

Pengaruh Struktur Kekar Terhadap Kestabilan Lereng Di PT. Energi Batubara Lestari Kalimantan Selatan

(The Influence of Structural Structures on Slope Stability at PT. Energi Batubara Lestari, South Kalimantan)

Yudho Dwi Galih C¹, Arrina Khanifa¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Abstract

PT. Energi Batubara Lestari (EBL) merupakan tambang batubara yang menggunakan sistem tambang terbuka, sehingga membutuhkan keamanan lereng untuk terciptanya lingkungan penambangan yang aman dan kondusif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemantapan lereng, dalam penelitian ini digunakan metode kesetimbangan batas. Keadaan geologi yang terdapat pada PT. EBL terdapat kekar, litologi pasir, pasir lepas, lempung dan batubara, kekar mempengaruhi kestabilan lereng karena semakin banyak celah, air yang masuk akan semakin mudah mempengaruhi batuan yang lapuk sehingga mengalami kelongsoran. Kajian kemantapan lereng pada sisi highwall sisi A-A' mendapatkan nilai FK 1.851, sisi highwall sisi B-B' didapatkan FK 1.676 dan sisi highwall sisi C-C' didapatkan FK 1.54 menandakan bahwa lereng highwall dalam kondisi aman. Dan pada sisi lowwall sisi A-A' didapatkan nilai FK 1.198 , pada sisi lowwall sisi B-B' didapatkan nilai FK 0.94, dan sisi lowwall sisi C-C' didapatkan nilai FK 1.27, menandakan bahwa pada lereng lowwall dalam kondisi kritis. Untuk membuat suatu lereng yang stabil atau aman dilakukan desain geometri lereng pada daerah lowwall dengan merubah tinggi dan overall slope sehingga didapatkan hasil FK antara lain : sisi desain A-A' lereng lowwall 1.478, sisi desain B-B' lereng lowwall 1.447 sedangkan sisi desain C-C' lereng lowwall 1.497.

Keywords: Slope Stability, Boundary Equilibrium, Safety Factors

1. Pendahuluan

Aktivitas penambangan dengan sistem tambang terbuka, akan selalu dihadapkan pada masalah geoteknik, masalah geoteknik ini berpengaruh terhadap kestabilan lereng pada sistem tambang terbuka. Pada PT. Energi Batubara Lestari (PT EBL) yang menggunakan sistem tambang terbuka dalam aktifitas penambangan, membutuhkan analisa dalam masalah geoteknik untuk menganalisis kestabilan lereng pada tambang batubara.

Kemantapan lereng penting diperhatikan dalam kegiatan penambangan demi terciptanya lingkungan penambangan yang aman dan kondusif. Penentuan kemantapan lereng dapat diketahui melalui serangkaian pengujian sifat fisik dan mekanik serta pengukuran lapangan. Lereng akan dikatakan mantap apabila sesuai kriteria Hoek & Bray (1981) yang menyebutkan bahwa kondisi lereng dengan nilai FK >1,3 berada pada kondisi aman atau stabil.

Kemantapan lereng pada umumnya dipengaruhi oleh kondisi dari luar maupun dari dalam lereng tersebut. Faktor dari dalam seperti keadaan massa batuan, desain tambang serta sifat fisika pada batuan. sedangkan faktor dari luar meliputi curah hujan dan kelapukan pada batuan.

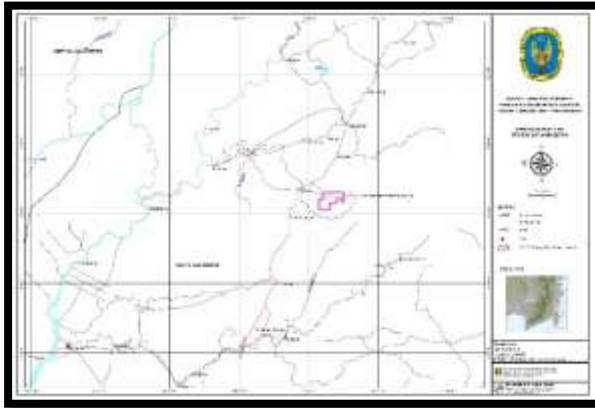
Tujuan dari kajian kemantapan lereng untuk menganalisis struktur geologi yang berpengaruh pada daerah lereng sehingga diketahui bahwasannya struktur geologi sangat berpengaruh pada daerah lereng. Hasil penelitian ini nantinya bisa untuk mengetahui nilai kestabilan lereng atau faktor keamanan pada daerah lereng tambang.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Bitahan Baru, Kecamatan Lokpaikat, Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan. Secara geografis Desa Bitahan Baru, Kecamatan Lokpaikat, Kabupaten Tapin berada pada 114°30' 00" hingga 115°30' 00" LS hingga -02° 40' 00" hingga - 03° 20' 00" BT sedangkan secara administratif berbatasan dengan Kabupaten

