

JURNAL Teknologi Pertambangan

Volume 4 Nomor 1 Periode Maret – Agustus 2018

1. Kajian Teknis Unit Peremuk Andesit untuk Memenuhi Kebutuhan Agregat di PT. Cakrawala Semesta Perkasa Site Sikasur Belik Pemalang Jawa Tengah, **Pandu Firmansyah, Untung Sukamto.**
2. Rencana Reklamasi pada Lahan Penambangan Tanah Urug PT. Cakrawala Semesta Perkasa Kecamatan Bantarbolang Kabupaten Pemalang Jawa Tengah, **Inmarlinianto, Indun Titisariwati, Respati Muhammad.**
3. Evaluasi Manajemen Stockpile pada Rom Stockpile 2 Wara PT. Adaro Indonesia Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan, **Indah Setyowati, Singgih Saptono, Fionita Rianti.**
4. Kajian Estimasi Kualitas (*Caloric Value*) Batubara dengan Menggunakan Metode Ordinary Kriging (OK), Inverse Distance Weighting (IDW) dan Cokriging, **Harry H. Syahputra, Iskandar Zulkarnain, Waterman Sulistyana.**
5. Kajian Teknis dalam Mengoptimalkan Produktivitas Bulldozer D 375A pada Penimbunan Tanah Penutup Out of Pit Crushing Conveying (OPCC) di PT. Jasapower Indonesia Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan, **Steven Benedictto da Costa, Sudaryanto.**
6. Kajian Teknis Pelaksanaan *Dispatch Fatigue Management System* sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja pada Mining Operation Division, PT. Kaltim Prima Coal, Kecamatan Sangatta, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur, **Wawong Dwi Ratminah, Bambang Wisaksono, Eka Sukmawati Sunaryo.**
7. Evaluasi Teknis Tingkat Keberhasilan Reklamasi pada Kegiatan Penambangan Bijih Tembaga-Emas PT. Amman Mineral Nusa Tenggara Kabupaten Sumbawa Barat Nusa Tenggara Barat, **Yougho Hoesodho, Gunawan Nusanto.**
8. Estimasi Sumberdaya Andesit Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas 2D di IUP PT. Gemilang Batu Utama Kabupaten Subang Jawa Barat, **Abdul Rauf, Yayan Ramadan Putra, Priyo Widodo.**
9. Rancangan Disposal dan Drainase pada Quarter Tiga dan Empat Tahun 2017 di Area Disposal PT. Jasapower Indonesia Job Site Adaro Indonesia Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan, **Suyono, Afrizal Fathurrahman Aziz, Tri Wahyuningsih.**
10. Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut Terhadap Match Factor Berbasis Waktu Edar pada Penutupan Bekas Lubang Bukaan Tambang (Void) Ex Pit 3000 Block 3 North Block PT. Trubaindo Coal Mining, **Kresno, Eko Apria Sutantio, Anton Sudyanto.**
11. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Batubara Pit Mentari PT. Sungai Danau Jaya Jobsite PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan, **Muhammad Syafiq Isnaya, Peter Eka Rosadi, Indun Titisariwati.**
12. Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut pada Pengangkutan Batubara dari Rom ke Pelabuhan untuk Mencapai Sasaran Produksi Perhari pada Bulan April di PT. Saptaindra Sejati Kalimantan Selatan, **Dwi Poetranto Waloejo Adji, Bintang Wahyu Aji, Ketut Gunawan.**
13. Rancangan *Pushback* pada Area Penambangan Andesit PT. Harmak Indonesia, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo Yogyakarta, **Wisnu Chandranata Raharjaya Putra, R. Hariyanto.**
14. Perancangan dan Penjadwalan Produksi Bulanan Pit L4E2 West Block di Kalimantan Timur Sebesar 253.240 Ton, **Bagus Wiyono, Uswatun Khasanah, Barlian Dwinagara.**
15. Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Batugamping Kuari XII di PT. Holcim Indonesia Tbk. Tambakreja Kabupaten Cilacap Provinsi Jawa Tengah, **Hartono, Edy Nursanto, Toga Ahmad Sya' bani.**
16. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang pada Penambangan Batubara di Pit Batujelapang PT. Bara Anugrah Sejahtera Muara Brim, Provinsi Sumatera Selatan, **Bagas Aditya Perdana, Hartono, Anton Sudyanto.**
17. Evaluasi Penetapan Contractor Safety Management System (CSMS) Sesuai dengan Permen ESDM No. 38 Tahun 2014 di PT. Antan UPBE-Pongkor, **Ega Cahya Marsingga, Dyah Probowati.**
18. Penalaran Sumberdaya Bau Andesit Metode Cross Section dan Metode Contour di PT. Bumi Kalimasada Pertambangan Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta, **Yanuar Putra Perdana, Eddy Winarno.**
19. Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut untuk Memenuhi Produksi Batubara di Blok Selatan PT. Putra Hulu Lematang Kabupaten Lahat Sumatera Selatan, **Hasywir Uhab Siri, Budi S, Roy Obednego Purba.**
20. Uji dan Penerapan Metode Geolistrik Resistivitas 2D & 3D (Studi kasus: Penerapan Resistivitas 3D untuk Pendugaan Sesar), **Wibisono.**
21. Manajemen Pit Tambang dengan Menggunakan Metode Microtunneling. Studi Kasus Pit Inul East PT. Kaltim Prima Coal, **Aldrian Indriyastina, Ivan Bahder, Arif Rusmin.**
22. Kajian Geologi Area Longoran Akses Jalan D4-17 Pitang Tambang Terbuka Grasberg, Papua, **Nur Anggit Tri Rohmadi, Heri Silaen, Julius Sirait, Eman Widianto.**
23. Estimasi Biaya dan Penerimaan Rencana Penambangan Pit Nikel Laterit, **Luthie Qautsar, Hendra Sani.**
24. Efektivitas Penggunaan Sampel berdasarkan Pelenyapan data: Kasus Pemboran pada Kawasan Emas Vein, **Nur Ali Amri.**
25. Analisis Bukti Pembasi! Bi-sirkular Sebagai *Feeding Agent* pada Proses Konsentrasi Flotasi, **Tri Wahyuningsih, Siti Khodirah Chaerun, Edy Sanwani.**



**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FTM-UPN "VETERAN" YOGYAKARTA**

Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condong Catur Yogyakarta, Telp. 0274-486701 Fax 486702

