

Kajian Teknis dan Ekonomis Penimbunan *Sump* MT4 Sebagai Upaya Optimasi Biaya Penambangan TAL Barat 2018 di PT. Bukit Asam Tbk Unit Pertambangan Tanjung Enim Sumatera Selatan

Rifki Aditya^{1*}, and Murad MS¹

¹ Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*adityarifki@gmail.com

**muradms@ft.unp.ac.id

Abstract. Tambang Air Laya (TAL) has two pits that are operating in 2018 is the West TAL Pit and the Lingkar Pit. In West TAL Pit there is MT4 sump which is a gathering place for water that enters the current Pit. In the West TAL sump location there still are reserves that have not been taken due to the presence of lubrications. In January 2018, TAL Backfilling that placed on east side of MT4 sump has an indication of fracture. To overcome this situation it is necessary to cover up MT4 sump to prevent the avalanche of Backfilling TAL which will affect West TAL mining process. The purpose of this research is to obtain the right embankment design based on technical aspects and to carry out economic analysis of the activities of West TAL sump. Based on the results of the research carried out, the following points can be concluded. First, the most appropriate embankment design based on technical aspects is 6 meters high of slope, berm 30 meters, single slope 18 degrees, overall slope is 8-9 degrees and obtained a capacity of embankment 4,500,000 ccm. Then, coal reserves getting decreased to 357,730 tons due to hoarding in MT4 sump West TAL. Third, there is no loss due to coal reserve loss thanks to the cost of extracting coal is much bigger in Rp. 14,784,395,827 than the total sales price of coal and there is a potential profit obtained by the accumulation of MT4 sump West TAL at Rp. 192,354,742,470.

Keywords: mine plan, optimization, mine design, economist, coal

1. Pendahuluan

PT. Bukit Asam adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang pertambangan batubara. PT. Bukit Asam berlokasi di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. PT. Bukit Asam mempunyai tiga lokasi area operasi yaitu Tambang Air Laya dengan Izin Usaha Pertambangan Seluas 7.621 Ha, Tambang Muara Tiga Besar 3.300 Ha, dan Tambang Banko Barat 4.500 Ha. Sistem penambangan yang digunakan adalah sistem tambang terbuka (*Surface Mining*) dikombinasikan dengan sistem *continous mining*.

Salah satu area operasi PT. Bukit Asam adalah Tambang Air Laya. Tambang Air Laya mempunyai dua *pit* yang beroperasi pada tahun 2018, yaitu *Pit* TAL Barat dan *Pit* Lingkar. *Pit* TAL Barat mempunyai target produksi 30.000.000 bcm tanah dan 5.500.000 ton batubara, sedangkan *pit* Lingkar mempunyai target produksi 15.000.000 bcm tanah dan 1.500.000 batubara. *Pit* TAL Barat merupakan area operasi dengan target

paling besar pada IUP Tambang Air Laya. Dengan target produksi yang besar diperlukan rancangan tambang yang tepat, akurat dan biaya tambang yang optimal serta keselamatan kerja yang baik.

Pada tambang TAL Barat terdapat *sump* MT4 yang merupakan tempat berkumpulnya air hujan dan air tanah dari *catchment area* pada lokasi TAL barat. Lokasi *sump* MT4 diapit oleh timbunan *Backfilling* TAL di sebelah timur dan galian *pit* TAL Barat di sebelah barat. *Sump* MT4 masih memiliki cadangan yang belum digali yang disebabkan oleh pelumpuran pada musim hujan tahun 2017 dan 2016. Pada bulan Januari 2018 *Backfilling* TAL pada sebelah timur *sump* MT4 mempunyai indikasi terjadi retakan yang berpotensi mengalami longsor, hal ini akan membebani dinding tanggul penahan antara TAL barat dan *sump* MT4 tersebut. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu dilakukan penimbunan *sump* MT4 yang akan dijadikan counter weight *Backfilling* TAL. Penimbunan *sump* MT4 perlu dilakukan sebagai upaya pencegahan terjadinya longosaran *Backfilling* TAL yang bisa berdampak terhadap penggalan TAL Barat 2018.

Rencana penimbunan *sump* MT4 perlu dilakukan dengan rancangan tambang yang tepat dan akurat. Rancangan desain penimbunan *sump* MT4 harus mengacu pada kajian kestabilan lereng dan tetap memperhatikan geometri kerja alat dan keselamatan pekerja pada tempat tersebut.

Setelah rancangan desain timbunan *sump* MT4 dibuat, perlu dikaji secara biaya tentang kerugian dan keuntungan yang mungkin bisa didapat dalam kegiatan penimbunan tersebut. Hal ini sangat terkait dengan target rencana biaya penambangan yang telah dihitung untuk tahun 2018. Kegiatan penimbunan *sump* MT4 diharapkan tidak membebani biaya penambangan 2018. Selain itu, dengan adanya penimbunan *sump* MT4, diharapkan akan ikut membantu efisiensi biaya penambangan tahun 2018. Selain dari biaya penambangan, salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam proses penambangan adalah keselamatan kerja. Kondisi aktual di lapangan, dengan tingkat produksi TAL Barat yang besar, hanya terdapat satu akses jalan menuju disposal dan *stockpile*. Hal ini cukup riskan jika dibandingkan dengan jumlah alat berat yang bekerja pada *Pit* TAL Barat tersebut. Dengan adanya rencana penimbunan *sump* MT4, pembuatan jalan di atas timbunan *Sump* MT4 dapat dijadikan skenario jalan alternative untuk mengurangi kepadatan lalu lintas pada jalan utama *pit* TAL Barat.

2. Kajian Pustaka

2.1. Lokasi Penelitian

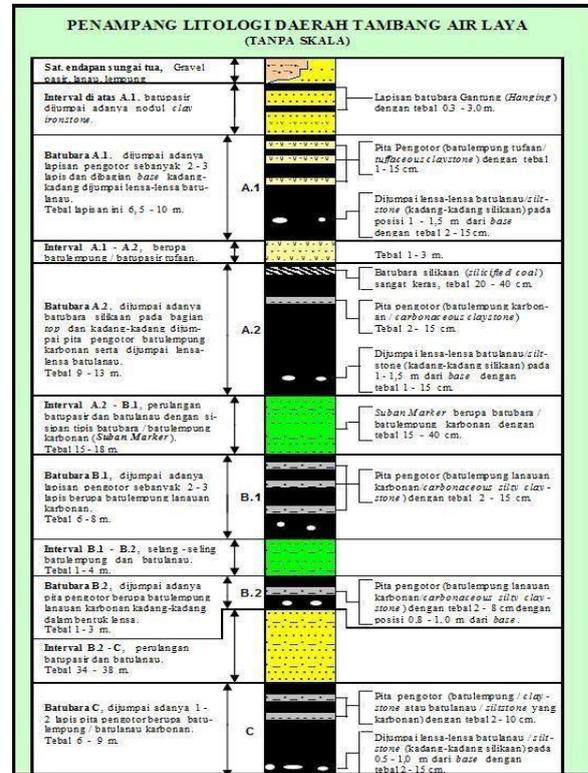
Wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT. Bukit Asam (Persero), Tbk terletak di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Propinsi Sumatera Selatan. Secara geografis terletak pada posisi 3°42'30" LS – 4°47'30" LS dan 103°45'00" BT- 103°50'10" BT.



Gambar 1. Peta Lokasi PT. Bukit Asam, Tbk.

2.2. Stratigrafi dan Litologi Tambang Air Laya

Untuk stratigrafi di Tambang Air Laya, proses intrusi batuan beku Andesit yang lebih dekat ke Air Laya tidak berpengaruh kuat terhadap pembentukan pola struktur Tambang Air Laya (TAL). Litologi yang dijumpai di daerah TAL berada pada Formasi Muara Enim. Di antara lapisan batubara terdapat lapisan batuan atau sering disebut dengan istilah lapisan antara (*interburden*). Ketebalan lapisan keseluruhan ± 30m.



Gambar 2. Litologi Tambang Air Laya

2.3. Kajian Teori

2.3.1. Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan

Adapun klasifikasi sumberdaya (*Resource*) dan cadangan (*Reserve*) [1] [2] [3], sebagai berikut:

2.3.1.1. Hypothetical Coal Resource

Sumberdaya batubara hipotetik adalah jumlah batubara di daerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan yang dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan untuk tahap survey tinjau.

2.3.1.2. Inferred Coal Resource

Sumberdaya batubara tereka adalah jumlah batubara di daerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan yang dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan untuk tahap prospeksi.

2.3.1.3. Indicated Coal Resource

Sumberdaya batubara terunjuk adalah jumlah batubara di daerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan yang dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat-

syarat yang ditetapkan untuk tahap eksplorasi pendahuluan.

2.3.1.4. Measured Coal Resource

Sumberdaya batubara terukur adalah jumlah batubara di daerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan yang dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan untuk tahap eksplorasi rinci.

2.3.1.5. Probable Coal Reserve

Cadangan batubara terkira adalah sumberdaya batubara terindikasi dan sebagian sumberdaya terukur, tetapi berdasarkan kajian kelayakan semua faktor yang terkait telah terpenuhi sehingga penambangan dapat dilakukan secara layak.

2.3.1.6. Proved Coal Reserve

Cadangan batubara terbukti adalah sumberdaya batubara terukur yang berdasarkan kajian kelayakan semua faktor yang terkait telah terpenuhi sehingga penambangan dapat dilakukan secara layak.

2.3.2. Sistem Penambangan

2.3.2.1. Counter Mining

Tipe penambangan ini pada umumnya dilakukan pada penambangan batubara yang terdapat di pegunungan atau perbukitan dengan batubara yang tersingkap sejajar dengan kemiringan gunung. Penambangan batubara dimulai dari singkapan lapisan batubara dipermukaan atau *crop line* dan selanjutnya mengikuti garis kontur sekeliling bukit atau pegunungan tersebut.

Lapisan batuan penutup batubara dibuat kearah lereng bukit dan selanjutnya batuan yang telah tersingkap diambil dan diangkut. Kegiatan penambangan berikutnya dimulai lagi seperti tersebut di atas pada lapisan batubara yang lain sampai pada suatu ketebalan lapisan penutup batubara yang menentukan batas limit ekonominya atau sampai batas maksimum kedalaman dimana peralatan tambang tersebut dapat bekerja

2.3.2.2. Open Pit

Open pit mining adalah penambangan secara terbuka dan pengertian umum^{[4] [5] [6]}. Metode ini dilakukan dengan cara mengupas terlebih dahulu lapisan material penutup batubara kemudian dilanjutkan dengan menambang batubaranya. Penambangan tipe *open pit* biasanya dilakukan pada endapan batubara yang mempunyai lapisan tebal dengan arah batubara miring kebawah dan dilakukan dengan menggunakan beberapa *bench* (jenjang).

2.3.2.3. Strip Mine

Tipe penambangan terbuka yang diterapkan pada endapan batubara yang lapisannya datar dan dekat dengan permukaan tanah. Kegiatan penambangan dilakukan dengan cara menggali tanah penutup yang dibuang pada daerah yang tidak di tambang. Setelah endapan batubara dari hasil galian pertama diambil, kemudian disusul dengan pengupasan berikutnya yang

sejajar dengan pengupasan pertama dan tana penutupnya dibuang ketempat penggalian pertama.

2.3.3. Perancangan Tambang

Perancangan tambang (*design*) merupakan bagian dari proses perencanaan tambang yang berkaitan dengan masalah geometrik dari suatu design penambangan. Di Industri pertambangan juga dikenal rancangan tambang (*mine design*) yang mencakup pula kegiatan-kegiatan seperti yang ada pada perencanaan tambang, tetapi semua data dan informasinya sudah rinci (pemodelan geologi, *pit* potensial, *pit limit*, geoteknik, *stripping ratio*, dan data pendukung lainnya)^[4].

2.3.3.1. Conceptual Design

Yaitu suatu rancangan awal atau titik tolak rancangan yang dibuat atas dasar analisis dan perhitungan secara garis besar dan baru dipandang dari beberapa segi yang terpenting, kemudian akan dikembangkan agar sesuai dengan keadaan (*condition*) nyata di lapangan^[4].

2.3.3.2. Engineering Design

Adalah suatu rancangan lanjutan dari rancangan konsep yang disusun dengan rinci dan lengkap berdasarkan data dan informasi hasil penelitian laboratoria serta literatur dilengkapi dengan hasil-hasil pemeriksaan keadaan lapangan^[4].

Rancangan konsep pada umumnya digunakan untuk perhitungan teknis dan penentuan urutan kegiatan sampai tahap studi kelayakan (*feasibility study*), sedangkan rancangan rekayasa (*rekaipta*) dipakai sebagai dasar acuan atau pegangan dari pelaksanaan kegiatan sebenarnya di lapangan yang meliputi rancangan batas akhir tambang, tahapan penambangan (*mining stages/mining phasespushback*), penjadwalan produksi dan material buangan (*waste*). Rancangan rekayasa tersebut biasanya juga diperjelas menjadi rancangan bulanan, mingguan dan harian.

2.3.4. Parameter Perancangan Tambang

2.3.4.1. Stripping Ratio

Secara umum, *Stripping Ratio* (SR) didefinisikan sebagai “Perbandingan jumlah volume tanah penutup yang harus dipindahkan untuk mendapatkan satu ton batubara”^[4]. Untuk mendesain suatu tambang, harus dihitung terlebih dahulu nilai batas ekonomis dari SR (*Break Even Stripping Ratio/BESR*) tersebut, sehingga diketahui pada area SR berapa *pit* akan didesain.

2.3.4.2. Pit Limit

Pit limit merupakan batas akhir dari penambangan yang dipengaruhi oleh parameter SR, geoteknik (kemantapan lereng) dan kondisi geologi batubara^[4].

2.3.4.3. Geoteknik

Didalam kajian geoteknik untuk perancangan tambang, terdapat beberapa geometri rancangan yang harus sesuai dengan rekomendasi geoteknik^[4], yaitu : 1) Tinggi Jenjang, yaitu maksimum tinggi dari jenjang yang diperbolehkan untuk didesain sesuai dengan hasil kajian

geoteknik sehingga jenjang menjadi stabil/ aman. 2) Kemiringan Jenjang, yaitu sudut kemiringan jenjang yang diperbolehkan untuk didesain sesuai dengan hasil kajian geoteknik. Untuk desain *pit* bahan galian batubara, jenjang dibagi kepada 3 jenis jenjang yaitu *lowwall*, *sidewall*, dan *highwall* dengan besar sudut yang berbeda setiap jenisnya. 3) Lebar *berm*, yaitu jarak antara kaki jenjang atas (*toe*) dengan kepala jenjang bawah (*crest*) yang didesain pada elevasi yang sama. 4) Tinggi Lereng Keseluruhan (*Overall Bench Height*), adalah tinggi total dari jenjang dari permukaan topografi sampai kedalaman terbawah dari desain tambang (*pit bottom*). 5) Kemiringan Lereng Keseluruhan (*Overall Slope*), adalah sudut total dari jenjang sampai kedalaman terbawah dari desain tambang (*pit bottom*).

2.3.5. Sifat Fisik Material

Material yang berada dipermukaan bumi sangat beraneka ragam, baik jenis, bentuk, dan lain sebagainya. oleh karenanya alat yang dapat dipergunakan untuk memindahkannya pun beraneka ragam juga. yang dimaksud dengan material dalam bidang pemindahan tanah mekanis (*earth moving*) meliputi tanah, batuan vegetasi, (pohon, semak belukar, dan alang-alang) dimana semuanya mempunyai karakteristik dan sifat fisik masing-masing yang berpengaruh besar terhadap alat berat.

2.3.5.1. Swell Factor

Pengembangan material adalah perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume material (tanah) yang diganggu dari bentuk aslinya^{[7][8][9]}.



Gambar 3. Perubahan Kondisi Material

2.3.5.2. Keadaan Material

Keadaan Asli (*bank condition*), keadaan material yang masih alam dan belum mengalami gangguan teknologi disebut keadaan asli (*bank*). dalam keadaan seperti ini butiran-butiran yang dikandungnya masih terkonsolidasi dengan baik. Ukuran tanah demikian dinyatakan dalam ukuran alam atau *Bank Cubic Meter* (BCM) yang digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah pemindahan tanah.

Keadaan gembur (*loose condition*), adalah keadaan material tanah setelah diadakan pengerjaan (*disturb*), tanah demikian biasanya terdapat didepan *dozerblade*, diatas *truck*, didalam *bucket*, dan sebagainya. Ukuran volume tanah dalam keadaan lepas biasanya dinyatakan dalam *Loose Cubic Meter* (LCM) yang besarnya sama dengan BCM + % *swell* x BCM dimana faktor "*swell*" ini tergantung dari jenis tanah. Dengan demikian, dapat dimengerti bahwa LCM mempunyai nilai yang lebih besar dari BCM.

usaha pemadatan. keadaan ini akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan (pemampatan). Perubahan volume terjadi karena adanya penyusutan rongga udara diantara partikel-partikel tanah tersebut. dengan demikian volumenya berkurang, sedangkan beratnya tetap. ukuran volume tanah dalam keadaan padat biasanya dinyatakan dalam *Compact Cubic Meter* (CCM).

2.3.5.3. Faktor Konversi Volume Tanah/ Material

Berikut merupakan faktor konversi volume tanah/ material.

Tabel 1. Faktor Konversi Volume Tanah/Material^[7]

Jenis Material	Kondisi Awal	Perubahan Kondisi Berikutnya		
		Kondisi Asli	Kondisi Gembur	Kondisi Padat
Sand Tanah Berpasir	(A)	1.00	1.11	0.99
	(B)	0.90	1.00	0.80
	(C)	1.05	1.17	1.00
Sand Clay / Tanah Biasa	(A)	1.00	1.25	0.90
	(B)	0.80	1.00	0.72
	(C)	1.11	1.39	1.00
Clay / Tanah Liat	(A)	1.00	1.25	0.90
	(B)	0.70	1.00	0.63
	(C)	1.11	1.59	1.00
Gravelly Soil / Tanah Berkerikil	(A)	1.00	1.18	1.08
	(B)	0.85	1.00	0.91
	(C)	0.93	1.09	1.00
Grovels / Kerikil	(A)	1.00	1.13	1.29
	(B)	0.88	1.00	0.91
	(C)	0.97	1.10	1.00
Kerikil Besar dan Padat	(A)	1.00	1.42	1.03
	(B)	0.70	1.00	0.91
	(C)	0.77	1.10	1.00
Pecahan Batu Kapur, Batu Pasir, Cadas Lunak, Sirtu	(A)	1.00	1.65	1.22
	(B)	0.61	1.00	0.74
	(C)	0.82	1.35	1.00
Pecahan Granit, Basalt, Cadas Keras, dan lainnya	(A)	1.00	1.70	1.31
	(B)	0.59	1.00	0.77
	(C)	0.76	1.30	1.00
Pecahan Cadas, Broken Rock	(A)	1.00	1.75	1.40
	(B)	0.57	1.00	0.80
	(C)	0.71	1.24	1.00
Ledakan Batu Cadas, Kapur Keras	(A)	1.00	1.80	1.30
	(B)	0.56	1.00	0.72
	(C)	0.77	1.38	1.00

Keterangan: A : Asli (*Bank*)
 B : Gembur (*Loose*)
 C : Padat (*Compact*)

Pengembangan (*Swelling*)

$$Sw = \left(\frac{V - V_1}{V_1} \right) \times 100\% \quad [7][10][11] \quad (1)$$

Penyusutan (*Shrinkage*)

$$Sh = \left(\frac{V_1 - V}{V} \right) \times 100\% \quad [7][10][11] \quad (2)$$

Keadaan padat (*Compact*), keadaan padat adalah keadaan tanah setelah ditimbun kembali dengan disertai

2.3.6. Biaya Operasional Penambangan

Dalam proses penambangan sangatlah penting memperhitungkan biaya yang dikeluarkan untuk memperkerjakan suatu peralatan (*cost of the job*), dengandemikian untuk mengetahui efisiensi dan tidaknya dari segi “*cost*” kita harus meninjau “*cost of factor*” dari suatu alat mekanis yang diestimasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi “*cost*” atau “*cost of factor*” adalah biaya kepemilikan dan biaya operasional.

2.3.6.1. Owning Cost

Biaya kepemilikan atau *owning cost* adalah biaya yang harus dikeluarkan pemilik alat mekanis tersebut walaupun alat tidak beroperasi tetapi biaya ini tetap harus dibayarkan^{[12] [13] [14]}. Yang termasuk biaya *owning cost* adalah biaya penyusutan (depresiasi) alat, bunga, pajak dan asuransi.

2.3.6.2. Operating Cost

Biaya Operasional (*Operating Cost*) adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh pengguna alat mekanis tersebut bekerja^{[12] [13] [14]}.

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode yang berdasarkan perhitungan aktual lapangan yang bertujuan untuk mendapatkan hasil pada waktu sekarang.

3.1. Jenis Penelitian

Dalam melakukan kegiatan penelitian, jenis penelitian termasuk kedalam jenis penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme^[15]. Penelitian ini menggunakan data yang dikumpulkan bersifat kuantitatif atau dapat dikuantitatifkan. Berdasarkan jenis penggunaannya, penelitian ini termasuk dalam metode penelitian terapan (*applied research*). Penelitian terapan yaitu penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan ilmiah dengan suatu tujuan praktis. Penelitian terapan berkepentingan dengan penemuan-penemuan yang berkenaan dengan aplikasi dan sesuatu konsep-konsep teoritis tertentu.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dimulai dengan studi literatur yaitu mencari bahan-bahan pustaka yang dipakai untuk menghimpun data-data atau sumber-sumber yang berhubungan dengan topik yang diangkat dalam suatu penelitian.

Selanjutnya orientasi lapangan dengan melakukan peninjauan langsung ke lapangan dan untuk mengamati langsung kondisi daerah yang akan dilakukan penelitian serta dapat mengangkat permasalahan yang ada untuk dijadikan topik dalam suatu penelitian.

Kemudian pengambilan data lapangan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa elevasi *sump* dan tanggul *sump* MT4, elevasi air di *sump* MT4 dan lebar tanggul *sump* MT4 dengan TAL Barat. Data sekunder berupa peta geologi, peta lokasi daerah penelitian, data curah hujan, data kontur struktur, data situasi sebenarnya dan data geoteknik.

3.3. Teknik Analisis Data

Analisis data adalah memperkirakan atau dengan menentukan besarnya pengaruh secara kuantitatif dari beberapa kejadian terhadap beberapa kejadian lainnya, serta memperkirakan atau meramalkan kejadian lainnya. Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggabungkan antara teori dengan data lapangan, sehingga didapatkan kesimpulan.

3.3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan setelah mempelajari literatur dan orientasi lapangan. Data yang diambil berupa data primer dan data sekunder. Untuk data primer diambil langsung di lapangan, sedangkan untuk data

sekunder diperoleh dari literatur perusahaan, jurnal, dan laporan-laporan sebelumnya. Adapun data primer yang diambil berupa dokumentasi keadaan lokasi yang akan digunakan untuk daerah *sump* MT4 dan data alat yang digunakan untuk kegiatan penambangan.

3.3.2. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data (data primer dan data sekunder), diolah dengan menggunakan perangkat lunak komputer (*software*) *minescape* untuk mendesain timbunan *Sump* MT4 Tambang Air Laya Barat. Dalam penelitian ini, tahapan yang penulis lakukan untuk mengolah dan menganalisis data yaitu:

3.3.2.1. Analisis Topografi Daerah Penelitian

Tujuan dari analisis topografi daerah penelitian ini adalah untuk mengkaji dan memahami bentuk daerah penelitian yang akan dibuat *pit*. Sehingga penulis dapat menggunakan data topografi sebagai dasar awal untuk pertimbangan dalam teknik penambangan yang akan dilakukan.

3.3.2.2. Rancangan Design

Membuat rancangan *design* timbunan sesuai dengan rekomendasi goeteknik.

3.3.2.3. Perhitungan Kapasitas Timbunan dan Potensi Kehilangan Cadangan

Perhitungan kapasitas timbunan untuk mengetahui volume tanah yang akan dilakukan penimbunan dan potensi kehilangan cadangan akibat kegiatan penimbunan tersebut.

3.3.2.4. Keuntungan atau Kerugian Dari Proses Penimbunan

Dengan adanya kehilangan cadangan dan penimbunan yang dilakukan pada *sump* MT4 TAL Barat dapat dihitung biaya dari kegiatan tersebut dan dapat diketahui kegiatan penimbunan pada *sump* MT4 akan menguntungkan atau malah merugikan.

3.3.3. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan diperoleh dari hasil pembahasan, sedangkan saran disampaikan berdasarkan beberapa kekurangan yang ada dalam kegiatan penelitian, hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran atau ide sebagai pedoman untuk penelitian selanjutnya.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Data Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 02 April 2018 – 01 Juni 2018 di PT. Bukit Asam Tbk. dengan data sebagai berikut:

4.1.1. Data Primer

4.1.1.1. Elevasi Sump dan Tanggul Sump

Berdasarkan pengambilan situasi topographi terakhir pada lokasi *Sump* MT4 di dapat elevasi terendah *sump*

adalah -75 di bawah permukaan laut sedangkan elevasi tanggul *sump* berada pada elevasi -24 di bawah permukaan laut.

4.1.1.2. Elevasi Air di Sump MT4

Elevasi air pada *sump* diambil rutin setiap bulan pada saat *joint survey* antara PT. Bukit Asam dengan pihak kontraktor yang bekerja pada lokasi pekerjaan masing-masing kontraktor. Elevasi *sump* MT4 pada bulan april adalah -33 di bawah permukaan laut.

4.1.1.3. Lebar Tanggul Sump MT4

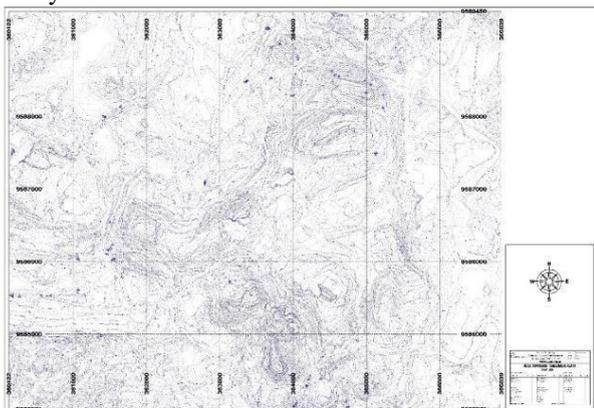
Sump MT4 berada disebelah timur dari *pit* Tal Barat, antara *sump* MT4 dengan *pit* Tal Barat terdapat tanggul yang memisahkan masing-masing lokasi. Fungsi tanggul tersebut berguna sebagai pemisah *catchment* area yang akan masuk ke *pit* Tal Barat bisa diarahkan menuju *sump* MT4, selanjutnya tanggul tersebut akan digunakan sebagai penahan untuk kaki penahan pada timbunan *sump* MT4. Lebar tanggul berdasarkan pengambilan data dilapangan adalah 30 meter.

4.1.2. Data Sekunder

4.1.2.1. Topografi

Topografi merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam pembuatan desain tambang. Dengan adanya topografi, kita bisa menggambarkan kondisi dilapangan dalam sebuah peta. Topografi akan menunjukkan lokasi dan elevasi suatu titik, aliran air, sungai, bukit dan lembah.

Secara umum tambang air laya memiliki kondisi topografi yang relatif tidak terlalu bervariasi. Pada sisi utara tambang air laya terdapat sungai enim yang mempunyai topografi yang landai, pada sisi barat ke timur memiliki elevasi yang tidak terlalu jauh berbeda dengan sisi utara tambang Airlaya. Pada sisi selatan terdapat dua barisan bukit yang dinamakan bukit asam, lokasi tersebut mempunyai perbedaan elevasi yang cukup ekstrim dari pada daerah sekitar, hal ini disebabkan adanya intrusi batuan andesit.