*Korespondensi Penulis: (Yudho Dwi Galih Cahyono) Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
E-mail: galihalfatih1453@gmail.com
HP : 085649115584

Hulu Sungai Selatan disebelah Utara, Kabupaten Banjar disebelah Selatan, Kabupaten Barito Kuala disebelah Barat, Kabupaten Banjar disebelah Timur.



Gambar 1. Peta Kawasan PT.EBL

Tinjaun Pustaka

Geologi Regional

Cekungan Barito dimana terdapat dalam Meratus Range yang dicirikan dengan adanya endapan pada masa Paleogen antara lain terdiri dari batupasir kuarsa, konglomerat, serpih, lapisan batubara sedangkan pada bagian atas berupa napal dan batugamping yang mengalami perlipatan dan pensesaran secara masif pada akhir masa Tersier (Van Bemmelen, 1949).

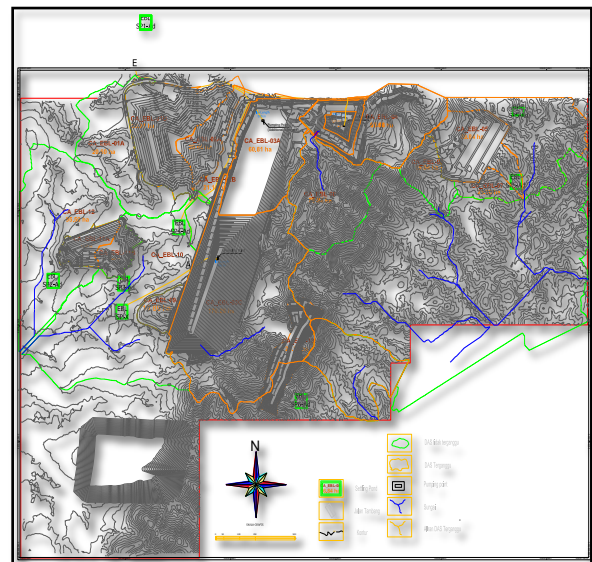
Secara regional area penelitian masuk pada Cekungan Barito bagian utara. Cekungan Barito adalah salah satu Cekungan pada masa Tersier yang terletak terletak di wilayah Kalimantan bagian selatan dan tengah.

Morfologi

Sebagian besar satuan batuan di area PT EBL termasuk dalam Formasi Warukin yang tersusun dari batupasir kuarsa dan batulempung serta lapisan batubara yang berumur Miosen Tengah sampai Miosen Akhir. Sedangkan sebagian satuan batuan lainnya disisi barat termasuk dalam Formasi Dahor yang tersusun dari batupasir kuarsa lepas berbutir sedang terpilah buruk, konglomerat lepas dan batulempung lunak serta berumur Plio-Plistosen. Formasi ini tersingkap di sebelah Barat laut daerah penyelidikan yang sebarannya memanjang hampir Timurlaut-Baratdaya. Batuan penyusunnya terdiri dari batulempung yang berselang – seling dengan lapisan-lapisan tipis batupasir dan batulanau, sedangkan batubara dan bitumen padat terdapat sebagai sisipan.

