

**RANCANGAN PIT MUARA TIGA BESAR SELATAN BULAN JUNI TAHUN
2015 UNIT PENAMBANGAN TANJUNG ENIM PT BUKIT ASAM (PERSERO)
TBK SUMATERA SELATAN**



RIANDY KURNIAWAN

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
SEPTEMBER 2015**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

**RANCANGAN *PIT* MUARA TIGA BESAR SELATAN BULAN JUNI TAHUN 2015
UNIT PENAMBANGAN TANJUNG ENIM PT BUKIT ASAM (PERSERO) TBK
SUMATERA SELATAN**

RIANDY KURNIAWAN

Artikel Ini Disusun Berdasarkan Tugas Akhir Riandy Kurniawan Untuk
Persyaratan Wisuda Periode September 2015 Dan Telah Diperiksa/Disetujui Oleh
Kedua Pembimbing

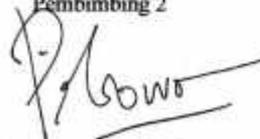
Padang, Agustus 2015

Pembimbing 1



Dedi Yulhendra, S.T.,M.T.
NIP. 19800915 200501 1 005

Pembimbing 2



Heri Pratowo, S.T.,M.T.
NIP. 19781014 200312 1 002

**RANCANGAN PIT MUARA TIGA BESAR SELATAN BULAN JUNI TAHUN
2015 UNIT PENAMBANGAN TANJUNG ENIM PT BUKIT ASAM (PERSERO)
TBK SUMATERA SELATAN**

Riandy Kurniawan¹, Dedi Yulhendra², Heri Prabowo²
S1 Teknik Pertambangan
FT Universitas Negeri Padang
Email : riandykurniawan93@gmail.com

ABSTRACT

PT Bukit Asam (Persero) Tbk is an Indonesia-based company primarily engaged in coal mining industry. Methods used in open pit such as conventional and continuous mining. This conventional method is conducted by using backhoe and dump truck while for continuous mining used Bucket Wheel Excavator (BWE) and Conveyor. In January 2015, Tambang Muara Tiga Besar Selatan used conventional method such as backhoe and truck.

In an effort to increase coal recovery, it is necessary to do broadening area in Tambang Muara Tiga Besar Selatan in order to get more company's profit. PT Bukit Asam (Persero) Tbk therefore plans to widen Tambang Muara Tiga Besar area for short term in June 2015. This research is conducted to make open pit design, calculate volume of burden and coal, disposal design, and also design mine haulage roads.

Based on the result of analysis and calculation that has been done, elevation of pit design is amount of 62 mdpl to 0 mdpl. The total volume of burden is 1.500.000 BCM and tonnage of coal is 375.000 tons derived. The stripping ratio value is 4:1. The disposal area consist of two sections including first priority and second priority. The distance between mining front with disposal area is 1,97 Km. The width of haulage roads for two strips which appropriate with The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) is 30 meters, including trench and dike.

Keywords : Short term mine planning, Open Pit Design,

A. Pendahuluan

Kebutuhan energi dunia terus mengalami peningkatan. Menurut proyeksi Badan Energi Dunia (*International Energy Agency-IEA*), hingga tahun 2030 permintaan energi dunia meningkat sebesar 45% atau rata-rata mengalami peningkatan sebesar 1,6% per tahun. Sebagaimana besar atau sekitar 80% kebutuhan energi dunia tersebut dipasok

dari bahan bakar fosil. Selain permintaan kebutuhan energi yang tinggi, permasalahan lain yaitu harga batubara yang rendah.

Dalam menghadapi permasalahan itu, PT Bukit Asam mempunyai beberapa strategi untuk dapat bertahan. Salah satu strategi tersebut yaitu dengan memanfaatkan batubara kalori rendah untuk dicampur (*blending*) dengan batubara kalori tinggi

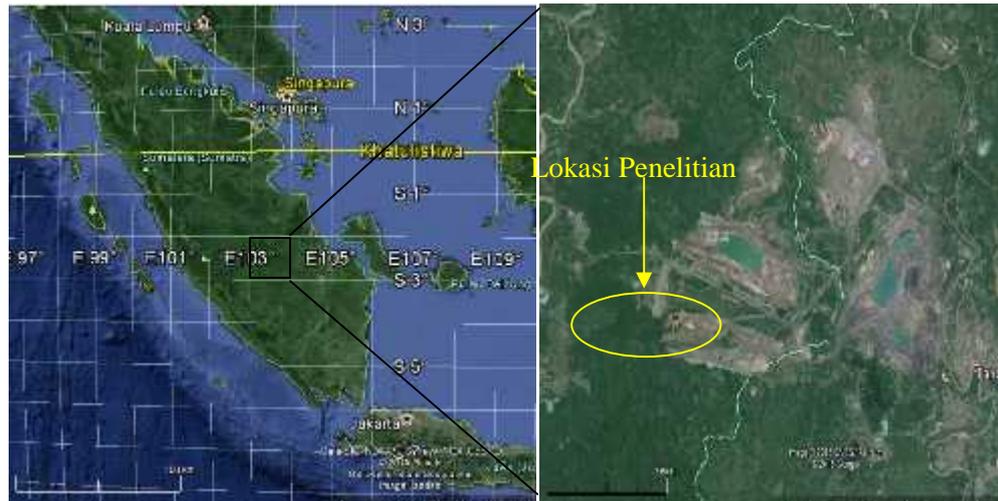
sebagai pemasok kebutuhan energi listrik. Dengan mempertimbangkan potensi cadangan batubara di PT. Bukit Asam, perusahaan dapat mengupayakan untuk dapat memaksimalkan pemanfaatan energi yang ada.

