

Gambar 2.10 Konseptual model yang berupa blok diagram (Thomas, 2011).

### 2.9.5 Pemodelan Numerik

Pemecahan permasalahan aliran air tanah dengan metode numerik atau dapat juga disebut sebagai cara diskret diwujudkan dalam model numerik aliran air tanah. Penyelesaian ini memerlukan diskretisasi domain solusi, yang berarti membagi-bagi daerah kasus / sistem akuifer menjadi grid-grid dengan ukuran X dan Y masing-masing pada sumbu X dan Y. Proses diskretisasi domain menurut Anderson dan Woessner (1992) dibagi menjadi dua, yaitu diskretisasi blok / *block centered* grid dan diskretisasi titik yang berhubungan / *mesh-centered* grid. Pada diskretisasi blok semua harga parameter sistem yang digunakan sebagai masukan model terletak di titik tengah blok, sedangkan pada jaringan diskretisasi titik terletak pada titik di keempat sisi blok (Thomas, 2011).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian merupakan suatu kegiatan pengamatan atau penyelidikan yang dilakukan pada suatu objek terencana atau terarah untuk mendapatkan suatu hasil penelitian. Penyelesaian penelitian dilakukan secara bertahap dan sistematis. Metode penelitian menjelaskan mengenai tahapan-tahapan tersebut yang terdiri dari persiapan, pengambilan data, dan pengolahan data.

#### **3.1 Persiapan**

Tahapan persiapan meliputi kegiatan-kegiatan pendahuluan sebelum dilakukan penelitian. Tahapan persiapan dibagi dalam beberapa tahapan, antara lain:

**B. Administrasi**

Pengurusan segala keperluan administrasi dan perizinan yang terkait dengan kegiatan penelitian kepada pihak-pihak yang terkait.

**C. Perumusan masalah**

Perumusan masalah dibuat untuk menentukan permasalahan-permasalahan dan batasan-batasan yang akan dibahas dalam penelitian. Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini mengenai bagaimana karakterisasi lereng batuan dan tingkat kestabilan lereng *sidewall*.

**D. Studi pustaka**

Studi pustaka dilakukan untuk mempersiapkan teori-teori penelitian secara umum, yaitu dengan mengkaji buku-buku, jurnal-jurnal, maupun jenis literatur lainnya yang berkaitan dengan topik penelitian yaitu kestabilan lereng tambang.

### 3.2 Pengambilan Data

Kegiatan pengambilan data dilakukan untuk memperoleh data yang mendukung penelitian dan untuk mengamati kondisi umum daerah penelitian yang berada di PT Bukit Baiduri Energi, Pit Merandai. Mengobservasi daerah penelitian dengan menentukan lereng yang berpotensi terjadinya kelongsoran untuk selanjutnya dijadikan lokasi penelitian, yaitu lereng *Sidewall* Utara.

Data yang diambil untuk diolah dalam penelitian ini merupakan data sekunder. Menurut Sugiyono (2010) data sekunder adalah sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau lewat dokumen. Data sekunder yang diambil berupa data:

1. Desain *Pit*

Desain *Pit* diberikan oleh departemen *mineplan* PT BBE merupakan desain final.

Desain *Pit* digunakan untuk membuat desain geometri lereng sebagai input model lereng.

2. Properti Material

Properti material mencakup data sifat fisik dan mekanis batuan penyusun lereng.

3. Curah hujan

Data curah hujan diberikan oleh perusahaan merupakan data curah hujan Bulanan dari tahun 2010-2019.

4. Litologi

Data logging bor yang berada di Pit Merandai untuk mengetahui stratigrafi (penyusun batuan)

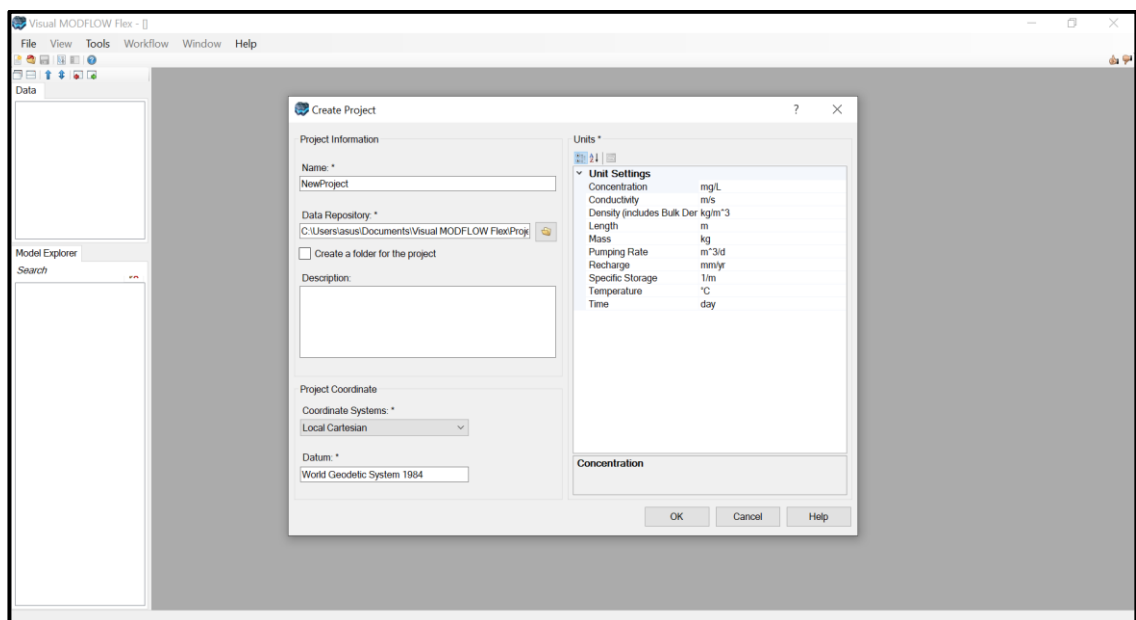
### 3.3 Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data terdapat dua tahapan yaitu prediksi fluktuasi muka air tanah menggunakan *software Visual Modflow Flex 7.1* dan hasil dari prediksi fluktuasi muka air tanah dijadikan data input untuk menganalisis kestabilan lereng dengan menggunakan *software Geostudio 2018 (Slope/W)* dalam menentukan nilai faktor keamanan lereng yang akan dianalisis. Tahapan pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini, yaitu:

#### 3.3.1 Analisis Prediksi Fluktuasi Muka Air Tanah (*Visual Modflow Flex*)

Adapun langkah–langkah pengerjaan *software Visual Modflow Flex* adalah sebagai berikut:

1. Buka *software Visual Modflow Flex*
2. Pilih File, Project Baru. Setelah itu ubah sistem koordinat menjadi UTM Zone 50S (WGS 1984) disesuaikan dengan wilayah pengamatan.

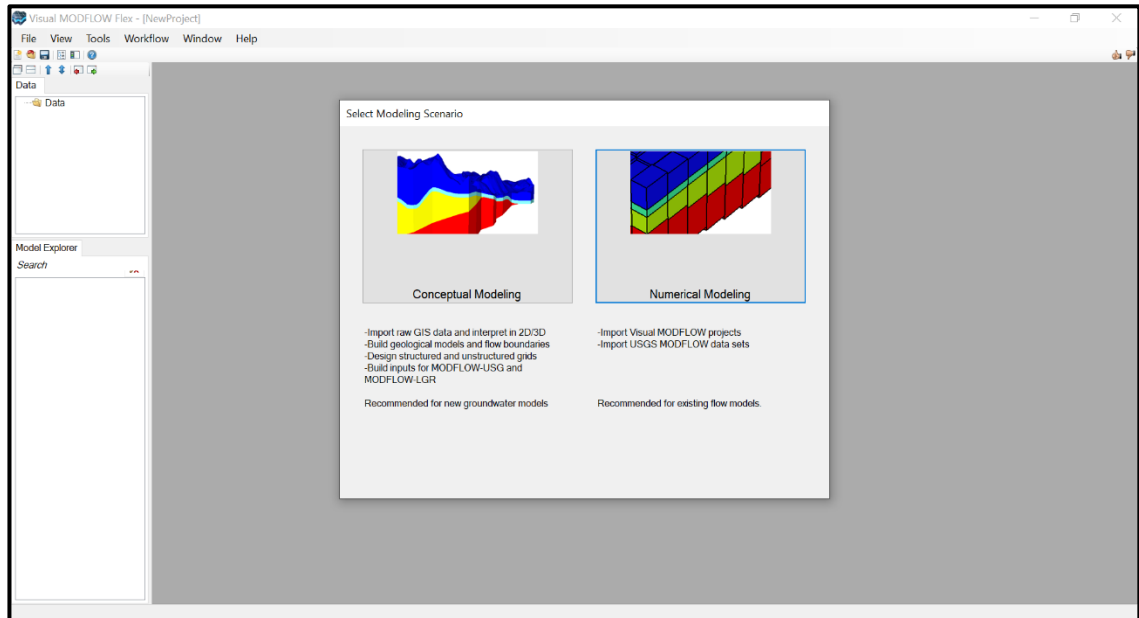


Gambar 3.1 *Layout* Koordinat Sistem

3. Pemodelan *Visual Modflow* terdapat 2 pilihan yaitu *conceptual modeling* serta *numerical modeling*. *Conceptual modeling* digunakan untuk memulai konsep

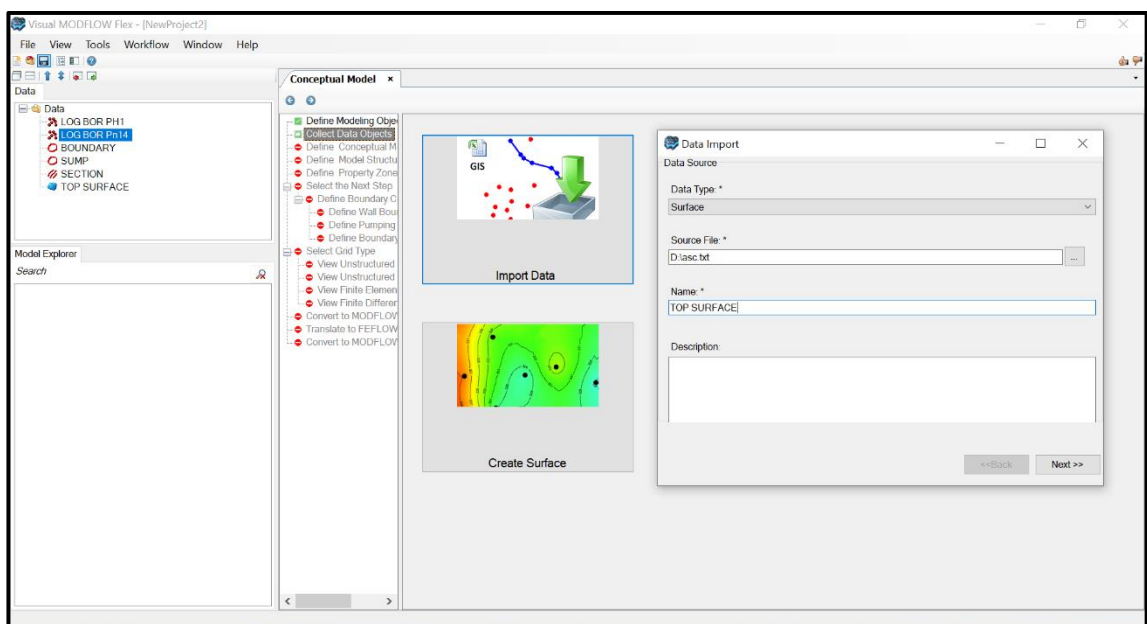


pemodelan sedangkan pada *numerical modeling* pemodelan dibuat dengan konsep berbasis *numeric* dan merupakan tahapan lanjutan setelah pembuatan *conceptual modeling*.



Gambar 3.2 Pemilihan Modeling

4. Setelah itu masukkan tanggal memulai observasi atau pengamatan
5. Masukkan data *boundary*, *logging bor*, *sump*, serta *surface* berdasarkan jenis data.



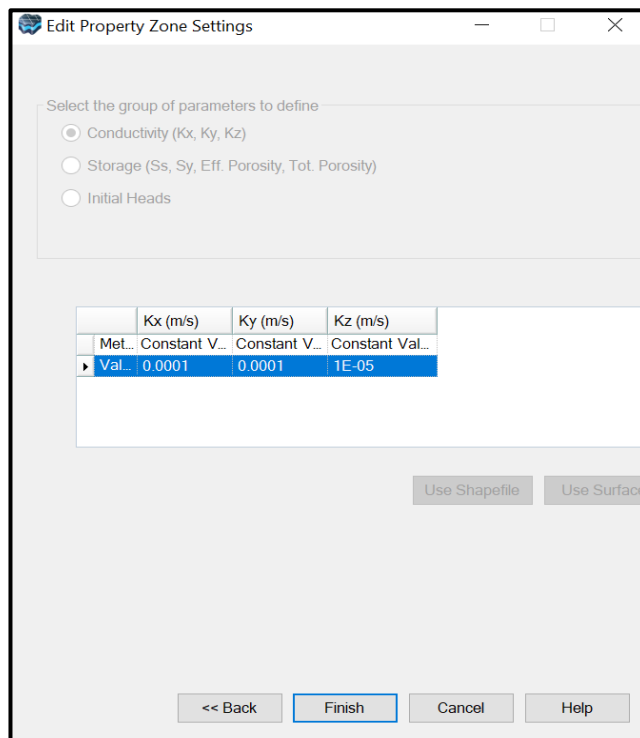
Gambar 3.3 Pengimputan Data

6. Membuat pemodelan struktur yaitu berupa susunan *surface* atau layer. Dalam tahapan kali ini, mengimput data log bor yaitu PH1 dan PN14 yang digeneralkan menjadi 4 perlapisan litologi yaitu *bottom sandstone* -38.68 dan log bor Pn14 dengan elevasi litologi *bottom sandstone* yaitu -4.18. Pembuatan *surface* ini dilakukan sebanyak 4 kali dengan susunan litologi *sandstone 1*, *siltstone*, *coal*, dan *sandstone 2*.

LOG BOR PH 1			LOG BOR PN14		
General Lithology	Top	Bottom	General Lithology	Top	Bottom
sandstone1	19	-38.68	Sandstone1	10.53	-4.18
siltstone1	-38.68	-82.67	SiltStone2	-4.18	-15.79
Coal 1 (3m)	-82.67	-85.52	Coal1 (3m)	-15.79	-19.16
sandstone2	-85.52	-112.13	Sandstone2	-19.16	-27.00

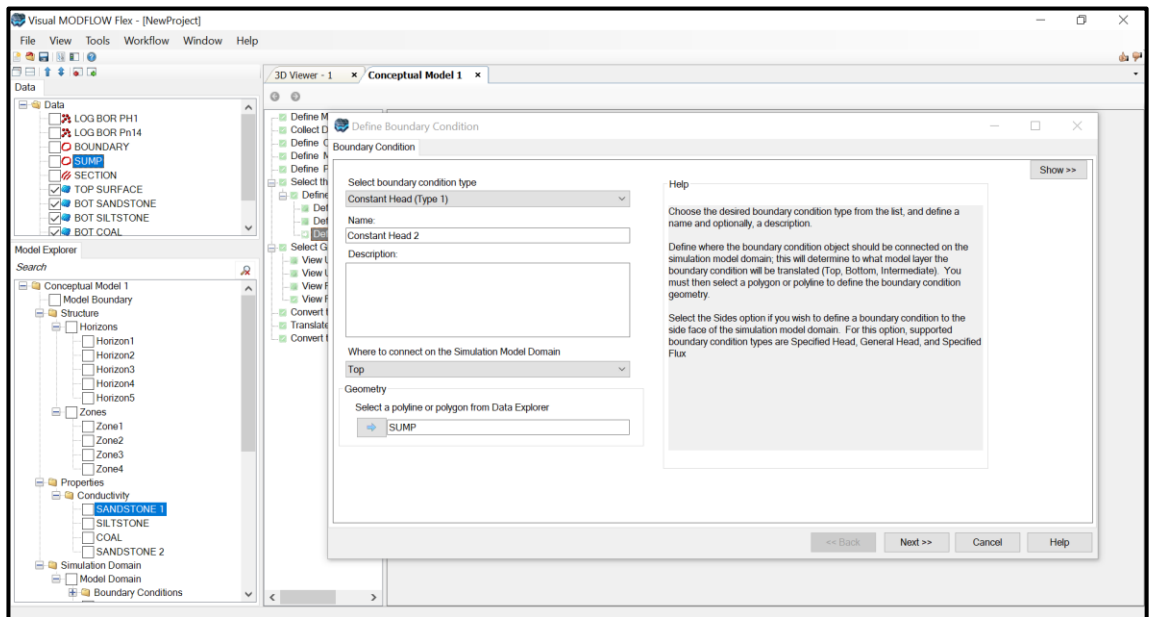
Gambar 3.4 Data Top dan Bottom Litologi

7. Memasukkan nilai konduktivitas hidrolik berupa Kx, Kyd dan Kz berdasarkan zona struktur. Yang dimaksud zona struktur adalah litologi layer. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5



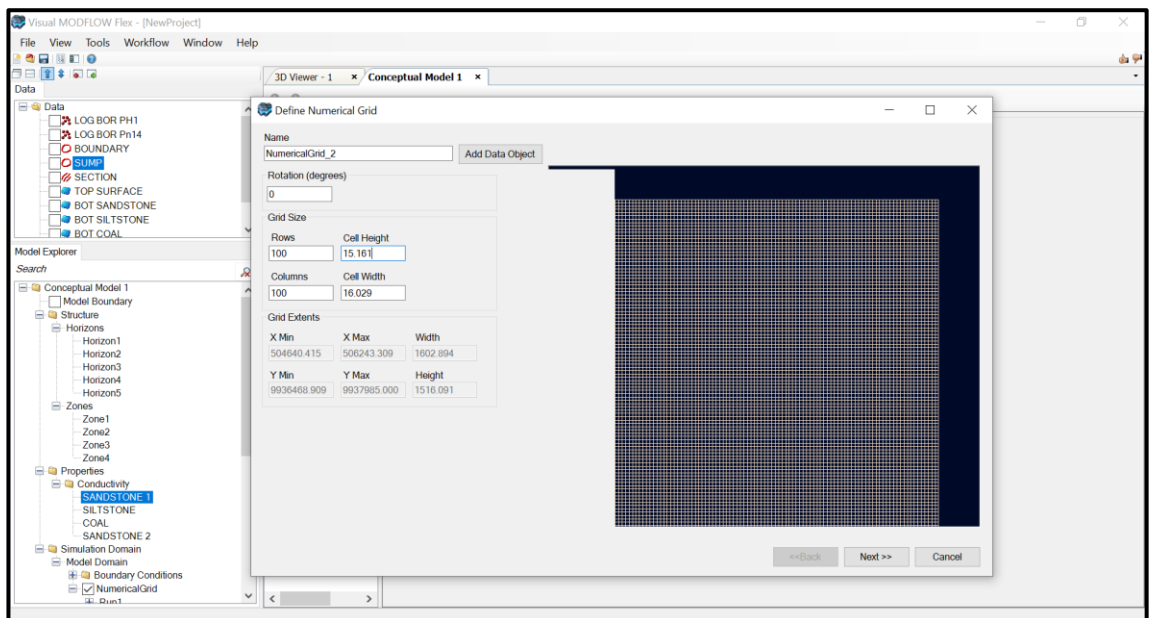
Gambar 3.5 Input Nilai Konduktivitas Hidrolik

- Masukkan data *boundary condition* berupa *constant head*, *general head* dan *recharge*. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.6



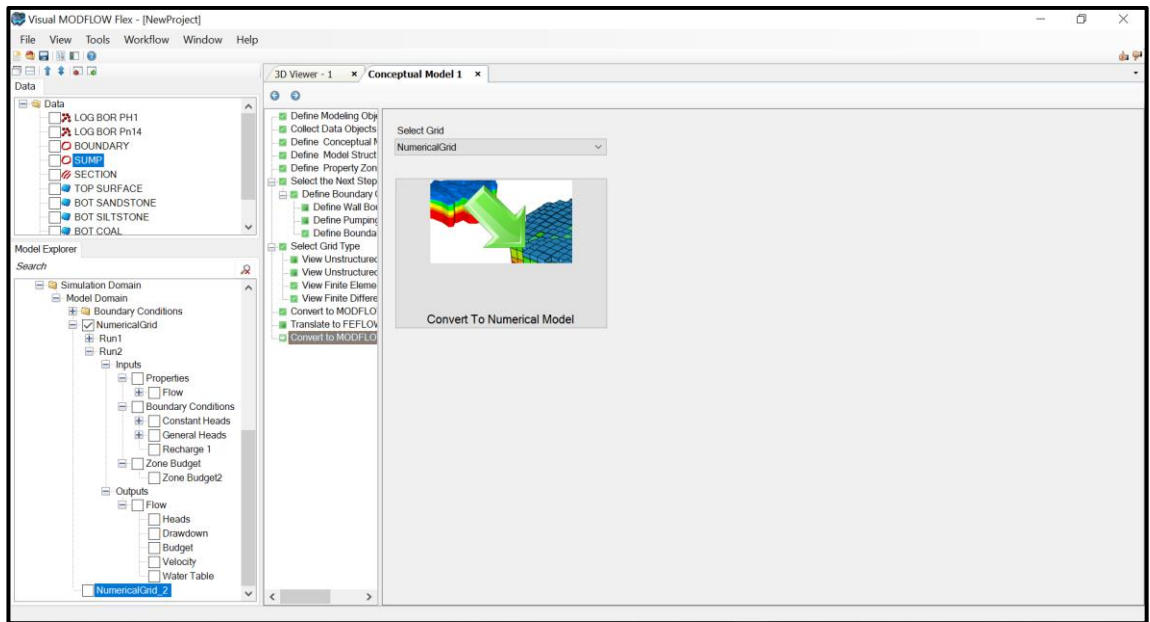
Gambar 3.6 *Boundary Condition*

- Menentukan tipe grid, yaitu menentukan kolom dan baris untuk penampang. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.7



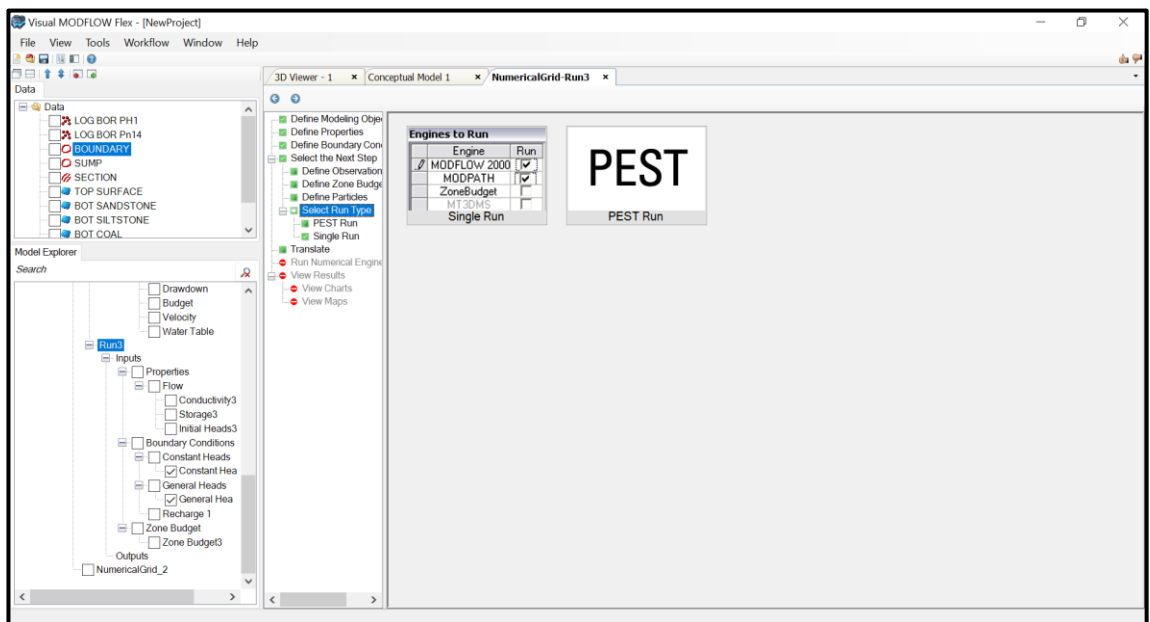
Gambar 3.7 *Numerical Grid*

- Convert ke *numerical modeling*. Tahap *convert ke numerical* ditunjukkan pada Gambar 3.8.