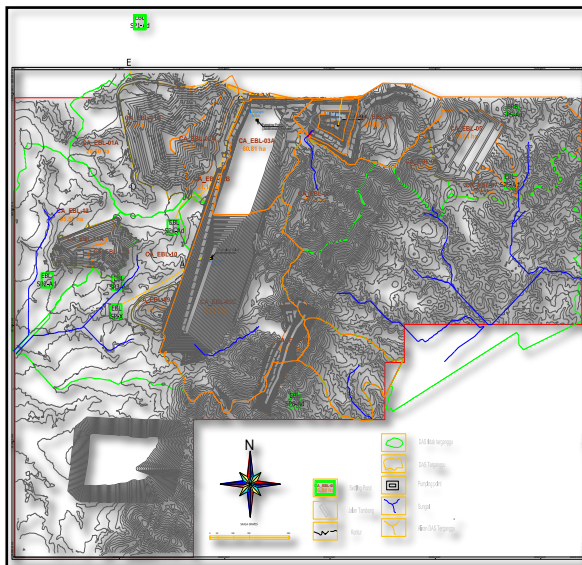
Batulempung berwarna abu-abu sampai abu-abu pucat, umumnya lunak, dipermukaan nampak menyerpih, masif sampai berlapis baik, setempat mengandung pita-pita dan fragmen-fragmen batubara, kadang-kadang terdapat oksida besi mengisi rekahan-rekahan halus. Tebal lapisan batu lempung antara 50cm- 15m.

Batupasir kuarsa, berwarna abu-abu sampai abu-abu kecoklatan, mudah hancur-keras, berbutir halus – kasar, bentuk butir menyudut-menyudut tanggung, kemas tertutup, terpilah baik, didominasi oleh kuarsa dengan masa dasar lempung dan oksida besi, setempat mengandung fragmen-fragmen batubara; struktur sedimen yang teramati adalah silang siur. Ketebalan dari lapisan batupasir ini berkisar antara 10cm – 1 m.



Gambar 2. Morfologi

Batubara, berwarna hitam-hitam kecoklatan, kusam-mengkilap, keras-lapuk, mengotori tangan, pecah konkoidal, pada beberapa tempat struktur kayu masih nampak, mengandung resin dan pirit terutama mengisi rekahan-rekahan. Tebal batubara dari beberapa cm sampai 6 meter. Bitumen tersingkap dibawah lapisan batubara, berwarna abu-abu kehitaman, mudah hancur, nampak menyerpih, setempat terdapat fragmen-fragmen batubara, ketebalan antara 10cm – 110 cm.



Gambar 2. Morfologi

Stratigrafi

Stratigrafi daerah penelitian yang hanya dibatasi pada Formasi pembawa bitumen padat yaitu Formasi Tanjung dan Formasi Warukin. Hasil penyelidikan ini didasarkan pada hasil pemetaan geologi di permukaan. Secara regional daerah penyelidikan termasuk kedalam Cekungan Barito yang merupakan satu sistem fisiografi Pegunungan Meratus yang terbentang dengan arah Baratdaya-Timurlaut. Batuan dasar dari Cekungan Barito adalah batuan Pra-Tersier, sedangkan batuan Tersier pengisi Cekungan Barito ini terdiri dari Formasi Tanjung, Formasi Beraí, Formasi Warukin, Formasi Dahor dan Endapan Kuarter (Aluvium).

Batuan Pra-Tersier

Batuan Pra-Tersier yang tersingkap adalah Formasi Pitap yang terdiri dari perselingan antara batulanau dengan batupasir halus sampai kasar dengan sisipan konglomerat dan breksi, dimana sebagian telah terkarsikan. Formasi ini berumur Kapur Bagian Atas yang diendapkan dengan baik di Tapin.

Batuan Sedimen Tersier

Batuan Sedimen Tersier yang tersingkap di daerah penyelidikan terdiri dari Formasi Tanjung, Formasi Beraí, Formasi Warukin dan Formasi Dahor.

Struktur Geologi

Hoek (2009), massa batuan merupakan susunan dari sistem blok-blok batuan utuh yang dipisahkan oleh bidang-bidang diskontinuitas yang masing-masing saling bergantung sebagai sebuah kesatuan unit

yang berupa *joint*, bidang perlapisan dan patahan. Massa batuan dibentuk dengan adanya diskontinuitas, tegangan *overburden* dan perubahan akibat proses pelapukan (Hunt, 2007). Pada Gambar 3.2 di bawah menjelaskan bahwa konsep dasar dari massa batuan berasal dari batuan utuh yang memiliki sifat homogen dan kemudian adanya bidang diskontinuitas membuat kekuatan massa batuan menjadi berkurang.

