

## **PENGARUH PENEMPATAN GARIS SAYATAN TERHADAP ESTIMASI SUMBERDAYA BATUGAMPING DI GUNUNG POKERSO KABUPATEN GUNUNGKIDUL – DIY**

Oleh :

Abdul Rauf, Ir.,Drs.,M.Sc.  
Eddy Winarno, DR.,Ir.,SSi, MT.

Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia

### **RINGKASAN**

Estimasi sumberdaya pada Gunung Pokerso dilakukan dengan Metode *Cross Section*, dibatasi dari elevasi 425 mdpl sampai 370 mdpl dan batas IUP PT. Sugih Alamnugroho. Penempatan garis penampang dilewatkan topografi puncak dan lembah, hal ini akan berpengaruh terhadap volume Estimasi. Semakin kecil jarak antar penampang, hasil Estimasi semakin akurat. Pada penelitian ini Estimasi dianggap akurat pada jarak antar penampang 10 m, dengan tonase sebesar 2.929.019 ton, tetapi pada jarak penampang 40 m hasil Estimasinya justru terbesar yaitu 2.978.486 ton dan pada jarak 90 m hasil Estimasinya terkecil yaitu 2.676.223 ton. Hasil Estimasi terbesar, menunjukkan antara kedua penampang terjadi pelurusan yang menyebabkan penambahan volume atau pengurangan volume.

Kata Kunci: estimasi, sumberdaya, akurasi

### **I. PENDAHULUAN**

Estimasi sumberdaya merupakan suatu pekerjaan yang harus dikerjakan sebelum dilakukan dalam rencana pertambangan. Seluruh keputusan teknis sangat tergantung pada pekerjaan tersebut. Estimasi sumberdaya dilakukan untuk memberikan taksiran kuantitas (tonase), kualitas dari sumberdaya, jumlah sumberdaya dapat untuk menentukan umur tambang, dan batas-batas penambangan. Setelah penambangan batugamping di Gunung Sidowayah selesai maka PT. Sugih Alamnugroho menambang batugamping di Gunung Pokerso.

Penelitian ini berdasarkan data yang diperoleh dari hasil eksplorasi, dimaksudkan untuk mengetahui tingkat keakurasian sumberdaya batugamping Gunung Pokerso, sedangkan tujuannya adalah menganalisis pengaruh penarikan garis penampang terhadap topografi, menghitung dan menganalisis pengaruh selisih luas antara dua penampang terhadap volume sumberdaya batugamping serta menganalisis pengaruh jarak penampang terhadap hasil penaksiran sumberdaya batugamping.

Hasil pengeboran endapan batugamping Gunung Pokerso, menunjukkan batugampangnya homogen dengan topografi berbukitan. Estimasi ulang dilakukan dengan metode *cross section* berdasarkan pada peta topografi dan penyebaran sumberdaya batugampangnya. Langkah pertama metode ini adalah penempatan garis penampang melalui puncak dan lembah, pengukuran luas penampang, perhitungan volume antar dua penampang (*rule of gradual changes*), perhitungan total volume dan tonase

batugamping. Untuk mengetahui keakurasian maka dilakukan penempatan penampang pada jarak 10 m sampai 90 m.

### **II. TINJAUAN UMUM**

#### **2.1. Lokasi dan kesampaian daerah**

Kuiri batugamping yang diusahakan oleh PT. Sugih Alamnugroho secara administratif terletak di Dusun Bedoyo Kulon, Desa Bedoyo, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul, DIY. Secara astronomis terletak pada koordinat  $110^{\circ}44'00'' - 110^{\circ}45'50''$  BT dan  $8^{\circ}01'10'' - 8^{\circ}01'20''$  LS. Dari kota Yogyakarta, lokasi ini dapat ditempuh melalui jalur Yogyakarta-Wonosari dengan jarak 42 km, dari Wonosari ke Desa Bedoyo dengan jarak 15 km dan dari Desa Bedoyo ke Gunung Pokerso berjarak 10 m sebelah selatan jalan raya Wonosari-Pracimantoro.

#### **2.2. Keadaan Geologi**

Mengacu pada zonasi fisiografi Pulau Jawa oleh Van Bemmelen (1949), maka daerah telitian termasuk zona fisiografi Pegunungan Selatan Bagian Barat. Zona Pegunungan Selatan merupakan pegunungan struktural yang memanjang dari barat ke timur (W-E) searah dengan geometri Pulau Jawa, dan terbagi menjadi Pegunungan Selatan Jawa Timur dan Pegunungan Selatan Jawa Barat.

Daerah penyelidikan dan sekitarnya secara fisiografis masuk dalam Zona Pegunungan Selatan Jawa (*Southern Mountains*) dan berada pada lembar Surakarta-Giritontro dengan batuan pembentuknya terdiri atas siliklastik, volkaniklastik, volkanik, dan

batuan karbonat. Secara khusus masuk kedalam subzona Wonosari atau formasi Oyo. Subzona Wonosari merupakan dataran tinggi ( $\pm 190$  m) yang terletak di bagian tengah Zona Pegunungan Selatan, yaitu di daerah Wonosari dan sekitarnya. Dataran ini dibatasi oleh Subzona Baturagung di sebelah barat dan utara, sedangkan di sebelah selatan dan timur berbatasan dengan Subzona Gunung Sewu. Aliran sungai utama di daerah ini adalah Kali Oyo yang mengalir ke barat dan menyatu dengan Kali Opak.