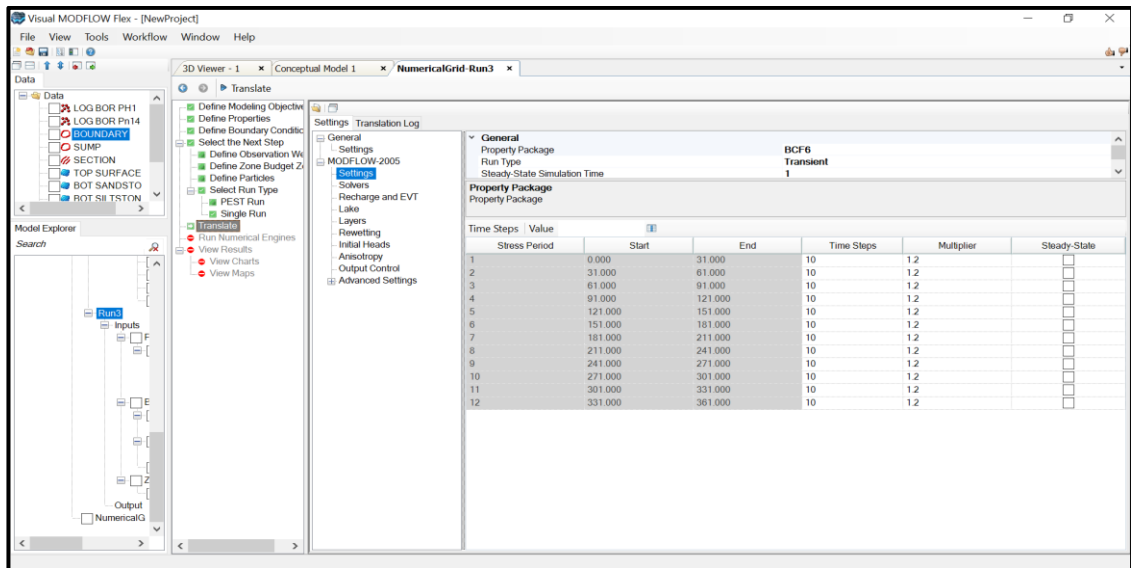
Gambar 3.8 *Convert Numerical Model*

11. Setelah memasukkan data, *running* pemodelan *Visual Modflow Flex* dengan memilih *single run*. Dapat dilihat pada Gambar 3.10



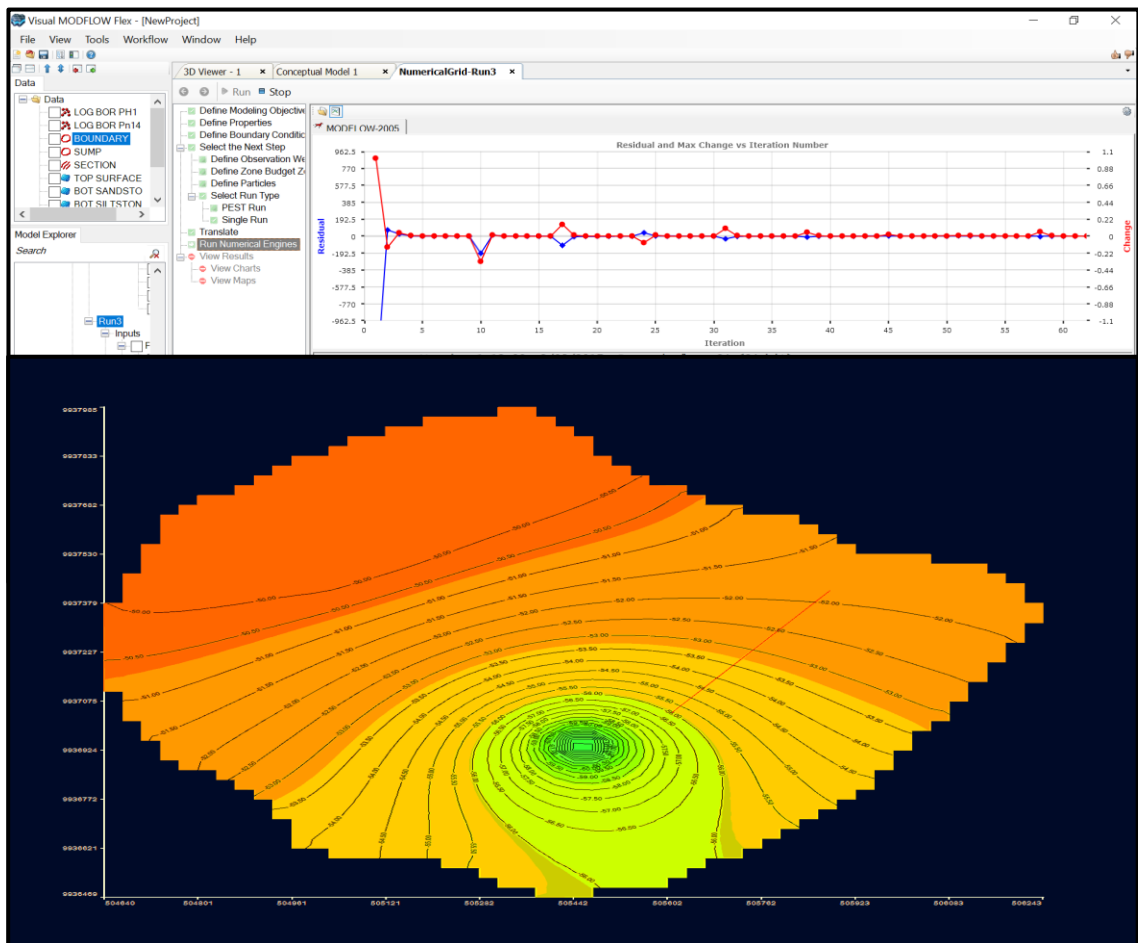
Gambar 3.9 *Single Run Type*

12. Ubah menu *setting* pada tahap *translate* dengan memasukkan data *transient* curah hujan selama 12 Bulan.



Gambar 3.10 *Layout Setting* pada tahap *Translate*

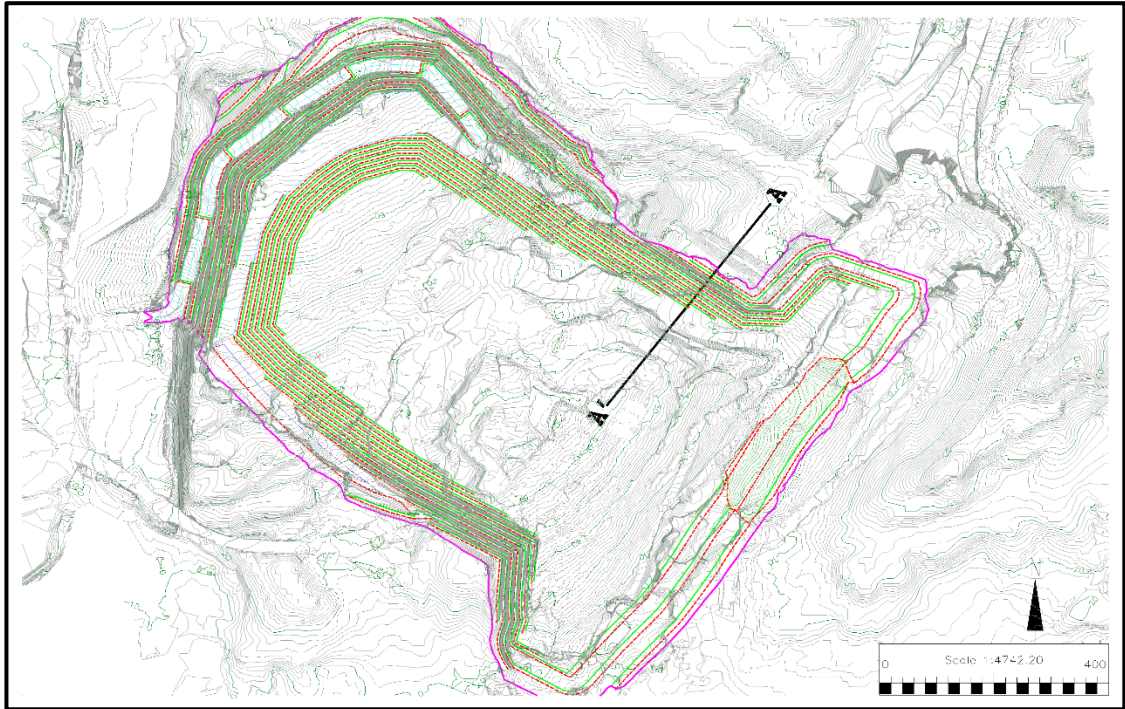
- Setelah melakukan tahap translate, lanjut ke proses *running* dan *view maps* untuk melihat hasil kenaikan muka air tanah.



Gambar 3.11 *Layout Run* dan Hasil Kenaikan MAT

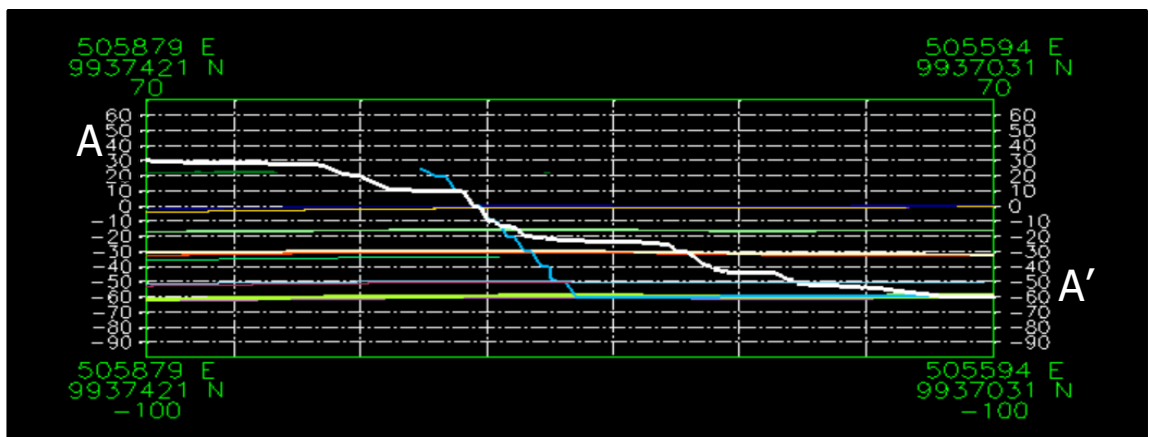
### 3.3.2 Penampang Lereng Keseluruhan *Sidewall* Utara (*Minescape* 4.118)

Pembuatan penampang dengan perangkat lunak *Minescape* 4.118 merupakan tahapan sebelum dilakukan proses analisis kestabilan lereng dengan input data berupa desain *Pit* serta data topografi lokasi penelitian.



Gambar 3.12 Penampang Lereng *Sidewall* Utara

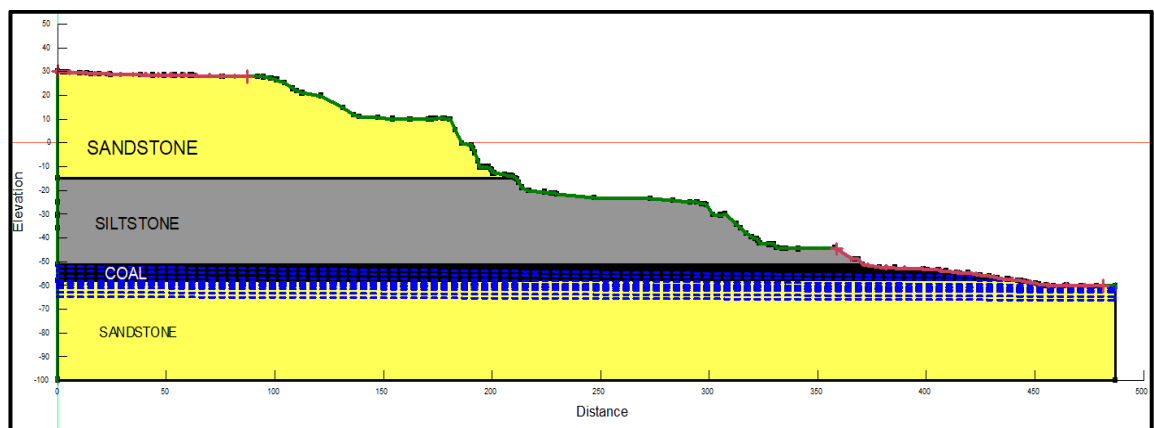
Penampang dibuat pada area kritis dari lokasi *Pit*, dimana pada *sidewall* utara *Pit* merandai telah dibuat 1 penampang yaitu titik A—A'. Setelah penampang telah dibuat pada perangkat lunak *Minescape* 4.118 dan disimpan dengan format .dxf, maka hasilnya telah siap untuk digunakan sebagai objek analisis pada perangkat lunak *Geostudio* 2018.



Gambar 3.13 Hasil Penampang Titik A—A'

### 3.3.3 Analisis Kestabilan Lereng (*Geostudio 2018-Slope/W*).

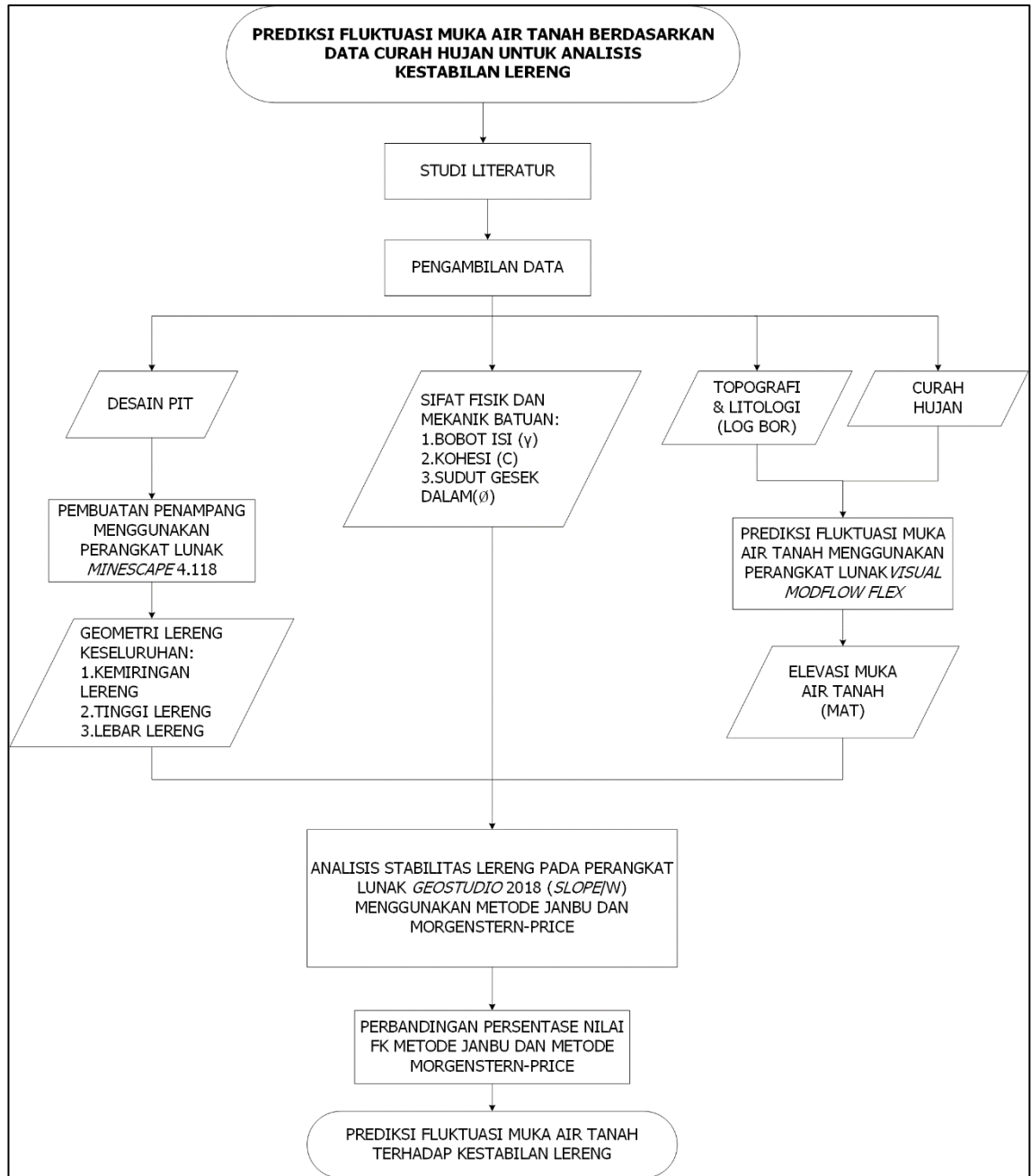
Dalam analisis faktor keamanan lereng desain akhir tahun 2019, analisis dilakukan pada lereng *sidewall* utara. Analisis dilakukan dengan mengambil desain final dari *Pit* yang diolah menggunakan perangkat lunak *Minescape 4.118*. Desain tersebut berisi informasi geometri lereng dari penampang yang meliputi ketinggian lereng, lebar lereng dan kemiringan lereng berdasarkan topografi aktual, *overall slope* dan *individual slope*.



Gambar 3.14 Geometri Lereng Pada *software* geostudio 2018 (*Slope/W*).

Apabila desain telah diperoleh kemudian diolah menggunakan perangkat lunak *Geostudio 2018 (Slope/W)* dengan parameter masukan berupa *material boundary* terdiri atas setiap massa batuan yang telah dideskripsi dengan ketebalan yang berbeda pada *section* dan juga nilai properti material. Secara garis besar keseluruhan tahap dan metode dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.15.





Gambar 3.15 Diagram alir penelitian



## **BAB IV**

# **PREDIKSI FLUKTUASI MUKA AIR TANAH TERHADAP KESTABILAN LERENG *SIDEWALL* UTARA**

### **4.1 Kondisi Lokasi Penelitian**

Kondisi daerah penelitian memiliki iklim tropis dengan curah hujan cukup besar dan bervariasi setiap tahunnya dan memiliki beberapa perlapisan batuan antara lain batupasir, batulanau, batulempung, batubara, dan lain-lain. Penelitian dilakukan pada lereng *sidewall* utara *Pit* Merandai yang merupakan bagian dari *site* PT. Bukit Baiduri Energi.

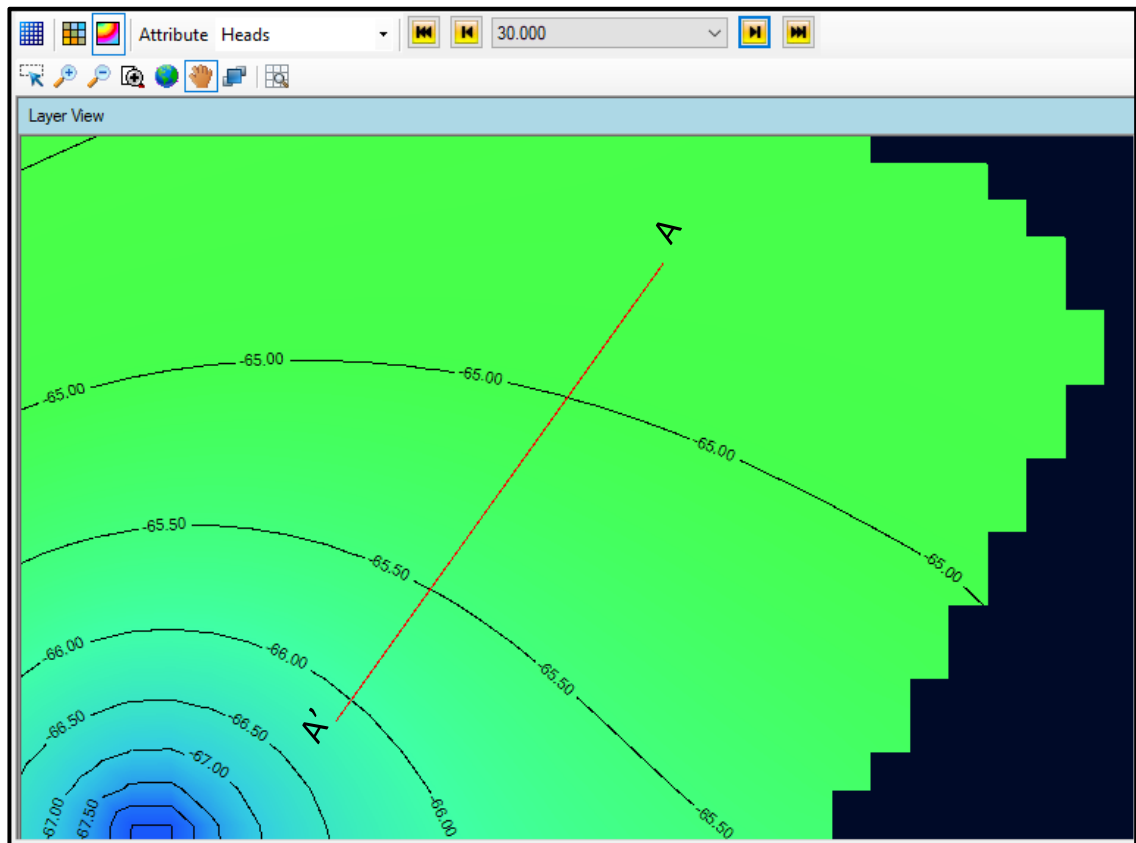
Stratigrafi lokal terdiri dari tiga formasi batuan, yaitu Formasi Balikpapan, Formasi Pulubalang, dan Formasi Bebuluh, namun pada lereng lokasi penelitian termasuk dalam Formasi Batuan Sedimen Pulubalang dengan material batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung dan batubara. Lereng *Sidewall* Utara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



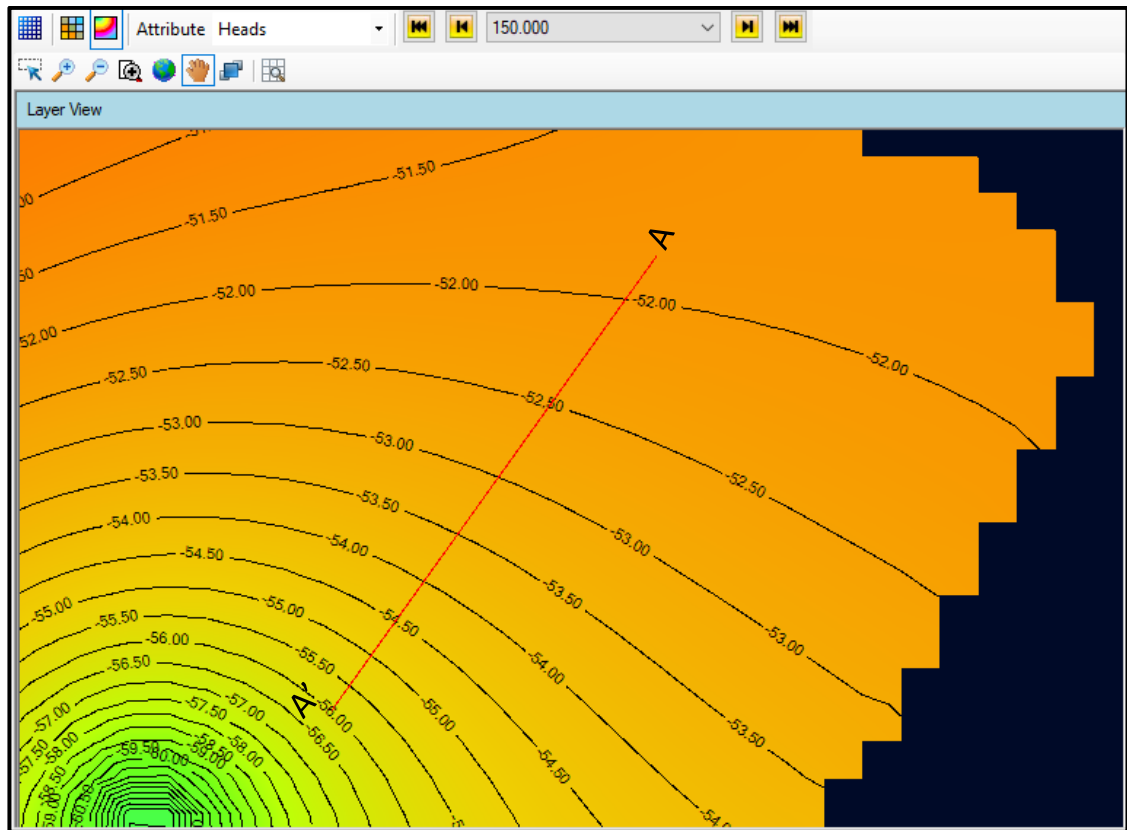
Gambar 4.1 Lokasi penelitian lereng *sidewall* utara.

## 4.2 Simulasi Prediksi Fluktuasi Muka Air Tanah (MAT)

Prediksi fluktuasi muka air tanah (MAT) di daerah penelitian dengan menggunakan perangkat lunak *Visual Modflow Flex* dilakukan sebanyak 12 Bulan yang menunjukkan perbedaan kenaikan MAT setiap Bulannya berdasarkan data curah hujan yang dapat dilihat pada Lampiran D, sedangkan untuk hasil elevasi MAT terendah -65 sampai -66 Mdpl pada Bulan Agustus dan hasil elevasi MAT tertinggi -52 sampai -56 Mdpl pada Bulan Desember dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan 4.3.



