

**EVALUASI RENCANA PRODUKSI BAHAN GALIAN EMAS TERHADAP
HASIL VOLUME YANG TELAH TERTAMBANG DENGAN METODE
CROSS SECTION PADA BLOK MALENGGANG
PT. SEKAYAM INTILESTARI MINERAL
KECAMATAN SEKAYAM KABUPATEN SANGGAU
PROVINSI KALIMANTAN BARAT**

Rai Nugraha¹⁾, Sutarto ²⁾, Yoga ²⁾
rainugraha69@gmail.com

Abstrak

PT. Sekayam Intilestari Mineral adalah salah satu perusahaan pertambangan swasta nasional yang bergerak dibidang pertambangan emas di Kecamatan Sekayam, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat. Blok yang telah selesai ditambang pada tahun 2017 adalah blok Malenggang dengan luas 2,3 hektar dengan target penambangan sebesar 384.529 ton batuan sampling dan 159.082 ore.

Metode penelitian yang dilakukan adalah melakukan pemetaan topografi di daerah blok malenggang serta menghitung berapa besar volume dan tonase ore serta batuan sampling yang telah tertambang dengan metode cross section atau metode penampang.

Hasil pemetaan topografi pada blok malenggang menggunakan GPS Geodetik pada akhir penambangan didapat topografi dengan elevasi terendah 34m dan tertinggi 46m. Volume dan tonase material yang telah tertambang dihitung dengan menggunakan metode cross section didapat hasil 114.508 ton ore dan 194.909 ton batuan sampling dan berdasarkan hasil penambangan aktual dilapangan (laporan penambangan) sebesar 111.294 ton ore dan 190.103 ton batuan sampling. Dari hasil tersebut didapat bahwa volume dan tonase rencana produksi tidak sesuai dengan volume dan tonase hasil penambangan, dimana terdapat material ore dan batuan sampling yang belum tertambang sebesar 44.574 ton ore dan 189.620 ton batuan sampling dengan kedalaman 12-15 m. Faktor yang mempengaruhi tidak sesuai rencana produksi dengan realisasi adalah Eksplorasi awal yang kurang detail dan perusahaan tidak memperhatikan dari segi geoteknik batuan yang ada pada blok malenggang.

Kata kunci : blok malenggang, volume, ore, autocad.2007, cross section

1. PENDAHULUAN

PT. Sekayam Intilestari Mineral telah melakukan kegiatan operasi penambangan sejak tahun 2016, ada beberapa blok penambangan open pit dan underground diantaranya blok Malenggang (open pit) dan blok underground, blok yang telah selesai ditambang pada tahun 2017 adalah blok Malenggang dengan luas 2,3 hekar, sehingga perlu dilakukannya evaluasi pada blok Malenggang (open pit) untuk mengetahui penurunan elevasi serta pencapaian target produksi, sehingga perlu dilakukan penelitian pada blok Malenggang

tersebut. Untuk penambangan underground sampai saat ini masih dilakukan operasi penambangan.

Pengukuran topografi pada setiap daerah yang mengalami perubahan menggunakan alat ukur GPS Geodetic sehingga diperoleh data output adalah koordinat X, koordinat Y, dan elevasi (Z), sehingga perhitungan-perhitungan untuk memperoleh nilai koordinat dan elevasi tidak perlu dilakukan. Data hasil pengukuran akan tersimpan secara otomatis pada memori card GPS yang kemudian bisa langsung diolah pada program Autocad. 2007 untuk

1) Mahasiswa Prodi Teknik Pertambangan FT Untan

2) Dosen Prodi Teknik Pertambangan FT Untan

penggambaran daerah yang mengalami perubahan karena sudah dalam bentuk CSV (Comma Delimited) yang bisa langsung terbaca.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gambaran Wilayah Penelitian

Lokasi konsesi PT. Sekayam Intilestari Mineral secara administratif termasuk dalam wilayah Kecamatan Sekayam, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat. PT. Sekayam Intilestari Mineral sebagai pemegang Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi bahan galian emas seluas \pm 1.383 Ha di Kecamatan Sekayam, Kabupaten Sanggau, Provinsi Kalimantan Barat.

