

# PERMODELAN DAN PERHITUNGAN PREDIKSI UMUR VOLUME CADANGAN BATUBARA PADA SATU PIT STUDI KASUS: KECAMATAN PENGARON, KABUPATEN BANJAR

Wuryadi.Danu Tri<sup>1</sup>, Sunaryo. Dedy Kurnia<sup>2</sup>, Jasmani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Geodesi S-1 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Bendungan Sigura-gura No. 2 Lowokwaru, Kecamatan Sumbersari, Kota Malang – itn@itn.ac.id

**KATA KUNCI :** *Roof and Floor Seam, Volume Wasted Removal, Stripping Ratio, Cadangan Batubara*

## ABSTRAK :

Batubara adalah sumber daya alam yang utama guna menopang penyediaan energi nasional sebagai penunjang utama energi pembangkit listrik. Batubara selalu berhubungan dan berkaitan dengan kegiatan pertambangan seperti pengeboran dan survey topografi, dari pekerjaan inilah diperoleh data-data seperti bentuk permukaan bumi, letak lapisan batubara, atau bahan galian lainnya, bentuk kemiringan, kedalaman, ketebalan dan jenis batuan. Hal ini diperlukannya perhitungan nilai Stripping Ratio adalah perbandingan jumlah tanah kupasan penutup batubara dalam satuan meter kubik padat yang harus dibuang untuk menghasilkan 1 ton batubara. Dari hasil perhitungan software Surpac 6.4.1 tersebut diperoleh informasi cadangan batubara sebesar 660789 bcm dan jumlah overburden sebesar 1091003,091 bcm dengan nilai stripping ratio 1 : 1,65 di PIT Kasturi dan jangka umur volume cadangan batubara akan habis 21 bulan. Perhitungan progress bulanan, terhitung dari bulan September 2018 mendapatkan volume cadangan batubara 30337.55 ton dan volume overburden 118669.80 bcm.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Konsumsi batubara dalam beberapa tahun terakhir mengalami kenaikan yang pesat yang disebabkan oleh meningkatnya permintaan batubara sebagai sumber energi utama untuk pembangkit listrik. Batubara ini diproduksi dan dipergunakan baik untuk dalam negeri maupun untuk ekspor keluar negeri. Perlu dilakukan proses, tahapan dan pengumpulan data yang lengkap. Beberapa data yang dimaksud tersebut diantaranya adalah data topografi dan geologi.

Data topografi dan geologi tersebut merupakan bagian yang sangat penting dan tentunya sangat berkaitan dalam kegiatan perencanaan pertambangan khususnya pada area batubara. Dari kedua data tersebut maka didapatkan hasil dan informasi seperti bentuk permukaan yang menggambarkan relief bentuk permukaan bumi dan struktur geologi yang menggambarkan bentuk lapisan batubara. Jika semua data tersebut sudah diperoleh maka dapatlah direncanakan penambangan, penambangan di sini maksudnya ialah kegiatan penggalian untuk mendapatkan batubara, namun sebelum dilakukan penggalian tentunya perlu dilakukan perhitungan Stripping Ratio.

Pengertian Perhitungan Stripping Ratio adalah perbandingan jumlah tanah kupasan penutup batubara dalam satuan meter kubik padat yang harus dibuang untuk menghasilkan 1 ton batubara. Dapat disebut juga dengan rasio kupasan (dengan batubara) pada tambang batubara terbuka. Untuk menghitung Stripping Ratio yang praktis dan akurat maka diperlukan perangkat lunak tambang yang dapat memfasilitasi tujuan yang kita inginkan.

Hasil perhitungan Stripping Ratio sangat penting untuk industri tambang. Setelah didapatkannya nilai Stripping Rasio di Penelitian ini juga akan menghitung prediksi umur volume cadangan batubara, untuk mengetahui berapa lama kegiatan pertambangan dengan mengkorelasikan hasil target produksinya.

Dari latar belakang diatas inilah, maka dibuatkan proses perhitungan Stripping Ratio dan perhitungan prediksi volume cadangan batubara dengan menggunakan perangkat lunak Surpac agar dapat memudahkan dalam melakukan perhitungan Stripping Ratio perhitungan prediksi volume cadangan batubara di pekerjaan pertambangan.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu: Untuk mendapatkan hasil volume lapisan tanah penutup dan batubara guna menghitung nilai SR serta merancang model struktur Roof and Floor, Seam.

### 1.3 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

**1.3.1 Tujuan Penelitian:** Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut 1). Membuat model Roof and Floor batubara. 2). Mendapatkan volume cadangan batubara. 3). Mendapatkan Waste Removal. 4). Menghitung nilai Stripping Ratio. 5). Menghitung prediksi umur volume cadangan batubara.

**1.3.2 Manfaat Penelitian:** Manfaat dari penelitian ini yaitu: 1). Bagi perusahaan di bidang batubara owner maupun kontraktor perhitungan SR sangat diperlukan guna mengetahui perbandingan Waste Removal terhadap volume cadangan batubara. 2). Perhitungan SR dan hasil target produksi dapat dijadikan sebagai rencana mengetahui umur cadangan batubara. 3). Bagi pembaca skripsi ini manfaatnya adalah dapat mengetahui proses pengerjaan mendapatkan nilai SR, prediksi umur cadangan volume batubara dan permodelannya.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: 1). Data penelitian menggunakan data Collar, Geologi, dan Survey Topografi. 2). Proses pengerjaan menggunakan software Surpac 6.3. 3). Area yang dihitung volume cadangan batubara nya adalah di PIT Kasturi berlokasi Kecamatan Pengaron,

Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. 4). Proses perhitungan SR tidak menggunakan blok model melainkan keseluruhan secara kumulatif

## 1.5 Sistematika Penulisan

Bab I Pendahuluan yang menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bab II Dasar Teori yang menjelaskan tentang teori-teori yang berhubungan dengan topik penelitian yang dilakukan. Bab III Metodologi Penelitian yang menguraikan tentang bahan dan alat yang digunakan dalam melakukan penelitian, jadwal penelitian, dan diagram alir proses penelitian.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1. Klasifikasi Batubara

Pengelompokan batubara berdasarkan kualitas atau sifat tertentu misalnya jenis batubara, peringkat, perbandingan karbon-hidrogen, zat terbang dan sebagainya. Istilah itu juga berarti pengelompokan atau analisis batubara menurut sifat tertentu seperti derajat metamorfosis (peringkat), bahan tumbuhan pembentuk batubara atau tingkat pengotorannya. Dapat juga diartikan sebagai analisis atau pengelompokan batubara menurut presentase zat terbang, sifat-sifat penggumpalan (caking) dan sifat kokasnya. (M. Taufik Akbar, 2011).

