

PREDIKSI FLUKTUASI MUKA AIR TANAH BERDASARKAN DATA CURAH HUJAN UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG

Misbahuddin Tri Susanto, Venty Rezki Cahyani, Muhammad Akbar Musseng, Aenul Ali Alif Syam dan Alief Silondae

Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin

Email : Misbahumbang@gmail.com, ventyrezki@gmail.com, akbarmusseng21@gmail.com, alifaenul9@gmail.com dan aliefsilondae@gmail.com

Abstrak

PT. Bukit Baiduri Energi merupakan salah satu perusahaan pertambangan di Provinsi Kalimantan Timur yang melakukan aktivitas penambangan lapisan tanah penutup batubara dengan metode *open pit*. Salah satu lereng pada Pit Merandai PT. BBE yaitu lereng *Sidewall Utara* memiliki potensi kelongsoran yang disebabkan oleh *loose material* yang ditempatkan di atas lereng dan juga saat melakukan analisis kestabilan lereng mengasumsikan tidak adanya pengaruh Muka Air Tanah (MAT) terhadap kestabilan lereng. Tujuan dari penelitian ini adalah memprediksi fluktuasi MAT, menganalisis kestabilan lereng menggunakan metode Janbu dan *Morgenstern-Price* berdasarkan hasil prediksi fluktuasi MAT. Hasil prediksi fluktuasi MAT pada bulan Agustus merupakan elevasi terendah yaitu -65 sampai -66 mdpl dan elevasi MAT tertinggi terjadi di bulan Desember yaitu -52 sampai -56 mdpl. Analisis kestabilan lereng bulan Agustus sampai November dan bulan Mei sampai Juli diperoleh nilai FK >1.3 yang berarti kondisi lereng aman dan merupakan standar perusahaan, sedangkan pada bulan Desember sampai bulan April diperoleh nilai FK <1.3 yang dapat disimpulkan bahwa lereng tidak stabil pada bulan tersebut.

Kata kunci: Kestabilan Lereng; Fluktuasi MAT; Faktor Keamanan; Lereng *Sidewall Utara*

Abstract

PT. Bukit Baiduri Energi is one of the mining companies in East Kalimantan Province that conducts coal overburden mining activities using the open pit method. One of the slopes at Pit Merandai PT. BBE, namely the North Sidewall slope has the potential for landslides caused by loose material placed on the slope and also when conducting slope stability analysis assumes that there is no influence of Groundwater Level (MAT) on slope stability. The purpose of this study is to predict MAT fluctuations, analyze slope stability using the Janbu and Morgenstern-Price methods based on the predicted results of MAT fluctuations. The prediction results of MAT fluctuations in August are the lowest elevation, which is -65 to -66 masl and the highest MAT elevation occurs in December, which is -52 to -56 masl. Analysis of slope stability from August to November and May to July obtained FK values >1.3 which means the slope conditions are safe and are company standards, while in December to April, FK values are <1.3 which can be concluded that the slopes are unstable in that month.

Keyword : Slope Stability; MAT fluctuations; Safety Factor; North Sidewall Slope

Pendahuluan

Salah satu pemicu terjadinya peristiwa kelongsoran adalah karena hujan yang lebat sehingga terjadi pembasahan pada tanah (Wardana, 2011) yang mengakibatkan berkurangnya kekuatan geser tanah karena butir-butir tanah menyerap air (Amarullah & Zardi, 2019). Penyerapan air ini seiring dengan waktu sampai terjadi jenuh sehingga tanah menjadi tidak stabil (Handayani et al.,

2014) dan akhirnya terjadi kelongsoran. Perubahan kestabilan lereng akibat pembasahan air hujan seharusnya diperhitungkan sejak awal dengan besar curah hujan tertentu (Prawijaya, 2014), untuk menentukan kondisi lereng yang paling kritis karena banyaknya kasus longsor akibat turunnya hujan (Achmad, 2010), maka diperlukan suatu grafik hubungan antara perubahan tinggi muka air tanah dengan stabilitas lereng (Wardana, 2011).

Salah satu metode yang diterapkan dalam analisis kestabilan lereng menggunakan metode kesetimbangan batas (Metriani et al., 2019) (*limit equilibrium*) dengan pendekatan metoda irisan. Metode ini telah terbukti sangat berguna dan dapat diandalkan dalam praktik rekayasa serta membutuhkan data yang relatif sedikit dibandingkan dengan metode lainnya (Saifudin, 2014), seperti metode elemen hingga (*finite element*), metode beda hingga (*finite difference*) atau metode elemen diskrit (*discrete element*) (Senruni, 2016).