Gambar 4.2 Elevasi MAT Bulan Agustus (-65 Mdpl sampai -66 Mdpl)

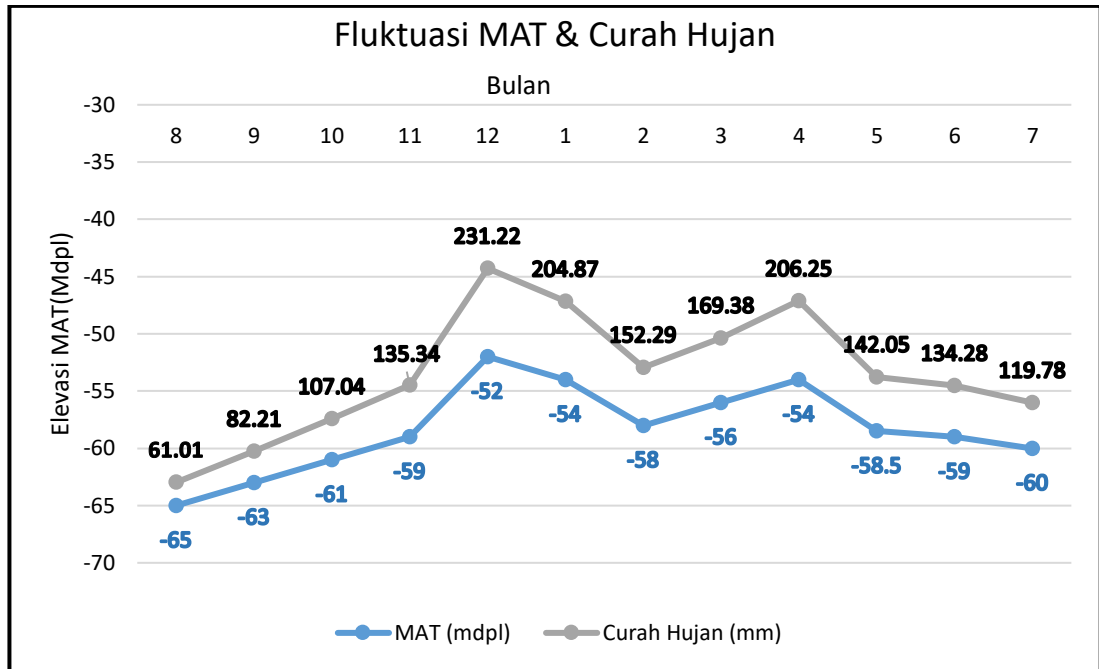


Gambar 4.3 Elevasi MAT Bulan Desember (-52 Mdpl sampai -56 Mdpl)

Hasil prediksi fluktuasi MAT berbanding lurus dengan data curah hujan. Pada Bulan Agustus sampai Desember elevasi MAT meningkat, kemudian pada Bulan Desember sampai Februari mengalami penurunan dan pada Bulan Februari sampai April mengalami kenaikan elevasi MAT, kemudian pada Bulan April sampai Juli mengalami penurunan Elevasi MAT. Fluktuasi MAT dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut:

Tabel 4.1 Fluktuasi MAT Berdasarkan Curah Hujan

Bulan	MAT (Mdpl)	Curah Hujan (mm)
Agustus	-65	61.01
September	-63	82.21
Oktober	-61	107.74
November	-59	135.34
Desember	-52	231.22
Januari	-54	204.87
Februari	-58	152.29
Maret	-56	169.38
April	-54	206.25
Mei	-58,5	142.05
Juni	-59	134.28
Juli	-60	119.78

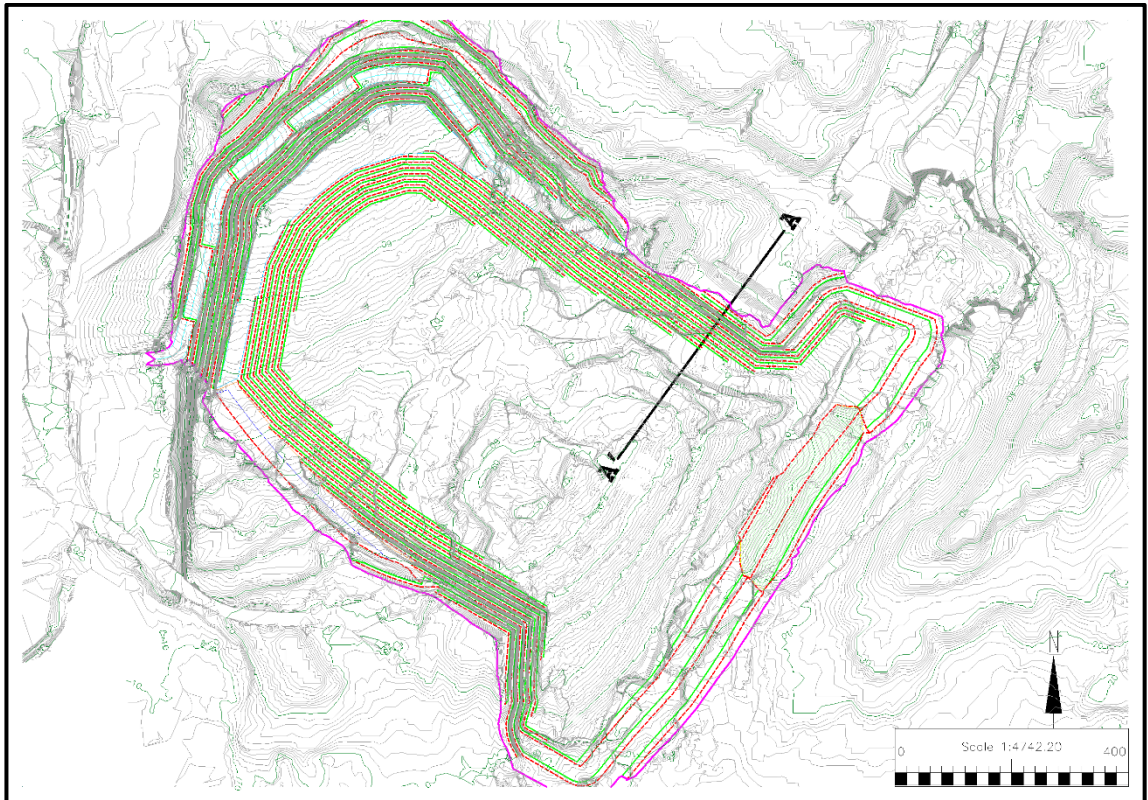


Gambar 4.4 Grafik Fluktuasi MAT & Curah Hujan

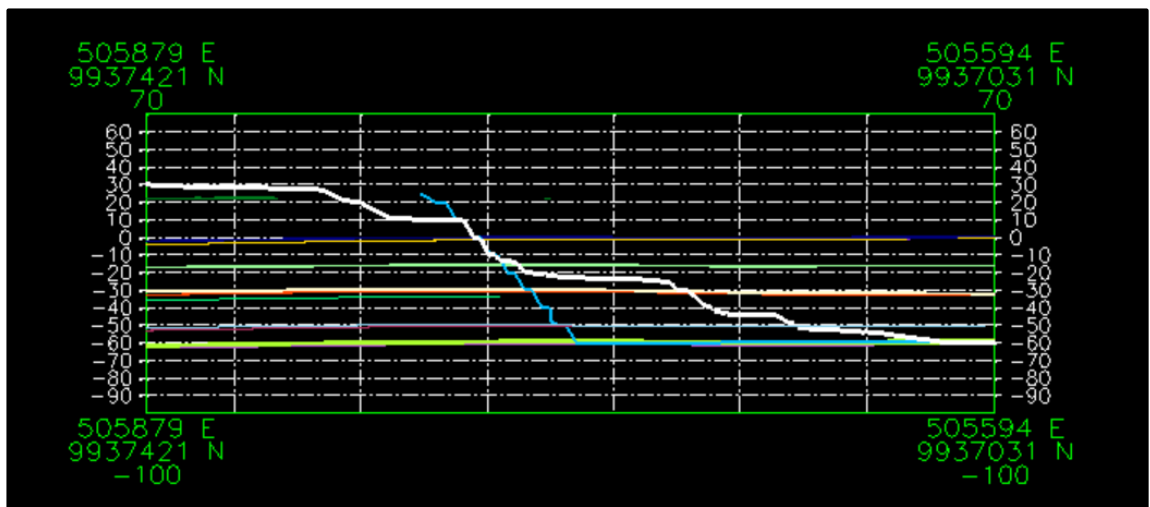
### 4.3 Penampang Lereng *Sidewall* Utara *Pit* Merandai

Pemodelan penampang dibuat berdasarkan pada topografi aktual dan desain *Pit* yang merepresentasikan kondisi *Pit* Merandai saat ini. Pembuatan penampang ini menggunakan perangkat lunak *Minescape* 4.118 dengan memasukkan data desain *Pit*. Penentuan penampang didasarkan pada penilaian daerah kritis dengan membuat penampang yaitu titik A—A' dengan panjang garis yang sama mengarah dari utara ke selatan.

Penampang melintang yang telah dibuat pada perangkat lunak *Minescape* 4.118 kemudian disimpan dengan format *.dxf* untuk dapat di-*import* pada perangkat lunak *Geostudio* 2018. Penampang melintang ini menjadi acuan dalam pemodelan 2 (dua) dimensi dari geometri lereng dan bentuk lapisan material *sidewall* utara yang akan menjadi objek analisis kestabilan lereng pada perangkat lunak *Geostudio* 2018.



Gambar 4.5 Penampang Lereng pada perangkat lunak *Minescape* 4.118



Gambar 4.6 Geometri Lereng Penampang A—A'

#### 4.4 Kestabilan Lereng *Sidewall* Utara (Keseimbangan batas)

Berdasarkan data yang diperoleh dari perusahaan berupa data properti material (Lampiran C) dan irisan lereng *sidewall* utara, selanjutnya melakukan analisis

Kesetimbangan batas menggunakan perangkat lunak *Geostudio* 2018 dalam pengolahan datanya menggunakan Metode irisan *Janbu simplified Method* dan *Morgenstern-Price*.

#### 4.4.1 Data material isian lereng *sidewall* utara

Data material isian lereng *sidewall* utara didapatkan melalui data perusahaan. Secara umum material pengisi pada lereng *Sidewall* Utara PT BBE yang menjadi lokasi penelitian dibedakan berdasarkan lapisan batuan, diketahui material lereng hanya disusun oleh lapisan batuan *Sandstone*, lapisan batuan *Siltstone*, dan lapisan batuan *Coal* yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Material isian lereng *Sidewall* Utara

Material	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	C(kPa)	$\phi$ (°)
<i>Sandstone</i>	17,08	57,20	25,60
<i>Siltstone</i>	17,33	49,21	25,75
<i>Coal</i>	13	150	12,50

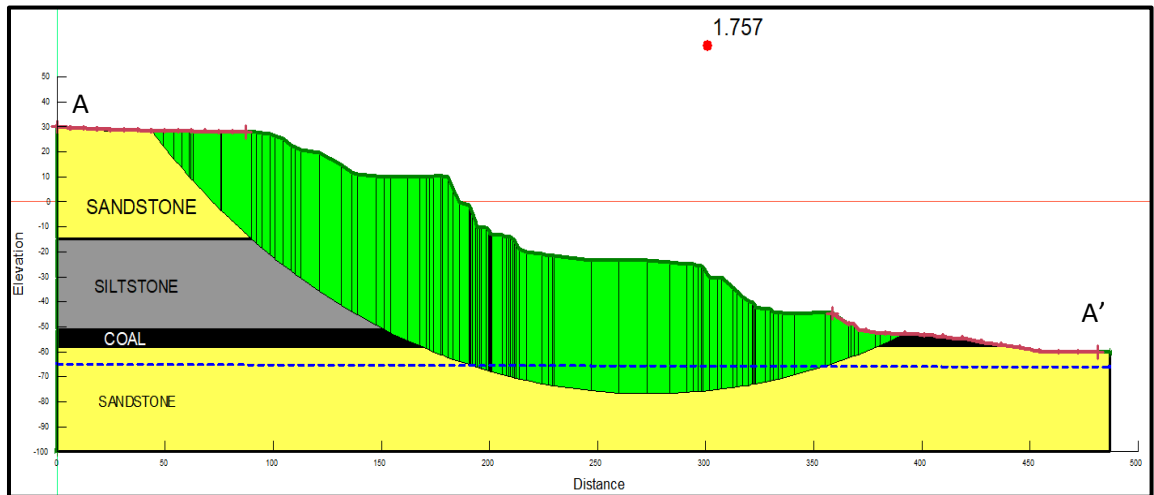
Berdasarkan hasil sayatan didapatkan geometri lereng lereng *Sidewall* Utara memiliki lebar lereng 483,09 meter, tinggi 129,76 meter, kemiringan *overall slope* 13°, dan dengan lokasi penelitian yang memiliki intensitas hujan yang berbeda setiap Bulannya. Analisis kestabilan lereng ini dilakukan berdasarkan hasil fluktuasi muka air tanah berdasarkan data curah hujan selama 12 Bulan. Analisis pertama dilakukan pada Bulan Agustus yang merupakan patokan awal muka air tanah terendah berdasarkan data curah hujan yang terendah.

Muka air tanah terendah berada pada Bulan Agustus dengan elevasi MAT -65 Mdpl dan mengalami perubahan kenaikan muka air tanah setiap Bulannya dengan puncak kenaikan muka air tanah berada pada elevasi MAT -52 Mdpl di Bulan Desember.

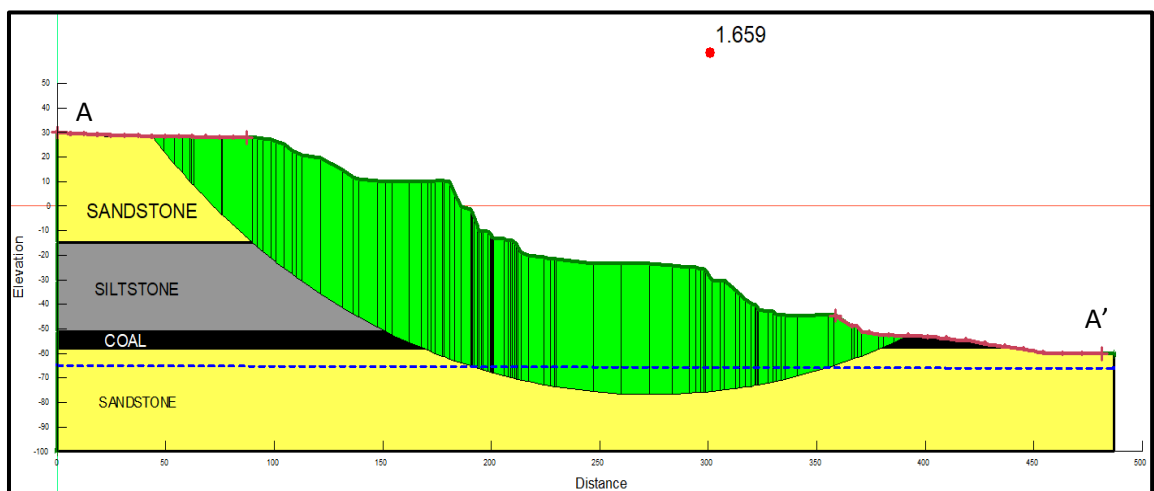
Adapun hasil analisis kestabilan lereng untuk setiap Bulannya dapat dilihat pada Lampiran E dan untuk hasil analisis kestabilan lereng pada Bulan Agustus (MAT terendah) dan Desember (MAT tertinggi) sebagai berikut:

#### 4.4.2 Kestabilan lereng Bulan Agustus (elevasi MAT -65 sampai -66 Mdpl).

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



Gambar 4.7 FK Metode Morgenstern-Price pada elevasi -65 sampai -66 Mdpl



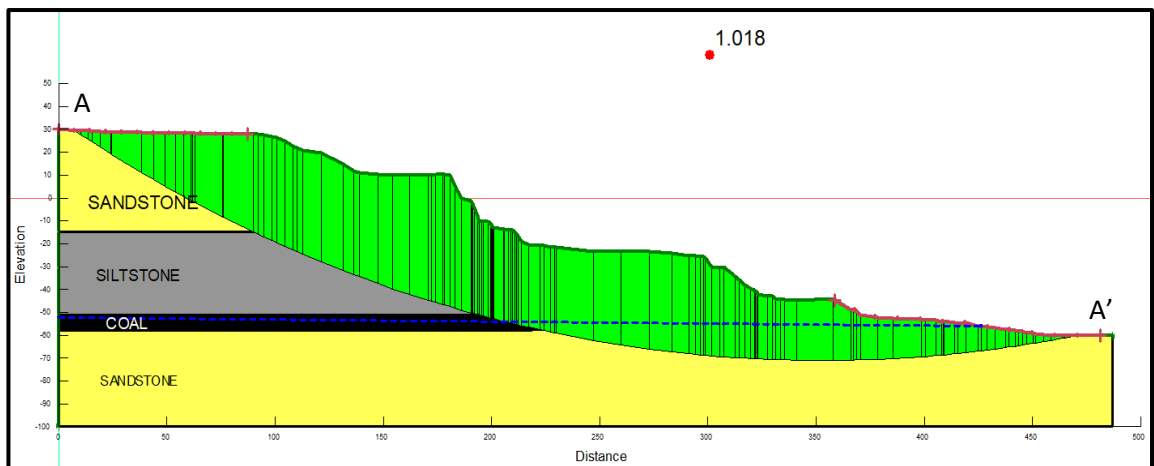
Gambar 4.8 FK Metode Janbu pada elevasi -65 sampai -66 Mdpl



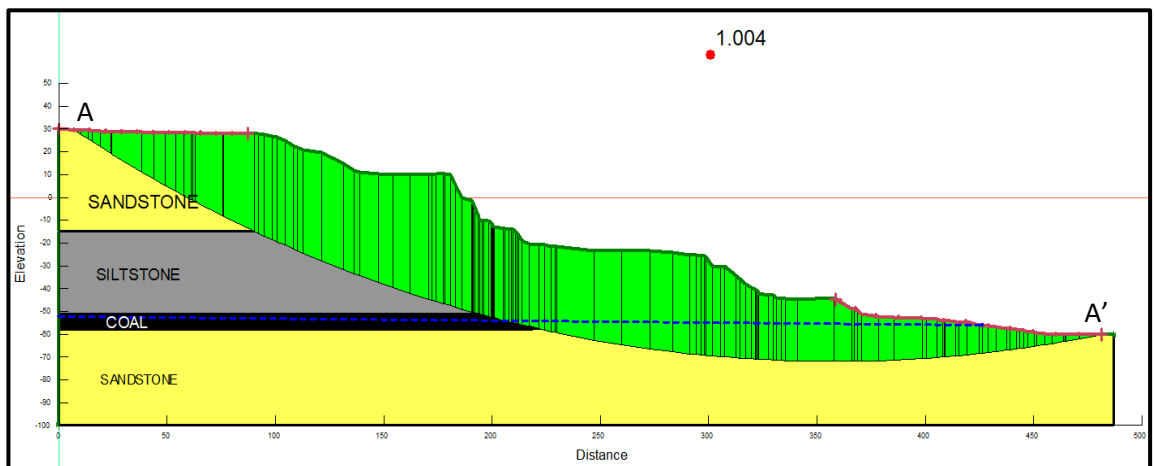
#### 4.4.3 Kestabilan lereng Bulan Desember (elevasi MAT -52 sampai -56 Mdpl)

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

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



Gambar 4.9 FK Metode Morgenstern-Price pada elevasi -52 sampai -56 Mdpl



Gambar 4.10 FK Metode Janbu pada elevasi -52 sampai -56 Mdpl



Tabel 4.3 Perbandingan nilai faktor keamanan (FK)

NO	BULAN	MAT (Mdpl)	FK MORGENSTERN	FK JANBU	SELISIH (%)
1	AGUSTUS	(-65) - (-66)	1,757	1,659	5,58
2	SEPTEMBER	(-63) - (-65)	1,632	1,584	2,94
3	OKTOBER	(-61) - (-63)	1,589	1,515	4,66
4	NOVEMBER	(-59) - (-61.5)	1,403	1,350	3,78
5	DESEMBER	(-52) - (-56)	1,018	1,004	1,38
6	JANUARI	(-54) - (-58)	1,168	1,143	2,14
7	FEBRUARI	(-58) - (-61)	1,297	1,255	3,24
8	MARET	(-56) - (-60)	1,227	1,199	2,28
9	APRIL	(-54) - (-58)	1,168	1,143	2,14
10	MEI	(-58.5) - (-61)	1,379	1,327	3,77
11	JUNI	(-59) - (-62)	1,432	1,373	4,12
12	JULI	(-60) - (-62.5)	1,513	1,448	4,30

Tabel Perbandingan nilai FK di atas dapat disimpulkan bahwa pada Bulan Agustus sampai pada Bulan November menghasilkan nilai  $FK > 1,3$  untuk kedua metode yang digunakan, pada Bulan Desember sampai pada Bulan April nilai FK yang dihasilkan dalam kondisi yang tidak stabil yaitu  $FK < 1,3$  kemudian pada Bulan Mei sampai Bulan Juli nilai FK yang dihasilkan kembali dalam kondisi aman yaitu  $FK > 1,3$ .

Hasil selisih rata-rata nilai FK dari kedua metode yang digunakan yaitu 3,36 % yang di mana Metode Morgenstern-Price memiliki nilai FK yang lebih tinggi daripada nilai FK yang dihasilkan pada Metode Janbu.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi fluktuasi muka air tanah dan analisis kestabilan lereng didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Fluktuasi MAT setiap Bulannya mengalami perubahan diakibatkan perbedaan nilai curah hujan. Hasil simulasi *Visual Modflow Flex* menunjukkan bahwa pada Bulan Agustus dengan elevasi MAT -65 sampai -66 Mdpl merupakan elevasi terendah sedangkan pada Bulan Desember merupakan elevasi MAT tertinggi yaitu -52 sampai 56 Mdpl.
2. Elevasi muka air tanah sangat mempengaruhi nilai faktor keamanan lereng. Hasil FK pada Bulan Agustus yang merupakan elevasi MAT terendah yaitu -65 sampai -66 Mdpl menghasilkan nilai FK 1,757 (Morgenstern-Price) dan FK 1,659 (Janbu) yang berarti kondisi lereng tersebut aman. Sedangkan pada Bulan Desember yang merupakan elevasi MAT tertinggi -52 sampai -56 Mdpl menghasilkan nilai FK 1,018 (Morgenstern-Price) dan 1,008 (Janbu) yang berarti kondisi lereng tersebut tidak aman.
3. Nilai faktor keamanan yang dihasilkan dari Metode Morgenstern-Price dan Janbu memiliki selisih rata-rata 3,36 % dengan nilai yang dihasilkan Metode Morgenstern-Price lebih tinggi daripada nilai yang dihasilkan Metode Janbu karena Metode Morgenstern-Price memperhitungkan semua syarat kesetimbangan yaitu kesetimbangan gaya dan momen.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan setelah melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pembaruan data terkait *properti material* penyusun lereng Pit Merandai terutama lereng *Sidewall* Utara yang rawan longsor;
2. Membuat paritan pada atas lereng untuk menghindari material batuan penyusun lereng terus terkena air yang dapat memengaruhi membuat massa batumannya menjadi jenuh;
3. Melakukan monitoring lereng agar mengetahui jika terjadi pergerakan lereng.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arif, I., 2016. *Geoteknik Tambang*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Arief, S., 2008. *Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Irisan*, Sulawesi Selatan.
- Asmaranto, R., 2012. *Identifikasi air tanah menggunakan metode resistivity (geolistrik with IP2WIN Software)*.
- Azizi, M, A., 2014. *Pengembangan Metode Penentuan Reliabilitas Kestabilan Lereng Tambang Terbuka di Indonesia*, Institut Teknik Bandung, Bandung.
- Brand, E. W., 1981. *Some Thoughts on Rain Induced Slope Failure. Proceedings of The Tenth International Conference of Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Stocklom, Swedia, Vol 3, 15-19 June.
- Bisri, M., 2012. *Studi Tentang Pendugaan Air Tanah, Sumur Air Tanah dan Upaya Dalam konservasi Air Tanah*. UB Press: Malang.
- Cruden, D.M., 1991. *A Simple Definition of Landslide. Bulletin Int. Assoc. for. Engineering Geology*.
- Darsono, Legowo, B., and Darmanto., 2017. *Identifikasi Potensi Akuifer Tertekan Berdasarkan Data Resistivitas Batuan (Kasus: Kecamatan Sambirejo Kabupaten Sragen)*. Jurnal Fisika dan Aplikasinya, Volume 13.
- Frans, J.S., dan Nurfalaq, M.H., 2019. *Studi Geoteknik Pengaruh Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng Tambang Batubara, Indonesian Mining Professionals Journal Volume 1*, Nomor 1, Bulan November 2019, PERHAPI, Jakarta, 12– 21
- Giani, G.P., 1992. *Rock Slope Stability Analysis*. Rotterdam: A.A. Balkema Publishers.
- Hakam, A., 2004. *Stabilitas Lereng dan Dinding Penahan Tanah*. Padang. Universitas Andalas Press.
- Hardiyatmo, H.C., 2006. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*, Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Highway Research Board., 1978. *Landslides and Engineering Practice*. Washington D.C.: Committee on Landslide Investigation.
- Hoek, E., and Bray, J.W., 1981. *Rock Slope Engineering 3<sup>rd</sup> Ed*. The Institution Of Mining and Metallurgy, London.
- Karyono., 2004. *Kemantapan Lereng Batuan*. Diklat Perencanaan Tambang Terbuka. Bandung: Universitas Islam Bandung.
- Kepmen, E.S.D.M., No 1827. K/30/MEM/2018. *Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik*. 2018. Lampiran II Tentang Pedoman Pengelolaan Teknis Pertambangan.

- Krahn, J., 2004. *Stability Modeling with SLOPE/W : An Engineering Methodology*, GEO SLOPE International Ltd, Canada.
- Price, D.G., 2009. *Engineering Geologi : Principles and Practice*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Seegmiller, B.L., 1972. *Rock Stability Analysis at Twin Buttes*. In Cording, E. J., ed., *Stability of Rock Slopes: 13th Symposium-on Rock Mechanics*, American Society of Civil Engineers. Hal. 511-517.
- Senruni, V.S.R., 2016. *Analisis Perhitungan Tingkat Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Rock Mass Rating dan Slope Mass Rating pada Area West Wanagon Slope Stability di PT Freeport Indonesia*. Papua: Universitas Censrawasih.
- Syaeful, H., 2012. *Potensi dan Bentuk Bidang Runtuhan pada Lereng Tambang Terbuka*, Pusat Pengembangan Geologi Nuklir, Jakarta, Hal. 99-120.
- Terzaghi, K., 1950. *Mechanicsof Landslides, in Aplication of Geology to Engineering Practice*, Berkey Volume, Geological Society of America.
- Thomas, T., 2011. *Aplikasi Pemodelan Aliran Air Tanah Dalam Konsep Pengelolaan Airtanah Berbasis Cekungan*. RWTH Aachen University Germany.
- Varnes, D.J. 1978, *Slope Movement Types and Process, Special Report 176; Landslides; Analysis and Control*. Eds: R.L. Schuster dan R.J. Krizek, Transport Research Board, National Research Council, Washigton, DC.
- Wardana I.G.N., 2011. *Pengaruh Perubahan Muka Air tanah Terasering terhadap Perubahan Kestabilan Lereng*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol.15 No.1 Januari 2011, Bali.
- Wattimena, R.A., 2017. *Mekanika Batuan dan Perancangan Konstruksi Bawah Tanah*. ITB PRESS. Bandung.
- Wyllie, D.C., dan Mah, C.W., 2004. *Rock Slope Engineering Civil and Mining 4th Edition*. Spon Press Taylor and Francis Group: London.
- Zakaria, Z., 2011. *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*, Laboratorium Geologi Teknik, Universitas Padjadjaran.