JURNAL

Teknologi Pertambangan

DAFTAR ISI

1. Kajian Teknis Unit Peremuk Andesit untuk Memenuhi Kebutuhan Agregat di PT. Cakrawala Semesta Perkasa Site Sikasur Belik Pemalang Jawa Tengah, **Pandu Firmansyah, Untung Sukamto**1-9
2. Rencana Reklamasi pada Lahan Penambangan Tanah Urug PT. Cakrawala Semesta Perkasa Kecamatan Bantarbolang Kabupaten Pemalang Jawa Tengah, **Inmarlinianto, Indun Titisariwati, Respati Muhammad**10-19
3. Evaluasi Manajemen Stockpile pada Rom Stockpile 2 Wara PT. Adaro Indonesia Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan, **Indah Setyowati, Singgih Saptono, Fionita Rianti**20-29
4. Kajian Estimasi Kualitas (Caloric Value) Batubara dengan Menggunakan Metode Ordinary Kriging (OK), Inverse Distance Weighting (IDW) dan Cokriging, **Harry H. Syahputra, Iskandar Zulkarnain, Waterman Sulistyana**30-36
5. Kajian Teknis dalam Mengoptimalkan Produktivitas Bulldozer D 375A pada Penimbunan Tanah Penutup Out of Pit Crushing Conveying (OPCC) Di PT. Jasapower Indonesia Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan. **Steven Benedictto da Costa, Sudaryanto**.....37-47
6. Kajian Teknis Pelaksanaan Dispatch Fatigue Management System Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja pada Mining Operation Division, PT. Kaltim Prima Coal, Kecamatan Sangatta, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur **Wawong Dwi Ratminah, Bambang Wisaksono, Eka Sukmawati Sunaryo** 48-60
7. Evaluasi Teknis Tingkat Keberhasilan Reklamasi pada Kegiatan Penambangan Bijih Tembaga-Emas PT. Amman Mineral Nusa Tenggara Kabupaten Sumbawa Barat Nusa Tenggara Barat, **Yougho Hoesodho, Gunawan Nusanto**.....61-69
8. Estimasi Sumberdaya Andesit Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas 2D Di IUP PT. Gemilang Batu Utama Kabupaten Subang Jawa Barat, **Abdul Rauf, Yayan Ramadan Putra, Priyo Widodo**70-78
9. Rancangan Disposasi dan Drainase Pada Quarter Tiga dan Empat Tahun 2017 di Area Disposasi PT. Jasapower Indonesia Job Site Adaro Indonesia Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan, **Suyono, Afrizal Fathurrahman Aziz, Tri Wahyuningsih**79-90
10. Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut Terhadap Match Factor Berbasis Waktu Edar pada Penutupan Bekas Lubang Bukaan Tambang (Void) Ex Pit 3000 Block 3 North Block PT. Trubaindo Coal Mining, **Kresno, Eko Apria Sutantio, Anton Sudiyanto**91-98
11. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang Batubara Pit Mentari PT. Sungai Danau Jaya Jobsite PT. Bukit Makmur Mandiri Utama Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan, **Muhammad Syafiq Isnaya, Peter Eka Rosadi, Indun Titisariwati**99-104
12. Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut pada Pengangkutan Batubara dari Rom ke Pelabuhan untuk Mencapai Sasaran Produksi Perhari pada Bulan April di Pt. Saptaindra Sejati Kalimantan Selatan, **Dwi Poetranto Waloejo Adji, Bintang Wahyu Aji, Ketut Gunawan**,105-113
13. Rancangan Pushback pada Area Penambangan Andesit PT. Harmak Indonesia, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo Yogyakarta,., **Wisnu Chandranata Raharjaya Putra, R Hariyanto** 114-123

14. Perancangan dan Penjadwalan Produksi Bulanan Pit L4e2 West Block di Kalimantan Timur Sebesar 253.240 Ton, **Bagus Wiyono, Uswatun Khasanah, Barlian Dwinagara**.....124-132
15. Rancangan Sistem Penyaliran Tambang Batugamping Kuari XII di PT. Holcim Indonesia Tbk Tambakreja Kabupaten Cilacap Provinsi Jawa Tengah, **Hartono, Edy Nursanto Toga Ahmad Sya'bani**.....133-139
16. Kajian Teknis Sistem Penyaliran Tambang pada Penambangan Batubara di Pit Batujelapang PT. Bara Anugrah Sejahtera Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan, **Bagas Aditya Perdana, Hartono, Anton Sudiyanto**.....140-148
17. Evaluasi Penerapan Contractor Safety Management System (Csms) Sesuai dengan Permen ESDM No. 38 Tahun 2014 di PT. Antam UPBE-Pongkor, **Ega Cahya Marsingga, Dyah Probowati**.....149-152
18. Penaksiran Sumberdaya Batu Andesit Metode Cross Section dan Metode Contour di PT. Bumi Kalimasada Pertambangan Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta, **Yanuar Putra Perdana, Eddy Winarno**.....153-156
19. Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut untuk Memenuhi Produksi Batubara Di Blok Selatan PT. Putra Hulu Lematang Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan, **Hasywir Thaib S, Budi S, Roy Obednego Purba**.....157-165
20. Teori dan Penerapan Metode Geolistrik-Resistivitas 2D & 3D (Studi Kasus : Penerapan Resistivitas 3D untuk Pendugaan Sesar), **Winda**166-173
21. Manajemen Air Tambang dengan Menggunakan Metoda Microtunneling Studi Kasus Pit Inul East PT. Kaltim Prima Coal, **Adrian Indriyatma, Ivan Bahder, Arif Rusmin**174-186
22. Kondisi Geologi Area Longsoran Akses Jalan D4-D7 PinangTambang Terbuka Grasberg, Papua, **Nur Anggit Tri Rohmadi, Hendri Silaen , Julius Sirait, Eman Widijanto**187-193
23. Estimasi Biaya dan Penerimaan RencanaPenambangan Pit Nikel Laterit, **Luthfie Qautsar, Hendra Sani**194-202
24. Efektivitas Penggunaan Sampel berdasarkan Pelenyapan Data: Kasus Pemboran pada Kawasan Emas Vein, **Nur Ali Amri**.....203-205
25. Potensi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Sebagai *Frothing Agent* pada Proses Konsentrasi Flotasi, **Tri Wahyuningsih, Siti Khodijah Chaerun, Edy Sanwani**207-212

Perancangan dan Penjadwalan Produksi Bulanan *Pit L4E2 West Block* di Kalimantan Timur Sebesar 253.240 Ton

Bagus Wiyono, Uswatun Khasanah, Barlian Dwinagara
Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta
085879268979, email: uswatun.khasanah95@gmail.com