### 2.2. Klasifikasi Sumber Daya Dan Cadangan Batubara

**2.2.1 Klasifikasi Sumber Daya:** Sumberdaya batubara (Coal Resources) adalah batubara yang diharapkan dapat dimanfaatkan secara nyata. Sumberdaya batubara dengan keyakinan geologi tertentu dapat berubah menjadi cadangan setelah dilakukan pengkajian kelayakan tambang dan memenuhi kriteria layak tambang. sumberdaya batubara dapat diklasifikasikan dalam beberapa bagian yaitu:

1. Sumberdaya batubara hipotek (Hypothetic coal resource). Sumberdaya hipotek adalah batubara di daerah penyelidikan yang dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan untuk tahap penyelidikan survei tinjau. Survei tinjau merupakan tahapan eksplorasi yang paling awal dengan tujuan mengidentifikasi daerah-daerah yang secara geologis mengandung endapan batubara yang berpotensi untuk diselidiki lebih lanjut.
2. Sumberdaya batubara terduga (Inferred Coal Resource). Sumberdaya batubara terduga adalah sumberdaya batubara yang kuantitas dan kualitasnya diperoleh pada tahap prospeksi. Prospeksi merupakan tahap eksplorasi yang bertujuan untuk membatasi daerah sebaran endapan batubara yang akan menjadi sasaran eksplorasi.
3. Sumber daya batubara tertunjuk (Indicated Coal Resource). Sumberdaya batubara tertunjuk merupakan sumberdaya batubara yang kuantitas dan kualitasnya diperoleh pada tahap eksplorasi umum.
4. Sumber daya batubara terukur (Measured Coal Resource). Sumberdaya batubara terukur adalah sumberdaya batubara yang kuantitas dan kualitasnya diperoleh dari pada tahap eksplorasi rinci (M. Taufik Akbar 2011).

**2.2.2 Cadangan Batubara:** Cadangan batubara (Coal Reserves) adalah bagian dari sumber daya batubara yang telah diketahui dimensi, sebaran kuantitas, dan kualitasnya sehingga pada saat pengkajian kelayakan dinyatakan layak untuk ditambang. Ada dua jenis cadangan batubara:

1. Cadangan batubara terkira (Probable Coal Reserve)

Cadangan batubara terkira adalah sumberdaya batubara terunjuk dan sebagian sumberdaya batubara terukur yang tingkat keyakinan geologinya masih rendah.

2. Cadangan batubara terbukti (Proved Coal Reserve)

### 2.3. Jenis Tambang

Di dunia pertambangan, khususnya tambang batubara dikenal ada 3 jenis tambang yaitu:

1. Tambang terbuka (surface mining or open pit mining), yaitu metode penambangan yang segala kegiatan penambangannya di atas atau relatif dekat dengan permukaan bumi.
2. Tambang bawah tanah (underground mining), yaitu metode penambangan yang aktivitas penggalian batubaranya dilakukan di bawah permukaan bumi dan tempatnya tidak langsung berhubungan dengan dunia luar.
3. Tambang bawah air (underwater mining) merupakan metode penambangan batubara yang penggaliannya dilakukan dibawah air atau endapan mineral berharganya terletak dibawah permukaan air.

### 2.4. PETA TOPOGRAFI

Sebagai bagian dari komunitas ahli ilmu kebumih, pasti sudah tidak asing lagi dengan peta topografi. Peta topografi ini penting, karena sebagai peta dasar, nantinya dapat digunakan sebagai dasar bagi pengembangan sebagai peta-peta tematik lainnya. Untuk kebutuhan perencanaan tambang terbuka, peta topografi memegang peranan sentral, karena dari sini nantinya akan diturunkan beberapa satuan peta, seperti:

1. Peta hasil eksplorasi, yang memuat informasi tentang posisi sinkapan batubara, posisi titik bor, dll.
2. Peta ketebalan batubara
3. Peta ketebalan overburden
4. Peta distribusi fungsi kualitas, misalnya kadar sulfur, distribusi kalori, dll.
5. Peta jalan tambang dan kemiringan lereng
6. Peta layout dan kemajuan tambang
7. Peta perencanaan drainase tambang (peta penyaliran) dan lain-lain

Dengan demikian pemahaman tentang peta topografi bagi seorang perencanaan tambang adalah mutlak.

### 2.5. Pit Batubara

Pit batubara adalah lubang atau cekungan yang diakibatkan oleh kegiatan penambangan batubara. Pit ini merupakan area yang telah dikupas tanah permukaannya sampai dengan lapisan batubaranya terlihat.



Gambar 1. Pit Batubara (Dokumen Pribadi)

**2.5.1. Istilah Pada Pit:** Ada beberapa istilah pada Pit area tambang, diantaranya sebagai berikut:

1. Seam Batubara Seam batubara adalah lapisan batubara.
2. Low Wall Merupakan dinding yang dibentuk searah dengan arah kedalaman (Dip) dari batubara. Sudut kemiringan dinding ini biasanya mengikuti sudut dip dari keterdapatannya

batubaranya, kecuali apabila terdapat kondisi tertentu yang harus dibentuk dinding dengan bentuk khusus.



Gambar 2. Low Wall (Dokumen Pribadi)

3. High Wall merupakan dinding yang dibentuk berlawanan/memotong arah dip batubara. Sudut kemiringan dinding ini berdasarkan hasil perhitungan geoteknis dari kondisi batuan yang terdapat di daerah tersebut. Sudut kemiringan yang di harapkan adalah mendekati 90°, karena akan semakin mengurangi biaya produksi tetapi faktor keselamatanlah yang paling utama untuk dipertimbangkan agar tidak terjadi longsor.



