

BAB V

ANALISIS KELONGSORAN PADA *LIFE OF MINE (LOM)* AREA *SIDE WALL* SELATAN PIT X DI PT. BINA SARANA SUKSES

Lereng tambang merupakan kemiringan atau sudut yang dibentuk pada dinding tambang untuk mencegah terjadinya longsor atau runtuh. Pada daerah penelitian PIT X di PT. Bina Sarana Sukses lereng terbagi menjadi beberapa bagian yang disebut sebagai *High Wall*, *Low Wall* dan *Side Wall*. Lereng *High Wall* merupakan bagian lereng tertinggi yang berada di area penambangan, sedangkan *Low Wall* merupakan bagian lereng yang ketinggiannya lebih rendah dibandingkan dengan lereng *High Wall*. Untuk *Side Wall* merupakan lereng yang terletak disamping area penambangan. Pada area PIT lereng *High Wall* terletak pada bagian Barat, sedangkan *Low Wall* berada pada bagian Timur dan *Side Wall* terdapat pada bagian Utara Dan Selatan. Kondisi aktual lereng tersebut dapat dilihat pada (Gambar 30).



Gambar 30. Lereng di PIT X Daerah Penelitian

Daerah penelitian terfokus pada lereng yang berada di area *Side Wall* Selatan. Pada area tersebut terdapat longsor, kelongsoran yang terjadi perlu untuk dianalisis guna mengetahui apa saja faktor penyebab dari terjadinya longsor serta dapat merekomendasikan geometri lereng yang sesuai dengan ketentuan yang ada. Setelah diketahui penyebab dari longsor yang terjadi selanjutnya perlunya untuk mengetahui analisis kestabilan dari lereng yang mengalami kelongsoran. Analisis

kestabilan lereng sangat berperan penting dalam keberlangsungan suatu proses kegiatan penambangan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui nilai faktor keamanan dari suatu lereng. Nilai faktor keamanan mengacu pada KEPMEN 1827 K/30/MEM/2018. Setelah mengetahui nilai faktor keamanan, selanjutnya perlu diketahui nilai dari probabilitas kelongsoran lereng berdasarkan hasil analisis yang sudah dilakukan. Dalam melakukan analisis tersebut dibantu menggunakan *Software Slide* 6.0. Setelah dilakukannya analisis kelongsoran dan mengetahui nilai faktor keamanan dari analisis kestabilan lereng pada area *Side Wall* Selatan maka dapat ditentukannya rekomendasi geometri lereng yang efisien digunakan dalam operasional tambang.

5.1 Kondisi Lereng Area *Side Wall* Selatan

Dari hasil pengamatan dilapangan, diketahui litologi yang tersusun pada area ini terdiri dari batulempung dan batupasir. Selain itu, ditemukannya keterdapatan longsor pada area lereng *Side Wall* Selatan dengan panjang sekitar ± 30 m. Kondisi tersebut akan sangat berbahaya dan dapat mengganggu jalannya aktivitas penambangan. Apabila terjadinya hujan dengan intensitas tinggi dapat menyebabkan kemungkinan terjadinya longsor susulan. Kondisi lereng area *Side Wall* Selatan PIT X PT. Bina Sarana Sukses dapat di lihat pada **(Gambar 31)**.



Gambar 31. Kondisi Lereng *Side Wall* Selatan

5.2 Uji Sifat Fisik dan Mekanik Material Area *Side Wall* Selatan

Pengujian sampel material dilaksanakan di laboratorium Geomekanika pada PT. Geoutama Karya Nusantara. Hasil yang diperoleh dari uji laboratorium ini

berupa hasil sifat fisik dan sifat mekanik material yang berada pada area *Side Wall* Selatan.

Hasil Uji Sifat Fisik dan Mekanik

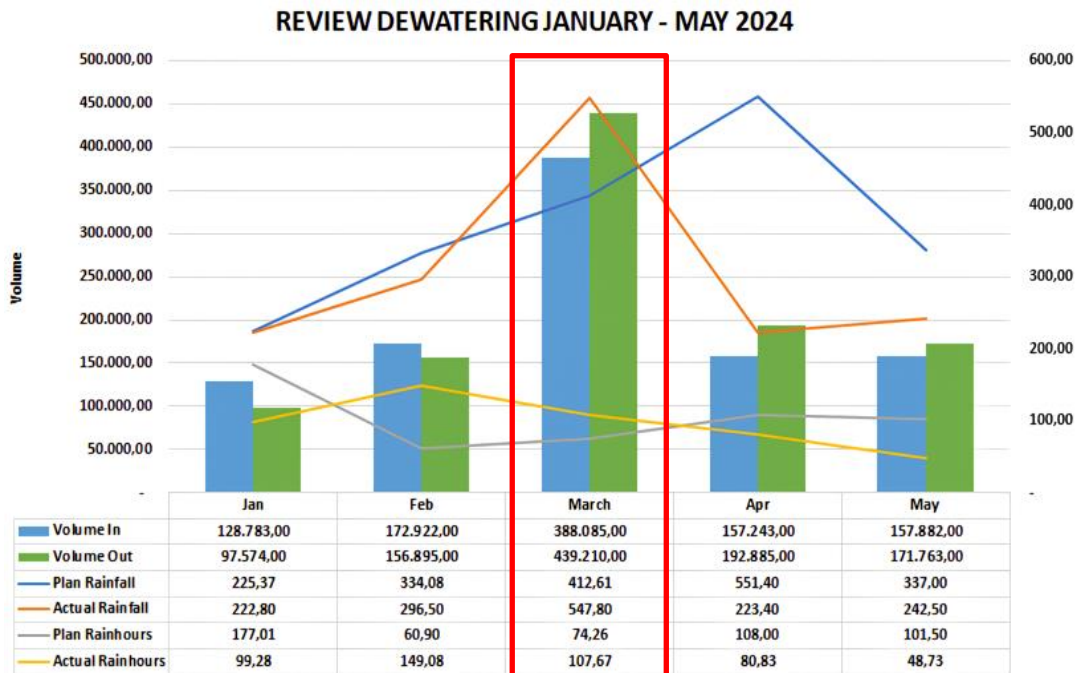
Uji sifat fisik merupakan hal yang diperlukan dalam menentukan perilaku tanah dalam berbagai kondisi dilapangan. Hasil uji tersebut berupa bobot isi yang berhubungan dengan massa dan volume batuan. Setelah melakukan uji sifat fisik dilakukan juga uji sifat mekanik batuan untuk mendapatkan nilai berupa kohesi dan sudut geser dalam. Hasil pengujian tersebut digunakan sebagai data dalam menentukan analisis kestabilan lereng. Berikut merupakan hasil dari pengujian sampel material litologi lereng area *Side Wall* Selatan dilihat pada **(Tabel 6)**.

