

RANCANGAN TEKNIS PENGUPASAN LAPISAN PENUTUP PADA PENAMBANGAN BATUBARA DI DAERAH NAPAL PUTIH KABUPATEN BENGKULU UTARA

Waterman Sulistyana Bargawa*
Rizal Ma'rufi**

*Magister Teknik Pertambangan UPN Veteran Yogyakarta, imel: waterman.sulistyana@gmail.com, waterman.sb@upnyk.ac.id

**Prodi Teknik Pertambangan, FTM, UPN "Veteran" Yogyakarta, imel: marufi.nusantara@gmail.com

Ringkasan

Penelitian pada salah satu *front* tambang Napal Putih, Kabupaten Bengkulu Utara seluas 8,98ha memerlukan rancangan teknis pengupasan lapisan penutup dengan mempertimbangkan nisbah kupas sebesar 5:1. Rancangan teknis didasarkan pada: (a) kontur struktur untuk *roof seam* dan *floor seam* batubara, (b) peta situasi tambang terbaru. Rancangan teknis memberikan gambaran tentang: (i) rencana kemajuan penambangan, (ii) rencana kemajuan penimbunan, (c) rencana *access* jalan angkut material penutup. Rancangan teknis penambangan dipengaruhi faktor: (a) nilai kalori batubara sebesar 5.800kcal/kg, (b) rekomendasi geoteknik untuk tinggi jenjang sebesar 8m, (c) rekomendasi geoteknik untuk lebar jenjang sebesar 3m, (c) sudut lereng tunggal (*single slope*) sebesar 60°. Hasil penelitian geometri lereng: tinggi jenjang 8m, lebar 3m, kemiringan lereng tunggal 60°, dan kemiringan lereng keseluruhan 48°. Geometri disposal memiliki kemiringan lereng 45°. Stripping ratio rata-rata di bawah 5:1. Faktor keserasian alat gali-muat dan alat angkut cukup baik yaitu 0,97–1,01. Pada bulan pertama, kedua, keempat, dan keenam terdapat waktu tunggu untuk alat angkut, sedangkan pada bulan ketiga dan bulan kelima terdapat waktu tunggu untuk alat gali muat. Rancangan pengupasan lapisan material penutup dapat diterapkan dengan metode *back filling*. Manfaat penelitian ini adalah hasil penelitian dapat dipakai sebagai acuan dalam menentukan arah penambangan dan meningkatkan optimisasi penambangan batubara di daerah penelitian.

Kata kunci: perancangan, batubara, nisbah kupas

Abstract

Research locates in the area of 8.98 ha. The problem is to make the design stages of overburden stripping and coal mining with strip ratio consideration of 5:1. Mine plan design is based on the structure contour of coal roof and floor, and a map of the latest situation of mine. The mine plan design provides an overview of: (i) the progress of mine plan, (ii) backfilling progress plan, (c) plan of overburden hauling. Mine plan design influenced by: (a) the coal calorific value of 5,800kcal/kg, (b) geotechnical recommendations for the bench height of 8m, (c) geotechnical recommendations for the bench width of 3m, (c) face angle of 60°. Results of the study include: bench height of 8m, bench width of 3m, face angle of 60°, and overall slope angle of 48°. Geometry of disposal area has a slope of 45°. Average stripping ratio is under 5:1. Match factor of mine equipment (loading and hauling) is moderate: 0.97 to 1.01. In the first, second, fourth, and sixth month have the waiting time for hauling equipment, while in the third and fifth month there is a waiting time for loading equipment. The design of the stripping of overburden can be applied using the back filling method. The benefit of this research is the results of the study can be used as a reference in determining the direction of the stages of mining, and optimization of coal mining in the study area.

Key words: design, coal, stripping ratio

1. Pendahuluan

Lokasi penelitian adalah tambang batubara dengan morfologi berbukit, terletak di daerah Kecamatan Napal Putih, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu. Secara umum pola penyebaran batubara melingkar dari arah barat laut ke tenggara, terdapat satu lapisan batubara utama (*seam A*) dengan ketebalan lapisan sekitar 0,5 – 7 m, kemiringan lapisan sekitar 3°. Lapisan material penutup batubara didominasi oleh batulempung. Penambangan direncanakan memakai sistem tambang terbuka dengan metode *open pit mining*. Pertimbangan desain teknis pengupasan material penutup (*overburden*) diharapkan sesuai dengan target produksi yang telah ditetapkan dan dapat dipakai sebagai acuan dalam untuk memaksimalkan kegiatan penambangan batubara di daerah penelitian.