2.2. Geologi Daerah Penelitian

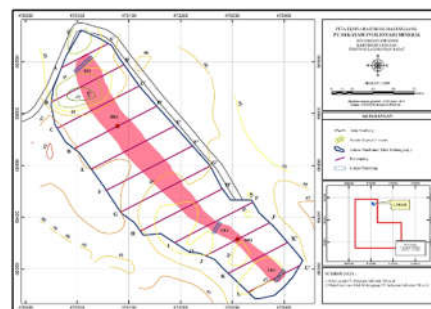
Tipe endapan emas di daerah penelitian adalah Endapan epithermal umumnya ditemukan sebagai sebuah pipe-seperti zona dimana batuan mengalami breksiasi dan teralterasi atau terubah tingkat tinggi. Veins juga ditemukan, khususnya sepanjang zona patahan, namun mineralisasi vein mempunyai tipe tidak menerus (discontinuous). Mineralisasi epitermal memiliki sejumlah fitur umum seperti hadirnya kalsedonik quartz, kalsit, dan breksi hidrotermal. Selain itu, asosiasi elemen juga merupakan salah satu ciri dari endapan epitermal, yaitu dengan elemen bijih seperti Au, Ag, Pb, Zn, dan Cu. Tekstur bijih yang dihasilkan oleh endapan epitermal termasuk tipe pengisian ruang terbuka (karakteristik dari lingkungan yang bertekanan rendah).

2.3. Cadangan dan Rencana Penambangan

Hasil pemetaan geologi pada blok malenggang zona mineralisasi yang mengandung emas (tipe endapan

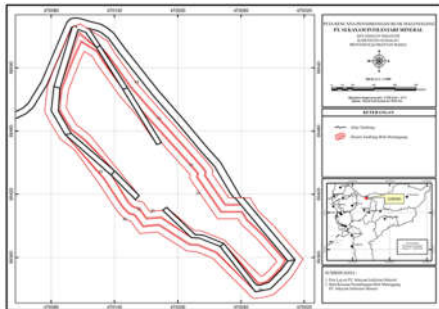
emas di daerah penelitian) adalah zona milonit yang merupakan produk dari struktur berupa sear, yang erdiri dari batu hitam (batu lempung berkarbon yang termineralisasi), milonit itu sendiri berupa *clay* kuarsa yang arahnya mengikuti struktur, dapat dilihat pada peta eksplorasi.

Kegiatan Eksplorasi yang telah dilakukan PT. Sekayam Intilestari Mineral pada blok Malenggang adalah kegiatan pemboran dan trenching untuk mengetahui gambaran letak, sebaran, dan tebal dari bahan galian emas.



Gambar 1. Peta Eksplorasi Blok Malenggang

Berdasarkan data eksplorasi blok malenggang PT. Sekayam Intilestari Mineral pada tahun 2016 didapatkan cadangan *row* material emas sebesar 159.082 Ton dan lapisan batuan sampling sebesar 384.529 Ton data tersebut berdasarkan laporan eksplorasi pada blok malenggang dengan metode *cross section*. Dari cadangan tersebut dilakukan kegiatan penambangan dengan rencana penambangan *row* material emas sebesar 159.082 Ton dan lapisan batuan sampling sebesar 384.529 Ton.



Gambar 2. Peta Desain Rencana Penambangan Blok Malenggang

2.4. Dasar Teori

2.4.1. Pengukuran Topografi

Topografi merupakan representasi grafis secara rinci dan sangat akurat mengenai keadaan alam di permukaan daratan. Karakteristik yang mempunyai ciri khas membedakan peta topografi dengan peta lainnya adalah menunjukkan kontur topografi atau bentuk tanah di samping fitur lainnya seperti jalan, sungai, danau dan lain-lain. Karena peta topografi menunjukkan kontur bentuk tanah permukaan daratan yang berada di atas permukaan laut. Pengukuran Topografi adalah pengukuran yang bertujuan untuk mengetahui ketinggian/elevasi suatu daerah atau wilayah (Hasanudin Z. Abidin 1999).