Bagian terbawah dari Formasi Oyo – Wonosari terutama tersusun dari batugamping berlapis yang menunjukkan gejala turbidit karbonat yang terendapkan pada kondisi laut yang lebih dalam. Di lapangan batugamping ini terlihat sebagai batugamping berlapis, menunjukkan sortasi butir dan pada bagian yang halus banyak dijumpai fosil jejak tipe burial yang terdapat pada bidang permukaan perlapisan ataupun memotong sejajar perlapisan. Di daerah Wonosari, semakin ke selatan batugamping semakin berubah menjadi batugamping terumbu yang berupa *rudstone*, *framestone*, *floatstone*, bersifat lebih keras dan dinamakan sebagai anggota Wonosari dari Formasi Oyo – Wonosari (Bothe, 1929).

Pola struktur geologi yang terdapat di daerah penelitian sebagian besar berkaitan dengan gejala-gejala tektonik yang pernah berlangsung pada *Java Trench* dan pembentukan sistem pegunungan di selatan Jawa. Struktur yang ada di daerah penyelidikan adalah berupa Sesar normal, ketidak selarasan, kekar dan Kelarasan (*fracturing*).

### 2.3. Sifat Fisik dan Kimia Batugamping

Berdasarkan sifat fisiknya batugamping di daerah Bedoyo dapat dibedakan menjadi dua kelompok yaitu Batugamping keras dan Batugamping Lunak. Batugamping keras bersifat kompak dan kristalin berwarna putih dan putih keabuan, kadang-kadang berwarna kecoklatan serta kekuningan, reaktif terhadap air sehingga banyak terdapat rekahan-rekahan (diaklast) pada lapisan batuan ini dengan pola yang tidak teratur. Batugamping Lunak, bersifat getas, berpori-pori (porous) kadang-kadang berfosil, berwarna putih bersih, kalau basah menjadi kekuningan. Batugamping ini sering disebut *caliche* (batu keprus, batu kapur atau *chalkylimestone*). *Caliche* ini mempunyai sifat fisik yang berbeda dari batugamping pada umumnya, karena relatif lunak dan berwarna putih sampai kekuningan, terdiri dari cangkang fosil moluska, koral dan foraminifera, berbutir sedang sampai kasar, sarang (porous), lunak dan getas.

Analisis fisik yang dilakukan oleh Direktorat Sumber Daya Mineral Bandung, batugamping lunak (*caliche*) mempunyai derajat kecerahan relatif tinggi ( $> 90\%$ ), sedangkan kemampuan daya serap terhadap minyak relatif cukup baik (10 – 12 cc/100 gr), apabila

digerus dapat mencapai kehalusan  $\pm 325$  mesh. Densitas 1,8 Ton/m<sup>3</sup>, Derajat Kecerahan 86% - 96%, Kekerasan antara 2,5 – 3,3 (skala *Mohs*) dan Faktor pengembangan 0,57.

Batugamping adalah batuan sedimen yang secara kimiawi terdiri atas kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>). Analisis Kimia batugamping daerah penelitian, CaCO<sub>3</sub> antara 96,98 – 98,98%, CaO antara 54,31 – 55,43%, kandungan *silica* (0,08 – 0,55%) dan *oksida besi* (0,05 – 0,13%) yang rendah.

## III. DASAR TEORI

Eksplorasi adalah suatu pekerjaan untuk mengetahui dan mendapatkan ukuran, bentuk, letak, rata-rata dan jumlah sumberdaya dari suatu endapan. Penggunaan metode estimasi sumberdaya yang tepat pada tahap eksplorasi, hasilnya digarapkan dapat akurat dan digunakan untuk pekerjaan tahap selanjutnya bahkan pada tahap studi kelayakan untuk menentukan layak dan tidaknya ditambang.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 4726 Tahun 2011 tentang Pedoman Pelaporan Sumberdaya dan Cadangan Mineral, klasifikasinya termasuk Sumberdaya Mineral Terukur (*Measured Mineral Resource*), yaitu sumberdaya mineral yang kuantitas dan kualitasnya diperoleh berdasarkan hasil tahap eksplorasi rinci.

