

**BUKU PANDUAN
PRAKTIKUM KOMPUTASI TAMBANG**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA
2019**

**BUKU PANDUAN
PRAKTIKUM KOMPUTASI TAMBANG**



**DISUSUN OLEH :
HIDAYATULLAH SIDIQ, S.T., M.T.**

**TIM ASISTEN :
AMAR DAENG PAGESA
WANDA ASPRIATNA SURATMAN
BAYU AJI PRABOWO**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA
2019**

DAFTAR ISI

BAB I	PENDAHULUAN	
1.1.	Latar Belakang	1
1.2.	Maksud dan Tujuan.....	2
1.3.	Acara Praktikum.....	2
1.4.	Dosen, Asisten dan Peserta Praktikum	2
BAB II	PETA KESAMPAIAN DAERAH DAN PETA GEOLOGI	
2.1.	Pengetahuan umum mengenai peta geologi.....	3
2.2.	Pengenalan Software Mapinfo	4
2.3.	Langkah Kerja dan hasil praktikum	7
BAB III	ANALISIS KEKUATAN BATUAN	
3.1.	Cara Menggunakan RocLab Material Sandstone.....	15
3.2.	Cara Menggunakan RocLab Material Andesit.....	19
BAB IV	ANALISIS POTENSI LONGSORAN	20
BAB V	ANALISIS FAKTOR KEMANTAPAN LERENG	30
5.1.	Pendahuluan	30
5.2.	Contoh Kasus	30
5.3.	Analisis Kasus.....	31
BAB VI	PERANCANGAN TAMBANG TERBUKA	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang Teknologi Informatika, maka industri pertambangan telah menjadi salah satu bidang penerapan teknologi tersebut. Mulai dari pencarian, pemodelan dan perhitungan cadangan, eksploitasi, pengolahan hingga pemasaran. Oleh karena itu, perusahaan-perusahaan pertambangan, lembaga-lembaga atau instansi yang berkecimpung di bidang pertambangan telah menuntut untuk memiliki pengetahuan dan keahlian yang memadai akan aplikasi *software* dibidang pertambangan bagi setiap lulusan Sarjana Teknik Pertambangan.

Kompetensi dari mata kuliah Perencanaan Tambang sebagai salah satu wahana untuk menghasilkan lulusan Sarjana Pertambangan yang profesional dan unggul sesuai dengan Misi dan Visi Program Studi Teknik Pertambangan. Dari mata kuliah ini mahasiswa diberikan ilmu pengetahuan dan keahlian mengenai aplikasi beberapa *software* dibidang pertambangan, mulai dari pemetaan topografi, pemodelan sumberdaya mineral/batubara dan perhitungan cadangan, perancangan bukaan tambang, Analisis kestabilan lereng jenjang dan analisis keekonomian.

Sesuai dengan maksud dan tujuan tersebut, maka mahasiswa disamping diberikan bekal teori-teori yang terkait dengan bidang perekayasaan pertambangan, juga diwajibkan mengikuti praktikum penerapan beberapa *software* di laboratorium komputasi tambang. Perkuliahan diharapkan akan memberikan bekal ilmu pengetahuan dalam Perencanaan Tambang, sedangkan praktikum akan memberikan keahlian (*softskill*) kaitannya dengan pemahanan teknik operasionalisasi program-program komputer untuk kepentingan perekayasaan pertambangan.



1.2. Maksud dan Tujuan

Pelaksanaan praktikum komputasi tambang dimaksudkan untuk melengkapi materi dasar mata kuliah Perencanaan Tambang. Sedangkan tujuannya, memberikan bekal pengetahuan dan keahlian dalam penggunaan program kepada mahasiswa yang sangat diperlukan dalam pelaksanaan dan pengerjaan tugas-tugas dibidang pertambangan. Disamping itu, memberikan bekal kepada mahasiswa untuk menghadapi tuntutan pekerjaan atau profesi di bidang pertambangan.

1.3. Acara Praktikum

Secara garis besar materi praktikum meliputi 5 (lima) materi yang terdiri dari 5 acara praktikum. Acara praktikum tersebut meliputi penyajian peta kesampaian lokasi, analisis kekuatan batuan, analisis kestabilan lereng, analisis kelongsoran, perancangan tambang terbuka dan analisis keekonomian.

Perangkat Lunak (*software*) yang digunakan dalam Praktikum Komputasi Tambang tahun akademik 2018/2019 adalah Mapinfo Proffsional 12.0 + Disvocer, RocLab 1.010, GeoSlope, Dips 5.0, 3DMine 2014.3 Education dan Microsoft Excel.

1.4. Dosen, Asisten dan Peserta Praktikum

Praktikum Komputasi Tambang dilaksanakan sebagai bagian dari mata kuliah Komputasi Tambang yang diberikan pada Semester VI. Pengampu mata kuliah Komputasi Tambang adalah Hidayatullah Sidiq, S.T., M.T. Untuk mendukung pelaksanaan praktikum telah dibuat Buku Panduan Praktikum Komputasi Tambang. Buku Panduan Praktikum setiap tahun dilakukan revisi untuk melengkapi dan menyempurnakan materi dari setiap acara praktikum.

Selain dosen pengampu, dalam pelaksanaan praktikum memerlukan bantuan asisten praktikum dari mahasiswa, yaitu Asisten Senior (telah terlibat praktikum minimal satu tahun akademik) dan Asisten junior (merupakan Asisten baru).

Peserta praktikum simulasi dan komputasi tambang yang reguler berasal dari mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan angkatan 2016.



BAB II

PETA KESAMPAIAN DAERAH DAN PETA GEOLOGI

2.1. Pengetahuan umum mengenai peta geologi

Peta adalah suatu penyajian pada bidang datar dari seluruh atau sebagian unsur permukaan bumi digambar dalam skala tertentu dan sistem proyeksi tertentu. Secara umum peta diartikan sebagai gambaran konvensional dari pola bumi yang digambarkan seolah olah dilihat dari atas ada bidang datar melalui satu bidang proyeksi degan dilengkapi tulisan tulisan untuk identifikasinya.

Peta geologi pada dasarnya merupakan suatu sarana untuk menggambarkan tubuh batuan, penyebaran batuan, kedudukan unsur struktur geologi dan hubungan antar satuan batuan serta merangkum berbagai data lainnya. Pada dasarnya peta geologi merupakan rangkaian dari hasil berbagai kajian lapangan. Hal ini pula yang menyebabkan mengapa pemetaan geologi diartikan sama dengan geologi lapangan.

Peta geologi umumnya dibuat diatas suatu peta dasar (peta topografi/rupebumi) dengan cara memplot singkapan-singkapan batuan beserta unsur struktur geologinya diatas peta dasar tersebut. Pengukuran kedudukan batuan dan struktur di lapangan dilakukan dengan menggunakan kompas geologi.

2.1.1. Bagian-bagian Peta

- a. **Judul Peta**, diambil dari bagian terbesar wilayah yang tercantum dalam satu sheet peta. Biasanya terletak di bagian atas peta.
- b. **Legenda Peta**, penjelasan dari simbol simbol yang tercantum dalam peta. Bagian ini adalah komponen yang sangat vital karena kita akan jadi buta dalam membaca peta jika tidak ada legendanya.
- c. **Skala Peta**, bagian yang menunjukkan ukuran dalam lembar peta dengan medan sebenarnya. Skala ini ada dua jenis yaitu skala garis dan skala angka. Dalam peta topografi biasanya dicantumkan keduanya. Rumus perhitungan : jarak dimedan sebenarnya = jarak di peta x skalanya.



(Contoh : skala peta 1:25000; 1:50000; 1:100000) cara membacanya adalah 1:25000 berarti 1 cm dalam peta adalah 25000cm di medan sebenarnya atau 250 meter.

- d. **Garis Koordinat**, jaring-jaring dalam peta yang terdiri dari garis vertikal dan garis horisontal. Guna garis ini adalah untuk batas perhitungan koordinat.
- e. **Garis Ketinggian atau biasa disebut garis kontur**, Adalah garis yang menyerupai sidik jari yang menunjukkan titik ketinggian yang sama dalam peta.
- f. **Tahun Pembuatan Peta**, merupakan keterangan yang menunjukkan tahun terakhir peta tersebut diperbaharui. Hal ini sangat penting karena kondisi permukaan bumi bisa berubah sewaktu waktu.
- g. **Deklinasi**, yaitu garis keterangan yang menunjukkan beda Utara Peta dan Utara Magnetik (Utara Kompas). Deklinasi ini direvisi tiap 5 tahun sekali.

2.1.2. Manfaat dan kegunaan peta geologi

Peta geologi sebagai peta yang menggambarkan sebaran berbagai jenis batuan dan struktur geologi dalam suatu peta dan merupakan sumber informasi geologi dari suatu wilayah akan bermanfaat bagi para perencana maupun pelaksana dalam bidang :

- a. Keteknikan (Pembangunan Pondasi Bendungan, Jalan Raya, Daya Dukung Lahan, Daerah Rawan Longsor, Daerah Rawan Banjir, dll).
- b. Perencanaan Wilayah dan Kota (Perencanaan Tata Ruang).
- c. Pertambangan (Potensi Bahan Galian Ekonomis).
- d. Perminyakan (Potensi Sumberdaya Gas dan Minyakbumi).
- e. Industri (Potensi Sumberdaya Air dan Mineral).

2.2. Pengenalan Software Mapinfo

MapInfo adalah salah satu perangkat lunak (*software*) yang digunakan sebagai sarana untuk menampilkan atau pengimplementasian sistem informasi geografis. Kelebihan perangkat lunak Mapinfo tersebut adalah karena fasilitas



yang diberikan cukup mudah untuk dioperasikan dan cukup lengkap untuk keperluan pengembangan sistem informasi geografis.

Kemudahan lain, perangkat ini tidak memerlukan dukungan *hardware* yang terlalu rumit. Sehingga hampir semua *Personal Computer* (PC) dapat digunakan untuk mengoperasikan *software* tersebut. Selain itu dengan sudah tersedianya menu-menu pada windows, maka pengguna tidak perlu menghafalkan perintah-perintah panjang. Melainkan dapat langsung memberi perintah melalui menu utama maupun *icon* yang sudah tersedia.

Seperti halnya perangkat lunak lain yang dioperasikan di bawah windows yang memiliki kemampuan *multitasking*, maka MapInfo juga dapat digunakan secara bersama-sama dengan fasilitas lain di dalam MapInfo sendiri. Konsep ini dinamakan sebagai *desktop mapping*. Kemampuan lain dari *desktop mapping* ini adalah kemampuan untuk mengorganisir, memanipulasi dan menganalisis data. Informasi yang disajikan oleh MapInfo ini pada prinsipnya adalah hasil penggabungan data grafis dan non-grafis.

Keistimewaan lainnya dari MapInfo ini adalah :

- a. Membuat basis data dari struktur MapInfo, membuka file yang dibuat dengan dBase, Delimited ASCII, Lotus, MS Excell, mengimport file grafis dengan berbagai format DXF dan MIF versi sebelumnya.
- b. Kemampuan untuk menampilkan data dengan spesifikasi tertentu sesuai dengan kebutuhan pengguna. Kemampuan ini ditunjang oleh bahasa query SQL (*Structure Query Language*). Dengan fasilitas ini dapat dibuat query yang rumit dari beberapa basis data sekaligus.
- c. Kemampuan mengubah peta untuk ditampilkan atau didijitasi.
- d. Adanya kelengkapan *pallette* untuk menggambar atau mengedit dan berbagai fungsi lainnya untuk penggambaran peta.

2.2.1. Format Tampilan Mapinfo

Konsep *Desktop Mapping* yang dimiliki oleh MapInfo memungkinkan untuk menampilkan data dalam 3 format, yaitu :



- a. *Mappers*, yaitu penyajian informasi data grafis dalam bentuk konvensional hasil digitasi, sehingga memungkinkan untuk memvisualisasikan pola geografis dari data.
- b. *Browser*, yaitu penyajian informasi dalam bentuk daftar-daftar tabular (seperti pada basisdata konvensional) atau tabel-tabel . Memungkinkan untuk melakukan pemeriksaan data secara manual maupun otomatis secara penuh.
- c. *Graphers*, yaitu penyajian informasi dalam bentuk grafis atau histogram sesuai dengan data pada *browser*. Penyajian grafis tersebut bias secara terpisah maupun bersama-sama dengan tampilan *mappers*. Memungkinkan untuk menampilkan grafis atau histogram pada peta maupun statistiknya.

2.2.2. Fungsi-Fungsi Mapinfo

Dalam menangani data grafis dan non-grafis, MapInfo menggunakan fungsi-fungsi yang diaplikasikan kepada data peta maupun atribut. Fungsi-fungsi tersebut dapat dikelompokkan menjadi :

a. Fungsi Peta

Dimana pada fungsi ini dapat dilakukan pembuatan, pemanggilan, pengeditan dan penampilan peta. Fungsi-fungsi dapat dilakukan pada bagian mapping sistem pada MapInfo

b. Fungsi Data

Dimana pada bagian ini dapat dilakukan pembuatan, pemanggilan, pengeditan, pengurutan dan penghitungan data. Kebanyakan dari fungsi - fungsi ini dapat dilakukan pada Mbase, yaitu manajemen basisdata pada MapInfo atau system manajemen basisdata yang lainnya dengan MapInfo.

c. Fungsi Kombinasi

Bagian ini adalah mengaitkan file data tekstual kepada peta dan menampilkan kedua data tersebut pada peta.

Semua fungsi-fungsi kombinasi dibangun dengan MapInfo. Kita dapat mengaitkan data tabular pada peta, pada MapInfo fungsi ini disebut kodifikasi.



Kita juga dapat menanalisa distribusi geografis dari data, hal ini biasa disebut dengan pemetaan tematik. Sebagian besar fungsi untuk pembangunan data dapat dilakukan dengan MapInfo, namun jika diperlukan dapat juga membangun data dengan menggunakan perangkat lainnya seperti AutoCad yang dapat menghasilkan file sesuai dengan MapInfo (.DXF). Kita dapat mengimport file-file tersebut dengan mudah. Selain itu fungsi ini juga dapat digunakan untuk mentransfer data-data yang sudah dalam format digital dengan ketentuan format seperti di atas.

Beberapa fungsi data lebih baik dilakukan dalam Dbase, yaitu manajemen basis data pada MapInfo. Selain itu dapat juga dilakukan dengan manajemen basisdata lainnya, dimana sebaiknya yang dapat menghasilkan file dan format Dbase.

Setelah masing-masing data (grafis dan atribut) telah siap, maka kedua data tersebut dapat dihubungkan (geocoding). Setelah kedua data tersebut terkait, maka MapInfo dapat melakukan penampilan, penyaringan dan pembuatan peta tematik.

2.3. Langkah Kerja dan hasil praktikum

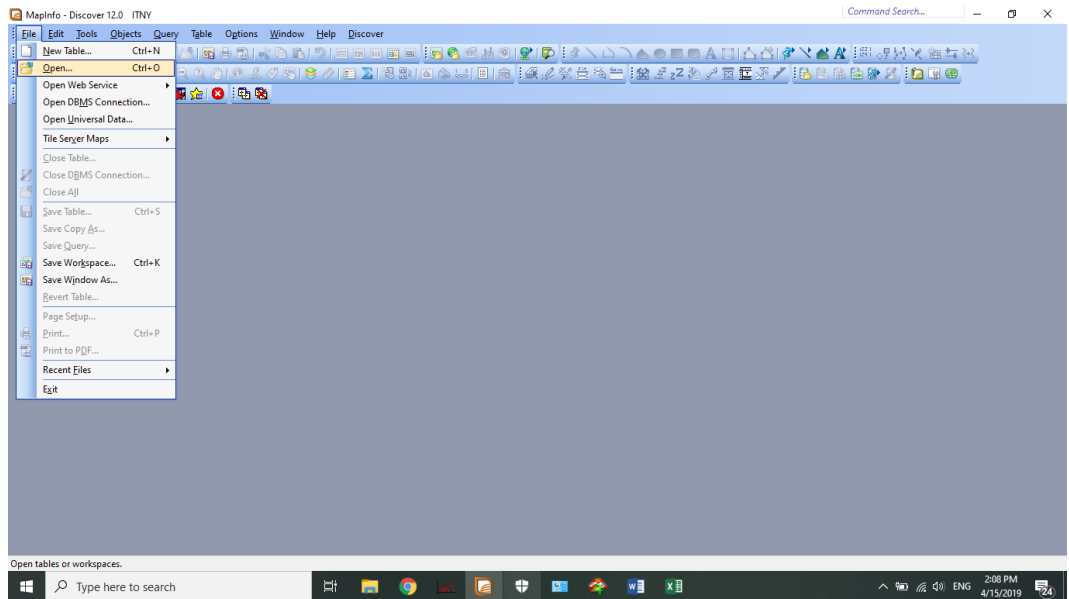
Dalam acara ini peta yang dibuat adalah Peta Kesampain Daerah dan Peta Geologi. Berikut langkah kerja pembuatan peta :

2.3.1. Peta Kesampaian Daerah

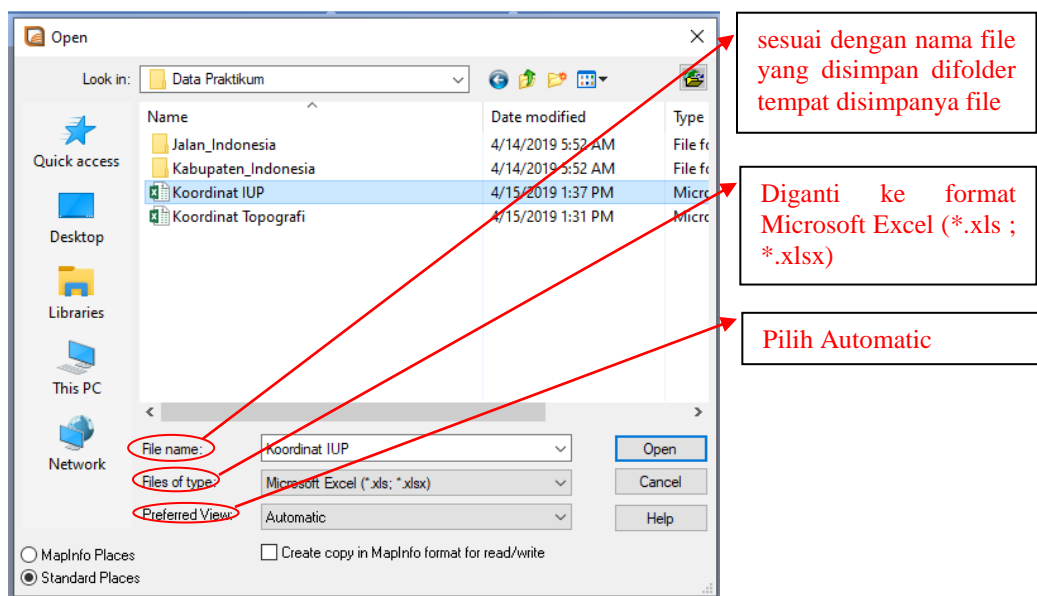
1. Data koordinat IUP

No.	X	Y
1.	761684.615	9265853.753
2.	761449.972	9265853.753
3.	761449.972	9266471.449
4.	762591.065	9266471.449
5.	762591.065	9265480.556
6.	761932.117	9265480.556
7.	761932.117	9265622.116
8.	761793.902	9265622.116
9.	761793.902	9265744.369
10.	761684.615	9265744.369

2. Masukkan data koordinat IUP diatas ke dalam Microsoft Excel kemudian simpan dalam Microsoft Excel 97-2003 Worksheet dengan nama **Koordinat IUP.xlsx**
3. *Input* data koordinat IUP yang disimpan tadi ke dalam MapInfo

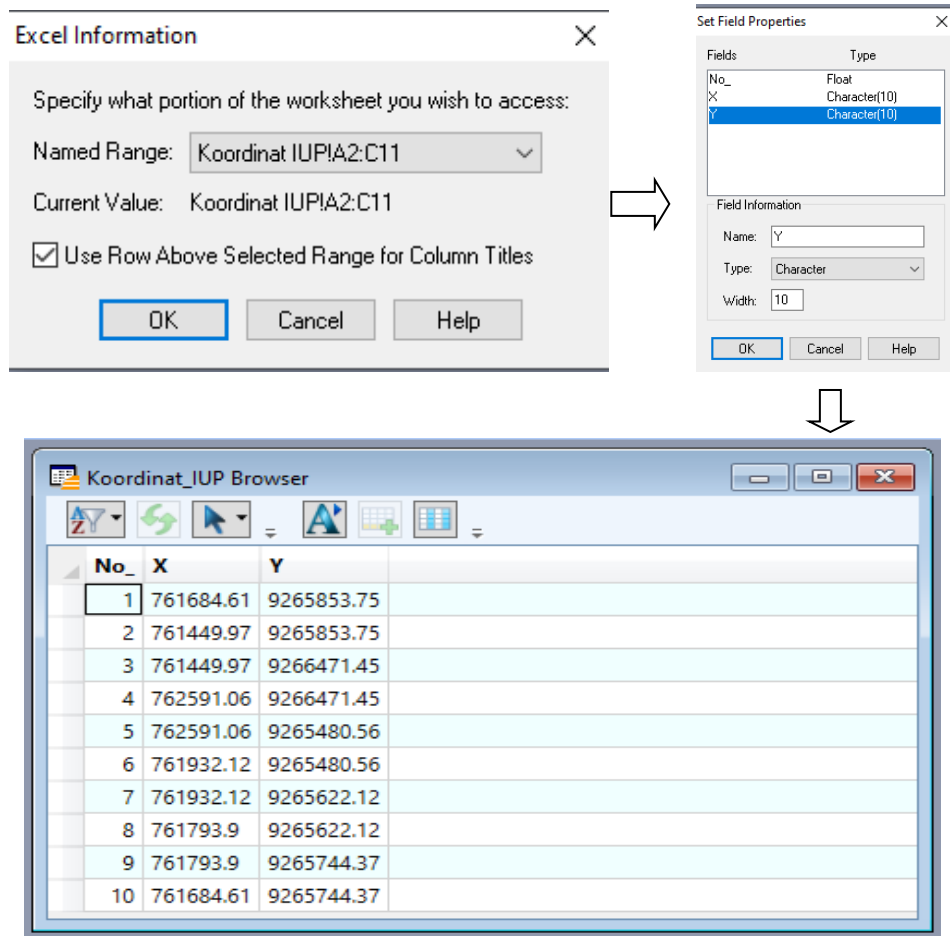


Klik filenya kemudian klik open.