Gambar 3. High Wall (Dokumen Pribadi)

4. Ramp
  - a. Grade jalan, biasanya digunakan 8% - 10% sesuai dengan spec unit hauling.
  - b. Lebar jalan, 3x unit terbesar.
  - c. Tanggul sebagai pengaman agar ketika terjadi slip pada unit tidak langsung jatuh/terguling/terbalik.
  - d. Hauling distance, jarak dari front loading ke disposal untuk keperluan maching fleet.
  - e. Radius tikungan, dibuat sehalus mungkin, menghindari bidang gelincir.



Gambar 4. Ramp (Dokumen Pribadi)

## 2.6. Stripping Ratio

Dalam pertambangan, Stripping Ratio atau Strip Ratio mengacu pada rasio volume Over Burden (atau limbah) yang diperlukan untuk ditangani dalam rangka untuk mengambil beberapa volume bijih. Misalnya, rasio 3: 1 stripping berarti bahwa pertambangan satu meter kubik bijih akan membutuhkan pertambangan tiga meter kubik limbah batuan rasio pengupasan biasanya dikurangi untuk menunjukkan volume pembuangan sampah diperlukan untuk mengambil salah satu satuan volume bijih. , misalnya, 1,5: 1 sebagai lawan 3: 2. Bila dibandingkan dengan tambang permukaan, yang mengharuskan Over Burden removal sebelum bijih ekstraksi, operasi penambangan bawah

tanah cenderung memiliki rasio pengupasan yang lebih rendah karena meningkatnya selektivitas. Semua faktor lainnya sama, pertambangan pada stripping ratio yang lebih tinggi kurang menguntungkan dari pertambangan di stripping ratio yang lebih rendah karena lebih banyak limbah harus dipindahkan (dengan biaya per satuan volume) untuk volume setara bijih menghasilkan pendapatan. Jika rasio yang terlalu tinggi mengingat harga tertentu bijih dan terkait biaya penambangan maka mungkin tidak ekonomis untuk melakukan pertambangan (F.Wendi, 2015).

**2.6.1 Definisi Stripping Ratio:** Yaitu berapa jumlah waste (tanah buangan baik O/B maupun batuan samping) yang harus dibuang/disingkirkan untuk memperoleh 1 ton endapan bijih sampai pada ultimate pit limit (Fadli, 2015)

$SR = \text{BCM OB} / \text{Stripping cost (ton coal)}$

$SR = \text{Jumlah Waste (m}^3\text{/ton)} / \text{Jumlah Ore (m}^3\text{/ton)}$

$SR < 1 = \text{Ongkos pengupasan lebih kecil (Tamka)}$

$SR > 1 = \text{Ongkos pengupasan lebih besar (Tamda)}$

$SR = 1 = \text{Bisa Tamka/Tamda}$

**2.6.2 Faktor-Faktor Pengaruh Untuk Stripping Ratio:**

Faktor yang mempengaruhi stripping ratio adalah :

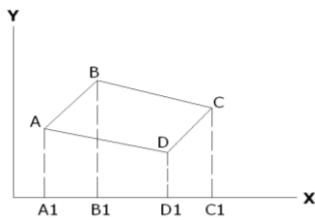
1. Faktor volume, volume faktor merupakan tahap awal dalam penentuan stripping ratio. Penampang litology pemboran menunjukkan formasi litologi yang ditembus dan ketebalan formasi litologi. Dari informasi tersebut, dilakukan identifikasi ketebalan tanah penutup dan batubara Untuk batubara dengan sistem perlapisan multiseam, dilakukan dengan penjumlahan total ketebalan untuk seluruh seam. Prosedur ini berlaku untuk seluruh lubang bor ketebalan dari tanah penutup dan batubara berpengaruh terhadap Perhitungan luas daerah tergantung dari metode perhitungan cadangan yang digunakan. Setelah luas daerah diketahui, lalu dilakukan kalkulasi antara ketebalan rata-rata batubara maupun tanah penutup pada daerah tersebut dengan luasan daerah, dan diperoleh volume tanah penutup dan batubara pada daerah tersebut
2. Faktor tonase, Pada industri pertambangan, penjualan bahan galian dan kapasitas Produksi dilakukan dari atas dasar berat dari bahan galian cadangan tersebut. Hal ini berlawanan dengan industri perancangan sipil dimana pembayaran dilakukan atas dasar volume material yang dipindahkan. Konversi dari volume ke berat harus dilakukan dalam kaitannya dengan kegiatan pemuatan, pengangkutan maupun untuk kegiatan pengolahan.
3. Nisbah pengupasan, Salah satu cara menguraikan efisiensi geometri dari operasi penambangan berdasarkan nisbah pengupasan. Nisbah pengupasan (stripping ratio) menunjukkan perbandingan antara volume/tonase tanah penutup dengan volume/tonase batubara pada areal yang akan ditambang. Rumusan umum yang sering digunakan untuk menyatakan perbandingan ini:  $\text{Stripping Ratio} = \text{Tanah Penutup (ton)/Batubara (ton)}$ .

## 2.7. Penentuan Luas Cara Numeris

Penentuan luas secara numeris dapat dilakukan dengan memakai koordinat, apabila titik-titik batas tanah diketahui koordinatnya. Dengan ukuran dari batas tanah, jika batas-batas tanah diukur langsung (disebut juga angka-angka ukur).