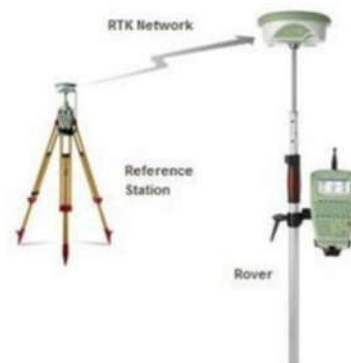
Dalam penelitian ini pengukuran dilakukan pada daerah tambang setelah dilakukan kegiatan penambangan. Dalam hal ini adalah perubahan bentuk permukaan karena proses penambangan. Perubahan ini diukur menggunakan alat ukur GPS (Global Positioning System) Geodetic dengan metode RTK (Real Time Kinematik). Data hasil pengukuran ini diolah menggunakan aplikasi Microsoft Excel 2007 dalam perhitungannya dan menggunakan Aplikasi program Autocad 2007 untuk penggambarannya, sehingga nantinya akan diketahui berapa besar volume dan

tonase material tanah penutup serta emas yang telah terbongkar, serta tampilan peta topografi daerah penelitian sebelum dan sesudah dilakukan penambangan.

2.4.2. Pemetaan Topografi

Menggunakan GPS Geodetik

Salah satu teknologi pemetaan yang mulai dikembangkan di Indonesia yaitu GNSS (*Global Navigation Sattelite System*) jenis *Real Time Kinematik*. *Single base RTK* merupakan pengamatan secara differensial dengan menggunakan minimal dua *receiver* GNSS yang bekerja secara simultan dengan menggunakan data phase. Koreksi data dikirimkan secara satu arah dari *base station* kepada *rover* melalui transmisi radio. GPS differensial adalah pengukuran secara presisi dari posisi relatif dua *receiver* yang melakukan pemantauan terhadap sinyal GPS yang sama. Pengukuran dengan cara ini lebih akurat dibandingkan dengan pengukuran GPS standar.



Gambar 3. *Single base* RTK

2.4.3. Perhitungan Volume

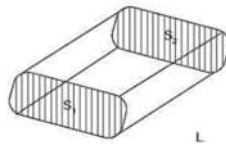
Pada prinsipnya, perhitungan volume dengan menggunakan metoda penampang ini adalah

mengkuantifikasikan volume material pada suatu areal dengan membuat penampang-penampang yang representatif dan dapat mewakili model endapan material pada daerah tersebut. Pada masing-masing penampang akan diperoleh (diketahui) luas ore dan luas batuan samping. Volume ore dan batuan samping dapat diketahui dengan mengalikan luas terhadap jarak pengaruh penampang tersebut. Perhitungan volume tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan 1 (satu) penampang, atau 2 (dua) penampang.

Luasan dan jarak antar penampang dapat diketahui dengan menggunakan *software Autocad.2007*. Volume tersebut dapat diketahui dengan mengalikan luas terhadap jarak antar penampang tersebut. Perhitungan volume tersebut dapat dilakukan dengan rumus berikut :

$$V = L \frac{(S_1 + S_2)}{2}$$

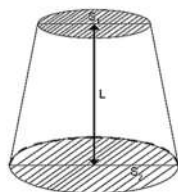
S_1, S_2 = luas penampang endapan
 L = jarak antar penampang
 V = volume cadangan



Gambar 4. Rumus Mean Area

$$V = \frac{L}{3} (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2})$$

S_1 = luas penampang atas
 S_2 = luas penampang alas
 L = jarak antar S_1 dan S_2
 V = volume cadangan



Gambar 5. Rumus Frustum

3. METODE PENELITIAN

3.1. Peralatan dan Bahan

Pada kegiatan penelitian menggunakan beberapa alat. Yaitu GPS Geodetik sejumlah 1 set, diantaranya : statif, rover base, rover tracking, radio, tracking, aki, penyangga *rover*, dan antena.

3.2. Tahapan dan Metode Penelitian

Tahapan yang dilakukan dengan peninjauan dan penelitian lapangan untuk melakukan pengamatan langsung terhadap topografi pada blok malenggang serta data-data penunjang lainnya.

3.2.1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diambil dan diolah sendiri oleh peneliti. Seperti data koordinat daerah blok malenggang, nilai koordinat berupa X (*Easting*), Y (*Northing*) dan Z (Elevasi). Pengambilan data primer penelitian menggunakan alat GPS-Geodetik (CHC) memakai metode RTK (*Real Time Kinematik*) dengan semakin banyak titik yang diambil (XYZ) maka semakin detail penggambarannya, pada pemetaan topografi blok malenggang dengan menggunakan GPS-Geodetik (CHC) memakai metode RTK (*Real Time Kinematik*) didapat hasil seperti tabel berikut, dan untuk titik ikat menggunakan titik yang telah tersedia oleh perusahaan yaitu sebanyak 2 titik ikat. Kemudian diolah menjadi peta topografi dengan menggunakan *software Autocad.2007* dan *Quicksurf.2007*.



