

DESAIN TEKNIS PITPENAMBANGAN BATUBARA DENGAN TARGET PRODUKSI 630.000 TON PER TAHUN DIPIT 5 PT. GOLDEN GREAT BORNEO KABUPATEN LAHAT, SUMATERA SELATAN

TEHNICAL DESIGN OF COAL MININGPITWITH PRODUCTION TARGET 630.000 TON PER YEAR INPIT 5 ATPT. GOLDEN GREAT BORNEO LAHAT REGENCY, SOUTH SUMATERA

Erfan Ady Indrawan¹, M. Taufik Toha², Bochori³

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang Prabumulih KM.32, Indralaya, Sumatera Selatan, 30662, Indonesia

Telp/fax: 081369191477;E-mail: erfanadyindrawan@gmail.com

ABSTRAK

PT. Golden Great Borneo akan membuka pit baru yaitu pit 5. Target produksi batubara tahunan sebesar 630.000 ton. Nilai stripping ratio (SR) yang diizinkan perusahaan sebesar 2 BCM/ton. Perencanaan teknis desain pit yang terjadwal, aman, dan mampu menunjang pencapaian target produksi tahunan dengan nilai SR yang diizinkan diperlukan sebelum dilakukan kegiatan penambangan pada lokasi tersebut. Desain pit dibuat dengan software minescape 4.118, geometri jenjang mempertimbangkan rekomendasi konsultan geoteknik, dan pengujian faktor keamanan (FK) lereng menggunakan software slide 5.0 metode bishop. Hasil rancangan desain pit limit didapat luas bukaan 44,53 Ha, dengan geometri: tinggi 10m, lebar pada pit limit 4m, lebar lereng kerja minimum 11m, single slope 60° dan overall slope 47° jumlah batubara 5.646.694 ton, volume overburden (OB) 11.228.85 BCM, nilai SR 2,0, nilai FK minimum 2,621 dan dikategorikan aman. Tonase batubara pada desain sequencetahunan mampu memenuhi 100% target produksi tahunan ditambah losses 10% pada tahun 1 sampai 8, sedangkan pada tahun 9 sebesar 13% target produksi tahunan dengan nilai SR 1,51-2,38. Disposasi didesain dengan geometri tinggi 5m, lebar lereng 10m, single slope 27°, dan overall slope >18° Hasil desain disposasi didapat kapasitas total 11.141.130CCM dan nilai FK minimum 2,351. Kebutuhan alat gali muat tipe backhoe Komatsu PC 400LC adalah 3 unit pada tahun 1 sampai 8 dan 2 unit pada tahun 9. Kebutuhan alat angkut tipe dump truck UD Truck CWB adalah 19 unit pada tahun 1, 22 unit tahun 2, 29 unit tahun 3, 28 unit tahun 4, 26 unit tahun 5, 25 unit tahun 6, 28 unit tahun 7, 16 unit tahun 8, dan 9 unit tahun 9.

Kata Kunci: Desain Pit, Stripping ratio, Target Produksi, Minescape 4.118

1. PENDAHULUAN

PT. Golden Great Borneo (GGB) terletak di Desa Prabumenang, Kabupaten Lahat. Metode yang diterapkan yaitu metode tambang terbuka *strip mine* dengan kombinasi *backhoe* dan *dump truck*. Target produksi batubara tahunan sebesar 630.000 ton per tahun. Nilai stripping ratio (SR) yang diizinkan perusahaan sebesar 2 BCM/ton. Jumlah cadangan yang ditambang pada pit 4 akan segera habis pada bulan Oktober 2016, sehingga PT.GGB akan membuka pit baru pada daerah penelitian yaitu pit 5. Perencanaan teknis desain pit diperlukan agar didapat rencana penambangan yang terjadwal, aman, dan mampu menunjang pencapaian target produksi tahunan dengan nilai SR yang diizinkan perusahaan, sebelum dilakukan kegiatan penambangan pada pit 5. Kegiatan perancangan menggunakan software minescape 4.118 dan *rosience slide* 5.0 dilakukan di PT. GGB yang memiliki lisensi resmi software tersebut.

Perumusan masalah yang dibahas yaitu (1) Bagaimanakah desain pit limit pada penambangan batubara di pit 5 dengan batas nilai stripping ratio allowable sebesar 2:1? (2) Bagaimanakah desain pit penambangan batubara dan desain penimbunan tiap tahun di pit 5 untuk menunjang upaya pencapaian target produksi batubara 630.000 ton per tahun? (3) Bagaimana kebutuhan alat gali muat dan alat angkut untuk menunjang pencapaian target produksi batubara dan overburden (OB) tahunan sesuai desain pit yang telah dirancang?

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan desain pit limit di pit 5 berdasarkan parameter stripping ratio, geometri lereng yang aman, dan keadaan lapisan batubara serta topografi, merencanakan sequence desain pit tahunan pada pit 5 sesuai target produksi batubara tahunan 630.000 ton dari awal sampai akhir penambangan (pit limit),

merencanakan desain *disposal* berdasarkan geometri lereng yang aman, lokasi yang sesuai, dan jumlah *overburden* hasil kegiatan penambangan *pit* 5 tahunan, dan merencanakan jumlah kebutuhan alatgali muat dan alat angkut untuk menunjang pencapaian target produksi batubara dan *overburden* tahunan.

Perencanaan merupakan penentuan persyaratan teknik pencapaian sasaran dan tujuan kegiatan beserta urutan teknis pelaksanaannya [1]. Perencanaan tambang berdasarkan waktu dikelompokkan menjadi perencanaan jangka panjang, menengah, pendek, dan alternatif [2]. Perencanaan teknis desain *pit* berperan penting sebagai kontrol keamanan operasional, sebagai estimasi cadangan bahan galian yang akan ditambang, acuan perencanaan dan operasional penambangan, serta sebagai acuan perencanaan infrastruktur.

Parameter yang mempengaruhi batas penambangan (*pitlimit*) diantaranya *stripping ratio*, geometri lereng, serta kondisi topografi dan geologi [3]. Nilai *stripping ratio* yang diizinkan didapat setelah memperhitungkan nilai *break evenstripping ratio* (BESR) yaitu dimana terjadi titik impas ya, tidak ada untung bagi perusahaan namun tidak pula menderita kerugian [4]. Arah kemajuan dalam penambangan disesuaikan dengan arah persebaran lapisan batubara [5].

