

Analisis Kestabilan Lereng Pit X pada Lereng Highwall Metode Limited Equilibrium, Musi Banyuasin, Sumatera Selatan

Rio Anggara¹⁾, R Andy Erwin Wijaya²⁾

¹⁾²⁾ Magister Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
email : ¹⁾ Riioanggara@itny.ac.id* ; ²⁾ andyerwin@itny.ac.id

ABSTRAK

Longsor dapat terjadi pada setiap kasus lereng terutama lereng buatan secara pelan atau tiba-tiba tanpa ada tanda sebelumnya. Penyebab terjadinya keruntuhan lereng adalah meningkatnya tegangan geser dan menurunnya kuat geser pada bidang longsor atau keduanya secara simultan. Analisis kestabilan lereng dilakukan untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial dengan cara menghitung besarnya kekuatan geser untuk mempertahankan kestabilan lereng dan menghitung kekuatan geser yang menyebabkan kelongsoran kemudian keduanya dibandingkan. Dari perbandingan yang didapat nilai Faktor Keamanan yang merupakan nilai kestabilan lereng yang dinyatakan dalam angka.

Dari analisis yang dilakukan Pit X didapat nilai faktor keamanan yaitu 0.457 (Section A) 1.189 (Section B) yang menunjukkan bahwa keadaan lereng tersebut tidak stabil. Kemudian dilakukan perbaikan dengan menggunakan rekayasa geoteknik. Rekayasa geoteknik untuk memperkecil gaya penggerak dan gaya geser yang menjadi penyebab longsor. Sehingga dapat diperoleh nilai faktor keamanan 1.873 (section A) 2.035 (Section B) yang menunjukkan kondisi lereng dalam keadaan stabil.

Kata kunci: kestabilan lereng, faktor keamanan, kuat geser

Stability Analysis Of Pit X Slope On The Highwall Slope Of The Limited Equilibrium Method, Musi Banyuasin, South Sumatra

ABSTRACT

Landslides can occur on any slope, especially artificial slopes, slowly or suddenly without any previous signs. The cause of slope failure is an increase in shear stress and a decrease in shear strength in the landslide area or both simultaneously. Slope stability analysis is carried out to determine the safety factor of potential landslide areas by calculating the amount of shear strength to maintain slope stability and calculating the shear strength that causes landslides, then the two are compared. From the comparison, the Safety Factor value is obtained, which is the slope stability value expressed in numbers.

From the analysis carried out by Pit Then repairs were carried out using geotechnical engineering. Geotechnical engineering to reduce the driving force and shear force that cause landslides. So a safety factor value of 1.873 (section A) to 2.035 (Section B) can be obtained, which indicates that the slope condition is stable

Keyword : slope stability, safety factor, shear strength

PENDAHULUAN

Permukaan tanah tidak selalu membentuk bidang datar atau mempunyai perbedaan elevasi antara tempat yang satu dengan yang lain sehingga membentuk suatu lereng (slope). Lereng merupakan suatu kondisi topografi yang banyak dijumpai pada berbagai pekerjaan sipil dan penambangan. Lereng dapat terjadi secara alami maupun sengaja dibuat oleh manusia dengan tujuan tertentu. Longsoran merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi pada lereng-lereng alami maupun buatan. Kelongsoran lereng kebanyakan terjadi pada saat musim penghujan, hal itu terjadi akibat peningkatan tekanan air pori pada lereng. Hal tersebut berakibatkan pada terjadinya penurunan kuat geser tanah (c) dan sudut geser dalam (ϕ) yang selanjutnya menyebabkan kelongsoran.

Analisis kestabilan lereng mempunyai peran penting dalam industri pertambangan, hal ini menyangkut lereng yang tidak stabil menyebabkan kelongsoran dan membahayakan pekerja tambang yang dibawah lereng dan alat yang sedang digunakan, oleh sebab itu analisis kestabilan lereng sangat diperlukan. Ukuran kestabilan lereng diketahui dengan menghitung besarnya faktor keamanan.