Adanya bidang diskontinuitas ini membedakan kekuatan massa batuan dengan kekuatan batuan utuh atau *intact rock*. Massa batuan akan memiliki kekuatan yang lebih kecil dibandingkan dengan batuan utuh. Variasi yang besar dalam hal komposisi dan struktur dari batuan serta sifat dan keberadaan bidang diskontinuitas yang memotong batuan akan membawa komposisi dan struktur yang kompleks terhadap suatu massa batuan.

Secara umum bidang diskontinuitas merupakan bidang yang membagi massa batuan menjadi bagian-bagian yang terpisah. Menurut Wyllie dan Mah (2004), bidang diskontinuitas dapat berupa bidang perlapisan, *joint* ataupun patahan. Bidang diskontinuitas dapat mempengaruhi kuat geser batuan termasuk bentuk dan tingkat kekasaran permukaan batuan.

Dari beberapa pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa bidang diskontinuitas terbentuk karena tegangan tarik yang terjadi pada batuan. Hal ini yang membedakan antara diskontinuitas alami yang terbentuk oleh peristiwa geologi atau geomorfologi, dengan diskontinuitas artifisial yang terbentuk akibat aktivitas manusia misalnya pemboran, peledakan dan proses pembongkaran material batuan. Menurut Brady dan Brown (2004), struktur diskontinuitas pada batuan disebut sebagai struktur batuan sedangkan batuan yang tidak pecah disebut sebagai material batuan yang bersama struktur batuan, membentuk massa batuan.

Beberapa macam bidang diskontinuitas sebagai berikut (Brady dan Brown, 2004) :

1. *Fault* atau patahan

Fault atau patahan adalah bidang diskontinuitas yang secara jelas memperlihatkan tanda-tanda bidang tersebut mengalami pergerakan. Tanda-tanda tersebut diantaranya adalah adanya zona hancuran maupun *slickenside* atau jejak yang terdapat disepanjang bidang *fault*. *Fault* dikenal sebagai *weakness zone* karena akan memberikan pengaruh

pada kestabilan massa batuan dalam wilayah yang luas.

2. *Joint* atau kekar

Joint adalah bidang diskontinuitas yang terbentuk secara alami tanpa ada tanda-tanda pergeseran yang terlihat. Kelompok *joint* yang sejajar disebut *joint set* dan saling berpotongan membentuk *joint system*.

Joint berdasarkan lokasi terjadinya atau tempat terbentuknya dapat dikelompokkan menjadi :

- a. *Foliation joint* adalah bidang diskontinuitas yang terbentuk sepanjang bidang foliasi pada batuan metamorf.
- b. *Bedding joint* adalah bidang diskontinuitas yang terbentuk sepanjang bidang perlapisan pada batuan sedimen.
- c. *Fold* atau Lipatan Lipatan adalah bidang diskontinuitas pada batuan yang terbentuk karena batuan mengalami deformasi sehingga terlipat. Lipatan dapat berskala luas ataupun lokal. Selama proses pelipatan, tegangan dan tekanan dapat meningkat sehingga dapat mengurangi kuat geser batuan.
- d. *Crack* adalah bidang diskontinuitas yang berukuran kecil atau tidak menerus. *Crack* untuk menjelaskan pecahan atau *crack* yang terjadi pada saat pengujian batuan, peledakan dan untuk menjelaskan mekanisme pecahnya batuan.
- e. *Bedding Plane*
- f. Merupakan istilah untuk bidang perlapisan pada batuan sedimen. *Bedding* terdapat pada permukaan batuan yang mengalami perubahan ukuran dan orientasi butir dari batuan tersebut serta perubahan mineralogi yang terjadi selama proses pembentukan batuan sedimen. Bidang perlapisan dapat mengurangi kuat geser.
- g. *Shear Zone* adalah bidang pergeseran yang berisi material hancuran akibat tergerus oleh pergerakan kedua sisi massa batuan dengan ukuran celah yang lebih lebar dari kekar. Ketebalan material hancuran yang berupa batu atau tanah ini bervariasi dari ukuran milimeter sampai meter.
- h. *Cleat* merupakan rekahan pada lapisan batubara dengan arah memotong dan searah dengan lapisan batubara.

