

ANALISIS KESTABILAN LERENG *LOW WALL PIT 7* SELATAN BLOK AM YANG DIPENGARUHI AIRTANAH DI PT. ALAMJAYA BARA PRATAMA, KECAMATAN LOAKULU, KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA, KALIMANTAN TIMUR

(Stability Analysis of South 7 Block AM Lowwall Pit Slope Affected Groundwater in PT. Alamjaya Bara Pratama, Loakulu, Kutai Kartanegara District, East Kalimantan)

Evon Seplika Kadang, Tommy Trides, Shalaho Dina Devy
Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Abstrak

Kestabilan lereng berkaitan dengan kelongsoran yang merupakan proses perpindahan massa tanah secara alami dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Kestabilan lereng dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jarak muka airtanah, sudut kemiringan lereng, nilai kuat geser tanah dan jenis batuan lapisan penyusunnya yang memiliki nilai kohesi dan sudut geser dalam yang berbeda. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh muka airtanah terhadap kestabilan lereng lowwall, sehingga dapat mengetahui stabil atau tidaknya suatu lereng yang ditampilkan dalam bentuk nilai faktor keamanan. Tahapan dari proses analisis kestabilan lereng ini dilakukan dengan menggunakan metode Morgen and Price yang dalam prosesnya analisisnya menggunakan software Slide 6.0. Parameter yang di gunakan yaitu sudut geser dalam, kohesi dan berat jenis tanah. Berdasarkan hasil analisis dengan metode tersebut diperoleh nilai faktor keamanan yang termasuk kedalam lereng tidak aman yaitu dengan faktor keamanan 0.789 dan tergolong lereng aman saat dilakukannya dewatering dengan faktor keamanan 1.312. Penurunan muka airtanah dapat mempengaruhi kestabilan suatu lereng, semakin dalam jarak muka airtanah terhadap permukaan, maka semakin besar nilai faktor keamanannya dan semakin dekat jarak muka airtanah terhadap permukaan lereng, maka semakin kecil nilai faktor keamanannya. Dalam analisis ini juga di ketahui jenis akuifer tertekan, berdasarkan data log bor eksplorasi yang di interprestasikan dalam bentuk penampang dan hidrostaturafi.

Kata Kunci : Kestabilan lereng, muka airtanah, faktor keamanan, akuifer tertekan

Abstract

The stability of the slope is related to landslide which is the process of moving the soil mass naturally from a high place to a lower place. Slope stability is influenced by several factors, namely groundwater visibility, slope angle, value of soil shear strength and type of constituent layers which have different cohesion and shear angle values. The purpose of this study was to determine the effect of groundwater level on lowwall slope stability, so that it can determine whether or not a slope is stable in the form of safety factor values. The stages of the slope stability analysis process were carried out using the Morgen and Price method which in the analysis process used Slide 6.0 software. The parameters used are inner shear angle, cohesion and soil specific gravity. Based on the results of the analysis with this method, it is obtained the value of the safety factor included in the unsafe slope with safety factors 0.823 and classified as safe slopes when dewatering with safety factors 1.303. A decrease in groundwater can affect the stability of a slope, the deeper the groundwater level to the surface, the greater the value of the safety factor and the closer the groundwater level to the slope surface, the smaller the value of the safety factor. In this analysis also known types of distressed aquifers, based on exploration drill log data that are interpreted in the form of cross section and hydrostatografi

Keywords: Slope stability, groundwater level, safety factors, confined aquifer

PENDAHULUAN

Tambang terbuka adalah metode penambangan yang seluruh kegiatan atau aktivitas penambangannya dilakukan di atas, atau relatif dekat dengan permukaan bumi, dan tempat kerjanya berhubungan langsung dengan udara luar. Aktivitas penambangan terbuka

batubara telah banyak dilakukan di wilayah Kalimantan, khususnya Kalimantan Timur. Kegiatan penambangan batubara ini memiliki peranan besar dalam peningkatan ekonomi dan teknologi bagi Indonesia.

Kajian geoteknik dalam hal kestabilan lereng tambang merupakan aspek yang sangat

penting dalam menunjang aktivitas penambangan batubara. Faktor kestabilan lereng menjadi faktor yang harus diperhatikan dengan serius. Karena desain yang tepat akan berdampak besar pada keekonomian tambang.