# **LAMPIRAN**

## LAMPIRAN A

### DATA LOGGING BOR

#### 1. Log Bor PH01

From (m)	To (m)	Lithology	Elevasi
0.00	57.68	sandstone1	57.68
57.68	98.27	siltstone1	40.59
98.27	101.67	Claystone1	3.40
101.67	104.52	Coal 1 (3m)	2.85
104.52	108.62	Claystone2	4.10
108.62	131.13	sandstone2	22.51
131.13	157.49	siltstone2	26.36
157.49	159.12	Claystone3	1.63
159.12	160.44	Coal 2 (1m)	1.32
160.44	164.22	Claystone4	3.78
164.22	174.02	sandstone3	9.80
174.02	196.32	siltstone3	22.30

#### 2. Log Bor PN 14

From (m)	To (m)	Lithology	Elevasi
0.00	4.84	Claystone1	4.84
4.84	6.47	Coal2 (1m)	1.63
6.47	8.95	Claystone2	2.48
8.95	21.18	Sandstone1	12.23
21.18	31.84	SiltStone1	10.66
31.84	32.79	Claystone3	0.95
32.79	36.16	Coal1 (3m)	3.37
36.16	38.12	Claystone4	1.96
38.12	44.00	Sandstone2	5.88

## LAMPIRAN B

### TABEL INPUT MATERIAL PROPERTI LERENG

Tabel properti material *Sandstone*

DIRECT SHEAR TEST RESULT OF SANDSTONE PT. BUKIT BAIDURI ENERGI					
PIT	LITHOLOGY	ZONE	BOBOT ISI	DST RESULT	
			PEAK (KN/m <sup>2</sup> )	RESIDUAL (KN/m <sup>2</sup> )	
			BEART NATURAL (lab)	C (lab)	φ (lab)
1	Sandstone	Ob	17.8	65	26.4
2	Sandstone	Ib 1	16.7	60.8	29.92
3	Sandstone	Ib 3	18.1	51	23.26
4	Sandstone	Ib 4	15.7	52	22.8
Rata-rata			17.08	57.20	25.60

Tabel properti material *Siltstone*

PIT	LITHOLOGY	ZONE	BOBOT ISI	DST RESULT	
			PEAK (KN/m <sup>2</sup> )	RESIDUAL (KN/m <sup>2</sup> )	
			BEART NATURAL (lab)	C (lab)	φ (lab)
1	<u>Siltstone</u>	OB	17.8	45.9	23.87
2	<u>Siltstone</u>	IB1	17.5	58.3	23.86
3	<u>Siltstone</u>	IB2	16.1	34.7	30.04
4	<u>Siltstone</u>	IB4	18.4	47.2	29.23
5	<u>Siltstone</u>	IB5	17.1	67.8	26.21
6	<u>Siltstone</u>	IB5	17.2	51	30.27
7	<u>Siltstone</u>	IB6	17.5	64.7	19.44
8	<u>Siltstone</u>	IB6	18	43.3	21.92
9	<u>Siltstone</u>	IB7	17	34.5	25.86
10	<u>Siltstone</u>	IB7	16.7	44.7	26.83
Rata-rata			17.33	49.21	25.75



Tabel properti material *Coal*

Lithology	Unit weight, kN/m <sup>3</sup>	Young's Modulus, kPa	Poisson's Ratio	UCS, kPa	Tensile Strength, kPa	Friction Peak, Degree	Friction Residu, Degree	Cohesion Peak, kPa	Cohesion Residu, kPa
Mat-1 Soil	17.00	100,000	0.260	200.0	100.0	20.00	10.00	100.00	50.00
Mat 2	19.79	27,848	0.260	1192.0	596.0	18.38	9.19	275.00	137.50
Seam 1	13.00	500,000	0.300	1000.0	500.0	25.00	12.50	300.00	150.00
Mat 3	18.10	90,764	0.270	3217.0	1608.5	33.99	17.00	150.00	75.00
Seam 2	13.00	500,000	0.300	1000.0	500.0	25.00	12.50	300.00	150.00
Mat 4	19.06	54,776	0.270	1010.0	505.0	29.84	14.92	261.00	130.50
Seam 3	13.00	500,000	0.300	1000.0	500.0	25.00	12.50	300.00	150.00
Mat 5	17.95	226,413	0.310	4168.6	2084.3	45.65	22.83	343.00	171.50
Seam 4	13.00	500,000	0.300	1000.0	500.0	25.00	12.50	300.00	150.00
Mat 6	18.24	414,077	0.320	7260.5	3630.2	35.12	17.56	400.00	200.00
Seam 5	13.00	500,000	0.300	1000.0	500.0	25.00	12.50	300.00	150.00
Mat 7	20.51	262,600	0.290	4395.3	2197.7	41.34	20.67	400.00	200.00
Seam 6	13.00	500,000	0.300	1000.0	500.0	25.00	12.50	300.00	150.00
Mat 8	18.34	760,861	0.310	5257.3	2628.7	34.95	17.48	400.00	200.00
Seam 7	13.00	500,000	0.300	1000.0	500.0	25.00	12.50	300.00	150.00
Mat 9	18.43	1,301,367	0.320	9700.3	4850.2	29.93	14.97	400.00	200.00
Seam 8	13.00	500,000	0.300	1000.0	500.0	25.00	12.50	300.00	150.00
Mat-10	19.22	1,948,156	0.300	18637.9	9319.0	36.99	18.50	400.00	200.00
Seam-9	13.00	500,000	0.300	1000.0	500.0	25.00	12.50	300.00	150.00
Mat-11	21.59	1,775,194	0.300	14221.8	3389.5	36.56	18.28	400.00	200.00
Seam -10	13.00	500,000	0.300	1000.0	500.0	25.00	12.50	300.00	150.00
Mat 12	21.59	1,775,194	0.300	14221.8	3389.5	36.56	18.28	400.00	200.00

## LAMPIRAN C

### DATA CURAH HUJAN

#### 1. Tahun 2010

Date	Januari (mm)	Februari (mm)	Maret (mm)	April (mm)	Mei (mm)	Juni (mm)	Juli (mm)	Agustus (mm)	September (mm)	Oktober (mm)	November (mm)	Desember (mm)
1		9.00							7.00		5.00	80.00
2								24.00				
3							13.00			8.00		7.00
4				40.00			15.00	25.00	3.00			3.00
5							35.00		19.00	25.00		
6				8.00	30.00						12.00	
7					2.00	77.00			4.00	5.00	6.00	
8					10.00			4.00				
9					12.00	50.00				8.00		
10						35.00					15.00	
11			3.00	7.00								
12											15.00	
13	40.00				8.00	17.00						10.50
14	5.00			15.00	3.00						7.50	10.00
15						20.00		13.00				
16				13.00	12.00		6.00		25.00			3.00
17				10.00			12.00					8.00
18		15.00					8.00		15.00	16.00	12.00	
19	12.00	42.00		30.00			4.00	4.00	5.00			210.00
20					6.00							3.00
21	7.00	71.00					2.00	8.00			5.00	
22	7.00			50.00	12.00			6.00				
23	10.00						16.00					
24						22.00		26.00				
25							6.50	4.00				
26			25.00	12.00	9.00	-	11.00		8.00	20.00		
27			66.00			17.00				8.00		
28				8.00			3.00		45.00	3.00		
29				22.00			10.00	4.00	35.00			
30	15.00								15.00			
31	3.00		30.00					5.00		35.00		
	99.00	137.00	124.00	215.00	104.00	238.00	141.50	123.00	181.00	128.00	77.50	334.50

## 2. Tahun 2011

Date	Januari (mm)	Februari (mm)	Maret (mm)	April (mm)	Mei (mm)	Juni (mm)	Juli (mm)	Agustus (mm)	September (mm)	Oktober (mm)	November (mm)	Desember (mm)
1		12.00	13.00		4.00							
2		35.00			42.00							
3	60.00	35.00										7.00
4	20.00	50.00	23.00			10.00						2.00
5	75.00		15.00		15.00	8.00					15.00	30.00
6		20.00			10.00	15.00						13.00
7		30.00		5.00	15.00						25.00	
8					25.00	7.00						
9	3.00	20.00		75.00	7.00					9.00		
10				40.00			20.00					
11	11.00			2.00							7.00	
12				9.50					15.00			6.00
13		4.00	40.00	0.50					17.00	5.00		
14	5.00		15.00				13.00		31.00			
15					25.00		25.00				4.00	
16							15.00					
17							7.00		29.00		15.00	5.00
18			10.00						12.00	7.00		
19	5.00		20.00									3.00
20			25.00		19.00		17.00					
21			30.00				10.00					18.00
22	7.00		35.00									3.00
23										22.50	8.00	57.00
24												13.00
25			22.00	39.00								9.00
26			8.00									21.00
27			10.00	45.00								7.00
28				15.00								32.00
29												
30				12.00								
31	7.00											
	193.00	206.00	266.00	243.00	162.00	40.00	107.00	-	104.00	43.50	74.00	226.00

### 3. Tahun 2012

Date	Januari (mm)	Februari (mm)	Maret (mm)	April (mm)	Mei (mm)	Juni (mm)	Juli (mm)	Agustus (mm)	September (mm)	Oktober (mm)	November (mm)	Desember (mm)
1		7.00		45.00						45.00	5.00	2.00
2	18.00	9.00	4.00			11.00						
3	49.00					4.00					4.00	71.50
4	25.00		25.00		45.00						7.00	
5			30.00			3.00	64.00					
6		10.00	20.00			5.00			6.00	6.00	95.00	
7	18.00	65.00	15.00								15.00	4.00
8			20.00		12.00							
9	21.00					2.00				7.00		25.00
10				3.00			13.00					5.00
11		12.00		25.00			15.00					
12	5.00											
13												
14							15.00					15.00
15											3.00	
16		65.00									56.00	
17									12.00			
18	13.00								2.00			
19		18.00									40.00	
20						4.00				12.00		
21		4.00										
22				80.00		7.00				7.00	6.50	25.00
23			25.00							4.00	4.00	
24											3.00	52.00
25				8.50								
26				12.00					12.00			
27	6.00		9.00	37.00	10.00				5.00			2.00
28			25.00	-					3.00			
29	45.00			7.00					8.00			
30	14.00		14.00	30.00		19.00					3.00	
31						4.00		4.00	8.00			
	214.00	190.00	187.00	247.50	67.00	59.00	107.00	4.00	56.00	81.00	241.50	201.50

#### 4. Tahun 2013

Date	Januari (mm)	Februari (mm)	Maret (mm)	April (mm)	Mei (mm)	Juni (mm)	Juli (mm)	Agustus (mm)	September (mm)	Oktober (mm)	November (mm)	Desember (mm)
1												3.00
2				7.00			15.00		17.00			
3						42.00			4.00		14.00	
4						6.00					24.00	
5		17.00								5.00		
6					8.50					3.00		
7				20.00		22.00	15.00				45.00	5.00
8					9.20	2.00	9.00			9.00		12.00
9		14.00	11.00							2.00		
10		8.00	7.00				7.00					
11		6.00	5.00	5.00	3.00	11.00						
12					90.00					6.00	22.00	36.00
13		4.00	2.00				2.00		10.00			
14	17.00	2.00		4.00								5.00
15							28.00		6.00			
16	11.00	53.00					11.00	38.00	23.00		2.00	22.00
17	5.00	17.00										
18	5.00	5.00			3.00	25.00			6.00			9.00
19		12.00	13.00	20.00	20.00					8.00		
20												
21		13.00			5.00					4.00		
22												
23			27.00	11.00						8.00	12.00	9.00
24				7.00			3.00					
25										12.00		
26	9.00		27.00	8.00						17.00		
27					5.00						15.00	
28				13.00				2.00				
29	25.00										42.00	67.00
30										13.00		30.00
31												30.00
	72.00	151.00	92.00	95.00	143.70	108.00	90.00	40.00	66.00	87.00	176.00	228.00

## 5. Tahun 2014

Date	Januari (mm)	Februari (mm)	Maret (mm)	April (mm)	Mei (mm)	Juni (mm)	Juli (mm)	Agustus (mm)	September (mm)	Oktober (mm)	November (mm)	Desember (mm)
1						20.00						60.00
2												40.00
3						8.00						
4						53.00						4.00
5	23.00											
6	7.00		14.00	7.00			14.00					4.00
7	20.00			13.00		13.00		-				6.00
8								3.00				30.00
9								7.00				6.00
10	14.00			18.00		13.00	20.00	12.00			35.00	5.00
11		12.00		5.00		3.00					8.00	
12	8.00	15.00			25.00				12.00		3.00	7.50
13		8.00		7.00			35.00					
14				11.00								25.00
15					55.00							
16	40.00	23.00		4.00						2.00		
17				7.00								
18	9.00					19.00						
19												
20					5.00	23.00						
21			38.00							16.00		22.00
22				35.00							11.00	
23					35.00	3.00				15.00		10.00
24		50.00										
25			22.00									
26									17.00	5.00	2.00	
27						46.00						
28					28.00					14.00	25.00	86.00
29												
30					18.00					4.00		
31					5.00							
	121.00	108.00	74.00	107.00	171.00	201.00	69.00	22.00	29.00	56.00	84.00	305.50

## 6. Tahun 2015

Date	Januari (mm)	Februari (mm)	Maret (mm)	April (mm)	Mei (mm)	Juni (mm)	Juli (mm)	Agustus (mm)	September (mm)	Oktober (mm)	November (mm)	Desember (mm)
1		7.00										
2												
3		6.00		8.00								
4		9.00										
5	20.00	46.00	85.00		12.00						9.50	
6			6.50	25.00								
7	22.00				12.00							
8	8.00			14.00	19.00							
9	4.00	55.00	10.00	5.00								
10	9.00											
11		32.00	4.00									40.80
12			38.00		14.00							1.50
13	10.00	8.00	13.00		17.00							
14	7.00											
15	7.00			75.00								
16				2.00								2.90
17	45.00		22.00	98.00								-
18											8.20	
19						17.00						
20		7.00	20.00									
21			10.00									
22			55.00	26.00								
23											1.80	
24											0.85	
25						33.00						
26												
27												
28	740.00									12.00		
29												
30											1.70	
31												
	872.00	170.00	263.50	253.00	74.00	50.00	-	-	-	12.00	22.05	45.20

## 7. Tahun 2016

Date	Januari (mm)	Februari (mm)	Maret (mm)	April (mm)	Mei (mm)	Juni (mm)	Juli (mm)	Agustus (mm)	September (mm)	Oktober (mm)	November (mm)	Desember (mm)
1		11.00	13.00		12.50		4.00			19.50	23.50	
2											18.00	24.00
3		8.50				1.50	18.00			15.00		
4		2.00						11.00	3.00	5.00		46.00
5		13.50	6.50			4.00		-		1.00	11.00	
6								10.00	16.00	9.00	33.00	
7					7.00			4.00	1.50	4.00	4.00	20.50
8					19.00				6.00	6.10	6.50	
9	2.50					19.50			5.00	11.50		16.00
10				119.00					2.00	4.00		
11										6.50		21.00
12		44.50		7.50	17.00		63.00			28.00		3.00
13							49.00		5.10	2.00	8.00	
14			3.50								2.00	
15				39.00		11.50			5.50		10.00	7.00
16					14.00			12.00				
17			34.00	16.00	5.50	23.50	5.00				2.50	19.00
18					6.00	-			14.50	6.00	35.00	
19						12.00	15.00				3.00	
20							55.50		11.00	1.50		3.00
21				9.00	35.50					18.50		11.00
22							45.50		25.00			
23			10.00	9.00	12.00							5.00
24										6.00		5.00
25			35.00		2.50			6.00				3.50
26						17.50	9.50		20.50	5.50		10.00
27				60.50	8.50	12.00	3.50	3.00				
28				8.50		30.00	11.00			24.50	32.00	6.00
29		5.00		16.00				6.00			7.00	8.00
30			24.00		6.50		14.00	4.00			2.00	63.00
31					13.50		11.00					
	2.50	84.50	126.00	284.50	159.50	131.50	304.00	56.00	115.10	173.60	197.50	271.00



## 8. Tahun 2017

Date	Januari (mm)	Februari (mm)	Maret (mm)	April (mm)	Mei (mm)	Juni (mm)	Juli (mm)	Agustus (mm)	September (mm)	Oktober (mm)	November (mm)	Desember (mm)
1		40.00	5.00	22.50	20.00					4.00	1.00	
2			3.50	15.00	22.00							11.00
3	4.50	2.00		110.00	5.00				3.00			
4			7.00	24.50	24.00				2.00		2.50	
5	23.50	9.50	4.50	27.00					1.50			28.00
6	14.50						15.90				4.00	8.00
7	14.50		3.00		18.50		12.00	3.00			9.00	3.00
8							5.00	9.50		18.00	-	0.50
9	14.50			9.00			3.00	1.00			0.80	24.00
10												16.00
11				18.50	47.00		3.00	14.00		2.50	60.00	
12	10.50	0.50		13.00	5.50	22.00	-	6.00	3.50	4.00	5.50	
13	11.00	40.00	13.00			17.00	11.50	2.00	3.00		23.00	2.00
14	6.50	3.50				8.50	11.00				12.00	6.80
15	8.50				3.50		3.00				23.00	
16	1.50		17.00	17.00	4.00	1.00	16.00	5.80	20.50	18.50	5.00	8.20
17		96.00			4.00			6.70	15.00	30.80	2.00	
18		5.50				1.50		5.00		4.00	15.00	
19		1.00			1.00	24.00					8.00	0.30
20	7.50		2.00	16.00	2.50	1.50					6.40	0.20
21			41.50		4.00	11.50					0.50	
22	20.50	2.00	8.00						1.00		0.30	
23		8.50			2.50	1.50		62.50	12.00	20.00		4.50
24	4.00	2.00	3.00		2.50			0.50	14.00		8.00	27.00
25	24.00	3.50	1.50	11.00				15.00			5.50	5.00
26		14.50	3.50		11.00					4.00	6.00	2.00
27		3.50		38.00		12.60		1.50			12.00	8.00
28		4.50			12.00	2.50	28.00	16.00		25.00	42.00	5.00
29	3.50				8.00			3.00		3.00	8.00	2.50
30			11.00	22.00	12.00							4.80
31					1.00							
	169.00	236.50	123.50	343.50	210.00	103.60	108.40	151.50	75.50	133.80	259.50	166.80

## 9. Tahun 2018

Date	Januari (mm)	Februari (mm)	Maret (mm)	April (mm)	Mei (mm)	Juni (mm)	Juli (mm)	Agustus (mm)	September (mm)	Oktober (mm)	November (mm)	Desember (mm)
1		28.00			3.50		7.50	5.00	3.50		9.00	24.50
2			28.50	12.00	3.00		2.00	3.50	2.00	12.00	2.00	
3		25.50		3.50	21.00					5.50		1.50
4				20.00		30.50					0.50	
5	0.50	40.00	13.50	1.00			20.00		8.00	0.50		
6	25.50	1.00		11.50			6.00			2.00	5.50	
7	0.50	37.00	2.50	2.00	20.00	87.00				3.00	4.50	0.50
8		4.50		11.00	14.50					2.00		4.00
9		2.00	4.00	2.00					10.50			9.00
10	2.50	27.50		19.00	1.00				0.50	21.50	4.50	
11	5.00	6.50		15.50						5.00	1.50	
12	2.00	1.00		1.00	19.00	7.00				19.50	10.50	15.50
13	12.00	2.00	13.00	2.00						12.50	13.00	39.00
14	22.50	5.00	2.50	1.50						9.00	1.00	
15		4.00	15.00	2.50	12.0							
16			1.50	12.00		27.00				14.50	10.00	16.50
17		1.00	18.00	2.00	12.50						3.00	9.00
18	2.00			3.50	9.50				15.00			
19			40.50						24.00		27.00	
20	4.00		1.00	2.20		12.00				1.00		
21	4.50	3.00	32.00	1.00			6.00			0.50		19.50
22	9.50	8.50	24.00			3.00				27.00	1.00	0.50
23	19.40	0.50	1.50		13.00	8.00	0.50			6.00	13.00	47.00
24	0.60		22.50		2.00	2.50		5.60			1.50	
25	27.00		2.50	50.00	0.5	0.50	12.00				20.00	11.50
26	0.80	14.00	1.50	5.50	28.00					21.00	0.50	13.50
27					37.50	2.00	2.00					10.50
28				26.00	4.50	6.20				1.50	2.00	
29	5.80		5.20	7.50		5.00	8.00			2.00		
30	2.00		11.00	3.00			10.00					
31					8.00							
	146.10	211.00	240.20	217.20	209.50	190.70	74.00	14.10	63.50	166.00	130.00	222.00

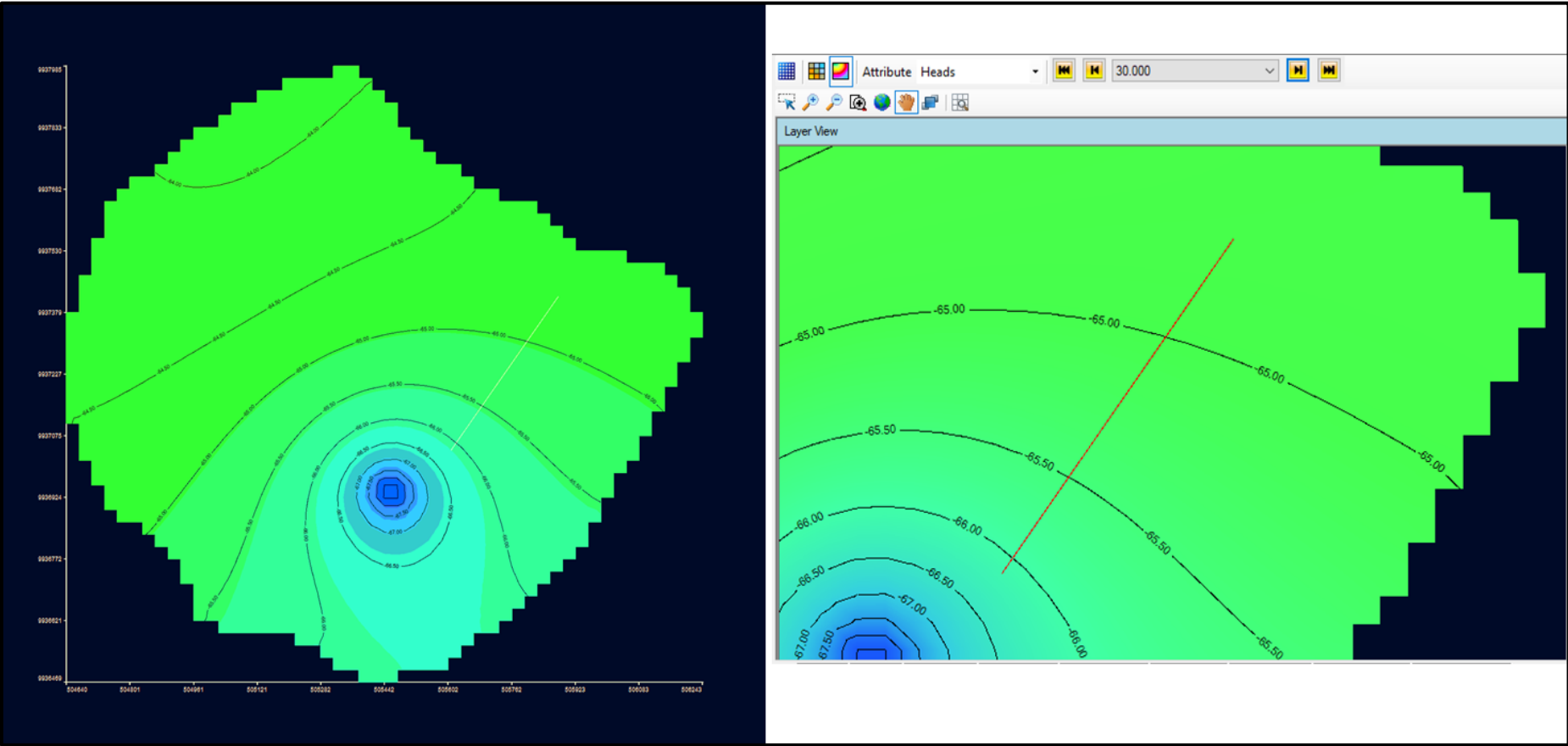
## 10. Tahun 2019

Date	Januari (mm)	Februari (mm)	Maret (mm)	April (mm)	Mei (mm)	Juni (mm)	Juli (mm)	Agustus (mm)	September (mm)	Oktober (mm)	November (mm)	Desember (mm)
1	8.50			1.00	5.50	18.00				21.00	0.50	
2	14.50	5.50		6.00	3.50	6.50				50.00		
3	6.90	2.00		1.00		16.00	40.00			7.00		3.50
4		7.00			0.50	5.50	31.00					3.00
5												
6			2.00	4.00	1.00					6.00		26.00
7		17.00			0.50	4.00				7.50		
8	28.00	1.00		3.50	6.00	24.50				1.00		35.00
9	1.50		6.50	1.50	1.50	2.00					12.00	
10				6.90	2.50	34.00					1.50	46.00
11			64.00	1.50			0.50					1.20
12				13.00			7.00				7.50	43.00
13	2.50		24.00		3.50		4.00	33.00				18.80
14	4.00		2.00			25.00						
15			30.00		18.0	37.00						
16			19.00			20.00					27.00	1.50
17					0.50	5.50						
18				2.00				4.00				
19	8.00			2.00	4.00	4.50		4.50		9.00		12.50
20			2.50	6.50		13.00		13.00		28.50	15.00	8.00
21	12.50										10.00	74.00
22	12.00			0.10	2.00			8.00			5.00	8.00
23				0.50	2.00					43.00		2.00
24			15.00	25.00	4.00	0.50		2.00		3.20		
25	20.00		11.00	22.70		7.00		4.00		1.00	5.00	
26	5.00		11.00	14.50				9.00		9.00		26.00
27			1.00	1.00								1.00
28	2.50		18.50	7.50					15.50			5.50
29			5.00		0.50				30.00		11.50	
30			16.50		4.00				1.00			
31	50.50									5.50		
	176.40	32.50	228.00	120.20	59.50	223.00	82.50	77.50	46.50	191.70	95.00	315.00