Abstrak. Belum adanya suatu rancangan bukaan tambang dalam kegiatan penambangan batubara akan menjadikan kegiatan penambangan tersebut kurang terarah dan menyebabkan tidak terpenuhinya target produksi yang diinginkan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan perancangan kemajuan penambangan setiap bulan yang meliputi perencanaan jadwal pembongkaran lapisan tanah penutup dan batubara khususnya di *pit L4E2 West Block* selama 4 bulan untuk memenuhi target produksi. Hasil dari perancangan *pit* yang berupa jumlah dan kualitas batubara yang didapat dapat mempermudah kegiatan pertambangan selanjutnya. Selain itu pembuatan rancangan area *disposal* selama 4 bulan perlu dilakukan untuk menampung lapisan tanah penutup. Berdasarkan hasil rancangan secara keseluruhan, didapatkan batubara sebesar 253.240 ton dan *overburden* sebesar 4.632.560 bcm. Adapun hasil rancangan lapisan tanah penutup dan batubara untuk setiap bulannya sebagai berikut: Untuk bulan pertama sebesar 1.529.370 bcm dan 60.485 ton, untuk bulan kedua sebesar 1.325.520 bcm dan 62.163 ton, untuk bulan ketiga sebesar 983.800 bcm dan 77.872 ton, dan untuk bulan keempat sebesar 793.870 bcm dan 52.720 ton. *Disposal area* dirancang seefisien mungkin dengan rincian sebagai berikut: Untuk bulan pertama seluas 23,70 ha dengan kapasitas 2.276.469 lcm, untuk bulan kedua seluas 35,32 ha dengan kapasitas 3.578.100 lcm, untuk bulan ketiga seluas 41,41 ha dengan kapasitas 4.835.200 lcm, dan untuk bulan keempat seluas 44,74 ha dengan kapasitas 5.734.100 lcm. Penimbunan *overburden* dilakukan untuk ditimbun di *wastedump* bagian Barat *pit*. Rancangan kemajuan penambangan mampu memenuhi target produksi batubara yang diharapkan perusahaan. Rancangan *disposal area* dapat menampung semua *overburden* hasil penambangan.

Kata kunci: rancangan, target produksi, *overburden*, batubara

I. PENDAHULUAN

Sektor pertambangan merupakan sektor yang membutuhkan investasi yang besar. Pada masa pra-penambangan dibutuhkan modal yang besar untuk tahapan eksplorasi dan tahap awal penambangan serta untuk membangun sarana dan prasarana pertambangan. Oleh karena itu, perhitungan yang efektif dan efisien serta perencanaan tambang yang tepat sangat dibutuhkan. Perencanaan tambang meliputi kegiatan dari awal penambangan sampai pasca penambangan.

Pada tempat penelitian akan melakukan kegiatan penambangan untuk bulan Juni – September 2017 dan telah memiliki rancangan penambangan untuk jangka waktu per tahun. Tempat penelitian perlu membuat rancangan jangka pendek yang mengacu pada target penambangan batubara per tiga bulan maupun per bulan yang telah ditentukan. Akan tetapi, saat ini tempat penelitian belum mempunyai rancangan *pit* yang mengacu pada target produksi untuk bulan Juni - September 2017, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk membuat rancangan *pit* tersebut dengan melakukan pengamatan terhadap beberapa hal yang mempengaruhi rancangan agar efektifitas dan efisiensi dalam pelaksanaan penambangan dapat dikendalikan dan diperlukan adanya penelitian untuk mengetahui kualitas batubara yang akan keluar tiap bulan dari

hasil rancangan tersebut agar dapat memudahkan kegiatan pertambangan yang lain seperti kegiatan pengolahan hingga pengapalan.

Adapun rumusan masalah berdasarkan latar belakang diatas adalah:

1. Belum ada adanya rancangan kemajuan penambangan *pit L4E2* tiap bulan dari bulan Juni sampai September 2017.
2. Belum diketahui kuantitas dan kualitas batubara yang akan keluar tiap bulannya.
3. Belum adanya rancangan *disposal* untuk menempatkan *overburden* yang telah dikupas.

Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Merancang kemajuan penambangan tiap bulan yang sesuai dengan geometri ideal yang dibutuhkan oleh alat yang bekerja di area tersebut guna memenuhi target produksi bulan Juni - September 2017.
2. Menganalisis hasil penjadwalan produksi batubara yang keluar berdasarkan hasil rancangan pada bulan Juni – September 2017 untuk memenuhi target produksi.
3. Membuat rancangan *disposal* untuk menganalisis kebutuhan *disposal* setiap bulan.bulan.

Penelitian yang dilakukan dibatasi pada masalah-masalah :

1. Jumlah produksi alat gali dan alat angkut serta rancangan sistem penyaliran mengikuti yang sudah ada.
2. Geometri jenjang penambangan didasarkan rekomendasi geoteknik yang sudah ada.
3. Penelitian dilakukan pada lingkup teknik dan tidak memperhatikan segi ekonomi.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran mengenai rancangan *pit* L4E2 tiap bulan pada bulan Juni – September, jumlah dan kualitas batubara yang akan diproduksi setiap bulan, dan rancangan disposal setiap bulan.

II. DASAR TEORI

Nisbah Pengupasan (*Stripping Ratio*)

Nisbah pengupasan merupakan perbandingan antara volume lapisan *overburden* yang harus dipindahkan untuk setiap satu ton batubara yang ditambang.

Front Kerja Alat

Front kerja alat merupakan area alat akan bekerja. Front kerja alat ini harus memenuhi dimensi yang sesuai dengan alat yang bekerja. Jika tidak sesuai akan mempengaruhi mobilitas alat dan produktivitas alat. Lebar minimum front kerja alat dapat dihitung dengan persamaan :

$$W_{min} = 2 (0,5 R_s) + a + M$$

Keterangan:

Wt = Lebar minimum front penambangan (m)

Rs = *Swing Radius* dari *Excavator* (m)

a = Jarak tambahan (m)

Mt = Lebar *truck* pada saat membentuk sudut α (m)

Geometri Jalan Angkut Tambang

Penentuan lebar jalan angkut minimum untuk jalan lurus didasarkan pada *Rule of Thumb* yang dikemukakan *Aasho Manual Rural High-way Design* adalah :

$$L_{min} = n \cdot Wt + (n + 1)(0,5 \cdot Wt)$$

Keterangan:

L_{min} = Lebar jalan angkut minimum (m).

n = Jumlah jalur.

Wt = Lebar alat angkut total (m).

Perumusan diatas hanya digunakan untuk lebar jalan dua jalur (n), nilai 0,5 artinya adalah lebar terbesar dari alat angkut yang digunakan dari ukuran aman masing-masing kendaraan di tepi kiri-kanan jalan.