Gambar 6. Pemetaan Topografi dengan GPS Geodetik

Tabel 1. Koordinat Hasil Pengukuran

NO	NAMA TITIK	KOORDINAT PENGUKURAN				ELEVASI (Z)
		X	Y	LATITUDE	LONGITUDE	
1	BM-1	470210.00	89320.00	0° 48' 35.6619" N	110° 43' 56.1331" E	46.05
2	BM-2	470300.00	89420.00	0° 48' 32.4051" N	110° 43' 59.0453" E	47.07
3	A1	470131.73	89502.01	0° 48' 35.0757" N	110° 43' 53.6007" E	34.07
...
494	165	470275.31	89395.03	0° 48' 31.5918" N	110° 43' 58.2463" E	41.22
495	166	470110.75	89535.58	0° 48' 36.1692" N	110° 43' 52.9219" E	32.85

3.2.2. Data Skunder

Data skunder merupakan data yang di dapat dari perusahaan yaitu berupa data sebagai berikut :

- Keadaan umum daerah penelitian, dapat memberikan informasi tentang sejarah dan lokasi kesampaian daerah penelitian, serta topografi awal sebelum ppenambangan.
- Data geologi, dapat memberikan informasi tentang letak, kondisi dan karakteristik endapan batuan.
- Data Rencana Produksi, dapat memberikan informasi tentang rencana produksi blok malenggang serta desain tambang pada blok malenggang.

3.3. Pengolahan Data

Data yang didapat dari pengukuran di lapangan yaitu berupa koordinat (XYZ) kemudian diolah menggunakan software Autocad 2007 & Quicksurf 2007 untuk di buat topografinya kemudian dibuat penampang yang kemudian di overlaykan dengan data sebelum dilakukan penambangan dan data rencana produksi blok malenggang,

setelah itu dihitung berapa volumenya dengan menggunakan software Mirosoft Excel 2013.

Metode penampang tegak atau biasanya disebut metode cross section merupakan metode estimasi yang paling umum digunakan dalam estimasi perhitungan volume. Sedangkan jarak antar sayatan 25 meter dipilih karena cukup akurat. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

- Membuat sayatan pada peta topografi di daerah penelitian dengan jarak 25 meter sesuai dengan keadaan geologi yang dapat mewakili daerah sekitarnya. Dalam hal ini dibuat sayatan sebanyak 12 sayatan
- Kemudian dilakukan penggambaran dari masing-masing sayatan.
- Setelah itu menghitung luas dari masing-masing penampang dimana luasnya dapat diketahui dengan *software AutoCAD* dan *Quicksurf*.
- Menaksir volume material yang telah tertambang secara keseluruhan dengan menggunakan pendekatan rumus mean area dan rumus frustum. Hasil volume yang diperoleh dari perhitungan material yang telah tertambang di daerah penelitian dengan menggunakan metode *cross section*.

- Jika luas sayatan L1 berbanding $L2 \geq 0,5$ maka perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus mean area:

$$V = \frac{(L1 + L2)}{2} \times t$$

- Jika luas sayatan L1 berbanding $L2 \leq 0,5$ maka perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus frustum:

$$V = \frac{t}{3} \times (L1 + L2 + \sqrt{L1 \times L2})$$

Keterangan:

V =Volume

L1,L2 =Luas Penampang

t =Jarak Penampang

3.4. Analisis dan Pembahasan

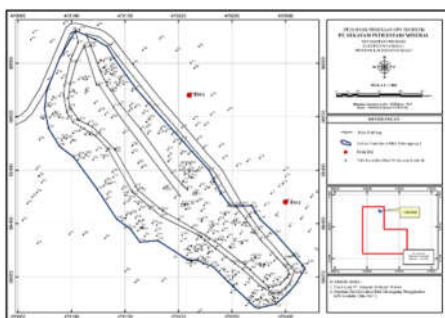
Teknik analisis data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah teknik analisis matematis yaitu hubungan antara variabel-variabel yang diperoleh dari hasil pengukuran dilapangan menggunakan metode korelasi data yang diperoleh dan keadaan aktual setelah penambangan, serta faktor-faktor apa saja yang menyebabkan penambangan tidak sesuai dengan rencana.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