Dalam upaya pencapaian target dan pemanfaatan cadangan yang ada di PT Bukit Asam, maka sangat diperlukan perencanaan tambang yang tepat. Berdasarkan umur atau waktunya, ada berbagai macam dalam perencanaan antara lain perencanaan jangka panjang, perencanaan jangka menengah, dan perencanaan jangka pendek.

Perencanaan jangka panjang yaitu suatu perencanaan kegiatan yang jangka waktunya lebih dari 5 tahun secara berkesinambungan. Perencanaan jangka menengah, yaitu suatu perencanaan kerja untuk jangka waktu antara 1-5 tahun. Sedangkan perencanaan jangka pendek, yaitu suatu perencanaan aktivitas untuk jangka waktu kurang dari setahun demi kelancaran perencanaan jangka menengah dan jangka panjang.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang desain *pit* jangka pendek. Kemudian dari desain yang telah dirancang, penulis melakukan perhitungan volume *burden* dan volume batubara. Dari hasil perbandingan antara volume *burden* dan volume batubara dapat ditentukan nisbah pengupasan (*stripping ratio*). Setelah itu, dirancang jalan tambang serta desain *disposal* sebagai tempat penimbunan *burden*.

Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) PT Bukit Asam (Persero) Tbk terletak pada posisi $103^{\circ}43'00''$ BT – $103^{\circ}50'10''$ BT dan $3^{\circ}42'30''$ LS – $4^{\circ}47'30''$ LS. PT Bukit Asam (Persero) Tbk berlokasi di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Jarak tempuh lewat jalan raya ± 200 kilometer dari kota Palembang atau ± 190 kilometer dengan kereta api. Penulis melakukan penelitian di lokasi Muara Tiga Besar Selatan (MTBS), seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Lokasi dan Kesampaian Daerah MTBS

B. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian kuantitatif. Berdasarkan jenis penggunaannya, penelitian ini termasuk penelitian terapan (*applied research*), yaitu salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk mengaplikasikan teori yang didapat dari perkuliahan terhadap kondisi yang terjadi di lapangan.

Dalam melakukan kegiatan penelitian, penulis mengumpulkan data primer dan data sekunder untuk mengolah data yang dibutuhkan. Data sekunder diperoleh dari buku, artikel ilmiah serta data yang diberikan oleh PT Bukit Asam (Persero) Tbk. yang didapat dari

perusahaan yang kemudian dikembangkan sesuai dengan tujuan penelitian.

Data primer yang dipakai yaitu dokumentasi daerah penelitian, sedangkan data sekunder mencakup data topografi daerah penelitian, data geologi, data rekomendasi geoteknik untuk desain tambang, data situasi bulan Mei 2015, spesifikasi peralatan tambang dan *draft* kontrak kerja kebutuhan sewa alat antara PT Bukit Asam dengan PT Pama Persada Nusantara.

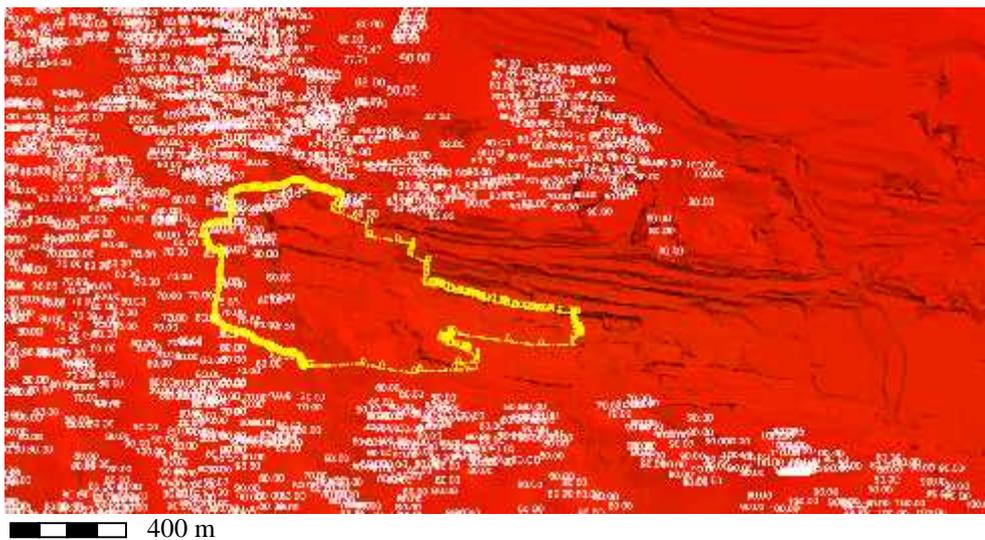
C. Hasil Dan Pembahasan

1. Topografi Daerah Penelitian

Kondisi topografi Tambang Muara Tiga Besar Selatan sebagian besar cukup landai, karena tidak ada perbedaan