Penjadwalan Produksi

Penjadwalan produksi merupakan penjadwalan yang menyatakan besarnya jumlah atau produksi material yang harus digali untuk dipindahkan ke tempat lain dalam tiap satuan waktu. Penjadwalan produksi tambang meliputi periode waktu (pertahun), *tonase*, dan pemindahan material total yang akan dihasilkan oleh tambang tersebut.

Tujuan penjadwalan produksi adalah membuat suatu jadwal untuk mencapai target produksi yang telah ditentukan. Proses penjadwalan produksi batubara dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Untuk dapat melakukan penjadwalan produksi, maka harus diketahui terlebih dahulu target produksi yang akan dicapai serta penentuan persen penyimpangan maksimal.
2. Membuat rancangan untuk batas akhir penambangan (*pit limit*) yang memenuhi target produksi.
3. Penjadwalan produksi tiap bulan dilakukan dengan cara *trial and error* hingga penjadwalan didapatkan nilai sedekat mungkin dengan target produksi yang telah ditentukan. Hasil dari penjadwalan ini didapatkan jumlah *overburden* dan batubara serta kualitas batubara yang akan diproduksi.
4. Produksi per hari dapat dihitung dengan cara membagi hasil penjadwalan produksi per bulan dengan jumlah hari dalam sebulan.

III. HASIL PENELITIAN

Target Produksi

Target produksi penambangan batubara per bulan yang harus dibongkar pada Juni – September 2017 di *Pit L4E2 West Block* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1

Target Produksi Penambangan *Pit L4E2 West Block*

L4E2	Juni	Juli	Agust	Sep	TOTAL
OB	1.478.799	1.300.968	957.590	792.043	4.529.401
Coal	60.000	62.100	77.625	51.750	251.475
SR	24,65	20,95	12,34	15,31	18,01

Sumber: Mine Plan Department PT. Indovisco Mandiri.

Geometri Lereng

Geometri jenjang bukaan tambang yang digunakan di lokasi penelitian adalah sebagai berikut:

- a. Tinggi jenjang tunggal = 8 – 16 m
- b. Sudut kemiringan jenjang tunggal = 70°
- c. Lebar jenjang = 8 m

Parameter yang digunakan untuk membuat desain penambangan diperoleh dari hasil studi geoteknik. Lereng keseluruhan didesain berdasarkan rekomendasi geoteknik di lokasi penelitian.

Jalan Angkut

Lebar jalan angkut tersebut dirancang untuk dua jalur pengangkutan dengan lebar alat angkut terbesar yaitu *Highway Dump Truck Komatsu HD 785-7* berkecepatan maksimum 30 km/jam ketika berada didalam pit. Dimensi jalan yang diterapkan berpedoman pada *AASTHO Manual Rural Highway Design* (perhitungan dapat dilihat pada Lampiran B) dengan hasil sebagai berikut:

- Lebar jalan lurus = 20 m
- Lebar jalan pada belokan = 25 m
- Kemiringan jalan = 8 %
- *Cross slope* = 0,4 m
- Parit (*Ditch*)

Lebar horizontal = 1 m
Kedalaman = 0,33 m

- Konstruksi Jalan Angkut

Konstruksi jalan angkut yang dibutuhkan di *pit* L4E2 yakni *subgrade* yang merupakan tanah asli dan *subbase*, *base*, dan *wearing surface* yang berjenis *sand-clay mixtures*, *poorly graded* dengan ketebalan minimal sebesar 24 inci \approx 0,6096 meter.

- Geometri *safety berm* berdasarkan tinggi ban yang digunakan adalah:

Slope safety berm = 1,5 : 1
Tinggi tanggul pengaman = 1,351 m
Lebar bagian bawah = 4,053 m

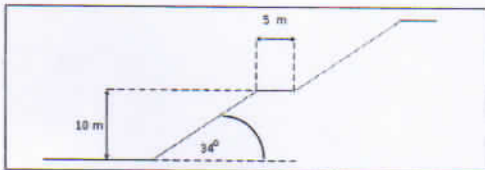
- Geometri *safety berm* berdasarkan kapasitas maksimum truk yang digunakan adalah:

Slope safety berm = 1,5 : 1
Tinggi tanggul pengaman = 3,024 m
Lebar bagian bawah = 9,072 m

Rancangan Disposal

Geometri rancangan timbunan lapisan tanah penutup (*disposal*) yaitu (lihat Gambar 1):

- Tinggi jenjang = 10 m
- Lebar Jenjang = 5 m
- *Angle of repose* = 34°



Gambar 1
Geometri *Disposal*

Lapisan *overburden* yang telah dibongkar akan ditimbun di daerah *dumping area*. *Dumping area* terletak di barat *pit*, dengan jarak \pm 1,6 km dari lokasi penambangan batubara yang berupa *wastedump*.

Lokasi timbunan (*disposal*) tersebut akan digunakan untuk lokasi penimbunan *overburden* selama kegiatan penambangan berlangsung, mulai dari bulan pertama hingga bulan keempat.

Adapun besar volume *overburden* (*loose material*) yang terbongkar setiap bulan yaitu sebesar (lihat Tabel 2):

Tabel 2
Volume *Disposal*

Bulan	Volume <i>Disposal</i> yang Harus Disiapkan (lcm)	Kapasitas Rancangan (lcm)
Juni	1.859.306,904	2.276.469
Juli	3.442.324,766	3.578.100
Agustus	4.626.964,742	4.835.200
September	5.605.734,326	5.734.100

Front Kerja Alat

Dalam pembuatan rancangan *front* kerja, harus memenuhi lebar minimum area kerja sehingga tidak akan mempengaruhi kinerja alat dan produktivitas alat tersebut. Besaran lebar minimum *front* kerja alat yang digunakan adalah sebagai berikut (lihat Tabel 3):

Tabel 3
Lebar Minimum *Front* Kerja Alat

Parameter	Alat Muat dan Alat Angkut		
	<i>Hitachi EX 2500-6</i>	<i>Komatsu PC 1250</i>	<i>Hitachi ZX 350</i>
	HD 785-7	HD 785-7	<i>Scania P380</i>
Rs (m)	17,050	15,350	10,570
a (m)	3,000	3,000	3,000
Lt (m)	10,29	10,29	6,123
wt (m)	5,530	5,530	2,500
α (°)	35	35	35
Cos α	0,82	0,82	0,82
Sin α	0,57	0,57	0,57
Mt (m)	12,38	12,38	6,4489
Wmin (m)	33	31	21