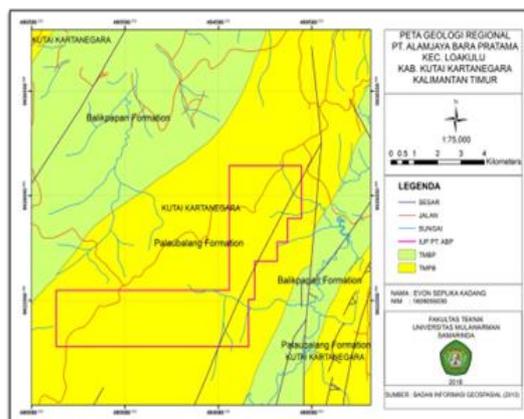
Hubungan antara keberadaan, penyebaran dan aliran airtanah dengan perspektif kegeologian disebut dengan Hidrogeologi. Airtanah didefinisikan sebagai sejumlah air di bawah permukaan bumi yang dapat dikumpulkan dengan sumur-sumur, terowongan, sistem drainase atau dengan pemompaan. Airtanah dapat juga disebut sebagai aliran yang secara alami mengalir ke permukaan tanah melalui pancaran atau rembesan.

Kondisi airtanah merupakan salah satu parameter terpenting dalam analisis kestabilan lereng, karena seringkali terjadi longsoran yang diakibatkan oleh kenaikan tegangan air pori yang berlebihan.

Pergerakan tanah ini terjadi karena perubahan keseimbangan daya dukung tanah dan akan berhenti setelah mencapai keseimbangan baru. Longsoran umumnya terjadi jika tanah sudah tidak mampu menahan berat lapisan tanah di atasnya karena ada penambahan beban pada permukaan lereng dan berkurangnya daya ikat antara butiran tanah relief.

Stratigrafi Regional

Cekungan Kutai terbagi menjadi 3 (tiga) zona fisiografi, yakni : zona fisiografi delta mahakam purba di bagian timur. Zona fisiografi punggungan bergelombang (antiklinorium samarinda) di bagian tengah zona daratan berawa di bagian barat. Satuan litostratigrafi daerah penelitian terbagi menjadi 6 (enam) formasi dengan urutan dari yang tua ke muda (Supriatna S, dkk, 1995).



Gambar 1. Peta Geologi Regional

Formasi Pulaubalang (Tmpb)

Perselingan antara *greywacke* dan batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung,

batugamping, tufa dasit dan batubara. Umur Formasi ini adalah Miosen Tengah, dengan lingkungan pengendapan laut dangkal. Ketebalan formasi sekitar 2750 m.

Sifat Fisik dan Mekanik Batuan

Batuan mempunyai sifat-sifat tertentu yang perlu diketahui dalam mekanika batuan dan dapat di kelompokkan menjadi dua, yaitu: sifat fisik batuan seperti bobot isi, berat jenis, porositas, absorpsi dan *void ratio* dan sifat mekanik batuan seperti kuat tekan, kuat tarik, *modulus* elastisitas dan nisbah *Poisson*. Kedua sifat tersebut dapat ditentukan baik di laboratorium maupun lapangan (*in-situ*) (Das, dkk, 1988).

Kriteria Keruntuhan Mohr-Coulomb

Beberapa tanah memiliki kekuatan gesekan dan kohesi, jadi kita perlu menggabungkan kedua sumber ini menjadi satu rumus utama. Hampir semua analisis geoteknik melakukan ini dengan menggunakan kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb. (Hardiyatmo, 2012).

Menurut teori Terzaghi (1976) yang dikutip dalam buku Hardiyatmo (2012), tahanan efektif yang terjadi di dalam tanah sangat di pengaruhi oleh tekanan pori. Terzaghi mengubah persamaan Coulomb dalam bentuk tahanan efektif sebagai berikut :

$$\tau = c' + \sigma' \text{tg } \phi'$$

Di mana :

c' = kohesi tanah efektif (kN/m²)

σ' = tegangan normal efektif (kN/m²)

u = tekanan air pori (kN/m²)

ϕ' = sudut gesek dalam tanah efektif (derajat)

Airtanah

Airtanah didefinisikan sebagai air di bawah muka airtanah dan berada pada zona jenuh air. Airtanah merupakan air yang masuk secara bebas ke dalam sumur, baik dalam keadaan bebas (*unconfined*) maupun tertekan (*confined*). Bagian bawah dari zona airtanah hampir tidak mungkin digambarkan. Air pada bukaan ini tidak bisa mengalir ke sumur karena masing-masing pori tidak saling berhubungan (Kodoatie, 2012)

Media Airtanah

Air hujan yang jatuh ke tanah akan terserap oleh tanah, yang kemudian akan mengisi sistem akuifer menjadi airtanah. Proses pengisian airtanah memerlukan media yang terbagi menjadi dua media, yaitu media pori yang merupakan media primer dan media sekunder yang sering disebut dengan media rekahan (Kodoatie dan Sjarief, 2010).