Kestabilan lereng di PT. BBE diestimasi tanpa pengaruh air tanah yang sangat memengaruhi kestabilan (Rusdiana & Lubis, 2012), sehingga meskipun hasil analisis FK terbilang aman tetapi masih terjadi longsor pada lereng aktual yang menyebabkan penambangan terhambat (Arjaya et al., 2013). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Memprediksi fluktuasi muka air tanah berdasarkan data curah hujan (Hafiyyan, 2017)
2. Menganalisis kestabilan lereng dengan menggunakan metode Janbu (Pangemanan et al., 2014) dan *Morgenstern-Price* berdasarkan pengaruh hasil prediksi fluktuasi muka air tanah
3. Membandingkan nilai faktor keamanan lereng antara metode Janbu (Murniati et al., 2020) dan *Morgenstern-Price*.

Penelitian tugas akhir ini dilakukan dengan harapan dapat bermanfaat bagi PT. Bukit Baiduri Energi sebagai bahan kajian tambahan terhadap masalah geoteknik yang dihadapi khususnya masalah prediksi fluktuasi muka air tanah terhadap kestabilan lereng tambang .

Memberikan perbandingan nilai faktor keamanan dengan menggunakan metode Janbu dan *Morgenstern-Price* terhadap kestabilan lereng sehingga dapat meningkatkan keamanan bagi pekerja dan alat yang bekerja di sekitar front penambangan.

Metode Penelitian

Penelitian dimulai dengan observasi lapangan untuk mengetahui kondisi dilapangan serta data apa yang akan dikumpulkan kemudian dilanjutkan dengan mengumpulkan data sekunder dan studi pustaka untuk dilakukan analisis data dan kajian teori yang ada. Data yang telah terkumpul diolah dengan cara matematis. Setelah, itu akan didapat korelasi antara hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan permasalahan yang diteliti.

Data yang diperoleh dari data primer maupun data sekunder kemudian diolah dengan beberapa sebagai berikut:

- a. Mengetahui prediksi fluktuasi muka air tanah berdasarkan data curah hujan menggunakan *software Visual Modflow Flex*
- b. Membuat penampang lereng dengan *software Minescape 4.118*
- c. Menentukan nilai faktor keamanan lereng yang akan dianalisis dengan *software Geostudio 2018 (Slope/W)* berdasarkan hasil prediksi fluktuasi MAT.

Hasil dan Pembahasan

Data material isian lereng *Sidewall* Utara didapatkan melalui data perusahaan. Secara umum material pengisi pada lereng *Sidewall* Utara PT. BBE yang menjadi lokasi penelitian dibedakan berdasarkan lapisan batuan, diketahui material lereng hanya disusun oleh lapisan batuan Sandstone, lapisan batuan *Siltstone* dan lapisan batuan Coal yang dapat dilihat pada Tabel 1.

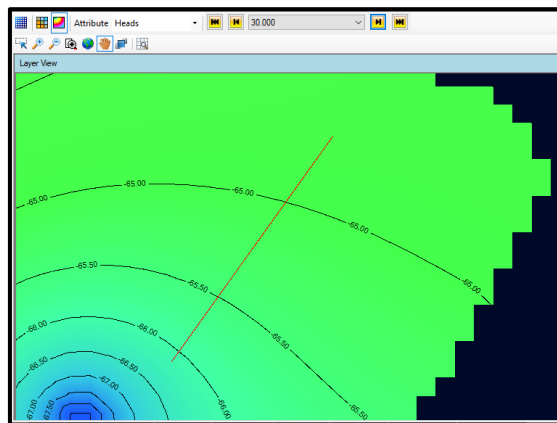
Tabel 1. Material Isian Lereng Sidewall Utara.

Ket.	$\gamma(\text{kN/m}^3)$
<i>Sandstone</i>	17,08
<i>Siltstone</i>	17,33
<i>Coal</i>	13

Berdasarkan hasil sayatan didapatkan geometri lereng lereng *Sidewall* Utara memiliki lebar lereng 483,09 meter, tinggi 129,76 meter, kemiringan *overall slope* 13° dan dengan lokasi penelitian yang memiliki intensitas hujan yang yang berbeda setiap bulannya. Kondisi daerah penelitian memiliki iklim tropis dengan curah hujan cukup besar dan bervariasi setiap tahunnya dan memiliki beberapa perlapisan batuan antara lain batu pasir, batu lanau, batu lempung, batubara dan lain-lain. Penelitian dilakukan pada lereng *Sidewall* Utara Pit Merandai yang merupakan bagian dari *site* PT. Bukit Baiduri Energi.