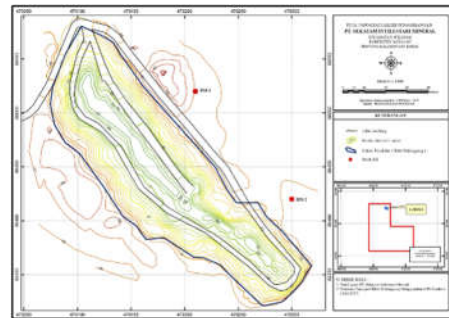
4.1. Pembahasan

4.1.1. Pemetaan Topografi Blok Malenggang

Hasil pengukuran menggunakan GPS Geodetik didapat hasil berupa koordinat X, Y, dan Z sebanyak 495 titik, serta hasil dari pengukuran tersebut digambarkan menggunakan *software Autocad 2007* dan *Quicksurf 2007* menjadi peta topografi, dimana didapat elevasi tertinggi 50 m dan elevasi terendah 32 m.



Gambar 7. Peta Hasil Pemetaan GPS Geodetik



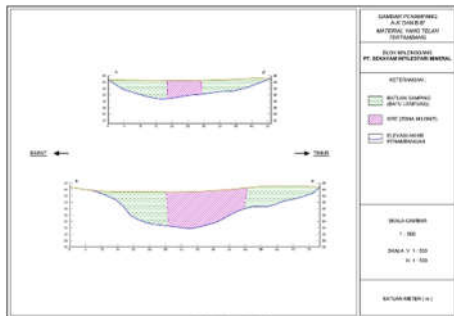
Gambar 8. Peta Topografi Blok Malenggang

4.1.2. Volume Dan Tonase Yang Telah Tertambang

Volume dan tonase material yang telah tertambang dihitung dengan menggunakan metode cross section atau penampang, penggambaran serta perhitungan luasan penampang dilakukan dengan menggunakan *software autocad 2007* dan *quicksurf 2007*, dari penggambaran didapat hasil sebanyak 12 penampang dengan jarak antar penampang 25 m, jarak antar sayatan 25 meter dipilih karena cukup akurat. Dari perhitungan menggunakan rumus *mean area* dan *frustum* didapat hasil 114.508 ton *ore* dan 194.909 ton batuan samping.



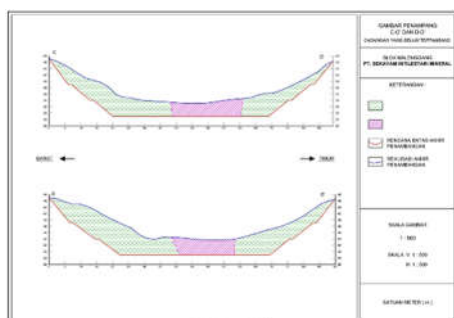
Gambar 9. Peta Penampang Akhir Penambangan



Gambar 10. Penampang Cadangan Tertambang

4.1.3. Cadangan yang Belum Tertambang

Volume dan tonase material cadangan yang belum tertambang dihitung dengan menggunakan metode *cross section* atau penampang untuk mengetahui sisa cadangan yang belum tertambang dan untuk mengakuratkan hasil perhitungan cadangan yang telah tertambang, penggambaran serta perhitungan luasan penampang dilakukan dengan menggunakan *software autocad 2007* dan *quicksurf 2007*, dari penggambaran didapat hasil sebanyak 12 penampang dengan jarak antar penampang 25 m, dari perhitungan menggunakan rumus *mean area* dan *frustum* didapat hasil 44.574 ton ore dan 189.620 ton batuan sampung.