Desain *pit* ditekankan pada desain geometri lereng, terdiri dari tinggi, lebar, kemiringan tunggal, dan kemiringan keseluruhan jenjang [6]. Alat gali muat yang digunakan harus mampu mencapai pucuk atau bagian atas jenjang, kurang lebih sama dengan tinggi pemotongan maksimum (*maximum cutting height*) agar aktivitas *loading* optimal [7]. Tinggi jenjang maksimum dapat dihitung dengan persamaan (1) [8] Lebar jenjang minimum atau *safety bench* digunakan pada lereng akhir penambangan (*pitlimit*) dapat dihitung dengan persamaan (2), sedangkan pada kegiatan penambangan lebar lereng dibuat lebih lebar (*working bench*) dihitung dengan persamaan (3) [6]. Geometri lereng yang direkomendasikan pada beberapa perusahaan lain dapat diketahui dari literatur (Tabel 1).

$$\text{Bench height} = \text{Boom height excavator} + 3 \text{ meter} \quad (1)$$

$$\text{Lebar minimum bench(SB)} = 4,5 \text{ ft} + 0,2 \times \text{tinggi bench} \quad (2)$$

$$\text{Working bench (WB}_{\min}) = (3 \times \text{Lebar alat angkut terbesar}) + 3 \text{ meter} \quad (3)$$

Geometri jalan tidak dibahas detail pada penelitian ini, lebar *minimum* pada jalan lurus dan tikungan dapat dihitung dengan persamaan (4), (5), dan (6) sesuai “*American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Manual Rural High Way Design*”[18], dengan *grade* yang sudah umum diterapkan yaitu 8% [19].

$$\text{Lebar pada jalan lurus} = n \cdot w_t + (n+1)(\frac{1}{2} \cdot w_t) \quad (4)$$

$$\text{Lebar jalan pada tikungan} = n(U + Fa + Fb + Z) + C \quad (5)$$

$$C = Z = 0,5 (U + Fa + Fb) \quad (6)$$

Keterangan:

n = Jumlah jalur jalan angkut

w_t = Lebar alat angkut terbesar (m)

Fa = Lebar jantai depan, dikoreksi dengan sinus sudut belok roda depan, (m)

Fb = Lebar jantai belakang, dikoreksi dengan sinus sudut belok roda depan (m)

U = Lebar alat angkut (m)

C = Jarak antara dua *dump truck* yang akan bersimpangan (m)

Z = Jarak sisi luar *dump truck* ke tepi jalan (meter)

Nilai faktor keamanan (FK) pada kestabilan lereng dipengaruhi oleh geometri lereng, karakteristik fisik dan mekanik material pembentuk lereng meliputi bobot isi (γ), porositas dan kandungan air, kohesi (c), dan sudut geser dalam (ϕ). Faktor gaya-gaya dari luar (trafik alat, gempa bumi dll) dan struktur geologi (kekar dan sesar). Lereng dikatakan aman apabila nilai faktor keamanan $> 1,25$ [20].

Tabel 1. Rekomendasi geometri lereng pada perusahaan lain

Rekomendasi Lereng Penambangan						Rekomendasi Lereng Timbunan (Waste Dump)					
Perusahaan	Tinggi(m)	Lebar(m)	Single slope (°)			Perusahaan	Tinggi(m)	Lebar(m)	Kemiringan (°)		FK
			Low wall	Side wall	High wall				single slope	overall slope	
PT.CPMM [3]	10	4	55	55	55	PT. BAS [13]	5	5	45	20	1,37
PT.FBS [9]	10	4	-	-	60	PT. PGU [14]	40	-	-	15	1,94
PT.TBS [10]	10	4	30	50	55	PT. CK [15]	10	5	43	-	>1,25
PT.AM [11]	10	3	-	-	60	PT. KA [16]	10	10	20	15	1,89
PT.WPS [12]	7	3	-	-	60	PT. KPC [17]	10	75	34	-	1,94

Jarak angkut rencana tahunan ditentukan setelah desain penambangan dan desain *disposal* dihasilkan. Berdasarkan jarak angkut rencana ini, dapat diprediksi lama waktu edar alat angkut dengan membagi jarak angkut rencana tahunan dengan kecepatan rata-rata alat angkut. Kecepatan rata-rata alat angkut dapat diukur pada kegiatan penambangan di lapangan.

Produktivitas alat gali muat dipengaruhi oleh kapasitas *bucket* alat gali muat sesuai spesifikasi alat [21], *cycle time* prediksi, *persenswell factor*, dan faktor koreksi yang terdiri dari faktor pengisian *bucket* alat gali muat, dan efisiensi kerja [22]. Produktivitas alat gali muat dihitung dengan persamaan (7). Produktivitas alat angkut dipengaruhi oleh jumlah pengisian terhadap alat gali muat, kapasitas *bucket* alat angkut, faktor koreksi pengisian *bucket*, *persen swell factor*, efisiensi kerja, dan *cycle time*. Produktivitas alat angkut dihitung dengan persamaan (8) [23].

$$Q = \frac{K_b \times F_b \times S_f \times Eff \times 3600}{CT} \quad (7)$$

$$Q = \frac{n \times K_b \times F_b \times S_f \times Eff \times 3600}{CT} \quad (8)$$

Keterangan:

Q = Produktivitas alat angkut, (Bcm/jam)

n = Frekuensi pengisian *truck*

K_b = Kapasitas *bucket* spesifikasi alat gali muat, (m^3)

F_b = Faktor koreksi pengisian *bucket*, (%)

CT = Waktu edar alat angkut, (detik)

Eff = Efisiensi kerja alat angkut, (%)

S_f = *Swell factor*, (%)

Produksi alat tahunan dapat dihitung dengan mengalikan produktivitas alat dengan jam kerja efektif tahunan (*working hours*), sedangkan kebutuhan alat gali muat dan alat angkut didapat dengan membagi target produksi batubara dan *overburden* tahunan dengan produksi alat tahunan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Kegiatan penelitian dilakukan pada tanggal 6 Juni 2016 sampai 29 September 2016. Penelitian dilakukan di PT. Golden Great Borneo, yang terletak di Desa Prabumenang, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu studi literatur, pengambilan data, pengolahan data dan analisis data.

Pengambilan data yang dilakukan berupa data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil yaitu data *cycle time* alat gali muat sebanyak 30 kali. Data *cycle time* alat angkut beserta jarak tempuh alat angkut *real* sebanyak 30 kali. Data *cycle time* dihitung dengan alat *stopwatch*. Jarak tempuh alat angkut dicatat dengan alat pengukur jarak yang terdapat pada *dump truck* (*odometer*). Data sekunder yang diambil yaitu data rencana produksi tahun 2016, data nilai *stripping ratio* yang diizinkan manajemen perusahaan, data model *seam* batubara (*stratmodel minescape*), peta topografi, koordinat WIUP, peta perencanaan jangka panjang, data rekomendasi geoteknik [24], data parameter geoteknik material meliputi; bobot isi (γ), kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ), spesifikasi alat gali muat dan alat angkut yang saat ini digunakan, data rencana kehilangan waktu kerja akibat hujan dan *slippery* tahun 2015/2016, dan *mechanical availability plan*.