Sistem Akuifer

Sebagai lapisan kulit bumi, maka akuifer membentang sangat luas, menjadi semacam reservoir bawah tanah. Pengisian akuifer ini dilakukan oleh resapan air hujan ke dalam tanah. Kodoatie dan Sjarief (2010) dalam buku Tata Ruang Air menjelaskan bahwa berdasarkan perlakuannya terhadap airtanah, maka lapisan - lapisan batuan dapat dibedakan menjadi:

- a) *Aquifer* (Akuifer)
- b) *Aquiclude*
- c) *Aquifuge*
- d) *Aquitard*

Akuifer Bebas (*unconfined aquifer*)

Akuifer bebas merupakan akuifer jenuh air (*saturated*). Lapisan pembatasnya yang merupakan *aquiclude*, hanya pada bagian bawahnya dan tidak ada pembatas di atas berupa muka airtanah. Dengan kata lain, akuifer yang mempunyai muka airtanah. (Kodotie, 1996).

Akuifer Tertekan (*Confined Aquifer*)

Akuifer yang batas lapisan atas dan lapisan bawah adalah formasi tidak tembus air, muka air akan muncul di atas formasi tertekan bawah. Akuifer ini bisa ada atau tidak pada permukaan bawah (Puradimaja, 2015)

Semi confined (leaky) aquifer

Semi confined aquifer merupakan akuifer jenuh yang dibatasi oleh lapisan atas berupa *aquitard* dan lapisan bawahnya merupakan *aquiclude*. Pada lapisan pembatas, di bagian atasnya Karena bersifat *aquitard* masih ada air yang mengalir ke akuifer tersebut walaupun konduktivitas hidrauliknya jauh lebih kecil dibandingkan konduktivitas hidraulik akuifer.

Analisis Kestabilan Lereng

Kemantapan lereng tergantung pada gaya-gaya penggerak dan gaya penahan yang ada pada lereng tersebut. Gaya-gaya penggerak, berupa gaya berat, gaya tiris atau muatan sedangkan gaya-gaya penahan berupa gaya gesekan atau geseran, kohesi dan kuat geser. Apabila gaya penggerak lebih besar di bandingkan dengan gaya penahan maka akan menyebabkan terjadinya kelongsoran. Tetapi bila gaya penahan ini lebih besar dari gaya penggerak, maka lereng tersebut tidak akan mengalami kelongsoran atau lereng dalam keadaan stabil (zakaria, dkk, 2014).

$$FK = \frac{\text{Gaya Penahan}}{\text{Gaya Penggerak}}$$

Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng

Banyak faktor yang dapat menjadi penyebab dari longsoran seperti kondisi geologi, hidrologi, topografi dan perubahan cuaca dapat mempengaruhi stabilitas lereng. Berikut ini faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kestabilan lereng antara lain (Bowles, 1989) :

1. Penyebaran batuan
2. Iklim
3. Geometri lereng
4. Pengaruh airtanah
5. Sifat fisik dan mekanik tanah

Macam-macam Longsoran

Menurut Subekti (2017), Keruntuahn pada lereng batuan dapat terjadi melalui mekanisme longsor (*slide*), dan robohan (*topple*), yang seringkali diikuti dengan jatuhnya (*fall*). Longsoran batuan adalah suatu proses dimana masa batuan pada lereng menggelincir melalui bidang gelincir. Berdasarkan bidang gelincirnya, longsoran batuan dapat meliputi :

1. Longsoran Tranlasi (*Plane Failure*)
2. Longsoran Baji (*Wedge Failure*)
3. Longsoran Rotasi (*Circular Failure*)
4. Robohan Batuan (*Rock Topple*)

Metode Kestimbangan Batas

Dalam perhitungan analisis kestabilan lereng dengan metode ini hanya digunakan kondisi kesetimbangan static saja serta mengabaikan adanya hubungan regangan-tegangan yang ada dalam lereng. Asumsi lainnya yaitu geometri dari bentuk bidang runtuh harus diketahui atau ditentukan terlebih dahulu. Kondisi kestabilan lereng dalam metode kesetimbangan batas dinyatakan dalam bentuk indek faktor keamanan (Arif, 2016).

Metode Morgenstern-Price

Menurut Morgenstern & Price (1965), metode Morgenstern-Price dikembangkan terlebih dahulu daripada metode kesetimbangan batas umum. Metode ini digunakan untuk semua bentuk bidang runtuh dan telah memenuhi semua kondisi kesetimbangan. Metode Morgenstern-Price menggunakan asumsi yang sama dengan metode kesetimbangan batas umum yaitu terdapat hubungan anatara gaya geser antar irisan dan gaya normal antar irisan yang dapat dinyatakan dengan persamaannya sebagai berikut:

$$X = \lambda f(x) E$$

Dalam metode Morgenstern & Price, perhitungan faktor keamanan dilakukan dengan menggunakan kondisi kesetimbangan gaya dan momen dari setiap irisan.