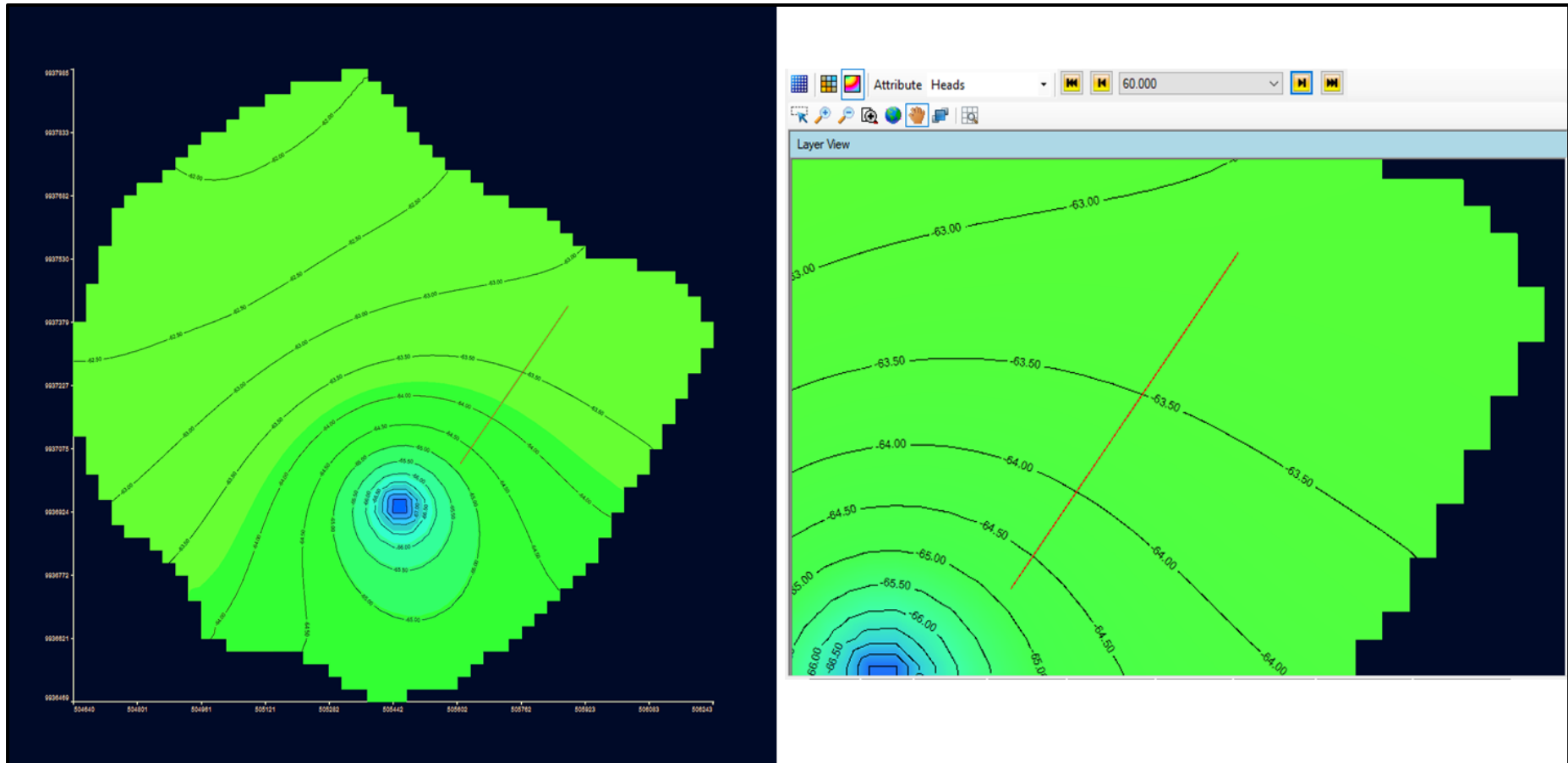
# LAMPIRAN D

## SIMULASI *VISUAL MODFLOW FLEX*

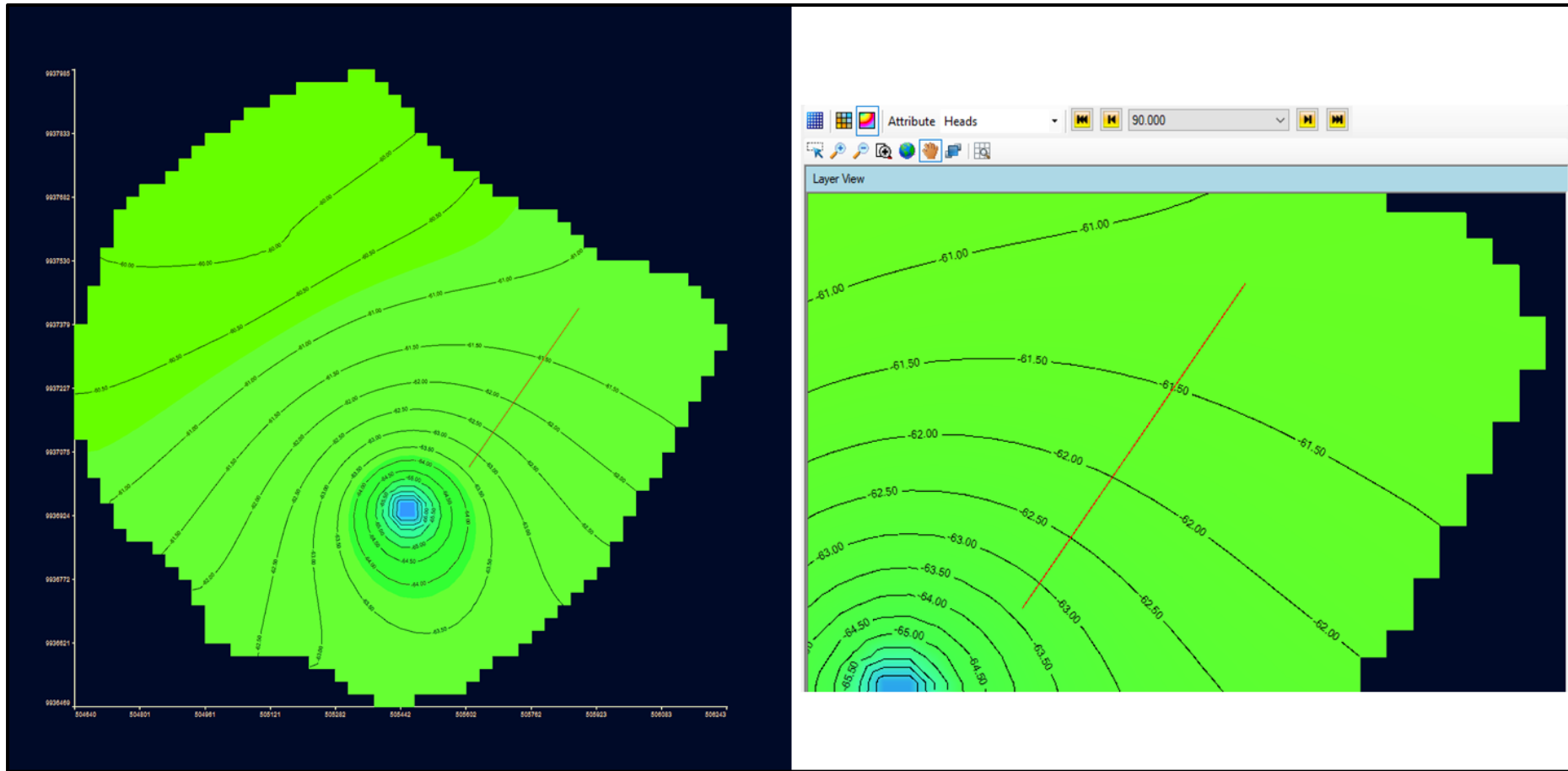
### 1. ELEVASI MAT BULAN AGUSTUS (-65 MDPL SAMPAI -66 MDPL)



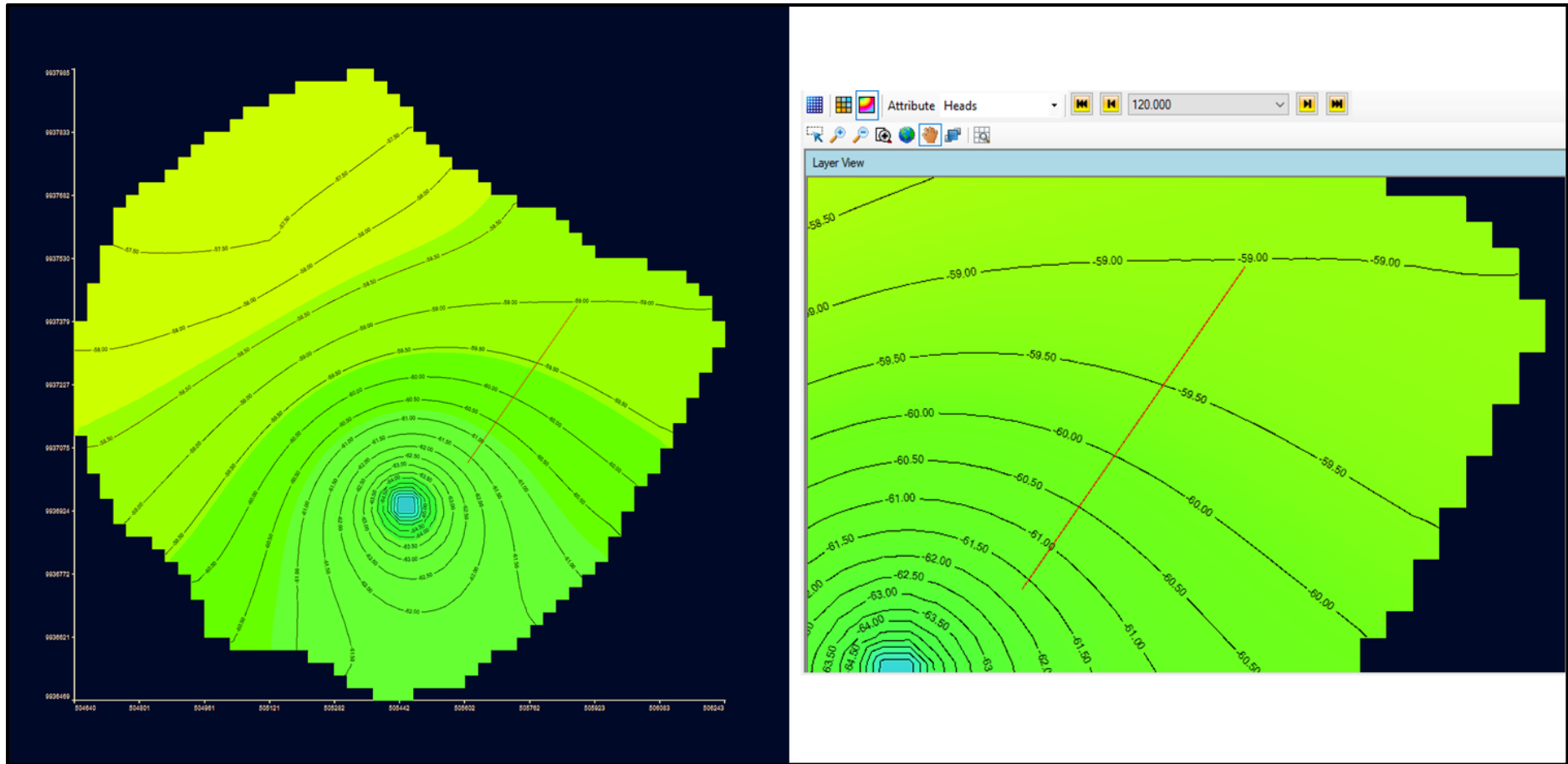
## 2. ELEVASI MAT BULAN SEPTEMBER (-63 MDPL SAMPAI -65 MDPL)



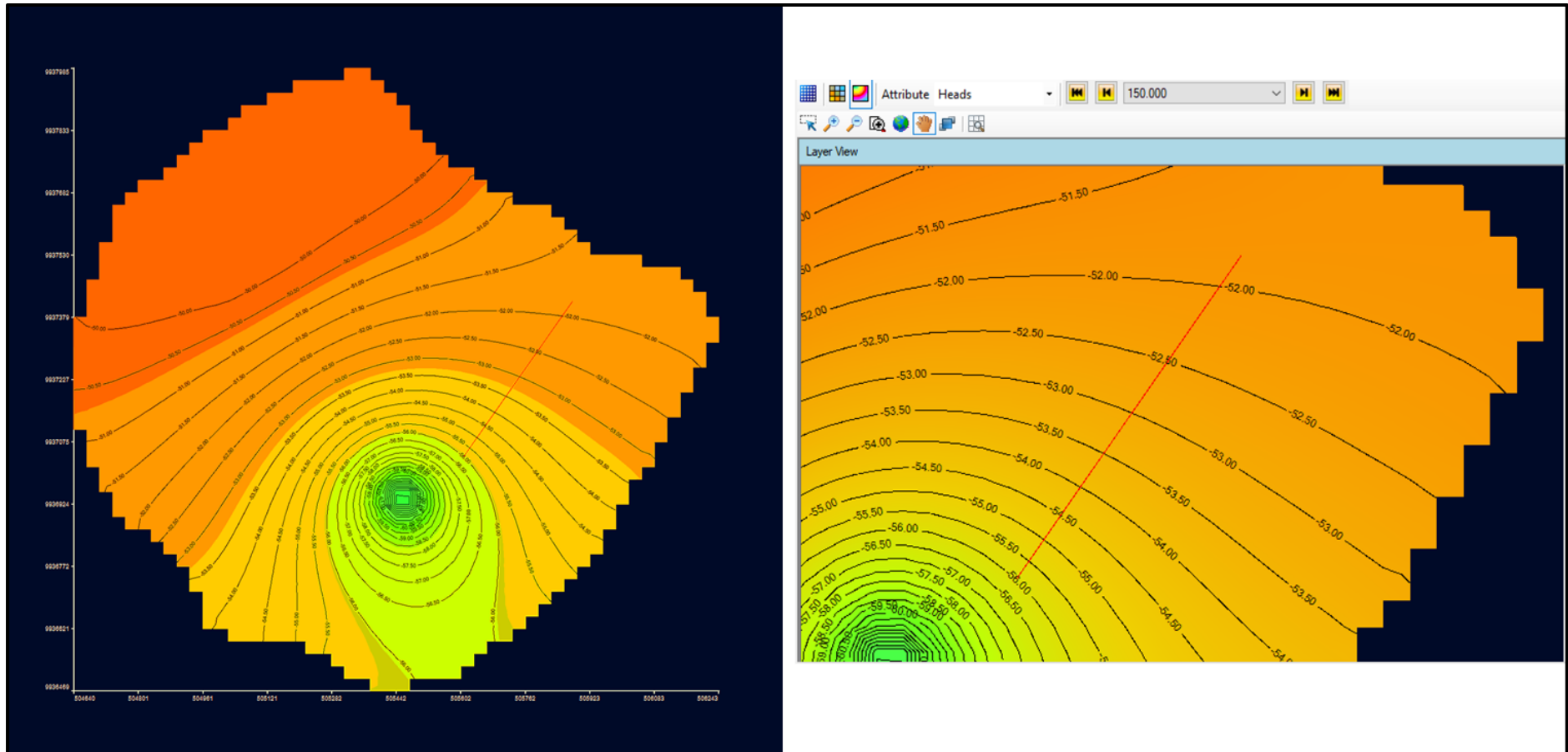
### 3. ELEVASI MAT BULAN OKTOBER (-61 MDPL SAMPAI -63 MDPL)



#### 4. ELEVASI MAT BULAN NOVEMBER (-59 MDPL SAMPAI -61,5 MDPL)

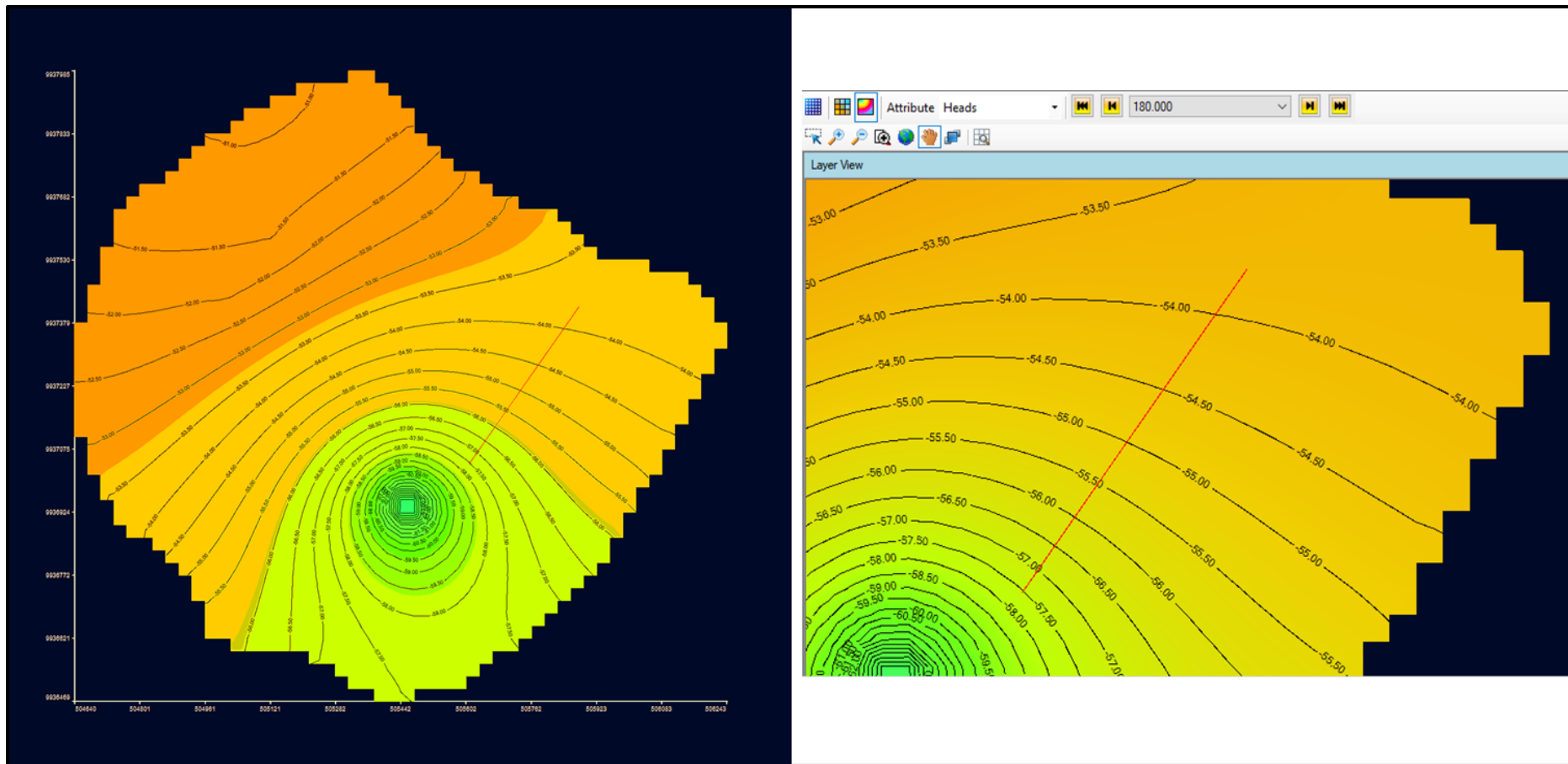


## 5. ELEVASI MAT BULAN DESEMBER (-52 MDPL SAMPAI -56 MDPL)

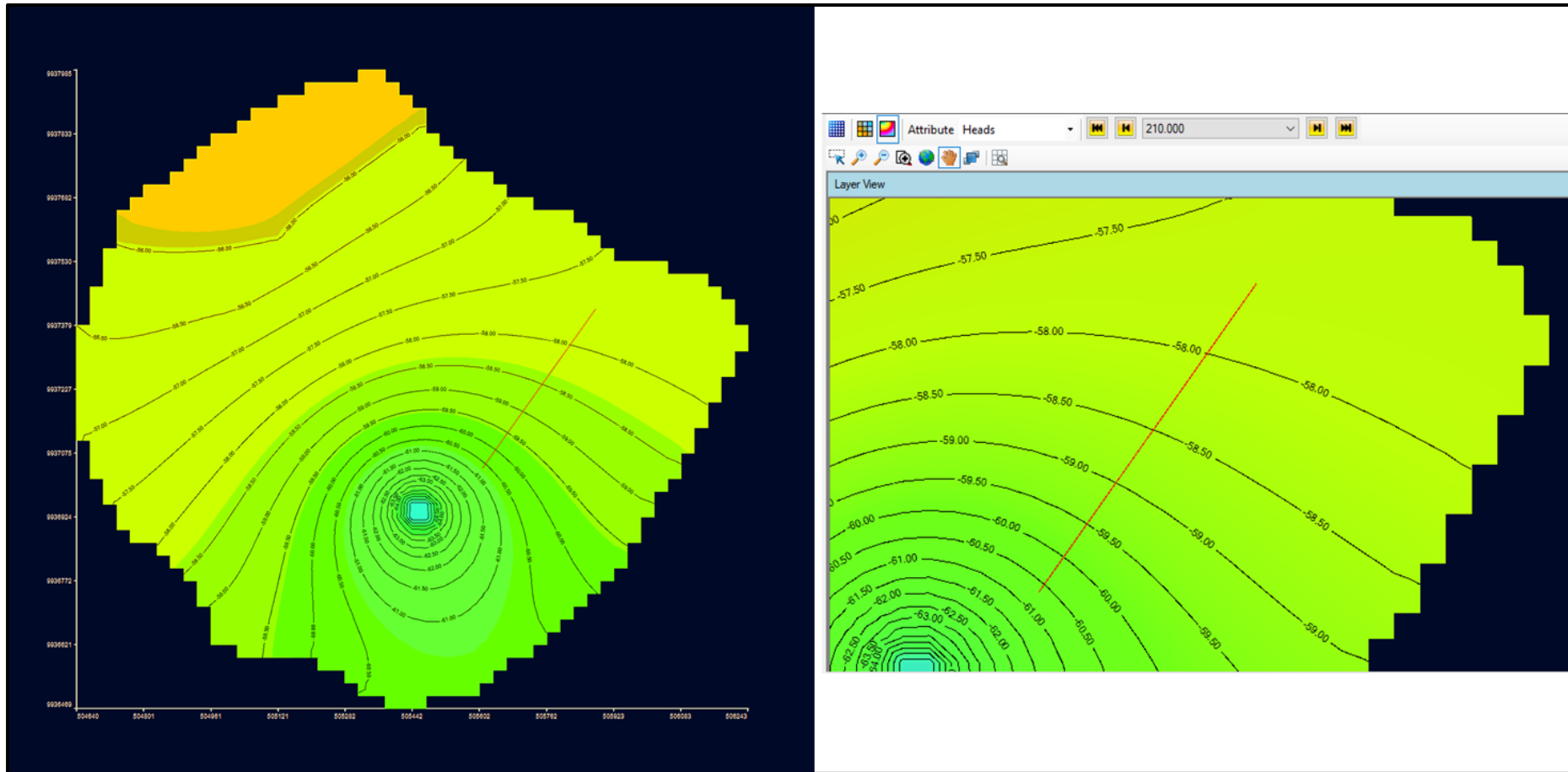




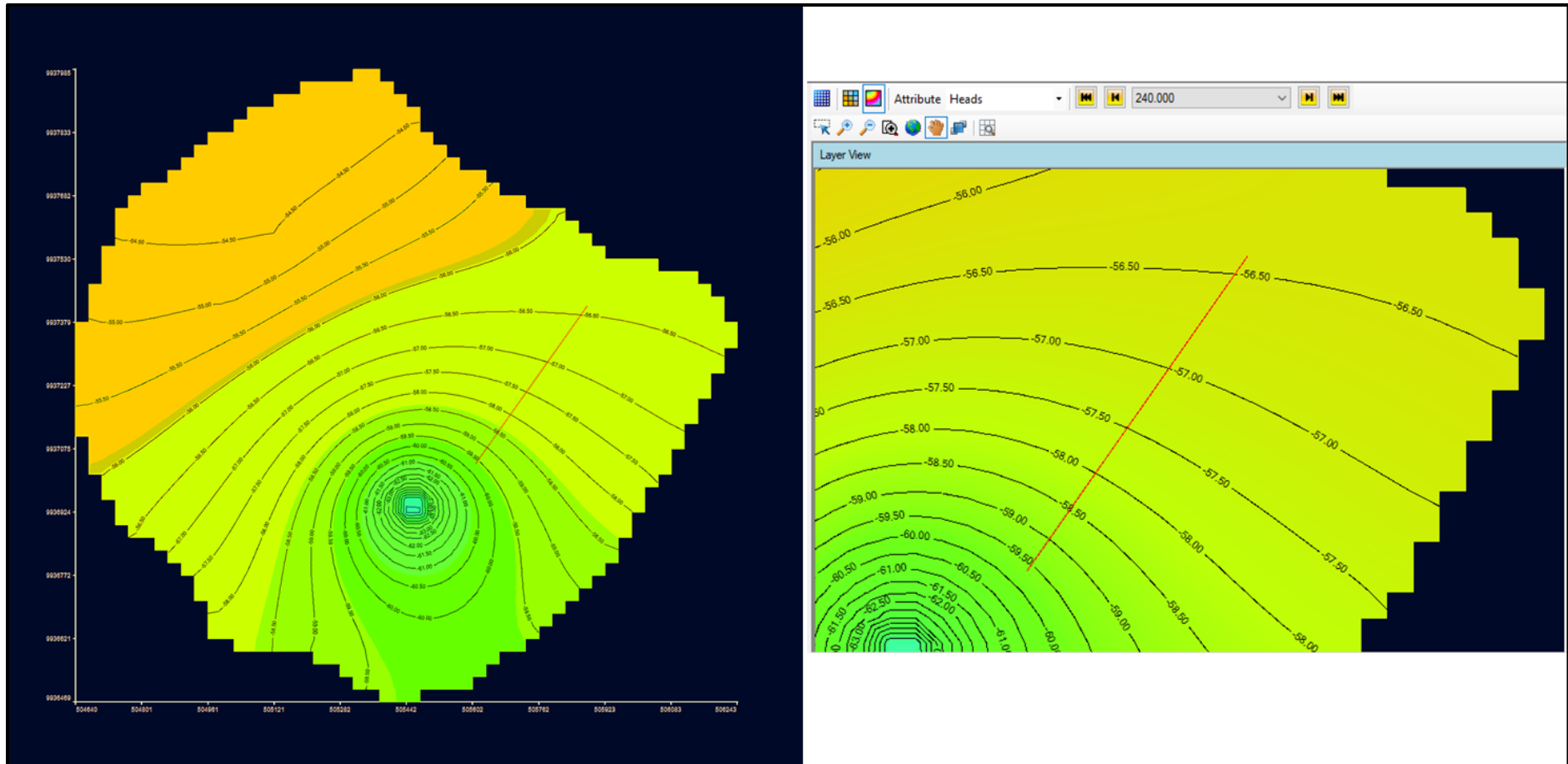
## 6. ELEVASI MAT BULAN JANUARI (-54 MDPL SAMPAI -58 MDPL)