Penentuan luas area pada perangkat lunak Surpac dilakukan dengan menghitung area yang telah didefinisikan oleh koordinat terluar menggunakan cara numeris. Penentuan luas secara numeris dijelaskan sebagai berikut: Misal sebidang tanah yang dibatasi oleh titik A, B, C, D yang diketahui koordinatnya: A

(X1, Y1), B (X2, Y2), C (X3, Y3), D (X4, Y4). Lihat gambar dibawah sebagai berikut berikut:



Gambar 5. Penentuan luas cara numeris dengan koordiat

Luas segi empat ABCD =  
 (luas trapesium A1ABB1) + (luas trapesium B1BCC1) + (luas trapesium DIDCC1) + (luas trapesium A1ADD1) .....(1)

Luas segi empat ABCD =  
 $\frac{1}{2} (X2 - X1) (Y2 + Y1) + \frac{1}{2} (X3 - X2) (Y3 + Y2) - \frac{1}{2} (X3 - X4) (Y3 + Y4) + \frac{1}{2} (X1 - X4) (Y4 + Y1) \dots\dots\dots(2)$

Dapat disederhanakan menjadi : (Survey Rekayasa Sipil, Ferry Sobatnu 2009)

luas ABCD = [( Xn - Xn-1 ) ( Yn - Yn-1 )] Apabila gambar diproyeksikan terhadap sumbu X .....(3)

luas ABCD = [ ( Yn - Yn-1 ) ( Xn - Xn-1 ) ]

Apabila gambar diproyeksikan terhadap sumbu Y .....(4)

Kedua rumus diatas dapat disederhanakan menjadi:

luas ABCD = [ Xn ( Yn-1 - Yn+1 ) ] .....(5)

luas ABCD = [ Xn ( Xn+1 - Xn-1 ) ] .....(6)

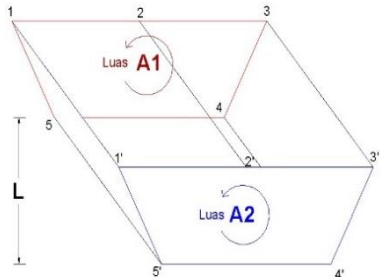
**2.8. Metode Perhitungan Volume Batubara**

Metode perhitungan volume batubara pada dasarnya menggunakan prinsip perhitungan volume dari bagian permukaan batubara yang dibatasi oleh penampang-penampang melintangnya. Perhitungan volume batubara dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain :

**2.8.1 Menghitung Volume Dengan Luas Penampang:**

Konsep sederhana dalam menghitung volume dari suatu galian atau timbunan, yaitu dengan mengambil nilai rata-rata luas penampang dikali jarak horisontal antara kedua penampang tersebut. (Tjitro, 1992)

Lihat gambar dibawah berikut:

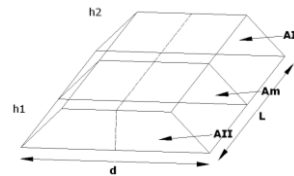


Gambar 6. Perhitungan Volume Cara Luas Penampang (Tjitro, 1992)

Jika A1 dan A2 masing-masing adalah luas penampang ujung dari stasiun yang berlainan yang dipisahkan oleh jarak L maka volume tanah dua stasiun tersebut dapat dihitung dngan rumus volume:  $V_a = \frac{1}{2} L \cdot (A1 + A2) \dots\dots\dots(7)$

**2.8.2 Menghitung Volume Dengan Prismoida**

Lihat gambar dibawah berikut:



Gambar 7. Penentuan volume dengan cara prismoida (Tjitro, 1992).

L : Jarak antara ujung penampang I dengan penampang II

d: Panjang dasar galian

h: tinggi rencana

A: Luas penampang

Jika ada tiga penampang yang telah direncanakan galian maupun timbunannya maka perhitungan volume dapat dilakukan dengan cara prismoida.

$V_p : \frac{1}{6} (A1 + 4 Am + A2) \dots\dots\dots(8)$

Jika dibandingkan dengan hasil perhitungan dengan menggunakan rumus dasar sebagai berikut  $V_a : \frac{1}{2} L (A1 + A2)$  maka terdapat perbedaan nilai dengan  $V_p$ . Perbedaan nilai yang terjadi tersebut dinamakan koreksi prismoida ( $K_p$ ). Dalam bentuk matematik koreksi tersebut Yaitu:

$K_p : \frac{1}{12} L (h1 - h2) (D1 - D2) \dots\dots\dots(9)$

Dalam hal ini:

h1 : Jarak vertikal terhadap dasar rencana pada center line (as) penampang 1

h2 : Jarak vertikal terhadap dasar rencana pada center line (as) penampang 2

D1: Jarak perpotongan garis rencana dan garis profil pada ujung-ujung penampang 1

D2 : Jarak perpotongan garis rencana dan garis profil pada ujung-ujung penampang 2

L : Jarak antara penampang 1 dan 2

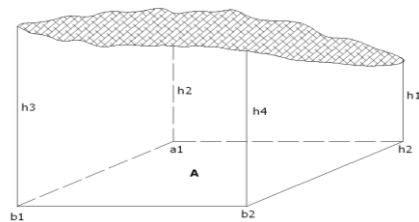
**2.8.3 Menghitung Volume Dengan Menggunakan Titik Tinggi:**

Prinsip perhitungan volume galian dan timbunan apabila data-data titik tinggi diketahui, yaitu dengan rumus:  $V : \frac{1}{n} (\sum h_n) A$ . (Tjitro, 1992). Dalam hal ini:

h : Jarak vertikal terhadap garis dasar rencana

A: Luas yang dibatasi titik-titik tinggi

n : Banyaknya titik tinggi.



Gambar 8. Penentuan volume dengan titik tinggi (Tjitro, 1992).

Jika empat titik membentuk suatu persegi empat dengan sisi a meter dan b meter (Gambar 9.), elevasi masing-masing titik tinggi  $H_1, \dots, H_n$ , dengan kedalaman masing- masing titik, h, maka rumus volumenya,

$V = \frac{1}{2} (h1, h2, h3, h4) \cdot d^2 \dots\dots\dots(10)$

$V = A \cdot \frac{h1+h2+h3+h4}{4} \dots\dots\dots(11)$

Akan tetapi jika penampang prisma adalah segitiga, maka volumenya;

$V = A \cdot \frac{h1+h2+h3}{3} \dots\dots\dots(11)$

Keterangan persamaan:

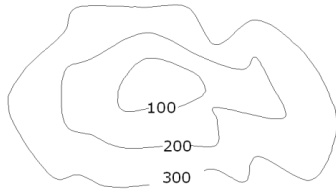
d : luas dasar galian

h : kedalaman titik tinggi

### 2.8.3 Menghitung Volume Galian Dengan Garis Kontur:

Untuk menghitung volume tanah dapat digunakan garis kontur yang ada pada peta. Dengan rumus pendekatan  $V = \frac{1}{2} (A + B) \cdot I$ . Dalam hal ini: (Tjitro, 1992).