- i. *Vein* merupakan bidang diskontinuitas yang berupa material atau mineral yang mengisi celah pada batuan. *Vein* dapat berupa batuan beku akibat proses mineralisasi. *Vein* dapat menambah kekuatan massa batuan dan dapat mengurangi kekuatan batuan.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif dari data primer dan sekunder yaitu dengan mengkaji dan menganalisis data, menyajikan data setelah itu menarik kesimpulan. Dengan mengetahui pengaruh dari beberapa variabel yang dihasilkan, maka kemudian memberikan rekomendasi untuk keamanan lereng pada lingkungan penambangan.

Tahapan Penelitian adalah sebagai berikut :

1. Tahapan penelitian pendahulu yang meliputi studi pustaka dari buku, jurnal, maupun tulisan-tulisan yang berkaitan dengan penelitian yang terdapat di media internet. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui keadaan lapangan tempat pelaksanaan penelitian.
2. Tahapan survei lapangan dengan mengumpulkan data yang dibutuhkan baik data primer maupun data sekunder.
3. Tahapan penyelesaian hasil penelitian dilakukan dengan analisa data primer maupun data sekunder dan melakukan evaluasi terhadap data.

Tahapan pengumpulan data

Secara umum jenis data dalam penelitian adalah data primer dan data sekunder.

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung oleh peneliti dilapangan saat meneliti, sedangkan data sekunder adalah data yang di dapat melalui kajian-kajian penelitian terdahulu, arsip dari perusahaan terkait.

Data Sekunder adalah data pendukung yang digunakan sebagai pelengkap, yang meliputi geologi regional daerah penelitian, hasil uji laboratorium untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik, data pemboran geoteknik, curah hujan.

Data primer yang diambil untuk memecahkan permasalahan ini adalah :

1. Melakukan Measuring section (MS) yang gunanya untuk melihat variasi litologi, struktur sedimen umum, dan kedudukan.

2. Data Kekar yang gunanya untuk mengetahui bidang lemah.

Tahapan Pengolahan dan Analisis Data

A. Pengolahan Data

1. Melakukan section lereng *highwall* dan *lowwall*
Yaitu melakukan section pada masing-masing lereng *highwall* dan *lowwall* yang rawan akan terjadinya longsor.
2. Pengambilan data pada lereng *highwall* dan *lowwall*
Yaitu dengan cara melakukan measuring section (MS) pada masing-masing lereng *highwall* dan *lowwall* dengan cara membentangkan meteran sepanjang > 100 m untuk mengetahui perubahan litologi, kedudukan, struktur geologi.
3. Pengambilan data kekar
Yaitu menggunakan alat sebagai berikut: kompas, GPS dan palu geologi, meteran atau penggaris. Yang mana kompas digunakan untuk pengambilan data kekar, GPS untuk mengetahui letak titik koordinat, sedangkan palu geologi digunakan untuk mengetahui jenis litologi, dan meteran untuk mengetahui jarak antar kekar.
4. Sifat fisik dan Sifat Mekanik
Sifat fisik meliputi : bobot isi kering, bobot isi asli dan bobot isi jenuh sedangkan untuk sifat mekanik batuan meliputi : Uji Kuat Tekan (Kuat tekan batuan (σ_c) , Modulus Young (E), Nisbah Poison (ν) dan Uji Kuat Geser (kohesi (c), sudut gesek dalam (ϕ)).
5. Pembuatan Lereng
Yaitu data- data yang diambil digunakan sebagai pembuatan lereng dengan bantuan software dan tahap akhirnya mendapatkan nilai faktor keamanan dari masing – masing lereng *highwall* dan *lowwall*.

Analisis Data

Melakukan analisis dan evaluasi data hasil pengolahan untuk memberikan alternatif penyelesaian masalah sebagai acuan membahas permasalahan yang telah dikemukakan sebagai tujuan akhir dengan membuat sebuah penyusunan secara sistematis, faktual, dan cermat dalam bentuk laporan tugas akhir. Tahap ini mengacu kepada studi pustaka sebagai pelengkap dan sebagai korelasi data yang sudah didapatkan dilapangan sehingga nanti diharapkan tercipta suatu solusi yang tepat terhadap permasalahan yang ditemui dilapangan.