Pengolahan dan analisis yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yaitu; (1) Data topografi, koordinat WIUP, persebaran batubara melalui model *seam* batubara, rekomendasi geoteknik, nilai *stripping ratio* yang diizinkan perusahaan dan spesifikasi alat diolah menggunakan aplikasi *minescape 4.118* dan *microsoft excel* sehingga didapat desain *pit limit* beserta jalan aksesnya. Desain *pit limit* dihitung total volume *overburden* dan tonase batubaranya menggunakan metode *triangular grouping* dengan bantuan *minescape 4.118* dengan asumsi ketebalan batubara pada kontur *roof* dan *floor* ditinggalkan masing-masing 10 cm sebagai *loses*. Analisis pada tahap ini adalah penentuan posisi batasan penambangan dan pencocokan nilai *stripping ratio* desain *pit limit* dengan nilai SR yang diizinkan perusahaan. (2) Data hasil desain *pit limit* dan target produksi batubara tahunan diolah untuk mendapatkan umur tambang dengan asumsi *loses* 10% sehingga didapat jumlah desain *sequence* penambangan tahunan yang harus didesain beserta target produksinya, kemudian diolah dengan aplikasi *minescape 4.118* hingga didapat desain *sequence* tahunan. Analisis penentuan urutan lokasi *sequence* desain tahunan mempertimbangkan desain *pit limit*, lokasi *disposal*, arah persebaran lapisan batubara, dan nilai *stripping ratio* tahunan. Data volume *overburden* yang dihasilkan kegiatan penambangan, data topografi, dan rekomendasi geoteknik untuk lereng timbunan diolah dengan menggunakan *minescape 4.118* untuk menghasilkan desain *disposal*. Faktor keamanan lereng penambangan dan *disposal* didapat dengan mengolah data model lereng *cross section* penambangan *pit limit*, dan pada model lereng *cross section final disposal*, serta karakteristik material lereng (bobot isi kondisi jenuh (γ), kohesi (c), dan sudut geser dalam (ϕ)) pada aplikasi *roscience slide 5.0* metode bishop beban statis. (3) Data *cycle time* alat gali muat dan alat angkut aktual dan jarak angkut aktual diolah untuk mendapatkan kecepatan alat rata-rata. Data kecepatan alat rata-rata dan jarak angkut rata-rata pada desain *pit* tahunan diolah untuk mendapatkan nilai prediksi *cycle time* alat angkut. Data prediksi *cycle time* alat gali muat dan alat angkut, data spesifikasi alat, data faktor koreksi, dan data *working hours* tahunan diolah untuk mendapatkan

produktivitas alat tahunan. Data produktivitas alat tahunan, target produksi batubara dan *overburden* tahunan diolah sehingga diketahui jumlah kebutuhan alat gali muat dan alat angkut tahunan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

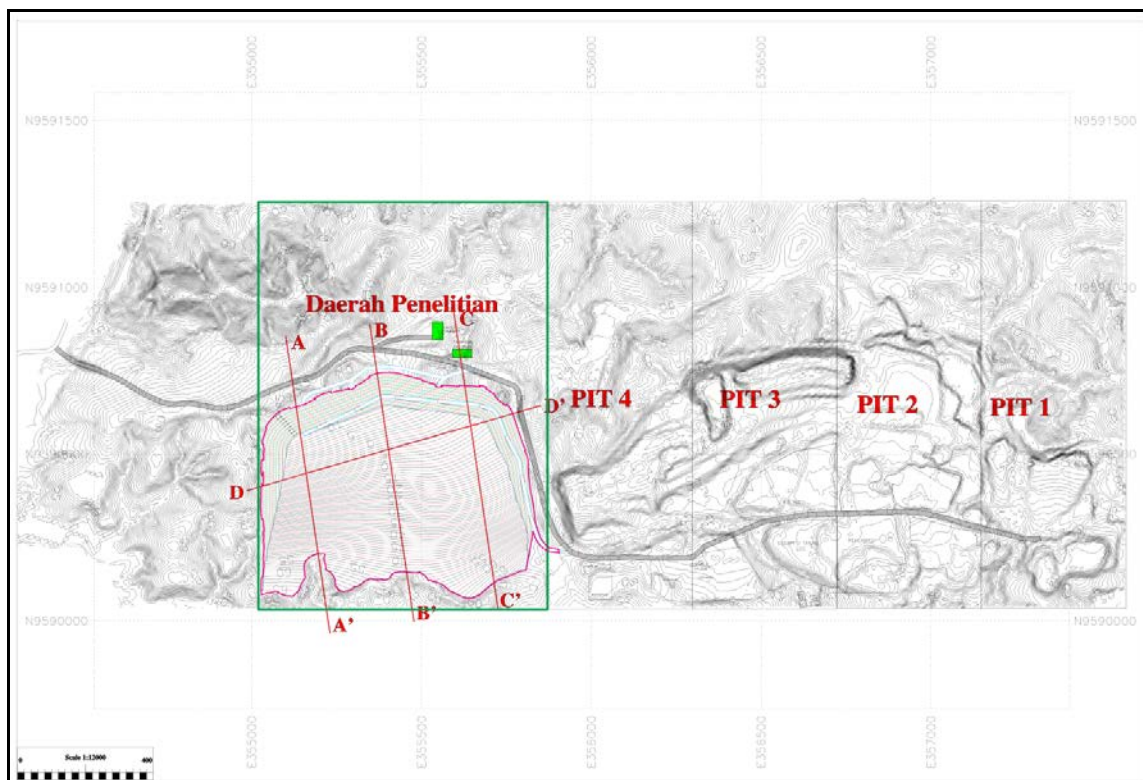
3.1. Desain Pit Limit

Desain *pit limit* direncanakan dengan mempertimbangkan rekomendasi geoteknik, yaitu tinggi lereng dapat mencapai 15 m, lebar lereng 6 m dengan kemiringan lereng tunggal 60° untuk *high wall* dan *side wall*, sedangkan untuk *low wall* mengikuti kontur *floor seam* batubara S30 dengan *dip* 7° - 14° . Alat gali muat yang digunakan adalah *backhoe* Komatsu PC 400 LC dengan *boom height excavator* 7,060 m, sehingga tinggi *bench* yang akan digunakan adalah 10 m, lebar lereng minimum (*safety bench*) 4 m, dan lebar lereng kerja minimum 11 m. Kemiringan tunggal digunakan sama dengan rekomendasi yaitu 60° . Geometri lereng *disposal* rekomendasi tinggi 5 m, lebar lereng 10 m, dan kemiringan lereng tunggal 27° . Geometri *disposal* yang akan diterapkan sama dengan geometri yang direkomendasikan.