Pit X merupakan bahan galian tambang batubara yang masih aktif tersusun atas batuan sedimen dan merupakan lereng dinamis yang mempengaruhi aktivitas pertambangan. Menurut Wesley dan Pranyoto (2020) mendefinisikan lereng sebagai suatu ciri morfologi dengan bagian atas dan bawah yang

kelas, yang tidak stabil akan menjadikan lereng tersebut longsor. Lereng dapat terbuat dari batu, tanah atau kombinasi keduanya. Beberapa unsur mempengaruhi kestabilan suatu lereng diantaranya geometri, formasi geologi yang membentengi titik lemah, getaran, hidrologi dan kualitas mekanik (Moshab, 1997 dalam Arif, 2016).

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam menganalisis kestabilan lereng pada daerah penelitian menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif. Pada metode kuantitatif dihasilkan berupa tabel, grafik dan angka sedangkan metode kualitatif yang dihasilkan berupa hasil laboratorium material berupa sifat fisik dan sifat mekanik pada daerah penelitian. Data yang digunakan dari sayatan desain Pit X yang terdiri dari 4 sayatan, karakteristik sifat fisik dan mekanik material penyusun lereng (Tabel 2), elevasi muka air tanah dan koefisien seismic load yang didapatkan dari nilai PGA (Peta Bahaya dan Sumber Gempa Indonesia). Kemudian dilakukan pengolahan data dengan cara menganalisis penampang geologi dengan menggunakan software Rocscience Slide V.60 dengan metode Morgenstern-Price dan Spencer.

Hubungan antara gaya pendorong dan gaya penahan pada suatu lereng menjadi pengaruh dalam kestabilan suatu lereng. Setelah dilakukan pengolahan didapatkan perhitungan perbandingan dari gaya geser dan kuat tekan sehingga didapatkan nilai faktor keamanan (FK) atau safety factor dimana suatu lereng dapat dikatakan aman apabila gaya penahan lebih besar dari pada gaya pendorong (Khodijah et al., nd).