Gambar 9. Penampang Belum Cadangan Tertambang

4.2. Analisis

4.2.1. Evaluasi Produksi

Komponen - komponen dari perhitungan material yang telah ditambang serta rencana awal penambangan atau rencana produksi didapatkan hasil dimana rencana penambangan pada blok malenggang dengan metode penambangan *open pit* berdasarkan *cut of grade* $Au \geq 1$ ppm yaitu sebesar 159.082 ton ore dan 384.529 ton batuan sampung dengan rencana kedalaman blok malenggang 15 m, berdasarkan hasil pengukuran serta penggambaran dan perhitungan volume akhir penambangan dengan metode *cross section* didapat hasil 114.508 ton ore dan 194.909 ton batuan sampung yang telah tertambang dengan kedalaman akhir penambangan 12 m, dan berdasarkan hasil penambangan aktual dilapangan (laporan penambangan) sebesar 111.294 ton ore dan 190.103 ton batuan sampung. Dari hasil tersebut didapat bahwa volume dan tonase rencana produksi tidak sesuai dengan volume dan tonase hasil penambangan, dimana terdapat material ore dan tanah penutup yang belum tertambang sebesar 44.574 ton ore dan 189.620 ton batuan sampung dengan kedalaman 12-15 m.

Tidak sesuai rencana produksi dengan realisasi dikarenakan beberapa faktor diantaranya sebagai berikut :

a. Eksplorasi Awal

Eksplorasi ini dimaksudkan pada saat pemboran dimana hanya terdapat 2 titik bor dengan jarak 150 m, seharusnya perusahaan melakukan pemboran dengan jarak antar titik lebih dekat atau detail.

b. Geoteknik

Perusahaan tidak memperhatikan dari segi geoteknik batuan yang ada pada blok malenggang, dimana sangat penting untuk mengetahui mekanika batuan yang

ada, bertujuan untuk parameter desain tambang dalam menentukan kemiringan jenjang, lebar jenjang, jalan tambang, dan kedalaman penambangan.

c. Sistem penyaliran tambang

Perusahaan tidak mengkaji terlebih dahulu tentang sistem penyaliran tambang pada blok malenggang sebelum dilakukannya penambangan, sehingga berakibat adanya genangan air yang berasal dari limpasan air hujan serta batuan dan pemilihan pompa yang tidak tepat, hal ini dapat mengakibatkan teganggunya proses penambangan pada blok malenggang.



Gambar 10. Kondisi Blok Malenggang yang tergenang air



Gambar 11. Peta Sistem Penyaliran Tambang Blok Malenggang

d. Pemboran lanjutan

Penambangan pada blok malenggang dihentikan pada kedalaman 12 m dikarenakan kedalaman 12-15 m

tidak sesuai *cut of grade* $Au \geq 1$ ppm, hal ini diketahui pada saat pembongkaran pada kedalaman 12 m dan di uji untuk mengetahui kandungan Au pada batuan tersebut sebelum dilakukan proses pengolahan di pabrik pengolahan dan hasilnya $Au < 1$ ppm, untuk itu perusahaan melakukan kegiatan pemboran lanjutan pada blok malenggang sebanyak 5 titik dengan kedalaman 3 meter dan hasil rata-rata kandungan $Au < 1$ ppm.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- a. Penambangan pada blok malenggang menggunakan metode *open pit* dengan *cut of grade* $Au \geq 1,00$ ppm, dengan rencana produksi sebesar 159.082 ton *ore* dan 384.529 ton batuan samping serta dengan rencana kedalaman 15 m. Topografi awal sebelum dilakukan penambangan pada blok malenggang relatif datar dengan elevasi 42 m – 46 m.
- b. Hasil pemetaan topografi pada blok malenggang menggunakan *GPS Geodetik* pada akhir penambangan didapat topografi dengan elevasi terendah 34 m dan tertinggi 46 m, dimana dari hasil pemetaan topografi tersebut bentuk blok malenggang sudah berupa cekungan dengan kedalaman rata – rata 12 m.
- c. Volume dan tonase material yang telah tertambang dihitung dengan menggunakan metode *cross section* atau penampang didapat hasil 114.508 ton *ore* dan 194.909 ton batuan samping, dan berdasarkan hasil penambangan aktual dilapangan

(laporan penambangan) sebesar 111.294 ton *ore* dan 190.103 ton batuan samping.