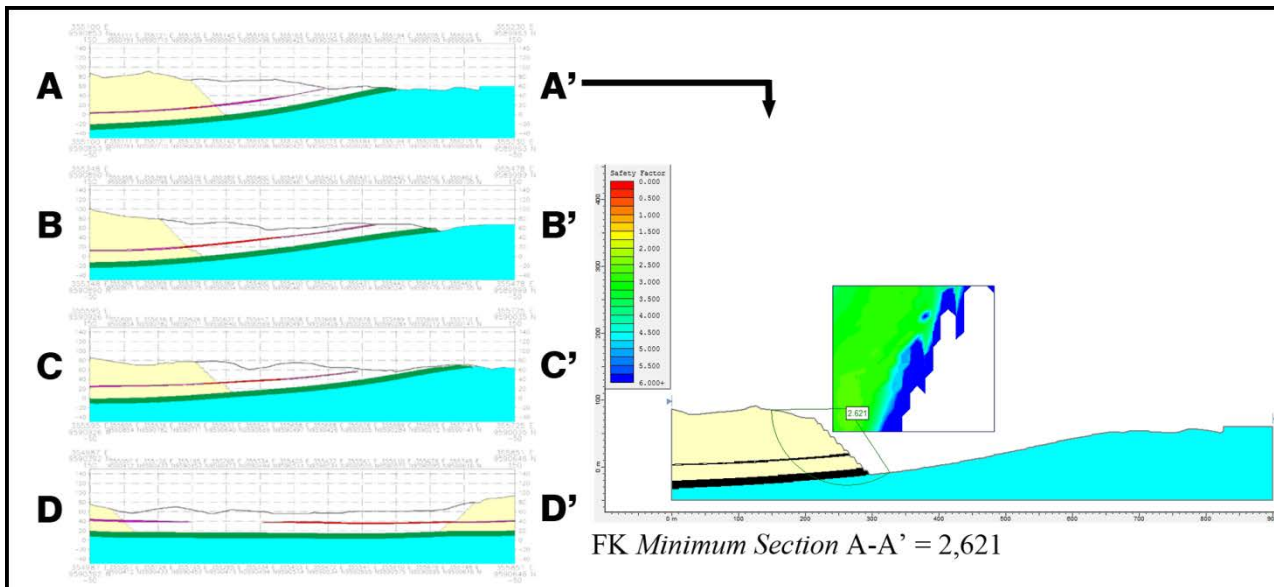
Desain *pit limit* direncanakan dengan batas-batas berikut; (1) Batas kedalaman, kontur *floor seam* batubara terendah yaitu *seam* S30, (2) Bagian selatan, berbatas *subcrop line* *floor* batubara *seam* S30, (3) Bagian barat, sampai batas daerah penelitian karena searah dengan *strike* lapisan batubara, (4) Bagian timur, *pit limit* juga dirancang sampai batas daerah penelitian karena searah dengan *strike* lapisan batubara, (5) Batas utara, *trial and error* sampai didapat nilai SR2 pada *high wall*, karena searah dengan arah *dip* batubara, (6) Lebar RAMP dibuat sebesar 10 m, dengan *grade* 8%.

Desain *pit limit* (Gambar 1) yang dihasilkan memiliki total luas bukaan 43,27 Ha, tinggi lereng keseluruhan desain *pit limit* sebesar 85 m pada *high wall*. Elevasi terendah *pit* pada bagian utara mencapai -10 mdpl dengan elevasi lereng tertinggi mencapai +75 mdpl, elevasi terendah *pit* bagian barat mencapai -10 mdpl dengan elevasi tertinggi sebesar +75 mdpl, elevasi terendah *pit* dibagian timur mencapai +5 mdpl dengan elevasi tertinggi +75 mdpl, sedangkan bagian selatan *pit* mengikuti kontur *floor seam* S30 batubara. Jumlah tonase batubara total 5.646.694 ton dan volume *overburden* 11.228.857 BCM. Nilai *stripping ratio* keseluruhan 2 BCM/ton. (Tabel 1)

Pengujian nilai faktor keamanan (FK) desain *pit* 5 dilakukan pada *cross section* desain *pit* 5 (Gambar 2). Model lereng *cross section* dari aplikasi *minescape 4.118*, data karakteristik material penyusun lereng yang didominasi dari *claystone*, *coal*, dan *sandstone* diinput kedalam aplikasi *roscience slide 5.0* metode bishop dan didapatkan nilai FK terkecil pada *cross section* A-A' sebesar 2,621, sedangkan nilai FK *section* B, C, D bagian barat, dan D bagian timur berturut-turut; 2,650, 2,960, 2,957, dan 2,700. Nilai FK > 1,25 maka lereng penambangan tergolong aman.



Gambar 1. Desain Pit Limit Pit 5



Gambar 2. Cross Section Pit 5 dan Model Kemantapan Lereng Pit Limit Section A-A'

Tabel 1. Tabulasi Volume Overburden dan Tonase Batubara Desain Pit Limit

Keterangan	UNASSIGNED	S20A	S20	S20B	S30	TOTAL	SR
Tonase Batubara (Ton)	0	211.426	336.977	112.499	4.985.792	5.646.694	2,0
Volume Overburden (BCM)	1.407	2.134.262	3.431.165	128.796	5.533.227	11.228.857	

3.2. Desain Sekuen Pit dan Disposal

Desain *pit limit* yang telah dirancang menjadi acuan untuk merencanakan desain sekuen *pit* tahunan (Gambar 3). Jumlah tonase batubara yang terdapat pada desain *pit limit* diketahui adalah 5.646.694 ton, sedangkan target produksi batubara tahunan adalah 630.000 ton. *Loses* direncanakan sebesar 10%. Jumlah tonase batubara yang direncanakan di dalam *sequence* penambangan setelah penambahan 10% dari target produksi tahunan adalah sebesar 693.000 ton, maka umur tambang *pit 5* adalah 8,15 tahun. Hasil desain *pit* penambangan *sequence* tahunan yaitu; (1) Desain tahun 1 dirancang dekat dengan *subcrop line* memudahkan alat untuk memproduksi batubara lebih cepat di awal, lereng kerja yang meluas ke arah utara searah *dip seam* batubara menyeimbangkan nilai *stripping ratio* yang dihasilkan dan mengurangi jumlah volume material *overburden* yang harus digali pada tahun berikutnya. Lokasi yang dipilih juga merupakan lokasi yang terdekat dengan lokasi rencana *disposal* sehingga diharapkan mampu memangkas kebutuhan jumlah alat dimana pada tahun ini jumlah *overburden* yang perlu dibongkar sedikit lebih banyak dari rata-rata. (2) Desain *pit* tahun 2 memiliki elevasi yang relatif lebih dalam dari pada desain *pit* tahun 1, meluas ke arah utara menuju arah *dip seam* batubara, hal ini bertujuan untuk memaksimalkan rencana awal membuka daerah *mine out* pada bagian timur laut *pit 5*. (3) Desain *pit* 5 tahun 3 merupakan *sequence* lanjutan dari desain *pit* tahun 2, pada tahap ini kegiatan penambangan ke arah utara telah mencapai *limit*. (4) Desain *pit* tahun 4 dibuat melebar ke arah barat mengikuti *strike seam* batubara, pemilihan lokasi kemajuan tambang di sebelah desain *pit sequence* tahun 1 agar pencapaian target produksi batubara dapat lebih mudah dengan adanya *subcrop line*. (5) Desain *pit* tahun 5 melanjutkan desain penambangan tahun 4 *layer by layer*, tidak ada penambahan luas. (6) Desain *pit* tahun 6 melanjutkan desain penambangan tahun 5 tidak ada penambahan luas, pada tahapan ini kegiatan penambangan ke arah utara telah mencapai *limit*. (7) Desain *pit* tahun 7 dimulai dari arah selatan sehingga batubara dapat didapatkan dengan lebih cepat karena ketebalan lapisan tanah penutup yang relatif tipis. *Stripping ratio* dapat diatur dengan menggali lapisan *overburden* pada bagian utara *pit 5* (8) Desain *pit* tahun 8 dibuat mengikuti pola yang sudah terbentuk. Lereng desain *sequence* tahun 8 umumnya telah mencapai batas *pit limit pit 5* yang telah dirancang sebelumnya. Jumlah volume *overburden* pada *sequence* tahun ini lebih sedikit dari pada rata-rata dikarenakan jenjang yang terbentuk sebagian besar adalah jenjang *minimum (safety bench)*. (9) Desain *pit* tahun 9 dirancang. Desain *pit sequence* tahun 1 sampai tahun 8 mampu menunjang 100% target produksi batubara tahunan, sedangkan tahun 9 hanya mampu menunjang 13,10% rencana produksi tahunan (Tabel 2).