Pengaruh Airtanah Terhadap Stabilitas Lereng

Menurut Hardiyatmo (2012), air tanah di dalam lereng memberikan kontribusi ketidakstabilan lereng. Kenaikan kadar air tanah akan menurunkan sifat fisik dan mekanik tanah dan meningkatkan tekanan pori (miu), yang berarti memperkecil ketahanan geser massa lereng. Perubahan terhadap muka air tanah akan secara tidak langsung mempengaruhi sifat fisik/batuan di sekitar daerah genangan yang diperkirakan akan merubah kestabilan lereng pada daerah sekitar genangan. Pengaruh dari perubahan kandungan air dapat mempercepat terjadinya gerakan tanah.

METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penulisan yaitu dengan pendekatan masalah yang berupa pengambilan bahan, baik berupa dasar teori maupun data-data objek yang diamati. Adapun tahapan dalam pengerjaan sebagai berikut:

Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan peneliti membagi tahapan sebelum dilaksanakannya penelitian yaitu :

Studi pendahuluan

Merupakan proses awal sebelum berlangsungnya penelitian dimana dalam tahap ini peneliti menyusun proposal penelitian, mencari referensi bahan berupa buku, jurnal dan referensi penelitian yang terdahulu.

Identifikasi Masalah

Dalam tahap ini dilakukan identifikasi terhadap masalah-masalah yang terjadi. Pada saat tahap ini dilakukan, peneliti juga melakukan studi literatur untuk mendapatkan tinjauan pustaka yang sesuai dengan permasalahan yang terjadi sehingga dapat menunjang dalam penyelesaian penelitian yang dilakukan.

Batasan Masalah

Setelah tahap identifikasi masalah dilakukan maka tahap selanjutnya adalah membuat batasan masalah. Tahap ini dilakukan dengan tujuan agar permasalahan yang akan diteliti tidak menyimpang terlalu jauh dari masalah utama yang akan diteliti.

Tujuan Penelitian

Pada tahap ini, peneliti menentukan apa saja tujuan yang ingin dicapai, dari penelitian yang akan dilakukan. Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan aliran airtanah daerah telitian
2. Menentukan serbaran muka airtanah (MAT) di lokasi penambangan.
3. Menentukan pengaruh muka airtanah (MAT) terhadap faktor keamanan (FK) lereng *lowwall*

Tahap Penelitian

Pada tahap pengumpulan data ini, peneliti mengidentifikasi data yang dibutuhkan menjadi dua jenis data, yaitu:

Data Primer

Data ini merupakan data yang peneliti peroleh dari observasi langsung ke lapangan pada saat penelitian, atau data yang dihasilkan dari suatu observasi. Data primer yang digunakan pada penelitian ini yaitu, pengukuran kedalaman muka airtanah dilakukan secara manual menggunakan alat GPS, meteran (50 meter) dan botol) yang telah di beri pemberat dengan cara memasukan botol tersebut kedalam lubang hasil pemboran. Ketikan ujung botol menyentuh muka airtanah pada kedalaman tertentu maka meteran akan terasa kencang dan di lakukan selama 3 kali untuk memastikan kedalaman muka airtanah tersebut.

Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diambil secara tidak langsung, data sekunder berfungsi sebagai pelengkap dan penunjang di dalam penelitian atau data yang sudah didokumentasikan oleh orang lain. Adapun data sekunder yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- a) Geometri Lereng
- b) Data pemboran eksplorasi
- c) Data sifat fisik dan mekanik batuan
- d) Peta Topografi

Studi literatur

Studi literatur didapat dari buku referensi, peraturan pemerintah dan kepmen, dan buku dengan standar nasional indonesia. Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan bahan acuan yang akan digunakan dalam pengolahan data.

Tahap Analisis dan Pengolahan Data

Pada tahap ini, data-data yang telah diperoleh oleh peneliti diolah dengan beberapa langkah seperti menentukan aliran akuifer, penyebaran muka airtanah dan faktor kamanan yang di pengaruhi muka airtanah.

Tahap Pembahasan

Setelah dilakukan pengolahan data, tahap selanjutnya adalah menganalisa atau kelayakan dengan parameter yang akan digunakan.