Rancangan Bukaan Tambang

Hasil dari perancangan *pit* L4E2 tiap bulan dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7. Total keseluruhan volume *overburden* yang dipindahkan sebesar 4.632.560 bcm dengan tonase batubara sebesar 253.240 ton dan *stripping ratio* (SR) 18,29:1. Perbandingan *stripping ratio* tiap bulan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 4

Jumlah *Overburden* dan Batubara *Pit* L4E2 Bulan Juni 2017

Bulan	Material	Target Produksi	Hasil Rancangan
Juni	<i>Overburden</i> (bcm)	1.478.799	1.529.370
	Batubara (ton)	60.000	60.485
	SR	24,65	25,29

Tabel 5

Jumlah *Overburden* dan Batubara *Pit* L4E2 Bulan Juli Tahun 2017

Bulan	Material	Target Produksi	Hasil Rancangan
Juli	<i>Overburden</i> (bcm)	1.300.968	1.325.520
	Batubara (ton)	62.100	62.163
	SR	20,95	21,32

Tabel 6
Jumlah *Overburden* dan Batubara Pit L4E2 Bulan Agustus 2017

Bulan	Material	Target Produksi	Hasil Rancangan
Agustus	<i>Overburden</i> (bcm)	957.590	983.800
	Batubara (ton)	77.625	77.872
	SR	12,34	12,63

Tabel 7
Jumlah *Overburden* dan Batubara Pit L4E2 Bulan September 2017

Bulan	Material	Target Produksi	Hasil Rancangan
September	<i>Overburden</i> (bcm)	792.043	793.870
	Batubara (ton)	51.750	52.720
	SR	15,31	15,06

Tabel 8
Stripping Ratio Pit L4E2 West Block Bulan Juni – September 2017

Bulan	<i>Stripping Ratio</i>
Juni	25,29 : 1
Juli	21,32 : 1
Agustus	12,63 : 1
September	15,06 : 1
Bulan Juni- September Tahun 2017	18,29 : 1

Peralatan Tambang

Peralatan mekanis untuk Bulan Juni - September Tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 9. Jumlah alat yang disediakan dapat dilihat di Table 10 dan Tabel 11.

Tabel 9
Peralatan Mekanis

Jenis Alat	Aktivitas	Peralatan
Alat Muat	Pemuatan Lapisan Tanah Penutup	1. Hitachi EX 2500-7 2. Komatsu PC 1250
	Pembongkaran dan Pemuatan Batubara	1. Hitachi EX 350
Alat Angkut	Pengangkutan Lapisan Tanah Penutup	1. Komatsu HD 785 2. Komatsu HD 465
	Pengangkutan Batubara	1. DT Scania P380

Tabel 10
Jumlah Alat Muat untuk Bulan Juni – September Tahun 2017

Peralatan	Jumlah Alat			
	Juni	Juli	Agustus	September
Hitachi EX 2500-7	3	3	3	2
Komatsu PC 1250	4	3	2	2
Hitachi EX350	3	3	3	3

Tabel 11
Jumlah Alat Angkut untuk Bulan Juni – September Tahun 2017

Peralatan	Jumlah Alat			
	Juni	Juli	Agustus	September
Komatsu HD 785	21	16	14	11
Komatsu HD 465	15	9	3	2
Scania P380	10	10	10	10

Waktu Kerja Tambang

Waktu kerja tambang adalah jumlah dari seluruh waktu yang tersedia yang dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. Untuk memudahkan dalam merencanakan, memperhitungkan dan menilai kinerja dari alat-alat mekanis, perlu mempertimbangkan adanya kehilangan waktu kerja sehingga didapatkan waktu kerja efektif. Dalam mempertimbangkan akan adanya kehilangan waktu kerja faktor yang dipertimbangkan adalah faktor alam, alat, dan manusia. Waktu kerja efektif pada bulan Juni – September 2017 dapat dilihat di Tabel 12.

Tabel 12
Jam Kerja Efektif Tiap Bulan

Bulan	Jam Kerja Efektif (jam)	
	Excavator	Truck
Juni	346,401	348,69
Juli	402,727	421,03
Agustus	427,653	415,62
September	408,099	444,72

Penjadwalan Batubara

Jumlah dan kualitas produksi batubara setiap bulan dapat dilihat pada Tabel 13, Tabel 14, dan Tabel 15, dan Tabel 16 sebagai berikut:

Perancangan dan Penjadwalan Produksi Bulanan...Uswatun Khasanah, dkk

Tabel 4.19
Tonase dan Kualitas Produksi Batubara Pit L4E2 Bulan Juni 2017

SEAM	COAL	CV	TS	ASH	IM	TM	CaO	Na ₂ O	FC	VM
C3	993	6.519	0,32	3,56	10,71	13,42	-	-	46,11	39,62
C3A	434	6.445	0,36	4,01	10,75	15,42	2,54	0,46	44,93	40,28
C3B	568	6.364	0,41	4,44	10,96	15,20	2,52	0,98	46,00	38,60
C4	3.707	6.018	2,93	11,99	8,07	12,82	2,46	0,94	37,78	42,74
C5	1.576	6.331	0,40	6,62	9,74	14,77	0,84	0,36	44,18	39,48
C6	31.792	6.733	0,33	4,02	8,42	11,92	9,50	5,12	44,48	42,83
C6A	4.998	6.505	0,57	5,66	8,92	13,28	5,45	2,36	44,26	41,16
C6B	2.884	6.590	2,07	4,99	8,68	13,70	5,47	2,47	43,96	42,37
L3	5.024	6.286	0,57	3,93	12,08	15,11	6,41	5,34	45,37	38,59
L4A	2.736	6.168	0,24	7,87	10,18	14,25	4,19	2,10	43,36	38,54
L4B	3.274	6.682	0,18	3,37	8,82	12,69	6,04	3,11	44,96	42,71
U4	2.499	6.310	0,53	5,91	10,92	16,02	3,85	0,94	44,48	38,69
TOTAL	60.485									

Keterangan:

- = Batubara dengan Low Total Sulphur (TS < 1%)
- = Batubara dengan High Total Sulphur Ekstrem (TS > 2%)