ketinggian yang sangat jauh. Perbedaan ketinggian (elevasi) dari permukaan laut berkisar antara 60 mdpl hingga 90 mdpl. Jika dilihat pada gambar 2, arah penambangan untuk bulan Juni yaitu mengarah ke barat, dengan ketinggian

dari permukaan laut (mdpl) bagian utara Muara Tiga Besar Selatan yaitu pada ketinggian 60 (enam puluh) mdpl, sedangkan pada sisi selatan Muara Tiga Besar Selatan pada elevasi 62 mdpl.

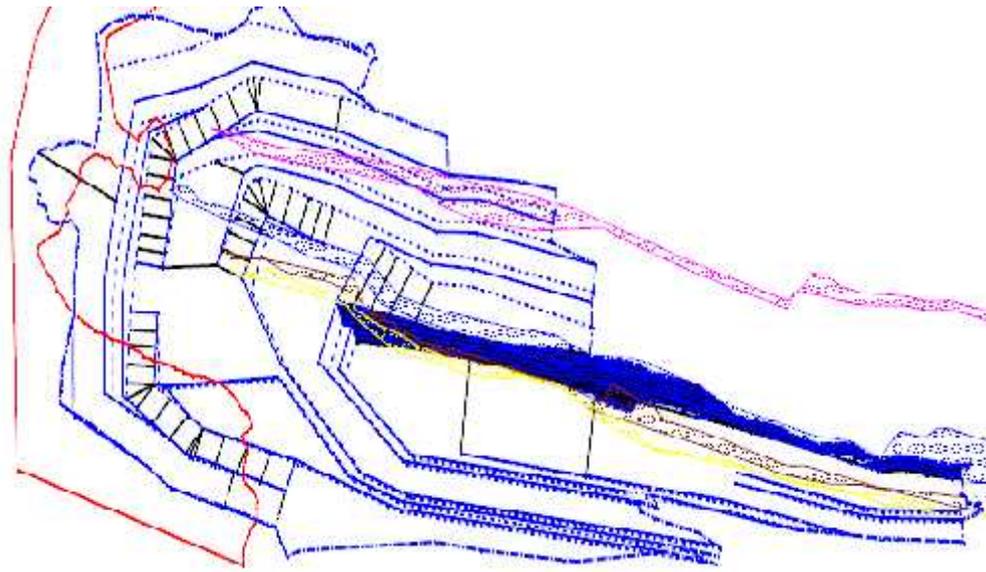


Gambar 2. Topografi daerah MTBS

2. Metode Penambangan

Metode penambangan yang dilakukan di Tambang Muara Tiga Besar Selatan adalah metode *open pit*. Metode *open pit* dinilai sesuai dengan karakteristik kondisi endapan batubara yang ada di Muara Tiga Besar Selatan. Seperti yang ditampilkan pada gambar 3, rata-rata kemiringan batubara (*dip*) tiap lapisan yang terdapat di Tambang Muara

Tiga Besar Selatan yaitu dari lapisan batubara A1, lapisan batubara A2, lapisan batubara B, dan lapisan batubara C berkisar antara 35° sampai 47° . Selain itu, metode *open pit* dipilih karena sesuai dan layak dengan mempertimbangkan kajian teknis serta ketersediaan alat yang ada.

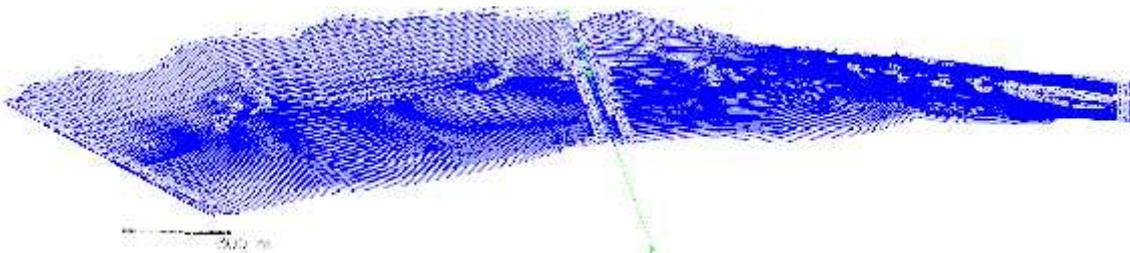


100 m
 Gambar 3. Penampakan *open pit* dan batubara di MTBS

3. Kontur Struktur Batubara

Kontur struktur batubara yang terdapat di tambang Muara Tiga Besar Selatan terdiri dari *seam* A1, *seam* A2, *seam* B, dan *seam* C. Lapisan batubara *seam* A1 dicirikan oleh adanya material pengotor berupa pita lempung putih (*clay band*), ketebalan lapisan ini berkisar antara 6,5-10 meter. Sedangkan lapisan batubara *seam* A2 dicirikan oleh adanya lapisan silikan di bagian atas dan ketebalannya berkisar 9,8-14,75 meter.

Di bawah lapisan batubara *seam* A1 dan A2, terdapat lapisan batubara *seam* B. Pada lapisan batubara *seam* B terdapat dua sampai tiga lapisan pengotor yaitu lapisan lempung. Ketebalan lapisan ini berkisar 15,3-20 meter. Lapisan yang paling bawah adalah batubara *seam* C. Lapisan ini merupakan lapisan tunggal dan umumnya tidak memiliki lapisan pengotor. Ketebalan berkisar 7,2-11,4 meter.

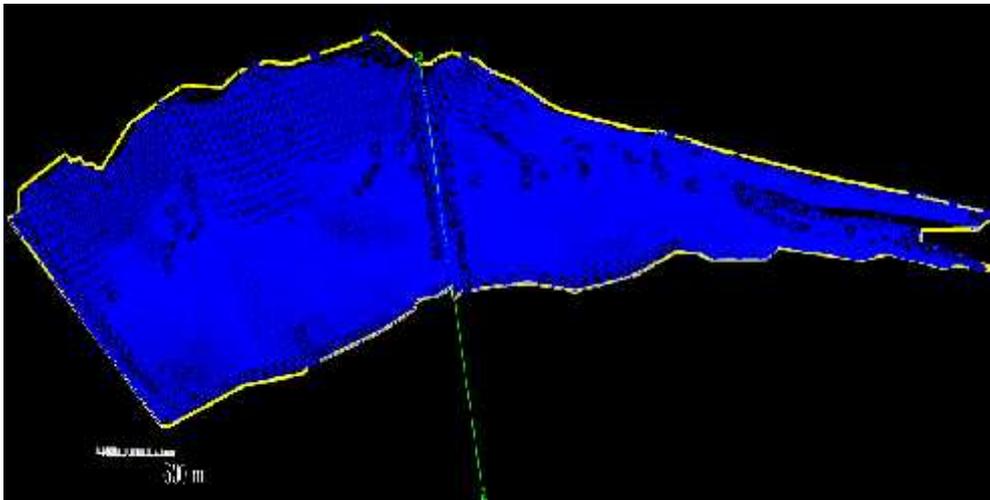


Gambar 4. Kontur Struktur Batubara MTBS

4. Batas Penambangan (*Boundary*)

Batas daerah tambang yang akan didesain pada lokasi tambang Muara Tiga Besar Selatan tertera pada gambar 5, yang memiliki elevasi tertinggi yaitu 62 meter dari permukaan laut, sedangkan elevasi terendah yaitu 0 meter dari permukaan laut. Batas daerah penambangan pada elevasi tersebut

dilakukan dengan cara mengikuti data kontur struktur batubara serta penyebaran batubara yang ada di Tambang Muara Tiga Besar Selatan. Dari data kontur struktur tersebut, kemudian dirancang batas penambangan atau *boundary* sesuai dengan elevasi yang ada.



Gambar 5. Batas Penambangan MTBS bulan Juni 2015

5. Rekomendasi Geometri Jenjang

Berdasarkan data rekomendasi yang diberikan oleh tim geoteknik PT Bukit Asam, geometri lereng pada desain tambang Muara Tiga Besar Selatan dapat dilihat pada tabel 1. Data tersebut merupakan data yang telah

direvisi pada lereng bagian utara dengan mengacu pada desain *soft copy* peta revisi tambang dan *back filling* MTBS 2015. Sedangkan lereng bagian selatan dapat dilaksanakan sesuai rencana dengan syarat *pascapenggalian* segera dilakukan *back filling*.

Tabel 1. Rekomendasi Geoteknik PT BA

	Single Slope				Overall Slope			
	H (m)	LB (m)	α ($^{\circ}$)	FK	H (m)	LB (m)	α ($^{\circ}$)	FK
Lereng Selatan	9	9	45	1,271	68,5-96	10-25	17-21	1,162-1,509
Lereng Utara	10-12	10	45-56	1,295-1,637	82-88	10-25	20-22	1,396-1,493
Back Filling MTBS	6	50	11	1,538	120	50	4	1,649

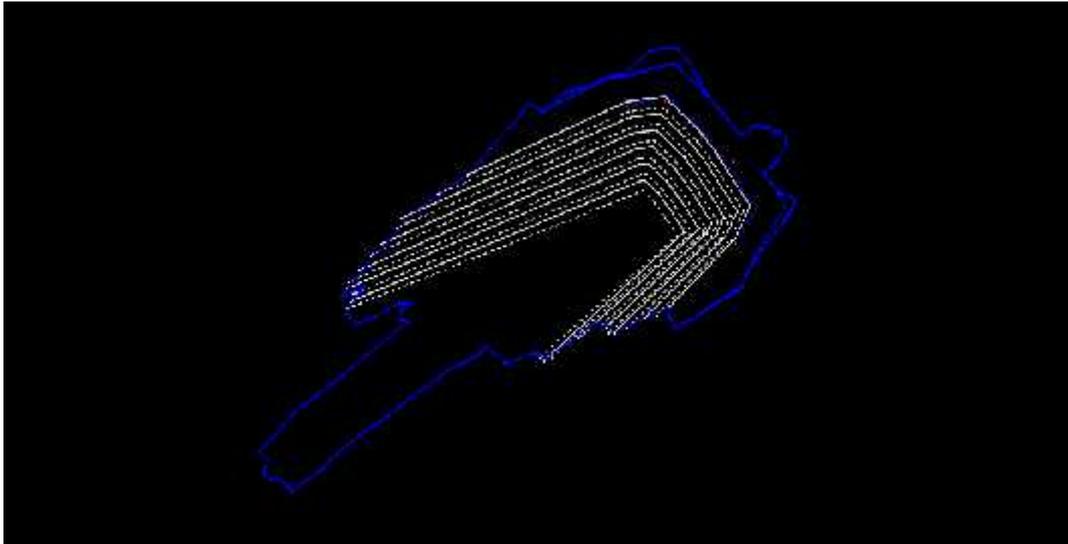
6. Desain Tambang

Desain tambang yang telah dirancang merupakan rancangan sekuen bulan Juni 2015. Data topografi dipotong berdasarkan elevasi yang ada. Dari desain yang telah dirancang, elevasi tertinggi terletak pada lereng sisi selatan, yaitu 62 meter dari permukaan laut, dan elevasi terendah mencapai 0 meter dari permukaan laut. Dalam menentukan geometri jenjang, diperoleh data sekunder dari tim geoteknik PT Bukit Asam.

Faktor utama penentu geometri lereng adalah struktur geologi, sifat fisik

dan sifat mekanik batuan serta air.

Geometri lereng yang akan ditentukan meliputi lereng individu (*single slope*) dan kemiringan lereng keseluruhan (*overall slope*). Jika dilihat dari hasil desain sekuen bulan Juni 2015, perolehan batubara terdiri dari empat macam, yaitu seam A1, seam A2, seam B, dan seam C. Batubara seam A1 terletak pada sisi selatan, batubara seam A2 berada antara batubara seam A1 dengan batubara seam B. Sedangkan batubara seam C terletak pada sisi utara.



Gambar 6. Desain *Pit* MTBS bulan Juni 2015

7. Perhitungan Volume *Burden* dan Batubara

Sebelum melakukan perhitungan volume *burden* maupun volume batubara, harus dibuat *triangles* terlebih dahulu. *Triangles* adalah bentuk triangulasi dari *point-point* data. Untuk membuat *triangle* dapat dilakukan dengan langkah *model-triangles-design*. Dalam proses pembuatan *triangles* dapat dilakukan dengan menggunakan sumber input data, *design*, dan tabel.

Setelah itu, perhitungan volume *burden* dan batubara dapat dilakukan dengan langkah *reserves-sample-triangles*. Laporan/*report* yang dihasilkan dari perhitungan volume

tersebut kemudian diubah ke dalam bentuk *microsoft excel*. Batas nisbah pengupasan yang ditetapkan oleh PT Bukit Asam adalah 5 : 1, artinya untuk setiap 1 ton batubara harus mengupas lapisan penutup (*burden*) 5 BCM. Perhitungan tersebut tertera pada tabel 2.

Berdasarkan target yang ditetapkan bulan Juni 2015, tambang Muara Tiga Besar Selatan mempunyai target penggalan *burden* sebesar 1.500.000 BCM, dan perolehan batubara sebesar 375.000 ton.

Tabel 2. Perhitungan Volume *Burden* dan Batubara

SEAM	BURDEN	TOTALVOLUME	MASS	TRUE_VERT_THK
A1	OVERBURDEN	1.353.243,435	0	10,33176676
A1	RESOURCE	101.244,6575	131.618,049	8,813416625
A2	A1	19.280,06569	0	2,267792526
A2	OVERBURDEN	14.784,1784	0	2,445256863
A2	RESOURCE	116.770,2994	151.801,383	11,49535974
B	A2	69.470,57087	0	14,59446625
B	OVERBURDEN	41.386,13569	0	3,186416073
B	RESOURCE	104.099,2674	135.329,0426	19,66021567
C	B	57.294,5201	0	57,2803443
C	OVERBURDEN	135.559,4736	0	5,420414972
C	RESOURCE	29.780,59955	38.714,7779	9,349815538
C	UNDERBURDEN	61.145,49865	0	12,54372698
	OVERBURDEN	93.266,12751	0	3,493359217
	Total	1.845.430,006	457.463,254	
	Volume Batubara (BCM)	351.894,8238		
			Stripping Ratio	
	Total Burden (BCM)	1.880.619,488	4,56	
	Total Batubara (Ton)	411.716,9287	1	

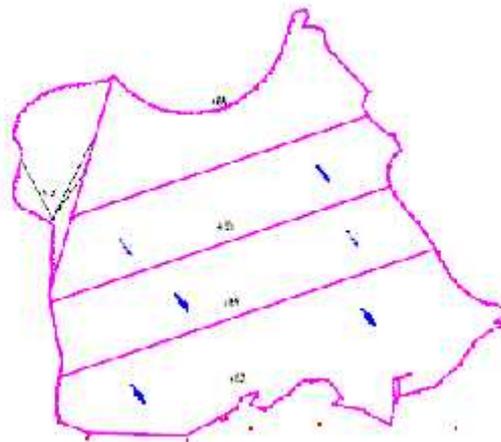
8. Desain *Disposal Area* MTBS

Dalam menentukan suatu area menjadi lokasi *disposal area*, perlu adanya analisis daya dukung tanah dan kualitas massa batuan, hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya longsor. Kemudian, demi menghemat penggunaan lahan, maka *disposal area* dapat ditempatkan pada bagian atas lereng yang sudah terbuka. Namun hal ini akan mempengaruhi kestabilan lereng tersebut. Analisis kestabilan

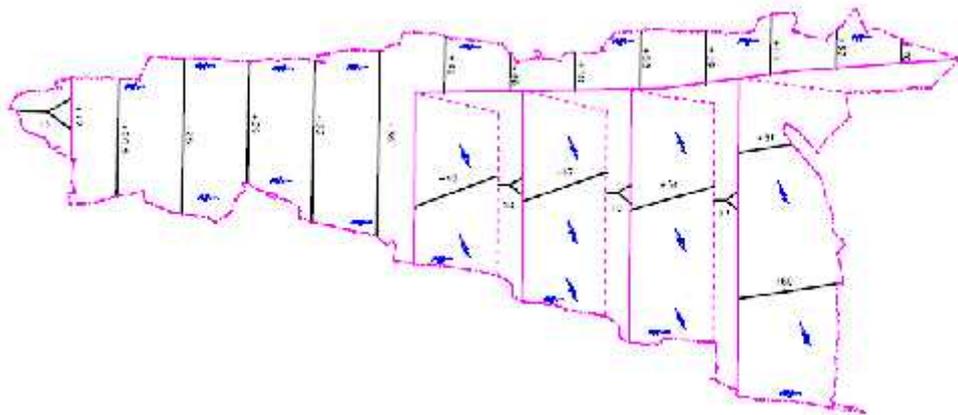
lereng pada lokasi penimbunan dianalisis oleh tim geoteknik PT Bukit Asam, sehingga *mine planner* menggunakan data hasil rekomendasi dari tim geoteknik PT Bukit Asam. Berikut tabel 3 adalah hasil simulasi *slope stability* oleh tim geoteknik PT Bukit Asam. Pada gambar 7 adalah gambar *disposal* prioritas 1, sedangkan gambar 8 merupakan *disposal* prioritas 2.

Tabel 3. Rekomendasi Geometri Lereng *Disposal*

	Single Slope				Overall Slope			
	H (m)	LB (m)	$(^\circ)$	FK	H (m)	LB (m)	$(^\circ)$	FK
Sebelum Revisi	6-8	50	18	0,982- 1,194	119,5	50- 167	4	1,793
Setelah Revisi	6	50	11	1,538	120	50	4	1,649



100 m
Gambar 7. Timbunan Prioritas 1



100 m
Gambar 8. Timbunan Prioritas 2

9. Desain Jalan Tambang

Alat angkut terbesar yang digunakan di tambang Muara Tiga Besar Selatan adalah komatsu HD-785. Berdasarkan *handbook* Komatsu, lebar komatsu HD 785 yaitu 5,980 meter, maka penulis melakukan pembulatan nilai yaitu 6 meter, sedangkan jumlah jalur yang diinginkan adalah sebanyak 2 jalur. Sehingga, lebar jalan dapat dihitung sesuai ketentuan *The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)* sebagai berikut:

Lebar Jalan Lurus

$$\begin{aligned}\text{Lebar} &= n \cdot Wt + (n + 1) (0,5 \cdot Wt) \\ &= (2 \times 6) + (2 + 1) (0,5 \times 6) \\ &= 12 + 9 = 21 \text{ meter.}\end{aligned}$$

Lebar Jalan Tikungan

$$\begin{aligned}\text{Lebar} &= 2 (U + Fa + Fb + Z) + C \\ Z &= (U + Fa + Fb)/2 \\ &= (4,23 + 0,8 + 1,65)/2 = 3,34 \text{ m} \\ \text{Lebar} &= 2 (4,23 + 0,8 + 1,65 + 3,34) + 5 \\ &= 25,04 \text{ meter}\end{aligned}$$

Perhitungan lebar jalan tersebut belum termasuk lebar tanggul dan parit. Pada desain *pit* tambang terbuka, dibutuhkan tanggul dan parit untuk

mengalirkan air. Karena jika aliran air tidak diperhatikan, dapat mengganggu proses penambangan yang ada. Oleh karena itu, lebar jalan yang direncanakan sebesar 30 meter.

a. Alternatif Jalan 1

Pada alternatif jalan yang pertama, rancangan dimulai dari elevasi terendah, seperti yang ditunjukkan pada gambar 9, alternatif jalan pertama ditunjukkan oleh garis berwarna biru. Rancangan awal (*starting point*) dimulai pada elevasi 32 meter menuju elevasi 36 meter dari permukaan laut yang mengarah ke barat. Artinya jalan menanjak dengan perbedaan ketinggian 4 meter menuju barat. Kemudian dari elevasi 36 mdpl jalan berbelok ke arah selatan sampai elevasi 41 mdpl. Dari elevasi 41 mdpl jalan kembali berbelok ke arah utara menuju elevasi tertinggi 60 meter dari permukaan laut.

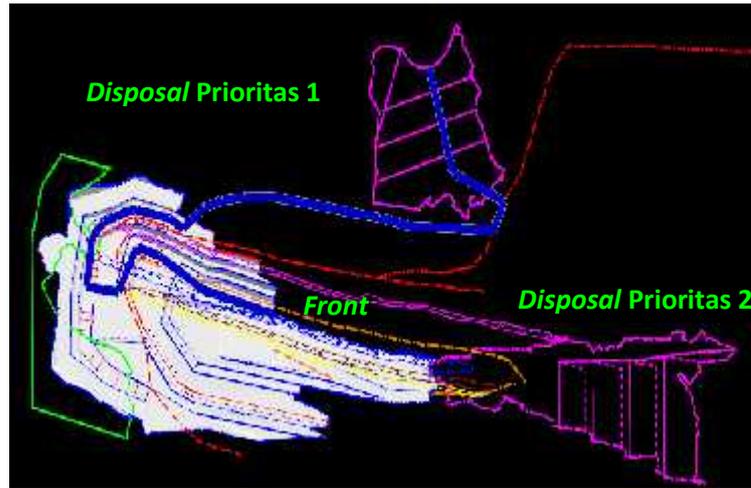
b. Jalan Alternatif 2

Pada alternatif jalan yang kedua, rancangan dimulai dari elevasi terendah, seperti yang ditunjukkan pada gambar 10, alternatif jalan kedua ditunjukkan oleh garis berwarna kuning. Rancangan awal (*starting point*) dimulai pada elevasi 32 meter menuju elevasi 36 meter dari permukaan laut yang mengarah ke barat. Artinya jalan menanjak dengan perbedaan ketinggian 4 meter menuju barat. Kemudian dari elevasi 36 mdpl jalan berbelok ke arah selatan sampai elevasi 41 mdpl.

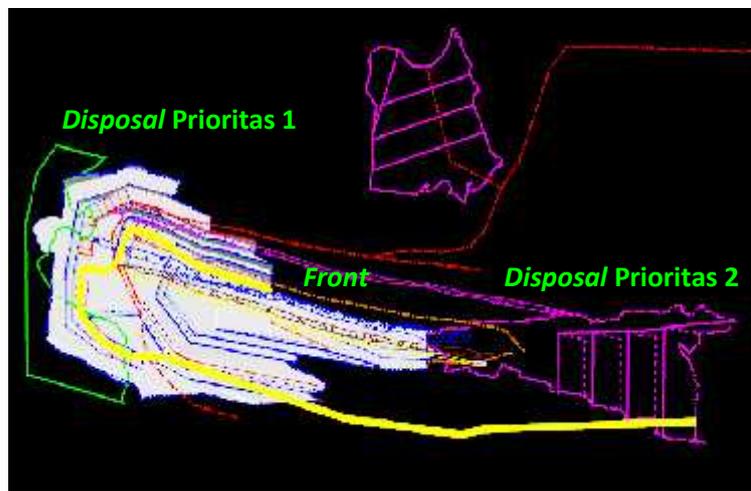
Dari elevasi 41 mdpl jalan kembali berbelok ke arah barat. Setelah itu, jalan kembali berbelok ke arah selatan menuju elevasi tertinggi 62 meter dari permukaan laut. Ketentuan kemiringan jalan (*grade*) yang ditetapkan oleh PT Bukit Asam (Persero) Tbk adalah sebesar 8% dan lebar jalan untuk dua jalur adalah 30 meter. Jarak dari *front* penambangan menuju ke lokasi *disposal area* yaitu sebesar 2.340 meter.