Tahap Penutup

Setelah dilakukan analisa data maka tahapan selanjutnya adalah melakukan pembahasan. Sehingga dari hasil analisis perhitungan keelayakan investasi tersebut dapat ditarik kesimpulan mengenai apa yang telah didapat pada penelitian ini, serta memberikan saran-saran pada pihak perusahaan mengenai apa yang sebaiknya mereka lakukan demi menjaga keuntungan yang dimiliki.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Geologi

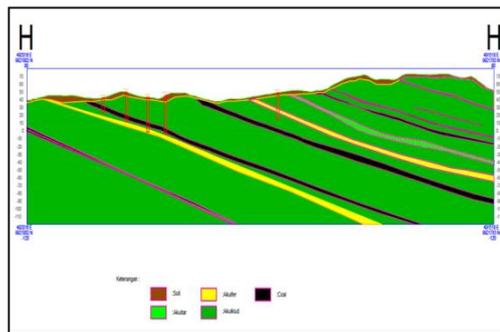
Penelitian dilakukan di lereng *lowwall* pit 7 selatan Blok AM, PT. Alamjaya Bara Pratama. Daerah penelitian beriklim tropis yang di pengaruhi oleh 2 musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Informasi mengenai penyebaran-penyebaran batuan penyusun lereng dapat di ketahui melauai peta regional. Berdasarkan lokasi konsesi PT.Alamjaya Bara Pratama terletak pada wilayah formasi Pulaubalang.

Kondisi Litologi

Berdasarkan pemboran di ketahui lapisan batuan penyusun di pit 7 selatan antara lain, batulempung, batupasir, batulanau dan batubara serta memiliki dip yang bervariasi dari 15° s/d 25° hal ini sesuai dengan kondisi pengamatan di lapangan dan korelasi data log bor. Pemboran di lakukan dengan metode *touch core*, dimana pemboran *Open Hole* pada batuan *Non Coal* dan *Coring* pada batubara, dilakukan hingga ke dalaman maksimal 80 meter.

Karakteristik Akuifer

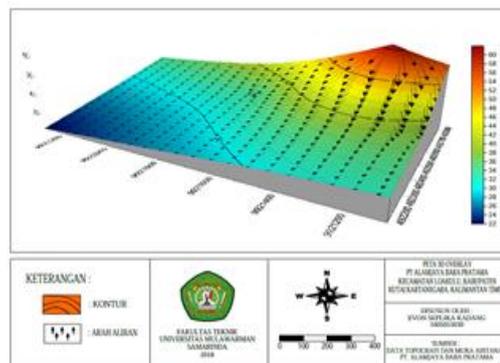
Pada penelitian ini, hasil analisis jenis akuifer berdasarkan data log bor eksplorasi di pit 7 selatan yang di tampilkan dalam 1 penampang sayatan serta tabel hidrolitologi yang kemudian di dapatkan jenis karakteristik akuifer tertekan (*confined aquifer*). Interpretasi data log bor yang menunjukkan jenis akuifer tertekan (*confined aquifer*) dimana terdapat lapisan akuifer berupa batupasir (berwarna kuning) yang di batasi oleh lapisan akuiklud (berwarna hijau gelap) berupa batuan lempung pada bagian atas dan bawah.



Gambar 2. Peta Sayatan Penampang

Penyebaran Muka Airtanah

Secara alami, aliran airtanah akan memotong tegak lurus (90°) kontur airtanah pada kondisi akuifer yang homogen dan isotropis karena pengaruh potensial gravitasi dan mempunyai arah aliran dari muka airtanah (*hydraulic head*) tinggi menuju muka air tanah yang lebih rendah. Hasil interpretasi, menunjukkan bahwa penyebaran muka airtanah di pit 7 selatan memiliki kedalaman berbeda. Arah pola aliran pada peta kontur muka airtanah mengarah dari tenggara ke arah barat laut.



Gambar 3. Peta 3D Overlay

Analisis Kestabilan Lereng Sifat Fisik dan Mekanik Batuan

Sifat fisik dan mekanik batuan di peroleh dari hasil pengujian laboratorium yaitu dengan pengujian kuat geser langsung (*direct shear test*) yang di lakukan oleh PT. Alamjaya Bara Pratama melalui Konsultan Tim Geoteknik Cv. Sarana Jaya Mineral. Sifat fisik yang digunakan untuk analisis kestabilan lereng yaitu bobot isi, sedangkan untuk sifat mekanik yaitu meliputi kohesi (c) dan sudut geser dalam (φ).