Tabel 4.20
Tonase dan Kualitas Produksi Batubara Pit L4E2 Bulan Juli 2017

SEAM	COAL	CV	TS	ASH	IM	TM	CaO	Na ₂ O	FC	VM
C4	910	6.097	3,10	11,50	8,33	12,90	1,92	1,42	39,07	42,22
C5	194	6.565	0,38	4,70	9,07	14,66	0,84	0,36	44,55	41,68
C6	22.015	6.676	0,39	4,39	8,53	11,88	8,99	4,89	44,34	42,41
C6A	3.837	6.501	0,57	5,67	8,94	13,14	5,57	2,21	44,31	41,09
C6B	3.239	6.586	2,07	5,04	8,64	13,56	5,69	2,41	43,85	42,47
L3	654	6.454	0,57	4,87	10,46	15,73	2,74	1,39	44,58	40,09
L4A	10.966	5.995	0,30	10,12	10,04	14,05	2,98	1,58	41,90	37,68
L4B	18.870	6.492	0,19	5,09	9,24	13,35	5,72	3,30	44,21	40,84
L4D	189	5.327	0,87	17,43	10,66	15,69	2,11	2,10	39,26	32,89
L4E	136	5.319	0,24	18,48	9,83	15,78	1,03	1,54	38,35	33,98
U4	1.153	6.299	0,62	6,31	10,74	15,94	3,85	0,94	43,89	39,05
TOTAL	62.163									

Keterangan:

- = Batubara dengan Low Total Sulphur (TS < 1%)
- = Batubara dengan High Total Sulphur Ekstrem (TS > 2%)

Tabel 4.21
Jumlah dan Kualitas Produksi Batubara Pit L4E2 Bulan Agustus 2017

SEAM	COAL	CV	TS	ASH	IM	TM	CaO	Na ₂ O	FC	VM
C4	65	5.710	2,54	14,73	7,81	12,63	3,01	0,58	35,35	42,57
C5	1.228	6.491	0,40	5,34	9,25	14,54	0,84	0,36	44,73	40,69
C6	45.456	6.687	0,38	4,11	8,65	11,80	8,87	4,96	44,60	42,31
C6A	11.589	6.515	0,57	5,49	8,94	13,15	5,59	2,34	44,43	41,13
C6B	7.089	6.585	2,05	5,06	8,61	13,39	6,09	2,50	43,68	42,65
L3	2.730	6.547	0,46	3,26	10,58	14,99	5,53	1,83	46,07	40,10
L4A	1.983	6.010	0,36	10,33	9,93	14,52	2,23	1,38	41,62	36,53
L4B	7.195	6.276	0,22	6,98	9,72	14,43	4,76	2,91	43,34	37,54
U4	537	6.322	0,55	5,82	10,88	15,98	3,85	0,94	44,52	38,76
TOTAL	77.872									

Keterangan:

- = Batubara dengan Low Total Sulphur (TS < 1%)
- = Batubara dengan High Total Sulphur Ekstrem (TS > 2%)

Tabel 4.22
Jumlah dan Kualitas Produksi Batubara Pit L4E2 Bulan September 2017

SEAM	COAL	CV	TS	ASH	IM	TM	CaO	Na ₂ O	FC	VM
C4	537	6.048	3,06	11,89	8,31	12,90	2,19	1,21	38,70	42,32
C5	3.182	6.537	0,39	4,97	9,15	14,57	0,84	0,36	44,61	41,28
C6	27.006	6.676	0,44	4,29	8,75	11,88	8,58	4,27	44,42	41,27
C6A	10.476	6.528	0,56	5,31	8,96	13,17	5,58	2,44	44,53	41,19
C6B	11.292	6.603	1,96	4,88	8,62	13,18	6,17	2,69	43,56	42,94
L3	227	6.302	0,52	3,94	12,20	15,15	5,57	4,72	45,43	38,41
TOTAL	52.720									

Keterangan:

- = Batubara dengan *Low Total Sulphur* (TS < 1%)
- = Batubara dengan *High Total Sulphur* (1% > TS > 2%)
- = Batubara dengan *High Total Sulphur Ekstrem* (TS > 2%)

IV. PEMBAHASAN

Rancangan Kemajuan Penambangan

Rancangan bukaan tambang harus memenuhi kriteria minimum lebar *front* kerja alat berdasarkan alat yang bekerja pada area tersebut yaitu sebesar 33 m. Lebar minimum *front* kerja alat akan mempengaruhi manuver alat yang bekerja. Hal ini dapat menyebabkan penurunan produktivitas alat muat dan alat angkut yang bekerja di *front* penambangan tersebut.

Lebar minimum *front* penambangan berdasarkan hasil rancangan bulan Juni – September 2017 yakni sebesar 50 m, sehingga rancangan tersebut memenuhi kriteria minimum lebar *front* kerja alat dan alat dapat bekerja lebih leluasa dengan area kerja yang lebih luas.

Penambangan yang dilakukan untuk mengambil batubara *seam* C6 dari bagian sebelah Selatan ke Utara searah *strike* lalu maju searah *dip* yaitu ke Timur, sedangkan penambangan yang dilakukan untuk mengambil batubara *seam* L4 dilakukan dari sebelah Utara ke Selatan searah *strike* lalu maju searah *dip* yaitu ke arah Timur. Hal ini ditujukan agar alat dapat bergerak lebih leluasa karena bagian kanan jenjang (*low wall*) berupa *floor* batubara landai yang memiliki *dip* 15° - 20°, sehingga dapat digunakan pula sebagai jalan angkut didalam *pit*.

Pushback Tiap Bulan

1. Pushback Bulan Juni 2017

Rancangan penambangan pada bulan pertama ini bertujuan untuk menambang batubara sejumlah 60.485 ton dengan target produksi batubara sebesar 60.000 ton dan membuka lapisan tanah penutup (*overburden*) sebanyak 1.529.370 bcm dengan target produksi sebanyak 1.478.799 bcm, sehingga didapatkan *stripping ratio* sebesar 24,65. Hal ini berarti hasil rancangan bulan Juni 2017 dapat diterapkan di lapangan agar target produksi bulan Juni 2017 terpenuhi.

2. Pushback Bulan Juli 2017

Rancangan penambangan pada bulan kedua ini bertujuan untuk menambang batubara sejumlah 62.163 ton dengan target produksi batubara sebesar 62.100 ton dan membuka lapisan tanah penutup (*overburden*) sebanyak 1.325.520 bcm dengan target produksi sebanyak 1.300.968 bcm, sehingga didapatkan *stripping ratio* sebesar 21,32. Rancangan bulan kedua ini dapat memenuhi target produksi. Hal ini berarti hasil rancangan bulan Juli 2017 dapat diterapkan di lapangan agar target produksi bulan Juli 2017 terpenuhi.

3. Pushback Bulan Agustus 2017

Rancangan penambangan pada bulan ketiga ini bertujuan untuk menambang batubara sejumlah 77.872 ton dengan target produksi batubara sebesar 77.625 ton dan membuka lapisan tanah penutup (*overburden*) sebanyak 983.800 bcm dengan target produksi *overburden* sebesar 957.590 bcm, sehingga didapatkan *stripping ratio* sebesar 12,65. Hal ini berarti hasil rancangan bulan Agustus 2017 dapat diterapkan di lapangan agar target produksi bulan Agustus 2017 terpenuhi.