- d. Dari hasil tersebut didapat bahwa volume dan tonase rencana produksi ***Tidak Sesuai*** dengan volume dan tonase hasil penambangan, dimana terdapat material *ore* dan batuan samping yang belum tertambang sebesar 44.574 ton *ore* dan 189.620 ton batuan samping dengan kedalaman 12-15 m berdasarkan metode *cross section*. Faktor yang mempengaruhi tidak sesuai rencana produksi dengan realisasi adalah sebagai berikut :

- Eksplorasi awal yang kurang detail dimana jarak antar titik bor yang cukup jauh yaitu 150 m, seharusnya perusahaan melakukan pemboran dengan jarak antar titik lebih dekat atau detail dimana semakin dekat jarak antara titik bor maka akan semakin akurat data yang diperoleh dan lebih menggambarkan kondisi yang ada.
- Perusahaan tidak memperhatikan dari segi geoteknik batuan yang ada pada blok malenggang.

5.2. Saran

- a. Pada saat penentuan titik bor eksplorasi, perusahaan harus memperhatikan jarak antar titik bor tersebut, sebaiknya jarak antar titik bor 25 m agar hasil dapat lebih maksimal dan dapat menggambarkan kondisi yang ada.
- b. Perusahaan harus memperhatikan geoteknik

batuan yang ada dilokasi sebelum melakukan penambangan, dimana sangat penting untuk mengetahui mekanika batuan yang ada, bertujuan untuk parameter desain tambang dalam menentukan kemiringan jenjang, lebar jenjang, jalan tambang, dan kedalaman penambangan.

- c. Perusahaan harus mendesain atau merencanakan terlebih dahulu sistem penyaliran tambang pada blok malenggang sebelum dilakukan penambangan, agar tidak terjadi genangan air seperti pada blok malenggang, dimana hal tersebut sangat berpengaruh dalam produktivitas kegiatan penambangan.

Daftar Pustaka

- Abdul Rauf, 1998, ***Perhitungan Cadangan Endapan Mineral, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta.***
- Abdul Rauf, 1999, ***Eksplorasi Tambang, Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral UPN "Veteran" Yogyakarta.***
- Abidin, H.Z. 2007. ***Modul 3: GPS Positioning.*** Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Andi Ilham Samanlangi. 2004, ***"Kumpulan Materi Kursus Perencanaan Tambang Terbuka"***, Bandung.

- Badan Pertanahan Nasional. 2011. *On The Job Training Pengenalan CORS (Continuously Operating Reference Stasiun)*. Jakarta Selatan: Direktorat Pengukuran Dasar Deputi Survei, Pengukuran dan Pemetaan Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia.
- Budi Permana, Kurweni Ukur. 2004, *“Seri Pembelajaran Komputer Microsoft Excel”*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Budi Rochmanto. 2005, *“Diktat Mata kuliah Geologi Fisik Edisi Kedua”*, Makassar.
- Defri Dulfiana Putra, 2016, *Estimasi Sumberdaya Pasir Batu Dengan Metode Cross Section Dan Metode Contour Pada Kecamatan Bantarbolang Kabupaten Pemalang Provinsi Jawa Tengah*, Skripsi Program Studi Teknik Pertambangan FTM- UPN “Veteran”, Yogyakarta.
- Hasanudin Z. Abidin. 1999 *“Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya”*, Bandung.
- Irwan M. Arif. 1995 *“Dasar-Dasar Perencanaan Tambang dan Perancangan Tambang”*, ITB Bandung.
- Nataliana,D. 2013. *Perancangan dan Realisasi Sistem Transmisi Data GPS Menggunakan Teknologi SMS (Short Messaging Service) sebagai Aplikasi Sistem Personal Tracking*. *Jurnal Elkomika Teknik Elektro*. 1(1):48-49.
- Sundari, N. 2008. *Pemanfaatan Media Peta Dalam Upaya Meningkatkan Pembelajaran Pengetahuan Sosial di Sekolah Dasar*. *Jurnal Pendidikan Dasar*. 10: 1-4.
- Ukur,M.T *et al.* 2008. *Pemetaan Batas Wilayah Darat Penggunaan Lahan Dari Citra Landsat*. Studi Kasus: Kabupaten Jombang. *Jurnal Geodesi*.
- Yuda Witjarnoko, 2015, *Pemetaan Topografi Menggunakan Gps-Geodetik Dengan Metode Rtk (Real Time Kinematik) di Desa Tanjung Jati Kecamatan Kamal Kabupaten Bangkalan*, Praktik Kerja Lapangan, Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan.