapat pada ujung kabel. Kabel ini dimasukkan kedalam lubang bor untuk mengukur ketinggian muka air tanah dimana sensor akan berbunyi saat menyentuh ketinggian muka air tanah. Pada titik (IC.MT 01 dan IC.MT 04) memiliki kedalaman lubang bor 62,5 meter dan 62 meter. Sedangkan untuk memonitoring pergerakan lereng di lokasi penelitian menggunakan inclinometer. Pengukuran inclinometer dilakukan dengan memasukkan alat *probe* inclinometer kedalam lubang bor dengan manandai gulungan kabel inclinometer pada setiap setengah meter sampai alat masuk kedalam lubang dengan mendekati angka nol. tetapi pada saat penelitian tidak dapat melakukan pengukuran inclinometer dikarenakan kondisi alat yang kurang optimal.

3.5 Analisis Kondisi Kestabilan Lereng Desain RKAP

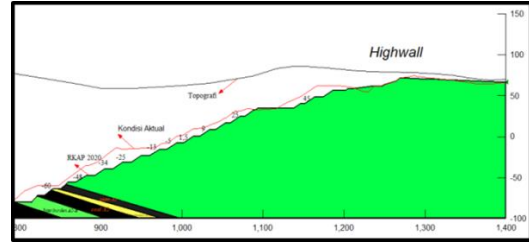
Analisis kestabilan lereng desain awal tambang batubara Pit Muara Tiga Besar dilakukan berdasarkan desain RKAP 2020 adapun sekuen yang dianalisis merupakan bagian Highwall dan Lowwall yang meliputi penampang bagian : AA', BB', CC' yang terdapat pada Lampiran G.



Gambar 3.2
Peta Pit Muara Tiga Besar

3.5.1. Lereng High wall

Lereng *High wall* merupakan lereng dengan arah kemiringan lereng yang berlawanan dengan arah kemiringan seam batubara. Lereng *High wall* pada Pit Muara Tiga besar Utara PT. Bukit asam. Tbk, sebagai berikut (Gambar 3.3)



Gambar 3.3
Lereng High Wall

Pada statigrafi Muara Tiga Besar Utara terdapat batuan penyusun lereng *low wall* . Pada (Tabel 3.4) menjelaskan perilaku batuan terhadap air pada lereng *low wall* di pit Muara Tiga besar Utara (MTBU) PT.Bukit Asam, Tbk

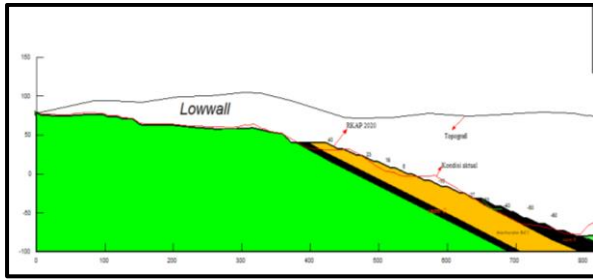
Tabel 3.4

Perilaku batuan terhadap air pada lereng High wall

No	lapisan	Batuan	Jenis perilaku batuan terhadap air
1	Overburden	Pasir (<i>Sand</i>)	Akuifer
		Kerikil (<i>Gravel</i>)	Akuifer
		Batulempung(<i>Claystone</i>)	Akuifer
2	Interburden A1-A2	Batulempung(<i>Claystone</i>)	Akuifer
		Batupasir (<i>Sandstone</i>)	Akuiklud
		Bentonit (<i>bentonite</i>)	Akuitar
		Tuf (<i>tuffaceous</i>)	Akuiklud
3	Interburden	Batulempung(<i>Claystone</i>)	Akuifer
		Batulanau (<i>Siltstone</i>)	Akuitar
		Batupasir (<i>Sandstone</i>)	Akuiklud

3.5.2. Lereng Low wall

Lereng *Low wall* merupakan lereng dengan arah kemiringan lereng yang searah dengan arah kemiringan *seam* batubara. Lereng *Low wall* pada Pit Muara Tiga besar Utara PT. Bukit asam. Tbk, sebagai berikut (Gambar 3.4)