Fokus penelitian ini adalah di salah satu permukaan penambangan dengan data eksplorasi sebagai berikut: luas 8,98ha dengan jumlah lapisan penutup sebesar 1.309.951bcm dan cadangan batubara sebesar 481.488 ton. Penaksiran jumlah cadangan batubara tersebut menggunakan bantuan perangkat lunak *minescape 4.1.1.6*. Berdasarkan target, rancangan teknis pengupasan lapisan penutup mempertimbangkan nisbah kupas (*stripping ratio*) yang ditentukan yaitu kurang dari 5:1. Pertimbangan lain adalah perencanaan tambang tersebut dilaksanakan dalam jangka waktu 6 bulan yaitu bulan pertama sampai dengan bulan keenam. Rancangan geometri jenjang penambangan dan disposal berdasarkan rekomendasi geoteknik yang telah dilakukan.

Tujuan penelitian ini adalah (a) membuat rancangan tahapan pengupasan lapisan penutup dengan batasan target produksi batubara 50.000ton/bulan, dan target pengupasan material penutup sebesar 150.000bcm/bulan, (b) melakukan perhitungan produksi pengupasan lapisan material penutup per bulan, (c) menghitung kebutuhan alat gali muat dan alat angkut per bulan.

2. Parameter teknis rancangan pengupasan lapisan penutup

2.1 Rancangan teknis

Rancangan teknis pengupasan lapisan material penutup dibuat berdasarkan pada beberapa pertimbangan yaitu: (a) data geologi batubara berupa kontur struktur untuk *roof seam* dan *floor seam* batubara pada lokasi penambangan, (b) peta situasi tambang terbaru. Rancangan teknis pengupasan lapisan penutup diharapkan dapat memberikan gambaran yang nyata dan efisien tentang: (i) rencana kemajuan penambangan, (ii) rencana kemajuan penimbunan, (c) rencana *access* jalan angkut material penutup.

Rancangan teknis penambangan dipengaruhi beberapa faktor antara lain: (a) nilai kalori batubara sebesar 5.800kcal/kg, (b) rekomendasi geoteknik untuk tinggi jenjang sebesar 8m, (c) rekomendasi geoteknik untuk lebar jenjang sebesar 3m, (c) sudut lereng tunggal (*single slope*) sebesar 60°, (d) sasaran produksi *overburden* per bulan sebesar 150.000bcm/bulan, (e) batas *stripping ratio* maksimum sebesar 5:1.

Pertimbangan lain dalam rancangan ini adalah waktu kerja. Kegiatan pengupasan lapisan material penutup dilaksanakan setiap hari. Waktu kerja hanya 1 *shift*/hari yaitu pukul 08.00–16.00. Kehilangan jam kerja yang direncanakan adalah waktu istirahat, dan perkiraan hari hujan. Berdasarkan faktor kehilangan jam kerja tersebut dapat diperoleh rencana jam kerja efektif per bulan.

Akses berupa jalan angkut eksisting dengan lebar jalan lurus 11,5m dan lebar jalan pada tikungan 13,5m dengan kemiringan jalan 15%. Kriteria rancangan lebar jalan angkut untuk 2 jalur ditambah dengan total lebar paritan dan tanggul 3m, sehingga lebar jalan

minimum keseluruhan 13m, dan untuk lebar jalan angkut pada tikungan yaitu 17m dengan kemiringan jalan (grade) maksimum 15%, sehingga perlu adanya pelebaran jalan pada jalan lurus dan tikungan. Jalan angkut yang berada dalam bukaan tambang akan mengalami perubahan sesuai tahapan penambangan, dan letak dari lokasi *diposal* yang akan ditentukan. Rancangan jalan angkut tersebut didesain berdasarkan lebar dari alat angkut Volvo A25C yaitu 2,8m.