Tabel 1. Sifat Fisik dan Mekanik Batuan

No	Lithology	Bobot isi	Kohesi (MPa)	Sudut Geser dalam (°)
		(kN/m ³)	(kN/m ²)	
1	Mudstone	23	36	15,13
2	Coal	12	25	28,15
3	Siltstone	25	75	8,49
4	Sandstone	21	24	9,72

Geometri Lereng

Geometri lereng meliputi tinggi lereng dan sudut kemiringan lereng. Apabila terlalu tinggi maka akan mengakibatkan lereng tersebut menjadi tidak stabil dan cenderung mengalami longsor di bandingkan lereng tidak terlalu tinggi dengan susunan batuan yang sama, begitu pula sudut kemiringan lereng yang terlalu besar akan mengakibatkan lereng tersebut tidak stabil. Dalam penelitian kali ini lereng *lowwall* dengan tinggi 157 meter dan slope aktual 13°.

Muka Airtanah

Kehadiran airtanah dalam badan lereng yang selalu berfluktuasi (naik-turun) mengakibatkan kestabilan lereng yang dapat berubah setiap saat. Kandungan air akan mempengaruhi gaya yang bekerja pada lereng, dimana air akan menimbulkan tekanan air pori. Adanya tekanan pori dapat memperkecil tahanan normal dan memperbesar tahanan geser yang dapat menyebabkan kelongsoran. Dengan demikian kuat geser batuan akan menjadi semakin kecil sehingga kemandapan lereng berkurang. Kondisi muka airtanah pada daerah penelitian bulan September 2018 di pengaruhi Iklim tropis dengan kondisi saat itu adalah musim kemarau. Pada waktu pengambilan data muka airtanah di beberapa titik, terlihat dalamnya pengukuran muka airtanah. Dengan demikian muka airtanah lereng penelitian menggunakan data aktual atau muka airtanah alami.

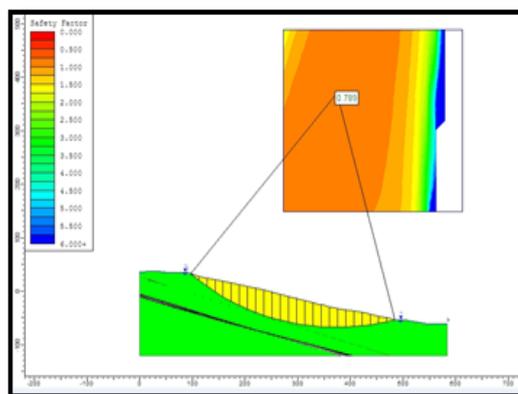
Faktor Keamanan Lereng

Analisis kestabilan lereng *lowwall* pada pit 7 selatan Blok AM mengikuti arah perlapisan batubara (dip) sehingga potensi longsor dapat terjadi lebih besar pada lereng tersebut. Berdasarkan dari data di PT. Alamjaya Bara Pratama, dimana dalam pengambilan batubara pada bulan september mencapai kedalaman - 110 meter. Dalam perhitungan kestabilan lereng di kenal isitilh faktor keamanan (*safety factor*) yang merupakan perbandingan antara gaya penahan dan gaya penggerak. Berdasarkan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018, apabila faktor keamanan lereng > 1,3 maka lereng tersebut di anggap

stabil dan sebaliknya apabila faktor keamanan < 1,3 maka lereng tersebut di nyatakan tidak aman.

Lereng Dengan Kondisi Muka Airtanah Jenuh

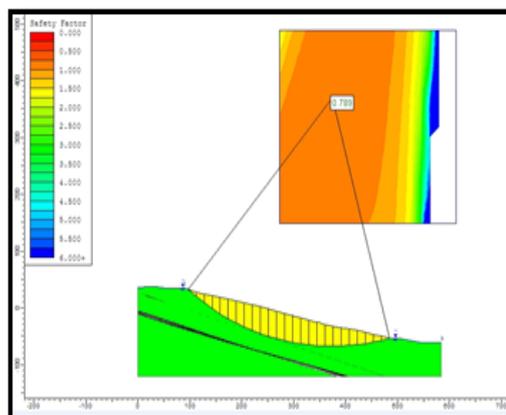
Berdasarkan hasil analisis lereng *lowwall* telitian yang berada pada pit 7 selatan blok AM dengan ketinggian lereng 157 meter, slope aktual 13°, dan muka airtanah di elevasi 37 mdpl menghasilkan faktor keamanan sebesar 0.789. Dengan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 menyatakan lereng tersebut dalam keadaan tidak aman dan berpotensi menimbulkan longsor.