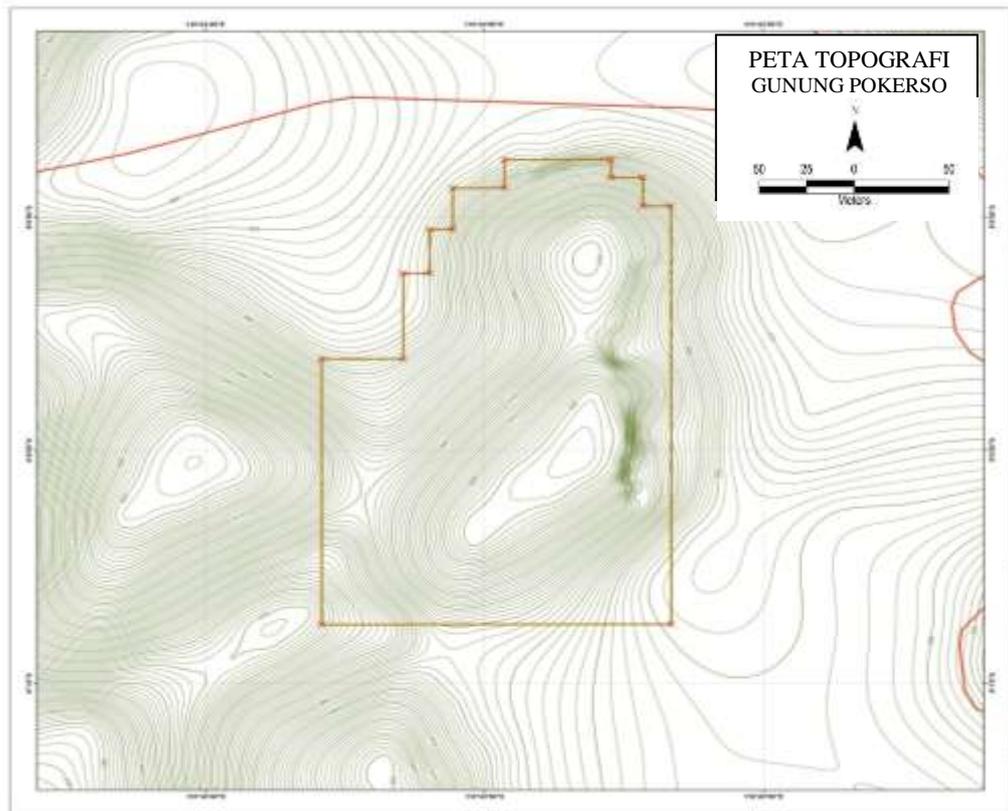
Menurut Spero Carras, untuk menentukan metode estimasi sumberdaya didasarkan pada homogenitas endapan, penyebaran kadar dan bentuk geometri. Batugamping termasuk dalam Endapan Bahan Galian A atau Geometri Sederhana dengan koefisien variasi yang rendah, sehingga pemilihan metode *cross section* dapat dikatakan sesuai.

Metode *Cross Section* adalah salah satu metode estimasi sumberdaya yang memiliki tahapan pokok membagi endapan kedalam blok-blok dengan cara membuat suatu seksi geologi dengan interval tertentu, jaraknya dapat di samakan atau dapat pula berbeda sesuai dengan keadaan geologi dan kebutuhan penambangan (Popoff Constantine, 1966). Pada metode *cross section* dapat menggunakan *rule of gradual changes* (pedoman perubahan) dan *rule of nearest points* (titik terdekat). Perbedaannya terletak dalam perhitungan volume tiap blok yang dibatasi oleh penampang.

## IV. HASIL PENELITIAN

### 4.1. Peta Topografi

Topografi daerah penelitian berupa bukit dengan kontur tertinggi berada 427 mdpl dan kontur terendah berada di 344 mdpl. Tebal lapisan tanah penutup 0,3 m, seluas 5 ha (lihat Gambar 1.) berada di wilayah IUP PT. Sugih Alamngroho.



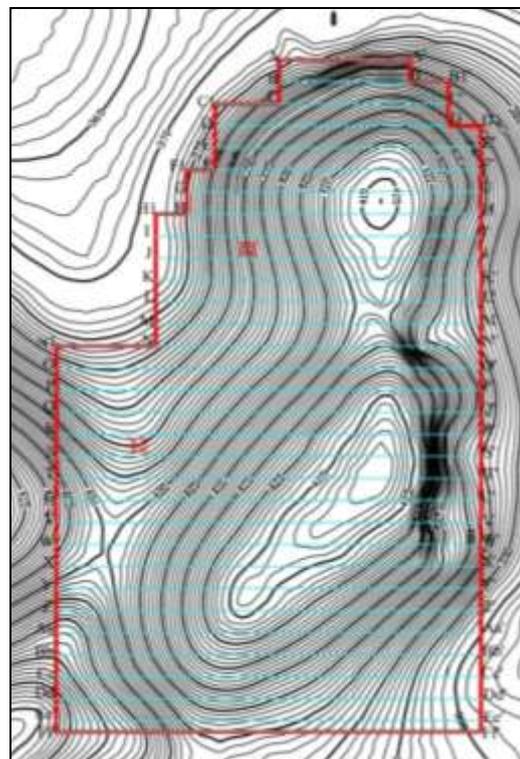
Gambar 1  
Peta Topografi Gunung Pokerso

#### 4.2. Metode Cross Section

Kondisi endapan batugamping mempunyai sifat homogenitas yang tinggi sehingga estimasi sumberdaya dengan metode *cross section* sudah cukup akurat. Metode *cross section* dengan pedoman perubahan bertahap berarti disepanjang garis/bidang lurus yang menghubungkan dua titik pengamatan atau dua penampang merupakan korelasi antara dua titik tersebut atau dua penampang tersebut.

Langkah awal estimasi sumberdaya batugamping dengan membuat sayatan pada peta topografi daerah penelitian, jarak antar sayatan 10 m sesuai dengan keadaan geologi yang diasumsikan dapat mewakili daerah sekitarnya. Jumlah sayatan sebanyak 32 buah yaitu sayatan A-A' sampai dengan sayatan Ff-Ff' dan terbagi dalam 31 blok.