Gambar 3.4

Lereng Low wall

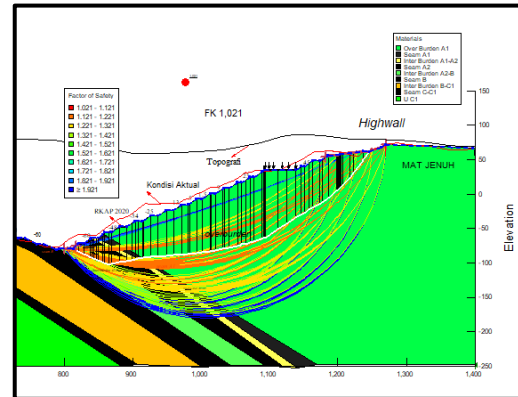
Pada statigrafi Muara Tiga Besar Utara terdapat batuan penyusun lereng low wall . Pada (Tabel 3.5) menjelaskan perilaku batuan terhadap air pada lereng low wall di pit Muara Tiga besar Utara (MTBU) PT.Bukit Asam, Tbk.

Tabel 3.5

Perilaku batuan terhadap air pada lereng low wall

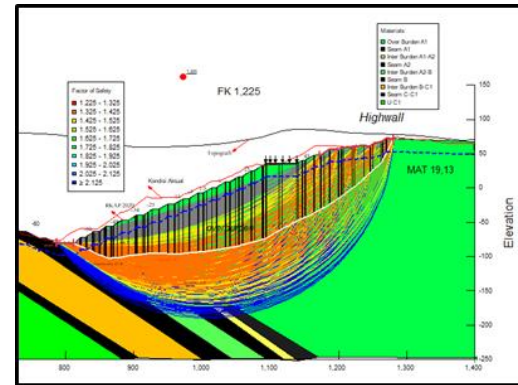
N	Lapisan	Batuan	Jenis perilaku batuan terhadap air
1	Interburde	Batulempung(<i>claysto</i>)	Akuifer
		Batu Pasir	Akuiklud
2	Under C	Batulempung(<i>claysto</i>)	Akuifer
		Batu Pasir	Akuiklud
		Batu lanau	Akuitar

pada (Gambar 3.5 sampai 3.10) dan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran G.



Gambar 4.5

Hasil analisis lereng High wall AA` dengan MAT Jenuh

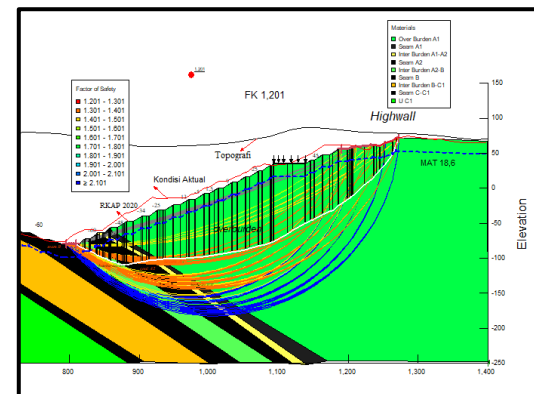


Gambar 4.6

Hasil analisis lereng High wall AA` dengan MAT 19,13 meter

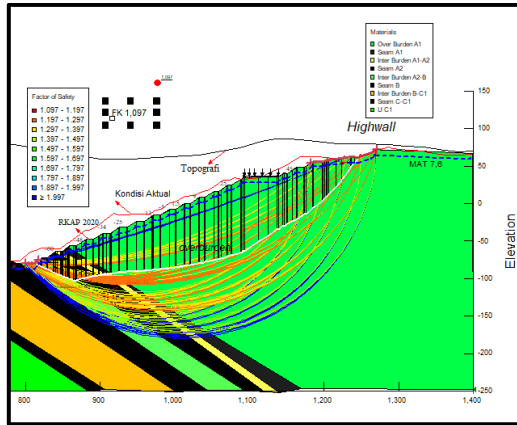
3.6. Hasil Analisis Muka Air Tanah terhadap Kestabilan lereng

Analisis kestabilan lereng pada lereng high wall dan low wall di Pit Muara Tiga Besar Utara (MTBU) pada penampang (AA`, BB` dan CC`) menggunakan program *Geostudio 2012* dengan nomor lisensi : 962E1F750 an. PT Bukit Asam, Tbk, legalitas nomor lisensi ada pada lampiran H. *Geostudio 2012* adalah program yang dapat digunakan untuk permodelan lereng dengan metode *Limit Equilibrium*. Perhitungan ini menggunakan analisis kesetimbangan batas metode *Morgenstren-price* prosedur penggunaan software *Geostudio 2012* terdapat pada Lampiran E . Parameter yang dimasukkan adalah kohesi, sudut geser dalam, bobot isi dan asumsi muka air tanah alami yang didapatkan dari data pengukuran lubang sumur pantau (*piezometer hole*). Analisa dilakukan untuk menghitung pengaruh penurunan muka air tanah terhadap nilai faktor keamanan lereng tambang pada desain RKAP 2020. Berikut hasil analisis pengaruh muka air tanah terhadap faktor keamanan