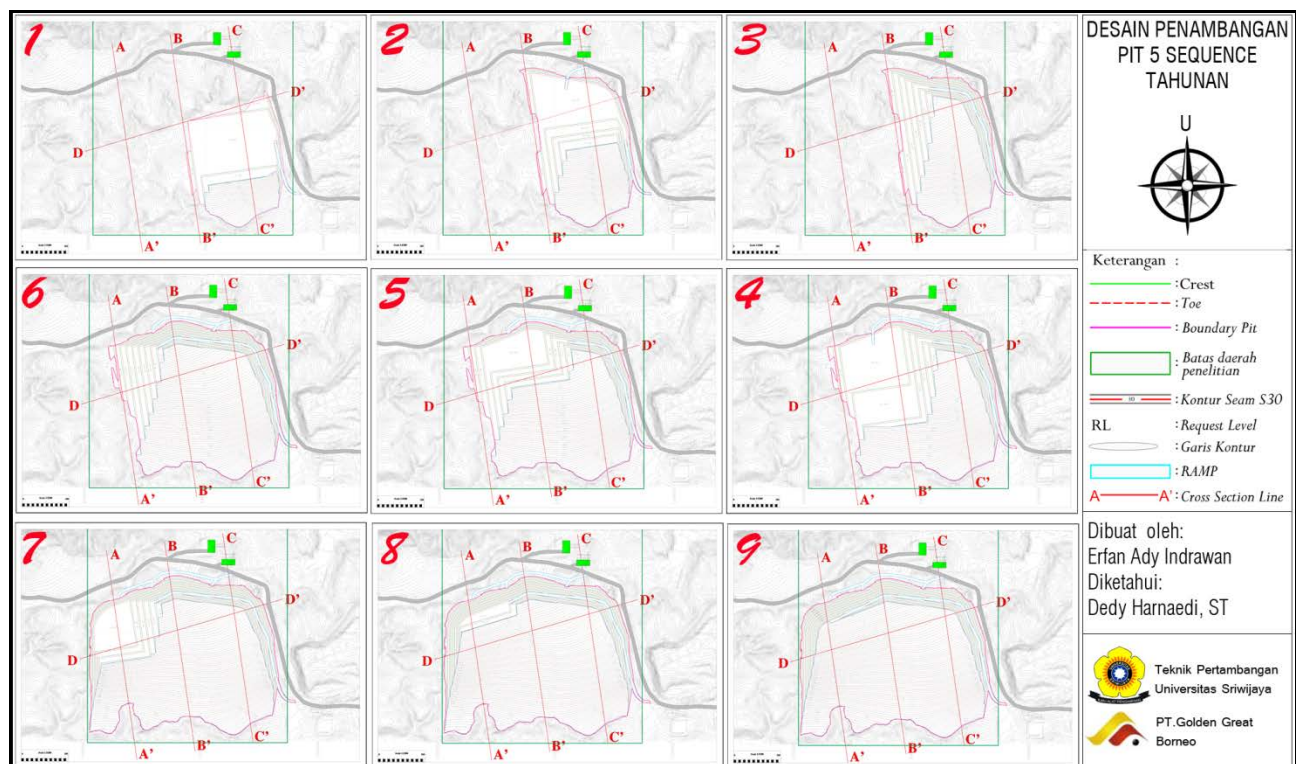
Desain timbunan (*disposal*) (Gambar 4) didesain menyesuaikan volume *overburden* hasil desain *pit 5*, dengan rekomendasi lereng timbunan konsultan geoteknik yaitu tinggi 5 m, lebar 10 m, kemiringan lereng tunggal 27°. Volume kapasitas desain *pit* tahunan disiapkan 10% lebih besar dari jumlah *overburden* hasil kegiatan penambangan. Desain *disposal* tahun 1 sampai tahun 6 berlokasi pada lubang (*void*) bekas tambang *pit 4 (mine out pit 4)* yang terletak di sisi timur desain *pit 5*. Tahun 7 lokasi *disposal* sebagian di *mine out pit 4* dan sebagian lain pada lokasi *mine out pit 5*

dimulai dari sisi timur laut, desain *disposal* tahun 8 dan 9 berlokasi di *mine out pit* 5 melanjutkan desain *disposal* tahun 7. Kapasitas desain timbunan mampu menunjang rencana produksi tahunan khususnya dalam menampung volume *overburden* hasil kegiatan penambangan di *pit* 5. (Tabel 3)