- A : Luas Penampang 1
- B : Luas Penampang 2
- C : Interval Kontur



Gambar 9. Menentukan volume dengan garis kontur (Tjitro, 1992).

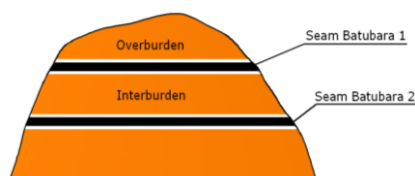
Daerah dengan kontur 100 diukur luasnya dengan planimeter L (100): 100 m<sup>2</sup> dan daerah dengan kontur 200 luasnya, L (200) : 150 m<sup>2</sup> sehingga:

$$I = 100 - 200 = 100 \text{ m}$$

$$V_{AB} = \frac{1}{2} (100 + 150) \cdot 100 = 12500 \text{ m}^3$$

### 2.9. Perhitungan Cadangan Batubara Dan Lapisan Tertutup

Konsep perhitungan volume cadangan dan lapisan tanah penutup adalah menghitung cadangan dengan dua buah model surface sebagai pembatas dari material yang dihitung. Volume lapisan tanah penutup terdiri dari volume overburden dan volume interburden. Lapisan overburden merupakan lapisan tanah dan batu yang ada di atas lapisan batubara. Lapisan interburden merupakan lapisan yang berada diantara dua buah lapisan batubara. Lapisan ini berupa tanah/ batuan yang harus dikupas terlebih dahulu untuk mendapatkan batubara. Proses perhitungannya dilakukan menggunakan software Surpac 6.1.2 Model disini berupa kontur digital maupun menggunakan DTM, Adapun bentuk lapisan batubara dapat dilihat pada Gambar 10. dibawah ini.



Gambar 10. Lapisan batubara

### 2.10. Perangkat Lunak Surpac 6.3

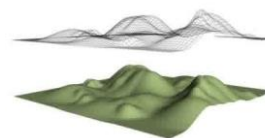
Surpac merupakan software tambang program tiga dimensi yang digunakan untuk melakukan proses pembuatan mine design, surface modeling, pembuatan model dtm, dan lain-lain. Surpac mempunyai fasilitas atau tools menu yang mempunyai aplikasi untuk membantu proses engineering, surveying, geology, mining dan lain-lain. Dari berbagai aplikasi yang telah disebutkan, Surpac memiliki fungsi-fungsi untuk pengolahan data, menghitung estimasi sumberdaya, cadangan, perencanaan dan operasi dalam siklus pertambangan. Surpac adalah software yang paling populer di dunia geologi dan perencanaan. Perangkat lunak ini memberikan efisiensi dan akurasi melalui kesmudahan penggunaan 3D grafis yang bagus dan alur kerja otomatis yang dapat disesuaikan, data yang diperlukan :

1. Geologi terdiri dari Hole Id, Sample Id, Depth from, Depth to, Rocktype dan Seam, berikut Penjelasan singkat:
  - Hole Id : Nomor lubang bor
  - Sample Id : Nomor sample lapisan tanah
  - Depth From : Kedalaman awal lapisan

- Depth To : Kedalaman akhir lapisan
  - Seam : Grup lapisan
2. Collar terdiri dari Hole Id, Northing, Easting, Elevation, Max Depth, Hole Path dan Location.
    - Hole ID : Nomor lubang bor
    - Northing : Koordinat Y untuk posisi
    - Easting : Koordinat X untuk posisi
    - Max Depth : Kedalaman Maksimum Pengeboran
    - Hole Path : Bagian bor
    - Location : Lokasi pengeboran
  3. Topografi terdiri dari Northing, Easting, Elevation, String dan Code
    - Northing : Koordinat Y untuk posisi
    - Easting : Koordinat X untuk posisi
    - Elavation : Tinggi permukaan tanah
    - String : Untuk warna garis atau titik pada surpac
    - Code : kode untuk penandaan atau bersifat deskriptif

### 2.10.1 Digital Terrain Model (DTM):

*“Digital Terrain Model (DTM) adalah representasi statistik permukaan tanah yang kontinu dari titik-titik yang diketahui koordinat X, Y, dan Z nya pada suatu sistem koordinat tertentu.”*(Li Zhilin dan Gold, 2005). Suatu DTM merupakan sistem yang terdiri dari dua bagian, yaitu sekumpulan titik-titik yang mewakili bentuk permukaan terrain yang disimpan pada memori komputer, dan Algoritma untuk melakukan interpolasi titik-titik baru dari data titik yang diberikan atau menghitung data lain. (Linkwitz, 1970) DTM sendiri dapat diartikan sebagai representasi ketinggian dari suatu *continuous terrain* atau permukaan (tanpa ada *feature* alam dan *hand made*) dalam bentuk digital atau numeris, dalam sistem koordinat X, Y, Z. Pengertian DTM mencakup tidak hanya tinggi (*height*) dan elevasi (*elevation*), tetapi juga unsur-unsur morfologi yang lain seperti garis sungai, dsb. (Dipokusumo dkk, 1983). Ilustrasi DTM ditunjukkan pada Gambar 11.

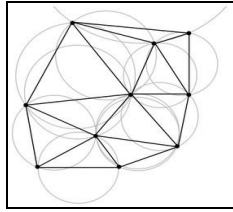


Gambar 11. DTM (Digital Terrain Model), (Dipokusumo dkk, 1983).

### 2.10.2 Triangel Based Modeling:

TIN adalah salah satu metode untuk merepresentasikan suatu *surface* (permukaan) dalam bentuk jaring – jaring segitiga (Zhilin dan Gold, 2005). Dalam pembentukan TIN dibutuhkan setidaknya enam titik yang dapat digunakan untuk pembentukan jaring segitiga. Tiga titik berada pada node sebagai ujung sisi – sisi segitiga dan tiga titik lainnya merupakan titik luar yang membentuk jaring segitiga lain.