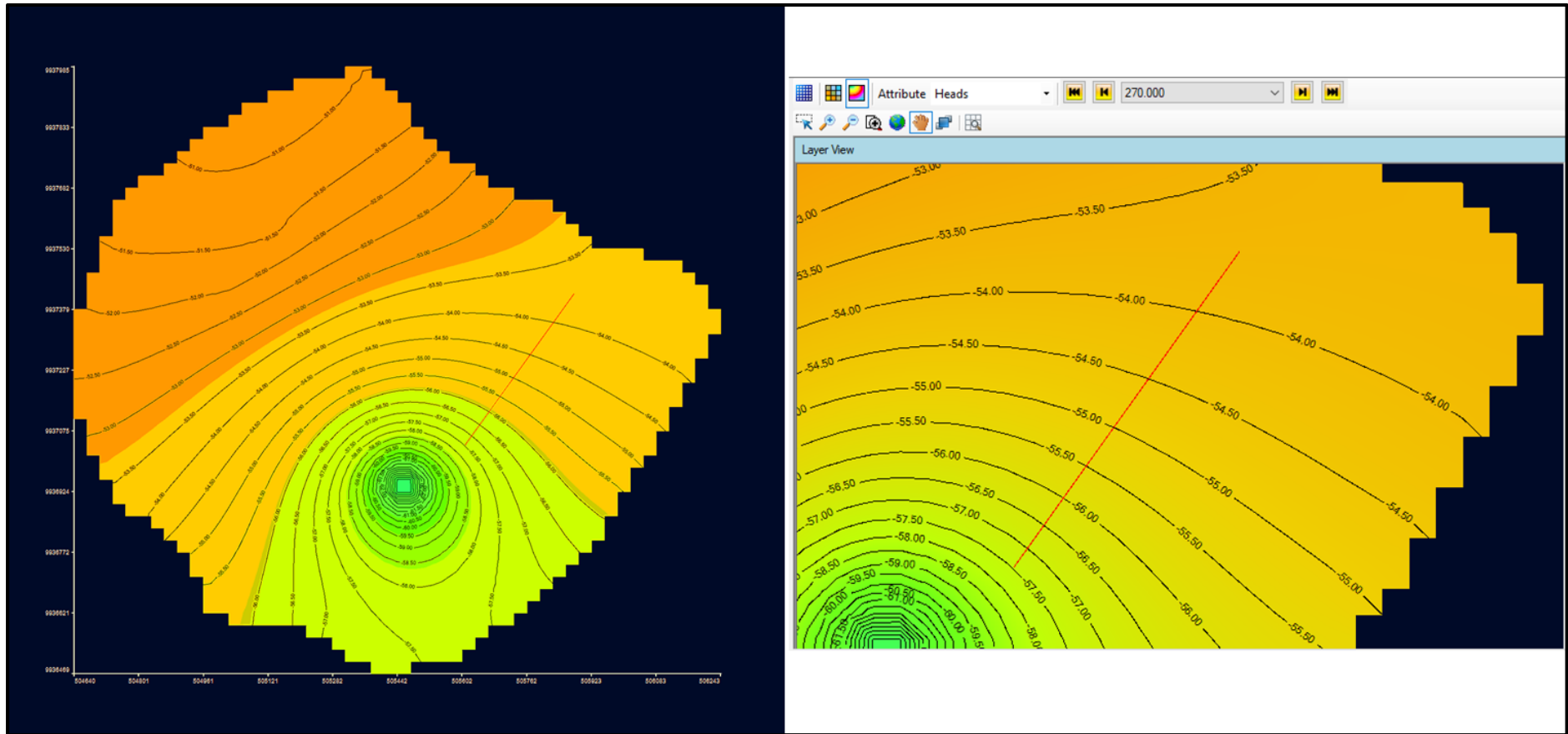
## 7. ELEVASI MAT BULAN FEBRUARI (-58 MDPL SAMPAI -61 MDPL)



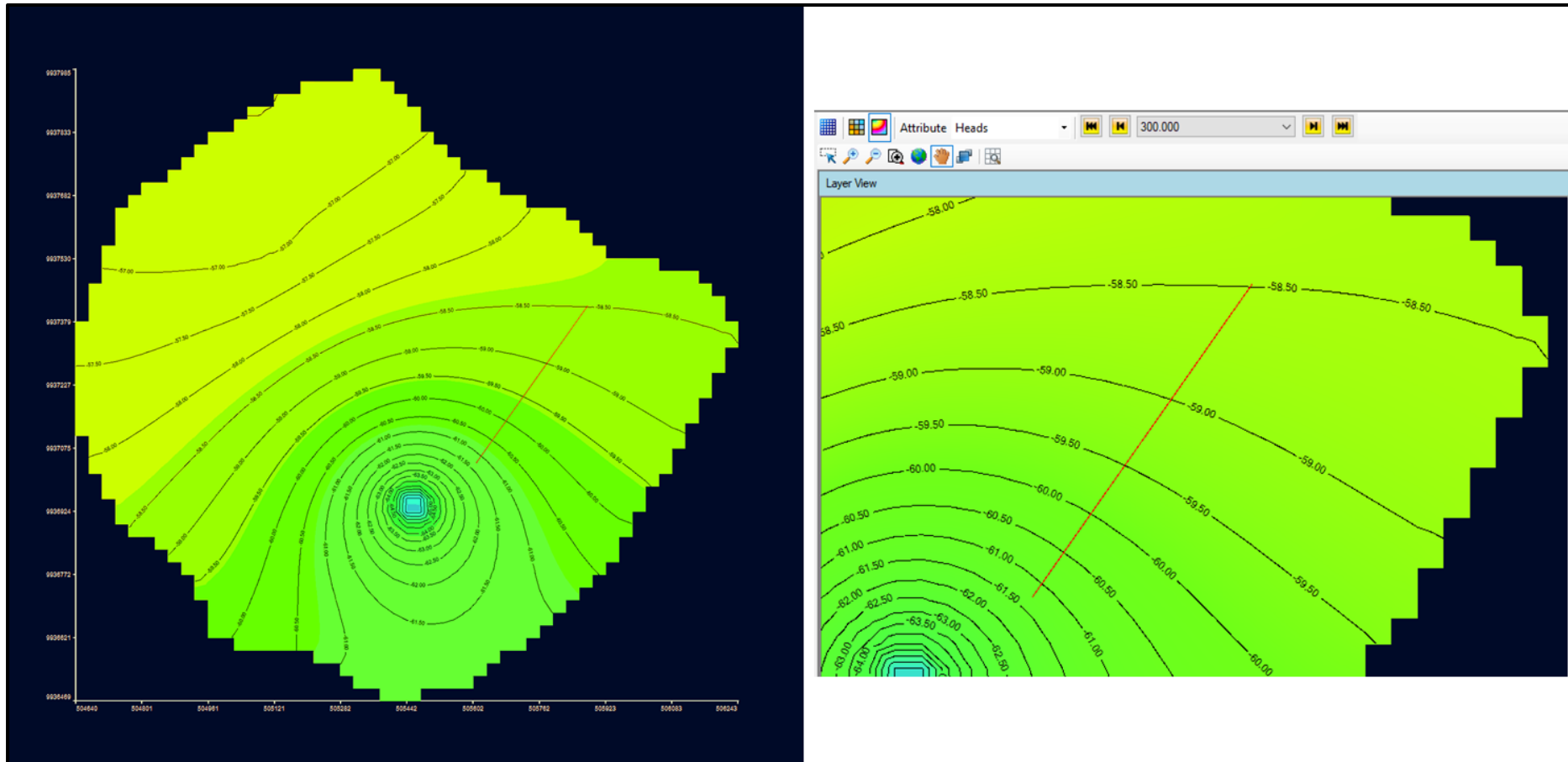
## 8. ELEVASI MAT BULAN MARET (-56 MDPL SAMPAI -60 MDPL)



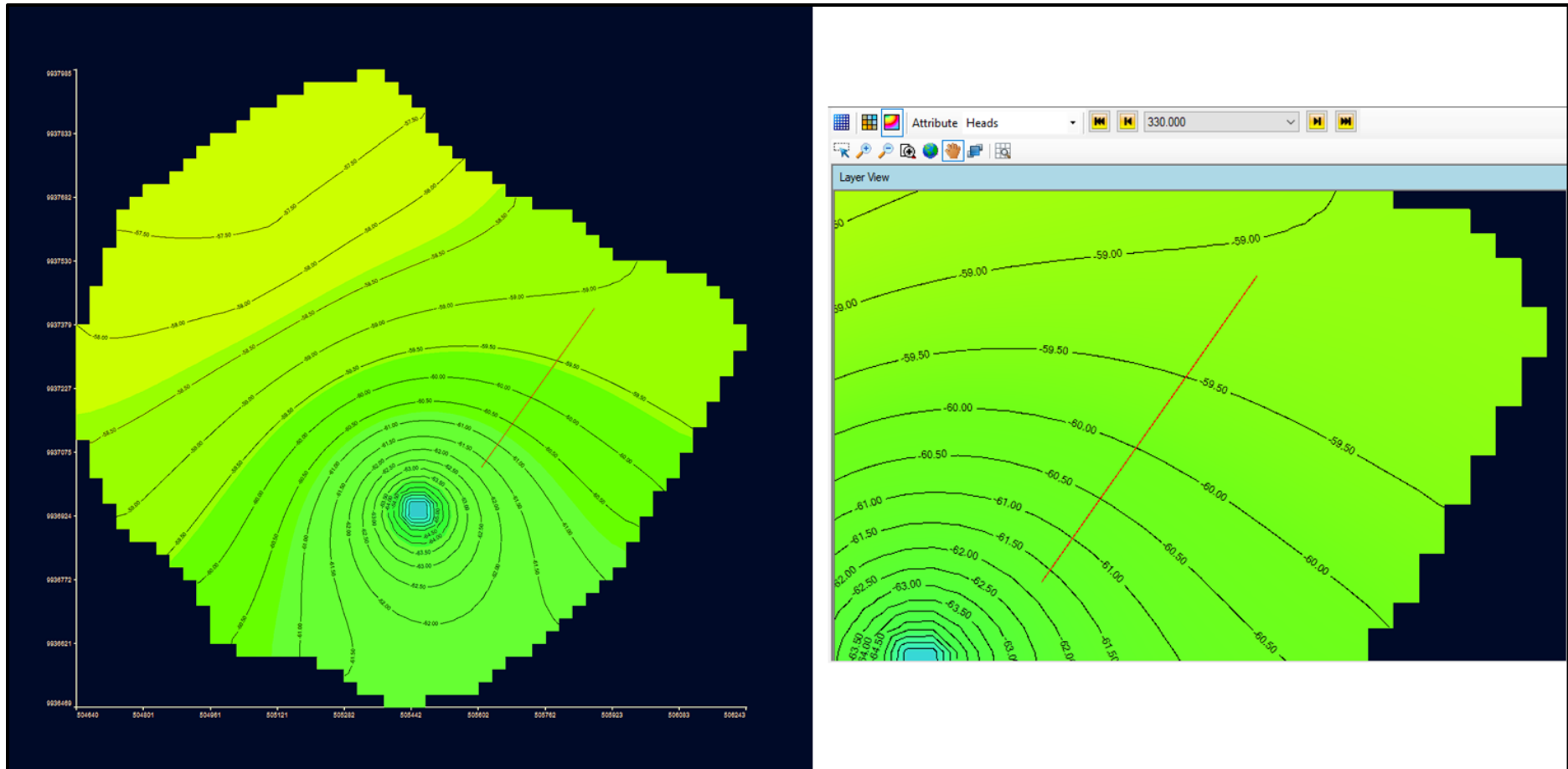
## 9. ELEVASI MAT BULAN APRIL (-54 MDPL SAMPAI -58 MDPL)



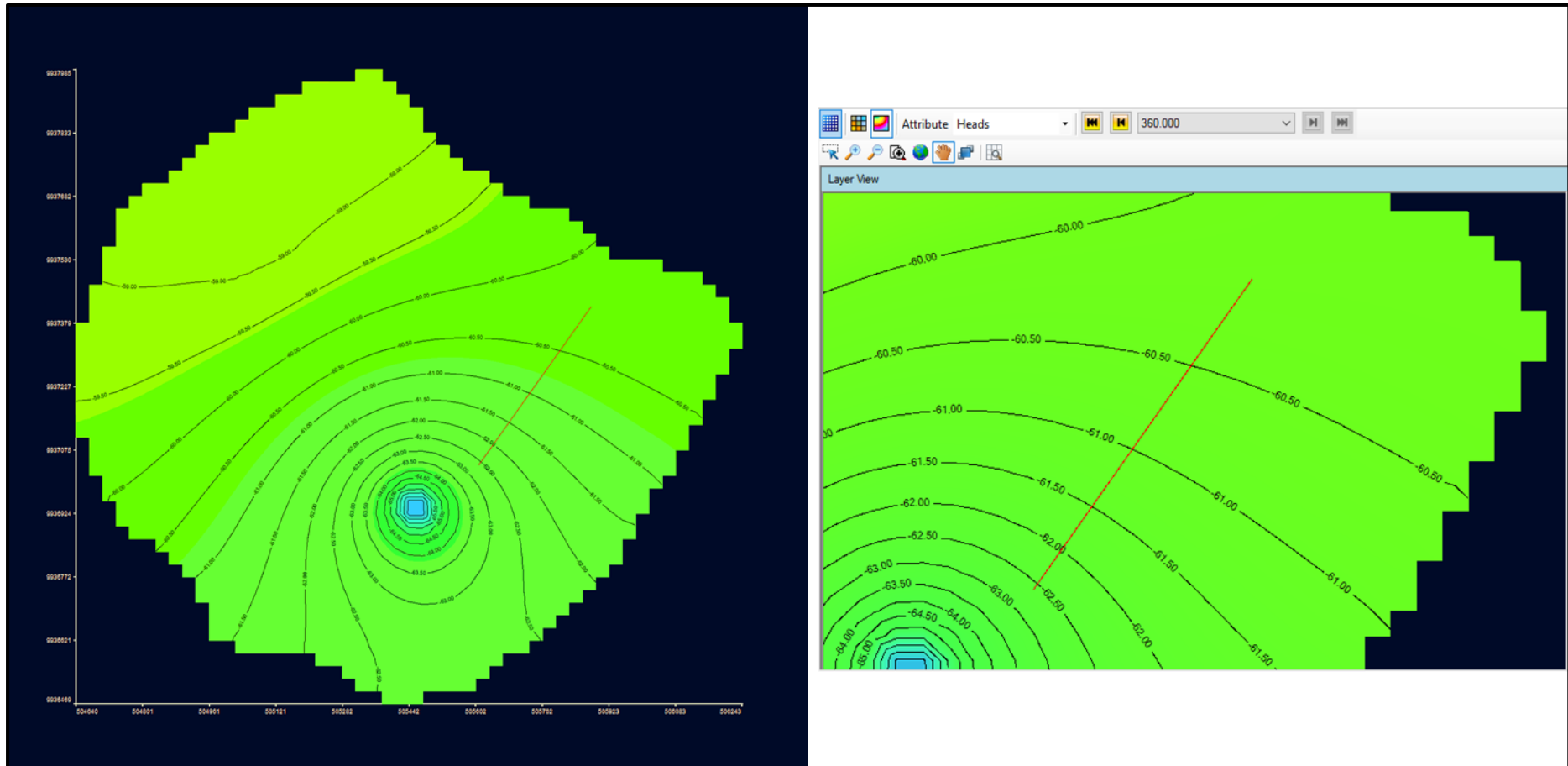
## 10. ELEVASI MAT BULAN MEI (-58,5 MDPL SAMPAI -61 MDPL)



## 11. ELEVASI MAT BULAN JUNI (-59 MDPL SAMPAI -62 MDPL)



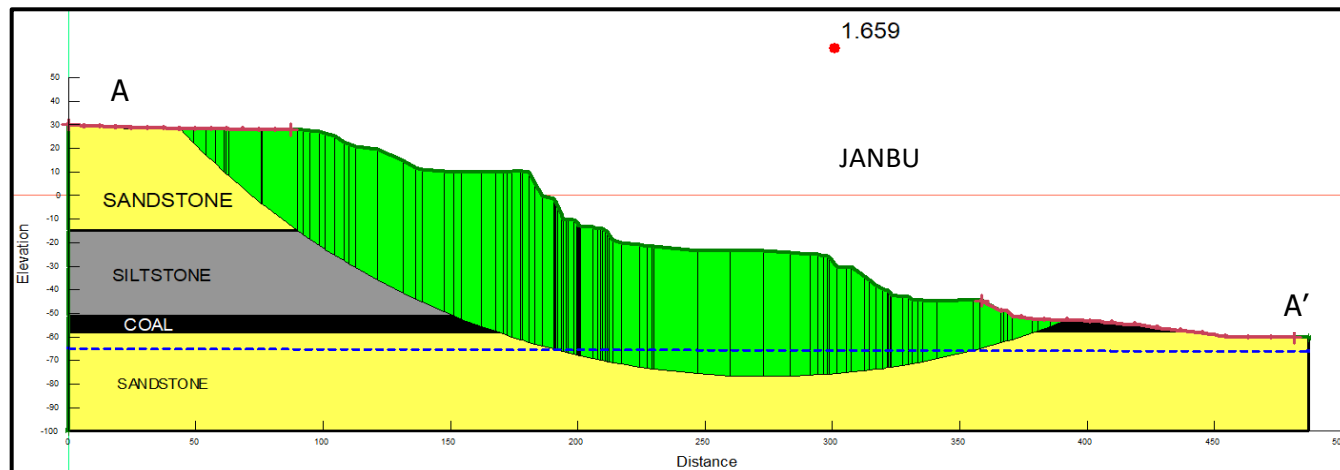
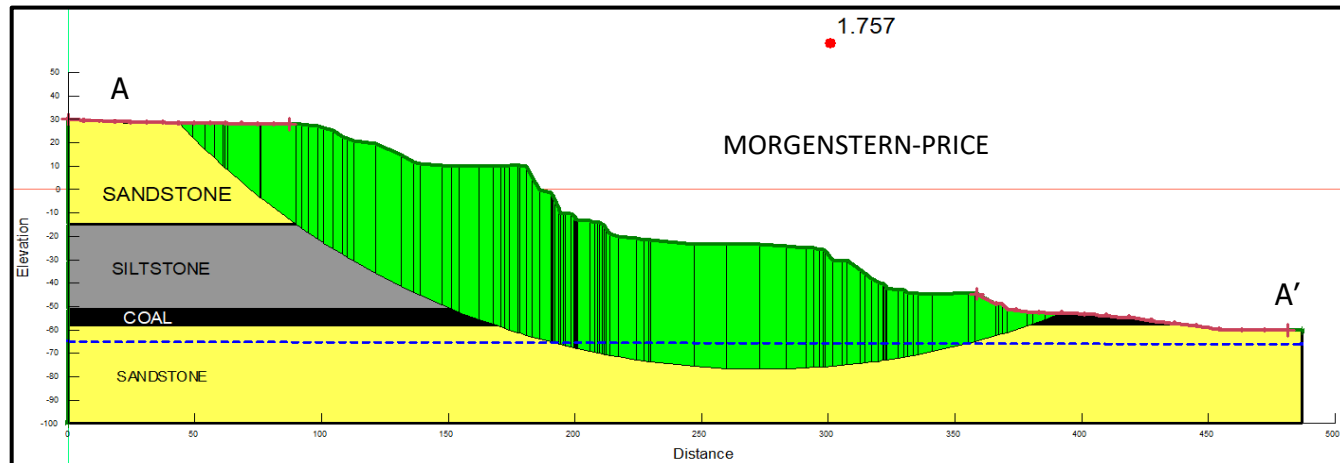
## 12. ELEVASI MAT BULAN JULI (-60 MDPL SAMPAI -62,5 MDPL)



## LAMPIRAN E

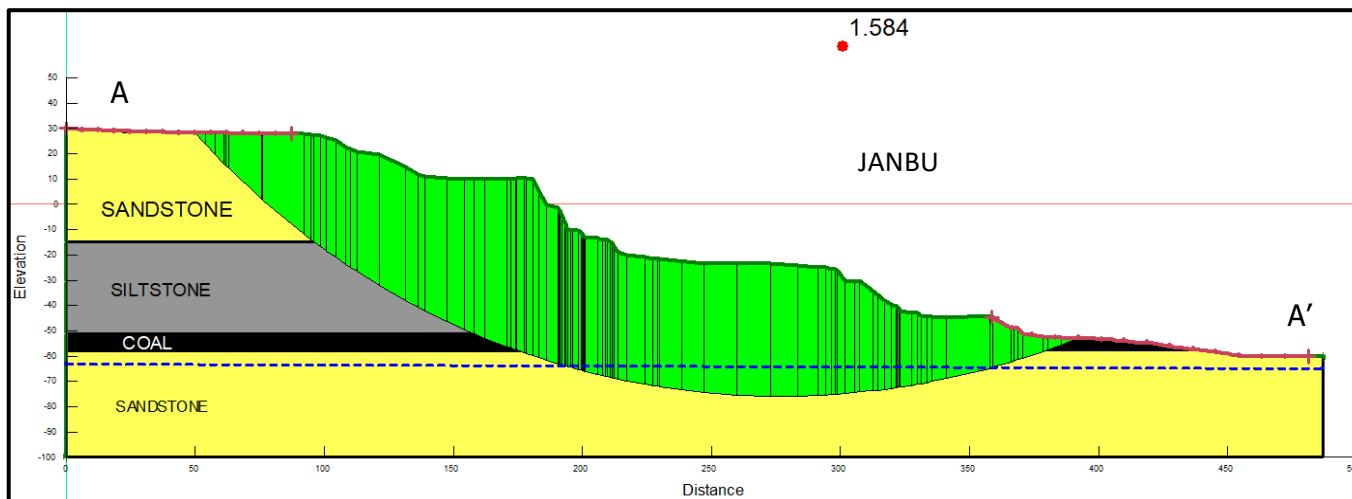
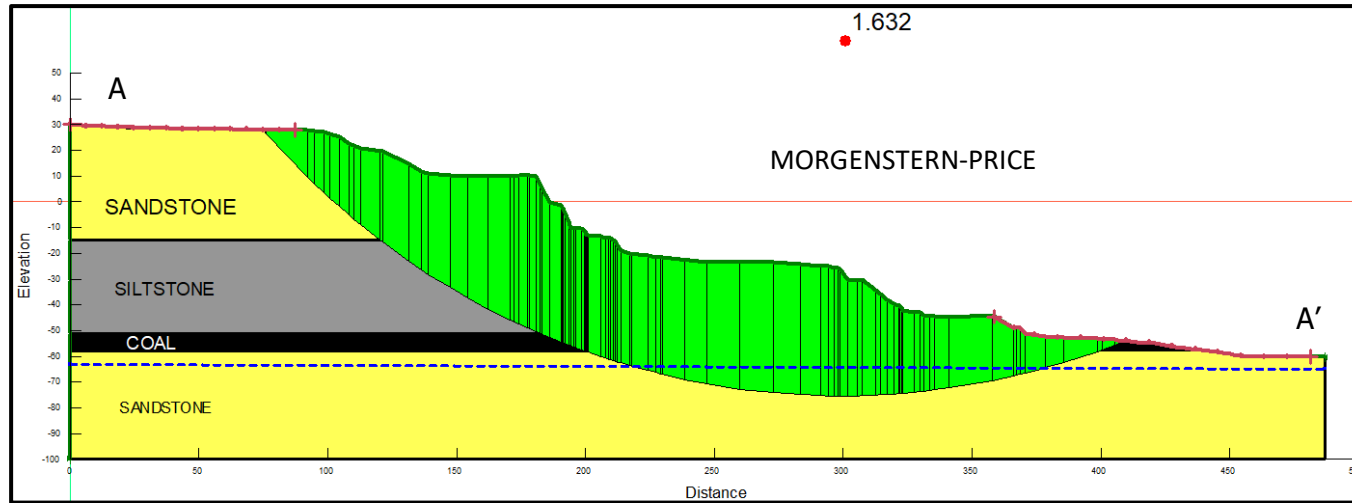
### ANALISIS KESTABILAN LERENG (GEOSLOPE/W)

#### 1. MAT -65 SAMPAI -66 MDPL (BULAN AGUSTUS)

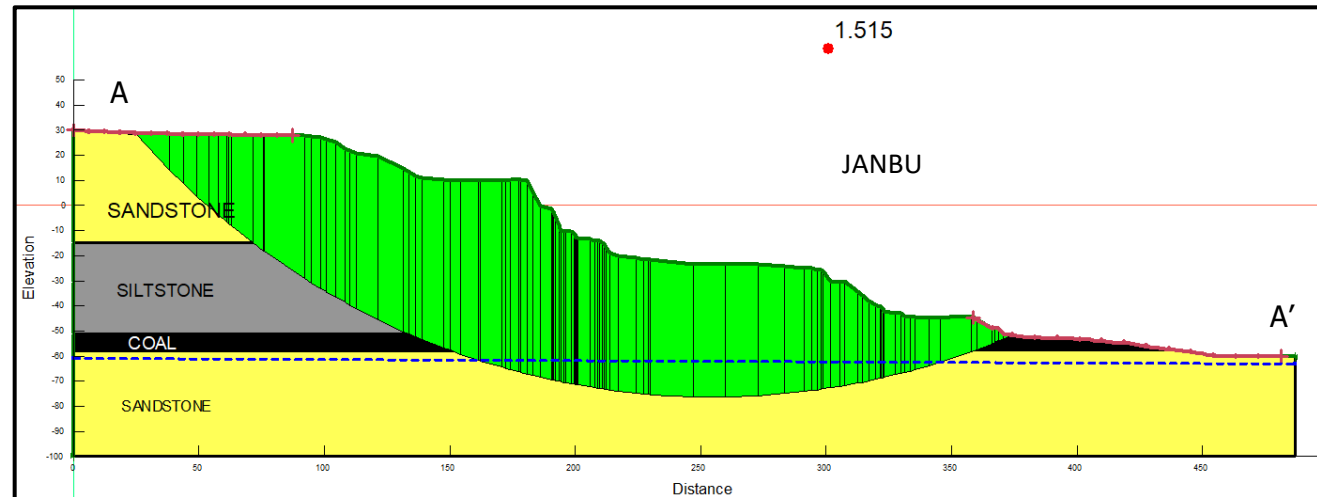
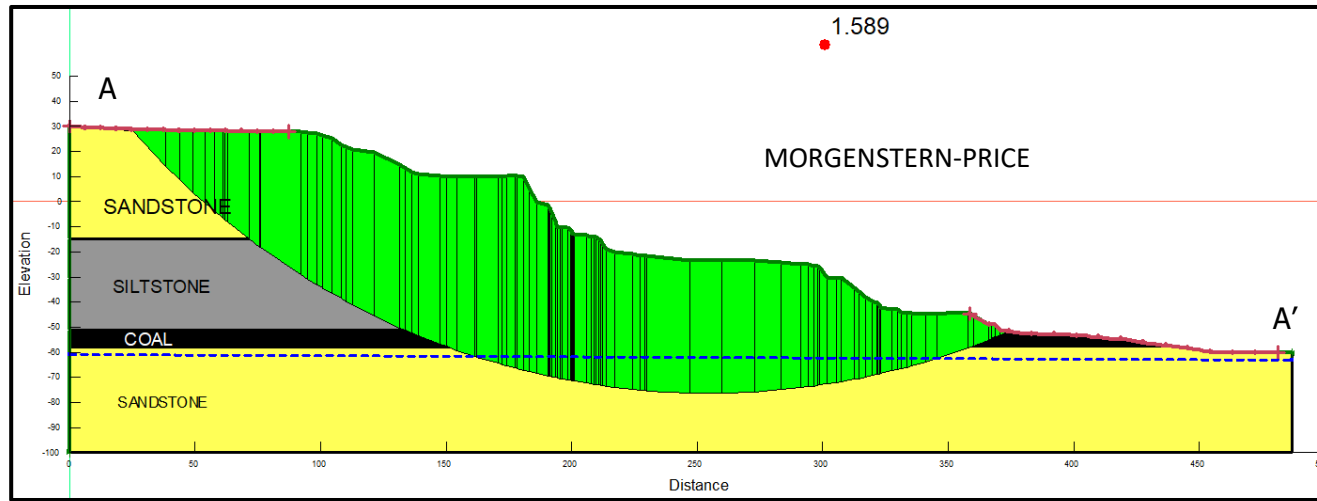