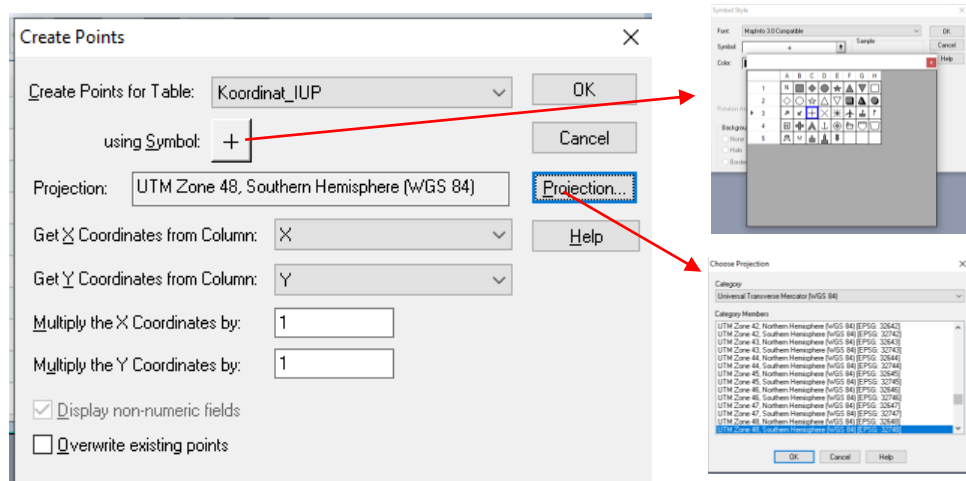
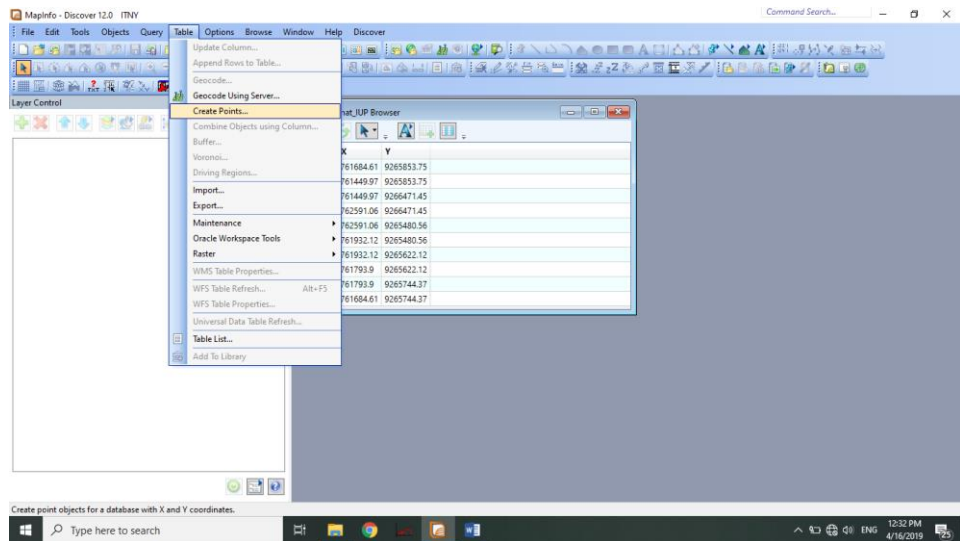
4. Pada Excel Information pilih “Entire Worksheet Koordinat IUP” kemudian klik OK dan OK lagi pada Set Field Properties maka akan muncul tampilan seperti gambar dibawah.

Catatan : jika pada saat simpan file nama sheetnya tidak dirubah, maka pilih “Entire Worksheet Sheet1”

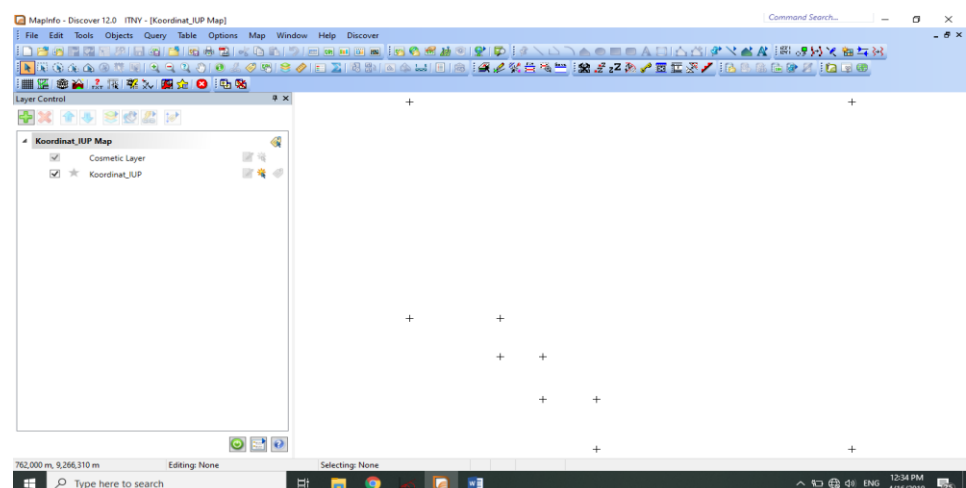


File otomatis tersimpan pada folder dan dengan nama yang sama tetapi dalam format *.tab (**Koordinat IUP.tab**)

5. Setelah data koordinat tadi terbuka, langkah selanjutnya adalah membuat point dari koordinat IUP tadi. Caranya pilih **Table** pada menu bar – **creat point** – **using point** (ganti sesuai keinginan) – **projection** (**UTM (WGS 84)**) – **koordinat X Y** (d disesuaikan dengna kolom browser yang diinput tadi) – OK.



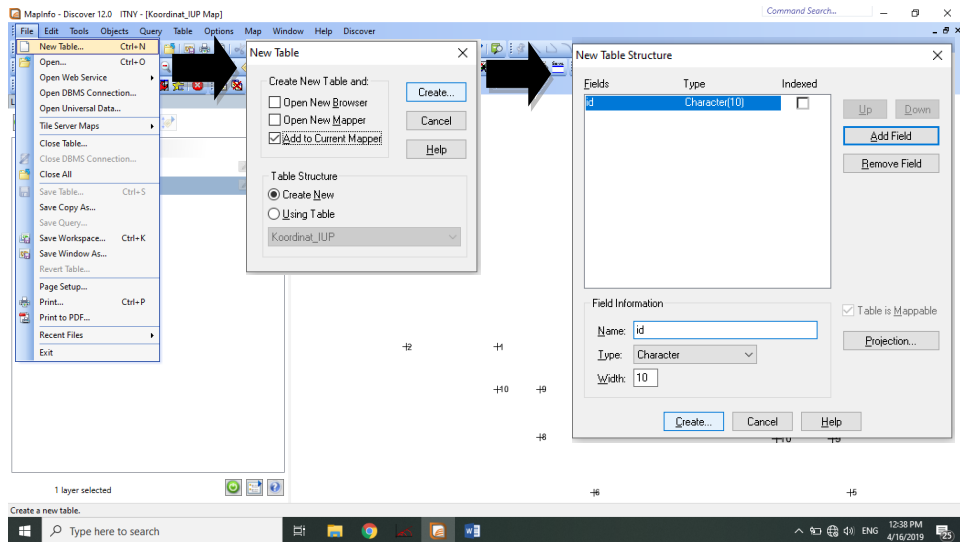
6. Tutup file browsernya, kemudia buka file **Koordinat IUP.tab** pada folder yang sama (caranya lihat langkah 3 diatas)



7. Setelah file **Koordinat IUP.tab** tadi dibuka, selanjutnya kita akan membuat *polygon* tertutup (WIUP).

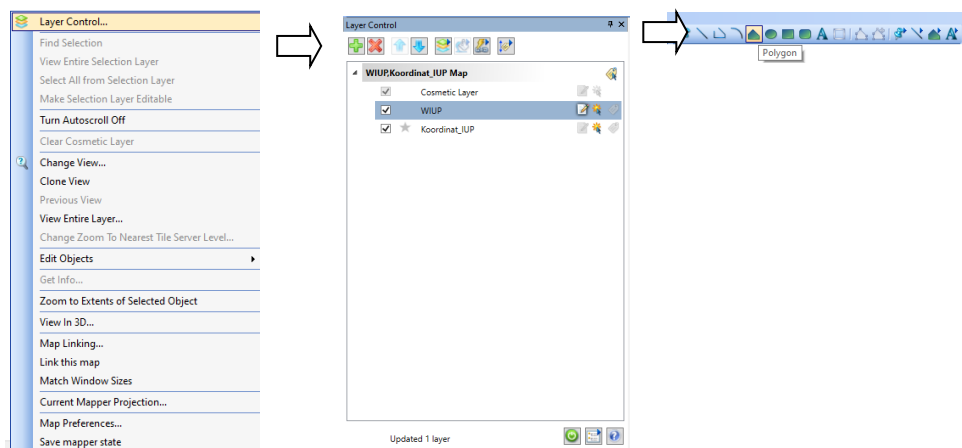
File – new table (ctrl + n)

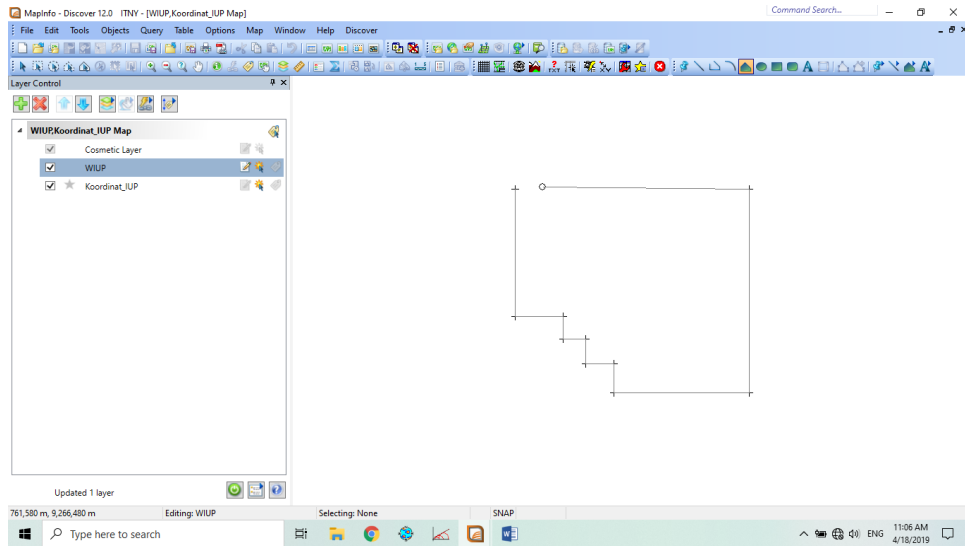
Centang “add to current mapper”, klik “create”, klik “add field”, isi name dengan “id” kemudian create dan save file tersebut.



8. Lakukan editing pada blok WIUP tadi.

Layar control – aktifkan editing – polygon – buat garis polygon dari 1 titik ke titik berikutnya (aktifkan snap dengan menekan tombol “S”).



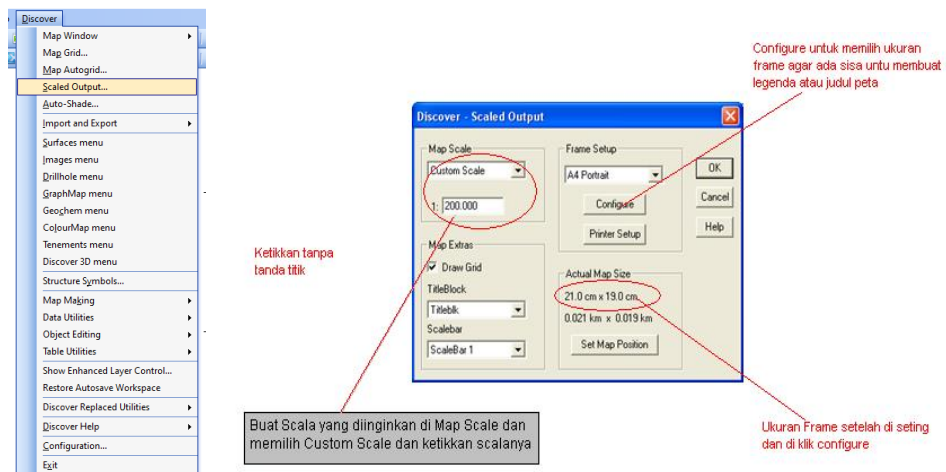


9. Setelah blok polygon dibuat, kemudian save file tersebut. Selanjutnya buka file ***.tab** lainnya (kabupaten, kecamatan, jalan, sungai, dll)

Cara nya lihat langkah 3

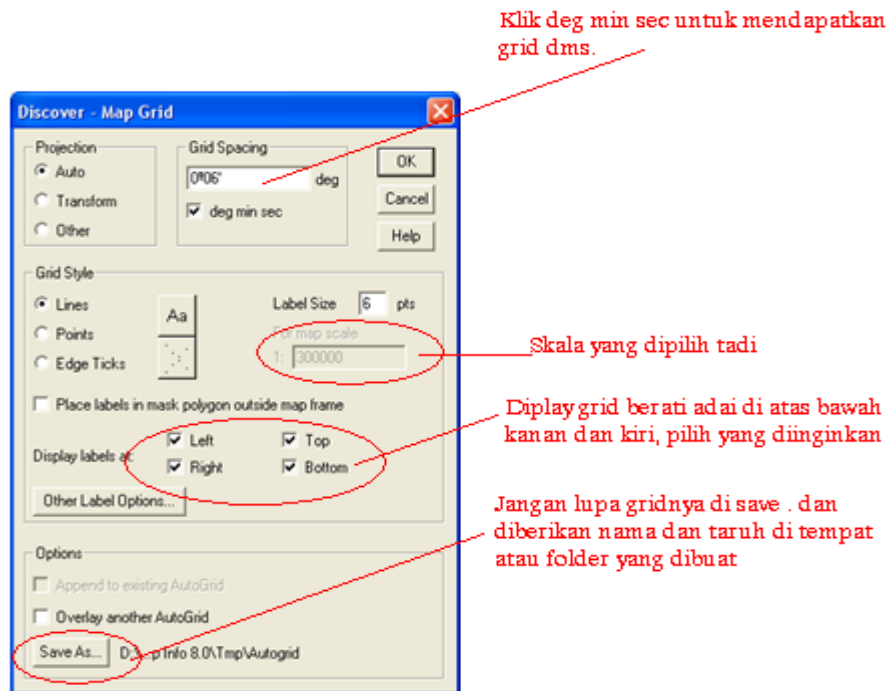
10. Setelah semua file ***.tab** dibuka, selanjutnya membuat layout peta.

Discover – scaled output.

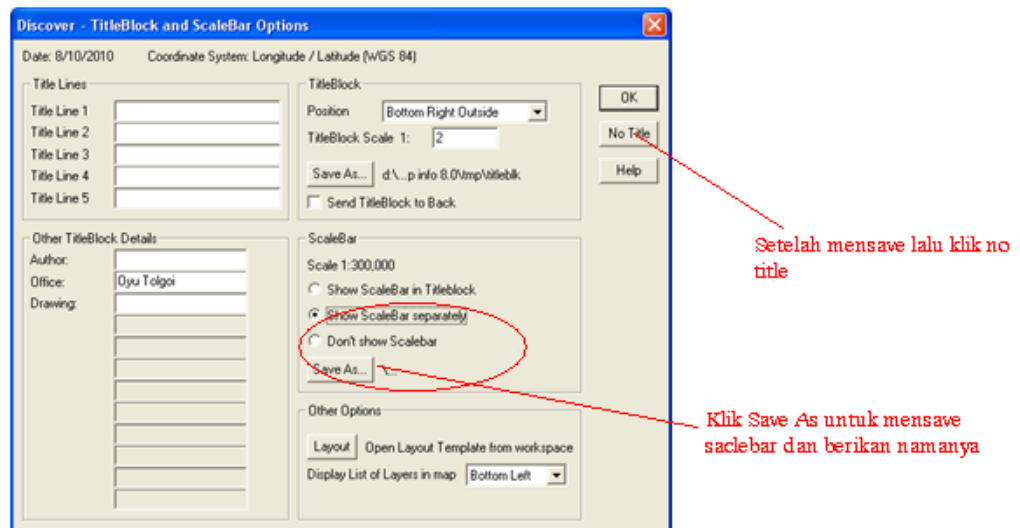


11. Klik ok kemudian akan muncul kotak map view scale yang berguna bahwa layout akan memiliki view seperti yang kotak tadi, Lakukan pergantian di map scale untuk view yang berbeda. Jika sudah ok, pilih **Scale Output** – lalu kita pilih **Accept Map Position**.

Bab 2 – Peta Kesampain Daerah dan Peta Geologi



12. Setelah membuat Grid, dan klik ok maka akan muncul tampilan scalebar dan scala akan tergambar secara otomatis. Hanya tinggal perlu save saja.



13. Setelah klik ok, maka akan membuat window baru bernama “layout”.
14. Langkah terakhir adalah membuat judul peta, legenda dll.

2.3.2. Pembuatan Peta Geologi

Dalam pembuatan peta geologi cara yang dilakukan sama persis dengan pembuatan peta kesampaian daerah, tetapi lembar peta yang berbeda. Dalam pembuatan peta geologi akan sering menggunakan layer – layer dari window, maka harus teliti dalam mengambil layer yang akan dibuka.

Peta geologi memberikan keterangan/informasi atas warna – warna dari berbagai formasi batuan, serta berbagai struktur – struktur yang terjadi, maka dengan demikian sangat membantu dalam proses eksplorasi maupun dalam tahap penambangan. Formasi maupun struktur yang terdapat dalam peta geologi ini bersifat regional (sebagai acuan bukan patokan), maka harus dilakukan observasi kembali jika ingin data yang lebih akurat.



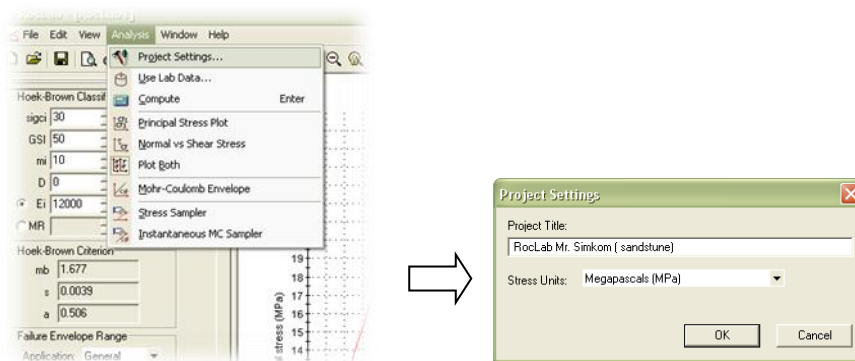
BAB III ANALISIS KEKUATAN BATUAN

Program RocLab ini menyederhanakan pelaksanaan teori Hoek-Brown, sehingga pengguna dapat dengan mudah memperoleh perkiraan sifat massa batuan, dan memfisisalisasikan efek mengubah parameter massa batuan. Sifat massa batuan yang dihasilkan oleh RocLab dapat digunakan sebagai masukan untuk analisis numerik program-program seperti Phase2.