Untuk nilai kemiringan jalan melintang (*cross slope*) adalah 0,2m berdasarkan perhitungan dari lebar jalan angkut 13m. Kemiringan melintang jalan (*cross slope*) tersebut dibuat, agar air hujan langsung mengalir ke tepi jalan, dan tidak menggenang sehingga tidak merusak konstruksi jalan angkut. *Cross slope* dibuat untuk alasan keamanan, apabila terjadi kecelakaan pada alat angkut, maka alat tersebut dapat diangkut menuju ke tepi jalan. Nilai superelevasi pada tikungan adalah 4% (0,04) dari radius jalan angkut dengan asumsi kecepatan kendaraan pada saat melintas pada tikungan adalah 40km/jam. Hal ini disesuaikan ketentuan kecepatan kendaraan tidak lebih dari 40km/jam.

Penentuan lebar minimum *front* kerja alat pada pengupasan *overburden* dibuat sesuai dengan lebar jangkauan alat muat dan alat angkut yang digunakan. Beberapa parameter penting yang digunakan dalam perhitungan lebar *front* kerja alat yaitu *swing radius* dari alat gali muat CAT 325B adalah 4,9m. Sudut yang dibentuk oleh truk pada saat *spotting* adalah 30° . Pertimbangan lebar truk dan asumsi jarak tambahan sebesar 1m menghasilkan lebar minimum *front* penambangan sebesar 22,5m.

Peralatan tambang yang digunakan untuk kegiatan pengupasan material penutup adalah kombinasi *excavator-dump truck*. Jenis peralatan tambang yang digunakan untuk pengupasan dan pengangkutan lapisan material penutup ini berdasarkan target yang ditentukan yaitu 150.000bcm per bulan. Pemberaian dan pemuatan dilakukan oleh *excavator* jenis *back hoe* CAT-325B dan alat angkutnya adalah *dump truck* Volvo A25C.

2.2 Tahapan

Langkah pertama yang dilakukan pada tahap perancangan teknis adalah membuat suatu bentuk penambangan (*cut*). Rancangan penambangan untuk waktu enam bulan (*six months rolling mine plan*) dengan menggunakan kondisi topografi akhir. Teknik penambangan dirancang untuk bulan pertama sampai dengan bulan keenam. Pembuatan bentuk penambangan (*cut*) per bulan sesuai dengan kapasitas produksi penggalian per bulan.

Rancangan bentuk penambangan (*cut*) yang dibuat dengan mempertimbangkan faktor manuver kerja alat, dan arah aliran air menuju *pit sump* untuk memudahkan penanggulangan air tambang. Lokasi yang direncanakan untuk ditambang diharapkan dapat dijangkau oleh alat mekanis, sehingga diperlukan minimal satu jalan masuk (*access road*) ke lokasi penambangan.

2.3 Rancangan Penimbunan

Pembuatan rancangan teknis penimbunan sangat penting, agar proses penambangan dapat berjalan dengan lancar. Pembuatan rancangan penimbunan material penutup dipengaruhi beberapa faktor penting antara lain: (a) lokasi penimbunan adalah *in pit dump* bekas penambangan terdahulu, (b) rekomendasi geoteknik untuk tinggi jenjang penimbunan sebesar 8m, (c) rekomendasi geoteknik untuk lebar jenjang penimbunan sebesar 4m, (d) sudut lereng tunggal penimbunan sebesar 45° .

Penentuan lokasi penimbunan material penutup direncanakan sebagai berikut: (a) jarak dari permukaan kerja (*front* penambangan) masih ekonomis, (b) tidak ada lapisan batubara di bawah lokasi yang dipilih atau cadangan batubara di daerah tersebut tidak ekonomis, (c) tidak mengganggu daerah yang akan ditambang, sungai atau jalan, dan (d) topografi permukaan diupayakan berupa lembah, (e) material pucuk dan material penutup yang telah dibongkar akan ditimbun kembali di area bekas penambangan.

3. HASIL-HASIL PENELITIAN

3.1 Penentuan arah penambangan

Penentuan arah penambangan berdasarkan pola penyebaran *seam* batubara dari barat laut ke tenggara dan kemiringan endapan lapisan *seam* batubara sebesar 3°. Pengupasan lapisan material penutup mengikuti arah *strike* batubara sampai batas tertentu kemudian diikuti dengan pembukaan batubara dan kemajuan penimbunan material penutup pada *disposal area*. Tata cara pengupasan lapisan penutup adalah penggalian material penutup, dilanjutkan pengangkutan ke *disposal*, sedangkan untuk batubara dilakukan operasi penggalian (gali bebas dan penggaruan), pemuatan, dan pengangkutan menuju ke *stockpile*.