Setelah dilakukan penggambaran sayatan (penampang tegak), luas masing-masing penampang diukur seperti Tabel 1. Perhitungan volume batugamping dilakukan setiap dua sayatan yang panjangnya sama sehingga ada penampang yang diukur luasnya dengan panjang yang berbeda dan diberi kode angka 1 misalnya penampang B-B' panjangnya sama dengan penampang A-A' sedangkan penampang B1-B1' panjangnya sama dengan penampang C-C'.



Gambar 2  
Peta Garis Sayatan berjarak 10 m

Tabel 1. Luas penampang masing-masing sayatan

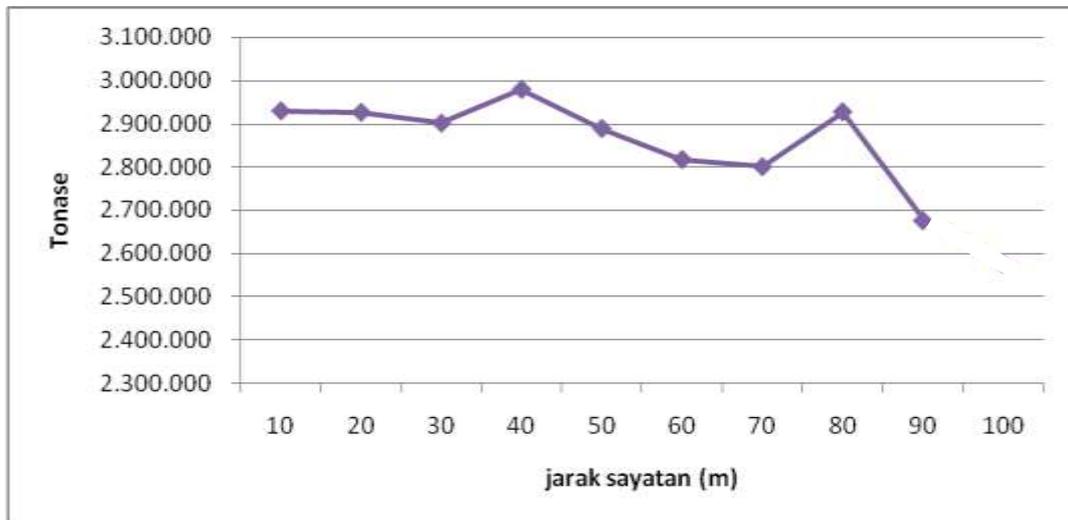
| No. | Penampang | Luas (m <sup>2</sup> ) | No. | Penampang | Luas (m <sup>2</sup> ) |
|-----|-----------|------------------------|-----|-----------|------------------------|
| 1   | A-A'      | 459                    | 20  | N1-N1'    | 4.546                  |
| 2   | B-B'      | 938                    | 21  | O-O'      | 5.290                  |
| 3   | B1-B1'    | 1.238                  | 22  | P-P'      | 6.019                  |
| 4   | C-C'      | 1.731                  | 23  | Q-Q'      | 6.586                  |
| 5   | C1-C1'    | 1.971                  | 24  | R-R'      | 7.016                  |
| 6   | D-D'      | 2.593                  | 25  | S-S'      | 7.481                  |
| 7   | D1-D1'    | 2.913                  | 26  | T-T'      | 7.953                  |
| 8   | E-E'      | 3.537                  | 27  | U-U'      | 8.225                  |
| 9   | F-F'      | 3.963                  | 28  | V-V'      | 8.225                  |
| 10  | F1-F1'    | 4.063                  | 29  | W-W'      | 8.446                  |
| 11  | G-G'      | 4.255                  | 30  | X-X'      | 8.311                  |
| 12  | H-H'      | 4.240                  | 31  | Y-Y'      | 7.919                  |
| 13  | H1-H1'    | 4.270                  | 32  | Z-Z'      | 7.399                  |
| 14  | I-I'      | 4.143                  | 33  | Aa-Aa'    | 6.787                  |
| 15  | J-J'      | 3.976                  | 34  | Bb-Bb'    | 6.180                  |
| 16  | K-K'      | 3.826                  | 35  | Cc-Cc'    | 5.574                  |
| 17  | L-L'      | 3.802                  | 36  | Dd-Dd'    | 4.946                  |
| 18  | M-M'      | 3.877                  | 37  | Ee-Ee'    | 4.443                  |
| 19  | N-N'      | 4.206                  | 38  | Ff-Ff'    | 4.271                  |

### 4.3. Hasil Estimasi Sumberdaya

Estimasi sumberdaya batugamping dengan jarak antar sayatan setiap 10 m, 20 m, 30 m, 40 m, 50 m, 60 m, 70 m, 80 m dan 90 m. Rekapitulasi hasil estimasi sumberdaya batugamping berbagai jarak tersebut dicantumkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Estimasi berbagai jarak penampang

| No. | Jarak Sayatan (m) | Hasil Estimasi (ton) |
|-----|-------------------|----------------------|
| 1   | 10                | 2.929.019            |
| 2   | 20                | 2.925.633            |
| 3   | 30                | 2.900.697            |
| 4   | 40                | 2.978.486            |
| 5   | 50                | 2.888.375            |
| 6   | 60                | 2.817.055            |
| 7   | 70                | 2.800.549            |
| 8   | 80                | 2.926.732            |
| 9   | 90                | 2.676.223            |



Gambar 3. Grafik hasil Estimasi berbagai jarak penampang

### 4.4. Selisih Estimasi

Untuk dapat mencerminkan kesalahan relatif, maka dilakukan perhitungan selisih estimasi kedua terhadap Estimasi pertama, begitu juga selisih estimasi ke tiga terhadap estimasi kedua dan seterusnya. Selisih estimasi tersebut merupakan indikasi adanya kesalahan relatif estimasi sumberdaya. Berdasarkan hasil estimasi berbagai

jarak maka dapat diketahui selisih estimasi seperti pada Tabel 3.

Selisih terkecil antara jarak penampang 20 m terhadap jarak penampang 10 m yaitu 3.387 ton, sedangkan selisih terbesar antara jarak penampang 90 m terhadap jarak penampang 80 m yaitu 250.510 ton.

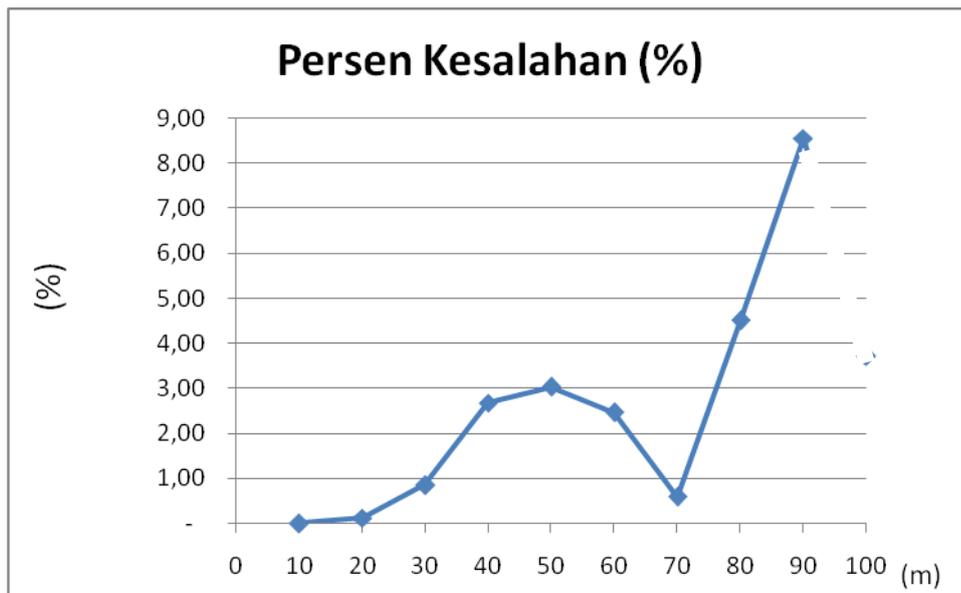
Tabel 3. Selisih estimasi sumberdaya berbagai jarak penampang

| No. | Jarak Sayatan (m) | Hasil Estimasi (ton) | Selisih Estimasi (ton) | Persen Kesalahan (%) | Tingkat Akurasi |
|-----|-------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-----------------|
| 1   | 10                | 2.929.019            | 0                      | 0                    | 100             |
| 2   | 20                | 2.925.633            | 3.387                  | 0,12                 | 99,88           |
| 3   | 30                | 2.900.697            | 24.935                 | 0,85                 | 99,14           |
| 4   | 40                | 2.978.486            | 77.788                 | 2,68                 | 97,31           |
| 5   | 50                | 2.888.375            | 90.110                 | 3,03                 | 96,97           |
| 6   | 60                | 2.817.055            | 71.321                 | 2,47                 | 97,53           |
| 7   | 70                | 2.800.549            | 16.506                 | 0,59                 | 99,41           |
| 8   | 80                | 2.926.732            | 126.183                | 4,51                 | 95,49           |
| 9   | 90                | 2.676.223            | 250.510                | 8,56                 | 91,44           |

**4.5. Persen Kesalahan Relatif**

Seperti dikemukakan di atas bahwa kesalahan relatif dapat ditentukan dari membandingkan hasil estimasi yang dihitung terhadap hasil estimasi sebelumnya. Pada Tabel 3. selisih perhitungan dicantumkan pada kolom tiga sedangkan kesalahan relatif dicantumkan pada kolom empat.

Kesalahan relatif terkecil pada estimasi jarak penampang 20 m terhadap jarak penampang 10 m yaitu 0,12 % dan kesalahan relatif terbesar antara jarak penampang 90 m terhadap jarak penampang 80 m yaitu 8,56 %.



Gambar 4. Grafik Persen kesalahan relatif pada berbagai jarak penampang

**4.6. Akurasi Estimasi**

Hubungan tingkat akurasi estimasi dengan tingkat kesalahan relatif, semakin kecil tingkat kesalahan relatif maka semakin besar tingkat akurasi estimasinya. Estimasi yang akurat adalah hasil Estimasi dengan jarak penampang yang terkecil, dalam hal ini jarak penampang 10 dianggap hasil estimasi yang akurat. Pada Tabel 3. kesalahan relatif dicantumkan pada kolom empat sedangkan tingkat akurasi dicantumkan pada kolom lima.

Tingkat akurasi tertinggi pada estimasi jarak penampang 20 m yaitu 99,88% dan tingkat akurasi

terrendah pada estimasi jarak penampang 90 m yaitu 91,44 %. Berturut-turut tingkat akurasi dari tertinggi ke terrendah adalah sebagai berikut:

1. Penakiran pada jarak penampang 20 m
2. Penakiran pada jarak penampang 70 m
3. Penakiran pada jarak penampang 30 m
4. Penakiran pada jarak penampang 60 m
5. Penakiran pada jarak penampang 40 m
6. Penakiran pada jarak penampang 50 m
7. Penakiran pada jarak penampang 80 m
8. Penakiran pada jarak penampang 90 m



Gambar 5.  
Grafik tingkat akurasi Estimasi berbagai jarak penampang

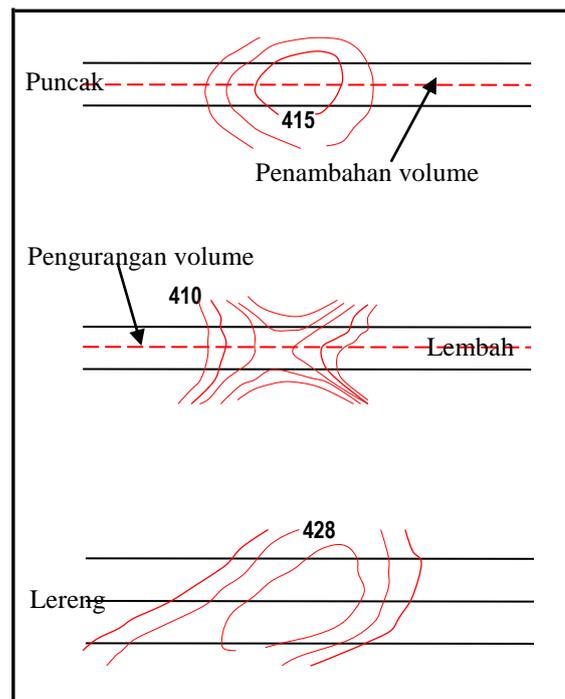
## V. PEMBAHASAN

### 5.1. Pengaruh penarikan garis penampang terhadap Topografi

Topografi di lokasi penelitian merupakan perbukitan, permukaannya relatif tidak rata sehingga penarikan garis penampang menentukan keakuratan hasil estimasi metode *Cross Section*. Pada Estimasi dengan jarak antar penampang 10 m diharapkan dapat mewakili topografi puncak, lereng dan embah. Berdasarkan penarikan garis penampang pada Gambar 2. maka dapat diketahui garis linier antar penampang yang tidak sesuai dengan topografinya. Garis-garis tersebut adalah :

1. Antara penampang G-G' dan H-H', garis linier antar penampang memotong puncak sehingga hasil Estimasi akan lebih kecil dari pada kenyataannya.
2. Antara penampang L-L' dan M-M', garis linier antar penampang memotong lembah sehingga hasil Estimasi akan lebih besar dari pada kenyataannya.
3. Antara penampang S-S', T-T' dan U-U', garis linier antar penampang dapat menggambarkan topografi puncak karena posisi penarikan garis penampang T-T' tepat berada di puncak.

Pengaruh penarikan garis penampang yang menyebabkan pengurangan yang terjadi pada penampang G-G' dan H-H' dapat di-iliminir dengan penambahan satu penampang yang berada di antara penampang G-G' dan H-H'. Begitu juga pengaruh penarikan garis penampang yang menyebabkan penambahan yang terjadi pada penampang L-L' dan M-M' dapat di-iliminir dengan penambahan satu penampang yang berada di antara penampang L-L' dan M-M'. Adanya penambahan kedua garis penampang, maka tidak ada lagi pengurangan dan penambahan volume akibat penarikan garis penampang, seperti yang telah dilakukan pada penampang S-S', T-T' dan U-U'.



Gambar 6.  
Ilustrasi penambahan garis penampang

Berdasarkan tiga pengaruh penarikan garis penampang di atas maka pengurangan (penampang G-G' dan H-H') dan penambahan (penampang L-L' dan M-M') hasil estimasi masih dapat diseimbangkan sehingga kesalahan penempatan garis penampang dapat di-iliminir dan hasil estimasi jarak antar penampang 10 m dapat dikatakan akurat.

### 5.2. Pengaruh selisih luas antara dua penampang terhadap Volume

Metode penampang standard menggunakan pedoman perubahan bertahap (*rule of gradual change*), volume dihitung setiap dua penampang. Selisih luas antara dua penampang mempengaruhi penentuan penggunaan rumus volume, apakah rumus volume *cone* (kerucut), rumus *frustum* ataukah rumus *mean area*.

Perhitungan volume antara dua penampang yang menunjukkan bahwa luas penampang satu (A) lebih besar dari pada 0,5 luas penampang kedua (B) maka menggunakan rumus *mean area* yaitu rata-rata dari kedua luasan tersebut dikalikan dengan jarak penampangnya. Pada estimasi sumberdaya batugamping di lokasi penelitian, hampir seluruhnya menggunakan rumus *mean area*, kecuali perhitungan volume yang terkait dengan penampang A-A' (459 m<sup>2</sup>) dan penampang B-B' (938 m<sup>2</sup>) menggunakan rumus *frustum*.

Penggunaan rumus *mean area* pada metode penampang standard cenderung hasil perhitungannya akan lebih besar hal ini dikarenakan dianggap mendekati bentuk kubik. Apabila dua penampang A-A' dan penampang B-B' dengan luas penampang A-A' luasnya = 5.000 m<sup>2</sup>, Penampang B-B' luasnya = 10.000 m<sup>2</sup>, dengan jarak penampang 10 meter maka luas volume dengan menggunakan rumus *mean area* adalah 75.000 m<sup>3</sup> tetapi apabila menggunakan rumus *frustum* volumenya adalah 73.570 m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan rumus *mean area* cenderung hasil Estimasinya akan lebih besar dibandingkan dengan penggunaan rumus *frustum*.

Berdasarkan penggunaan rumus *frustum* dan rumus *mean area* pada perhitungan volume maka dapat disimpulkan bahwa yang menentukan tingkat ketelitian dalam Estimasi sumberdaya batugamping pada metode penampang standard adalah penggunaan rumus *frustum*.

### 5.3. Pengaruh Jarak Penampang Terhadap Hasil Estimasi Sumberdaya

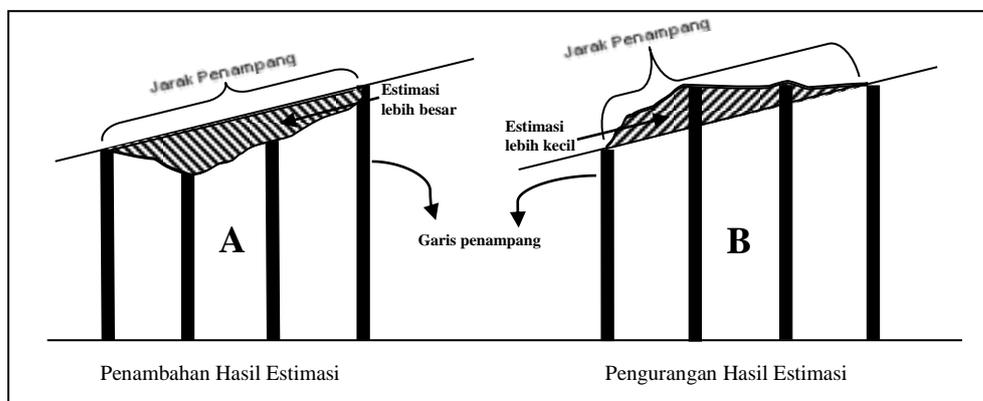
Estimasi sumberdaya batugamping dengan menggunakan metode penampang, ketelitiannya

tergantung pada jarak antar penampang. Semakin kecil jarak antar penampang maka hasil estimasi sumberdayanya semakin teliti. Hal ini dikarenakan dalam perhitungan volume antara dua penampang, topografi antara dua penampang tersebut dianggap linier. Anggapan linier ini mengakibatkan semakin jauh jarak antar penampang maka akan semakin besar pengaruhnya terhadap pengurangan atau penambahan volume.

Pada areal penelitian, dibuat 32 penampang dengan jarak penampang 10 meter. Apabila penampang A-A' sampai penampang Ff-Ff' digunakan sebagai patokan penampang awal dan penampang akhir maka jarak antara penampang A-A' sampai penampang Ff-Ff' adalah 310m. Telah dilakukan simulasi estimasi sumberdaya batugamping berdasarkan jarak penampang, yaitu jarak 10m sampai pada jarak 90m.

Berdasarkan prinsip metode penampang maka hasil estimasi sumberdaya yang paling akurat adalah dengan jarak penampang 10m. Adanya penambahan jarak penampang, hasil estimasi sumberdaya dapat lebih besar atau lebih kecil dari yang dianggap paling akurat. Hasil estimasi sumberdaya batugamping dengan menggunakan metode penampang standard yang dianggap paling akurat adalah pada jarak penampang 10m yaitu 2.929.019 ton. Pada jarak antara 10 – 90m nilai tertinggi adalah 2.978.488 ton pada jarak penampang 40m dan nilai terendah 2.676.223 ton pada jarak 90m.

Hasil estimasi terbesar adalah lebih tinggi dari yang dianggap paling akurat (jarak penampang 10m), sedangkan hasil estimasi terkecil pada jarak 90m. Hasil estimasi yang lebih tinggi terhadap hasil yang dianggap paling akurat menunjukkan bahwa pada jarak tersebut terjadi pelurusan yang menyebabkan hasil estimasi lebih besar seperti terlihat pada Gambar 7.A. Sebaliknya hasil estimasi yang lebih rendah terhadap hasil yang dianggap paling akurat menunjukkan bahwa pada jarak tersebut terjadi pelurusan yang menyebabkan pengurangan hasil estimasi seperti terlihat pada Gambar 7.B.



Gambar 7.

Pengaruh topografi terhadap hasil Estimasi

Selisih estimasi adalah perbedaan antara dua hasil estimasi yang berbeda jarak penampangnya.

Untuk dapat mencerminkan kesalahan relatif, maka dilakukan perhitungan selisih estimasi kedua terhadap

estimasi pertama, begitu juga selisih estimasi ke tiga terhadap estimasi kedua dan seterusnya. Selisih estimasi tersebut merupakan indikasi adanya kesalahan relatif estimasi sumberdaya.

Selisih terkecil antara jarak penampang 20 m terhadap jarak penampang 10 m yaitu 3.387 ton, sedangkan selisih terbesar antara jarak penampang 90 m terhadap jarak penampang 80 m yaitu 250.510. ton.