3.1. Cara Menggunakan RocLab Material Sandstone

Menggunakan RocLab berdasarkan klasifikasi teori dari Hoek-Brown dengan memasukkan data sebagai berikut :

1. Analysis – project setting




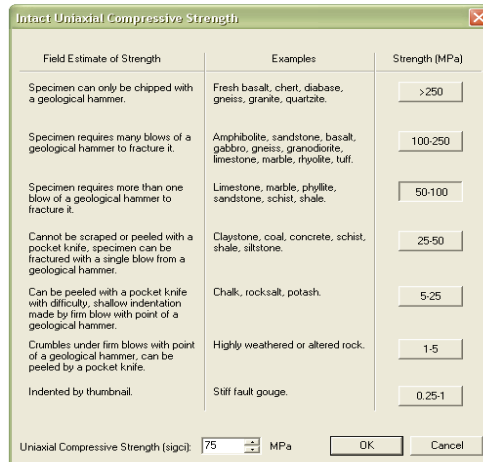
Masukkan nama dan jenis batuan di Projek Title

Mis: RocLab Mr. Simkom (sandstune) .. OK


2. Sigci

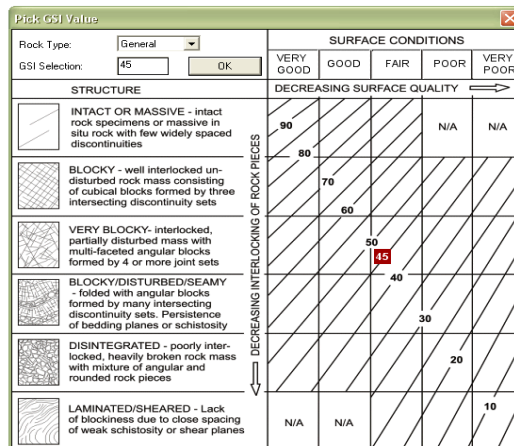
Diambil dari data laboratorium pengujian kuat tekan uniaksial (intek rock) atau dapat menggunakan parameter sebagai berikut

(klik gambar  → 50 – 100) .. OK




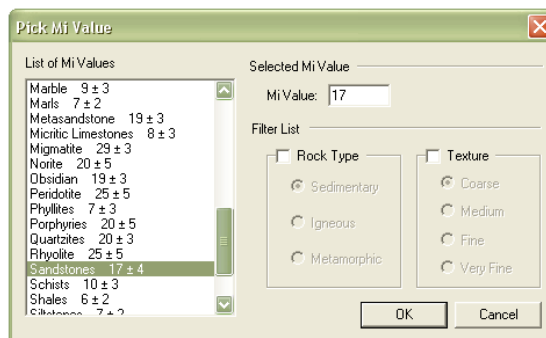
3. GSI (indeks kekuatan geologi)

Indeks kekuatan geologi atau klasifikasi Rock Massa Rating (RMR) dari *Hoek-Brown tahun 1989 dikurang 5*, dapat juga menggunakan klasifikasi bawaan dengan cara klik gambar  → 40 – 50) .. OK




4. mi (Konstanta dari batuan)

Konstanta dari batuan dapat diambil dari (klik gambar  → Sandstune 17 ± 4) .. OK



5. D (Faktor gangguan akibat dari penggalian)


Faktor gangguan akibat dari penggalian terdiri dari dua kriteria yaitu Tunnel dan Slope, kita dapat mengambil dengan cara mengklik gambar  Dan memilih Application Tunnel → D = 0.8 .. OK

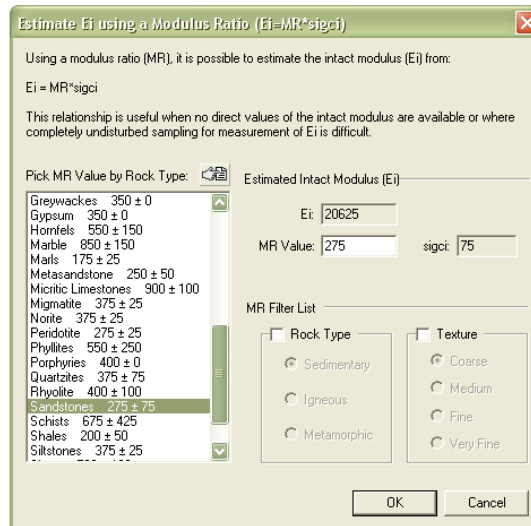


6. Ei (Modulus Elastisitas Batuan)

Modulus Elastisitas Batuan dapat dicari dengan rumus $E_i = MR \times \sigma_{ci}$.

7. MR (Modulus Ratio)

Modulus Ratio merupakan konstanta untuk mencari Ei, dapat dicari dengan mengklik gambar  → Sandstone 275 ± 75) .. OK



8. Dari hasil memasukkan data tersebut program RocLab dapat menghasilkan:

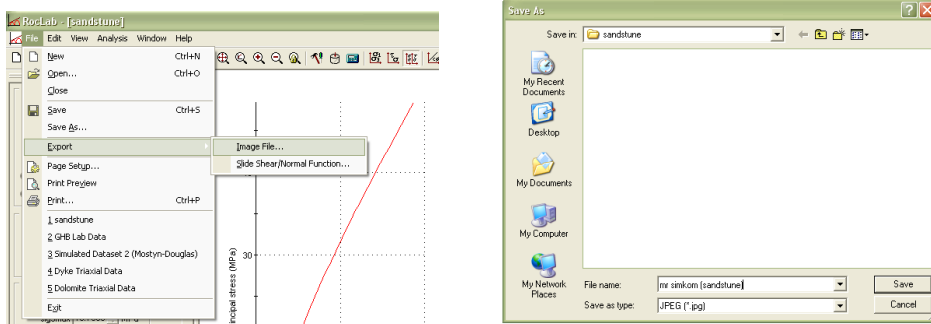
- C (kohesi)
- Phi (sudut geser dalam)
- Sig_t (Tensile Strength)

- Sigc (Uniaxial Compressive Strength)
- Sigcm (Global Streng)
- Em (Deformation modulus atau modulus young)

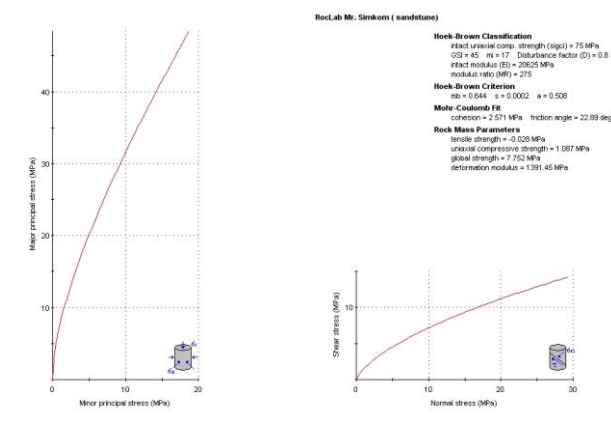
Mohr-Coulomb Fit		
c	2.571	MPa
phi	22.89	deg
Rock Mass Parameters		
sigt	-0.028	MPa
sigc	1.087	MPa
sigcm	7.752	MPa
Erm	1391.45	MPa

9. Perolehan hasil

- Print_an
Langkah ngeprint : File → Print.
- Berupa gambar JPEG
klik : File → Export → Image File... (buatnama file) → save



Parameter inilah yang menjadi dasar untuk data yang dimasukkan kepada program Slope W. Berikut Hasil final yang didapat dari program RocLab.



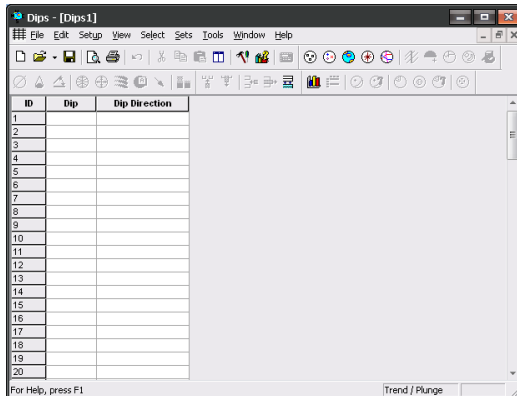
3.2. Cara Menggunakan RocLab Material Andesit.

Langkah atau cara untuk menganalisis material andesit sama dengan cara menganalisis material sandstone (lihat sub bab 3.1).



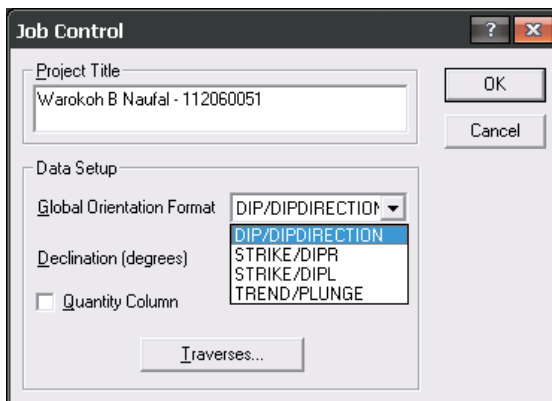
BAB IV ANALISIS POTENSI LONGSORAN

1. Buka Program Dips, Kemudian Klik File → New, Kemudian akan muncul tampilan seperti ini :



Secara default pada program Dips, data masukan berupa Dip/Dip direction.

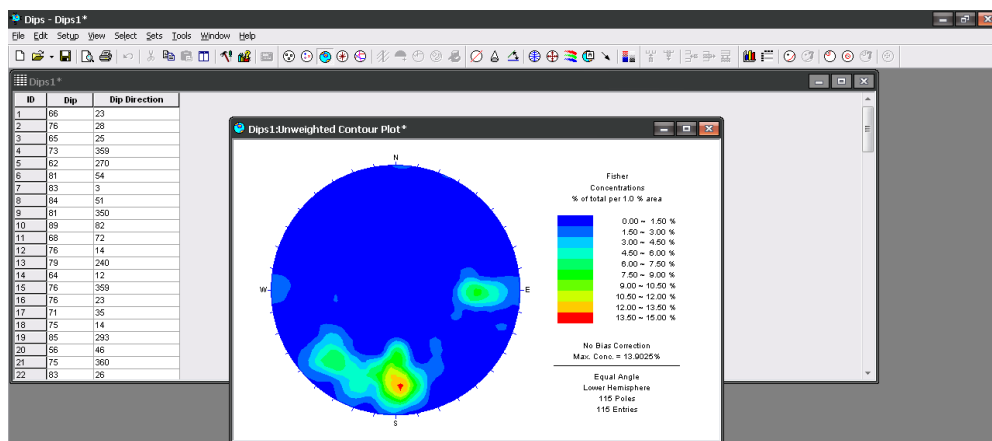
2. Klik Setup → Job Control, kemudian pada “Project Title” ketik nama dan No mahasiswa, Misal ; Warokoh B Naufal – 112060051.



- Pilih “Global Orientasi” yaitu data hasil pengukuran yang digunakan, yaitu Dip/Dip direction
 - Isilah Declination (degrees) dengan 0, kemudian klik OK.
3. Kemudian kita masukan data Dip/Dip direction hasil pengukuran, misal kita simpan dalam Microsoft Excell,
 - Buka Microsoft Excell
 - “Copy” data Dip/Dip direction tersebut kemudian "Paste" kedalam “baris dan kolom” pada program Dips.

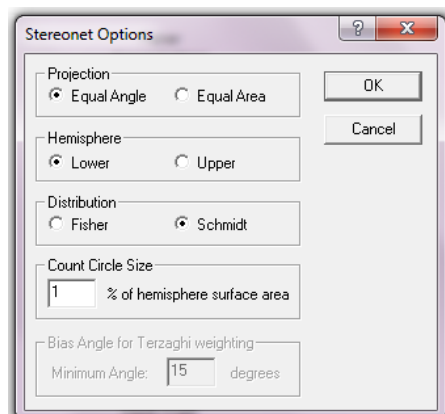
ID	Dip	Dip Direction
1	66	23
2	76	28
3	65	25
4	73	359
5	62	270
6	81	54
7	83	3
8	84	51
9	81	350
10	89	82
11	68	72
12	76	14
13	79	240
14	64	12
15	76	359
16	76	23
17	71	35
18	75	14

4. Klik **Countur Plot** pada toolbar, atau
 Klik **View** → **Countur Plot**, maka akan muncul tampilan seperti dibawah ini,

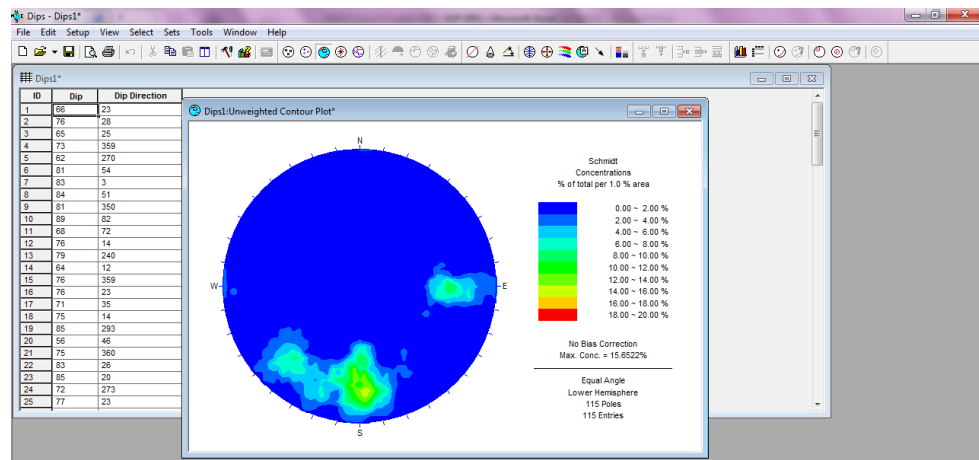


5. Secara default Stereonet yang digunakan adalah *Fisher* ubahlah menjadi *Schmidt* yaitu dengan ;

- Klik **Setup** → **Stereonet Option**
- Pada distribution pilih *Schmidt*, klik **OK**




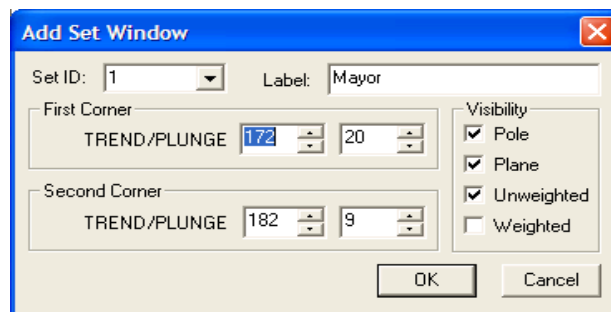
Maka akan muncul tampilan seperti berikut ;



Menentukan Arah umum, Bidang mayor dan minor

6. A. Menentukan Bidang Mayor

- Klik **Add Set Window**  pada toolbar , atau
- Klik **View → Countur Plot**
- Arahkan *Pointer* pada bidang kontur dominan pertama,
- Klik kiri kemudian bawa dan arahkan *Pointer* sehingga membentuk *Batas* set yang mewakili kontur dominan tersebut.
- Kemudian tekan *klik* kiri untuk mengakhirinya. Akan tampil catalog seperti berikut ;

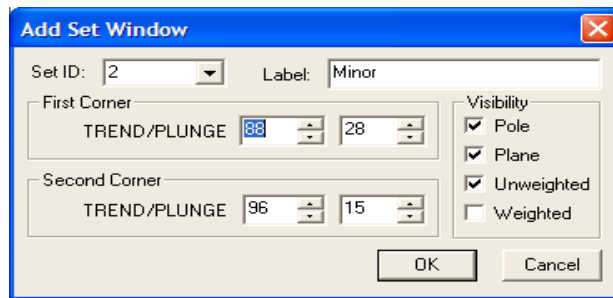


(Isilah *Label* dengan istilah : Mayor serta sesuaikan Trend/Plunge pada katalog)

- Kemudian klik **OK**

B. Menentukan Bidang Minor

- Klik **Add Set Window**
- Arahkan *Pointer* pada bidang kontur dominan kedua,
- Klik kiri kemudian bawa dan arahkan *Pointer* sehingga membentuk *Batas* set yang mewakili kontur dominan tersebut.
- Kemudian tekan *klik* kiri untuk mengakhirinya. Akan tampil catalog seperti berikut ;




(Isilah *Label* dengan istilah : Minor serta sesuaikan Trend/Plunge pada katalog)

- Kemudian klik **OK**

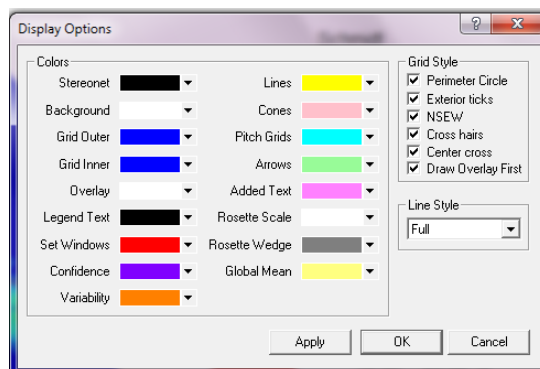
7. Menampilkan *Grid* merubah warna display.

Menampilkan *Grid*

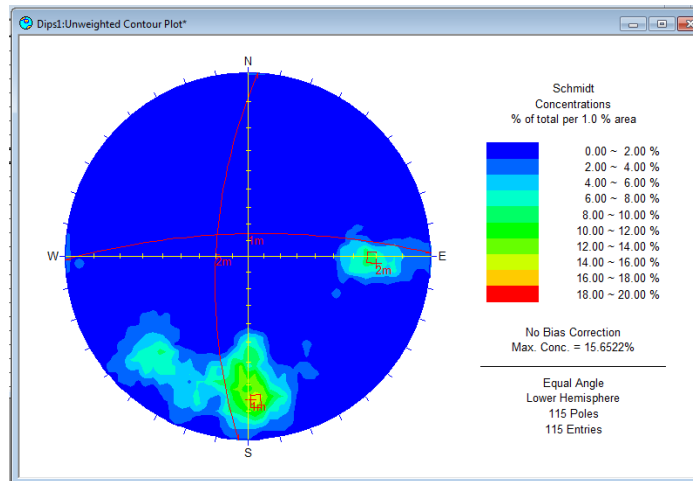
- Klik **Grid**  pada toolbar, kemudian akan muncul garis tengah.

Merubah warna Display

- Klik **Display Option**  pada toolbar, atau
- Klik **Setup** → **Display Option**,




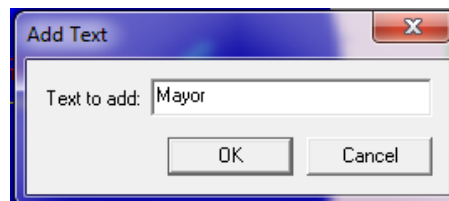
- Ubah *Grid Inner* menjadi warna lain, misal warna Kuning,
- Klik **Apply** → **OK**



Arah umum mayor dan minor

8. Menambahkan Text

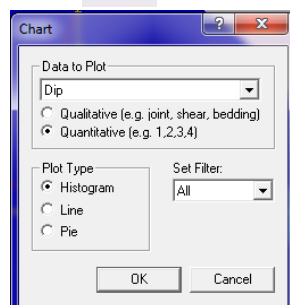
- Klik **Add Text**  pada toolbar
- Klik kiri pada bidang Mayor/Minor, akan muncul tampilan berikut ;



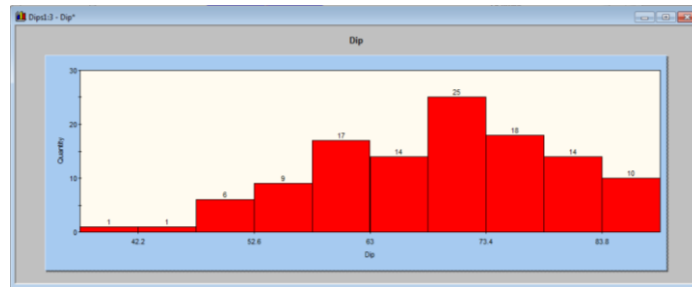
- Ketik Mayor, Klik **OK**

9. Menampilkan Grafik Histogram

- Klik **Chart**  pada toolbar, akan muncul tampilan berikut ;

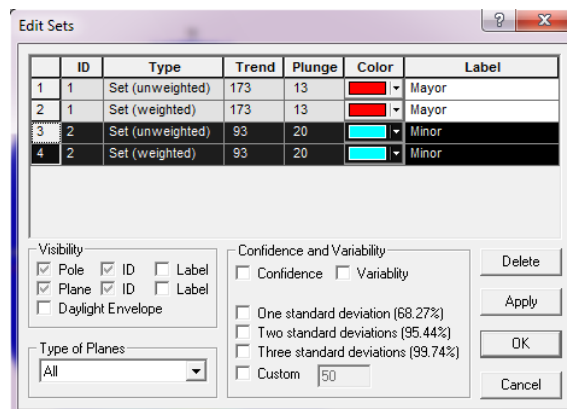


- Pilih Data yang ingin ditampilkan, misal *Dip*
- Pilih **Quantitative** jika data ingin ditampilkan dalam jumlah data
- Pilih Plot Type, Pilih **Histogram**
- Klik **OK**, akan muncul tampilan berikut ;



10. Mengedit dan Menghapus Sets


- Klik **Edit Sets**  pada toolbar, atau
- Klik **Sets** → **Edit Sets**

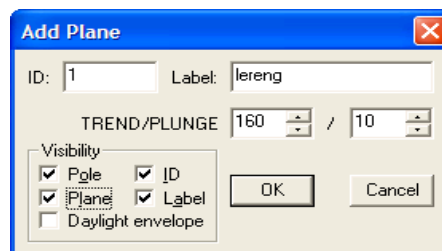


11. Penentuan arah dan kemiringan lereng.

Dari data dilapangan diketahui :

Arah kemiringan lereng yaitu Dip/Dip direction, 80° / N 340° E

- Pilih **Select** → **Add Plane** atau pada toolbar pilih **Add Plane** 
- Bawa bentuk *Add Plane* pada *Contour Plot* dan letakkan kira-kira pada arah (*strike*) N 250° E (atau pada *dipdirection* N 340° E) dan kemiringan (*dip*) 80° .
- Pada catalog akan muncul seperti dibawah ini :



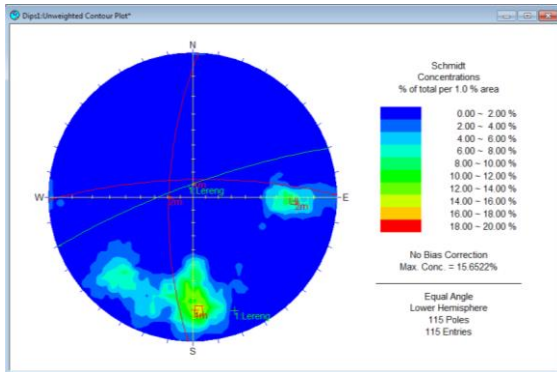
(Isilah point-point seperti pada catalog diatas)

ID : menyatakan Identitas jumlah *Add Plane* masukan


Label : menyatakan nama bidang masukan

TREND/PLUNGE : $(\text{STRIKE} + 90^0) / (90^0 - \text{DIP})$

- Tekan *OK* atau *Enter*.