Beban Seismik

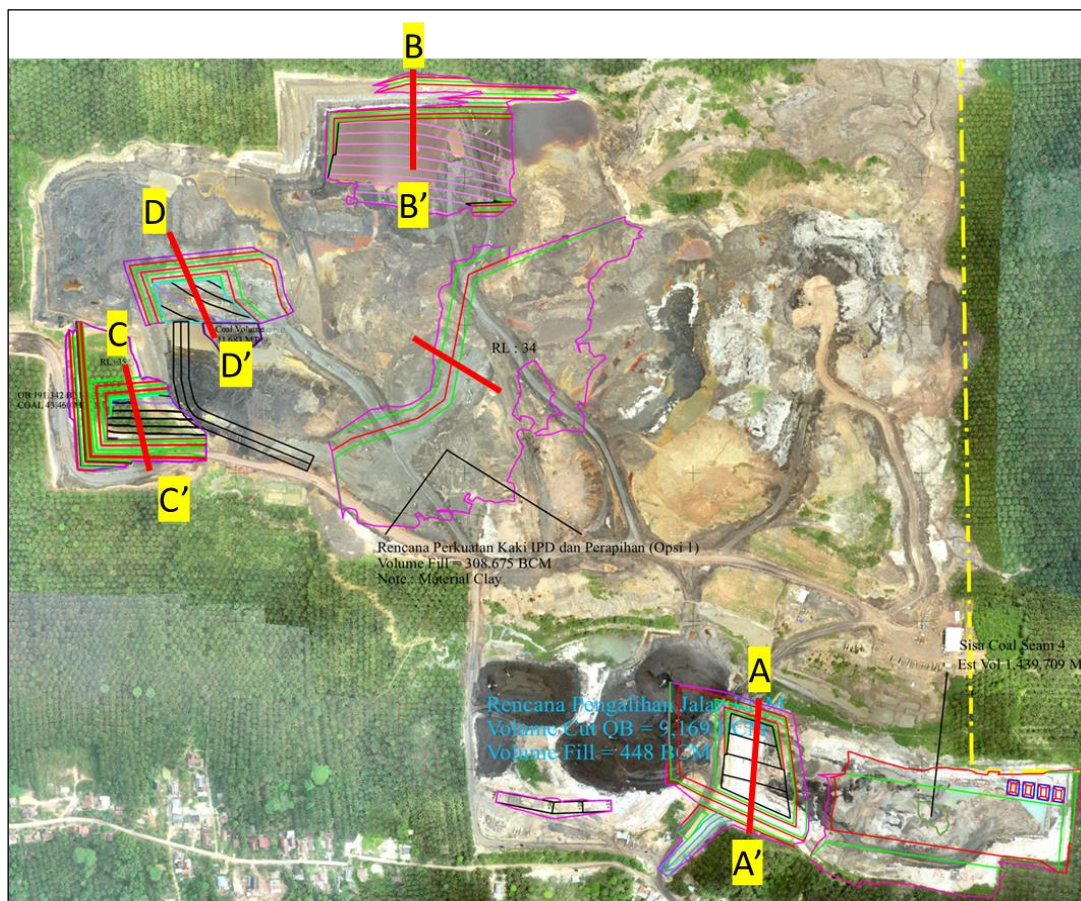
Pada daerah penelitian menggabungkan beban seismik, suatu komponen getaran yang bermanifestasi sebagai getaran gempa horizontal dan dampak vertikal dari alat berat. Nilai percepatan getaran pada saat terjadi gempa dikenal dengan Peak Ground Acceleration (PGA). Penulis menggunakan nilai PGA ini untuk mendukung nilai support dari analisis kestabilan lereng pada daerah penelitian.

Pengaruh Tekanan Air

Kestabilan lereng dipengaruhi dari beberapa faktor diantaranya geometri lereng, sifat fisik batuan, sifat mekanik batuan, struktur geologi dan keberadaan air tanah serta gaya beban luar. Pada analisis kestabilan lereng mengetahui muka air tanah sangat membantu mendapatkan nilai faktor keamanan yang sesuai aktual dilapangan, hal itu dikarenakan air tanah memiliki tekanan air pori (pore water force) dan dapat menurunkan kekuatan suatu masa batuan penyusun lereng.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada lokasi penelitian yang berada di daerah cekungan Sumatera Selatan yang terdiri atas litologi batuan berupa batubara, batulempung, batupasir dan batulanau yang merupakan komponen geologi wilayah penelitian yang dijadikan Formasi Muara Enim dan Formasi Talang Akar (Gefoer et., al., 1986). Pada daerah penelitian masuk kedalam salah satu tambang batubara di Sumatera Selatan. Pada Gambar 1. merupakan desain dari perencanaan penambangan dan topografi daerah tersebut. Strata batuan di Pit X pada wilayah penelitian menunjukkan kemiringan 9-15 derajat. Empat sayatan penampang geologi berfungsi sebagai alat untuk menunjukkan analisis kestabilan pada lereng daerah penelitian dan menggunakan sifat fisik dan mekanik dari hasil laboratorium geoteknik yang digunakan untuk menjadi material properties dalam pengolahan data analisis kestabilan lereng Pit X.