c. Alternatif Jalan 3

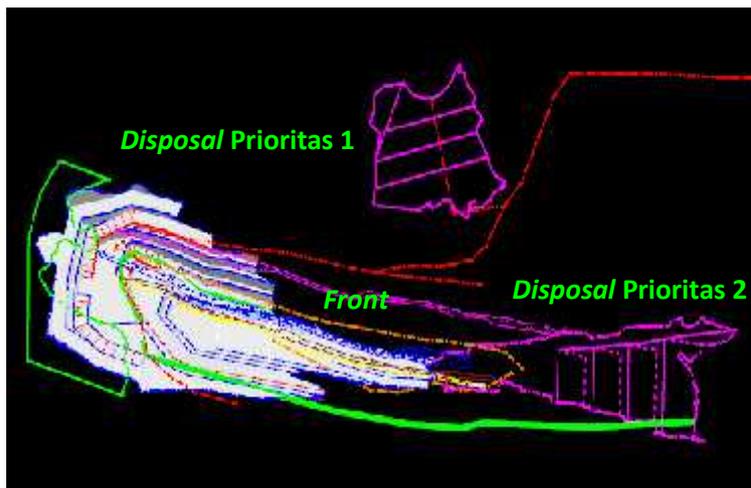
Secara umum, alternatif jalan yang ketiga hampir sama dengan rancangan alternatif jalan kedua, yang membedakan hanya jarak dari *front* penambangan menuju lokasi *disposal area*. Pada alternatif jalan ketiga, rancangan dimulai dari elevasi terendah, seperti yang ditunjukkan pada gambar 11, alternatif jalan ketiga ditunjukkan oleh garis berwarna hijau. Rancangan awal (*starting point*) dimulai pada elevasi 36 meter dari permukaan laut yang mengarah atau menuju selatan sampai pada elevasi tertinggi 62 meter dari permukaan laut. Ketentuan kemiringan jalan (*grade*) yang ditetapkan oleh PT Bukit Asam (Persero) Tbk adalah sebesar 8% dan lebar jalan untuk dua jalur adalah 30 meter. Jarak dari *front* penambangan menuju ke lokasi *disposal area* yaitu sebesar 1.970 meter.



Gambar 9. Jalan Alternatif 1



Gambar 10. Jalan Alternatif 2



Gambar 11. Alternatif Jalan 3

10. Jumlah Kebutuhan Alat

Pada tabel 4, menjelaskan tentang jumlah kebutuhan alat berdasarkan paket kontrak kerja 10-200.R2 antara PT Bukit Asam dengan PT Pama Persada Nusantara. Berdasarkan sistem kontrak tersebut, PT Bukit Asam sebagai *owner* lebih berfokus pada kebutuhan alat untuk batubara, karena biaya yang dikeluarkan untuk penambangan batubara berdasarkan jam jalan alat.

Berbeda dengan biaya alat untuk *burden*, dengan volume yang sama (BCM), sebanyak apapun alat yang dipakai oleh pihak Pama Persada Nusantara, tidak akan berpengaruh terhadap biaya yang dikeluarkan oleh PT Bukit Asam, karena untuk pengupasan tanah, dibayar per satuan BCM.

Tabel 4. Kebutuhan Alat MTBS Sesuai Paket 10-200.R2

NO	Kegiatan	Minggu				Keterangan
		Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat	
1	<i>Burden</i> (BCM)	170.333	170.333	170.333	219.000	2 D375, 4 PC 1250, dan 12 DT 100 ton
		105.000	105.000	105.000	135.000	1 D155, 3 PC 800, dan 9 DT 100 ton
		74.667	74.667	74.667	96.000	1 D375, 1 PC 2000, dan 6 DT 100 ton
2	Batubara (Ton)	87.500	87.500	87.500	112.500	1 D375, 4 PC 400, dan 28 DT 30 ton.
	Total	<i>Burden</i>	1.500.000 BCM			
		Batubara	375.000 Ton			

D. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

a. Bentuk desain *pit* tambang Muara Tiga Besar Selatan dirancang sesuai rekomendasi dari tim geoteknik PT Bukit Asam dengan geometri jenjang untuk tinggi *bench* 10 meter, lebar *bench* 10 meter, sudut *single slope* 45° dan *overall slope* 20° - 22° .

b. Volume *Burden* dan tonase batubara untuk bulan Juni tahun 2015 adalah 1.500.000 BCM dan 375.000 ton, sehingga diperoleh nilai SR 4 : 1.

c. Bentuk desain *disposal area* seperti pada lampiran 1 dan jarak antara *front* penambangan dengan lokasi timbunan adalah 1,97 Km.

d. Jalan yang paling optimal adalah jalan alternatif 3.

2. Saran

a. Sebaiknya dilakukan pengawasan yang intensif, hal ini bertujuan agar perancang desain tambang (mine plan) tidak bekerja 2 kali, karena jika desain

tidak sesuai dengan rancangan, maka mine plan harus mengkaji ulang.

b. Sebaiknya mine plan harus memberikan pemahaman yang baik kepada pengawas mengenai peta desain pit yang telah dibuat, agar dalam melakukan pengawasan tidak melenceng dari desain yang direncanakan.

E. Daftar Pustaka

Aulizar. (2010, April). Retrieved April 2015, from <https://aulizar.wordpress.com>

Das, B. M. (1988). *Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis*. Jakarta: Erlangga.

Hustrulid, W. (2013). *Open Pit Mine Planning and Design*. France: Taylor and France Group.

Indonesianto, Y. (2005). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Universitas Veteran Yogyakarta.

Prodjosumarto, P. (1993). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Sudradjat, A. (1999). *Teknologi dan Sumberdaya Mineral*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Sumarya. (2012). *Peralatan Tambang dan Penanganan Material*. Padang: Universitas Negeri Padang.

Yudha, S. (2012, April). Retrieved April 2015, from <http://minernote.blogspot.com>