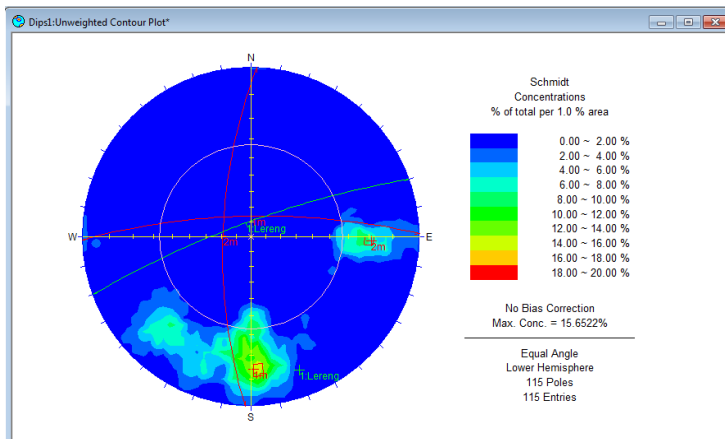


12. Penentuan sudut geser dalam


- Pilih **Tools, Add Cone** atau pada toolbar klik, *Cone*. 
- Letakkan pada *Contour Plot* dan isilah poin-point sesuai katalog dibawah.

Angle : besarnya sudut geser dalam $(90^0 - 57^0) = 33^0$

- Tekan *OK*, atau *Enter*. (akan tampil seperti dibawah ini)

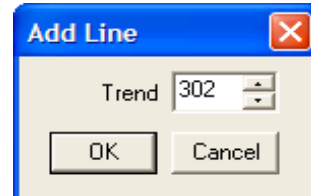


13. Penentuan arah longsor

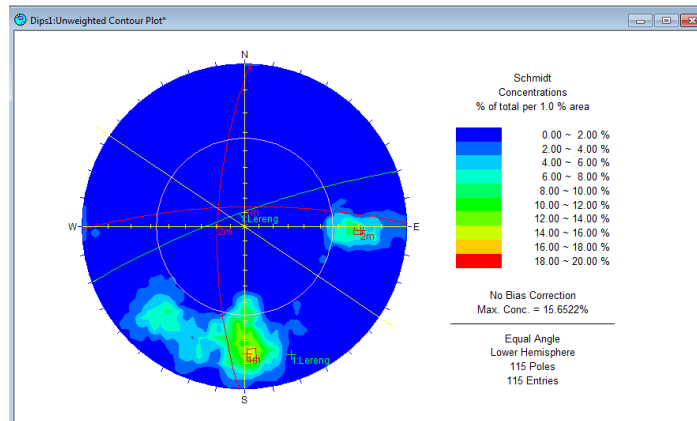
- Pilih **Tools, Add Line** atau pada toolbar klik, **Draw Moving Line** 

Letakkan *Line* pada *Contour Plot* pada perpotongan antara busur arah umum mayor dan minor.


Akan tampil katalong sebagai berikut :



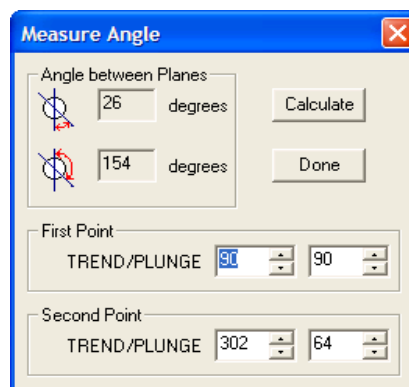
Trend pada katalog *Add Line* menyatakan arah longsor terjadi yaitu $N 302^{\circ} E$.



14. Penentuan kemiringan longsor

- Pilih **Tools, Measure Angle** atau pada toolbar klik, **Measure Angle** 
- Klik pusat *Contour Plot* sebagai *First Point* pengukuran dan klik titik perpotongan arah mayor dan minor sebagai *Second Point*.

Akan muncul catalog seperti berikut :




Maka akan didapat besarnya penunjaman dari gari perpotongan (penunjaman longsor) sebesar 64° pada arah $N 302^{\circ} E$.

15. Penentuan Arah peledakan

Hasil perpotongan antara arah umum bidang mayor dan bidang minor yang didapat dari hasil plotting diketahui sebesar 64° pada arah $N 302^{\circ} E$. Dengan demikian Arah peledakan menuju sudut tumpul antara bidang mayor dan minor yaitu ($N 302^{\circ} E - 180^{\circ}$), sehingga arah peladakan pada arah $N 122^{\circ} E$.

16. Penentuan *Info Viewer*

- Pilih *File, Info Viewer* atau pada toolbar pilih *Info Viewer*.  (Akan tampil data masukan dalam bentuk *Dip/Dipdirection* dan struktur garisnya dalam *Trend/Plunge*. Data masukan yang diperhatikan adalah sbb :

Added Planes (via Add Plane Option):			
<u>ID</u>	<u>TREND/PLUNGE</u>	<u>DIP/DIPDIRECTION</u>	<u>LABEL</u>
1	160/10	80/340	lereng
Set Planes (via Add Set Options):			
<u>ID</u>	<u>TREND/PLUNGE</u>	<u>DIP/DIPDIRECTION</u>	<u>LABEL</u>
1m	178.002/14.6546	75/358.002	Set Mayor
1w	178.002/14.6546	75/358.002	Set Mayor
2m	91.8883/22.134	68/271.888	Set Minor
2w	91.8883/22.134	68/271.888	Set Minor
Set Window Limits			
<u>ID</u>	<u>TREND1/PLUNGE1</u>	<u>TREND2/PLUNGE2</u>	<u>WRAPPED</u>
1	172/20	182/9	NO
2	88/28	96/15	NO

17. Penentuan jenis longсорan

Dari hasil plotting didapat bahwa kondisi lereng berpotensi terjadi longсорan baji. Longсорan baji dapat terjadi pada suatu batuan jika lebih dari satu bidang lemah yang bebas dan saling berpotongan. Sudut perpotongan antara bidang lemah

tersebut lebih besar dari sudut geser dalam batuananya (Gambar 4.3). Dari hasil diatas didapat syarat-syarat longsor baji terpenuhi, yaitu sebagai berikut :

- Permukaan bidang lemah A dan bidang lemah B rata, tetapi kemiringan bidang lemah B lebih besar daripada bidang lemah A.
(Diperoleh kemiringan bidang lemah A (mayor) 75° lebih besar dari kemiringan bidang lemah B (minor) 68° , sehingga memenuhi).
- Arah penunjaman garis potong (lebih kecil daripada sudut kemiringan lereng.
(Diperoleh kemiringan penunjaman 64° , yang lebih kecil daripada kemiringan lereng 80° , sehingga memenuhi).
- Bentuk longsor dibatasi oleh muka lereng, bagian atas lereng dan kedua bidang lemah.
(Diperoleh bahwa longsor dibatasi oleh muka lereng, bagian atas lereng dan kedua bidang lemah, sehingga memenuhi).

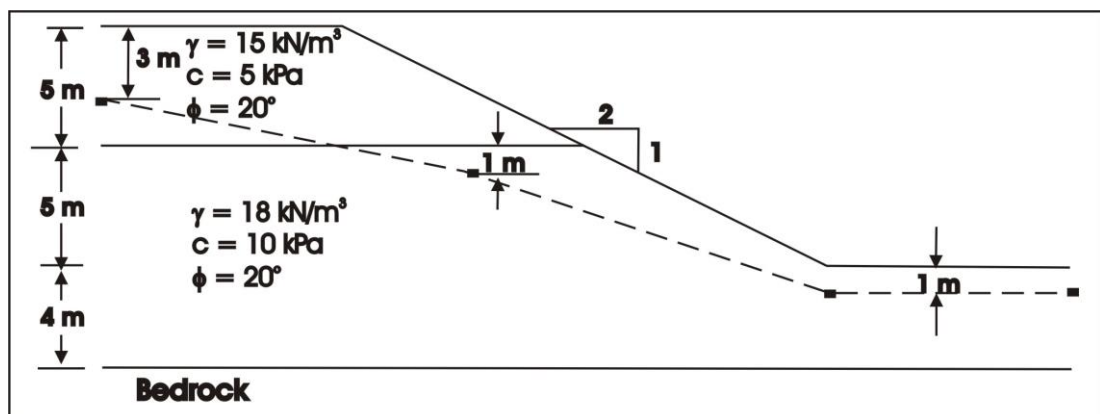
BAB V
ANALISIS FAKTOR KEMANTAPAN LERENG

5.1. Pendahuluan

SLOPE/W merupakan suatu produk *software* yang menggunakan teori keseimbangan batas untuk menghitung faktor keamanan dari suatu lereng romaan muka bumi dan batuan. Formulasi yang komprehensif dari SLOPE/W membuatnya mampu menganalisis dengan mudah kasus stabilitas baik yang sederhana maupun yang kompleks dengan menggunakan metode variasi dalam perhitungan faktor keamanannya.

5.2. Contoh Kasus

Gambar 5.1 mewakili model kasus stabilitas lereng. Tujuannya adalah menghitung faktor keamanan minimum dan letak dari pusat keruntuhannya. Lereng dipotong pada dua material pada perbandingan 2:1 (horisontal : vertikal). Lapisan atas mempunyai ketebalan 5 m dan tinggi lereng 10 m. *Bedrock* terdapat 4 m di bawah bagian lantai. Kondisi air tanah diperoleh dari pengukuran piezometer, parameter kekuatan tanah seperti pada gambar 5.1.



Gambar 5.1
Contoh Model Kasus Stabilitas Lereng

5.3. Analisis Kasus

Analisis terhadap kasus dengan menggunakan Slope/W menggunakan tahap-tahap kerja sebagai berikut :

1. Definisi Kasus (DEFINE)

Fungsi SLOPE/W DEFINE digunakan untuk mendefisikan kasus.

➤ Jalankan DEFINE

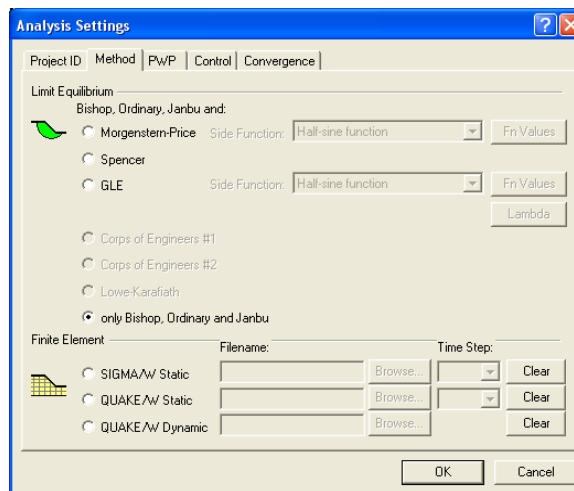
- Pilih DEFINE dari Start Program menu pada SLOPE/W atau
- *Double-click* pada DEFINE icon pada SLOPE/W Group Windows

Langkah-langkah untuk mendefinisikan kasus adalah sebagai berikut :

a. *Specify the Analysis Methods, Control and Convergence*

Menspesifikasikan metode analisis

1. Pilih **Analysis Setting** dari menu **KeyIn**, maka akan muncul tampilan dialog

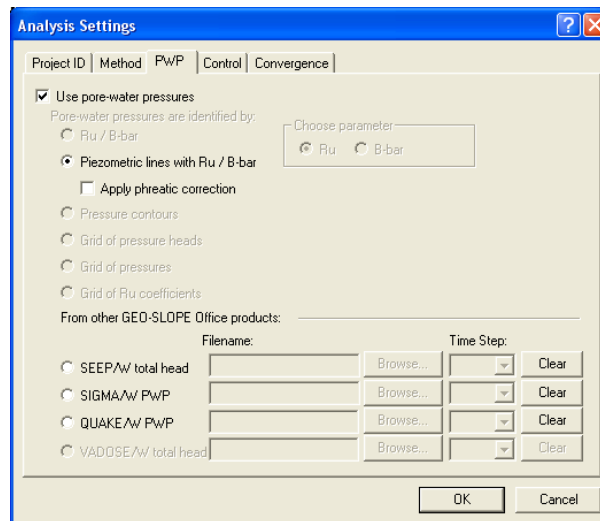


2. Pilih **only Bishop, Ordinary and Janbu** sebagai metode analisis yang akan dipakai
3. Pilih **OK**

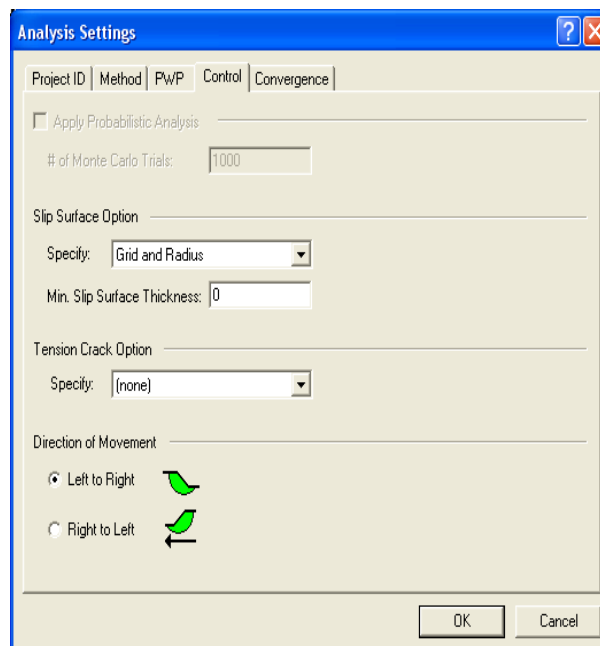
b. *Specify The Analysis Options*

Menspesifikasikan penggunaan **Options** yang digunakan saat analisis

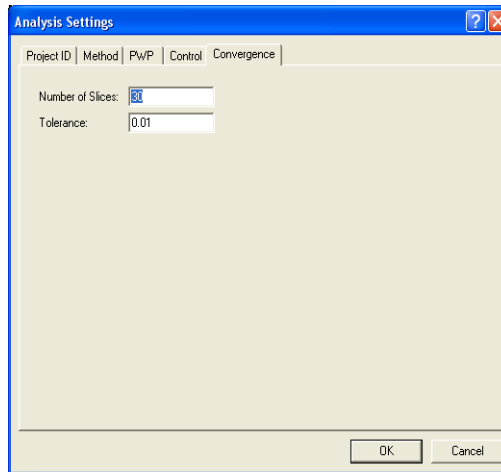
1. Pilih **PWP tab** dari **Analysis Setting** pada menu **KeyIn**, akan muncul kotak dialog



2. Pilih **Piezometric Lines with Ru/B-bar** sebagai pilihan tekanan air tanahnya
3. Pilih **The Control** tab dari **Analysis Setting** pada menu **KeyIn**, akan muncul kotak dialog



4. Pilih **Grid and Radius** pada kotak edit **Specify** dari **Slip Surface Options** untuk menspesifikasi permukaan longsor yaitu dengan menyebutkan pusat dari longsor dan garis radiusnya
5. Pilih **Convergence** tab dari **Analysis Setting** pada menu **KeyIn**, akan muncul kotak dialog



Default akan menyatakan angka 30 pada kotak edit **Number of slice** dan angka 0.01 pada kotak edit **Tolerance**.

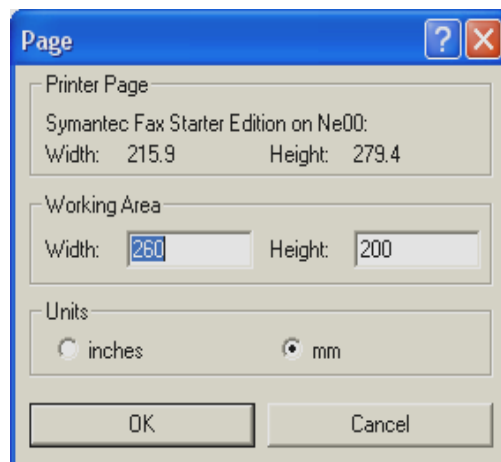
6. Pilih **OK**

c. Setting the Working area

Area kerja atau halaman kerja adalah ukuran halaman yang dipersiapkan untuk mendefinisikan kasus dimana ukuran halaman kerja dapat diatur lebih kecil, sama dengan atau lebih besar daripada ukuran printer. Untuk contoh kasus ini, area kerja yang paling tepat adalah lebar 260 mm dan tinggi 200 mm.

Mengatur ukuran halaman kerja

1. Pilih **Page** dari menu **Set**. Kotak dialog **Set Page** akan menampilkan



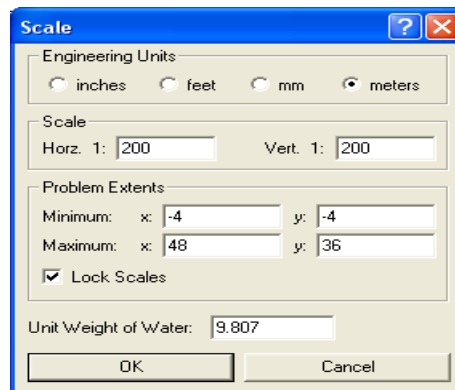
Pilih mm pada tampilan kotak group **Page unit**

2. Pada kotak edit **Working Area** ketikkan 260 untuk **Width** dan 200 untuk **Height**.
3. Pilih **OK**

d. Setting the Scale

Geometri dari kasus didefinisikan dalam meter. Skala yang tepat adalah 1:200. Ini membuat gambaran cukup kecil untuk menyesuaikan pada batas halaman.

1. Pilih **Scale** pada menu **Set**. Pada kotak dialog **Set Scale** akan tampil

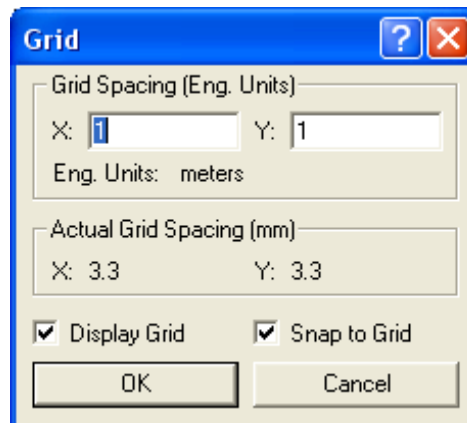


2. Pilih **meters** pada kotak group **Engineering units**
3. Ketik nilai berikut pada kotak edit **Kasus Extents**
Minimum x : -4 Minimum y: -4
Maximum x : 40 Maximum x : 40
4. Pada kotak group **Scale** ketik **200** pada kotak edit **Horz** dan **200** pada kotak edit **Vert**.
5. Ketik besarnya nilai densitas air **9.807** pada kotak edit **Unit Weight of Value**
6. Pilih **OK**

e. Setting the Grid spacing

Mengatur dan menampilkan grid

1. Pilih **Grid** pada menu **Set**. Maka akan tampil kotak dialog



2. Pada kotak group **Grid spacing (Eng. Units)** ketik **1** untuk kotak edit **X** dan **1** untuk kotak edit **Y**
Grid spacing yang tampil pada layer berjarak 5.0 mm antara setiap titik grid. Nilai ini akan ditampilkan pada kotak group **Actual Grid Spacing**
3. Aktifkan **Display Grid** untuk menampilkan grid yang telah diseting dan untuk menyamakannya aktifkan **Snap to grid**
4. Pilih **OK**

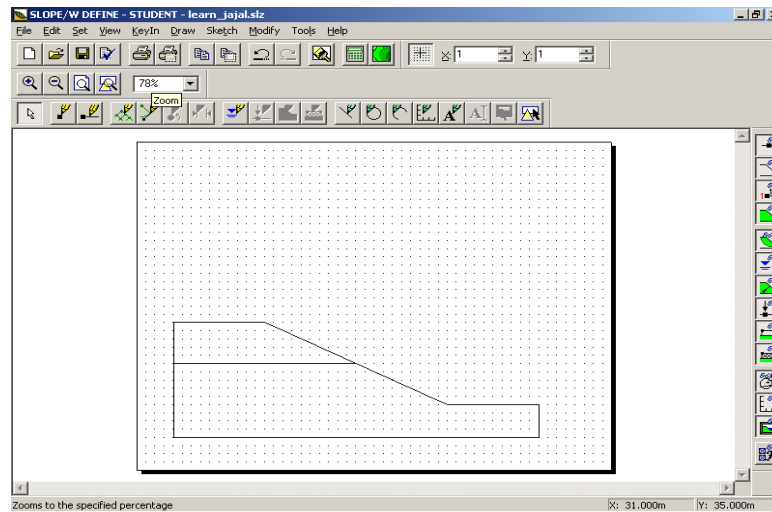
f. Sketch the kasus

Dalam mendefinisikan kasus stabilitas lereng, hal yang paling utama adalah mempersiapkan suatu sketsa dimensi kasus. Sketsa ini bermanfaat sebagai petunjuk untuk menggambar elemen geometri kasus.