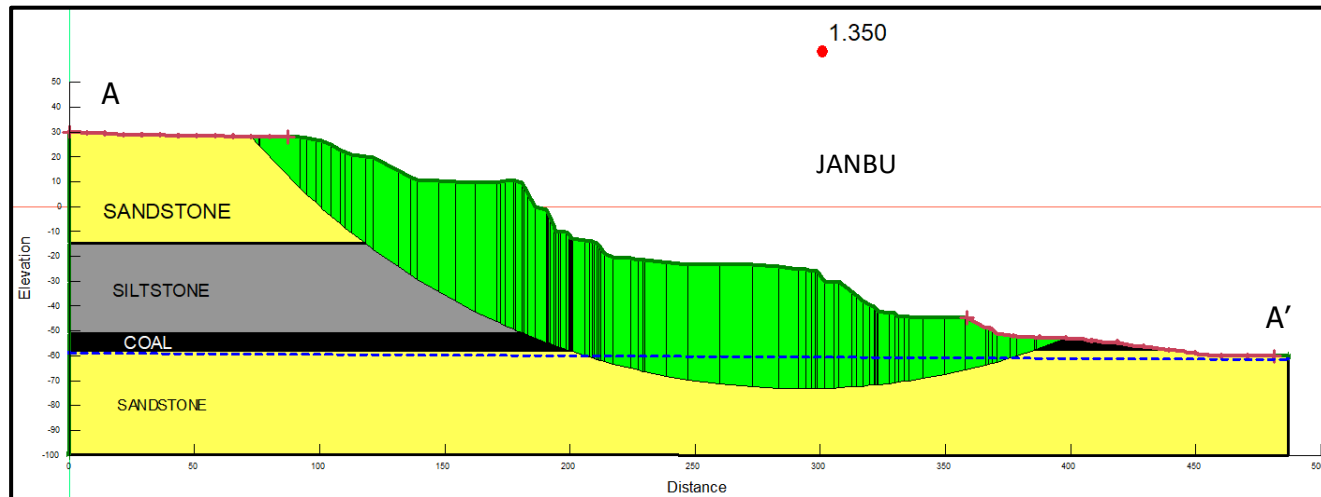
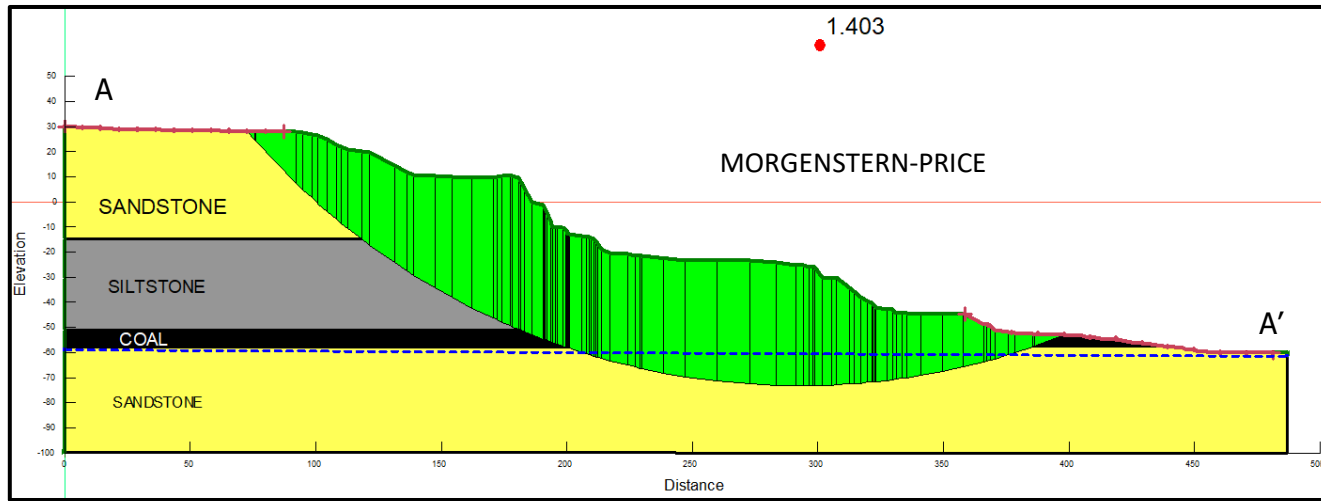
## 2. MAT -63 SAMPAI -65 MDPL (BULAN SEPTEMBER)



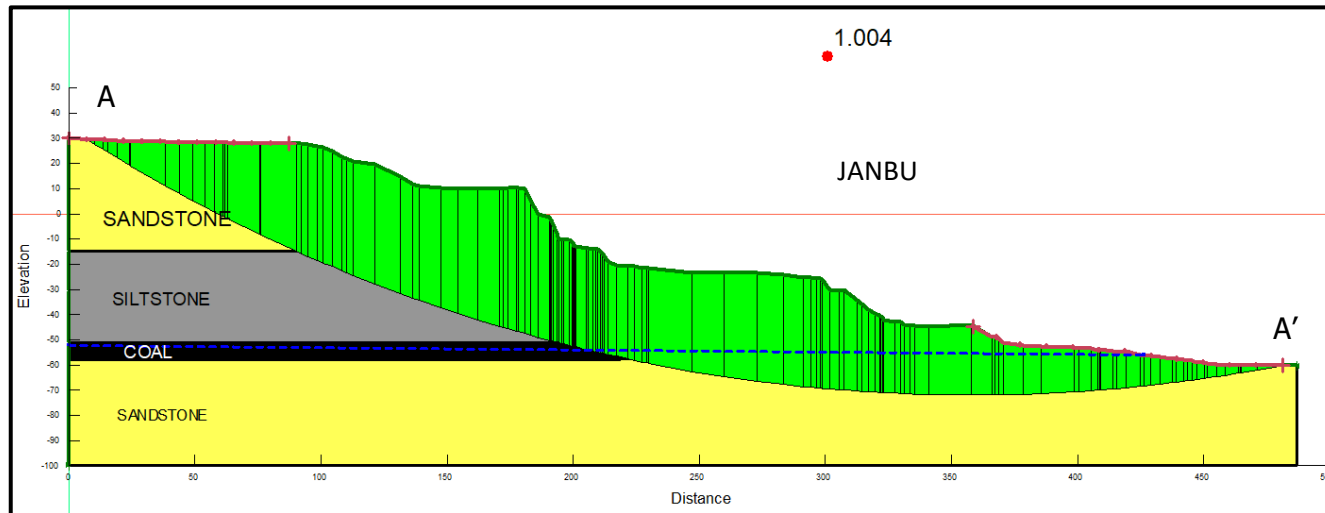
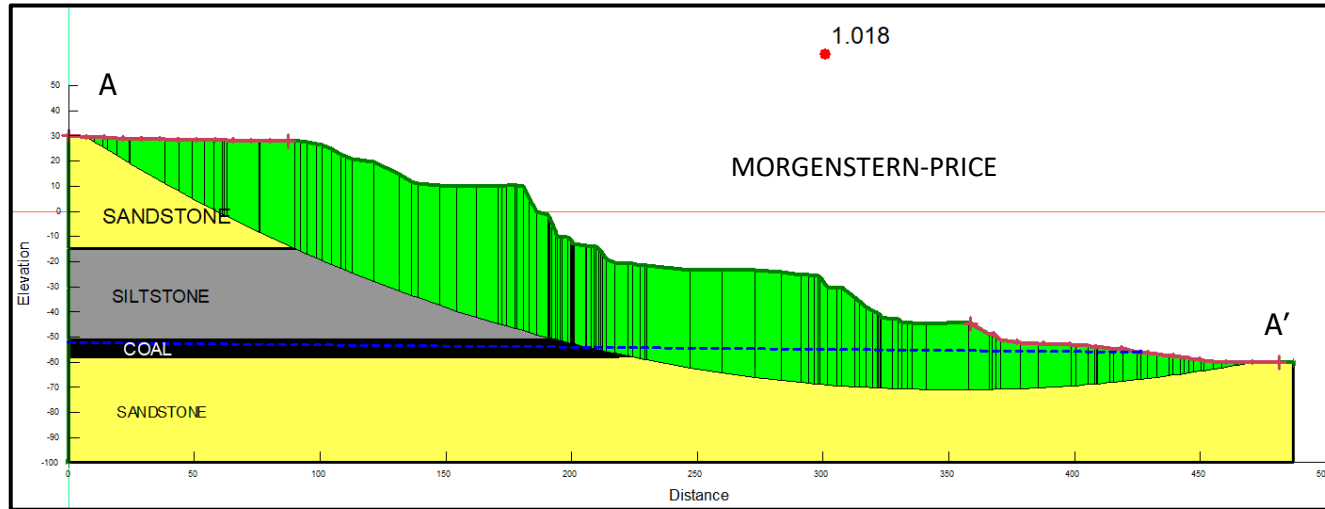
### 3. MAT -61 SAMPAI -63 MDPL (BULAN OKTOBER)



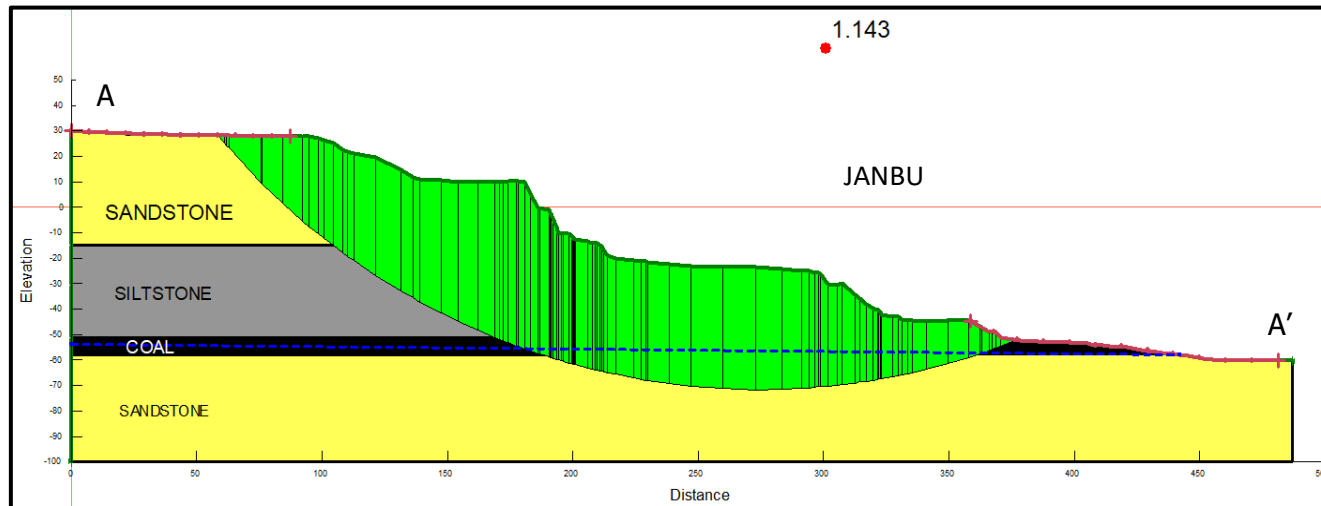
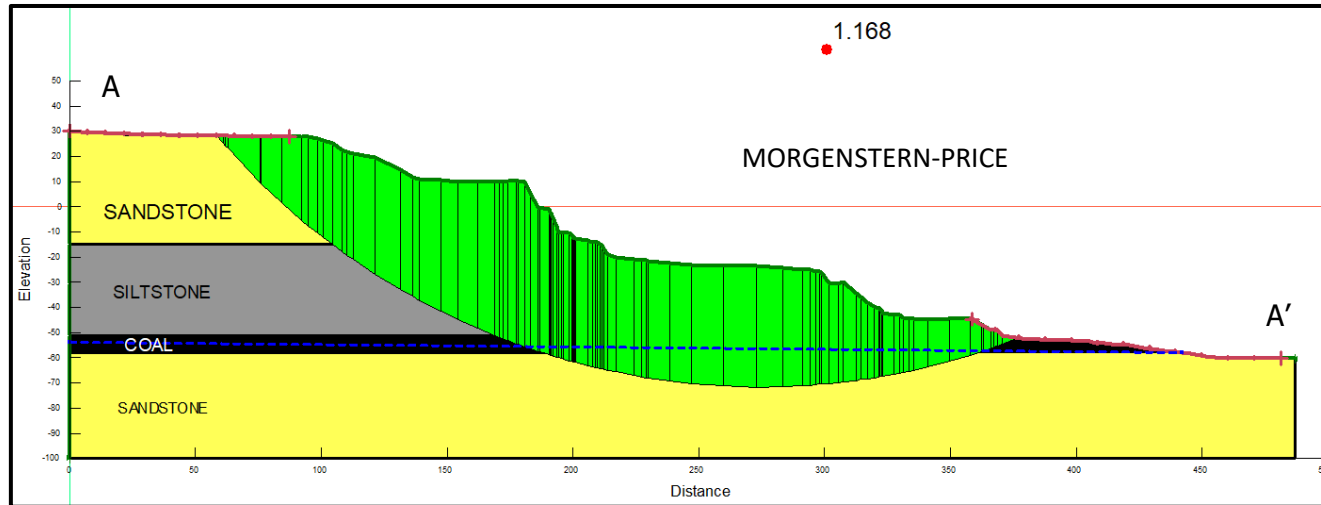
#### 4. MAT -59 SAMPAI -61,5 MDPL (BULAN NOVEMBER)



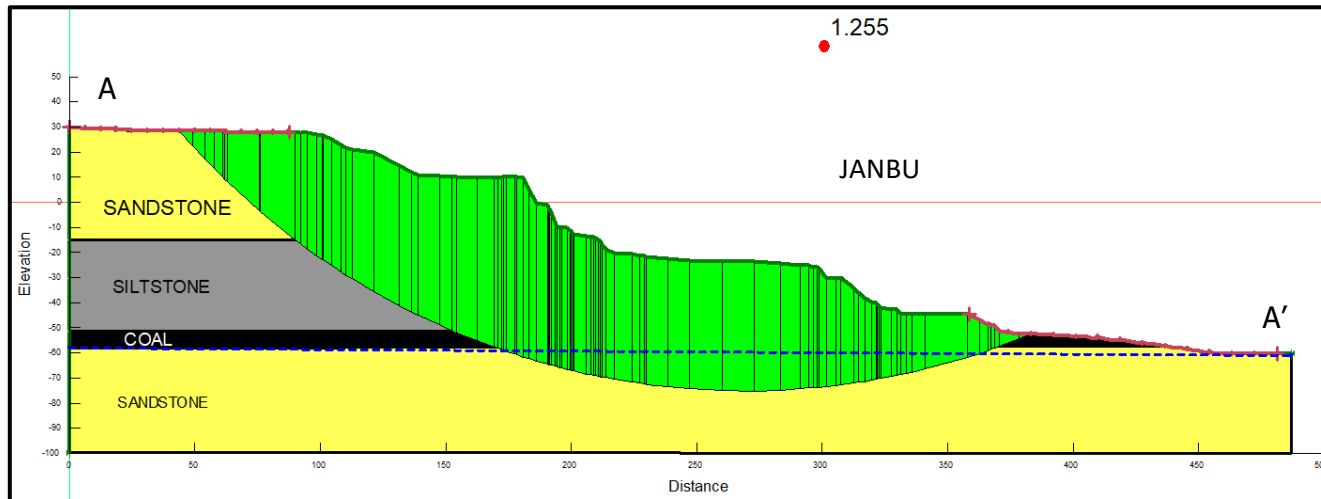
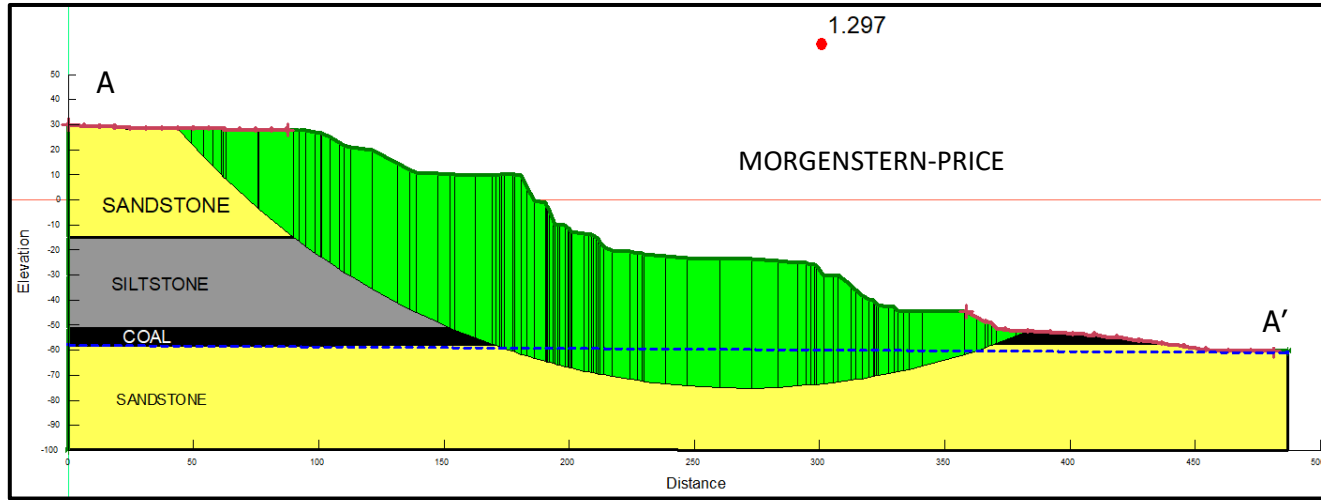
## 5. MAT -52 SAMPAI -56 MDPL (BULAN DESEMBER)



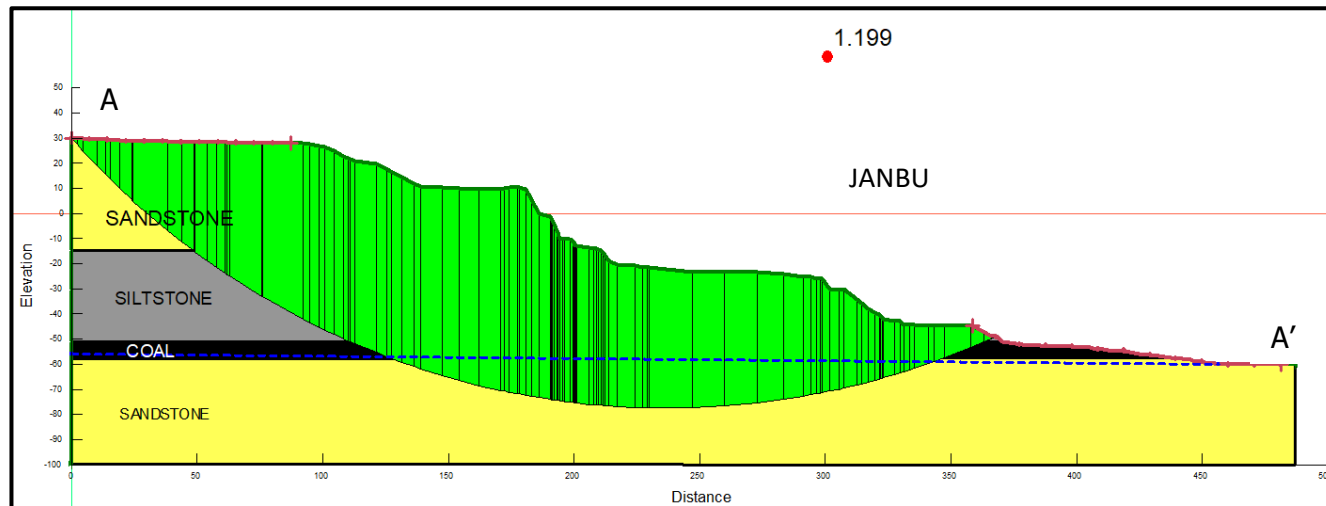
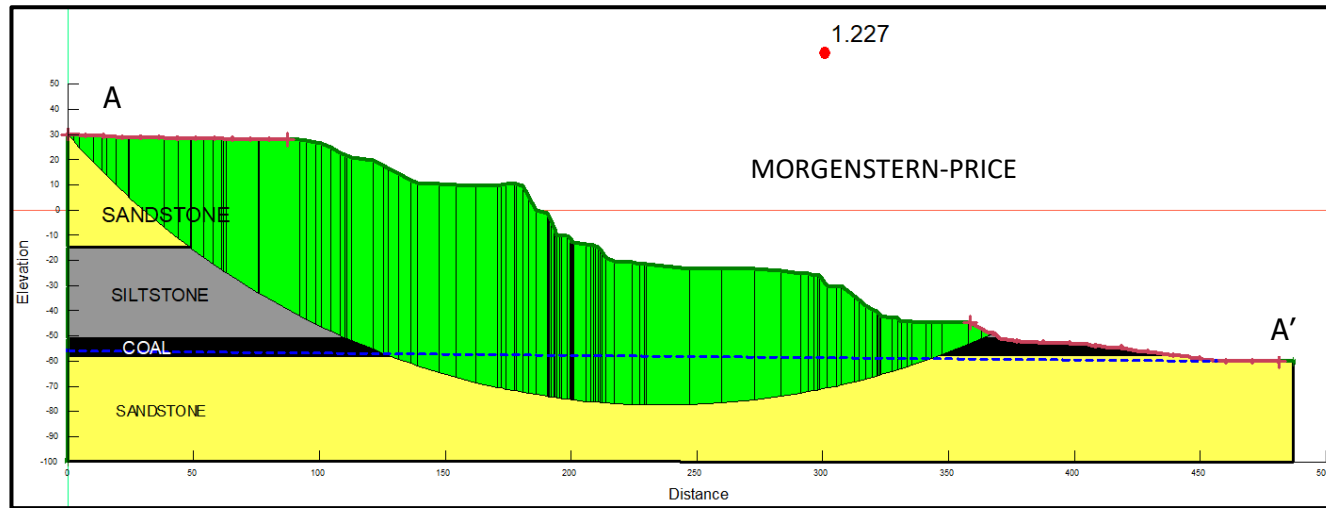
## 6. MAT -54 SAMPAI -58 MDPL (BULAN JANUARI)



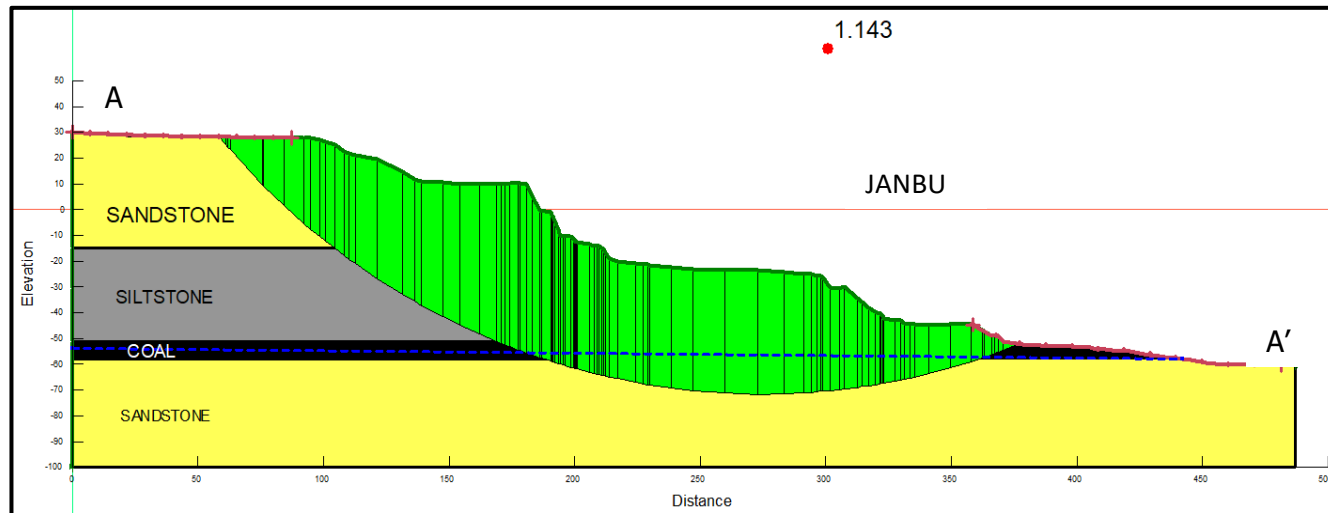
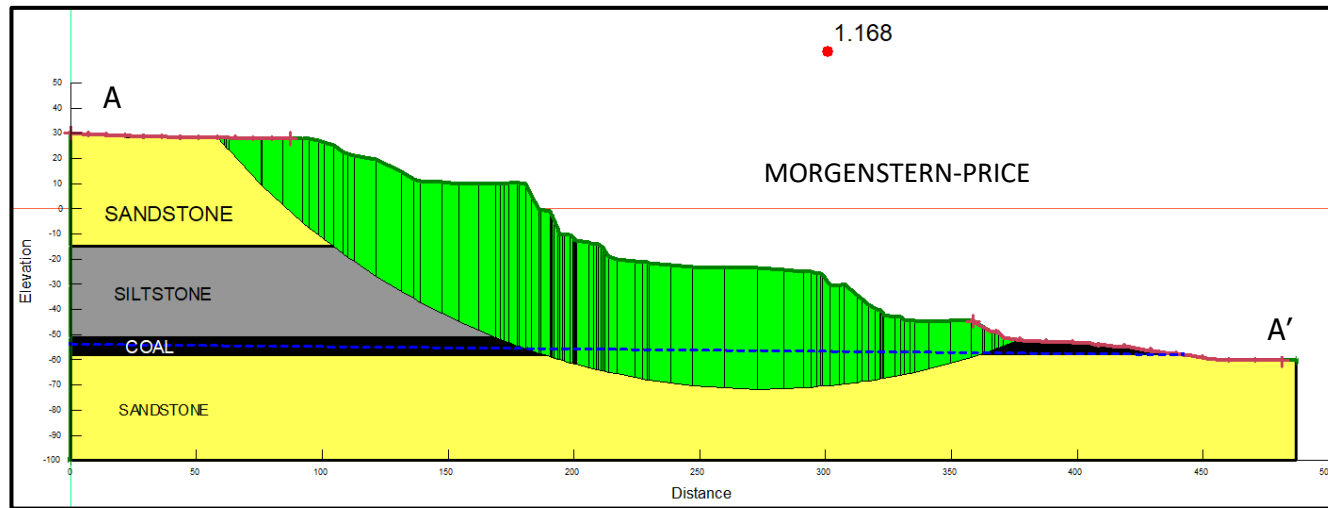
### 7. MAT -58 SAMPAI -61 MDPL (BULAN FEBRUARI)