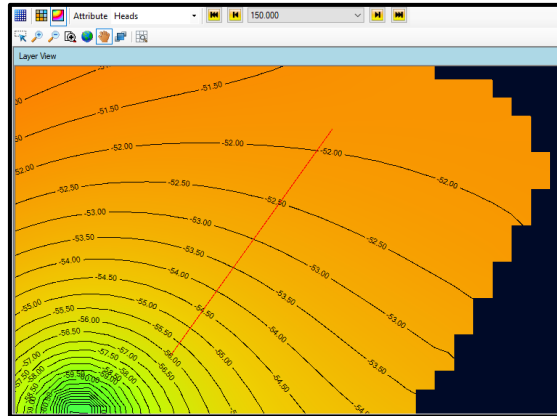
Stratigrafi lokal terdiri dari tiga formasi batuan, yaitu Formasi Balikpapan, Formasi Pulubalang dan Formasi Bebuluh, namun pada lereng lokasi penelitian termasuk dalam Formasi Batuan Sedimen Pulubalang dengan material batupasir kuarsa dengan sisipan batu lempung dan batubara. Lereng *Sidewall* Utara memiliki lapisan batuan batu pasir, batu lanau, batubara dan batu lempung.

Prediksi fluktuasi Muka Air Tanah (MAT) di daerah penelitian dengan menggunakan *software Modflow* menunjukkan perubahan setiap bulannya berdasarkan data curah hujan. hasil elevasi MAT terendah -65 sampai -66 mdpl pada bulan Agustus dan hasil elevasi MAT tertinggi -52 sampai -56 mdpl pada bulan Desember.

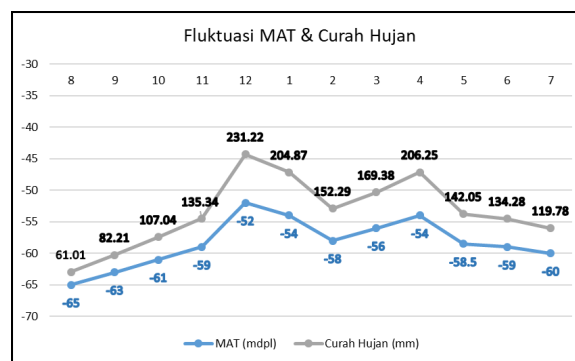


Gambar 1. Elevasi MAT Bulan Agustus (-65 mdpl sampai -66 mdpl).

Prediksi Fluktuasi Muka Air Tanah Berdasarkan Data Curah Hujan Untuk Analisis Kestabilan Lereng

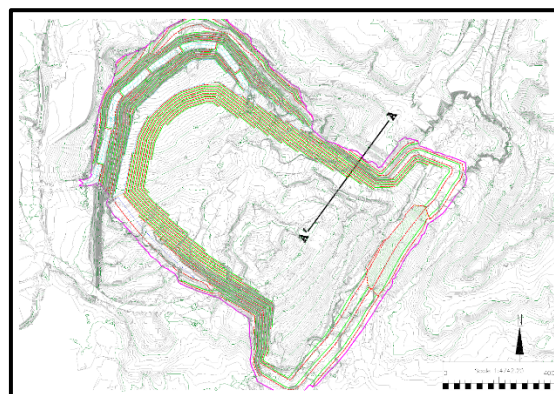


Gambar 2. Elevasi MAT Bulan Desember (-52 mdpl sampai -56 mdpl).

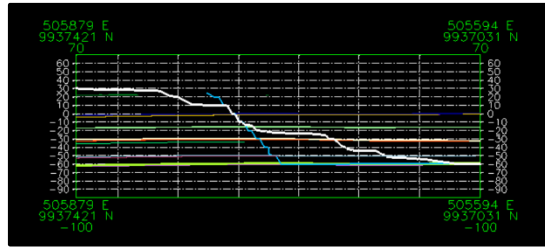


Gambar 3. Grafik Fluktuasi MAT dan Curah Hujan.