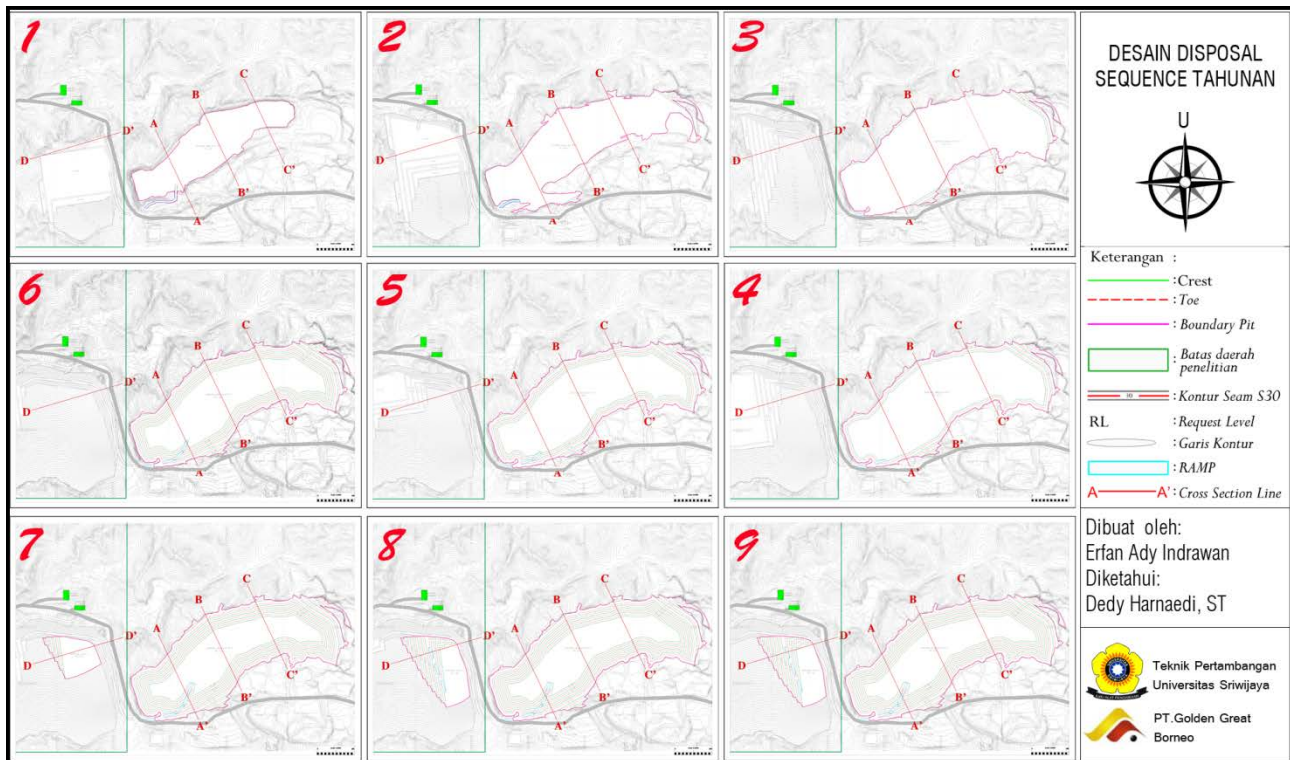
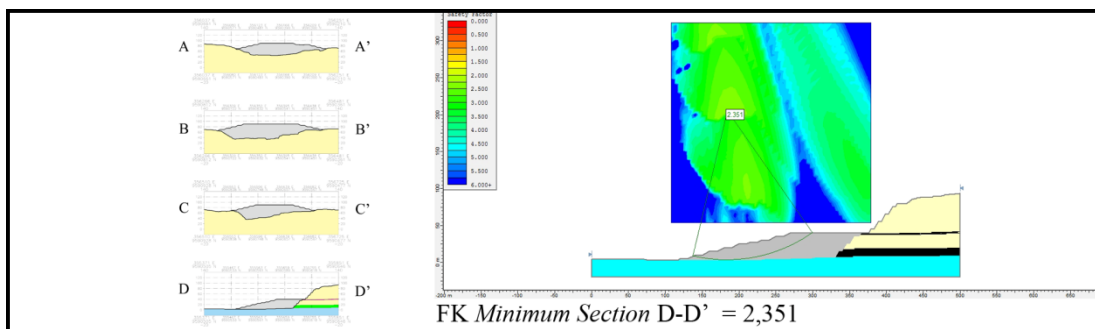
Pengujian nilai faktor keamanan (FK) desain *disposal* dilakukan pada *cross section* desain *disposal* tahun 9 (*final disposal*) (Gambar 5). Model lereng *cross section* dari aplikasi *minescape 4.118*, data karakteristik material penyusun lereng diinput ke aplikasi *roscience slide 5.0* metode bishop dan didapatkan nilai FK terkecil 2,351 pada *cross section D*, sedangkan nilai FK *section A* sisi utara, A sisi selatan, B sisi utara, B sisi selatan, C sisi utara, dan C sisi selatan 2,664, 3,309, 2,432, 3,334, 2,567, dan 3,980. Nilai FK >1,25 maka lereng *disposal* tergolong aman.

Tabel 2. Rekapitulasi Desain *Pit* 5 Sequence Tahunan

Desain <i>pit</i>	Target Produksi Batubara Minimum (Ton)	Target Produksi Batubara (Ton)	Loses Rencana (%)	Target Produksi Overburden (BCM)	SR	Kemampuan Menunjang Rencana Produksi (%)	Luas (Ha)
Tahun 1	630.000	695.716	10	1.471.220	2,1	100	17,27
Tahun 2	630.000	694.234	10	1.632.361	2,4	100	23,06
Tahun 3	630.000	694.414	10	1.652.441	2,4	100	23,06
Tahun 4	630.000	696.649	10	1.415.492	2,0	100	37,21
Tahun 5	630.000	694.951	10	1.437.837	2,1	100	37,21
Tahun 6	630.000	692.772	10	1.211.511	1,7	100	37,21
Tahun 7	630.000	691.882	10	1.338.785	1,9	100	44,53
Tahun 8	630.000	695.286	10	1.050.364	1,5	100	44,53
Tahun 9	82.537	90.791	10	18.847	0,2	13	44,53
Jumlah	5.122.537	5.646.694		11.228.857	2,0		



Gambar 3. Desain *Pit* Penambangan Sequence Tahunan Pada *Pit* 5

Gambar 4. Desain *Disposal Sequence* TahunanGambar 5. Cross Section *Final Disposal* (Sequence 9) dan Model Kemantapan Lereng Pit Limit Section D-D'Tabel 3. Rekapitulasi Kapasitas Desain *Disposal* Terhadap Kapasitas Rencana

Tahun	TARGET KAPASITAS DISPOSAL (CCM)	TARGET AKUMULASI (CCM)	LOKASI DESAIN DISPOSAL	PERTAMBAHAN VOLUME DESAIN (CCM)	VOLUME AKUMULASI DESAIN (CCM)
1	1.456.508	1.456.508	Mine out pit 4	1.565.539	1.565.539
2	1.616.037	3.072.545	Mine out pit 4	1.967.662	3.533.201
3	1.635.916	4.708.461	Mine out pit 4	1.639.911	5.173.112
4	1.401.337	6.109.798	Mine out pit 4	1.564.138	6.737.250
5	1.423.458	7.533.257	Mine out pit 4	1.288.395	8.025.645
6	1.199.396	8.732.652	Mine out pit 4	1.029.947	9.055.591
7	1.325.397	10.058.049	Mine out pit 4	782.183	9.837.775
			Mine out pit 5	320.452	10.158.226
8	1.039.861	11.097.909	Mine out pit 5	979.289	11.137.515
9	18.659	11.116.568	Mine out pit 5	0	11.137.515
Total: 11.116.568				11.137.515	