4. Pushback Bulan September 2017

Rancangan penambangan pada bulan keempat ini bertujuan untuk menambang batubara sejumlah 52.720 ton dengan target produksi batubara sebesar 51.750 ton dan membuka lapisan tanah penutup (*overburden*) sebanyak 793.870 bcm dengan target produksi *overburden* sebesar 792.043 bcm, sehingga didapatkan *stripping ratio* sebesar 15,06. Hal ini berarti hasil rancangan bulan September 2017 dapat diterapkan di lapangan agar target produksi bulan September 2017 terpenuhi.

Penjadwalan Produksi Batubara

Untuk memenuhi target produksi yang telah ada, rancangan penambangan untuk bulan Juni – September 2017 hanya dapat mengejar bagian kanan *pit* (*seam* C6) dan lebih sedikit menggali bagian kiri *pit* (belum dapat memproduksi *seam* L4) dikarenakan masih besarnya jumlah *overburden* yang harus digali

dibagian kiri *pit* dan kurangnya ketersediaan alat yang ada.

Hasil penjadwalan produksi batubara tiap bulan yaitu:

1. Penjadwalan Produksi Batubara Bulan Juni 2017

Target produksi pada bulan Juni dapat terpenuhi dari hasil rancangan yang telah dibuat dengan kenaikan atau deviasi sebesar 3,4 % untuk material *overburden* dan 0,8 % untuk batubara. Kualitas batubara yang akan keluar yaitu batubara *Low TS* seperti *seam* C3, C3A, C3B, C5, C6, C6A, L3, L4A, L4B, dan U4 dan batubara dengan kualitas *High TS* seperti *seam* C4 dan C6B dengan *seam* yang paling banyak keluar pada bulan Juni yaitu *seam* C6. Hampir seluruh *seam* batubara yang akan keluar merupakan batubara dengan kualitas *High CV* (*seam* C3, C3A, C3B, C5, C6, C6A, C6B, L3, L4A, L4B, dan U4) dengan nilai $CV > 6.100$ kcal/kg kecuali *seam* C4 dengan nilai CV sebesar 6.018 kcal/kg.

2. Penjadwalan Produksi Batubara Bulan Juli 2017

Target produksi pada bulan Juli terpenuhi secara hasil rancangan yang telah dibuat dengan kenaikan atau deviasi sebesar 1,8 % untuk material *overburden* dan 0,1 % untuk batubara. Kualitas batubara yang akan keluar yaitu batubara *Low TS* seperti *seam* C5, C6, C6A, L3, L4A, L4B, L4D, L4E dan U4 dan Batubara dengan kualitas *High TS* seperti *seam* C4 dan C6B dengan *seam* yang paling banyak keluar pada Bulan Juli yaitu *seam* C6. Sebagian *seam* batubara yang akan keluar merupakan batubara dengan kualitas *High CV* (*seam* C5, C6, C6A, C6B, L3, L4B, dan U4) dengan nilai $CV > 6.100$ kcal/kg kecuali *seam* C4, L4A, L4D, dan L4E.

3. Penjadwalan Produksi Batubara Bulan Agustus 2017

Target produksi pada bulan Agustus terpenuhi secara hasil rancangan yang telah dibuat dengan kenaikan atau deviasi sebesar 2,7 % untuk material *overburden* dan 0,3 % untuk batubara. Kualitas batubara yang akan keluar yaitu batubara *Low TS* seperti *seam* C5, C6, C6A, L3, L4A, L4B, dan U4 dan batubara dengan kualitas *High TS* seperti *seam* C4 dan C6B dengan *seam* yang paling banyak keluar pada bulan Agustus yaitu *seam* C6. Hampir seluruh *seam* batubara yang akan keluar merupakan batubara dengan kualitas *High CV* (*seam* C5, C6, C6A, C6B, L3, L4B, dan U4) dengan nilai $CV > 6.100$ kcal/kg kecuali *seam* C4 dan L4A.

4. Penjadwalan Produksi Batubara Bulan September 2017

Target produksi pada bulan September terpenuhi secara hasil rancangan yang telah dibuat dengan kenaikan atau deviasi sebesar 0,2 % untuk material *overburden* dan 1,8 % untuk batubara. Kualitas batubara yang akan keluar yaitu batubara dengan kualitas *Low TS* seperti *seam* C5, C6, C6A, dan L3, batubara *High TS Ekstrem* yaitu *seam* C4, dan *Medium TS* yaitu *seam* C6B. *Seam* yang paling banyak keluar pada bulan September yaitu *seam* C6.

Sebagian *seam* batubara yang akan keluar merupakan batubara dengan kualitas *High CV* (*seam* C5, C6, C6A, C6B, dan L3) dengan nilai $CV > 6.100$ kcal/kg kecuali *seam* C4 dengan nilai CV sebesar 6.048 kcal/kg.

Rancangan Disposol

Jenis *disposal area* yang digunakan pada daerah penelitian adalah perpaduan *Valley Fill* dan *Terraced Dump*, hal ini disesuaikan dengan kondisi topografi yang terdapat banyak tebing atau lereng curam pada lokasi timbunan, Sehingga perencanaan *disposal area* yang dilakukan dengan pembuangan material *overburden* ke *wastedump* di bagian barat *pit* yang berupa lereng. Setelah lereng pada suatu luasan tertentu terisi selanjutnya ditimbunlah material *overburden* ini ke atas.