3. Hasil dan Pembahasan

Kestabilan lereng mempunyai peranan penting meningkatkan produksi dalam keberlangsungan proses penambangan. Proses penambangan khususnya batubara dilakukan secara *open pit mining*, dikarenakan batubara merupakan batuan sedimen yang penyebarannya secara lateral. Kestabilan lereng pada tambang terbuka baik *single slope* ataupun *over slope* harus sesuai dengan kriteria minimum stabilitas lereng, sesuai dengan kriteria (Hoek & Bray, 1981) yang menyatakan bahwa lereng dengan nilai > 1,3 berada dalam kondisi aman. Penelitian ini dilakukan terhadap lereng *lowwall* dan *highwall* pada Pit Rantau berdasarkan kontur aktual. Total 3 buah sayatan dibuat dari arah tenggara-barat laut, sehingga diharapkan dapat memberikan hasil yang maksimal terhadap kondisi lereng pada lokasi penelitian.

A. Kondisi Geologi Pit Rantau

Penelitian dilakukan di wilayah operasional PT. Energi Batubara Lestari (PT. EBL) site Rantau tepatnya berada di Desa Bitahan Baru, Kecamatan Lokpaikat, Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan dan termasuk dalam Formasi Warukin Tengah dengan litologi penyusun terdiri dari napal, lanau, dan pasir tipis dengan sisipan batubara.

Penelitian dilakukan pada sisi dinding barat dan timur dari Pit Rantau yang mencakup area *lowwall* dan *highwall* . Pada area *highwall* perlapisan batubara memiliki arah umum strike/ dip N 200° E/ 57°, lempung memiliki arah umum strike/dip N 211° E/ 32°, pasir memiliki arah umum N 210° E/38°. Sedangkan pada area *lowwall* batubara memiliki arah umum strike/ dip N 190°/ E 60°, lempung memiliki arah umum strike/dip N 200°/ E 70°, pasir halus memiliki arah umum srike/dip N 260°/ 60°, pasir memiliki arah umum N° 190/ 60°.

B. Analisis Struktur Geologi

Struktur geologi diantaranya kekar maupun bidang diskontinu lainnya mempunyai pengaruh yang besar terhadap suatu kestabilan lereng. Keberadaan struktur geologi menurunkan nilai kestabilan lereng. Pada lokasi Pit Rantau dijumpai geologi sekunder berupa kekar tarik yang terjadi akibat tegasan tarikan (*tension stress*) dan kekar gerus yang terjadi akibat tegasan kompresif (*compressive stress*) dan *mudcrack* dengan jarak spasi 2 cm dan panjang mencapai 10 cm.



Gambar.3 Kekar Tarik dan Kakir Gerus

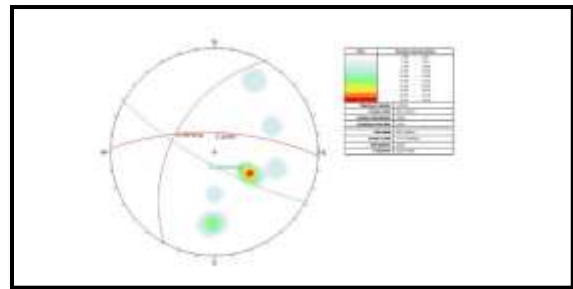
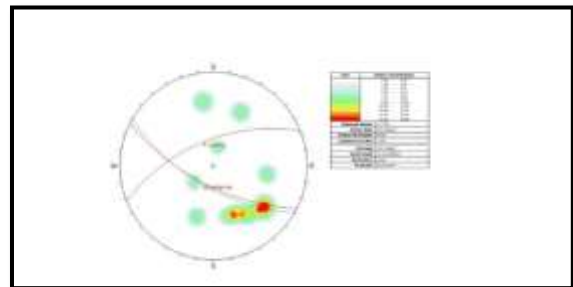
Pada lereng *highwall* dan *lowwall* terdapat suatu struktur batuan antara lain : lempung, pasir, pasir lepas dan batubara, litologi tersebut merupakan suatu batuan yang mudah lapuk yang bisa mengakibatkan kelongsoran, litologi tersebut juga mempunyai massa batuan sangat kecil dibandingkan dengan ukuran lereng dan mempunyai partikel yang ukurannya lebih kecil. Dan pada lereng *highwall* mempunyai arah umum atau arah kemiringan lereng $N 248^{\circ} E / 59^{\circ}$ berada pada sudut 90° dan pada litologi lempung mempunyai arah umum $N 117^{\circ} E / 66^{\circ}$ dan litologi pasir mempunyai arah umum $N 120^{\circ} E / 64^{\circ}$ berada pada sudut 270° .