3.2 Waktu Kerja

Pada rancangan ini waktu kerja tiap bulan mengalami perbedaan berdasarkan kondisi kerja dan ketersediaan peralatan tambang. Bulan pertama dengan rencana jam kerja sebesar 192 jam, bulan kedua sebesar 198,4 jam; bulan ketiga sebesar 198,4 jam, bulan keempat sebesar 192 jam, bulan kelima sebesar 198,4 jam, dan bulan keenam sebesar 192 jam. Setiap hari tersedia 1 shift.

3.3 Rencana Produksi

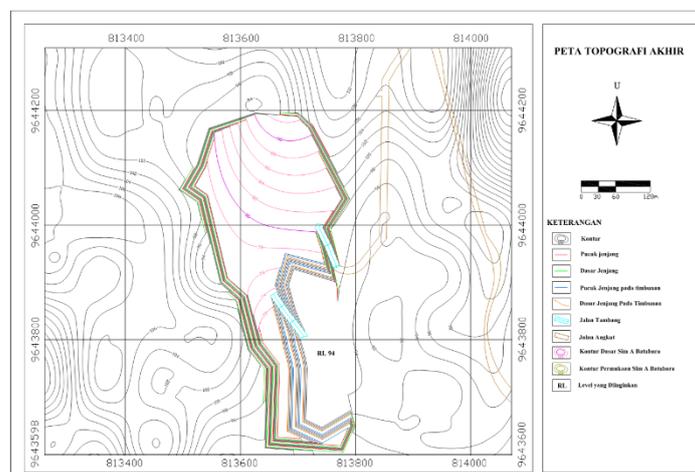
Berdasarkan volume yang akan digali per bulan dan topografi akhir, pengupasan material penutup dilakukan dengan cara *back filling*. Berdasarkan desain teknis penerapan metode ini memberikan keuntungan karena dapat mereduksi jarak angkut material penutup. Penimbunan dilakukan di dalam area *pit* yang telah ditambang sebelumnya (*mined out*). Rencana produksi ditetapkan berdasarkan kemampuan kerja alat untuk pengupasan lapisan material penutup (lihat Tabel 1 di bawah ini).

Tabel 1. Rencana target produksi material penutup dan batubara per bulan

Bulan	Mat.Penutup (bcm)	Batubara (ton)	SR
1	153.546	68.924	2,2:1
2	151.045	42.031	3,7:1
3	150.962	67.647	2,2:1
4	157.135	99.429	1,6:1
5	152.630	55.547	2,7:1
6	150.930	45.087	3,3:1
Total	916.248	378.665	2,4:1

3.4 Rancangan penambangan

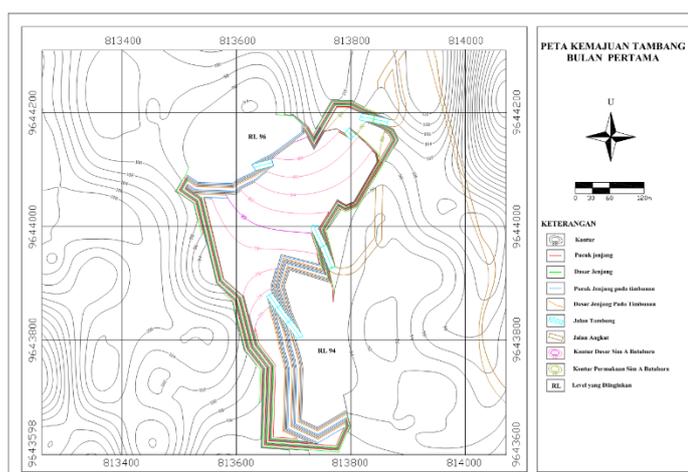
Pada penambangan bulan pertama sampai bulan keenam penimbunan akan dilakukan di dalam lokasi tambang. Gambar 1 menunjukkan topografi akhir. Pemilihan lokasi ini dipertimbangkan karena jarak angkut menuju lokasi penimbunan menjadi dekat.