Membuat sketsa kasus stabilitas lereng

1. Pada toolbar Zoom, klik Zoom Page dengan tombol kiri mouse. Area kerja keseluruhan akan ditampilkan pada DEFINE windows
2. Pilih **Lines** dari menu **Sketch**. Kursor akan berubah menjadi bentuk *Cross-hair* dari bentuk semula anak panah, dan status bar akan menunjukkan “Sketch Line” langsung dapat dioperasikan.
3. Penggunaan mouse, letakkan kursor mendekati posisi (0,14), seperti yang ditunjukkan pada status bar di bagian kanan bawah dari windows dan klik tombol kiri mouse. Dengan menggerakkan mouse maka dapat digambarkan garis dari titik grid (0,14) ke titik baru

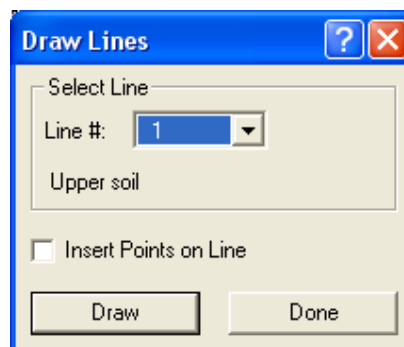
4. Gerakkan mouse dan letakkan kursor di posisi (10,14) dan klik tombol kiri mouse sehingga akan terbentuk garis dari titik grid (0,14) ke titik grid (10,14).
5. Gerakkan mouse dan letakkan kursor di titik (30,4) dan klik tombol kiri mouse maka akan terbentuk dari titik (10,14) ke titik (30,4).
6. Gerakkan mouse dan letakkan kursor di titik (40,4) dan klik tombol kiri mouse maka akan terbentuk dari titik (30,4) ke titik (40,4).
7. Gerakkan mouse dan letakkan kursor di titik (40,0) dan klik tombol kiri mouse maka akan terbentuk dari titik (40,4) ke titik (40,0).
8. Gerakkan mouse dan letakkan kursor di titik (0,0) dan klik tombol kiri mouse maka akan terbentuk dari titik (40,0) ke titik (0,0).
9. Gerakkan mouse dan letakkan kursor di titik (0,14) dan klik tombol kiri mouse maka akan terbentuk dari titik (0,0) ke titik (0,14).
10. Klik tombol kanan mouse untuk mengakhiri penggambaran suatu garis. Kursor akan kembali berubah bentuk menjadi anak panah. Dan pada tampilan windows akan tampil **Work Mode**
11. Pilih **Lines** dari menu **Sketch** kembali
12. Gerakkan mouse dan letakkan kursor di titik (0,9) dan klik tombol kiri mouse maka akan terlihat posisi kursor di titik grid (0,9)
13. Gerakkan mouse dan letakkan kursor di titik (20,9) dan klik tombol kiri mouse maka akan terbentuk dari titik (0,9) ke titik (20,9) yang merupakan batas antara bagian atas dengan bawah lapisan tanah
14. Klik tombol kanan mouse untuk mengakhiri penggambaran sketsa suatu garis. Kursor akan kembali berubah bentuk menjadi anak panah. Dan akan kembali pada tampilan **Work Mode**
15. Pada **Zoom Toolbar**,klik pada tombol **Zoom Object** dengan tombol kiri mouse. Penggambaran akan diperbesar sehingga garis yang telah dibuat dapat diisi skets DEFINE windows



g. Draw Lines (regions)

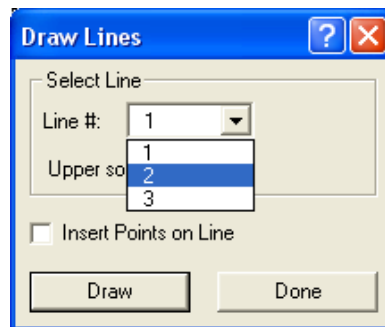
Menggambar garis geometri

1. Pilih **Lines** pada menu **Draw**, akan muncul kotak dialog



2. Pilih **1** pada **Line#** dengan menurunkan pada daftar untuk menggambarkan garis/ line1 (ini merupakan nilai default).
3. Pilih tombol **Draw** maka kursor berubah bentuk dari bentuk anak panah menjadi bentuk **cross-hair**, dan status bar akan menunjukkan bahwa **Draw Lines** adalah dapat dioperasikan secara langsung.
4. Memulai penggambaran dengan meletakkan kursor di titik grid (0,14) sebagai titik awal penggambaran garis dan klik tombol kiri mouse. Kemudian kursor diletakkan pada *crest* dari lereng yaitu pada titik grid (10,14) dan klik tombol kiri mouse maka akan terbentuk garis merah yang menghubungkan 2 titik tersebut

- Gerakkan kursor dan letakkan di titik grid (20,9) pada lereng dimana merupakan titik perpindahan antara jenis soil, dan klik tombol kiri mouse. Kemudian dilanjutkan dengan meletakkan kursor di *toe* lereng yaitu titik grid (30,4) dan klik tombol kiri mouse. Kemudian kembali kursor digerakkan dan diletakkan di titik grid (40,4) sebagai titik terakhir pendefinisian Line 1 lalu klik tombol kiri mouse . Untuk mengakhiri penggambaran maka klik tombol kanan mouse, maka akan terbentuk garis merah sebagai pendefinisian Line 1
- Pilih **2** pada **Line#** dengan klik tanda panah pada daftar untuk menggambarkan garis/ line2

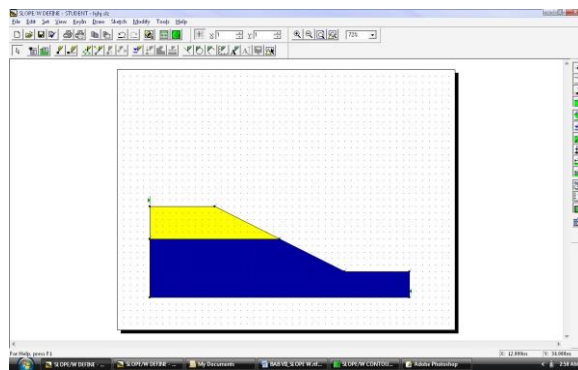


- Pilih tombol **Draw** maka kursor berubah bentuk dari bentuk anak panah menjadi bentuk **cross-hair**, dan status bar akan menunjukkan bahwa **Draw Lines** adalah dapat dioerasikan secara langsung untuk penggambaran **Line 2**.
- Pindahkan kursor ke sisi kiri model kasus dekat persentuhan antara lapisan soil atas dengan bawah yati titik grid (0,9) dan klik tombol kiri mouse. Dilanjutkan dengan memindahkan kursor ke titik grid (20,9) dan klik tombol kiri mouse.selanjutnya klik tombol kanan mouse untuk mengakhiri penggambaran line 2 maka akan terbentuk garis pembatas antara soil atas deengan bawah. Dan lapisan soil atas akan berwarna kuning.
- Pilih **3** pada **Line#** dengan klik tanda panah pada daftar untuk menggambarkan garis/ line3
- Pilih tombol **Draw** dan memulai penggambaran line 3 dengan meletakkan kusor di titik grid (0,0) dan klik tombol kiri mouse.

Selanjutnya kembali gerakkan dan letakkan kursor di titik grid (40,0) dan klik tombol kiri mouse lalu klik tombol kanan mouse untuk mengakhiri penggambaran Line 3. Maka akan terbentuk garis pembatas antara lapisan soil bawah dengan bedrock dan lapisan soil bawah akan berwarna hijau.

11. Pilih **Done** pada kotak dialog **Draw line**.

Hasil yang didapat terlihat pada gambar di bawah ini :

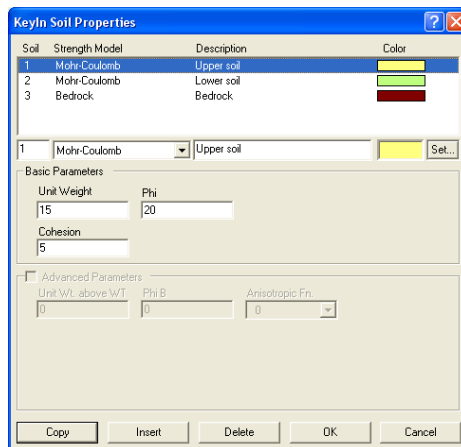


h. *Define soil properties*

Karakteristik dari tanah (soil properties) telah disebutkan pada gambar 1.1. Dalam kasus ini karakteristik harus didefinisikan untuk tiga material.

Menyebutkan karakteristik tanah

1. Pilih **Soil Properties** pada menu **KeyIn**, maka akan tampil kotak dialog



2. Ketik **1** pada kotak edit **Soil** (di bawah kotak dasar) untuk menunjukkan bahwa yang didefinisikan adalah **Soil 1**.

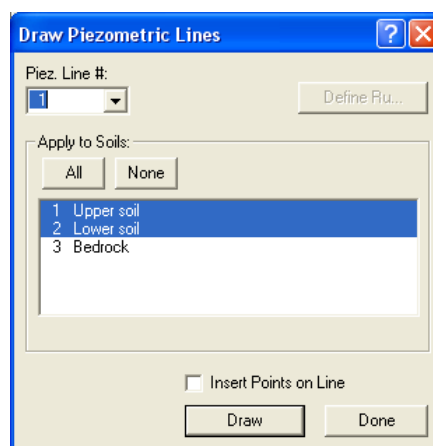
3. Tekan Tab dua kali untuk berpindah kotak **Description** dan mengisi kotak editnya dengan **Upper soil**. (Strength Model mengikuti default yaitu Mohr-Coulomb)
4. Isikan kotak edit group **Basic Parameter** dengan angka **15** untuk kotak edit **Unit Weight**, angka **5** pada kotak edit **Cohesion** dan angka **20** untuk kotak edit **Phi**.
5. Pilih **Insert**, maka nilai-nilai yang ada di kotak edit telah terdaftar pada kotak daftar
6. Ulangi urutan langkah no.2 s/d 5 untuk **Soil 2**, yang dideskripsikan sebagai **Lower soil** yang mempunyai **Unit Weight 18, Cohesion 10 dan Phi 25**. Kemudian pilih **Insert**.
7. Ketik **3** pada kotak edit **Soil** dan isikan **Bedrock** pada kotak edit **Strength Model** dan **Description** sehingga **Unit Weight**nya berubah dengan sendirinya menjadi **-1**. Lalu pilih **Insert**
8. Pilih **OK**

i. Draw Piezometric Lines

Kondisi tekanan air pori di kedua Soil 1 dan Soil 2 didefinisikan oleh garis piezometrik

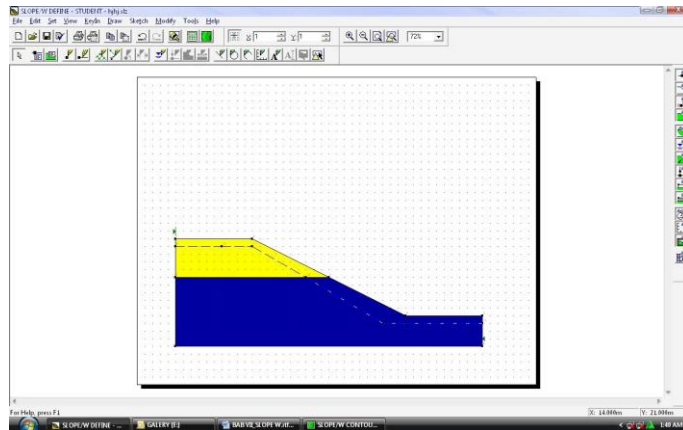
Menggambar Garis Piezometrik

1. Jika ingin meniadakan grid, pilih **Snap Grid** dari **Grid toolbar**
2. Pilih **Pore Water Pressure** dari menu **Draw**, maka akan nampak tampilan kotak dialog



3. Pilih 1 pada kotak edit **Piez. Line #** (ini merupakan nilai default)
4. Pilih **Upper Soil dan Lower soil** pada kotak edit **Apply to Soil** untuk penggambaran garis piezometric pada Soil 1 dan 2
5. Pilih tombol **Draw** untuk memulai penggambaran
6. Pindahkan kursor di titik grid (0,13) pada bagian kiri model kasus dan klik tombol kiri mouse
7. Pindahkan kursor di titik (6,13) ,tarik ke koordinat (10,13), teruskan ke bawah koordinat (17,9),dan (27,3) Pindahkan kursor di titik (30,3) dan klik tombol kiri mouse
8. Pindahkan kursor di titik (40,3) dan klik tombol kiri mouse lalu klik tombol kanan mouse untuk mengakhiri penggambaran
9. Pilih **Done** pada kotak dialog **Draw Piez. Line**

Setelah semua tahap diatas lengkap, pada monitor akan terlihat :



j. *Draw the Slipe Entry and Exit range*

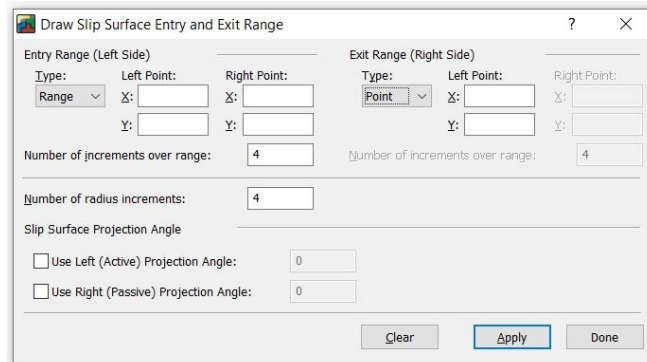
Untuk mengontrol lokasi dari penempatan permukaan busur (slip surface), memerlukan pendefinisian garis atau titik yang akan di gunakan untuk menghitung jari-jari busur.

Pusat lingkaran longSORan busur harus didefinisikan dengan tepat dan pengontrolannya dilakukan secara coba-coba otomatis.

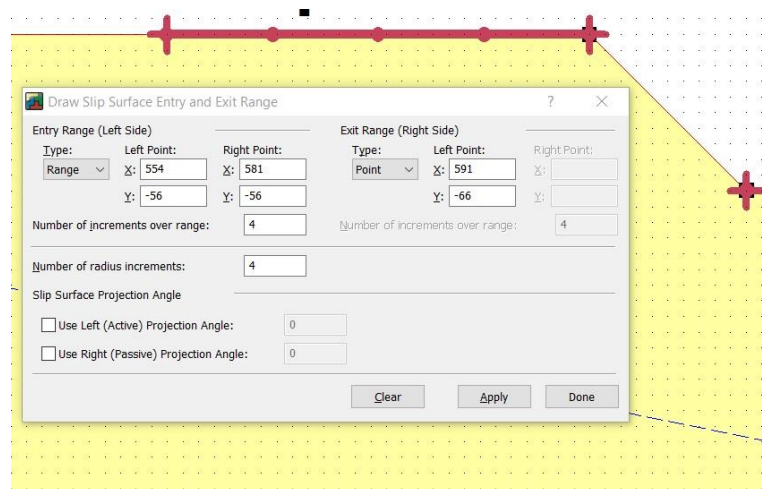
Menggambaran garis *Entry and Exit*

1. Ketahui arah lereng dari kiri ke kanan atau sebaliknya
2. Lalu buka *Tab Draw* pilih *slip surface* pilih metode *entry and exit*

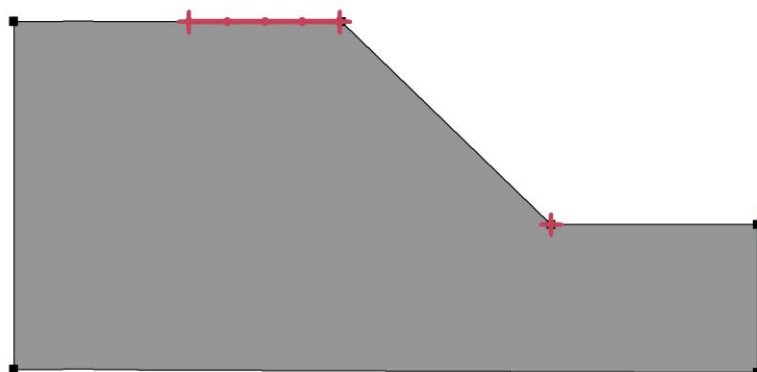
3. **Draw Slip Surface Entry And Exit** akan ditampilkan sebagai berikut



4. Klik Tab kosong bagian kiri lalu kembali ke bagian lereng untuk menentukan jarak longsor di bagian *crest*
5. Lalu untuk sebelah kanan menentukan point untuk bagian *toe* lereng Daerah dimana garis jari-jari akan tergambar dan kotak dialog **Draw Slip Surface** akan ditampilkan sebagai berikut



6. Pilih done untuk selesai.

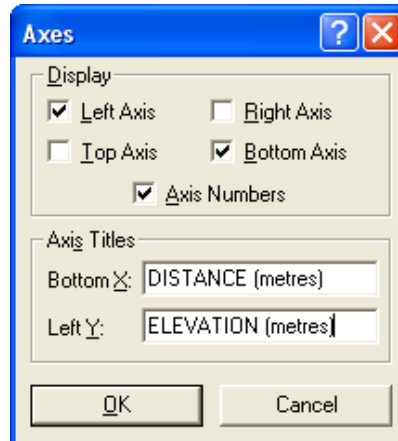


k. *Sketch Axes*

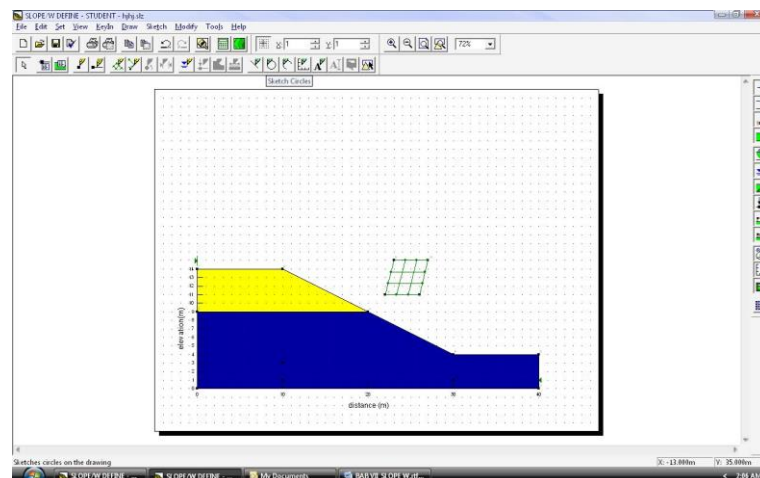
Sketsa garis sumbu pada fasilitas penggambaran memperlihatkan gambaran dan interpretasi setelah penggambaran dicetak

Membuat sketsa garis sumbu

1. Pilih **Axes** pada menu **Sketch**, akan ditampilkan

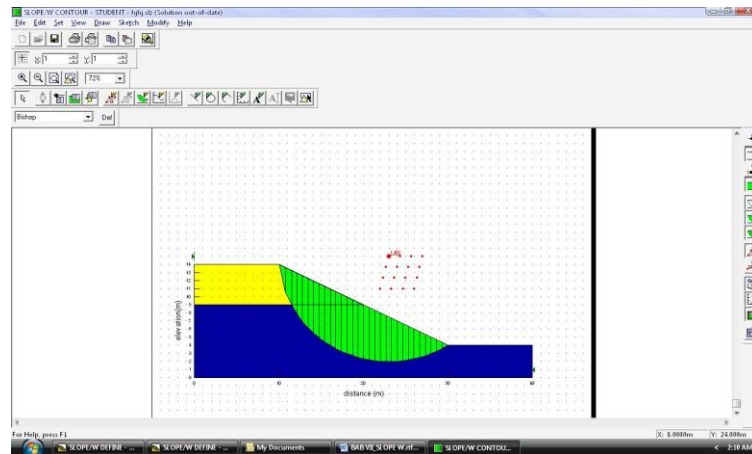


2. Check Left axis , Bottom Axis, Axis Number dengan memberikan tanda tick pada kotak editnya
3. Ketik **Distance (m)** pada kotak edit **Bottom X** dan **Elevation (m)** pada kotak edit **Left Y** dari **Axis Titles**
4. Pilih **OK**
5. Pindahkan kursor pada posisi (0,0) lalu Drag mouse ke dekat (40,25) dan lepaskan tombol kiri mouse, maka sumbu x dan y akan tergambar, seperti pada tampilan berikut :



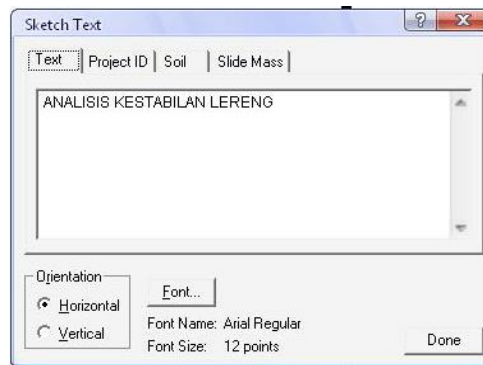
1. *Viewing the result*

yaitu tahapan yang akan menampilkan hasil analisis dengan mengaktifkan toolbar pada windows **COUNTUR** sesuai dengan data hasil analisis yang diinginkan.