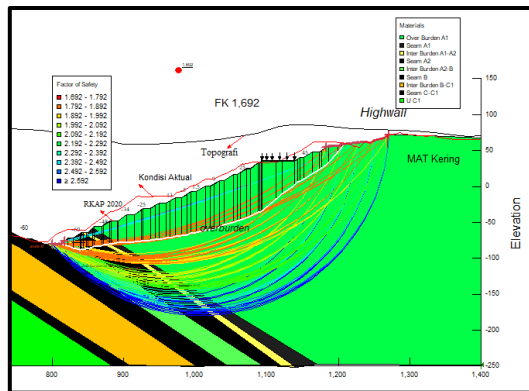
Gambar 4.7

Hasil analisis lereng High wall AA` dengan MAT 18,6 meter



Gambar 4.9

Hasil analisis lereng *High wall* AA` dengan MAT 7,6 meter



Gambar 4.10

Hasil analisis lereng *High wall* AA` dengan MAT Jenuh

IV. PEMBAHASAN

4.1. Analisis Stabilitas lereng.

Muka air tanah adalah salah satu parameter penting yang mempengaruhi tingkat kestabilan lereng, oleh sebab itu keberadaan air tanah harus diketahui. Kegiatan monitoring pada daerah Muara Tiga Besar menggunakan alat piezometer dan inklinometer, alat piezometer digunakan untuk memberikan hasil pengamatan muka air tanah pada waktu tertentu, dan Inklinometer digunakan untuk mengetahui pergerakan tanah di bawah permukaan, kedua alat tersebut dipasang pada sumur pengamatan, hasil yang akan didapatkan yaitu elevasi muka air tanah dan grafik pergerakan tanah, pada saat penelitian tidak melakukan pengukuran inklinometer dikarenakan kondisi alat kurang optimal, sehingga tidak bisa menampilkan grafik pergerakan tanah.

Berdasarkan data statigrafi (Gambar 2.3) material penyusun lereng pada daerah Muara Tiga Besar adalah batu pasir, batu tuff, batu lempung, bentonit dan batu lanau yang termasuk dalam kategori akuifer dan akuiklud. Akuifer adalah material yang dapat meloloskan air dalam jumlah besar dan akuiklud adalah material yang dapat meloloskan air dalam

jumlah yang sedikit. Dimana ketika hujan air akan masuk kedalam pori-pori batuan yang akan menambah beban lereng dan mengakibatkan naiknya muka air tanah

Untuk itu dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui elevasi muka air dan menghitung pengaruh muka air tanah pada kondisi jenuh, variasi aktual muka air tanah dan kondisi kering terhadap nilai faktor keamanan kondisi lereng pada desain RKAP tahun 2020 dengan menggunakan *software Geostudio 2012 license number 962E1F750* an. PT Bukit Asam, untuk mengetahui nilai pengaruh muka air tanah dapat dilihat perhitungan nilai koefisien determinasi dan regresi dari persamaan linear sederhana, perhitungan manual dapat dilihat pada Lampiran H.

4.2. Muka Air Tanah

4.2.1. Elevasi Muka Air Tanah

Elevasi menurut KBBI adalah ketinggian suatu tempat terhadap daerah sekitarnya, elevasi muka air tanah pada daerah Muara Tiga besar Utara (MTBU) dapat dilihat pada *software Geostudio 2012* dengan parameter peta penampang section dan kedalaman muka air tanah yang didapatkan dari pengukuran piezometer.

Kedalaman muka air tanah dapat berubah-ubah tergantung berapa banyak air yang masuk kedalam permukaan tanah, salah satu penyebab semakin tinggi muka air tanah ke permukaan adalah hujan, oleh sebab itu perlunya pemantauan muka air tanah setiap bulannya untuk mengetahui naik turunnya muka air tanah ke permukaan lereng.