Konsep pembentukan TIN didasarkan pada *delaunay triangulation*. *Delaunay triangulation* merupakan suatu metode untuk membangun geometri segitiga dimana metode ini memaksimalkan sudut minimum dari semua sudut segitiga tersebut. Gambar menyajikan pembentukan TIN dengan konsep *Delaunay triangulation*.



Gambar 12. Pembentukan TIN dengan Delaunay Triangulation (Geodis-Ale, 2012).

### 2.10.3 Grid Based Modeling

Pada *grid-based modeling* titik-titik tersebar secara merata dan teratur pada seluruh permukaan model digital (DTM) dalam interval tertentu. Titik DTM dapat berupa titik sampel maupun titik hasil interpolasi. Permukaan model digital terbentuk oleh grid yang menghubungkan titik-titik DTM.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Metodologi Penelitian

Dalam melakukan penyelesaian penelitian ini ada beberapa tahap yang dilakukan yaitu :

1. Studi Literatur  
Studi literatur ini diperlukan untuk mengetahui dasar-dasar teori yang dapat menjadi acuan
2. Pengumpulan Data  
Dalam penelitian ini ada beberapa data yang diperlukan untuk menyelesaikannya yaitu data Geologi, Coular, Survey topografi, dan Data Bor serta data pendukung yang dikumpulkan berdasarkan literatur dan referensi.
3. Analisis Data  
Setelah data terkumpul baik itu data primer dan skunder, dilakukan perhitungan pada data bor untuk mengetahui ketebalan dari batu bara yang didalamnya. Setelah itu dilakukannya perhitungan volume cadangan batu bara dengan menggunakan *Cross Section* dan *Software Surfac 6.3* mengetahui batas pertambangan yang sudah di survey.
4. Penyusunan laporan penelitian  
Hasil yang didapat dari Analisa, kemudian disimpulkan dan disajikan dalam bentuk satu laporan.

### 3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Ramadhika Jaya PIT Kasturi berlokasi di Kecamatan Pengaron, Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan yang bergerak pada kegiatan kontraktor batubara.



Gambar 13. Pengaron (Sumber: GoogleMap)

### 3.3. Persiapan

Persiapan yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari:

#### 3.3.1 Peralatan Dan Bahan

Peralatan dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain:

1. Perangkat Keras
  - a. (Satu buah) Prosesor : AMD Quad-Core A8-4500M, (1,9 GHz Turbo 2,8GHz), APU Radeon HD 7640M, VGA AMD Radeon HD 8750M 2GB, Ram 4 GB DDR3 dan Hard Disk : 500 GB
  - b. (Satu Buah) Mouse Toshiba
  - c. (Satu Buah) Flashdisk
2. Perangkat Lunak
  - a. Microsoft Excel
  - b. Surfac 6.4.1
3. Bahan
  - a. Data (Survey/Topografi, Collar dan Geologi) di dapatkan dari perusahaan tahun 2017 PT. Ramadhika Jaya
  - b. Data hasil target produksi tiap bulan di dapatkan dari perusahaan tahun 2018 PT. Ramadhika Jaya

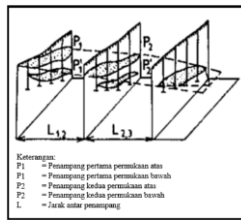
#### 3.3.2 Waktu Penelitian

Perencanaan jadwal penelitian digunakan sebagai estimasi waktu dalam melakukan penelitian sehingga dapat selesai sesuai rencana. Rencana tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. berikut:

No.	Kegiatan	Bulan	
		Januari 2018	Februari 2018
1.	Tahap persiapan	v	
2.	Pengumpulan data penelitian	v	
3.	Proses pembuatan Volume	v	
4.	Perhitungan Prediksi Umur Cadangan Batubara		v
6.	Penyusunan laporan	v	

### 3.4. Perhitungan Cadangan Batubara

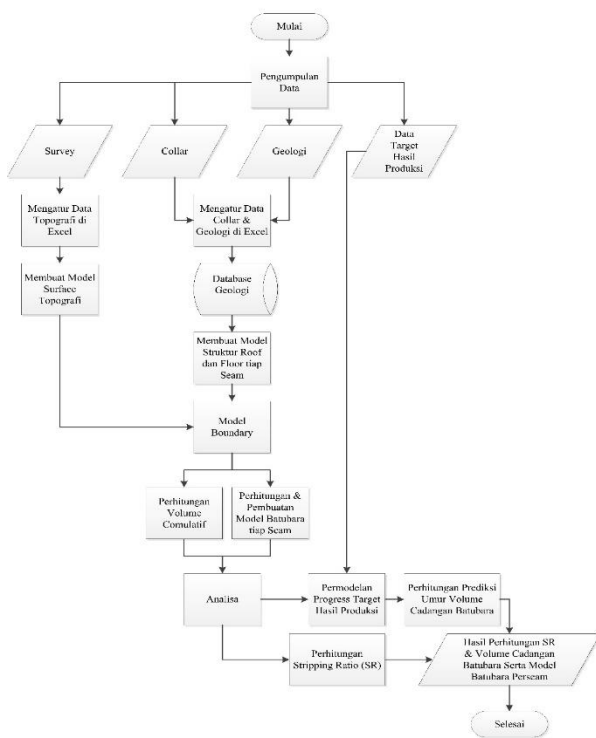
**3.4.1 Metode Cross Section:** Perhitungan cadangan batubara dengan menggunakan metode *cross section rule of gradual change* ini dilakukan pada wilayah rencana penambangan Pit Nangka Pt.Berkat Indo Jaya tergantung pada ketebalan, panjang dan densitas batubara disetiap penampang dan jarak interval setiap penampang. Jarak antara tiap sayatan bervariasi mengikuti letak singkapan pada penyelidikan eksplorasi. Dalam perhitungan kali ini, di terapkan dua pendekatan metode cross section, yaitu Rule of Gradual Change (standard). Cadangan adalah bagian dari sumberdaya terukur yang telah diketahui dimensi, kedalaman, dan kemiringan.