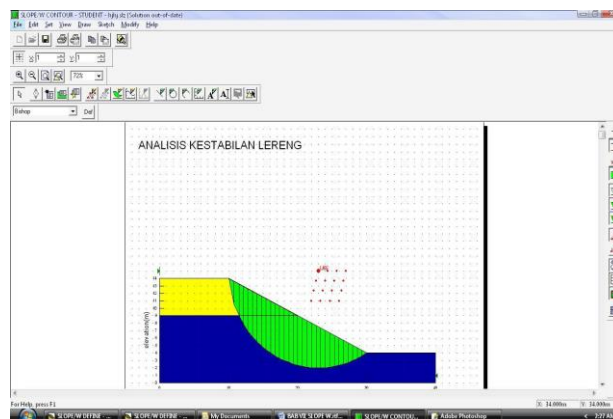


m. *Tampilan Keterangan Stelah Pemacahan kasus SOLVE*

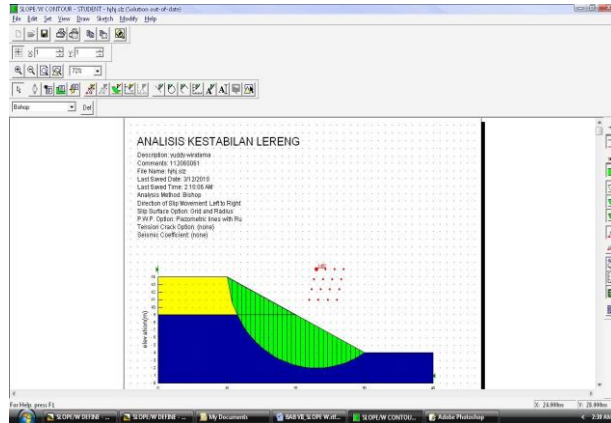
1. Pilih text pada menu Sketch akan tampil



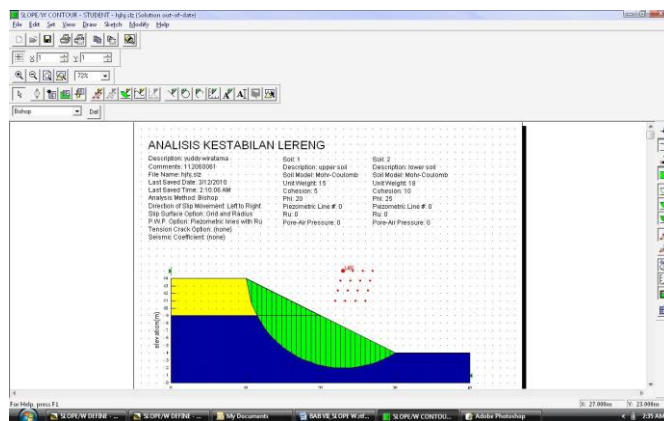
2. Ketik judul Analisis Kestabilan Lereng, kemudian klik di lembar kerja



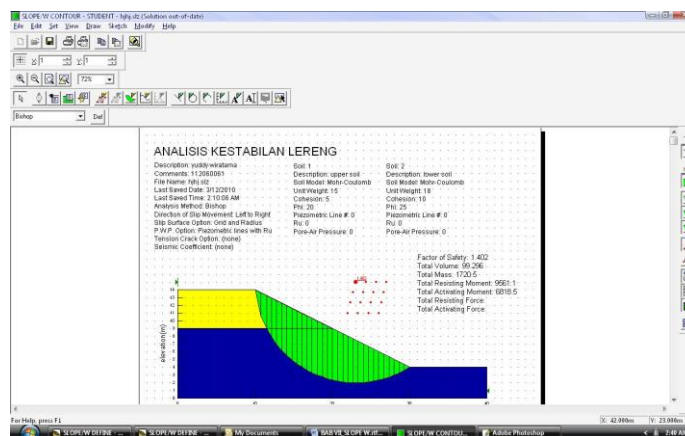
3. Klik pada **Project ID** kemudian klik di lembar kerja akan terlihat data dari **analysis setting**.



4. Klik pada **Soil** klik pada masing-masing lapisan 1 dan 2 yang ada pada lembar kerja lalu di klik diluar lembar kerja, terlihat dibawah ini.

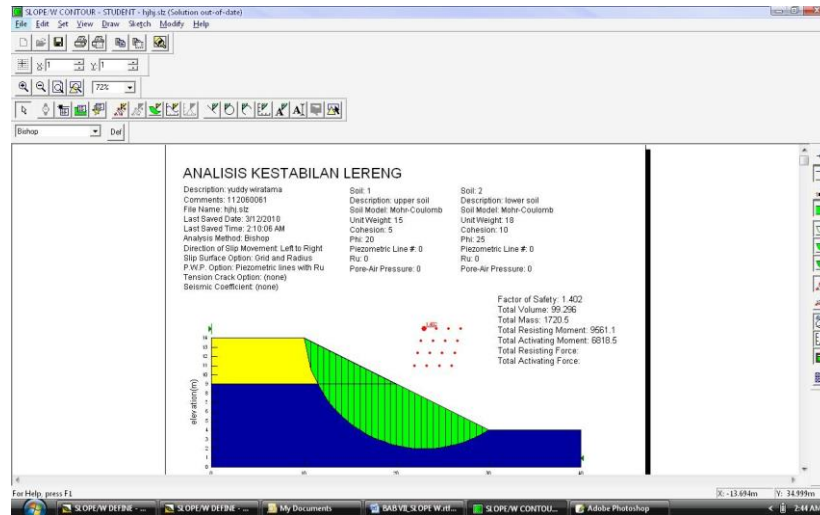


5. Klik pada **Slide Mass** kemudian klik pada lembar kerja, akan terlihat data dar factor keamanan paling kritis, lalu jika akan dirapikan dengan klik **Modify Object**.



n. **Tata Cara Print**

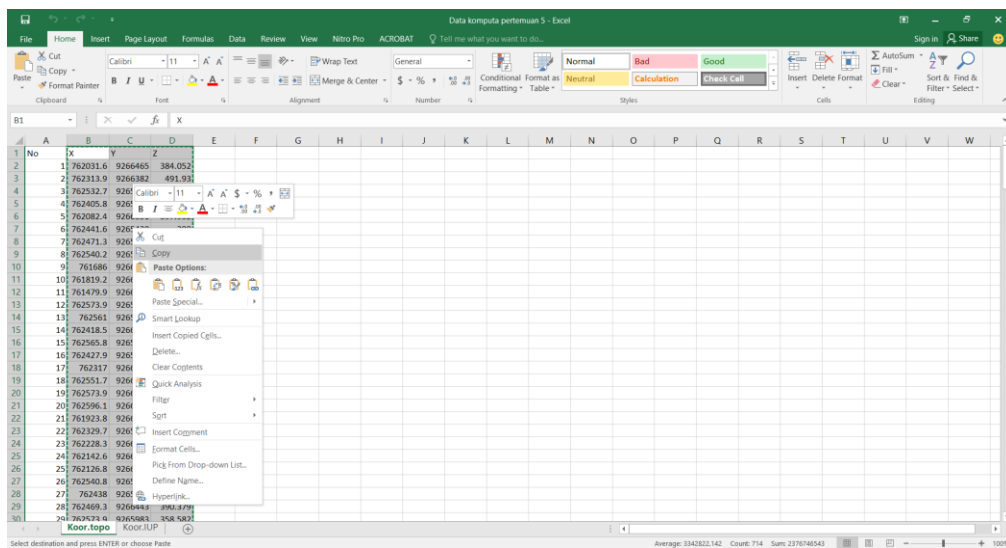
Klik print pada toolbar **file**



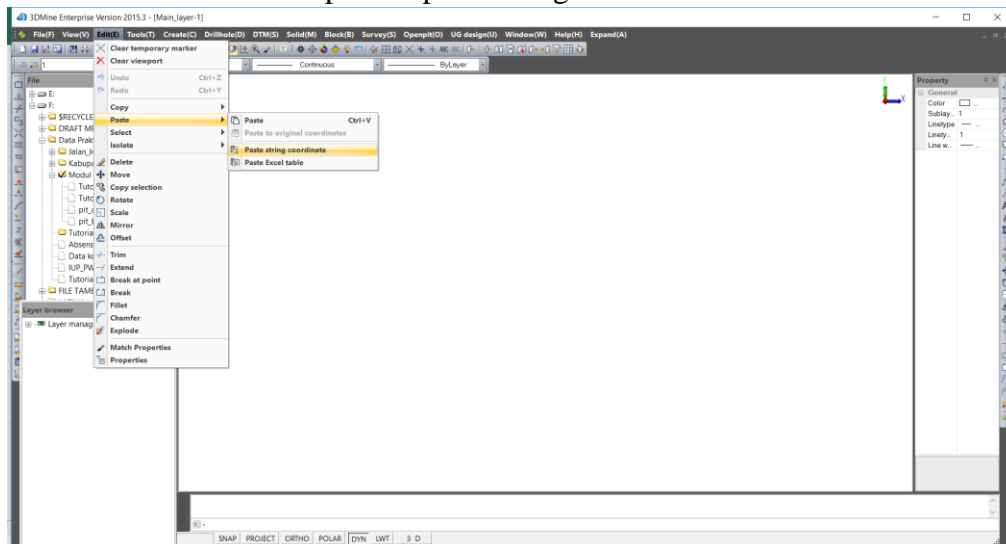
Dapat juga diprint dengan di copy ke Microsoft word dengan format margin landscape kemudian di print.

BAB VI PERANCANGAN TAMBANG TERBUKA

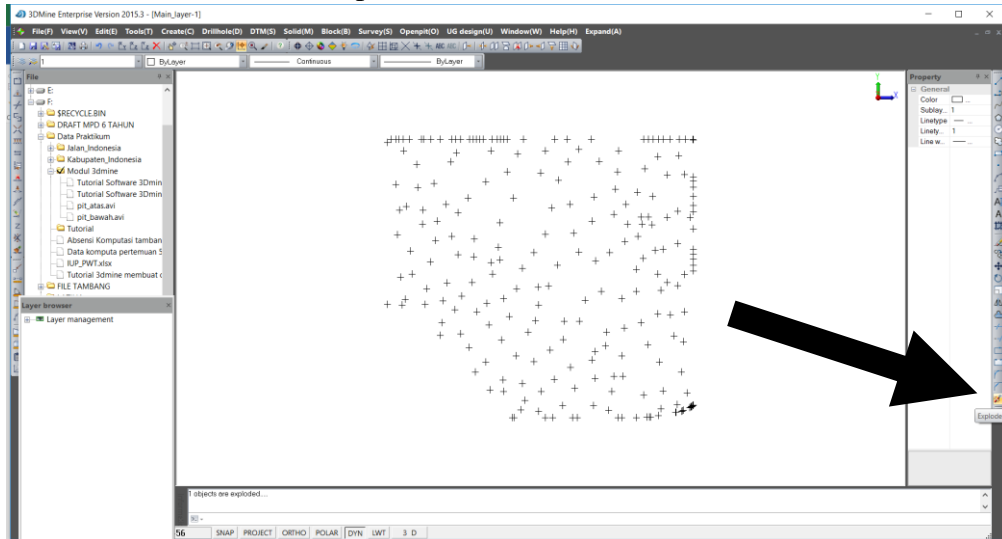
1. Untuk mendesain pit dan menentukan cadangan hal yang pertama dilakukan adalah import data, harus mengetahui format data yang akan di import
2. Import data excel



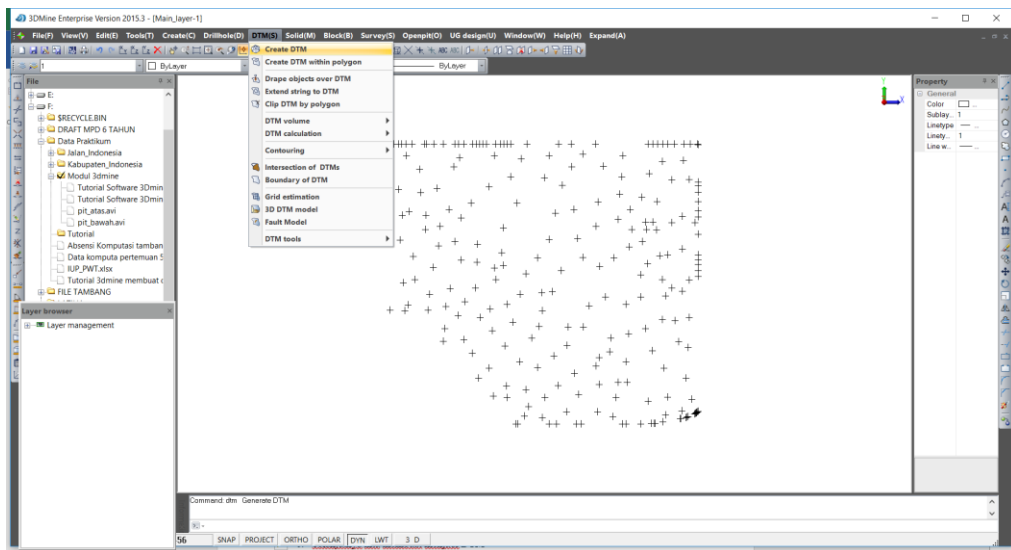
3. Buka 3dmine klik edit – paste – paste string coordinate



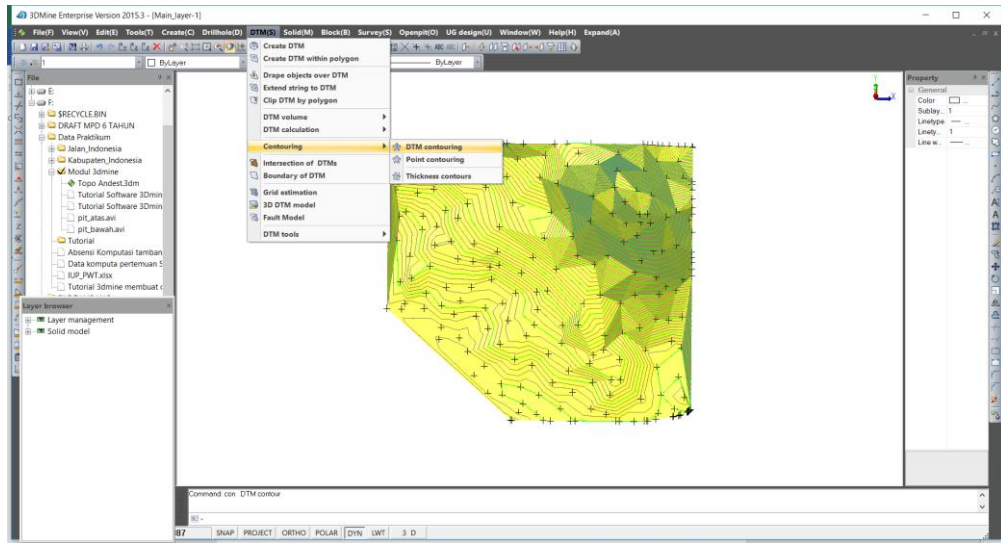
4. Rubah data menjadi titik koordinat.
blok semua - lalu klik – explode



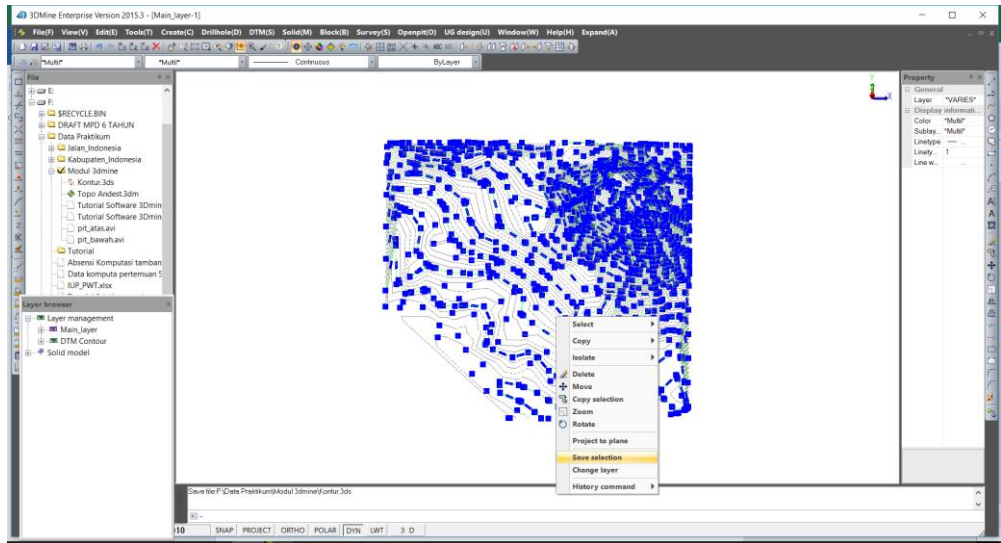
5. Selanjutnya kita membuat menjadi DTM
Klik DTM – create DTM – ok



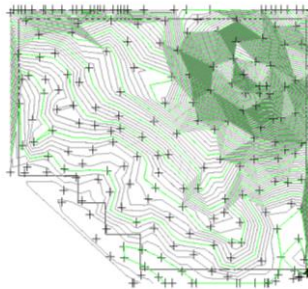
6. Save topo DTM dengan cara select DTM - klik kanan save selection – save difolder yang diinginkan (usahakan satu folder dengan project)
7. Membuat kontur
Klik DTM – conturing – DTM conturing – klik pada desain – klik OK



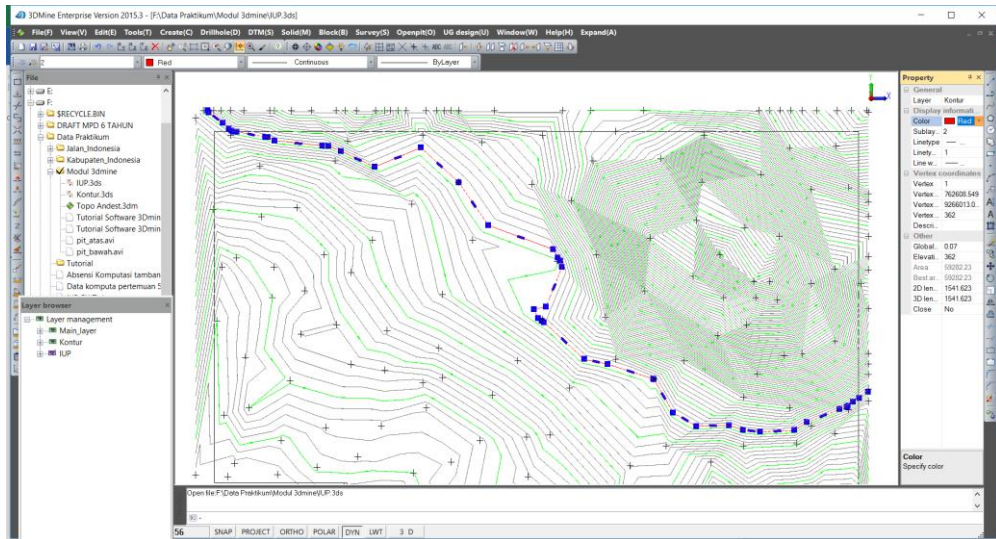
8. Save kontur dengan folder yang sama
Select all kontur – klik kanan – save selection



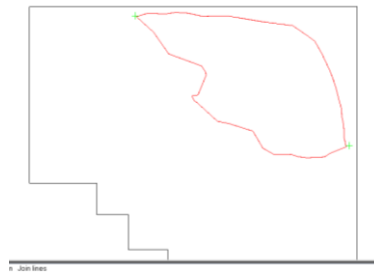
9. Munculkan iup nya



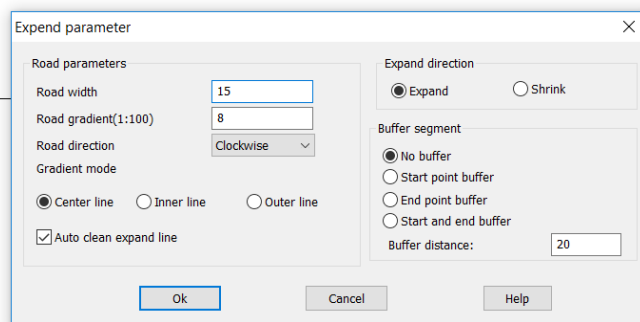
10. Klik kontur pada elevasi 362 ganti warna lain untuk dijadikan batom pit
Lalu save difolder yang sama “batom pit”



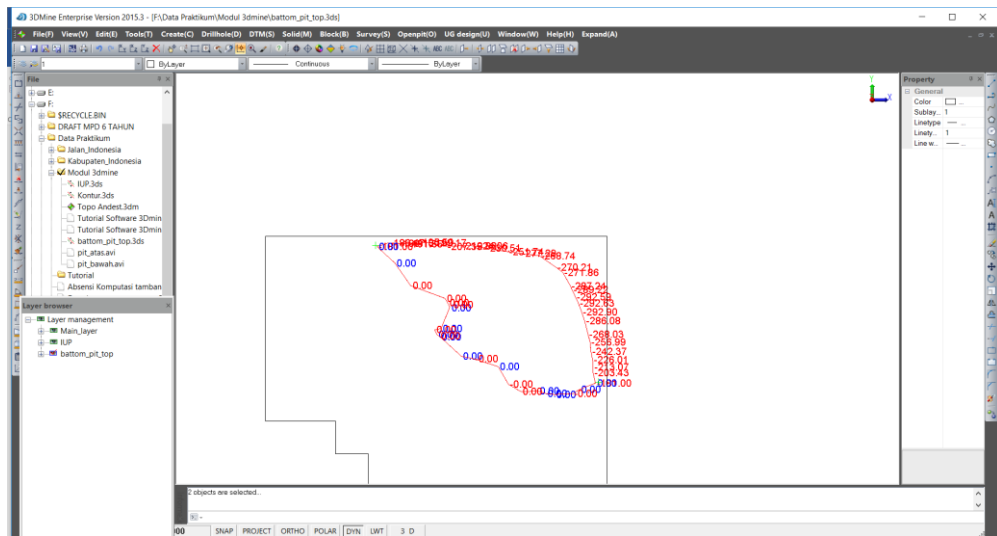
11. Sekatang kita membuat batas topo untuk pengambilan cadangan (usahakan jangan sampai menempel pada iup)