## 8. MAT -56 SAMPAI -60 MDPL (BULAN MARET)

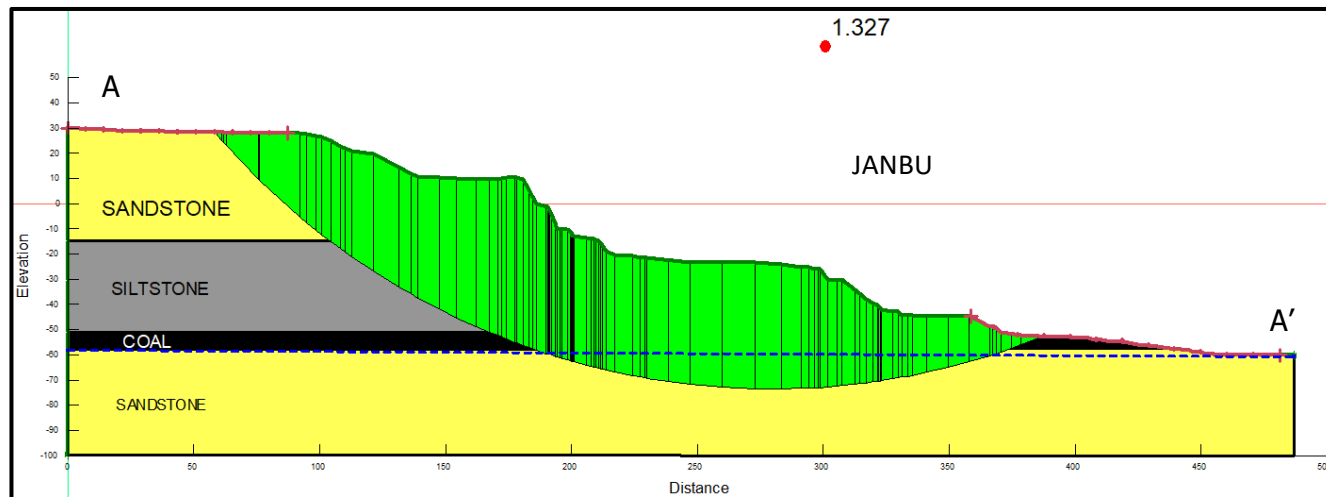
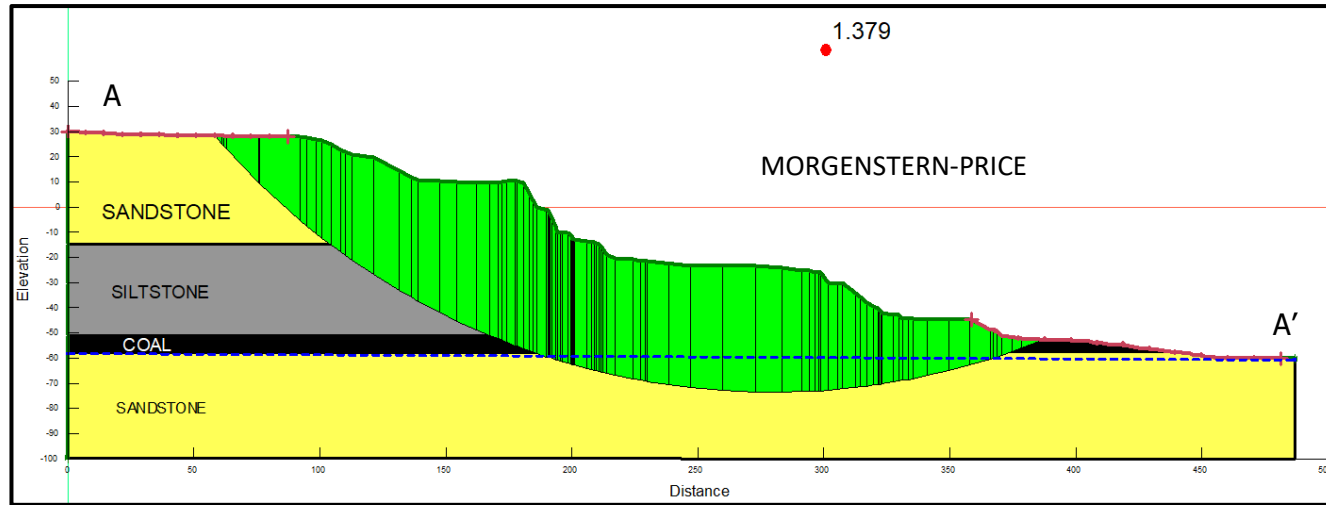


### 9. MAT -54 SAMPAI -58 MDPL (BULAN APRIL)

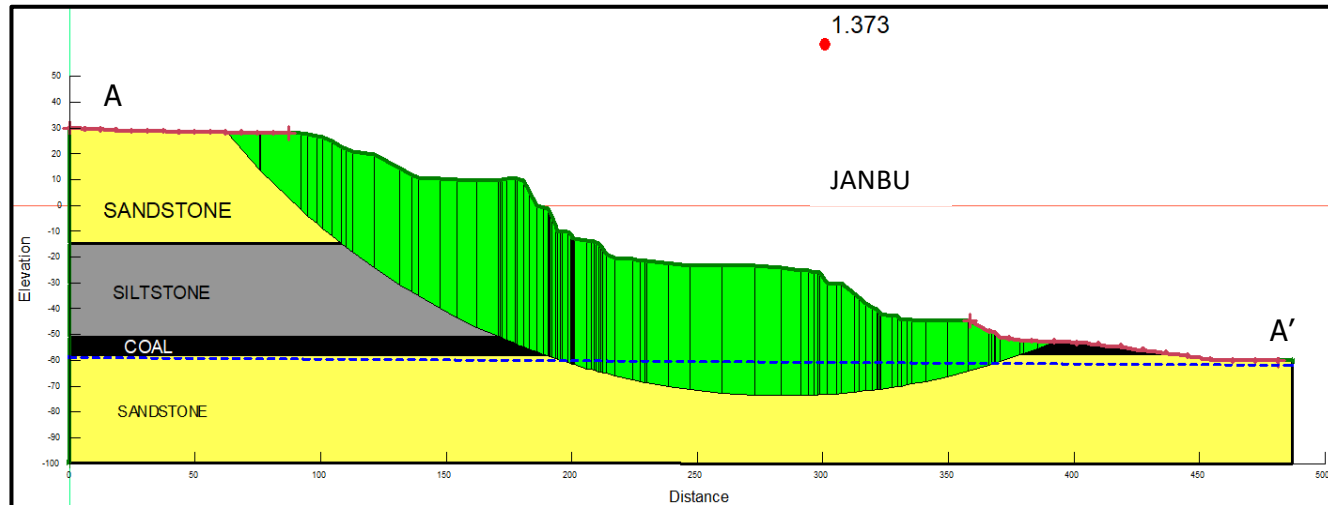
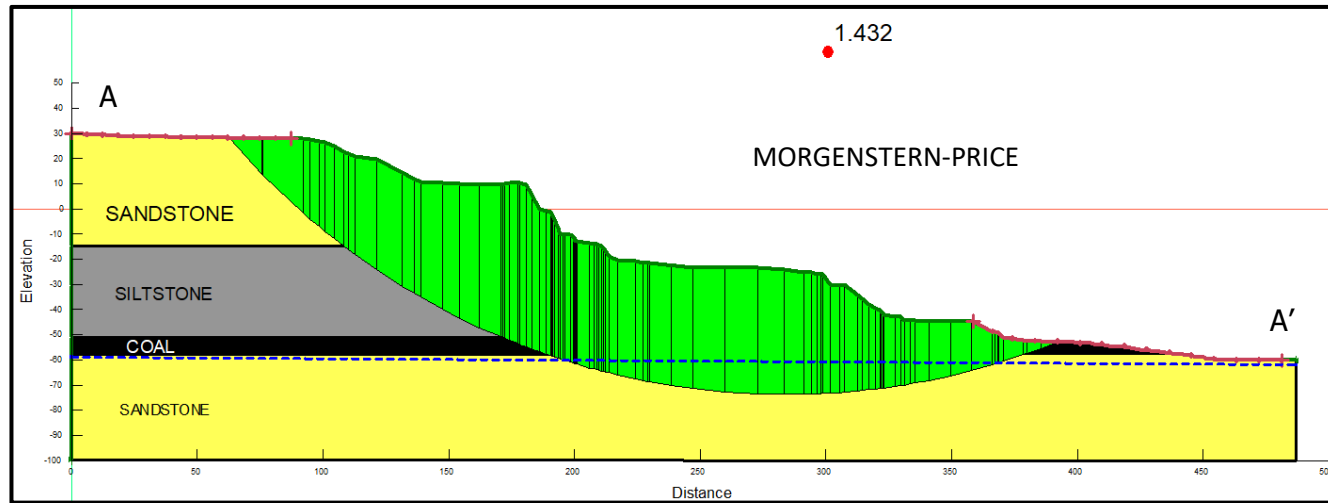




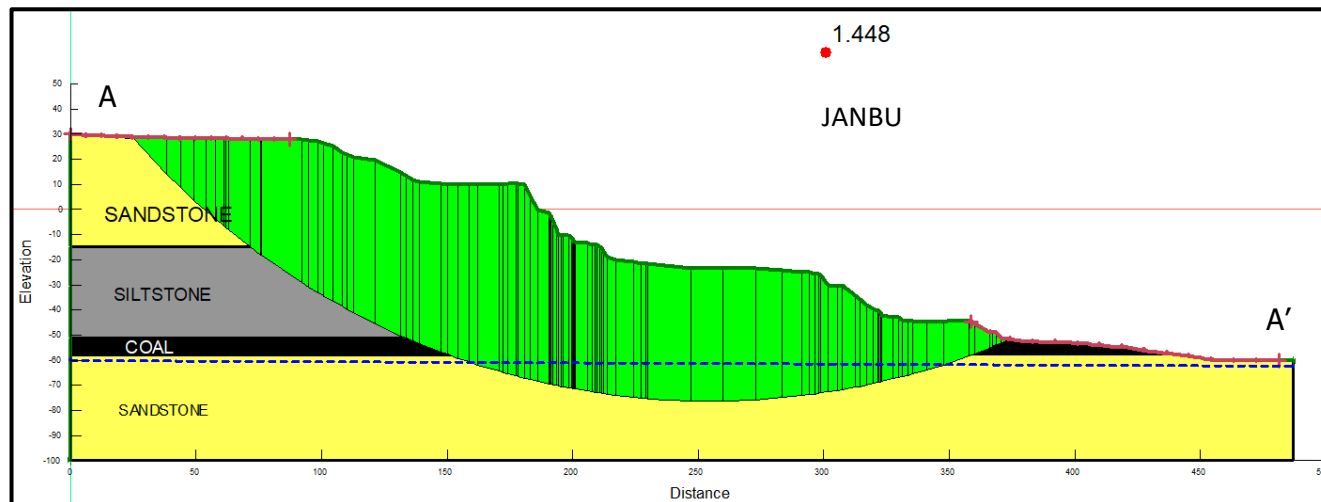
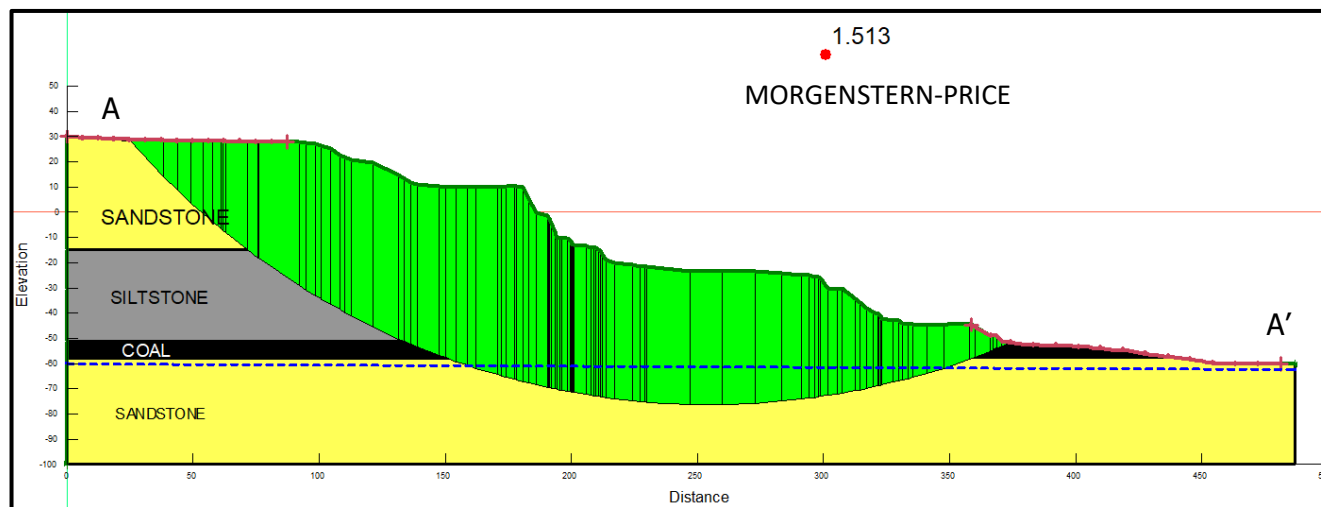
### 10. MAT -58,5 SAMPAI -61 MDPL (BULAN MEI)



### 11. MAT -59 SAMPAI -62 MDPL (BULAN JUNI)

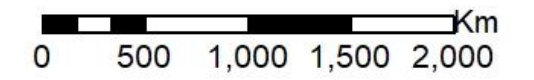


## 12. MAT -60 SAMPAI -62,5 MDPL (BULAN JULI)






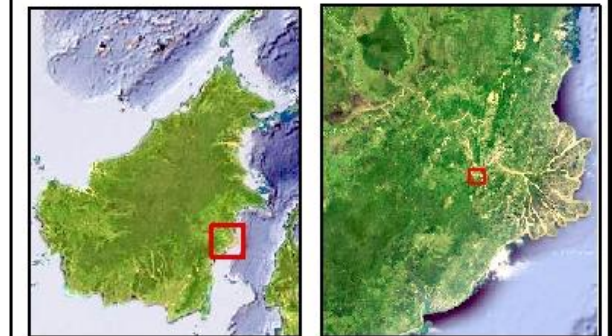
# PETA LOKASI PENELITIAN




## Legenda

 Lokasi Penelitian

Lokasi Penambangan: PT Bukit Baiduri Energi, Pit Merandai




**DEPARTEMEN TEKNIK PERTAMBANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
 2021

### SKRIPSI

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

DIGAMBAR OLEH : MISBAHUDDIN TRI SUSANTO  
 NIM : D62116305

PEMBIMBING	PARAF
I. Dr.Eng. Ir. Muhammad Ramli, M.T. NIP. 19680718 199309 1 001	
II. Asta Arjunoarwan Hatta, S.T., M.T. NIDK. 8965010020	

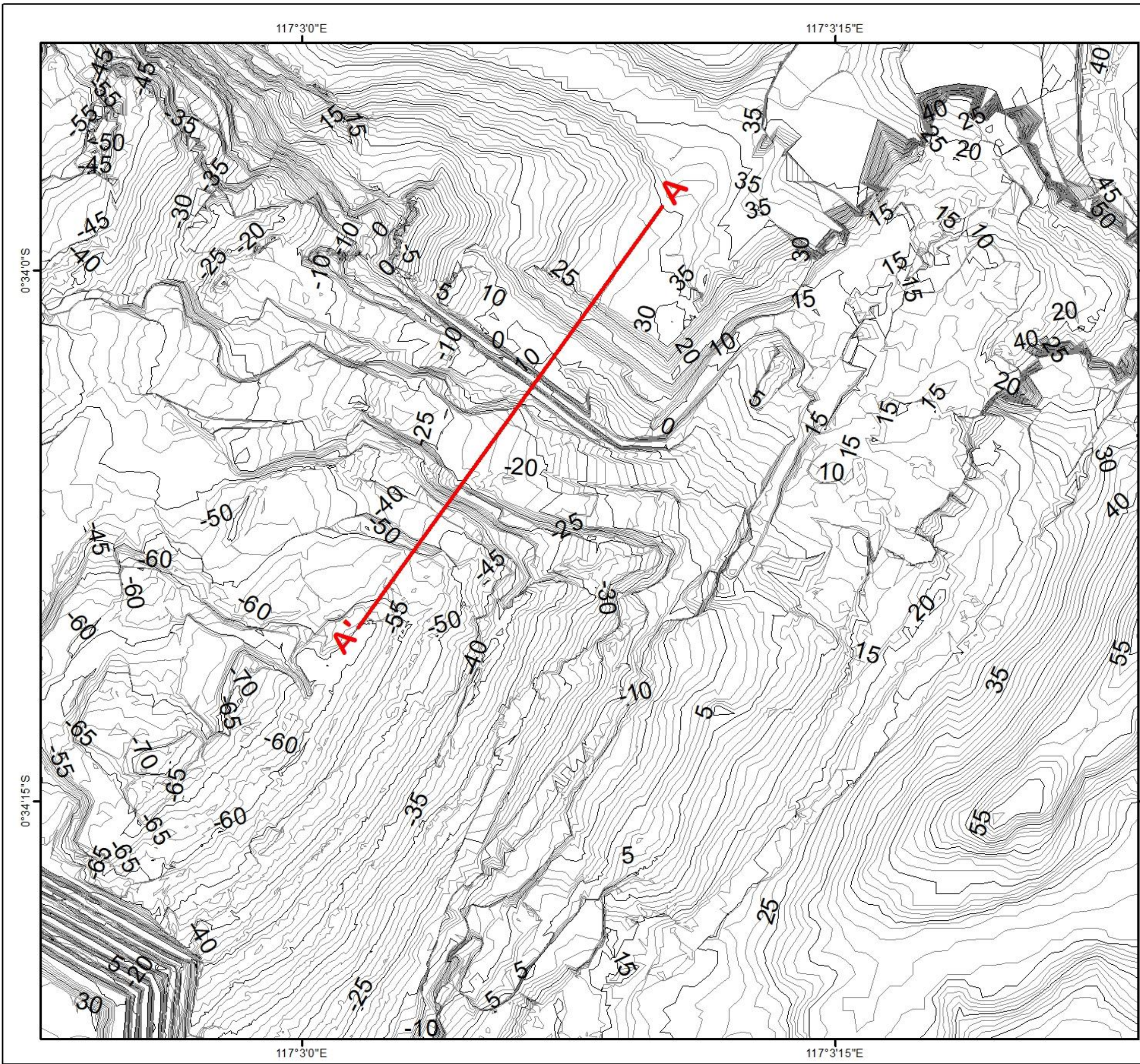
Keterangan:  
 Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 50S  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984

Sumber: Google Earth

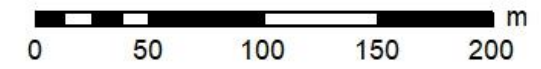
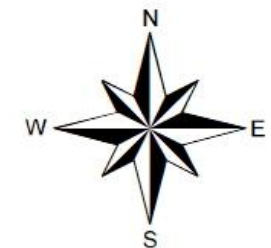
TAHUN 2021	LAMPIRAN F	HALAMAN 98
---------------	---------------	---------------







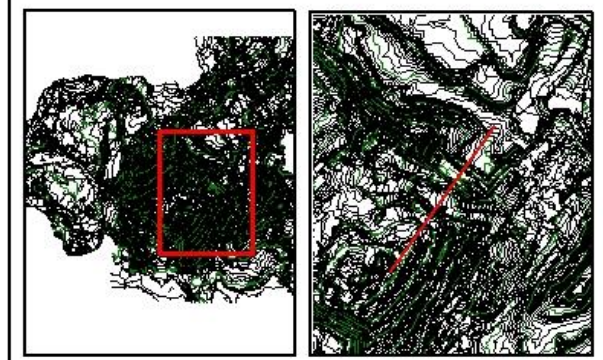
**PETA SAYATAN LERENG**



**Legenda**

- Sayatan Lereng
- Garis Interval Kontur
- Garis Kontur

Lokasi Penambangan: PT Bukit Baiduri Energi, Pit Merandai



DEPARTEMEN TEKNIK PERTAMBANGAN  
 FAKULTAS TEKNIK  
 UNIVERSITAS HASANUDDIN  
 2021

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

DIGAMBAR OLEH : MISBAHUDDIN TRI SUSANTO  
 NIM : D62116305

PEMBIMBING	PARAF
I. Dr.Eng. Ir. Muhammad Ramli, M.T. NIP. 19680718 199309 1 001	
II. Asta Arjunoarwan Hatta, S.T., M.T. NIDK. 8965010020	

Keterangan:  
 Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 50S  
 Projection: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984

Sumber: Peta Topografi PT Bukit Baiduri Energi

TAHUN 2021	LAMPIRAN G	HALAMAN 99
---------------	---------------	---------------



## LAMPIRAN H DOKUMENTASI



Kondisi lereng *sidewall* utara



Pit Merandai Bukit Baiduri Energi





*Safety talk PT Bukit Baiduri Energi*



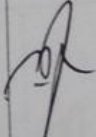


Monitoring Lereng


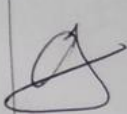


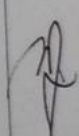
Lampiran B 10  
Kartu Konsultasi Tugas Akhir



JUDUL: PREDIKSI FLUKTUASI MUKA AIR TANAH  
BERDASAR KAN DATA CURAH HUJAN UNTUK  
ANALISIS KESTABILAN LERENG

(Konsultasi minimal 8 kali)

TANGGAL	MATERI KONSULTASI	PARAF DOSEN
Senin 1/03/2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generalkan litologi penyusun lereng</li> <li>- Olah data curah hujan</li> <li>- Pembuatan conceptual model (MODFLOW)</li> </ul>	
Jumat 5/03/2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki power point</li> <li>- Masukkan peta lokasi penelitian</li> <li>- Jelaskan proses prediksi fluktuasi MAT (MODFLOW)</li> <li>- Memunculkan profil tanah (litologi)</li> <li>- Perbaiki flowchart</li> </ul>	
Jumat 19/03/2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perjelas penampang MAT</li> <li>- Perbaiki hasil analisis kestabilan lereng (GeoStudio 2012)</li> <li>- Buat peta section lereng penelitian</li> </ul>	



TANGGAL	MATERI KONSULTASI	PARAF DOSEN
Jumat 26/3/2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perjelas hasil simulasi Plutekusi MAT (MODFLOW)</li> <li>- Perbaiki Penampang MAT</li> <li>- Perbaiki analisis kestabilan lereng (Geo Studio 2012)</li> </ul>	
Jumat 26/3/2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki simulasi MODFLOW</li> <li>- Kasih keterangan warna setiap elevasi MAT</li> <li>- Keterangan kontur diperbesar</li> </ul>	
Jumat 9/4/2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berikan keterangan Jelas pada hasil simulasi MODFLOW</li> <li>- Berikan data keterangan curah hujan</li> <li>- Perbaiki tampilan hasil simulasi Geo Slope</li> </ul>	
JUMAT 30/4/2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tampilkan kondisi Batas (MODFLOW)</li> <li>- kondisi batas pertimbangkan keluarannya</li> <li>- Potong tampilan MODFLOW fokus pada section dan sump.</li> <li>- simulasi MAT tidak dipengaruhi oleh simulasi MAT bulan sebelumnya</li> </ul>	
JUMAT 28/5/2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buat grafik section A-A' dengan nilai MAT</li> <li>- Perbaiki penggunaan kalimat pada tujuan</li> <li>- perbaiki draft</li> </ul>	

TANGGAL	MATERI KONSULTASI	PARAF DOSEN
Jumart 28/05/2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki tampilan PPT</li> <li>- Berikan keterangan X-Y pada grafik</li> <li>- Berikan keterangan mm tertinggi dan terendah.</li> </ul>	 28/05/21
Jumab 28/05/2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jelaskan mengapa hasil analisis kestabilan lereng berbeda</li> <li>- Tambahkan arah aliran air tanah pada MODFLOW</li> <li>- Perbaiki kondisi batasan pada peta</li> </ul>	

Catatan: Lembar konsultasi asli dilampirkan pada satu dokumen skripsi.