Rancangan *disposal* bertujuan untuk menampung *overburden* bulan pertama sebesar 2.276.469 lcm, bulan kedua sebesar 3.578.100 lcm, bulan ketiga sebesar 4.835.200 lcm, dan bulan keempat sebesar 5.734.100 lcm. Rancangan *disposal* ini mampu menampung *overburden* yang harus dipindahkan bulan pertama sebesar 1.860.937,42 lcm, bulan kedua sebesar 3.473.830,15 lcm, bulan ketiga sebesar 4.670.917,99 lcm, dan bulan keempat sebesar 5.636.899,006 lcm. *Overburden* hasil pembongkaran kemajuan penambangan ditumpahkan pada sisi barat *pit* L4E2 kemudian didorong dan diratakan menggunakan Bulldozer D 155 dan D 375 kedalam lereng disamping *pit* L4E2.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Perancangan *pit* L4E2 *West Block* dari hasil penelitian ini telah memenuhi target produksi bulan Juni – September Tahun 2017 dan dapat diterapkan di lapangan. Rancangan ini memiliki hasil produksi *overburden* dan batubara sebesar:
 - a. Pada bulan Juni 2017 lapisan *overburden* yang terbongkar sebesar 1.529.370 bcm dan batubara tertambang 60.485 ton dengan *stripping ratio* 25,29:1.
 - b. Pada bulan Juli 2017 lapisan *overburden* yang terbongkar sebesar 1.325.520 bcm dan batubara tertambang 62.163 ton dengan *stripping ratio* 21,32:1.
 - c. Pada bulan Agustus 2017 lapisan *overburden* yang terbongkar sebesar 983.800 bcm dan batubara tertambang 77.872 ton dengan *stripping ratio* 12,62:1.
 - d. Pada bulan September 2017 lapisan *overburden* yang terbongkar sebesar 793.870 bcm dan batubara tertambang 52.720 ton dengan *stripping ratio* 15,06:1.
2. Hasil dari penjadwalan produksi batubara bulan Juni – September 2017 telah memenuhi target produksi dan batubara yang diproduksi merupakan *seam* C3, C3A, C3B, C5, C6, C6A, L3, L4B, dan U4 dengan kualitas *high CV – low TS*, *seam* C6B

- dengan kualitas *high CV – high TS Ekstrem, seam L4A, L4D, dan L4E* dengan kualitas *low CV– low TS*, dan *seam C4* dengan kualitas *low CV– high TS Ekstrem*.
3. Hasil rancangan disposal pada penelitian ini dapat menampung volume *overburden* yang harus dipindahkan pada setiap bulannya sebesar 2.276.469 lcm, 3.578.100 lcm, 4.835.200 lcm, dan 5.734.100 lcm sehingga hasil rancangan disposal ini dapat diterapkan di lapangan.

Saran

Dalam rancangan penambangan yang telah dibuat, maka perlu dilakukan:

1. Perlu penambahan jumlah alat muat dan alat angkut untuk memproduksi batubara bagian kiri *pit (seam C6)* karena masih besarnya lapisan *overburden* yang ada pada daerah tersebut.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai besar nilai CBR material di area penambangan agar perkerasan jalan lebih optimal.
3. Perlu dilakukan penelitian mengenai pemadatan material dengan *compactor* sesuai *standart operation project* pada *disposal* untuk menambah daya dukung tanah, agar *disposal* tidak mudah longsor dan perancangan volume *disposal* lebih efektif.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Indominco Mandiri yang merupakan lokasi penelitian dan telah memfasilitasi sebuah *personal computer* (laptop) yang dilengkapi dengan *software Minescape* dan *software Xpac* selama melakukan penelitian.

VII. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1998, *Mine Road Design Manual*, BHP Engineering Brisbane: Australia.
2. Awang Suwandhi, 2004, *Diktat Perencanaan Tambang Terbuka seri Perencanaan Jalan Tambang*, Universitas Islam Bandung: Bandung.
3. BSN. 2011. *Klasifikasi Sumberdaya dan cadangan barubara*. SNI.
4. Chironis, N.P., 1978, *Coal Age Operating Handbook of Coal Surface Mining and Reclamation*, Vol. 2 -- Coal Age Library of Operating Handbooks. Coal Age Mining Informational Services, McGraw-Hill, Inc.: New York.
5. Couzens, T. R., 1979, *Aspects of Production Planning: Operating Layout and Phase Plans. Open Pit Mine Planning and Design*, SME-AIME : New York.
6. Darling, P, 2011, *SME Mining Engineering Handbook*. Society For Mining, Metallurgy and Exploration, Inc.: United States of America.
7. Glover, T. J., 1995, *Pocket Ref*, Sequoia Publishing, Inc.: United States of America.
8. Goodyear, 1992, *Personal Communication*.
9. Hartman H, 1987, *Introductory Mining Engineering*, The University of Alabama, Tuscaloska: Alabama
10. Hustrulid, W. & Kuchta, M., 2013, *Open Pit Mine Planning and Design : Vol, 1-Fundamentals, Chapter 4*, AA Balkema: Netherland.
11. Kaufman, W.W. & J.C. Ault, 1977, *Design of Surface Mine Haulage Roads- A Manual*, Bureau of Mines: Pittsburgh.
12. Komatsu, *Komatsu Specification and Application Handbook Edition 28, Section 17A*, Maret 2014, Komatsu: Japan.
13. Partanto Prodjosumarto, 1989, *Tambang Terbuka*, Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Pertambangan ITB: Bandung.
14. Pettijohn, Potter, dkk, 1973, *Sand and Sandstone*, Spinger Verlag: New York, Heidenberg, dan Berlin.
15. PT. Indominco Mandiri, 1992, *Report on Coal Exploration*, PT. Indominco Mandiri, Tbk., PT. Indominco Mandiri, Tbk.: Kalimantan Timur.
16. PT. Indominco Mandiri, 1997, *Data Laporan Departemen Geologi*, PT. Indominco Mandiri, Tbk., PT. Indominco Mandiri, Tbk.: Kalimantan Timur.
17. PT. Indominco Mandiri, 2017, *Data Laporan Departemen Geologi*, PT. Indominco Mandiri, Tbk., PT. Indominco Mandiri, Tbk.: Kalimantan Timur.
18. PT. Indominco Mandiri, 2017, *Data Laporan Departemen Mine Plan*, PT. Indominco Mandiri, Tbk., PT. Indominco Mandiri, Tbk.: Kalimantan Timur.
19. Ritchie, A. M., 1963, *Evaluation of Rockfall And Its Control. Highway Research Record 17, Stability of Rock Slopes*, Highway Researches Board, National Researches Council: Washington D.C..
20. Seelye, E. E., 1945, *Design Data Book for Civil Engineers Volume 1*, John Wiley & Sons, Inc: New York.
21. Silvia Sukirman, 1999, *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, NOVA: Bandung,
22. Tannant, D. D., Regensburg B, 2001, *Guidelines For Mine Haul Road Design*, University of Alberta, Canada
23. Tim Dosen Jurusan Teknik Pertambangan, 2007, *Buku Panduan Praktek Tambang Terbuka*, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas

Perancangan dan Penjadwalan Produksi Bulanan...Uswatun Khasanah, dkk

- Teknologi Mineral, UPN Veteran, Yogyakarta: Yogyakarta.
24. Waterman Sulistyana, 2015, *Perencanaan dan Perancangan Tambang*, Jurusan Teknik Pertambangan, UPN Veteran Yogyakarta: Yogyakarta.
25. Yanto Indonesianto, 2014, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta: Yogyakarta.