Gambar 1. Peta topografi akhir untuk perancangan selama enam bulan

Berdasarkan rancangan teknis yang dibuat dapat memenuhi target produksi batubara yaitu 50.000ton/bulan dan pengupasan material penutup sebesar 150.000bcm/bulan selama 6 bulan. Rencana pengupasan material penutup adalah sebagai berikut:

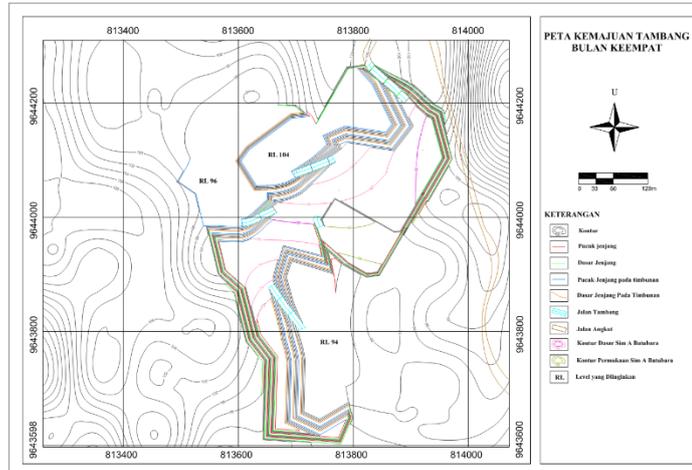
- a. Jumlah material penutup bulan pertama sebesar 153.546bcm, dengan batubara yang dapat ditambang sebesar 68.924ton dengan nilai *stripping ratio* sebesar 2,2:1. Penambangan dilakukan hingga elevasi *pit bottom* 84mdpl (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Peta kemajuan tambang bulan pertama

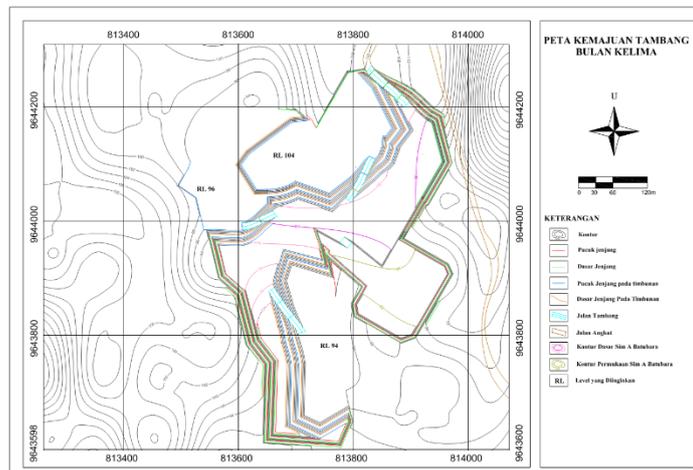
- b. Pengupasan lapisan material penutup bulan kedua sebesar 151.045bcm, dengan batubara yang ditambang sebesar 42.031ton, dan nilai *stripping ratio* sebesar 3,6:1. Penambangan dilakukan hingga elevasi *pit bottom* 80mdp.

- c. Rencana pengupasan lapisan material penutup bulan ketiga sebesar 150.962 bcm, dengan jumlah batubara sebesar 50.835ton, nilai *stripping ratio* sebesar 2,2:1. Penambangan dilakukan hingga elevasi *pit bottom* 80mdpl.



Gambar 3. Peta kemajuan tambang bulan keempat

- d. Rencana pengupasan lapisan material penutup bulan keempat sebesar 157.135 bcm, dengan batubara yang dapat di buka sebesar 99.429 ton dengan nisbah kupas (SR) sebesar 1,6:1. Penambangan dilakukan hingga elevasi *pit bottom* 80 mdpl (Gambar 3).
- e. Rencana pengupasan lapisan material penutup bulan kelima sebesar 152.630 bcm, dengan batubara yang dapat di buka sebesar 55.547 ton dengan nilai *stripping ratio* sebesar 2,7:1. Penambangan dilakukan hingga elevasi *pit bottom* 80mdpl (Gambar 4).