Gambar 4. Model Lereng Dalam Kondisi Jenuh (37 mdpl)

Lereng Dengan Kondisi Muka Airtanah Alami

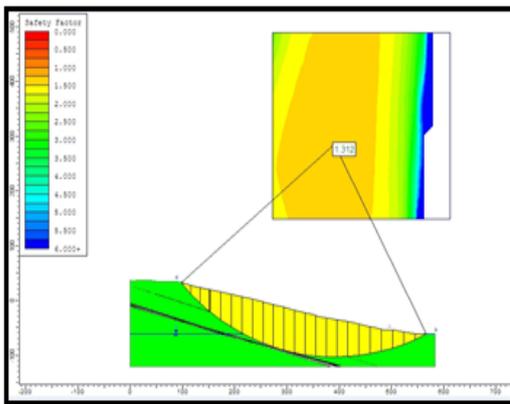
Pada muka airtanah di elevasi 35 mdpl menghasilkan faktor keamanan sebesar 0.789. Perbedaan muka airtanah jenuh dan alami yang tidak signifikan mengakibatkan hasil faktor keamanan tidak berubah dan lereng tersebut masih dalam keadaan tidak aman dan berpotensi menimbulkan longsor.



Gambar 5. Model Lereng Dalam Kondisi Jenuh (35 mdpl)

Lereng Dengan Kondisi Penurunan Muka Airtanah (Dewatering)

Berdasarkan hasil simulasi penurunan muka airtanah dapat dikatakan bahwa lereng *lowwall* dengan tinggi lereng *pit* 157 meter dan slope 13° dikategorikan aman pada kedalaman muka airtanah -60 mdpl dengan faktor keamanan sebesar 1.312. Hasil tersebut terlihat dari proses penurunan muka air tanah yang di lakukan secara bertahap hingga mendapatkan fk yang aman



Gambar 6. Dewatering elevasi -60 mdpl

Tabel 2. Faktor Keamanan Lereng *lowwall*

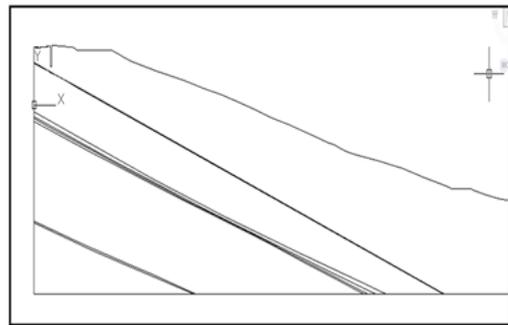
No	Kondisi	Muka Airtanah (mdpl)	Faktor Keamanan	Keterangan
1	Jenuh	37	0.789	Tidak Aman
2	Alami	35	0.789	Tidak Aman
3	Dewatering	30	0.792	Tidak Aman
4		25	0.795	Tidak Aman
5		20	0.805	Tidak Aman
6		15	0.815	Tidak Aman
7		10	0.829	Tidak Aman
8		5	0.847	Tidak Aman
9		0	0.868	Tidak Aman
10		-5	0.889	Tidak Aman
11		-10	0.917	Tidak Aman
12		-15	0.963	Tidak Aman
13		-20	0.990	Tidak Aman
14		-25	1.019	Kritis
15		-30	1.052	Kritis
16		-35	1.096	Kritis
17		-40	1.138	Kritis
18		-45	1.182	Kritis
19		-50	1.223	Kritis
20		-55	1.269	Kritis
21		-60	1.312	Aman

Rekomendasi

Dalam mengendalikan air permukaan dan muka airtanah bertujuan untuk mengurangi berat (massa) batuan yang bergerak sehingga dapat meningkatkan stabilitas lereng. Pengendalian air dilakukan dengan membuat saluran (*channel*). Saluran sebaiknya di buat pada bagian luar dan mengelilingi lereng sehingga dapat mencegah aliran limpasan yang datang dari lokasi yang lebih tinggi.

Saluran Vertikal (Vertical Drainage)

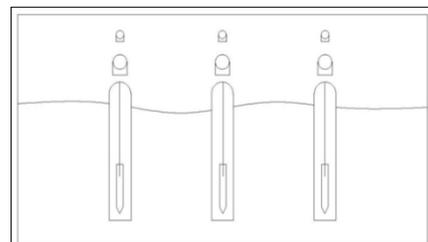
Metode Ini digunakan untuk menanggulangi longoran yang bidang longoran relatif dalam. Cara efektif digunakan pada daerah longoran yang material penyusunya bersifat menyimpan air. Akan tetapi saluran vertikal ini di nilai cukup mahal karena harus dilakukan pemompaan secara terus-menerus. Pada sumur akan di pasang indikator muka airtanah sehingga dapat di ketahui kapan pemompaan mulai dilakukan. Ilustrasi drainase dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Saluran Vertikal (Vertical Drainage)

Piezometer

Piezometer mirip dengan sumur observasi, tetapi ukurannya lebih kecil dan cenderung digunakan untuk memantau air di level-level tertentu yang selanjutnya di gunakan sebagai sumur pengamatan. Piezometer ini di gunakan untuk mengukur ketinggian muka airtanah dan juga dapat di kembangkan untuk mengukur tekanan air pori bila di lengkapi dengan instrumen tertentu. Piezometer merupakan lubang vertikal yang umumnya bediameter 5 cm. Lubang tersebut dibuat dengan pengeboran openhole/cutting dengan ujung atas terbuka. Lubang ini di lapiasi dengan pipa agar air dari samping tidak memenuhi lubang.