Gambar 1. Peta Desain Penelitian Pit X

Analisis kestabilan lereng ini menggunakan metode Limited Equilibrium yang menghitung perbandingan antara gaya penahan dan gaya dorong. Keadaan yang dianalisis pada lereng tersebut saat:

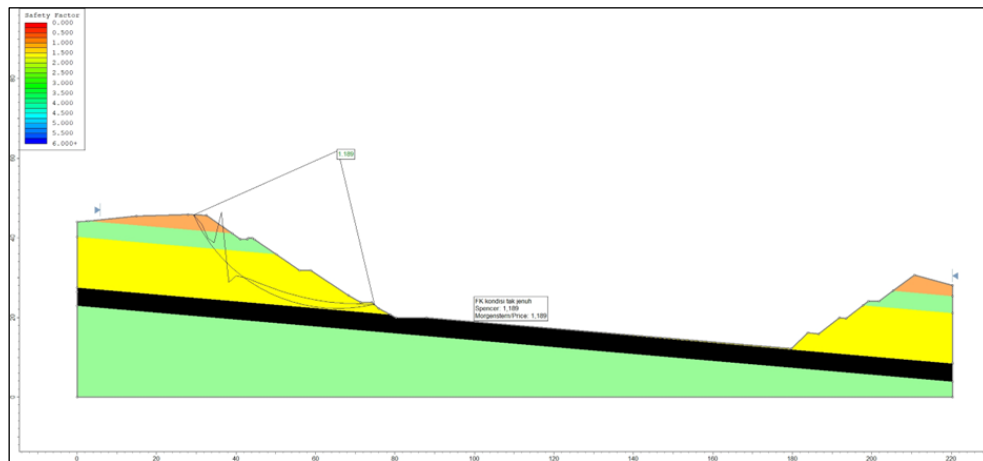
1. Keadaan lereng tersebut statis
2. Keadaan lereng tersebut dinamis
3. Keadaan lereng tersebut jenuh dan tidak jenuh.

Analisis kestabilan lereng menggunakan metode Limit Equilibrium memiliki beberapa manfaat penting, antara lain:

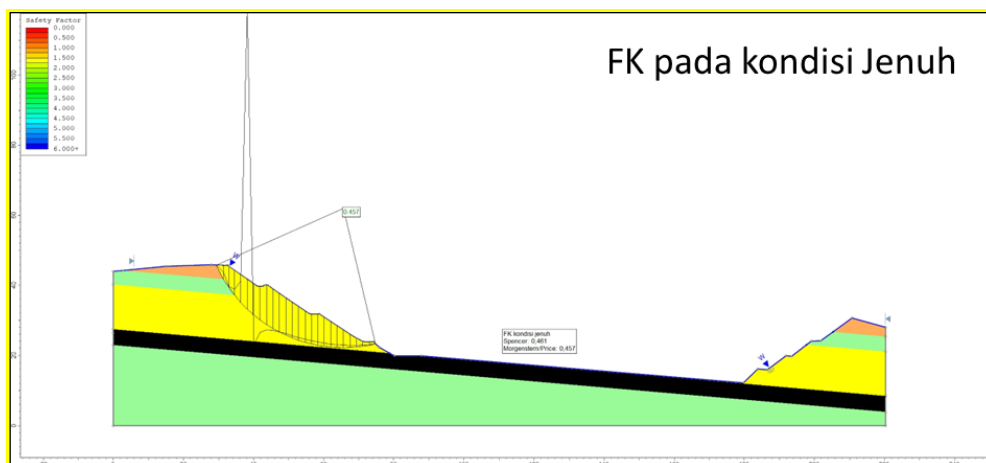
1. Evaluasi Kestabilan Lereng yaitu membantu menentukan apakah lereng dapat bertahan terhadap gaya-gaya yang bekerja dan memastikan bahwa lereng tambang cukup stabil untuk mencegah longsor
2. Identifikasi Zona Rentan, Dengan analisis ini, zona yang paling rentan terhadap longsoran dapat diidentifikasi, sehingga langkah-langkah mitigasi bisa diambil lebih awal.
3. Perhitungan Faktor Keamanan, hal ini memungkinkan perhitungan faktor keamanan lereng, memberikan gambaran yang jelas tentang seberapa aman suatu lereng termasuk manajemen resiko.

Sebelum melakukan simulasi kesetimbangan batas pada metode Limited Equilibrium dalam analisis kestabilan lereng, terlebih dahulu harus ditentukan luas longsor. Karena letaknya pada lereng daerah highwall penggalian, maka bidang longsor pada daerah penelitian ini mengikuti bidang perlapisan batuan.