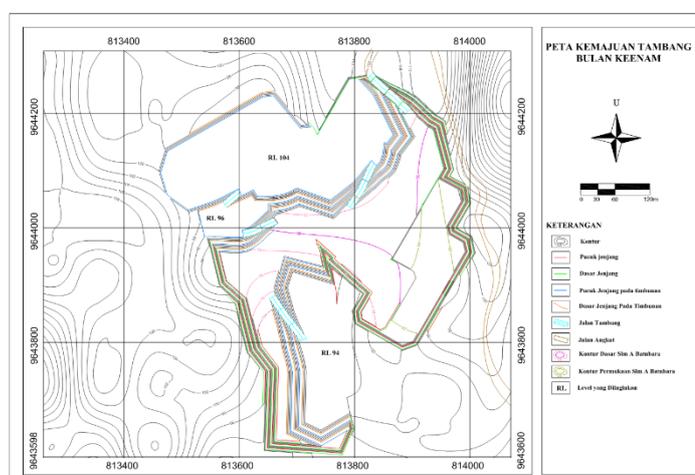
Gambar 4. Peta kemajuan tambang bulan kelima

- f. Rencana pengupasan lapisan material penutup bulan keenam sebesar 150.930 bcm, dengan batubara yang dapat di buka sebesar 45.087 ton dengan nilai nisbah kupas sebesar 2,7 : 1. Penambangan dilakukan hingga elevasi *Pit Bottom* 78 mdpl (lihat Gambar 5 di bawah).

4. Pembahasan

4.1 Evaluasi terhadap *stripping ratio*

Rancangan teknis penambangan yang dibuat menghasilkan *stripping ratio* pada bulan pertama sebesar 3,8:1; bulan kedua sebesar 4,9:1; bulan ketiga sebesar 2,9:1, bulan keempat sebesar 2,4:1; bulan kelima sebesar 1,9:1; dan pada bulan keenam sebesar 2,7:1 sehingga *stripping ratio* rata-rata memenuhi nilai yang direkomendasikan yaitu tidak lebih besar dari 5:1. Apabila penambangan dilanjutkan ke arah barat terdapat kemungkinan nilai *stripping ratio* menjadi besar karena topografi lebih tinggi, dan lapisan batubara lebih dalam searah dengan kemiringan tersebut.



Gambar 5. Peta kemajuan tambang bulan keenam

4.2 Pengaruh rancangan penambangan terhadap produksi, kebutuhan, dan keserasian alat gali muat dan alat angkut

Tabel 2 di bawah menunjukkan produksi alat, sedangkan kebutuhan alat (lihat Tabel 3 dan 4), faktor keserasian (*match factor*) alat gali muat dan alat angkut (Tabel 5) untuk penggalian serta pengangkutan material penutup dan batubara. Berdasarkan hasil perhitungan, terdapat perbedaan jumlah penggalian lapisan penutup dan batubara per periode. Hal ini disebabkan perbedaan jarak angkut untuk material penutup, dan batubara tiap periode.

Tabel 2. Produksi alat gali muat dan alat angkut

Tipe Alat	Prod	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4	Bulan 5	Bulan 6
Cat 325B	bcm/jam	283	283	283	283	283	283
	bcm /bulan	54.405	56.219	56.219	54.405	56.219	54.405
Volvo A25C	bcm /jam	129,43	124,82	136,84	113,83	119,11	106,21
	bcm /bulan	24.850	24.763	27.149	21.855	23.630	20.392

Tabel 3. Jumlah kebutuhan alat gali muat

Type Alat	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4	Bulan 5	Bulan 6
Cat 325B	3	3	3	3	3	3
Produksi (bcm /bulan)	163.217	168.657	168.657	163.217	168.627	163.217

Tabel 4. Jumlah kebutuhan alat angkut

Type Alat	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4	Bulan 5	Bulan 6
Volvo A25C	7	7	6	8	7	8
Produksi (bcm /bulan)	173.954	173.345	162.899	174.846	165.415	163.141

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh faktor keserasian (*match factor*) alat gali muat dan alat angkut lapisan penutup cukup baik yaitu antara 0,97–1,01 (Tabel 5). Pada bulan pertama, kedua, keempat, dan keenam terdapat waktu tunggu untuk alat angkut, sedangkan pada bulan ketiga dan bulan kelima ada waktu tunggu untuk alat gali muat.