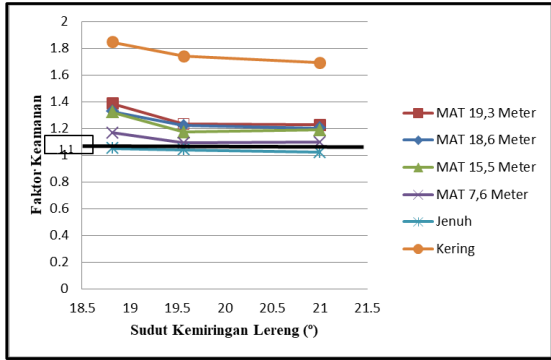
4.3. Analisis Stabilitas Lereng.

4.3.1. Pengaruh Sudut Kemiringan Lereng.

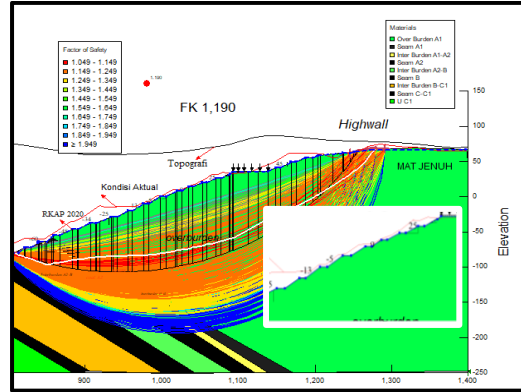
1. Lereng *High Wall*

Lereng *High Wall* pada section AA`, BB` dan CC` memiliki ketinggian lereng 140-150 meter dengan sudut lereng keseluruhan 18,82°-21° dan kondisi kering, kondisi aktual variasi muka air tanah yang diukur dari atas permukaan

lereng dan kondisi kering, dari hasil analisis tersebut faktor keamanan termasuk kedalam kategori kritis sampai stabil. Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 5.1 menunjukkan bahwa lereng *high wall* semakin besar sudut kemiringan lereng maka hasil nilai faktor keamanan lereng semakin menurun karena akan membentuk lereng yang curam, dan sebaliknya semakin landai sudut kemiringan lereng (°) maka nilai faktor keamanan semakin tinggi.



Gambar 4.1
Grafik Hubungan FK dengan Sudut Kemiringan Lereng High Wall

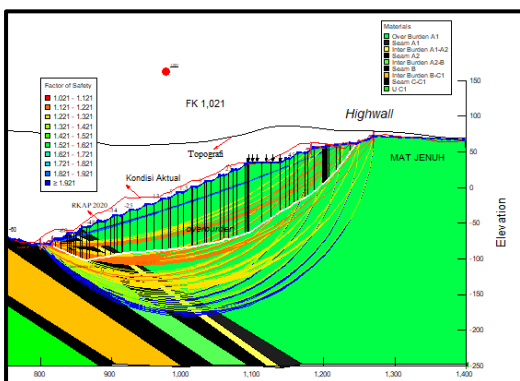


Gambar 5.4
Hasil Pelandaian Lereng High Wall kondisi jenuh



Gambar 4.2
Kodisi Lereng High wall

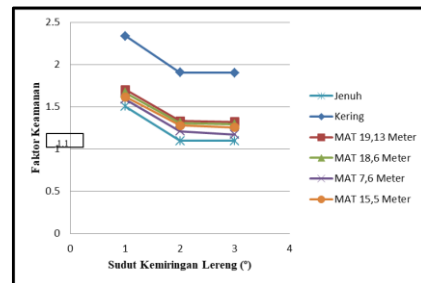
Pada Gambar 5.2 kondisi lereng *high wall* dilapangan pada kondisi setelah hujan terdapat genangan air diatas permukaan. Hal ini sesuai dengan hasil analisis (Tabel 4.6 sampai 4.8) diketahui bahwa nilai faktor keamanan lereng *high wall* pada kondisi jenuh termasuk kategori kritis, hal ini dikarenakan adanya penambahan beban pada lereng yang mengakibatkan berkurangnya gaya penahan lereng yang mengakibatkan longsor. Untuk mencegah terjadinya kelongsoran pada akhir tambang RKAP tahun 2020 dilakukan perancangan ulang untuk tahun berikutnya dengan cara pelandaian geometri lereng dan drainase air permukaan.