Pemodelan penampang dibuat berdasarkan pada topografi aktual dan desain Pit, yang merepresentasikan kondisi Pit Merandai saat ini. Pembuatan penampang ini menggunakan *software minescape 4.118* dengan memasukkan data desain pit yang kemudian penentuan penampang didasarkan pada penilaian daerah kritis dengan membuat *line section* yaitu titik A-A' dengan panjang garis yang sama mengarah dari utara ke selatan.

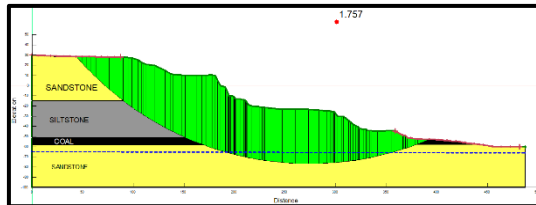


Gambar 4. Penampang Lereng.

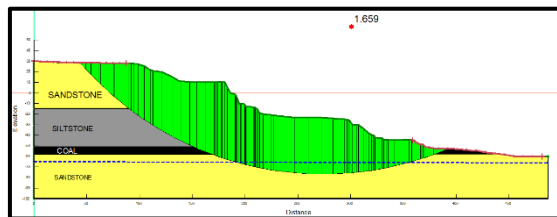


Gambar 5. Geometri Lereng Penampang A-A'.

Hasil analisis kestabilan lereng menggunakan *software* Geostudio 2018 didapatkan hasil untuk elevasi -65 sampai -66 mdpl yang menjadi analisis awal karena memiliki elevasi MAT yang paling terendah, metode *Morgenstern-Price* menunjukkan nilai FK sebesar 1,757, sedangkan metode Janbu menunjukkan nilai FK sebesar 1,659 yang dimana hasil analisis dari dua metode tersebut memenuhi standar FK yang digunakan perusahaan yaitu 1,3. Jadi, dapat disimpulkan bahwa lereng dengan muka air tanah elevasi -65 sampai -66 mdpl dalam kondisi aman.



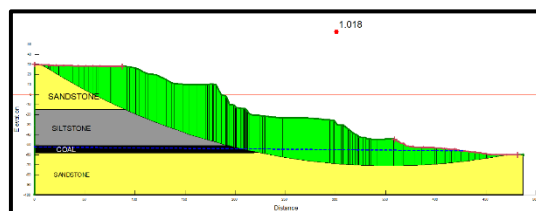
Gambar 6. FK Metode *Morgenstern-Price* pada elevasi -65 sampai -66 mdpl.



Gambar 7. FK metode Janbu pada elevasi -61 mdpl.

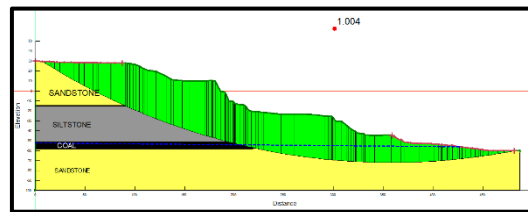
Hasil analisis kestabilan lereng dari Analisis kestabilan lereng pada bulan Desember dengan elevasi muka air tanah -52 sampai -56 mdpl yang merupakan elevasi MAT tertinggi berdasarkan data curah hujan sebanyak 12 bulan, dimana hasil analisis FK pada bulan Desember menunjukkan nilai FK terendah dari bulan yang lainnya.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *software* Geostudio 2018 didapatkan nilai FK dengan metode *Morgenstern-Price* menunjukkan nilai FK 1,018 sedangkan metode Janbu Menunjukkan nilai FK 1,004 yang dimana hasil analisis dari dua metode tersebut tidak memenuhi standar FK yang digunakan perusahaan yaitu 1,3. Jadi, dapat disimpulkan bahwa lereng dengan muka air tanah elevasi -52 sampai -56 mdpl dalam kondisi tidak aman.



Gambar 8. FK Metode *Morgenstern-Price* pada elevasi -52 sampai -56 mdpl.

Prediksi Fluktuasi Muka Air Tanah Berdasarkan Data Curah Hujan Untuk Analisis Kestabilan Lereng



Gambar 9. FK Metode *Morgenstern-Price* pada elevasi -52 sampai -56 mdpl.