Dalam penelitian dilakukan empat sayatan lereng dengan parameter lereng statis muka air tanah full saturated. Tingkat beban seismik tidak berubah dan tidak berpengaruh pada model ini. Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 Tahun 2018 menyatakan bahwa sayatan A-A' full saturated (tidak stabil) (**Gambar 2**) dan non saturated (stabil) (**Gambar 3**).

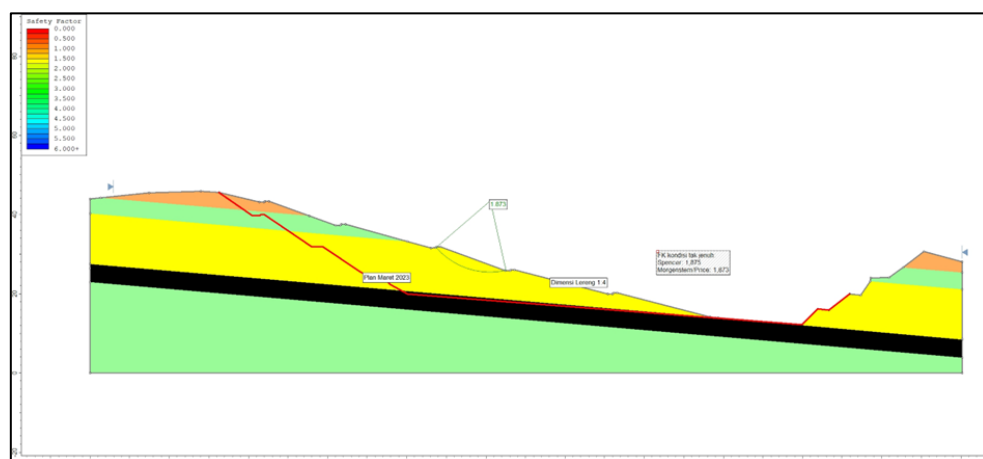


Gambar 2. Analisis kestabilan lereng section A-A' dengan kondisi lereng tidak jenuh



Gambar 3. Analisis Kestabilan Lereng Section A-A' Kondisi Jenuh

Dari analisis kestabilan lereng section A-A' berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai faktor keamanan yang tidak stabil pada kondisi lereng jenuh, oleh karena itu diperlukan rekomendasi lereng nilai faktor kemaanan lereng section A-A' untuk mendapatkan hasil lereng yang stabil (>1.3). Kondisi lereng yang sudah dilakukan rekomendasi dengan memperbaiki sistem dewatering dan drainase airnya dengan membandingkan lereng 1:4 mendapatkan hasil faktor keamanan menjadi 1.873 (*Spencer*) dan 1.873 (*Morgenstern-Price*).

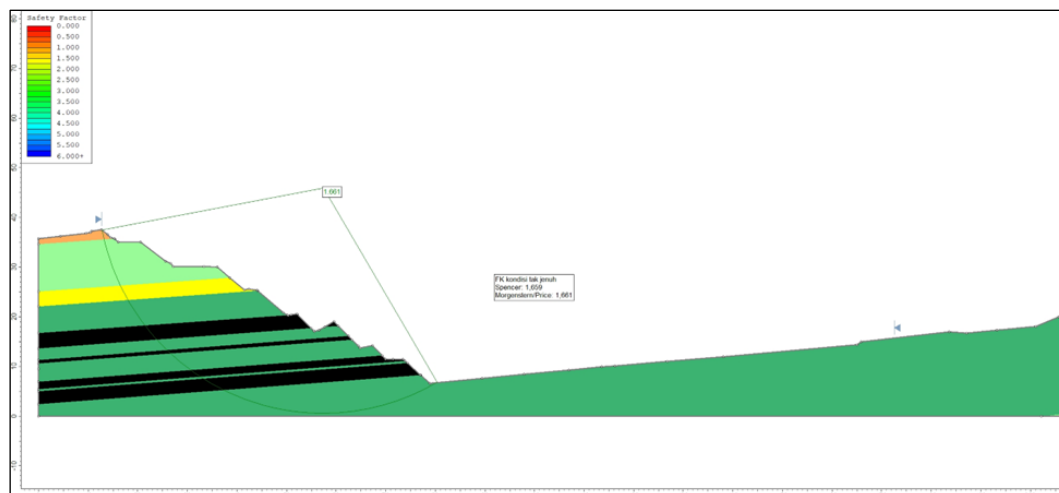


Gambar 3. Rekomendasi Lereng Kestabilan Lereng Section A-A' Kondisi Tidak Jenuh

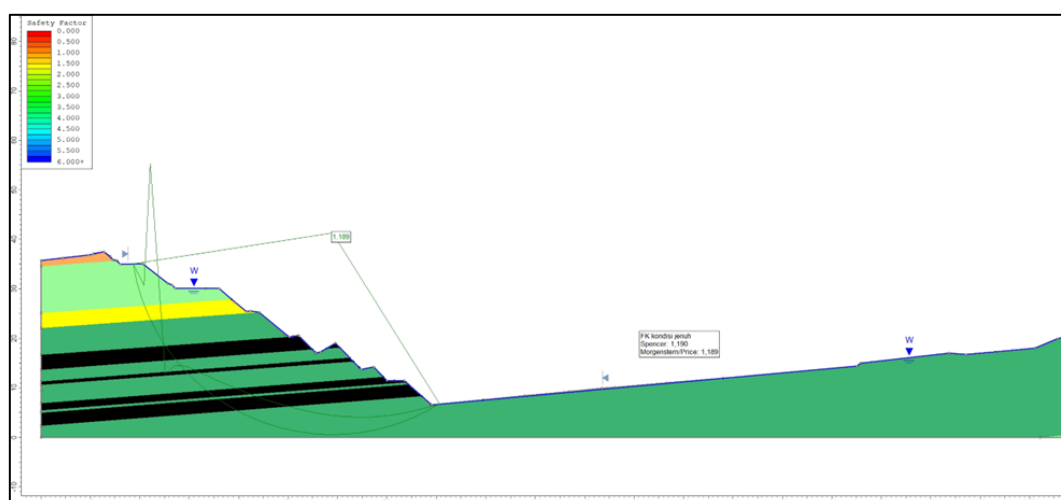
Nilai Faktor keamanan yang didapatkan pada lereng section A-A' dengan tinggi lereng overall bench 25.4 m dan kemiringan single slope 35 derajat adaalh 1.189 (kritis) pada *Spencer* dan

Morgenstern-Price pada kondisi tak jenuh. Sementara nilai faktor keamanan yang didapatkan pada kondisi jenuh adalah 0.461 (tidak aman) pada *Spencer* dan 0.457 (tidak aman) pada *Morgenstern-Price*.

2. Sayatan B-B' dianalisis dalam kondisi lereng statis dengan muka air tanah jenuh dan tidak jenuh. Berdasarkan Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 Tahun 2018 menyatakan bahwa sayatan B-B' full saturated (tidak stabil) (**Gambar 4**) dan non saturated (stabil) (**Gambar 5**).

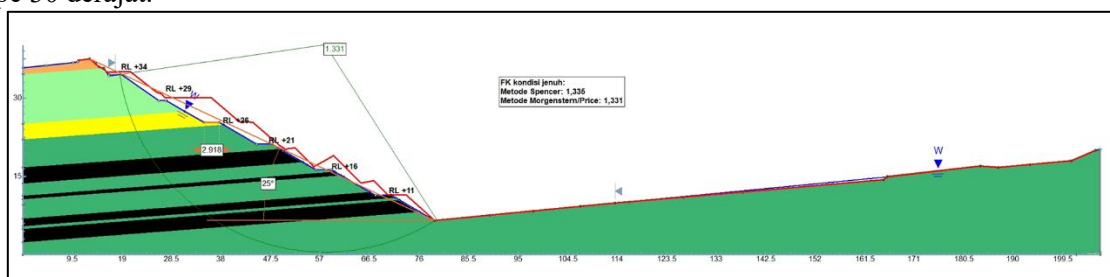


Gambar 4. Analisis Kestabilan Lereng Section B-B' Kondisi Tidak Jenuh



Gambar 5. Analisis Kestabilan Lereng Section B-B' Kondisi Jenuh

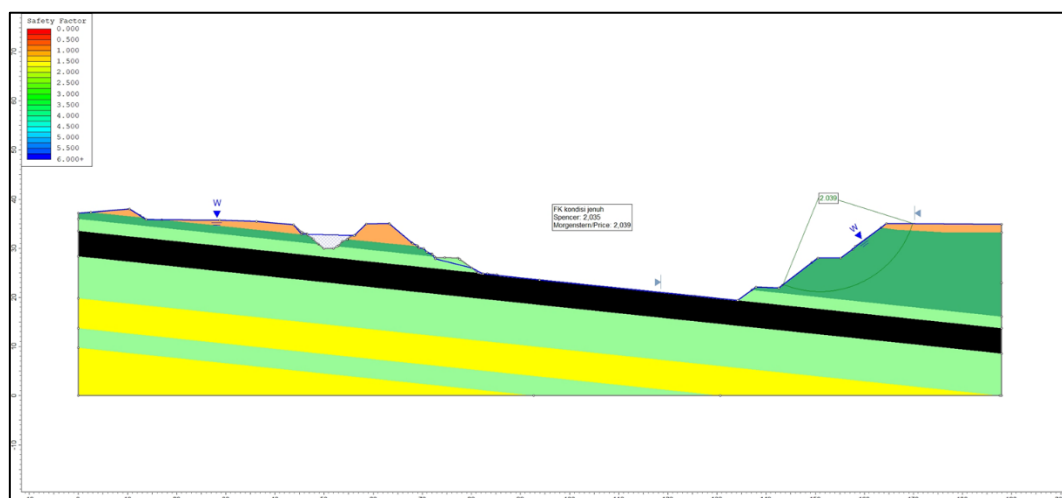
Pada analisis kestabilan lereng section B-B' nilai faktor keamanan didapatkan pada lereng dengan kondisi tidak jenuh adalah 1.659 (*Spencer*) dan 1.661 (*Morgenstern-Price*). Sedangkan lereng pada kondisi jenuh nilai faktor keamanan section B-B' didapatkan 1.19 (*Spencer*) dan 1.189 (*Morgenstern-Price*) dengan nilai faktor keamanan kritis. Sehingga pada section ini perlu dilakukan rekomendasi geometri lereng dengan memperbiki sudut slope di lereng sand serta perbaikan sistem drainase. Perubahan geometri lereng dengan lebar ramp 3 meter dengan tinggi slope 5m serta single slope 30 derajat.



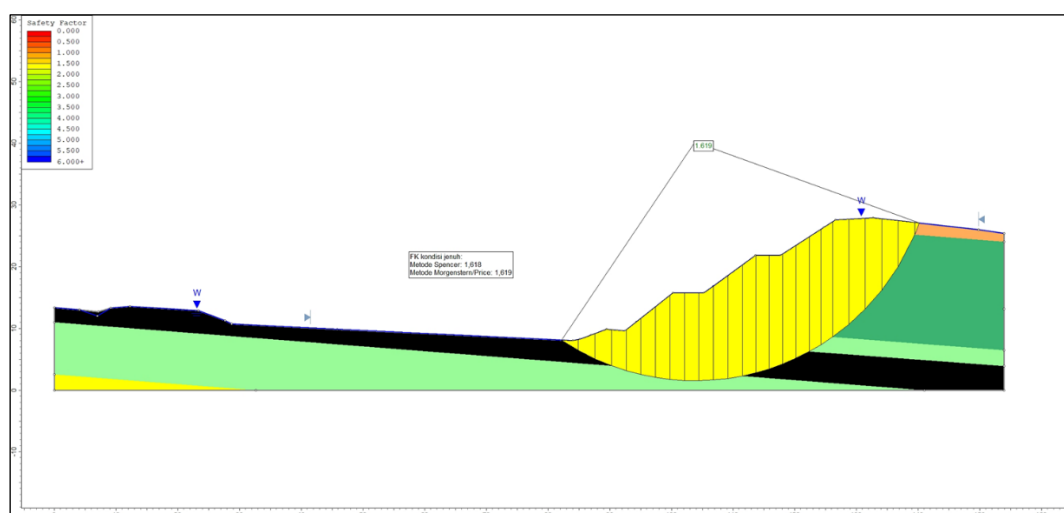
Gambar 6. Rekomendasi Geometri Lereng section B-B' pada kondisi Jenuh

Pada analisis kestabilan lereng section C-C' didapatkan nilai faktor keamanan pada kondisi jenuh adalah 2.035 (*Spencer*) dan 2.039 (*Morgenstern-Price*) didapatkan kategori lereng yang aman. Sehingga pada lereng section C-C' tidak perlu dilakukan perubahan geometri (**Gambar 7**).

Pada analisis kestabilan lereng section D-D' didapatkan nilai faktor keamanan pada kondisi jenuh adalah 1.618 (*Spencer*) dan 1.619 (*Morgenstern-Price*) dan dikategorikan aman tidak perlu dilakukan rekayasa geometri lereng (**Gambar 8**).



Gambar 7. Analisis Kestabilan Lereng Section C-C' Kondisi lereng jenuh



Gambar 8. Analisis Kestabilan Lereng Section D-D' Kondisi lereng jenuh

KESIMPULAN

Hasil analisis kestabilan lereng pada Pit X daerah penelitian yang berada di daerah cekungan Sumatera Selatan berupa section A-D dengan mendapatkan perhitungan nilai faktor keamanan kategori stabil (C-D) dan tidak stabil (A-B). Analisis kestabilan lereng dipengaruhi dari berbagai faktor diantaranya litologi batuan, geometri lereng dan muka air tanah. Dari 4 section terdapat 2 section lereng yang diperlukan rekomendasi geometri lereng yaitu berupa dilakukan rekayasa geometri lereng dan perbaikan drainase untuk menurunkan nilai pori air tanah untuk dapat merubah nilai faktor keamanan menjadi stabil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Tim Geologist dan Perusahaan yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian di Pit X dan dapat menyelesaikan publikasi data dan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Anderson, M. G., Richard K.S., 1987. Slope Stability, Geotechnical Engineering and Geomorphology, John Wiley dan Sons.

Arif, I. 2016. Geoteknik Tambang. Mewujudkan Produksi Tambang yang berkelanjutan dengan Menjaga Kestabilan Lereng. Gramedia Pustaka Utama.

Barber, A. C. 2005. Sumatera:Geology Resources and Tectonic Evaluation. London: Geological Society Memoir.

Bowles, Joseph E., Hainim Johan K., 1991. Sifat-sifat fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah), Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Khodijah, S., Sonya Monica, U., Ersyrari J., Khoriullah, N., & Sophian, R. I (n.d). Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Kestimbangan Batas Dalam Kondisi Statis dan Dinamis pada Pit X, Tanjung Enim, Sumatera Selatan.

Mineral, Menteri Energi dan Sumber Daya (2018). Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang baik. Jakarta: Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.

Maharani, S. 2022. Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Kestimbangan Batas dalam Kondisi Statis dan Dinamis pada PT X, Musi Banyuasin, Sumatera Selatan. Journal of Geology Sriwijaya.