Gambar 14. Metode Cross Section dengan pedoman rule of gradual changes (Isaaks, 1989)

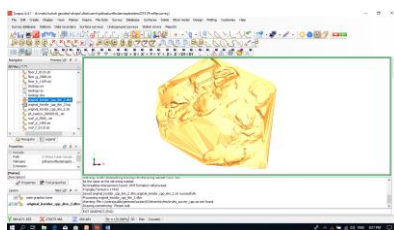
**3.4.2 Software Surpac 6.4.1:** Aplikasi Surpac 6.4.1 Surpac adalah salah satu perangkat lunak yang populer di bidang geologi dan perencanaan tambang yang mendukung operasi tambang dan proyek-proyek eksplorasi di lebih dari 90 Negara. Perangkat lunak ini memberikan efisiensi dan akurasi melalui kemudahan penggunaan, grafis tiga dimensi yang baik dan alur kerja otomatis yang dapat disesuaikan dengan proses khusus perusahaan dan data yang di input (Surpac Minex Group, 2006).

### 3.5. Diagram Alir



Gambar 15. Diagram Alir

**3.5.1 Model Surface Topografi:** Adapun langkah ini dimaksudkan untuk memodelkan hasil data survey yang didapatkan dalam bentuk 3d menggunakan format dtm seperti gambar dibawah ini.



Gambar 16. Hasil gambar surface topografi dalam format dtm

**3.5.2 Struktur Roof Dan Floor:** Model struktur roof dan floor didapat dengan cara membuat database geologi terlebih dahulu pada Surpac. Untuk membuat database geology, diperlukan data masukan berupa data survey, collar dan geologi yang diperoleh dari pengukuran topografi dan pengeboran di lapangan. Data tersebut disusun berdasarkan format standar penyusunan Surpac. Data tersebut harus tersusun dalam format \*str agar dapat terbaca pada Surpac.

Pembuatan titik roof dan floor dapat terbentuk apabila proses database geologi berhasil dijalankan sehingga pemodelan struktur roof dan floor dapat terbentuk. Lapisan batubara pada lokasi penambangan jarang ditemui hanya satu lapisan batubara saja, melainkan terdapat dua atau empat lapisan batubara sehingga proses pembuatan model strukturnya mengikuti seberapa banyak lapisan batubara yang ada. Studi proyek ini memiliki area tambang yang multi seam yang artinya lapisan batubaranya memiliki lebih dari satu lapisan.

**3.5.3 Boundary:** Maksud dari langkah boundary adalah untuk membatasi wilayah batas-batas dari titik-titik bor dengan cara di digitasi, menyambung data titik-titik bor yang terluar menjadi kesatuan seperti polygon.

### 3.5.4 Permodelan Hasil Produksi Cadangan Batubara:

Survey pemetaan tambang merupakan tahapan dalam proses penambangan yang mencakup beberapa pengukuran, perhitungan dan pemetaan yang dapat membantu untuk menentukan dan merencanakan serta menjelaskan semua informasi yang ada pada setiap tahapan untuk mengeksploitasi dan memanfaatkan mineral atau bahan tambang dengan sistem penambangan terbuka dan tertutup. Dalam sistem penambangan baik tambang terbuka maupun tertutup akan selalu diawali dengan pengukuran original atau pembukaan lahan yang nantinya akan menghasilkan Progress (kemajuan).

Pengukuran original merupakan pengukuran setelah pembersihan lahan (Land Clearing) atau dengan kata lain pengukuran pembuka lahan pertama yang nantinya berguna untuk menentukan situasi original yang digunakan sebagai dasar perhitungan volume. Sedangkan pengukuran Progress merupakan pengukuran yang dilakukan dalam waktu tertentu untuk mendapatkan data-data yang digunakan untuk menentukan rencana penambangan serta mengetahui volume material yang telah ditambang dalam kurun waktu tersebut. Biasanya pengukuran progress dilakukan setiap 2 minggu, yaitu progress pertengahan bulan dan progress akhir bulan.

Dalam pelaksanaan pengukuran tersebut, Geodet (sebutan untuk orang Teknik Geodesi) akan melaksanakan survey setiap setelah atau sesudah kegiatan pertambangan, untuk mengetahui topografi yang berubah yang nantinya dijadikan progress guna membantu mineplan. Permodelan dan hasil produksi cadangan batubara adalah salah satunya contoh kegiatan seorang Teknik geodesi di dunia pertambangan.

### 3.5.6 Perhitungan Sr Dan Prediksi Cadangan Volume Batubara:

Perhitungan SR pada satu perusahaan sangat diperlukan dikarekan melihat betapa potensinya suatu lahan untuk dilakukannya pertambangan. SR sangat berkaitan dengan perhitungan BESR (*break even stripping ratio*) tapi di penelitian ini tidak mencakup lebar keranah sana. Dimana sangat berkaitan dengan perbandingan antara keuntungan kotor dengan ongkos pembuangan *waste removal*. Setelah kegiatan pertambangan dilakukan, akan dilakukannya plan untuk mengetahui besaran cadangan volume yang akan ditambang. Hasil dari volume cadangan batubara yang didapat, bisa juga terlihat batas umur cadangan batubara yang akan habis dengan melihat target produksi perusahaan tiap bulan.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Striping Ratio

Dari proses data menggunakan Surpac 6.4.1 didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Total Volume Over Burden : 1091003.091 Bcm
2. Total Volume Cadangan Batubara : 660789 Bcm

Perhitungan nilai SR dari area seam yang akan dihitung antara lainnya adalah :

##### 1. Koordinat Pit

X : 277784.185 Y : 9641929.170

X : 278518.141 Y : 9642271.948

Total Area : 3.07 Hektar

Total OB : 703646.737 bcm

Total Coal : 457204 bcm

Striping Ratio : 1 : 1.53

##### 2. Koordinat Pit

X : 277796.733 Y : 9642048.319

X : 278281.277 Y : 9642331.153

Total Area : 2.27 Hektar

Total OB : 319345.842 bcm

Total Coal : 163054 bcm

Striping Ratio : 1 : 1.95

##### 3. Koordinat Pit

X : 277702.451 Y : 9641429.944

X : 278913.095 Y : 9642572.680

Total Area : 0.83 Hektar

Total OB : 68010.512 bcm

Total Coal : 40531 bcm

Striping Ratio : 1 : 1.67

##### 4.2 Hasil Prediksi Umur Cadangan Batubara

Hasil dari data survey yang dilakukan, dengan sumber daya tertunjuk sisa cadangan batubara yang tersisa dari bulan September 2018 adalah sekitar 660789 Bcm, dengan hasil batubara yang telah dikeluarkan dibulan September 2018 adalah 30337.55 Ton. Maka, dapat diasumsikan prediksi umur volume cadangan yang masih Terisa adalah 21 bulan lagi akan habis atau satu tahun Sembilan bulan.