Gambar 4.3
Lereng Awal High wall

2. Lereng Low Wall

Lereng *Low Wall* pada section AA', BB' dan CC' memiliki ketinggian lereng 130-160 meter dengan sudut lereng keseluruhan 160,7°-161,8° dan kondisi muka air asli variasi yang terdapat dilapangan, dari hasil analisis tersebut faktor keamanan termasuk kedalam kategori aman. Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 5.2 menunjukkan bahwa lereng *Low wall* semakin besar sudut kemiringan lereng maka hasil nilai faktor keamanan lereng semakin tinggi karena akan membentuk lereng yang curam, dan sebaliknya semakin landai sudut kemiringan lereng (°) maka nilai faktor keamanan semakin tinggi



Gambar 4.4
Grafik Hubungan FK dengan Sudut Kemiringan Lereng Low

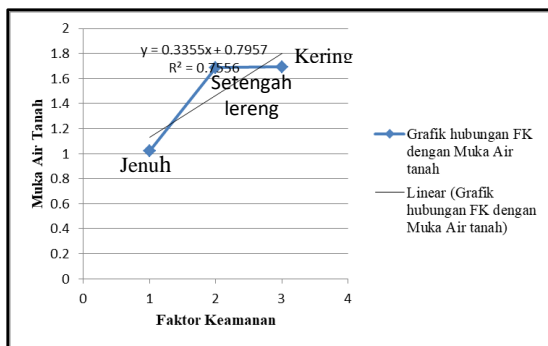


Gambar 5.5
Lereng Low wall pada under C

Hasil analisis pada (Tabel 3.7 sampai 3.9) lereng *low wall* termasuk dalam kondisi stabil baik dalam kondisi jenuh, variasi aktual muka air tanah dan kondisi kering. Secara keseluruhan lereng *low wall* termasuk faktor keamanan yang diizinkan.

4.3.2. Pengaruh Muka Air Tanah.

Analisis stabilitas lereng berdasarkan hasil analisa dengan muka air tanah jenuh, muka air tanah setengah lereng dan muka air tanah kering. Diketahui bahwa muka air tanah pada sebuah lereng memiliki pengaruh terhadap nilai faktor keamanan. Hasil analisa menunjukkan hubungan berbanding lurus antara muka air tanah dengan nilai faktor keamanan lereng. Penurunan muka air tanah lereng akan menyebabkan peningkatan nilai faktor keamanan lereng tersebut.



Gambar 4.6

Grafik pengaruh muka air tanah terhadap kestabilan lereng

Berdasarkan grafik (Gambar 5.6) diketahui ketika kondisi muka air tanah jenuh nilai faktor keamanan termasuk dalam kategori kritis yaitu $FK < 1,1$ sedangkan nilai faktor keamanan untuk muka air tanah setengah lereng, dan kering termasuk kategori faktor keamanan yang stabil dan diizinkan.

Keberadaan air di lereng memiliki efek yang merugikan pada stabilitas lereng. Tekanan air yang bergerak diruang pori, bidang diskontinu yang akan membentuk lubang yang akan mengurangi kekuatan material tersebut. Untuk itu dilakukan analisis kondisi variasi muka air tanah aktual, kondisi jenuh dan kondisi kering terhadap kestabilan lereng untuk mengetahui nilai faktor keamanan paling optimis dan paling pesimis sehingga dapat mengetahui batas perencanaan penggalian dan pengendalian muka air.

Berdasarkan grafik (Gambar 4.6) analisis pengaruh muka air tanah memiliki nilai determinasi (r^2) 0,075 yang menunjukkan bahwa muka air tanah terhadap kestabilan lereng memiliki pengaruh $\pm 75\%$ sedangkan $\pm 25\%$ dipengaruhi faktor lain. Untuk itu perlu dilakukan pemantauan secara rutin minimal seminggu sekali terhadap muka air tanah untuk mengetahui pergerakan tinggi rendahnya muka air tanah sehingga dapat dilakukan pencegahan muka air tanah sebelum air masuk kedalam lokasi

penambangan disertai dengan kelengkapan data seperti: peta aliran muka air tanah untuk hasil pemantauan muka air tanah yang lebih optimal.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan terhadap analisis pengaruh muka air tanah terhadap kestabilan lereng di pit Muara Tiga maka dapat ditarik kesimpulan dan diberi saran sebagai berikut :

1. Pengukuran muka air tanah pada daerah Muara Tiga Besar menggunakan piezometer pada dua titik pengukuran yaitu (IC.MT.01) dan (IC.MT.04) dengan elevasi muka air tanah +50 meter dan +24 meter.
2. Berdasarkan analisis pengaruh muka air tanah terhadap kestabilan lereng memiliki pengaruh $\geq 75\%$ dimana semakin jenuh muka air tanah maka nilai faktor keamanan semakin kecil dan sebaliknya. Analisis pada lereng *high wall* dan *low wall* section AA', BB' dan CC' termasuk kategori aman pada kondisi muka air tanah jenuh, variasi muka air tanah dan kering, kecuali pada kondisi muka air tanah pada kondisi jenuh pada lereng *high wall* section AA' dan perlu dilakukan perancangan sudut lereng untuk meningkatkan nilai faktor keamanan.