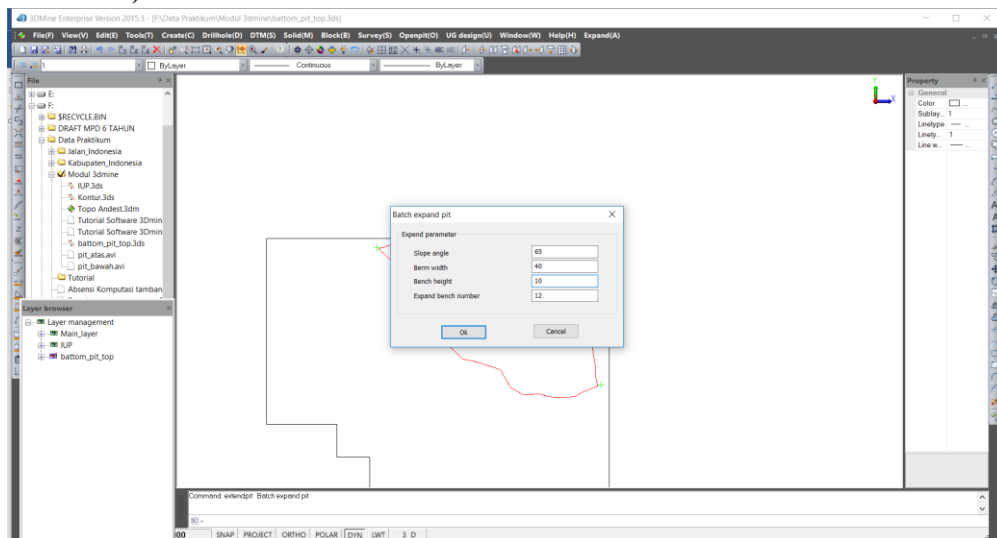
12. Membuat desain pit
Klik openpit – expand pit – expand parameter- setelah itu isi parameter dengan ketentuan yang ditentukan



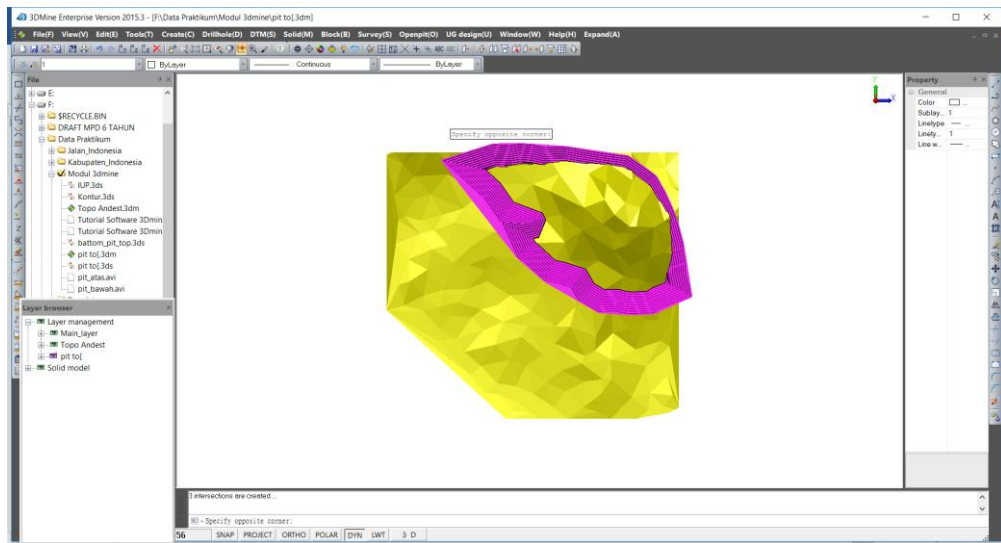
13. Setelah itu klik openpit – expan pit – vertical distance to surface – pilih pit andesit - ok



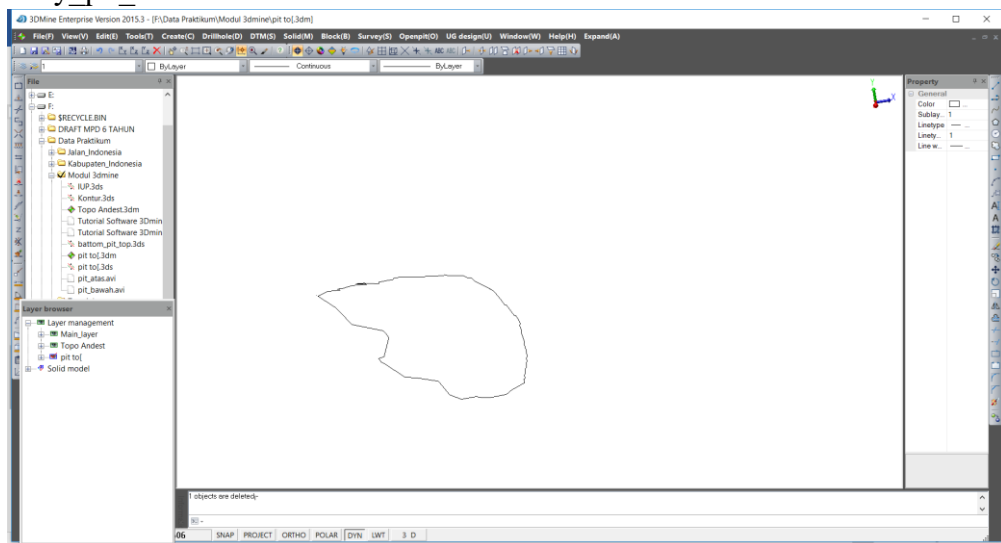
14. Selanjutnya klik open pit - expan pit – batch expand pit (isi sesuai dengan ketentuan)



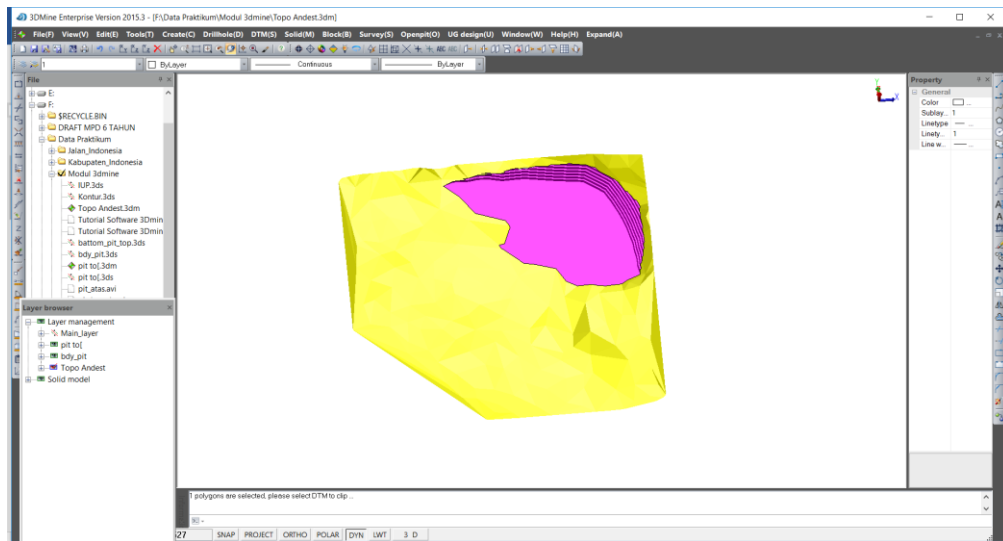
15. Lakukan langkah 13 dan 14 sampai pit menembus topografi
16. Jadikan pit tersebut menjadi DTM
 - Klik DTM – Klik create DTM – klik pada pit – lalu munculkan topo andesit - klik topo andesit delete – ganti warnanya sesuai keinginan - pit akan berubah menjadi seperti pada gambar – lalu save “pit top”
17. Kemudian save pit tersebut
18. Sekarang closed layer - buka topo andesit dan pit top



19. Klik DTM – Inter section off dtm – klik pada topo lalu klik pada pit
20. Tutup layer solid sehingga yang ada pada layar hanya bottom pit – lalu save “bdy_pit_”

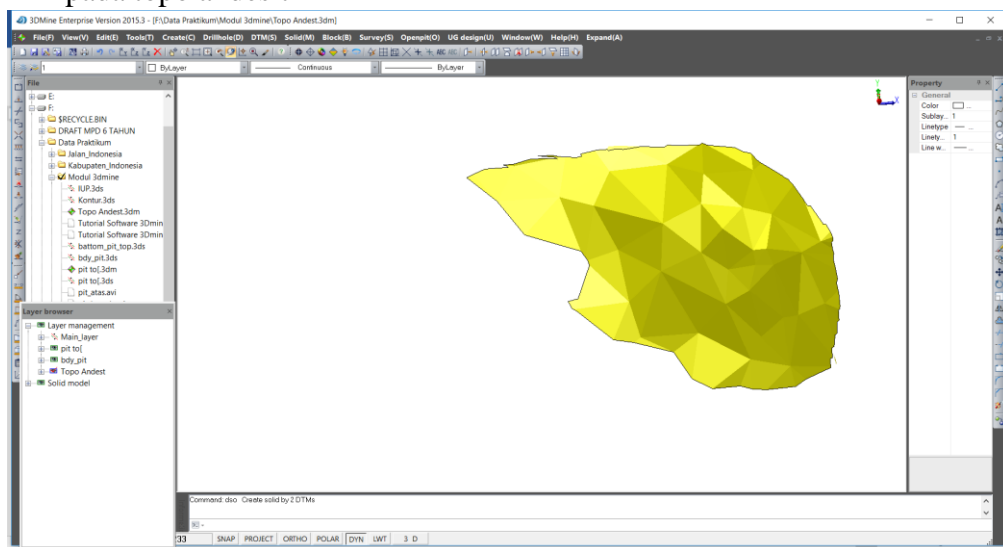


21. Sekarang mengetahui desain final pit dengan cara
Klik DTM – Clip DTM by polygon – keep inside- klip bdy pit – klik pitnya
22. Selanjutnya
Klik DTM – Clip DTM by polygon – keep outside - klip bdy pit – klik pitny

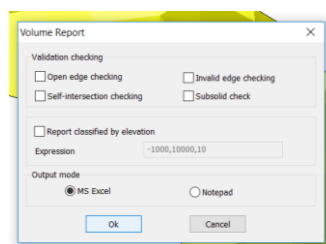


DESAIN FINAL PIT UNTUK OPEN CAST

23. Sekarang kita menghitung volume yang ditambang. Tampilkan layout topo andesit- bdy pit- pit top
 Klik DTM – DTM calculation – two DTM to marge solid – klik pada pit – klik pada topo andesit



24. Untuk mengetahui volume tersebut
 Klik solid – solid volume- klik Ms excel - klik ok- lalu klik pada desain

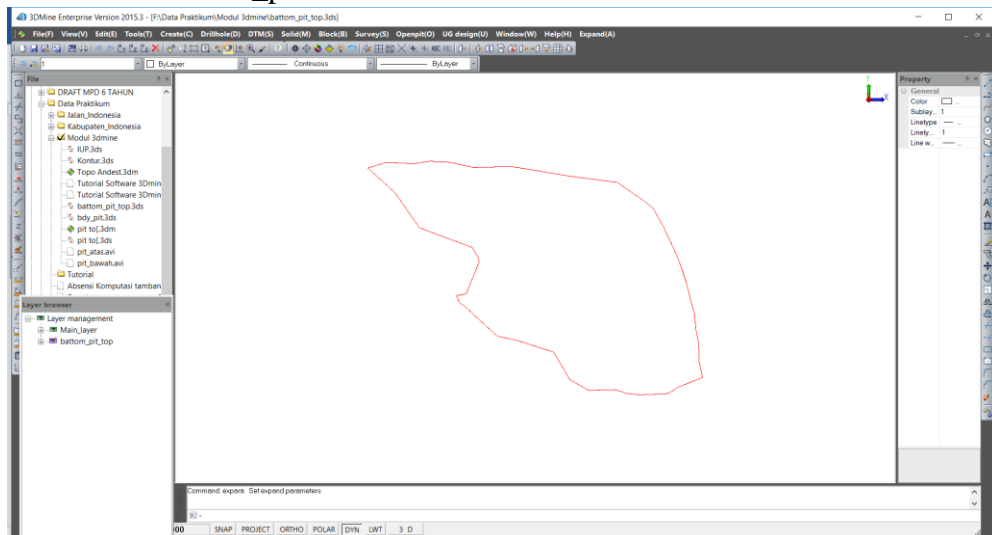


25. Volume dapat dilihat pada excel

3DMine Solid Volume Report			
1	name		
2	0	Volume	14716501.1
3		Select solid	1
4		reported solid	1
5		total volume	14716501.1

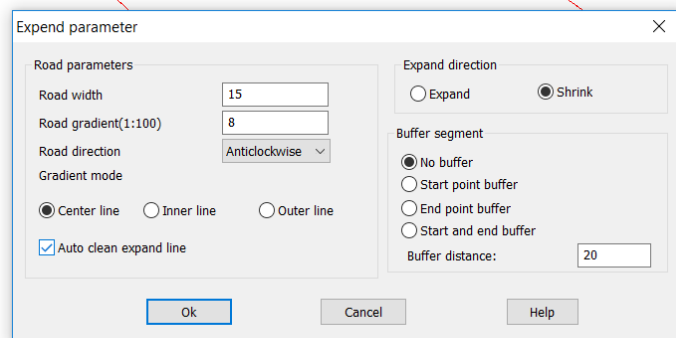
Desain Open pit

1. Munculkan bottom_pit

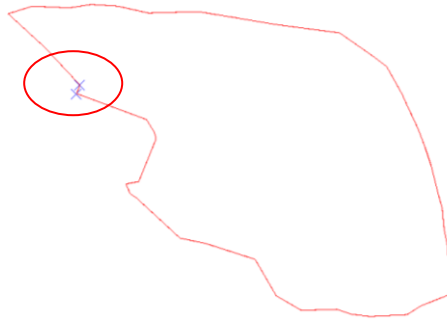


2. Membuat parameter pit

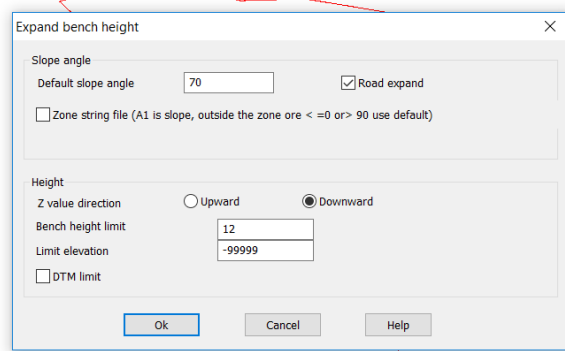
Klik open pit – expand pit – expan pit parameter – isi sesuai dengan ketentuan - ok



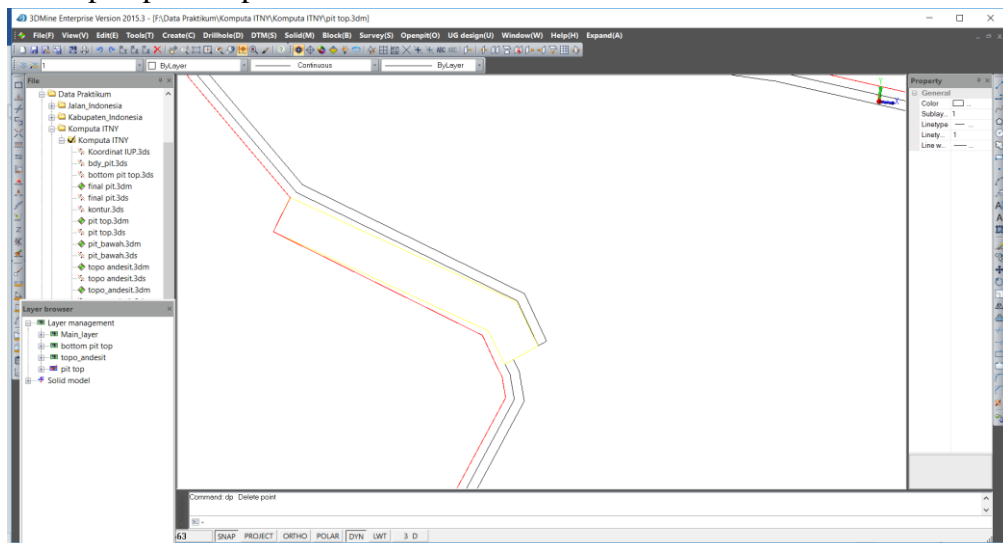
3. Klik open pit – set ramp – ok – klik pada pit battom untuk jalan bukaan tambang



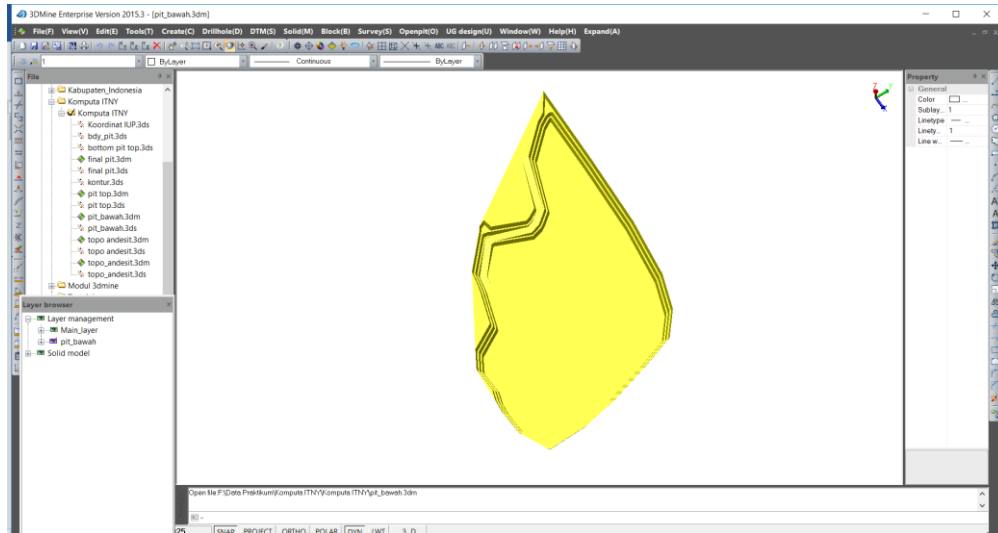
4. Klik open pit – expand pit – expand bench – lalu isikan sesuai dengan ketentuan



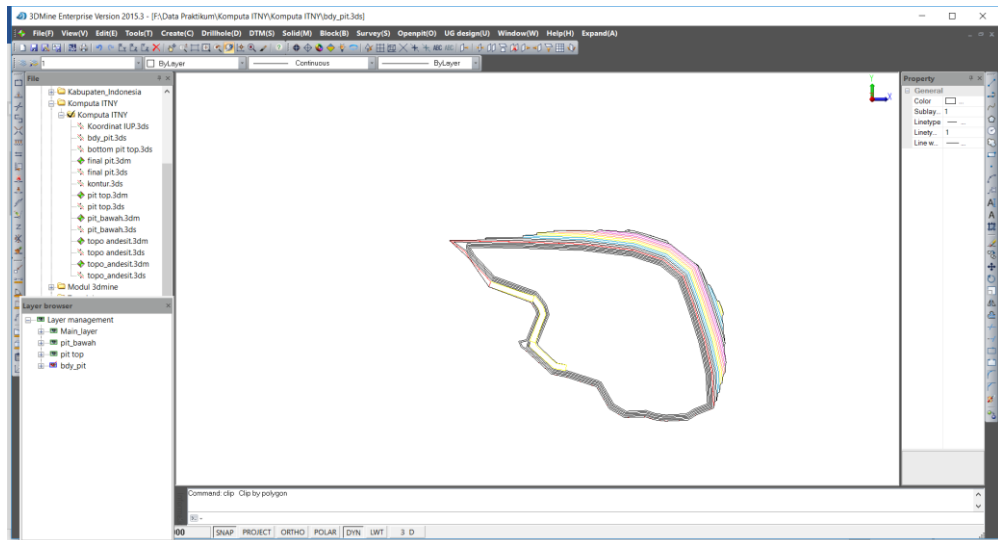
5. Setelah itu kita membikin berm (lebar jenjang) Klik open pit - expand berm – klik kiri – lalu klik kanan