##### 4.3 Prediksi Permodelan Batubaru

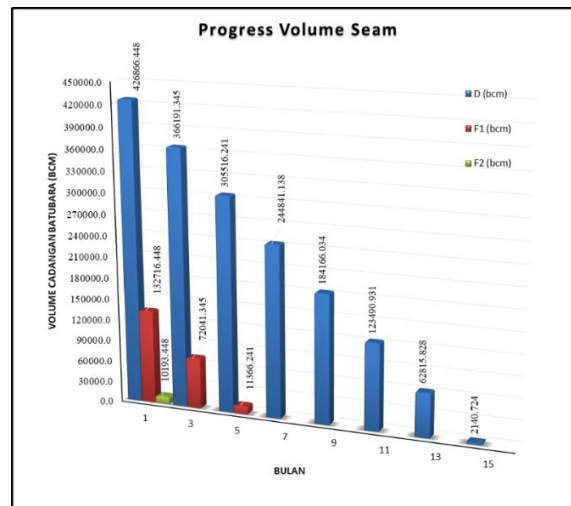
Hasil dari data tersebut, dipenelitian ini akan memodelkan prediksi progress tiap seam untuk ke bulan 15 yang akan segera habis. Hasil dari produksi dibulan September 30,337.55 ton dianggap sebagai patokan untuk permodelan. Hasil tersebut akan divisualisasikan dengan bentuk tabel grafik, dimana akan mengetahui sisa hasil volume kupasan cadangan batubara yang akan diambil.

Prediksi Bulan	Nama Seam		
	D (bcm)	F1 (bcm)	F2 (bcm)
1	426866.448	132716.448	10193.448
3	366191.345	72041.345	
5	305516.241	11366.241	
7	244841.138		
9	184166.034		
11	123490.931		
13	62815.828		
15	2140.724		

Tabel ..1 Prediksi Volume Cadangan Batubara

No	Nama Seam	Total
1	D	457204 bcm
2	F1	163054 bcm
3	F2	40531 bcm

Tabel ..2 Total Cadangan Volume Seam



Gambar 17 Grafik Permodelan Cadangan Batubara

#### 5. KESIMPULAN

##### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Hasil volume wasted removal overburden di area seam d yang berlokasi di Pit Kasturi adalah 703646.737 bcm dengan luas 30728.859 m<sup>2</sup>, Hasil volume wasted removal overburden di area seam F1 adalah 319345.842 bcm dengan luas 22774.055 m<sup>2</sup>, dan Hasil volume wasted removal overburden di area seam F1 adalah 68010.512 bcm dengan luas 22774.055 m<sup>2</sup>.
2. Hasil volume cadangan batubara yang berada di lokasi PIT Kasturi adalah 457204 bcm dengan luas 131735 m<sup>2</sup> di area seam D, hasil volume 163054 bcm dengan luas 46151 m<sup>2</sup> di area seam F1, dan hasil volume 40531 bcm dengan luas 18359 m<sup>2</sup>.
3. Hasil stripping rasio di area seam D adalah 1 : 1,53 , di area seam F1 adalah 1 : 1,95 , dan terakhir di area seam F2 sebesar 1 : 1,67.
4. Perhitungan prediksi volume cadangan akan habis sekitar 21 bulan lagi, terhitung dari data bulan September 2018.

##### 5.2 Saran

1. Diharapkan untuk penelitian selanjutnya bisa menggunakan software tambang yang lain.
2. Untuk kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini, perlu adanya pertimbangan dan hitungan biaya operasional penambangan berdasarkan Striping Ratio, komposisi alat angkut dan muat, waktu, yang berpengaruh pada pengambilan keputusan penentuan lokasi penambangan (PIT).



## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, H. 2005, "*Metode Perhitungan Cadangan*", Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.
- Akbar, Taufik M. 2011. "*Kajian Kelayakan Penambangan Baru Berdasarkan Nilai Striping Ratio*". Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Fadli. 2015. *Desain Pit Penambangan Batubara Block C PT. Intibuana Indah Selaras Kabupaten Numukan Provinsi Kalimantan Utara*. Makasar: Universitas Hasanudin.
- Faisal, wendi. 2015. *Perhitungan Stripping Ratio dengan Metode Strip Desain Menggunakan Perangkat Lunak Minescape*. Banjarmasin: Politeknik Negeri Banjarmasin.
- Li Zhilin dan Gold,2005. Digital Terrain Modelling.
- Nurhakim. 2008. "*Draft Kuliah Metode Perhitungan Cadangan*" Program Studi Teknik Pertambangan FT UNLAM: Banjarbaru.
- Prinandi, Arik Rizkia. 2015. *Perancangan (Design) Pit Ef Pada Penambangan Batubara di PT Milagro Indonesia Mining Desa Sungai Merdeka Kecamatan Samboja Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur*. Bandung : Universitas Islam Bandung.
- Putra, Defri Dulfiana. 2016. *Estimasi Sumberdaya Pasir Batu dengan Metode Cross Section dan Metode Contour pada Kecamatan Bantarbolang Kabupaten Pemalang Provinsi Jawa Tengah*. Yogyakarta : Universitas Pembangunan "Veteran" Yogyakarta.
- Sobatnu, Ferry. 2005. "*Buku Ajar Survey Topografi*". Politeknik Negeri Banjarmasin