3.3. Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Perencanaan jumlah kebutuhan alat gali muat dan alat angkut mempertimbangkan efisiensi kerja alat gali muat diasumsikan 80%, faktor koreksi *bucket* 1,1, faktor efisiensi kerja *dump truck* 80%, *swell factor* batubara 74% dengan *coal density* 1,3 ton/m³, dan *swell factor* OB 82%. Produktivitas alat gali muat untuk kegiatan penggalian batubara 540,60 ton/jam, pengupasan OB 482,18 BCM/jam. Produktivitas alat angkut kegiatan penggalian batubara tahun 1 sampai 9 berturut-turut 76,08 ton/hr, 71,40 ton/hr, 60,28 ton/hr, 49,92 ton/hr, 57,31 ton/hr, 54,61 ton/hr, 52,16 ton/hr, 54,61 ton/hr, dan 54,61 ton/hr, kegiatan pengupasan *overburden* tahun 1 sampai 9 berturut-turut 62,79 BCM/hr, 58,83 BCM/hr, 42,70 BCM/hr, 39,12 BCM/hr, 49,49 BCM/hr, 47,00 BCM/hr, 44,75 BCM/hr, 47,00 BCM/hr, dan 47,00 BCM/hr. Jumlah kebutuhan alat disesuaikan dengan waktu kerja efektif tahunan dan target produksi batubara (Lampiran A).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan berikut:

1. Desain *pit limit* pit 5 dirancang dengan geometri lereng tinggi *bench* 10 m, lebar *safety bench* 4 m, lebar *working bench* 10m, kemiringan *bench* tunggal 60°, kemiringan lereng keseluruhan (*overall slope*) 47°, lebar RAMP 10 m dengan *grade* 8%, memiliki cadangan batubara sebesar 5.646.694 ton, volume *overburden* 11.228.857 BCM, luas bukaan 43,53. Hadan nilai *stripping ratio* keseluruhan 2. Berdasarkan pengujian faktor keamanan lereng, lereng desain *pit limit* dapat dikatakan aman dengan nilai faktor keamanan > 1,25 yaitu sebesar 2,621. Desain *pit limit* cukup aman dengan nilai FK > 1,25 dan nilai *stripping ratio* sesuai nilai SR sesuai permintaan, sehingga disimpulkan desain *pit limit* mampu menunjang rencana pencapaian target produksi batubara tahunan.
2. Berdasarkan target produksi 630.000 ton per tahun dengan asumsi tambahan *loses* 10%, umur tambang desain *pit limit* adalah 8,15 tahun. Desain *pit* tahunan dibuat 9 rancangan dari desain *pit limit*, dimana pada *sequence* tahun 1 sampai 8 memiliki jumlah batubara yang mampu menunjang rencana produksi batubara tahunan 100%, sedangkan tahun 9 hanya mampu menunjang 13,10% target batubara tahunan. Desain *disposal* dirancang dengan geometri tinggi lereng 5 m, kemiringan lereng tunggal 27°, kemiringan lereng keseluruhan < 18° dan lebar lereng minimal 10 m, lokasi *disposal* tahun 1 sampai sebagian tahun 7 terletak di *void mine out pit* 4, sedangkan sebagian tahun 7 sampai tahun 9 terletak di *mine out pit* 5. Berdasarkan pengujian faktor keamanan lereng, lereng desain *disposal* dapat dikatakan aman dengan nilai faktor keamanan > 1,25 yaitu sebesar 2,351. Desain *pit limit* cukup aman dengan nilai FK > 1,25. Kapasitas *disposal* keseluruhan mampu menampung total volume *overburden* hasil kegiatan penambangan di *pit* 5 dengan lereng yang aman sehingga dapat disimpulkan bahwa desain *disposal* mampu menunjang rencana pencapaian target produksi batubara tahunan PT. GGB.
3. Jenis alat gali muat yang digunakan adalah *excavator backhoe* Komatsu PC 400LC, jenis alat angkut yang digunakan adalah *dump truck* UD Truck CWB. Jumlah alat gali muat yang dibutuhkan untuk menunjang pencapaian target produksi tahunan di *pit* 5 adalah: 3 unit untuk *sequence* tahun 1 sampai tahun 8 dan 2 unit untuk *sequence* tahun 9. Jumlah alat angkut yang dibutuhkan untuk menunjang pencapaian target produksi tahunan di *pit* 5 adalah: 19 unit pada tahun 1, 22 unit pada tahun 2, 29 unit pada tahun 3, 28 unit pada tahun 4, 26 unit pada tahun 5, 25 unit pada tahun 6, 28 unit pada tahun 7, 16 unit pada tahun 8, dan 9 unit pada tahun 9. Kemampuan produksi tahunan alat mampu menunjang pencapaian target produksi batubara dan *overburden* tahunan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fourie, G.A. (1992). *Open pit Planning and Design*. New York Society of Mining Engineering: AIME.
- [2] Gafoer, S., Burhan, G., dan Purnomo, J. (1986). *The geology of the Palembang Quadrangle, Sumatera*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G).
- [3] Febrian, D.T., Yuliadi., dan Gunto, D. (2015). Rancangan Desain *pit* Batubara di PT. Cakra Mandiri Mining (PT. CPM) Desa Panaan, Kec. Bintang Ara Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah. *Seminar Penelitian Sivas Akademika Unisba Volume 1, No. 1 Tahun 2015*, Bandung: Fakultas Teknik.
- [4] Hartman., Howard, L. (1987). *Introductory Mining Engineering*. Alabama: The University of Alabama Tuscaloosa.
- [5] Saputra, D., Asof, M., Wiwik, E. (2014). Rancangan Teknis Penambangan Batubara di Blok Selatan PT. Dizamatra Powerindo Lahat Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Teknik Unsri Vol. 2 No. 3 2014*. Palembang: Fakultas Teknik.
- [6] Hustrulid, W., Kuchta, M., dan Martin, M. (2013). *Open pit Planning and Design Volume 1 Fundamentals 3rd Edition*. Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group.
- [7] Singhal, R.K. (1998). *Mine Planning and Equipment Selection 1998*. Rotterdam: A.A. Balkema Publishers.
- [8] Tatiya, R. (2005). *Civil Excavations and Tunnelling a Practical Guide*. London: Thomas Telford Publishing.
- [9] Aryanda, D., Ramli, M., Djamaluddin, H. (2014). Perencanaan Sequence Penambangan Batubara untuk Memenuhi Target Produksi Bulanan. *Jurnal Penelitian Teknik Geologi Unhas Vol. 10 No. 02*. Makassar: Fakultas Teknik.
- [10] Fernando, Maryanto, dan Chamid, C. (2015). Perancangan Pit II Penambangan Batubara Sistem Tambang Terbuka pada Blok 3 PT. Tri Bakti Sarimas Desa Ibul, Kecamatan Kuantan Mudik Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi

- [11] Diniati, B., Yuliadi., Maryanto. (2015). Perancangan (Design) Batubara Pit S8 B dengan Nisbah Kupas 7:1 di PT. Astra Minindo, Desa Jembayan, Kecamatan Lea Kulu, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. *Seminar Penelitian Sivitas Akademika Unisba Vol 1, No. 1*. Bandung: Fakultas Teknik.
- [12] Abdurahman, J.M.Z., Maryanto., Muchsin, A.M. (2016). Rancangan (Design) Pit berdasarkan Nilai Stripping Ratio 5:1 pada PT. Winner Prima Sekata, di Desa Kunangan, Kecamatan Tebo Ilir, Kabupaten Muara Tebo, Provinsi Jambi. *Seminar Penelitian Sivitas Akademika Unisba Volume 2, No. 1*. Bandung: Fakultas Teknik.
- [13] Rasjid, B., Maryanto., dan Yuliadi. 2016. Studi Geoteknik untuk Mendukung Pengembangan Penambangan Batubara di Wilayah IUP PT. Bara Anugerah Sejahtera Daerah Penambangan Pulau Panggung, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. *Seminar Penelitian Sivitas Akademika Unisba Volume 2 Nomor 3* Bandung: Fakultas Teknik.
- [14] Yadi, Z. (2015). Kestabilan Geometri Lereng Bukaan Tambang Batubara di PT. Pasifik Global Utama Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. *Seminar Penelitian Sivitas Akademika Unisba Vol. 1, No.2*. Bandung: Fakultas Teknik.
- [15] Novita, D., Bochori, Handayani, Rr.H.E. (2014). Perancangan Pengupasan Overburden pada Quarter 4 Tahun 2013 di Pit S5 PT. Cipta Kridatama Site RBH Indragiri Hulu, Riau. *Jurnal Ilmu Teknik Universitas Sriwijaya Vol 2, No 3*. Palembang: Fakultas Teknik.
- [16] Pendra, A.R., Iskandar, H., dan Handayani, Rr.H.E. (2014). Desain Backfilling Berdasarkan Rencana Pascatambang pada Batubara PT. Karbindo Abesyapradhi Coal Site Tiang Satu Sungai Tambang Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Teknik Universitas Sriwijaya. Vol 2, No 1*. Palembang: Fakultas Teknik.
- [17] Prayoga, Y., Toha, M.T., Bochori. (2014). Perancangan Lokasi *Disposal* Untuk Rencana Penambangan Pit Inul East Selama Bulan Juli 2013 sampai Desember 2014 di Departemen Hatari PT. Kaltim Prima Coal. *Jurnal Ilmu Teknik Universitas Sriwijaya Vol. 2 No. 4*. Palembang: Fakultas Teknik.
- [18] Indonesianto, Y. (2012). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Teknik Pertambangan UPN Veteran.
- [19] Arif, I., Gatut, S., dan Adisoma. (2002). *Perencanaan Tambang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [20] Bowles, J.E. (1989). *Physical and Geotechnical Properties of Soils*. USA: McGraw-Hill Book Company.
- [21] Anonim. (2009). *Spesification and Aplication Handbook Edition 30*. Jepang: Komatsu, Ltd.
- [22] Tenriajeng, A. T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Gunadarma.
- [23] Kementrian Pekerjaan Umum. (2014). *Katalog Alat Berat Konstruksi 2013*. Jakarta Selatan: Pusat Pembinaan Sumber Daya Investasi Badan Pekerjaan Umum Kementrian Pekerjaan Umum.
- [24] Anonim. 2013. *Laporan Akhir Penyelidikan Geoteknik di PT. Golden Great Borneo Kecamatan Merapi Timur Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan*. Laporan penelitian, Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta. Yogyakarta: PT. Golden Great Borneo.

Lampiran A. Kebutuhan Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Tah un	Working Hours	Deskripsi	Kegiatan	Target Produksi		Jumlah Alat	Produksi Alat
1	1.817,44 jam/ tahun	Backhoe Komatsu PC 400 LC	Coal getting	695.716	ton/ tahun	1 (unit)	982.504 ton
		Dump truck UD Truck CWB				6 (unit)	829.591 ton
		Backhoe Komatsu PC 400 LC	OB removal	1.471.220	BCM/ tahun	2 (unit)	1.752.678 BCM
		Dump truck UD Truck CWB				13 (unit)	1.483.460 BCM
2		Backhoe Komatsu PC 400 LC	Coal getting	694.234	ton/ tahun	1 (unit)	982.504 ton
		Dump truck UD Truck CWB				6 (unit)	778.595 ton
		Backhoe Komatsu PC 400 LC	OB removal	1.632.361	BCM/ tahun	2 (unit)	1.752.678 BCM
		Dump truck UD Truck CWB				16 (unit)	1.710.826 BCM
3		Backhoe Komatsu PC 400 LC	Coal getting	694.414	ton/ tahun	1 (unit)	982.504 ton
		Dump truck UD Truck CWB				7 (unit)	766.919 ton
		Backhoe Komatsu PC 400 LC	OB removal	1.652.441	BCM/ tahun	2 (unit)	1.752.678 BCM
		Dump truck UD Truck CWB				22 (unit)	1.707.319 BCM
4		Backhoe Komatsu PC 400 LC	Coal getting	696.649	ton/ tahun	1 (unit)	982.504 ton
		Dump truck UD Truck CWB				8 (unit)	725.794 ton
		Backhoe Komatsu PC 400 LC	OB removal	1.415.492	BCM/ tahun	2 (unit)	1.752.678 BCM
		Dump truck UD Truck CWB				20 (unit)	1.422.118 BCM
5		Backhoe Komatsu PC 400 LC	Coal getting	694.951	ton/ tahun	1 (unit)	982.504 ton
		Dump truck UD Truck CWB				7 (unit)	729.078 ton
		Backhoe Komatsu PC 400 LC	OB removal	1.437.837	BCM/ tahun	2 (unit)	1.752.678 BCM
		Dump truck UD Truck CWB				19 (unit)	1.474.503 BCM
6		Backhoe Komatsu PC 400 LC	Coal getting	692.772	ton/ tahun	1 (unit)	982.504 ton
		Dump truck UD Truck CWB				7 (unit)	694.795 ton
		Backhoe Komatsu PC 400 LC	OB removal	1.211.511	BCM/ tahun	2 (unit)	1.752.678 BCM
		Dump truck UD Truck CWB				18 (unit)	1.279.907 BCM
7		Backhoe Komatsu PC 400 LC	Coal getting	691.882	ton/ tahun	1 (unit)	982.504 ton
		Dump truck UD Truck CWB				8 (unit)	758.390 ton
		Backhoe Komatsu PC 400 LC	OB removal	1.338.785	BCM/ tahun	2 (unit)	1.752.678 BCM
		Dump truck UD Truck CWB				20 (unit)	1.364.960 BCM
8		Backhoe Komatsu PC 400 LC	Coal getting	695.286	ton/ tahun	1 (unit)	982.504 ton
		Dump truck UD Truck CWB				7 (unit)	694.795 ton
		Backhoe Komatsu PC 400 LC	OB removal	1.050.364	BCM/ tahun	2 (unit)	1.752.678 BCM
		Dump truck UD Truck CWB				9 (unit)	1.101.001 BCM
9	238,08 Hr/years	Backhoe Komatsu PC 400 LC	Coal getting	90.791	ton/ tahun	1 (unit)	128.708 ton
		Dump truck UD Truck CWB				7 (unit)	91.018 ton
		Backhoe Komatsu PC 400 LC	OB removal	18.847	BCM/ tahun	1 (unit)	114.800 BCM
		Dump truck UD Truck CWB				2 (unit)	32.051 BCM