Gambar 8. Piezometer

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan yang telah di lakukan, maka di dapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Jenis akuifer pada daerah penelitian merupakan jenis akuifer tertekan (*confined aquifer*) dimana terdapat lapisan akuifer berupa batupasir (berwarna kuning) yang di batasi oleh lapisan akuiklud (berwarna hijau gelap) berupa batuan lempung pada bagian atas dan bawah.
2. Penyebaran muka airtanah terlihat dari hasil konturing di 4 (empat) titik. Arah pola aliran pada peta kontur muka airtanah mengarah dari tenggara ke arah barat laut.
3. Dalam analisis faktor keamanan yang di pengaruhi airtanah menghasilkan 3 kondisi yaitu, Faktor keamanan 0.789 dengan kondisi airtanah jenuh di elevasi 37 mdpl, Faktor keamanan 0.789 pada kondisi airtanah alami (aktual) di elevasi 35 mdpl dan Faktor keamanan sebesar 1.312 pada kondisi *dewatering* di elevasi -60 mdpl

Saran

1. Diharapkan pada kegiatan dalam menentukan muka airtanah menggunakan metode dan alat yang sesuai seperti *Automatic Water Level* (AWL) dan *Piezometer*.
2. sebaiknya dilakukan analisis lebih lanjut terhadap kestabilan lereng dengan versi berbeda, dengan data tanah/batuan yang lebih lengkap dan dipadukan dengan program lain agar dapat diperoleh solusi yang lebih baik lagi dalam menangani masalah kestabilan lereng *lowwall*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2018), 1827 K/30/MEM/2018 *tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang baik*. Kementerian energi dan Sumber daya Mineral
- Arif I., 2016. *Geoteknik Tambang*. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Bowless J. E, "Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (*Mekanika Tanah*)", Edisi Kedua, Erlangga: Jakarta, 1989
- Das M. Braja., Endah N., dan Mochtar I., B., 1988. *Mekanika Tanah Jilid 1*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Handayani T., Wulandari S., & Wulan A., 2014. *Pengaruh Muka Airtanah terhadap Kestabilan Lereng Menggunakan Geoslope/w 7.12*. Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2014), Vol 8. ISSN : 2302-3740. Oktober 2014
- Hardiyatmo, Hary Chhristady. 2012. *Mekanika Tanah I*. Edisi keenam. Gadjra Mada University Press. Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert J. 1996. *Pengantar Hidrogeologi*. Penerbit ANDI: Yogyakarta
- _____, 2012. *Tata Ruang Airtanah*. Penerbit ANDI : Yogyakarta.
- _____, dan Rustam. 2010. *Tata Ruag Air*. Penerbit ANDI : Yogyakarta.
- Liu, D., H. and Bela G.L. 1999. *Groundwater and Surfacewater Pollution*. CRC Press LLC. New York
- Look, Burt G. 2007. *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables*. Taylor & Francis Group. London
- Made Astawa Raid dan Suseno Kramadibrata. 2001. *Mekanika Batuan*. Intitute Teknologi Bandung. Bandung
- Puradimaja, Deny J dan Irawan, Erwin D. 2015. *Hidrogeologi Umum*. Penerbit Ombak : Yogyakarta
- Saptono S., Siri H., T., dan Setyowati I., 2014. *Perencanaan Tambang 2*. Penerbit Cv Awan Poetih. Yogyakarta
- Subekti Imam. 2017. *Geologi Teknik*. Penerbit Teknosain : Yogyakarta
- Supriatna, S., Sukardi., dan Rustandi. 1995. *Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengebangan Geologi.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset Yogyakarta : Yogyakarta
- N. R. Morgenstren dan V. E. Price. 1965. *The Analysis of the Stability of General Slip Surface*. The Institution of Civil Engineers. London
- Zakaria Z., Sohpian I., R., dan Nurhidayat T., 2014. *Pengaruh Tinggi Muka Air Tanah Terhadap Faktor Kestabilan Lereng Tambang*. Seminar Nasional Ke – III. ISSN 1579-8125.