Sedangkan untuk daerah *lowwall* arah umum pada lereng mempunyai strike/dip $N 209^{\circ} E / 45^{\circ}$ dan berada pada arah sudut 90° , dan litologi pasir untuk arah umumnya adalah $N 272^{\circ} E / 69^{\circ}$, litologi lempung arah umumnya adalah $N 119^{\circ} E / 76^{\circ}$ pada kedua litologi tersebut mempunyai arah sudut yang sama yaitu 270° . Sehingga bisa dilihat pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9 bahwasanya pada lereng *highwall* dan *lowwall* antara litologi dan lereng mempunyai arah umum dan sudut yang berbanding terbalik yang mana bahwasanya apabila keduanya berbanding terbalik bisa menyebabkan longsoran busur pada lereng tersebut. Dan yang menyebabkan kelongsoran tersebut adalah pada litologi pasir yang mempunyai strike/dip $N 272^{\circ} E / 69^{\circ}$ karena mempunyai arah yang agak landai sehingga akan semakin mudah untuk mengalami kelongsoran karena pasir mempunyai butiran yang kecil.

Kekar bisa mempengaruhi nilai RQD pada suatu batuan, ketika terdapat kekar yang banyak maka saat pengeboran terdapat batuan yang hancur sehingga batuan tersebut tidak utuh sedangkan untuk nilai RQD yang sangat baik batuan tersebut harus utuh >10

cm dan ketika batuan tersebut hancur menjadikan nilai kualitas batuan sangat buruk.

Kekar bisa mempengaruhi nilai RQD pada suatu batuan, ketika terdapat kekar yang banyak maka saat pengeboran terdapat batuan yang hancur sehingga batuan tersebut tidak utuh sedangkan untuk nilai RQD yang sangat baik batuan tersebut harus utuh >10 cm dan ketika batuan tersebut hancur menjadikan nilai kualitas batuan sangat buruk. Seperti pada table 4.3 pada pasir mempunyai nilai kualitas batuan sangat buruk sehingga litologi pasir mempengaruhi pada lereng dan menyebabkan kelongsoran.

Gambar 4. Hasil Perhitungan Streonet *highwall*Gambar 5. Hasil Perhitungan Streonet *lowwall*

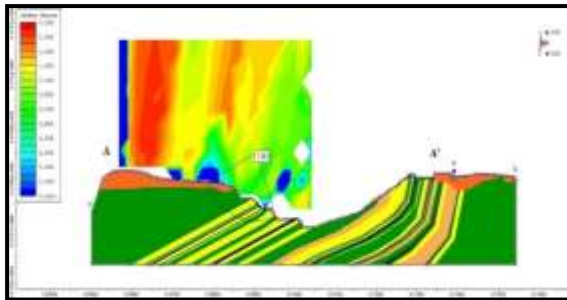
C. Analisis Kestabilan Lereng

Analisis kestabilan lereng merupakan suatu tindakan untuk mengetahui tingkat kestabilan suatu lereng. Serangkaian data diperlukan meliputi litologi penyusun kawasan lereng, nilai *unit weight/density*, kohesi dan nilai sudut gesek dalam (ϕ), selain itu profil bagian atas penampang menyesuaikan dari kontur topografi aktual yang melewati sayatan. Analisis dilakukan dengan membuat 3 sayatan di sepanjang area penambangan Pit Rantau berarah tenggara – barat.