5.2 Saran

1. Melakukan pelengkapan data mengenai muka air tanah seperti : peta aliran muka air tanah.
2. Melakukan pemantauan muka air tanah secara rutin minimal sekali seminggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, Irwandi, 2016. Geoteknik Tambang Mewujudkan Produksi Tambang Yang Berkelanjutan Dengan Menjaga Kestabilan Lereng, Gramdia Pustaka Utama, Jakarta. Hal 67-69 dan 305-306.
- Arifin, "Cadangan Batubara PT. Bukit Asam, Tbk", *ptba.co.id*, 4 februari, 2020. Hal 1.
- Azizi, Masagus Ahmad., S., Harminuke Eko Handayani ., Proseding Seminar Avoer Ke 3 Tahun 2011, Karakterisasi Parameter Masukan untuk Analisis Kestabilan Lerneg Tunggal (Studi Kasus di PT. Tambang Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan). Hal 330
- Barber, A.J dan Crow, M. J, 2015, *Structure and Structural History*, Carleton University Library, Canada. Hal 228-230
- Bell, G, F. 2007, *Engineering Geology, Library of congress*, Burlington, USA. Hal 21 dan 154.

- Bieniawski, Z.T, 1989, *Engineering Rock Mass Classifications, A wiley Interscience publication*, Canada. Hal 9
- Cheng, Y. M dan Lau, C. K, 2008, *Slope Stability Analysis and Stabilization*, Routledge, Abingdon. Hal 19
- Das, M, Braja, 2006, *Principles of Geotechnical Engineering*, Thomson, Canada. Hal 1.
- Day, W. Robert, 2008, *Soil Mechanics and Foundations*, American Geotechnical San Diego, California. Hal 6.1
- Federal Highway Administration, Rock Slopes: Design, Excavation, Stabilization, U.S department of transportation*, 1989, Virginia, Hal 2.12
- Firmanda, Gilang, 2020, *Pemodelan Dasar Hidrogeologi Dengan SEEP/W, Lereng Nusantara*, Jakarta. Hal 10
- GEO-SLOPE International Ltd. 2012, *Stability Modeling with SLOPE/W, An Engineering Methodology*, Canada. Hal 40-51
- Hoek, Evert. 2006, *Practical Rock Engineering*, North Vancouver, British Columbia Canada. Hal 1-12
- Koesnaryo, S., Dkk, 2010, *Mekanika Batuan*, UPN `Veteran` Yogyakarta, Yogyakarta. Hal 29
- Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral., 2018., *Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral No 1827 k/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik*. Hal 57-58
- Made Astawa Rai, dkk., 2014. *Mekanika Batuan*. Penerbit Institut teknologi Bandung. Hal 6-7, 69-72, 294, 301 dan 146
- Presiden Republik Indonesia, 2004, *Sumber Daya Air, Undang-Undang Republik Indonesia No 7*, Jakarta. Hal 25
- Raden, Haryato., Dkk, 2012, *Mekanika Tanah*, UPN `Veteran` Yogyakarta, Yogyakarta. Hal 1
- Raden, Haryanto., Dkk, 2012, *Geoteknik Geomekanik*, UPN `Veteran` Yogyakarta, Yogyakarta. Hal 52-57
- Smith, M.J. dan Madyayanti. E., 1984, *Mekanika Tanah (Soil Mechanics)* Edisi keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta Pusat. Hal 1.
- Suyono., Priyo Widodo., 2012. *Pengaruh Analisis Pengaruh water pressure terhadap kestabilan lereng jenjang di south wall phase 6 area penambangan bijih tembaga batu hijau*. Pt Newmont, Nusa Tenggara, Kab Sumbawa Barat. Hal 1.
- Tim Geologi PT. Bukit Asam Tbk. 2008. *Laporan Pemetaan Singkapan Batubara di Daerah Bukit asam dan sekitarnya*, laporan internal PTBA Satker Eksplorasi Rinci, Tanjung Enim. Hal 3. Tidak dipublikasikan
- Wyllie, Duncan C. dan Mah, Christopher W. 2005, *Rock Slope Engineering Civil and Mining*, Spon Press, London and New York. Hal 110-111