Tabel 2. Perbandingan nilai faktor keamanan (FK)

Bulan	lat Mdpl)	orgen	nbu	Selisih
Agustus	-65)-(-66)	757	59	98
September	-63)-(-65)	632	84	48
Oktober	-61)-(-63)	589	15	74
November	-59)-(-61.5)	403	50	53
Desember	-52)-(-56)	018	04	14
Januari	-54)-(-58)	168	43	25
Februari	-58)-(-61)	297	55	42
Maret	-56)-(-60)	227	99	28
April	-54)-(-58)	168	43	25
Mei	-58.5)-(-61)	379	27	52
Juni	-59)-(-62)	432	73	59
Juli	-60)-(-62.5)	513	48	65

Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi fluktuasi muka air tanah dan analisis kestabilan lereng didapatkan kesimpulan yaitu fluktuasi MAT setiap bulannya mengalami perubahan diakibatkan perbedaan nilai curah hujan. Hasil simulasi Visual Modflow Flex menunjukkan bahwa pada bulan Agustus dengan elevasi MAT -65 sampai -66 mdpl merupakan elevasi terendah sedangkan pada bulan Desember merupakan elevasi MAT tertinggi yaitu -52 sampai 56 mdpl. Elevasi muka air tanah sangat mempengaruhi nilai faktor keamanan lereng. Hasil FK pada bulan Agustus yang merupakan elevasi MAT terendah yaitu -65 sampai -66 mdpl menghasilkan nilai FK 1.757 (*Morgenstern-Price*) dan FK 1.659 (*Janbu*) yang berarti kondisi lereng tersebut aman. Sedangkan pada bulan Desember yang merupakan elevasi MAT tertinggi -52 sampai -56 mdpl menghasilkan nilai FK 1.018 (*Morgenstern-Price*) dan 1.008 (*Janbu*) yang berarti kondisi lereng tersebut tidak aman. Nilai faktor keamanan yang dihasilkan dari metode *morgenstern-price* dan *janbu* memiliki selisih rata-rata 0,050 dengan nilai yang dihasilkan metode *Morgenstern-Price* lebih tinggi daripada nilai yang dihasilkan metode *Janbu* karena metode *Morgenstern-Price* memperhitungkan semua syarat kesetimbangan yaitu kesetimbangan gaya dan momen.

Bibliografi

- Achmad, F. (2010). Studi identifikasi penyebab longsor di Botu. *Saintek Ejournal UNG*, 5(1), 84–95.
- Amarullah, I. N., & Zardi, M. (2019). Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Terhadap Stabilisasi Tanah Daerah Rawa. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 5(1), 1–9.
- Arjaya, H. S., Pratiwi, E. B., Hardiyati, S., & Atmanto, I. D. (2013). Perkuatan Lereng Pada Menara Sutt Sta 19+ 255 Jalan Tol Semarang–Solo Seksi Tinalun–Lemah Ireng. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 2(2), 251–263.
- Hafiyyan, Q. (2017). Dinamika aliran air tanah pada lahan rawa pasang surut. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 4(4).
- Handayani, T., Wulandari, S., & Wulan, A. (2014). Pengaruh muka air tanah terhadap kestabilan lereng menggunakan geoslope/w 7.12. *Prosiding KOMMIT*.
- Metriani, R., Anaperta, Y. M., & Saldy, T. G. (2019). Analisis Balik Kestabilan Lereng Dengan Menggunakan Metode Bishop yang disederhanakan Pada Front II Existing Tambang Quarry PT. Semen Padang, Sumatera Barat. *Bina Tambang*, 4(4), 49–58.
- Murniati, R. T., Purwoko, B., & Syafrianto, M. K. (2020). Analisis kestabilan lereng pada tambang quarry di PT. Total Optimal Prakarsa (TOP), Desa Peniraman, Kalimantan Barat. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 7(3).
- Pangemanan, V. G. M., Turangan, A. E., & Sompie, O. B. A. (2014). Analisis kestabilan lereng dengan metode fellenius (studi kasus: kawasan citraland). *Jurnal Sipil Statik*, 2(1).
- Prawijaya, T. I. (2014). Faktor Sosial Budaya Masyarakat Petani Mempengaruhi Tidak Diterapkannya Sistem Terasering (Sengkedan) Dalam Pertanian. *Journal Pendidikan Geografi FIS Unesa Vol*, 2.
- Rusdiana, O., & Lubis, R. S. (2012). Pendugaan korelasi antara karakteristik tanah terhadap cadangan karbon (carbon stock) pada hutan sekunder. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 3(1).
- Saifudin, A. (2014). *Senyawa alam metabolit sekunder teori, konsep, dan teknik pemurnian*. Deepublish.
- Wardana, I. G. N. (2011). Pengaruh perubahan muka air tanah dan terasering Terhadap perubahan kestabilan lereng. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 15(1).