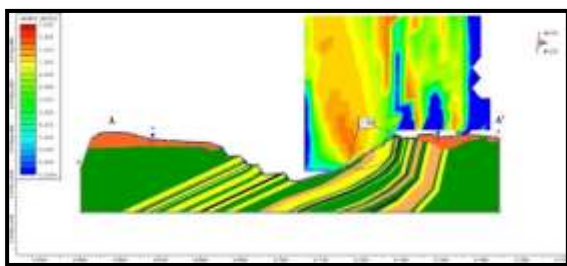
Analisis kestabilan lereng dilakukan dengan metode Mohr-Coulomb karena metode ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode lainnya, diantaranya perhitungan yang sederhana, cepat dan memberikan hasil perhitungan yang sederhana. Nilai *material properties* didapatkan hasil uji laboratorium, setelah dilakukan *input* terhadap

parameter densitas, kohesi dan sudut gesek dalam didapatkan hasil kestabilan lereng minimal dinding *highwall* sebesar 1.8 dengan tinggi 34.45 meter dengan *overall slope* 59° yang menyatakan aman sesuai dengan kriteria dari (Hoek & Bray, 1981).

Analisis kestabilan lereng sisi *lowwall* pada, memiliki nilai FK 1.19 yang menandakan bahwa lereng ini kritis. Nilai FK terendah berada pada lapisan batupasir lepas, sehingga upaya untuk meningkatkan nilai stabilitas lereng dapat dilakukan dengan menghilangkan lapisan batupasir lepas dengan tebal 2m-4m, karena batupasir lepas memiliki sifat menampung air sehingga ikatan partikel pada batupasir lepas akan menurun seiring bertambahnya air yang masuk. Kekuatan gesernya pun akan menurun, sehingga dapat memicu terjadinya longsor.



Gambar 6. Analisis Kestabilan Lereng aktual *Highwall*



Gambar 7. Analisis Kestabilan Lereng aktual sayatan sisi *lowwall*

Hal lain yang perlu dilakukan adalah dengan merapikan *bench* dan lereng *lowwall*, mengeluarkan air yang tersimpan di massa batuan khususnya batupasir dengan cara melakukan pemboran tegak hal ini dilakukan karena nilai permeabilitas dan porositasnya yang tinggi, sehingga pengaruhnya terhadap stabilitas lereng dapat diturunkan. Selain itu untuk menampung air hujan yang masuk perlu dibuat puritan pada *bench* agar air tidak terserap ke dinding lereng.

4. Kesimpulan

Kekar sangat berpengaruh pada suatu lereng karena semakin banyak kekar yang terdapat pada suatu lereng maka akan semakin banyak celah sehingga air akan mudah masuk pada suatu batuan atau litologi yang nantinya mempengaruhi batuan yang mudah lapuk sehingga akan menyebabkan longsor dan mempengaruhi nilai kualitas batuan pada RQD. Nilai strike/dip yang dihasilkan pada lereng berbanding terbalik, batuan yang terdapat daerah lereng juga merupakan dalam batuan yang mudah lapuk sehingga pada daerah lereng terjadi longsor busur.

Daftar Pustaka

- Arif Irwandy. 2016 . *Geoteknik Tambang*. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama
- Sabdon Sabar Agus. 2017. “ *Analisis Kestabilan Lereng Pit West B Tambang Batubara PT. BUMA Site Binungan, Berau, Kalimantan Timur*”. Semarang : Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Sitohong Enrico Roy. 2008 . “ *Analisis Kemantapan Lereng P3 West Tambang Grasberg PT Freepot Indonesia Menggunakan Metode Klasifikasi Massa Batuan* “. Bandung : Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Pertambangan & Perminyakan Institut Teknologi Bandung.
- Rohi Marcio Calvin. 2013 . “ *Rancangan Geometri Lereng Keseluruhan Highwall Pada Penambangan Batubara Di. PT Graha Panca Karsa Kalimantan Timur* “. Surabaya : Fakultas Teknologi Mineral & Kelautan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Rai Made Astawa, Kramadibrata Suseno & Wattimena Ridho Kresna. 2013 .*Mekanika Batuan*. Bandung. Institut Teknologi Bandung