Tabel 5. Keserasian alat gali muat dan alat angkut

Type Alat	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4	Bulan 5	Bulan 6
Cat 325B	1,07	1,03	0,97	1,07	0,98	1,01
Volvo A25C						

4.3 Pengaruh pengupasan lapisan material penutup terhadap rancangan penimbunan

Berdasarkan pertimbangan volume material penutup yang digali per bulan dapat diaplikasikan pada bulan pertama sampai keenam memakai metode *back filling*. Material hasil penggalian dari suatu area penambangan dapat ditimbun kembali pada area bekas penambangan. Pada bulan pertama penimbunan lapisan material penutup dilakukan pada area yang telah ditambang pada bagian utara hingga batas elevasi 96mdpl. Sedangkan pada rencana penimbunan bulan kedua melanjutkan penimbunan bulan pertama ke arah bagian selatan hingga elevasi 96mdpl. Rencana penimbunan bulan ketiga dilakukan *back filling* melanjutkan penimbunan pada disposal bulan pertama menuju area yang telah ditambang pada bulan pertama hingga elevasi 104 mdpl.

Pada bulan keempat rencana penimbunan melanjutkan penimbunan bulan ketiga menuju area yang telah ditambang pada bulan kedua hingga elevasi 104mdpl. Rencana penimbunan selanjutnya melanjutkan penimbunan ke arah area yang telah ditambang pada bulan ketiga hingga elevasi 104mdpl. Pada rencana penimbunan bulan kelima melanjutkan penimbunan mengarah ke area yang telah ditambang pada bulan keempat sampai elevasi 104mdpl. Pada rencana penimbunan bulan keenam dilakukan *back filling* melanjutkan penimbunan pada area timbunan bulan pertama dari elevasi 96 mdpl sampai dengan elevasi 104mdpl.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Sistem penambangan yang diterapkan pada daerah penelitian adalah sistem tambang terbuka dengan metode *open pit*. Geometri lereng adalah tinggi jenjang 8m, lebar 3m, kemiringan lereng tunggal 60° , dan kemiringan lereng keseluruhan

- 48⁰. Geometri *disposal* memiliki kemiringan lereng 45⁰. *Stripping ratio* rata-rata di bawah 5:1.
- 2) Faktor keserasian alat gali-muat dan alat angkut cukup baik yaitu 0,97–1,01. Pada bulan pertama, kedua, keempat, dan keenam terdapat waktu tunggu untuk alat angkut, sedangkan pada bulan ketiga dan bulan kelima terdapat waktu tunggu untuk alat gali muat.
 - 3) Berdasarkan kondisi tambang dan jarak angkut rancangan pengupasan lapisan material penutup dapat diterapkan dengan metode *back filling*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bargawa, W.S., (2013), Perencanaan penambangan batugamping untuk pabrik semen di Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah, *Prosiding TPT XXII Perhapi*, pp. 167-173.
- Bargawa, W.S., (2010), Perencanaan Tambang, UPN Veteran Yogyakarta.
- Bargawa, W.S., (2009), Pertambangan berwawasan lingkungan, *Prosiding Seminar Nasional Kebumian FTM*, UPN Veteran Yogyakarta, 9-17.
- Bargawa, W.S., (2008), Rancangan multi-pit penambangan batubara, *Prosiding TPT XVII Perhapi*, 323-330.
- Bargawa, W.S., (2008), Penjadwalan produksi (mine scheduling) pada perancangan teknis penambangan batubara secara tambang terbuka, *Prosiding Seminar Nasional Kebumian FTM*, UPN Veteran Yogyakarta, 221-230.
- Deboer, J. (2006), *Minescape Tutorial Dedicated for Pama Training Batch 5*, Pama Persada Nusantara, Kalimantan Timur.
- Hustrulid, W. & Kuchta, M. (1995), *Open Pit Mine Planning and Design : Vol. 1- Fundamentals*, AA Balkema, Netherland
- Nichols.HL & Day, D.A. (1998), *Moving The Earth The Workbook Of Excavation*, 4th Ed. A division of McGraw-Hill companies, United States of America, p.18-22
- Tannant. DD & Regensburg. B (2001), *Guidelines For Mine Haul Road Design*, School of Engineering University of British Columbia-Okanagan Kelowna, B.C. CANADA.
- Caterpillar (2009), *Performance Handbook Edition 40*, Japan.
- Bargawa, W.S., (2013), *Perencanaan dan Perancangan Tambang*, Prodi Teknik Pertambangan, UPN Veteran Yogyakarta.