Tabel 6. Hasil Pengolahan *Physical Properties* dan *Mechanical Properties*

Sampel	Litologi	Unit Weight Saturated (kN/m ³)	Kohesi (kPa)	Sudut Geser Dalam (°)
1	Soil	18.99	15.9	24.64
2	Weak Claystone	18.19	54.57	25.08
3	Hard Claystone	18.56	137.1	25.25
4	Coal	11.5	267.7	53.31
5	Sandstone	17.4	25.4	32.67
6	OB	18.48	50.69	16.03

5.3 Curah Hujan Daerah Penelitian

Kandungan air pada daerah penelitian merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tingkat kestabilan lereng, salah satunya yaitu nilai dari curah hujan. Air hujan yang masuk ke dalam tanah akan mengisi pori-pori yang terdapat di dalam tanah, sehingga menyebabkan massa tanah menjadi bertambah dan berakibat tanah tersebut mengalami kejenuhan. Masuknya air hujan kedalam tanah dapat mempengaruhi perubahan stabilitas lereng saat kondisi lereng masih dalam keadaan kering. Salah satu faktor yang dapat memicu ketidakstabilan pada lereng tambang dapat dipengaruhi oleh adanya intensitas curah hujan yang tinggi. Berikut merupakan grafik curah hujan pada area PIT X bulan Januari-Mei 2024 dapat dilihat pada **(Gambar 32)**.

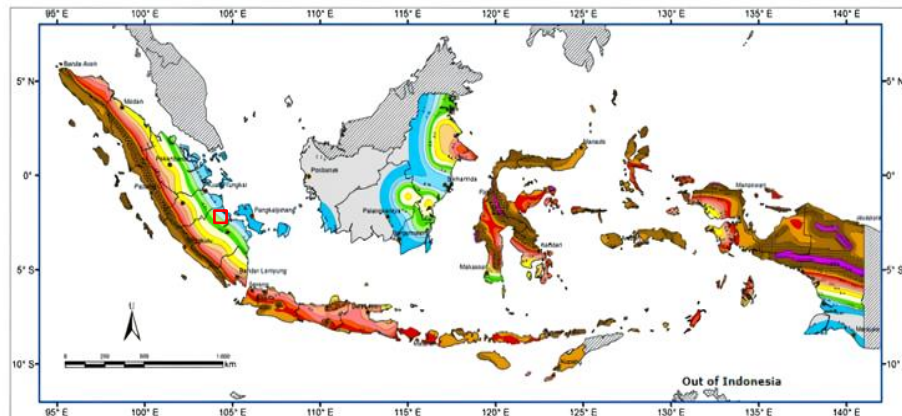


Gambar 32. Grafik Data Curah Hujan Daerah Penelitian

Grafik curah hujan diatas menunjukkan bahwa pada bulan Januari nilai curah hujan aktual tergolong rendah karena berkisar 222,80 mm. Sedangkan pada bulan Februari nilai curah hujan sedikit meningkat dengan kondisi aktual berkisar 296,50 mm. Pada bulan Maret nilai curah hujan aktual tergolong tinggi dibandingkan bulan-bulan sebelumnya karena mencapai 547,80 mm. Untuk bulan April-Mei memiliki tingkat nilai curah hujan relatif sama dan tergolong rendah yakni berkisar 223,40-242,50 mm. Akibat dari tingginya nilai curah hujan pada bulan Maret menyebabkan terjadinya longsor pada lereng area *Side Wall* Selatan. Berdasarkan data curah hujan tersebut pada daerah penelitian memiliki nilai curah hujan yang tergolong relatif tinggi.

5.4 Faktor Kegempaan

Ketentuan dalam penggunaan faktor gempa pada daerah penelitian dapat menurunkan nilai desain dari beban geser dasar, beban lateral, dan momen guling serta dapat meningkatkan besarnya perpindahan yang dihitung dalam arah lateral. Faktor kegempaan ini juga dapat mempengaruhi kestabilan lereng. Pada daerah penelitian menunjukkan nilai gerak seismik berkisar 0,15-0,2 g. Dapat dilihat pada (Gambar 33).



KETERANGAN (S_S , MCE_R):

Area dengan spektrum respons percepatan konstan 150% g	0.1 - 0.15 g	0.25 - 0.3 g	0.5 - 0.6 g	0.8 - 0.9 g	1.2 - 1.5 g	2.5 - 2.8 g
< 0.5 g	0.15 - 0.2 g	0.3 - 0.4 g	0.6 - 0.7 g	0.9 - 1.0 g	1.5 - 2.0 g	
0.05 - 0.1 g	0.2 - 0.25 g	0.4 - 0.5 g	0.7 - 0.8 g	1.0 - 1.2 g	2.0 - 2.5 g	

Dikembangkan oleh:
Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010 bersama dengan Tim Pengembangan Peta Gerak Tanah Seismik dan Koefisien Risiko.

Didukung Oleh:
Kementerian Pekerjaan Umum (PU), Institut Teknologi Bandung (ITB), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Kementerian Riset dan Teknologi, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) + Australia-Indonesia Facility for Disaster Reduction (AIFDR), dan software dari United States Geological Survey (USGS).

PETA ZONASI GEMPA INDONESIA



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM

MAKAPU, Juli 2010
MENTERI PEKERJAAN UMUM,
DIDJO KIRMANITO

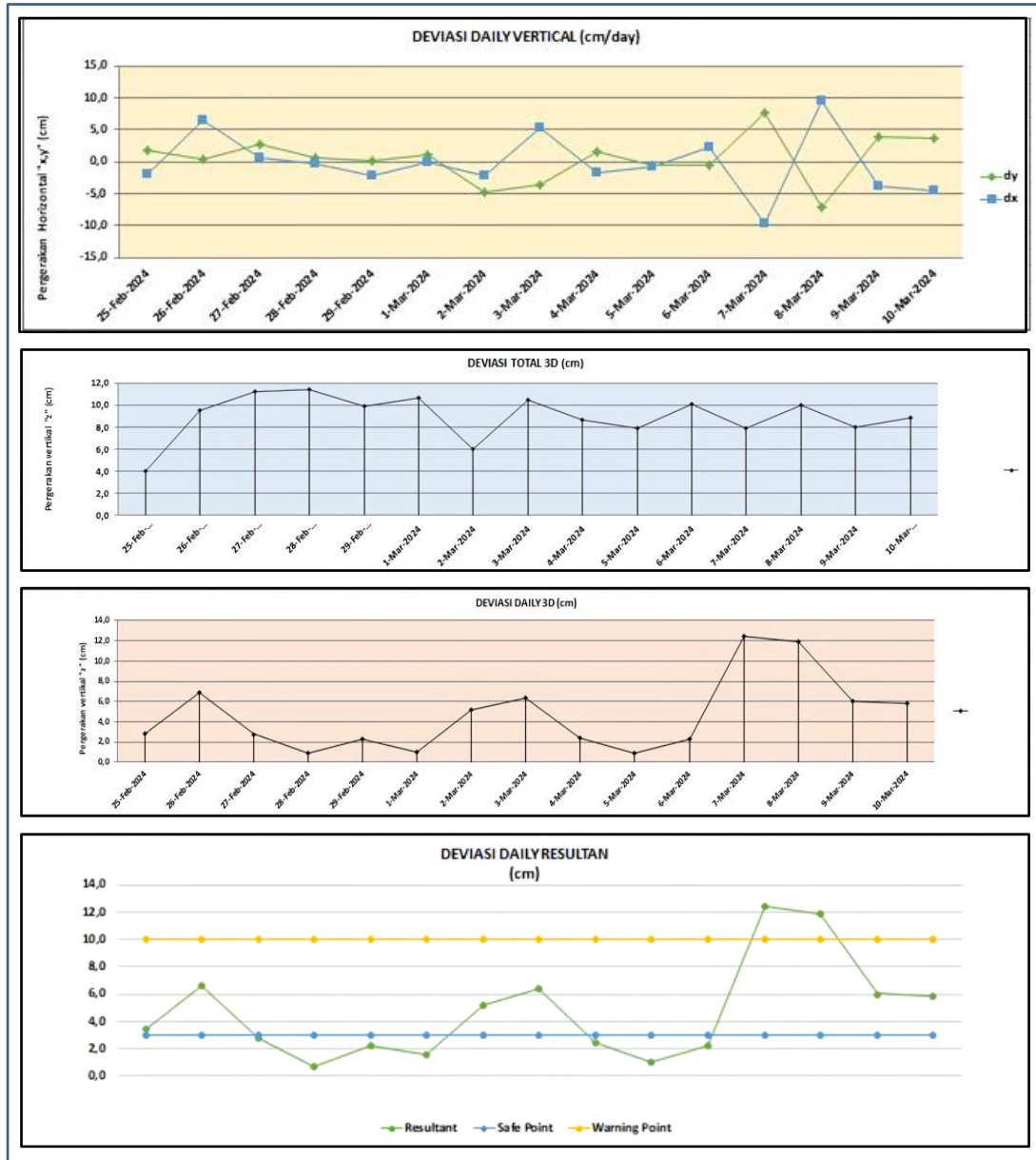
Gambar 33. Peta Gempa Indonesia SNI 1726-2012

5.5 Monitoring Lereng

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengukur pergerakan dari suatu lereng dapat dilakukan dengan cara memantau pada bagian atas atau bagian tengah lereng. Pemantauan lereng ini merupakan hal penting untuk dilakukan karena dapat berpengaruh pada stabilitas dari lereng tersebut. Untuk mengetahui kondisi lereng dilakukan survey dengan metode pemantauan menggunakan alat *Total Station*. Dari pemantauan tersebut dihasilkan koordinat berupa X, Y, dan Z. Pemantauan dan sistem peringatan dini ini dapat mengurangi adanya resiko kegagalan yang disebabkan oleh longsoran lereng. Sistem pemantauan ini dapat mendeteksi adanya perubahan pola deformasi pada lereng yang dapat berpotensi terjadinya longsor. Pada daerah penelitian pengambilan data monitoring diambil setiap hari sebanyak satu kali pengambilan data. Terdapat satu titik pantau yang disebut sebagai patok monitoring 4_PM_015 pada area *Side Wall* Selatan.

Berdasarkan hasil titik pantau monitoring 4_PM_015 diperoleh grafik yang menunjukkan nilai deviasi berupa deviasi vertikal, deviasi 3D dan deviasi total 3D serta resultan. Deviasi daily vertical merupakan perbedaan antara ketinggian (elevasi) yang diukur, sedangkan deviasi daily 3D merupakan perbedaan antara posisi atau nilai yang diukur. Pada deviasi total 3D merupakan besarnya perbedaan antara posisi yang diukur dengan posisi yang sebenarnya, untuk deviasi

daily resultan merupakan perbedaan antara posisi yang diukur sebelumnya. Grafik tersebut dapat dilihat pada **(Gambar 34)**.



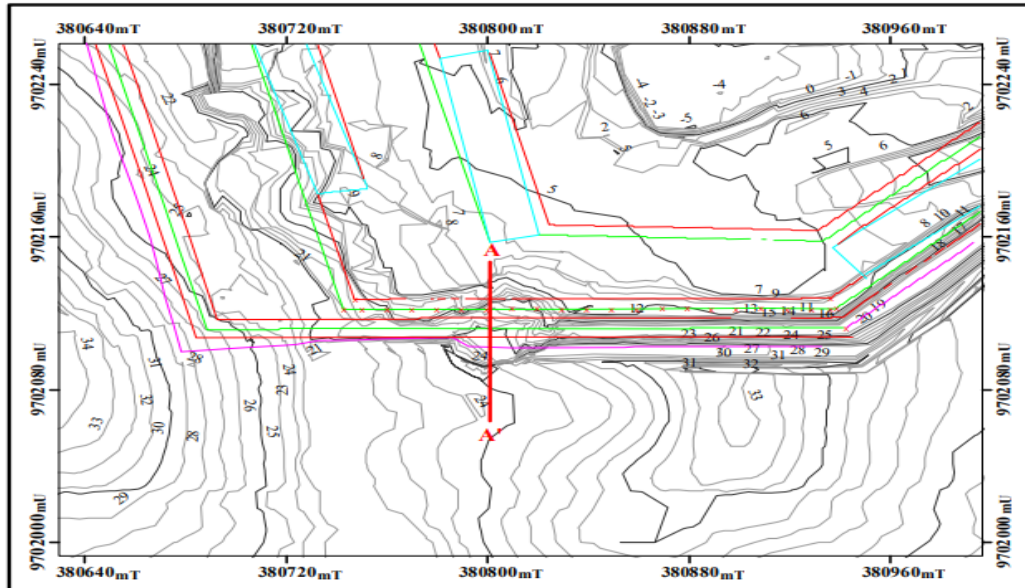
Gambar 34. Grafik Hasil Monitoring Titik Pantau 4_PM_015

Hasil dari titik pantau pada daerah penelitian diperoleh pada bulan Februari-Maret terdapat pergerakan yang dapat dikategorikan dalam keadaan aman sampai tidak aman.

5.6 Penampang (Cross Section)

Penampang ini dibuat untuk mengetahui geometri lereng pada daerah penelitian secara aktual. Geometri lereng yang digunakan pada penelitian ini yaitu geometri lereng area *Side Wall* Selatan secara aktual. Dibagi menjadi satu

penampang (*Section*) yakni penampang A-A'. Penentuan litologi lapisan batuan pada lereng yang akan di analisis dibantu dengan menggunakan data titik bor perusahaan yang kemudian disesuaikan dengan kondisi dilapangan. Penampang A-A' dapat dilihat pada gambar (**Gambar 35**).



5.7 Analisis Kelongsoran Lereng Area *Side Wall* Selatan

Kelongsoran yang terjadi pada area *Side Wall* Selatan disebabkan oleh tingginya nilai intensitas curah hujan. Berdasarkan grafik curah hujan pada daerah penelitian nilai intensitas curah hujan aktual mencapai 547,80 mm. Selain itu pada lereng terdapat zona lapukan yang berada pada dinding area longsor dengan kondisi yang lebih tebal dari pada area sekitar longsor (**Gambar 37**). Terbentuknya geometri lereng aktual yang memiliki *slope* mencapai 55° dan *bench* 5 m dengan jenis batuan yang memiliki resistensi sedang-lemah menyebabkan lereng tidak dalam kondisi stabil sehingga menyebabkan terjadinya longsor.

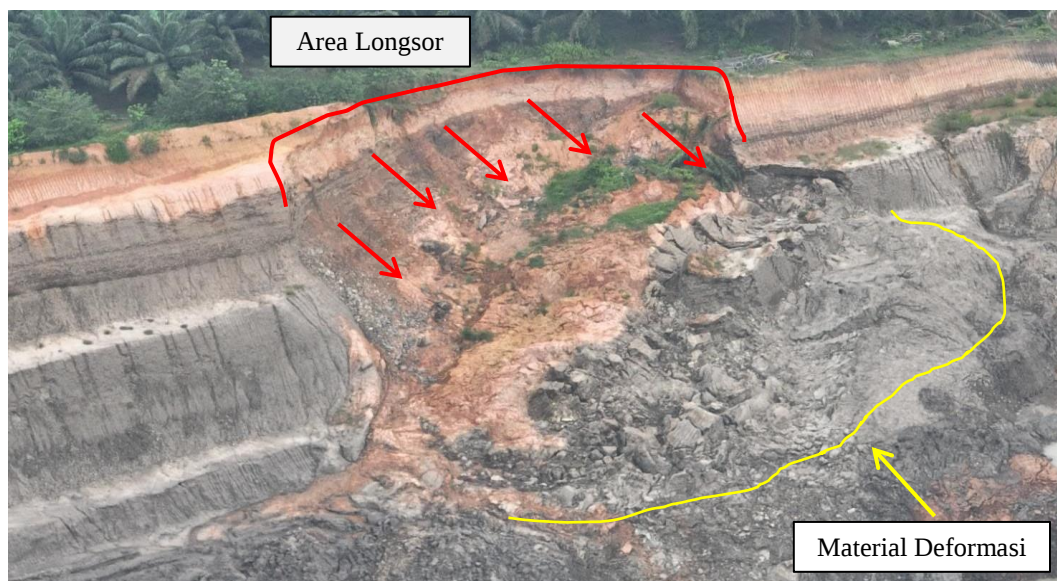


Gambar 37. *Weathered Zone* Di Sekitar Daerah Penelitian

Kerapatan kontur dapat mencerminkan perbedaan elevasi di suatu wilayah. Jika garis kontur satu dengan yang lainnya memiliki jarak yang rapat maka bentuknya cenderung terjal, sedangkan jika garis kontur satu dengan yang lainnya memiliki jarak yang renggang maka bentuknya cenderung landai. Kerapatan kontur ini berkaitan dengan resistensi batuan yang berada di daerah penelitian. Batuan yang cenderung tahan akan erosi cenderung menggambarkan kontur yang lebih rapat, sedangkan batuan yang mudah tererosi cenderung menggambarkan kontur yang lebih landai. Pada daerah penelitian jenis batuan termasuk kedalam jenis batuan dengan resistensi cenderung sedang-lemah sehingga mudah tererosi. Hal tersebut menunjukkan daerah penelitian memiliki pola kontur yang relatif renggang atau landai.

Kontur geologi terhadap kestabilan lereng merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam menganalisis kestabilan lereng. Kemiringan lereng dapat menunjukkan pola kontur yang curam yang dapat meningkatkan resiko terjadinya longsor, sedangkan pada pola kontur yang menggambarkan berliku-liku atau tidak rata juga dapat menunjukkan bentuk lereng yang tidak stabil yang dapat menjadi resiko terjadinya longsor. Selain itu kerapatan kontur tinggi dapat menunjukkan lereng tersebut dalam kondisi tidak stabil dan memungkinkan meningkatnya resiko terjadinya longsor. Pada daerah penelitian terlihat adanya perubahan pada bentuk pola konturnya.

Hasil dari Pengamatan yang dilakukan longsor yang terjadi termasuk kedalam jenis longsor busur. Longsor busur ini terdiri dari material yang lepas, umumnya terjadi pada material tanah. Selain itu pada permukaan longsor terlihat membentuk lengkungan seperti bentuk busur dengan pergerakan dari material defomasinya bergerak searah dengan arah *slope*. Dapat dilihat pada (Gambar 38).



Gambar 38. Arah Pergerakan Longsor

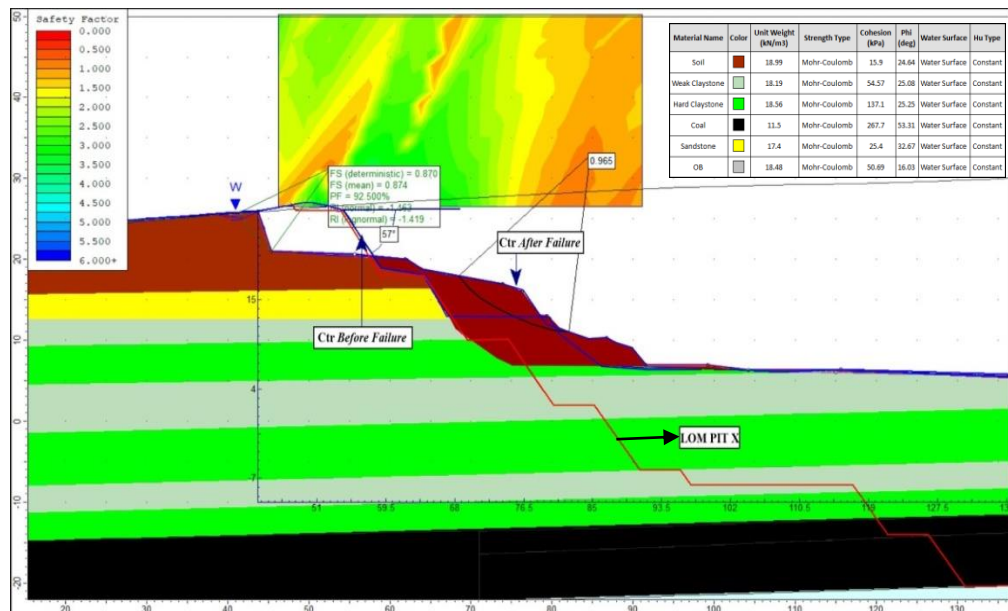
5.8 Analisis Kestabilan Lereng Area *Side Wall* Selatan

Analisis kestabilan lereng dilakukan menggunakan metode kesetimbangan batas yaitu metode *Bishop Simplified* dengan bantuan *Software Slide 6.0*. Dalam melakukan analisis kestabilan lereng salah satu parameter yang dibutuhkan yaitu nilai dari geometri lereng yang akan dianalisis. Geometri lereng secara aktual dapat dilihat pada (Tabel 7) sebagai berikut :

Tabel 7. Geometri Lereng *Side Wall Selatan Aktual secara Overall Slope*

Geometri Lereng	Dimensi
Kemiringan Lereng Single	55°
Tinggi Single Slope	8 m
Lebar Bench	5 m
Kemiringan Lereng Keseluruhan	36°
Total Tinggi Lereng	60 m

Hasil analisis berdasarkan geometri lereng tersebut diketahui pada kondisi aktual lereng setelah terjadinya longsor dengan litologi penyusun lereng terdapat perselingan antara batulempung dan batupasir yang didominasi oleh batulempung memiliki nilai Faktor Keamanan (FK) sebesar 0.870. kondisi lereng yang memiliki nilai FK tersebut termasuk kedalam lereng dengan kondisi tidak stabil. Selain itu memiliki nilai dari Probabilitas Longsoran (PoF) sebesar 92.5 % pada area hanging dengan jenis materialnya *soil*. Pada area deformasi memiliki nilai FK sebesar 0.965 (lereng tidak stabil). Berdasarkan hasil analisis yang sudah dilakukan kondisi lereng tersebut berpotensi adanya longsor susulan dengan kondisi *Saturated* (jenuh air). Dapat dilihat pada **(Gambar 39)**.



Gambar 39. Kondisi Lereng Aktual Setelah Longsor *Section A-A'*

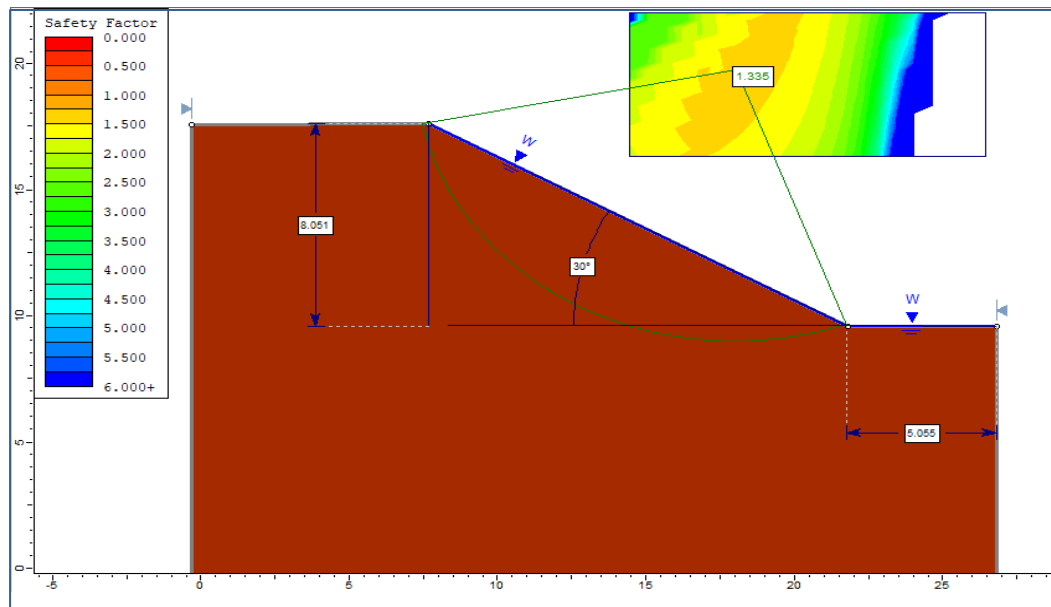
Hasil analisis tersebut tidak sesuai dengan pedoman yang ada, maka dari itu perlu dilakukannya rekomendasi geometri lereng yang sesuai dengan KEPMEN

N0. 1827 ESDM, 2018 dengan tujuan untuk mendapatkam nilai FK yang aman dengan kondisi lereng yang stabil.

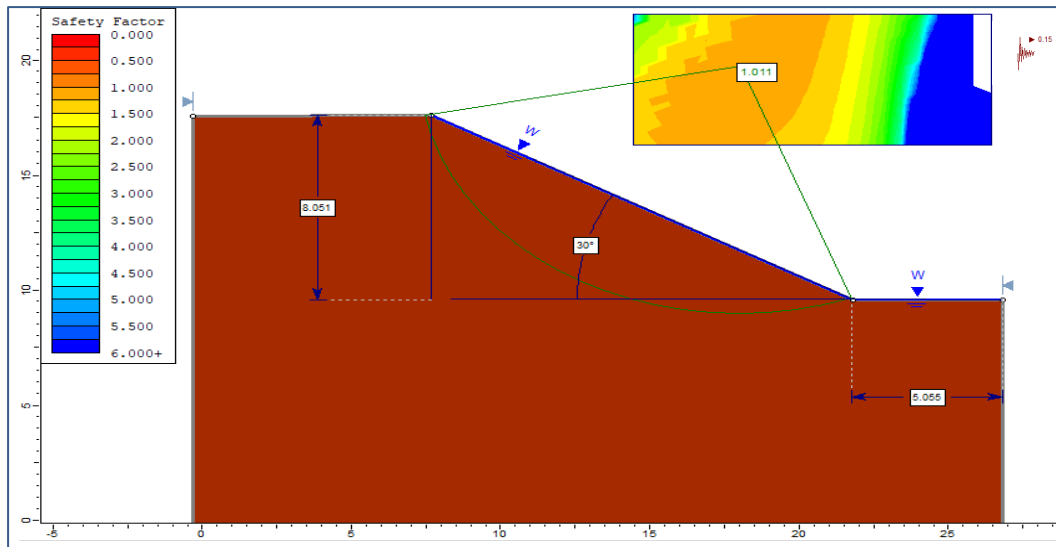
5.9 Rekomendasi Geometri Lereng Area *Side Wall Selatan*

Geometri lereng secara aktual belum memenuhi kriteria yang dapat dikatakan stabil. Akibat dari ketidakstabilan tersebut maka perlu dilakukan perubahan pada geometri lereng dengan tujuan lereng yang terbentuk dapat dikatakan aman dan stabil sehingga tidak mengalami longsor yang kemudian dapat mengganggu jalannya aktivitas penambangan.

Pada material *Soil* memiliki nilai bobot isi sebesar 18.99 kN/m³, dengan nilai kohesi sebesar 15.9 kPa dan sudut geser dalam sebesar 24.64 deg. Perubahan geometri lereng pada material tanah secara *Single Slope* memiliki lebar *Bench* yaitu 5 m dengan sudut kemiringannya membentuk sudut 30°. Lereng tersebut memiliki ketinggian yaitu 8 m. Setelah dianalisis diperoleh hasil nilai faktor keamanan pada lereng *Single Slope* tersebut bernilai FK 1.335 dalam kondisi statis dapat dilihat pada **(Gambar 40)**. Sedangkan pada kondisi dinamis diperoleh nilai FK yaitu 1.011 dilihat pada **(Gambar 41)**. Berdasarkan hasil analisis tersebut kondisi lereng menurut pedoman tergolong aman atau stabil.

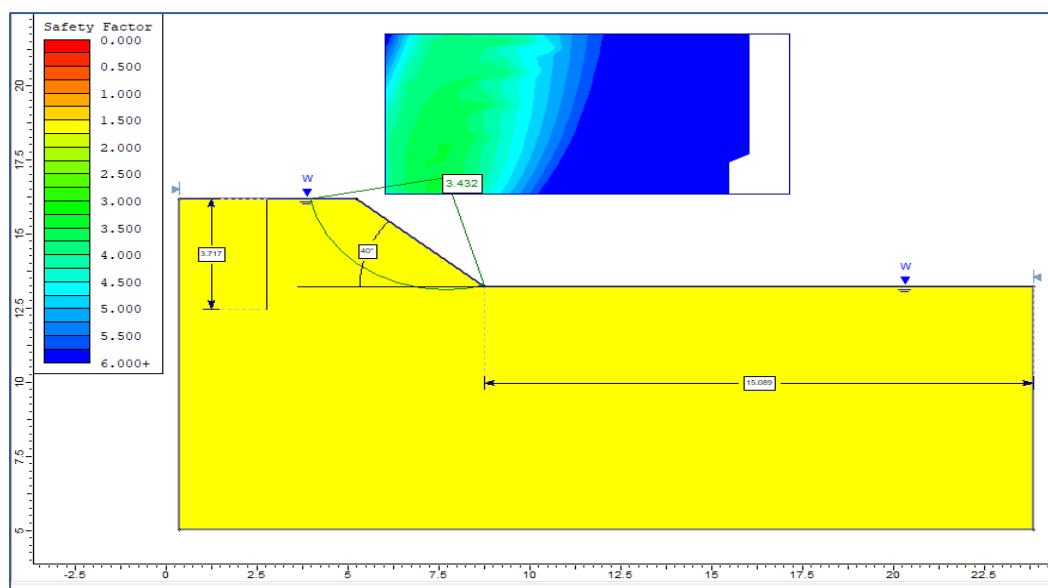


Gambar 40. Rekomendasi Lereng *Single Slope* Material *Soil* Kondisi Statis

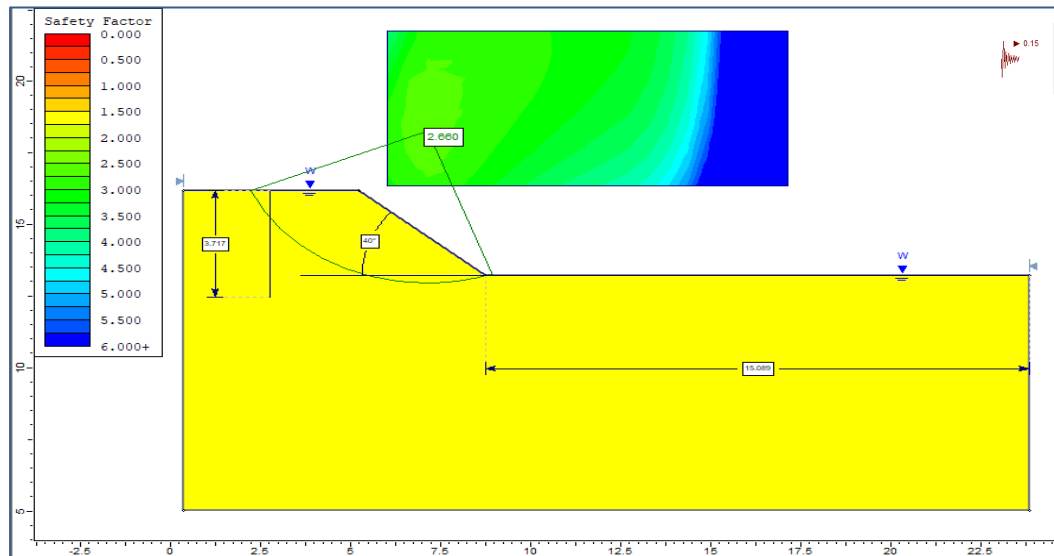


Gambar 41. Rekomendasi *Single Slope* Pada Material *Siol* Kondisi Dinamis

Pada material *Sandstone* memiliki nilai bobot isi sebesar 17.4 kN/m³, dengan kohesinya sebesar 25.4 kPa dan sudut geser dalamnya sebesar 32.67 deg. Rekomendasi geometri lereng secara *Single Slope* dibentuk dengan lebar *Bench* yaitu 15 m, dengan sudut kemiringannya yaitu 40°. Memiliki tinggi lereng berkisar 2-3 m. Setelah dianalisis, pada kondisi statis nilai faktor keamanan diketahui yaitu bernilai FK 3.432 dapat dilihat pada **(Gambar 42)**, sedangkan pada kondisi dinamis dengan lebar *Bench* dan sudut kemiringan yang sama dihasilkan nilai FK yaitu 2.660 dilihat pada **(Gambar 43)**. Hasil analisis menunjukkan kondisi lereng dengan nilai faktor keamanan tersebut lereng dapat dikatakan Stabil dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

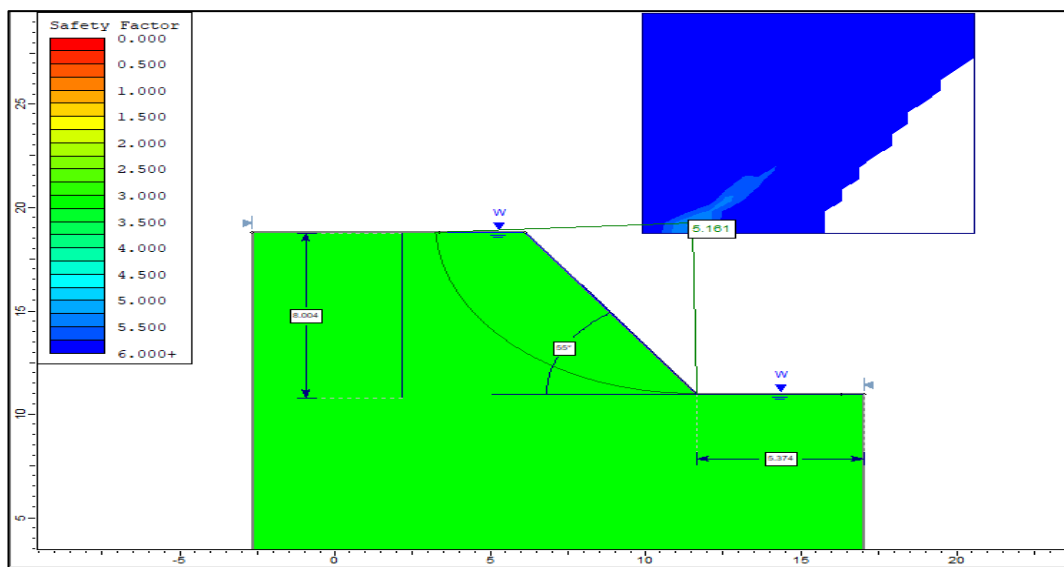


Gambar 42. Rekomendasi Lereng *Single Slope* Material *Sandstone* Kondisi Statis

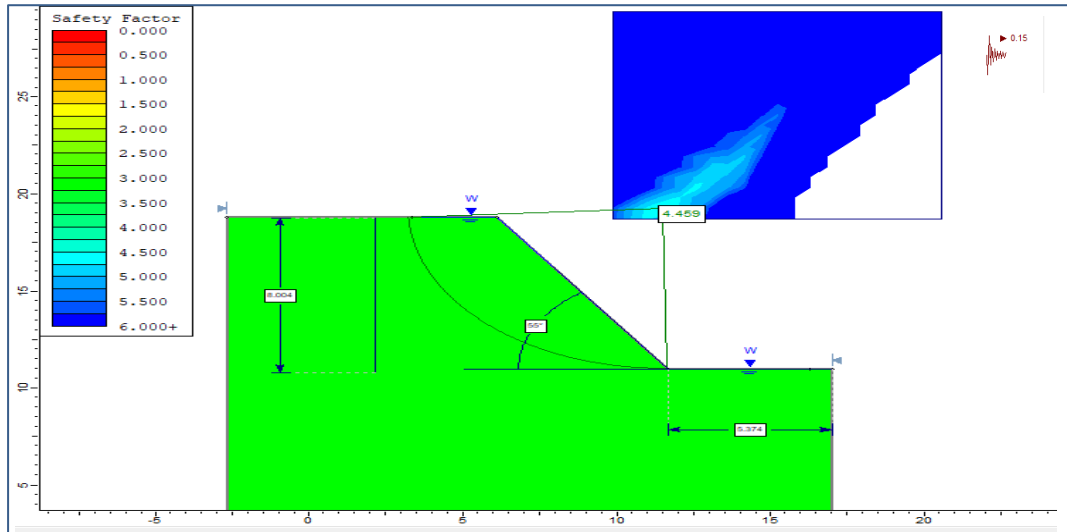


Gambar 43. Rekomendasi Lereng *Single Slope* Material *Sandstone* Kondisi Dinamis

Pada material *Hard Clasytone* memiliki nilai bobot isi sebesar 18.56 kN/m³, dengan kohesinya sebesar 127.1 kPa dan sudut geser dalamnya sebesar 25.25 deg. Rekomendasi geometri lereng secara *Single Slope* dibentuk dengan lebar *Bench* yaitu 5 m, dengan sudut kemiringannya yaitu 55°. Memiliki tinggi lereng 8 m. Setelah dianalisis, pada kondisi statis nilai faktor keamanan diketahui yaitu bernilai FK 5.161 dapat dilihat pada (**Gambar 44**), sedangkan pada kondisi dinamis dengan lebar *Bench* dan sudut kemiringan yang sama dihasilkan nilai FK yaitu 4.459 dilihat pada (**Gambar 45**). Hasil analisis menunjukkan kondisi lereng dengan nilai faktor keamanan tersebut lereng dapat dikatakan Stabil.

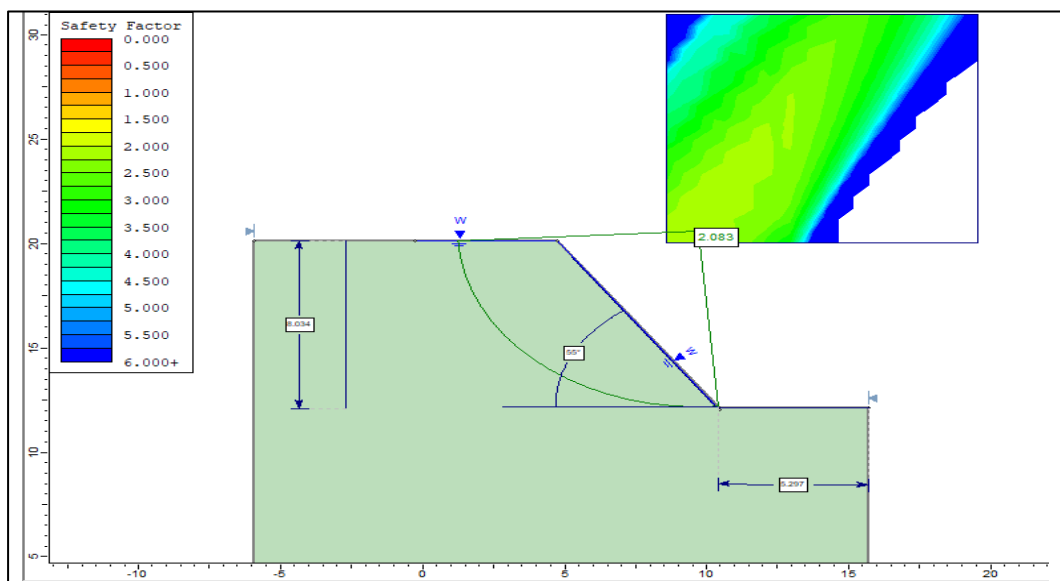


Gambar 44. Rekomendasi Lereng *Single Slope* Material *Hard Claystone* Kondisi Statis

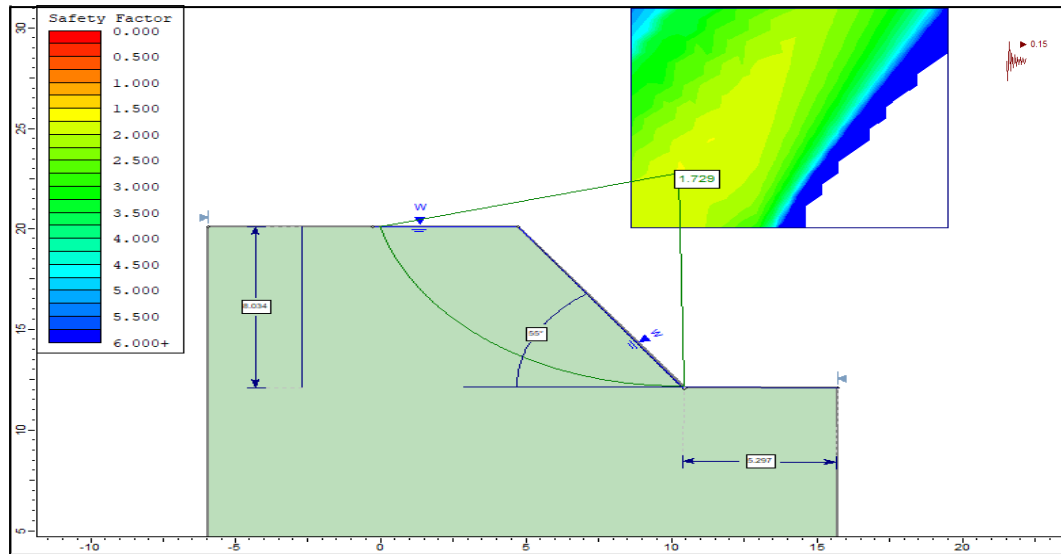


Gambar 45. Rekomendasi Lereng *Single Slope* Material *Hard Claystone* Kondisi Dinamis

Pada material *Weak Claystone* memiliki nilai bobot isi sebesar 18.15 kN/m³, dengan kohesinya sebesar 50.57 kPa dan sudut geser dalamnya sebesar 25.08 deg. Rekomendasi geometri lereng secara *Single Slope* dibentuk dengan lebar *Bench* yaitu 5 m, dengan sudut kemiringannya yaitu 55°. Memiliki tinggi lereng 8 m. Setelah dianalisis, pada kondisi statis nilai faktor keamanan diketahui yaitu bernilai FK 2.083 dapat dilihat pada (**Gambar 46**), sedangkan pada kondisi dinamis dengan lebar *Bench* dan sudut kemiringan yang sama dihasilkan nilai FK yaitu 1.729 dilihat pada (**Gambar 47**). Hasil analisis menunjukkan kondisi lereng dengan nilai faktor keamanan tersebut lereng dapat dikatakan Stabil.

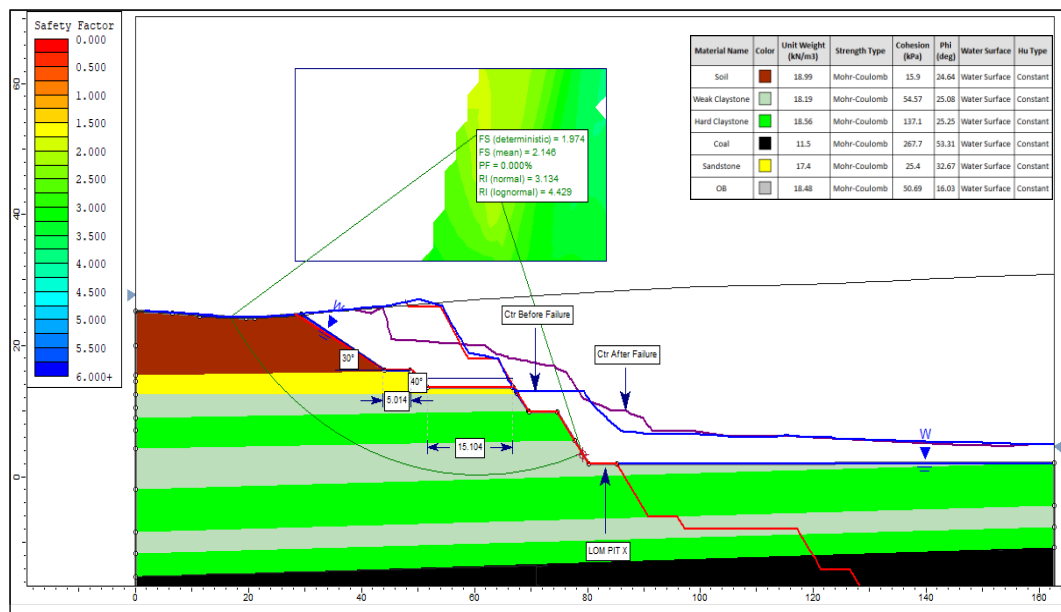


Gambar 46. Rekomendasi Lereng *Single Slope* Material *Weak Claystone* Kondisi Statis

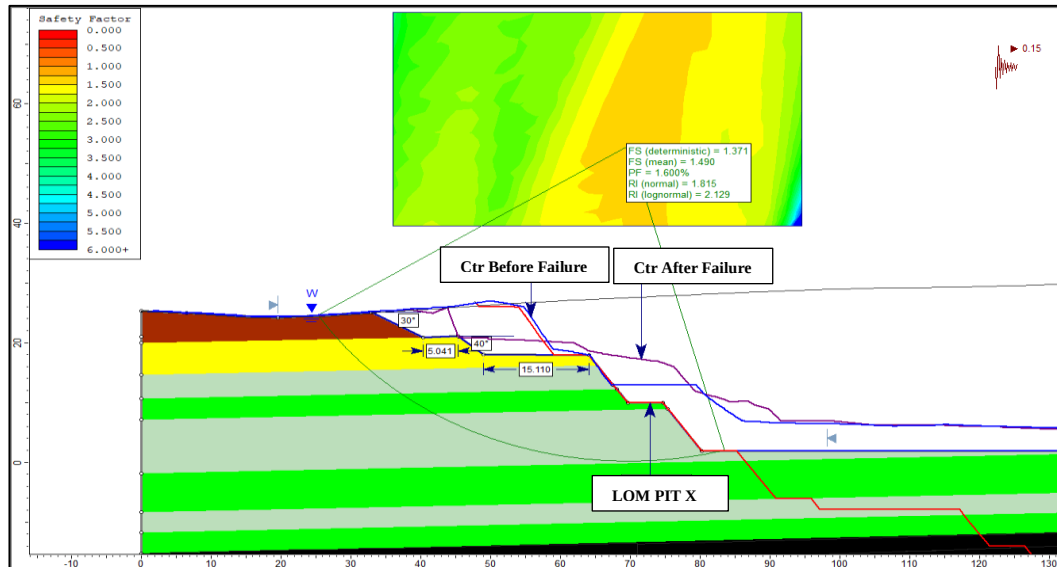


Gambar 47. Rekomendasi Lereng *Single Slope* Material *Weak Claystone* Kondisi Dinamis

Hasil analisis kestabilan lereng secara *Single Slope* pada setiap material penyusun lereng menunjukkan nilai faktor keamanan yang dapat dikatakan stabil. Berdasarkan hasil analisis tersebut kemudian dilakukan analisis secara *Overall Slope*. Analisis lereng secara *Overall Slope* pada area *Side Wall* Selatan menunjukkan adanya perubahan nilai faktor keamanan. Diketahui berdasarkan analisis tersebut diperoleh nilai faktor keamanan pada kondisi statis yaitu 1.974, dengan nilai Probabilitas Kelongsoran (PoF) sebesar 0 % dilihat pada (**Gambar 48**). Sedangkan pada kondisi dinamis diperoleh nilai faktor keamanan 1.371 dan nilai probabilitas kelongsoran PoF 1,6 % dilihat pada (**Gambar 49**).



Gambar 48. Hasil Rekomendasi Geometri Lereng *Section A-A'* Kondisi Statis



Gambar 49. Hasil Rekomendasi Geometri Lereng *Section A-A'* Kondisi Dinamis

Setelah dilakukan analisis kestabilan lereng pada area *Side Wall* Selatan, berdasarkan rekomendasi lereng secara *Single Slope* dan *Overall Slope* kondisi lereng dalam keadaan statis dan dinamis memiliki nilai faktor keamanan dan probabilitas kelongsoran serta kondisi longsor yang terjadi pada daerah penelitian yang dapat dilihat pada **(Tabel 8)** sebagai berikut.

Tabel 8. Nilai Faktor Keamanan dan Probabilitas Kelongsoran Pada Rekomendasi Geometri Lereng Secara *Single Slope* dan *Overall Slope* Berdasarkan Kepmen 1827K/20/MEM 2018

Jenis Lereng	Penampang	Tinggi Lereng (m)	Sudut Lereng (°)	Keparahan Longsor	Faktor Keamanan Statis	Faktor Keamanan Dinamis	Probabilitas Longsor (%)
Tunggal (<i>Single Slope</i>)	A-A'	8	30°	Rendah	1.335	1.011	0%
		3	40°	Rendah	3.432	2.660	0 %
		8	55°	Rendah	5.161	4.459	0%
Keseluruhan (<i>Overall Slope</i>)	A-A'	8	30°	Rendah	1.974	1.371	1.6 %
		3	40°	Rendah	1.974	1.371	1.6 %
		8	55°	Rendah	1.974	1.371	1.6 %