Berdasarkan peringkat ketelitian maka peringkat ketelitian hasil Estimasi sumberdaya, tidak hanya ditentukan oleh jarak penampang yang terpendek saja tetapi justru sangat dipengaruhi oleh adanya penambahan dan pengurangan hasil estimasi akibat dari pelurusan. Untuk itu maka dapat disimpulkan bahwa disamping jarak penampang terdekat, penempatan garis penampang harus dapat mewakili kondisi topografi puncak, lereng dan lembah sehingga tidak terjadi penambahan dan atau pengurangan akibat dari pelurusan.

Kesalahan relatif dapat ditentukan dari membandingkan hasil Estimasi yang dihitung terhadap hasil estimasi sebelumnya. Kesalahan relatif terkecil pada estimasi jarak penampang 20 m terhadap jarak penampang 10 m yaitu 0,12 % dan kesalahan relatif terbesar antara jarak penampang 90 m terhadap jarak penampang 80 m yaitu 8,56 %.

Estimasi yang akurat adalah hasil estimasi dengan jarak penampang yang terkecil, dalam hal ini jarak penampang 10 dianggap hasil estimasi yang akurat, sehingga tingkat akurasi tertinggi pada estimasi jarak penampang 20 m yaitu 99,88% dan tingkat akurasi terendah pada estimasi jarak penampang 90 m yaitu 91,44%.

Berdasarkan kenyataan di atas maka selisih estimasi berbanding lurus dengan kesalahan relatif dan persen kesalahan. Tingkat akurasi estimasi berbanding terbalik dengan tingkat kesalahan relatif dan persen kesalahan, semakin kecil tingkat kesalahan relatif dan persen kesalahan maka semakin besar tingkat akurasi estimasinya.

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab terdahulu dalam rangka estimasi sumberdaya batugamping dengan metode *Cross Section*, maka dapat disimpulkan :

1. Pengaruh garis penampang yang tidak melewati topografi puncak (penampang G-G' dan H-H') dan lembah (penampang L-L' dan M-M') menyebabkan terjadinya pengurangan dan penambahan volume. Untuk mengatasi terjadinya pengurangan dan penambahan volume tersebut maka diperlukan penambahan garis penampang yang tepat melewati titik tertinggi pada puncak dan titik terendah pada lembah.
2. Selisih luas antara dua penampang berpengaruh terhadap penggunaan rumus *cone* (kerucut), rumus *frustum* dan rumus *mean area*. Pada penaksiran sumberdaya batugamping di lokasi penelitian, tidak digunakan rumus *cone* (kerucut). Penggunaan rumus *frustum* pada setiap awal (penampang A-A') perhitungan volume dari

berbagai jarak penampang. Penggunaan rumus *mean area*, paling dominan dalam penaksiran ini, tetapi yang menentukan tingkat ketelitian adalah penggunaan rumus *frustum*.

3. Semakin kecil jarak antar penampang, hasil estimasi semakin akurat. Hasil estimasi dianggap paling akurat adalah pada jarak penampang 10 m yaitu 2.929.019 ton, Hasil estimasi terbesar 2.978.486 ton pada jarak penampang 40 m dan nilai terkecil adalah 2.676.223 ton pada jarak 90 m. Hasil estimasi terbesar, lebih besar dari yang dianggap paling akurat (jarak penampang 10 m), sedangkan hasil penaksiran terkecil pada jarak 90 m. Hasil estimasi yang lebih besar menunjukkan pada jarak tersebut terjadi pelurusan yang menyebabkan hasil estimasi lebih besar, sebaliknya hasil penaksiran yang lebih kecil menunjukkan pada jarak tersebut terjadi pelurusan yang menyebabkan pengurangan hasil estimasi.

Untuk mengurangi kesalahan estimasi disarankan garis penampang yang tidak melewati topografi puncak dan topografi lembah disarankan untuk menambah garis penampang dan diletakkan melalui titik tertinggi topografi puncak dan titik terendah topografi lembah.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Abdul Rauf, 1998, *Perhitungan Cadangan Endapan Mineral*, Jurusan Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta
2. Abdul Rauf, 2017, *Pengaruh Interpretasi Analisis Terhadap Metode Penaksiran Sumberdaya Batubara di PT. Wellarco Subur Jaya Kab. Kutai Kartanegara, Kaltim*, Jurnal Teknologi Pertambangan, Vol. 2, No. 2, Periode : Septem-ber 2016 – Februari 2017, Jurusan Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta
3. Carras, S., 1990, *Sampling Evaluation and Basic Principles of Ore Reserve Estimation*, Carras Mining & Associates, Unpublished.
4. Poffof, Contantne C., 1966, *Computing Reserves of Mineral Deposit Principles and Concentional in Mineral Exploration, US*, Departement of interior, Berou of Mines.
5. Surono, B. Toha dan I. Sudarno, 1992, *Peta Geologi Lembar Surakarta (1408-3) dan Giritontro (1407-6)*, Jawa, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (PPPG), Bandung.
6. -----, 2011, *SNI 4726: 2011, Pedoman Pelaporan, Sumberdaya dan Cadangan Mineral*, Badan Standarisasi Nas., ICS, 07.060, Jakarta.