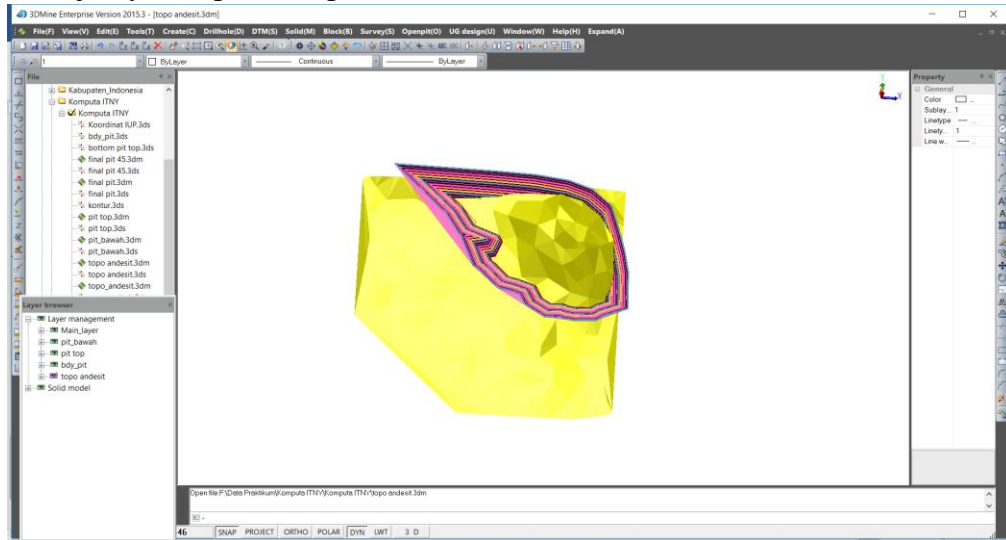
6. Ulangi dengan mendesain bench dan berm sampai dengan elevasi yang ditentukan
7. Jadikan desain pit bawah menjadi DTM
Klik DTM – klik create DTM – klik desain nya - lalu save “pit bawah”



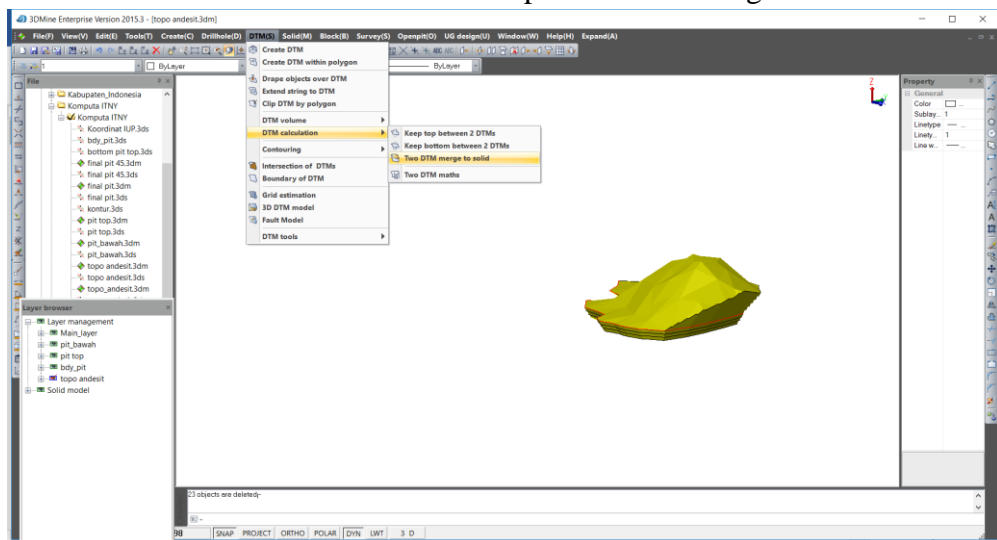
8. Setelah itu tutup layer, tampilkan pit top, pit bawah bdy pit
9. Langkah selanjutnya
Klik tools – clip by polygon – keep inside - klik bdy-pit nya – klik kanan
10. Gambar akan menjadi seperti dibawah ini
Desai final pit open cast dan open cut



11. Selanjutnya membuat DTM pit bawah dan atas untuk menghitung volume cadangan Open cast dan Open Pit
Klik DTM – Create DTM
12. Selanjutnya tampilkan topo andesit

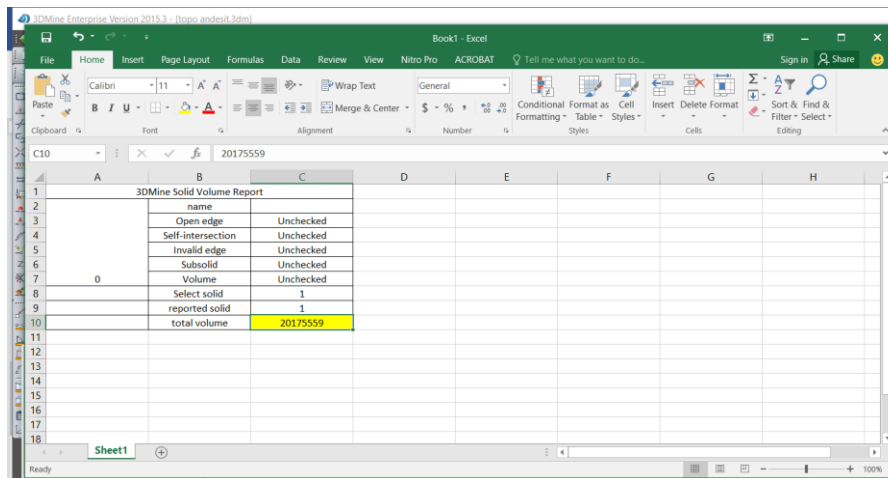


13. Potong dari desain final pit dengan topo andesit
Klik DTM – klik DTM calculation – Clip to DTM to Marge solid



14. Hitung volume tertambang dengan cara
Klik solid – solid volume – klik pada cadangannya – klik kanan

Bab 6 – Perancangan Desain Tambang Terbuka



The screenshot displays the 3D Mine Enterprise software interface, showing a report generated in an Excel spreadsheet. The report is titled "3DMine Solid Volume Report" and contains the following data:

3DMine Solid Volume Report		
name		
Open edge		Unchecked
Self-intersection		Unchecked
Invalid edge		Unchecked
Subsolid		Unchecked
Volume		Unchecked
0		
Select solid		1
reported solid		1
total volume		2017559

BAB VII

ANALISIS EKONOMI PROYEK TAMBANG

7.1. Pengenalan Evaluasi Ekonomi Proyek Mineral

Analisis keuangan dan keekonomian dilakukan berdasarkan konsep aliran tunai diskonto (*discounted cash flow analysis*). Masukan utama untuk analisis komponen biaya kapital adalah biaya produksi sedangkan faktor penting lainnya adalah produktivitas dan harga jual dari bahan galian. Analisis ini dibuat berdasarkan alternatif pola kerja yang akan ditetapkan yaitu :

- a. Operasi penambangan dilakukan sendiri dengan konsekuensi diperlukan biaya kapital yang cukup besar untuk pembelian dan penyewaan peralatan penambangan.
- b. Seluruh kegiatan penambangan dilakukan dengan sistem kontrak. Pada pola kerja ini tidak ada beban kapital, namun tetap memperhatikan biaya investasi infrastruktur dan peralatan pembantu.

Beberapa asumsi yang digunakan dalam analisis aspek keuangan dan keekonomian adalah :

- a. Struktur pembiayaan adalah 50% modal sendiri dan 50% pinjaman.
- b. Suku bunga pinjaman dalam rupiah adalah 17,5%-22% per tahun (berdasarkan suku bunga dasar kredit) dari OJK.

7.2. Kelayakan Ekonomi

7.2.1. Pengertian Studi Kelayakan

Studi kelayakan suatu proyek merupakan serangkaian penelitian untuk mengevaluasi dapat tidaknya suatu proyek dilaksanakan dengan berhasil. Pengertian studi kelayakan dalam arti terbatas, lebih terfokus pada manfaat ekonomis suatu investasi.

7.2.2. Tujuan Studi Kelayakan

Tujuan dilaksanakan studi kelayakan adalah untuk menghindari keterlanjuran penanaman modal yang terlalu besar untuk kegiatan yang tidak



menguntungkan. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa proyek investasi umumnya memerlukan dana cukup besar dan berpengaruh terhadap perusahaan dalam waktu lama.

7.2.3. Konsep *Time Value of Money*

Konsep nilai waktu uang merupakan pemikiran yang didasarkan atau perhitungan bahwa nilai uang yang diterima saat ini lebih berharga daripada diterima hari esok. Karena nilai uang yang diterima saat ini memiliki kesempatan lebih besar untuk diinvestasikan. Konsep nilai waktu uang ini berimplikasi terhadap adanya masalah bunga (*interest*).

Kaitannya dengan nilai waktu uang maka dikenal dua istilah penting yaitu ;

1. *Discounting* atau perhitungan present value menghitung nilai uang yang akan datang berdasarkan nilai sekarang.
2. *Compounding* menghitung nilai uang yang akan diterima pada masa mendatang berdasarkan bunga berganda atas nilai uang pada saat ini.

7.2.4. Aliran Kas (*Cash Flow*)

Cash flow adalah pendapatan setelah pajak ditambah penyusutan/depresiasi. *Cash flow* dibedakan dalam dua bentuk, yaitu :

1. Conventional Cash Flow

Pola aliran kas yang konvensional diawali dengan suatu investasi awal selanjutnya setiap tahun mendapatkan pemasukan kas secara berkelanjutan.

2. Non Conventional Cash Flow

Pada pola yang non konvensional kita akan mendapatkan beberapa kemungkinan pola aliran kas, baik yang bersifat aliran kas masuk maupun aliran kas keluar.

7.2.5. Metode Analisis

Beberapa metode atau alat analisis dapat digunakan dalam studi kelayakan ekonomi, diantaranya :

1. Average Rate of Return (ARR)

Perhitungan ARR didasarkan atas jumlah keuntungan bersih sesudah pajak dari laporan keuangan Laba-Rugi.



Rumus :

$$ARR = \frac{\text{Average Earning After Taxes}}{\text{Average Investment}}$$

2. *Payback Period (PP)*

Payback Period merupakan metode untuk menentukan jangka waktu yang dibutuhkan untuk menutup initial investment dari suatu proyek dengan menggunakan cash inflow yang dihasilkan oleh suatu proyek.

Rumus :

$$PP = \frac{\text{Initial Investment}}{\text{Cash Inflow}}$$

3. Nilai Sekarang Bersih / NPV (*net present value*)

NPV merupakan selisih antara penerimaan dan pengeluaran bersih yang bernilai sekarang dan dihitung berdasarkan tingkat pengembalian minimum. NPV digunakan dan dihitung nilai ekuivalen pada saat ini dari aliran dana yang berupa pendapatan dan pengeluaran di waktu yang akan datang dari suatu rencana investasi atau asset tertentu. (Stermole, Franklin,J., 1990). Pengertian diatas dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(C)t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{(Co)t}{(1+i)^t}$$

Dengan :

NPV = nilai sekarang bersih;

(C)t = aliran kas masuk tahun ke-t;

(Co)t = aliran kas keluar tahun ke-t;

n = umur investasi (tahun);

i = suku bunga pengembalian (*rate of return*);

t = tahun.

4. Tingkat Bunga Pengembalian (*Internal Rate of Return/IRR* atau DCFROR)

IRR dari suatu investasi dapat didefinisikan sebagai tingkat suku bunga yang akan menyebabkan nilai ekuivalen biaya investasi sama dengan

ekuivalen penerimaan atau tingkat suku bunga yang dapat menyebabkan nilai sekarang bersih sama dengan nol (Stermole, Franklin,J., 1990).

Pengertian di atas dirumuskan sebagai berikut :

$$\sum_{t=0}^n \frac{(C)t}{(1+i)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{(Co)t}{(1+i)^t}$$

Dengan :

Ct = aliran kas masuk tahun ke-t;

(Co)t = aliran kas keluar tahun ke-t;

i = suku bunga pengembalian (*rate of return*)/IRR;

n = umur investasi;

t = tahun.

5. *Profitability Index (PI)*

Profitability index merupakan perbandingan antara nilai sekarang aliran kas masuk di masa yang akan datang dengan nilai investasi.

Rumus :

$$PI = \frac{\text{Nilai sekarang aliran kas masuk}}{\text{Nilai Investasi}}$$

7.2.6. *Software Microsoft Excel*

Microsoft Excel sebagai produk andal *Microsoft Corp.* merupakan paket program *spreadsheets* yang dirancang untuk menyelesaikan dan menjawab berbagai masalah dalam dunia bisnis yang dinamis. Salah satu fungsi spektakuler yang dimiliki *Excel* adalah fungsi finansial siap pakai untuk menilai kelayakan investasi suatu proyek.

7.3. **Investasi Dan Analisis Kelayakan**

Kajian investasi dan analisis kelayakan dilakukan untuk mengetahui prospek sumber daya dan cadangan bahan galian di daerah eksplorasi yang dilaksanakan berdasarkan umur tambang sesuai dengan target produksi yang telah direncanakan.

6.3.1. **Investasi**



Biaya investasi adalah biaya yang dikeluarkan sebagai modal awal untuk melaksanakan suatu proyek terdiri dari :

a. Modal Tetap

Modal tetap terdiri dari

1. Pengurusan Perijinan dan Eksplorasi

- a) Pengurusan Perijinan, terdiri dari Surat Ijin Gangguan, Surat IUP, Surat usaha perdagangan, dll.

Tabel 6.1
Biaya Perijinan

No	Jenis Kegiatan	Biaya
		Rp
a. Biaya Perijinan		
	- Surat Ijin Tempat Usaha	9,750,000
	- Surat Ijin Gangguan	24,000,000
	- Surat Ijin Pemakaian Jalan	15,000,000
	- Retribusi KP	15,000,000
	- Surat Pengajuan Tenaga Kerja	15,000,000
	- Surat Usaha Perdagangan	19,500,000
	- Surat Ijin Jaminan Kepala Desa	15,000,000
	- Surat Ijin Persetujuan Tetangga	12,000,000
	- Surat Ijin Pengangkutan dan Penggunaan Alat	19,500,000
	- Surat Ijin Kepolisian	9,750,000
	- Surat Ijin Membangun Bangunan	9,750,000
	Sub Total	164,250,000
	Total	164,250,000

b) Eksplorasi

Biaya eksplorasi adalah biaya yang dikeluarkan pada saat kegiatan eksplorasi dalam mencari cadangan yang memungkinkan untuk di tambang.

Tabel 6.2
Biaya Eksplorasi

No	Jenis Kegiatan	Biaya total
		Rp
1	a. Biaya Eksplorasi	
	- Survey	50,000,000
	- Pemetaan	20,000,000
	- Studi kelayakan	50,000,000
	- Studi UKL & UPL	80,000,000
	- Uji kualitas	12,000,000
	- Biaya Sampling (Pemboran)	85,000,000
	Sub Total	297,000,000
2	b. Pembebasan Lahan	
	- Sewa tanah	40,000,000
	- Ganti rugi Pohon	20,588,235
	- Ganti rugi Tanaman perkebunan	42,500,000
		103,088,235

2. Pembebasan Lahan

Kegiatan pembebasan lahan terdiri dari ganti rugi tanah dan pepohonan.

3. Kontruksi atau Rekayasa

a) Sarana Pendukung Tambang

Investasi ini sebagian besar digunakan untuk membangun kantor dan *base camp*.

b) Sarana Layanan Tambang

Investasi sarana layanan tambang terdiri dari Jalan Tambang, Instalasi Listrik, Instalasi Jaringan air, Instalasi Jaringan Telepon.

4. Peralatan (penambangan, pengolahan, pengangkutan, dan lain-lain)

a) Peralatan Utama

b) Peralatan Pendukung dan K3

b. Modal kerja

Modal kerja adalah modal yang diperlukan untuk membiayai proyek terhitung sejak dimulai sampai proyek tersebut diperkirakan menerima pendapatan dari hasil penjualan Produk.

c. Sumber dana

Dana yang dibutuhkan bagi keperluan seluruh investasi dan modal kerja yang direncanakan diperoleh dari :

1. Modal Sendiri (*equity*)
2. Pinjaman (*debet*)

7.3.2. Analisis Kelayakan Biaya Produksi (termasuk biaya pengolahan dan pemantauan Lingkungan, K3)

a. Biaya Produksi

1. Biaya Operasi

Biaya operasi tambang terdiri dari : gaji karyawan, konsumsi tenaga kerja, dan biaya perawatan biaya operasional peralatan (bahan bakar, pelumas, suku cadang), biaya operasi di *stockpile*, biaya perawatan (penanganan sirtu, sarana layanan tambang, sarana pendukung tambang, jalan tambang, pemantauan lingkungan dan K-3 serta penutupan tambang).

2. Penyusutan (*Depresiasi*)

Penyusutan terdiri atas penyusutan peralatan dan bangunan. Penyusutan peralatan dihitung berdasarkan pertimbangan umur pakai dan nilai sisa alat tersebut. Peralatan yang mempunyai umur pakai kurang dari setahun akan dibebankan pada biaya produksi. Metode penyusutan yang digunakan adalah *straight line methode*.

3. Biaya Reklamasi

4. Biaya royalty disesuaikan dari harga jual produk. Royalty dibayarkan setiap akhir tahun penjualan sesuai dengan produksi yang dihasilkan pertahun. Dapat melihat referensi Peraturan Pemerintah No. 12 Tahun 2012 Tentang Jenis dan tarif atas jenis penerimaan bukan pajak yang berlaku pada kementrian ESDM.

5. Pendapatan Penjualan

Pendapatan merupakan nilai dari jumlah produksi bahan galian yang terjual setelah dikurangi dilusi dikalikan dengan harga jual bahan galian.



7.4. Perhitungan Cash Flow

Merupakan perbedaan antara rangkaian penerimaan (*inflows*) dan rangkaian pembayaran (*outflows*) untuk jangka waktu tertentu (umur tambang) dari suatu proyek penanaman modal (investasi). Aliran dana tunai merupakan dasar untuk melakukan analisis ekonomi proyek investasi atau penghasil jasa. Dalam Cash Flow Royalty, Biaya operasi, dan pajak bernilai negatif (Karena dalam hal ini perusahaan mengeluarkan biaya).

a. Buka Sheet Cash Flow

No	URAIAN	Tahun Ke					
		0	1	2	3	4	5
1 (+) Cash inflow							
	hasil penjualan						
	Pinjaman						
	Nilai sisa						
	Total Cash inflow						
2 (-) Cash Outflow							
	Biaya Operasi						
	Royalty 7%						
	Jaminan Reklamasi						
	Jaminan Pascatambang						
	Pengembangan Masyarakat						
3 (-) Biaya Tetap							

Gambar 6.1
Sheet Cash Flow

- Masukkan Nilai Pendapatan
- Nilai Pendapatan didapat dari Harga Produk dikalikan dengan Sasaran Produk Per tahun. Nilai Pendapatan yang digunakan adalah biaya pendapatan setelah mengalami eskalasi.
- Royalty didapat dengan cara mengalikan besarnya persen royalty dengan pendapatan.
- Nilai Pendapatan sebelum pajak adalah besarnya pendapatan dikurangi dengan royalty

- f. Pengeluaran berupa biaya operasi, pajak dan cicilan pinjaman. Dikatakan pengeluaran, karena perusahaan mengeluarkan uang dalam setiap kegiatan ini.
- g. Setiap Pengeluaran harus diawali dengan tanda (= -)

ANDESIT RESERVES								
No	Description	Unit	Year					Total Volume
1	Sndesit	Tonn	3,500,000					
2	Overburden	BCM	650,000					
3	SR		0.2					

Production								
No	Description	Unit	Year					Total Volume
1	Andesit		700,000	700,000	700,000	700,000	700,000	3,500,000
2	OB Removal		130,000	130,000	130,000	130,000	130,000	650,000
3	SR		0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19

Production								
No	Description	Unit	Year					Total Volume
1	Andesit		31,500,000	31,500,000	31,500,000	31,500,000	31,500,000	157,500,000

Gambar 11.3
Sheet Pendapatan

- h. Memasukkan Biaya operasi tetap
Setelah didapat nilai operasi tetap pada tahun pertama, maka kemudian copykan hingga tahun terakhir. Hal Yang Sama dilakukan Juga untuk mendapatkan Nilai Biaya Operasi Tidak Tetap.
- i. Total Biaya Operasi Merupakan Penjumlahan dari seluruh Nilai dari Operasi Tetap hingga Operasi Tidak Tetap. =SUM(D7:D26).
- j. Untuk Keuntungan digunakan rumus =E21*E22
- k. Modal Kerja Kembali dimasukkan pada tahun terakhir, dengan anggapan bahwa pada tahun terakhir modal kerja sudah kembali.
- l. Total Investasi Diletakkan pada Tahun ke 0 karena sebelum adanya tambang, pengusaha sudah mengeluarkan uang untuk investasi tambang ini, karena Pengusaha mengeluarkan uang pada total investasi, maka nilainya adalah (-).
- m. Cash Flow didapat dengan rumus =SUM(D31:H31).

- n. Untuk mengetahui nilai cumulative cash flow, digunakan rumus
 $=C32+D21$.
- o. Menghitung NPV
Tempatkan pointer pada D31.
Masukkan rumus berikut: $=NPV(0.17;D31:H31)+C31$
- p. Menghitung IRR
Tempatkan pointer pada C31.
Masukkan rumus berikut: $=IRR(C31:H31;0.17)$

7.5. Hasil Akhir Perhitungan

Setelah dilakukn perhitunangan dengan teliti didapatlah NPV sebesar > 0 , IRR $>17\%$ dan PBP selama 2 Tahun 7 bulan, maka berdasarkan perhitunga tersebut bahangalian tersebut Layak Ditambang.