Gambar 4. Peta Topografi Wilayah Tambang Airlaya
 Pada gambar tersebut dapat terlihat garis yang

terhubung satu sama lain. Garis yang menghubungkan antara satu titik dengan titik yang lain dengan elevasi yang sama dinamakan kontur. Garis kontur yang

berjauhan menggambarkan kondisi daerah yang melandai, sedangkan garis kontur yang rapat menandakan bahwa daerah mempunyai perbedaan elevasi yang curam atau terjal (lembah atau perbukitan).

4.1.2.2. Data Geoteknik

Yang pertama adalah *Material Properties* yang diperoleh dari hasil uji laboratorium yang sudah ada di laboratorium mekanika batuan satuan kerja geoteknik. Data material properties dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 2. Properties Material Sump MT4

Boring Point & Rock Layer	Slope Stability Parameter			Deskripsi
	Density	Rock Lab (General)		
	W	C	φ	
	kN/cm ³	kPa	deg	
Dumping	17,69	14,46	150	Residual
Mud	11	3,5	2,5	Mud

Keterangan : W : Densitas / Massa Batuan
 C : Kohesi
 φ : Sudut geser dalam

Selanjutnya adalah tinggi muka air tanah. Lokasi penelitian mempunyai iklim tropis dengan curah hujan perbulan cukup tinggi. Pada musim kemarau terjadi penguapan air tanah pada material di sekitar lereng sehingga menimbulkan rekahan-rekahan pada muka lereng. Rekahan-rekahan tersebut pada musim hujan akan menjadi jalan bagi air hujan untuk masuk ke badan lereng sehingga akan mempengaruhi kadar air dan berat jenis material.

Air permukaan sangat berpengaruh terhadap muka air tanah, begitu juga sebaliknya. Namun dalam penelitian ini, muka air tanah dianggap mengikuti tinggi permukaan tanah dan tubuh lereng dianggap jenuh. Hal ini diasumsikan karena di daerah penelitian merupakan daerah peresapan air permukaan yang terus menerus dan membentuk lapisan permeable tersendiri dari proses penimbunan yang telah dilakukan.

Lalu Pengaruh Gaya Luar dimana gaya luar merupakan salah satu yang berpengaruh terhadap kestabilan lereng. Terdapat dua gaya luar yang pengaruh terhadap kestabilan lereng yaitu, pembebanan dan geteran.

Berikut perhitungan pembebanan alat mekanis terhadap kestabilan lereng di daerah penelitian berdasarkan pengambilan lapang yang dilakukan oleh satuan kerja geoteknik :

- Berat isi : 166.000 kg
- Gravitasi : 9,8 m/s²
- Area kontak ban : 3.055 m²

$$\text{Tekanan} = \frac{\text{Gaya} \times \text{Gravitasi}}{\text{Area Kontak Ban}}$$

$$\text{Tekanan} = \frac{166.000 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2}{3.055 \text{ m}^2}$$

Tekanan = 532,5 kNw

4.1.2.3. *Data Biaya Penambangan*

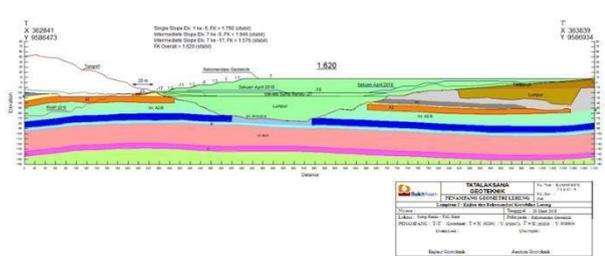
Terakhir adalah Data Biaya Penambangan. Pekerjaan penambangan pada lokasi Tal Barat menggunakan kontraktor penambangan. Sehingga untuk menghitung biaya penambangan menggunakan tarif jasa penambangan baik untuk pengusapan tanah serta penggalian batubara. Tarif jasa penambangan telah dihitung berdasarkan komponen-komponen biaya dikeluarkan dalam kegiatan produksi penambangan. Tarif jasa penambangan untuk kontraktor yang bekerja di lokasi Tal Barat berdasarkan kontrak yang telah memperhitungkan tarif koreksi terhadap kurs, BBM, pelumas dan upah minimum pekerja adalah Rp. 43.774 pada jarak 4,5 km, dan tarif pengangkutan batubara adalah Rp. 20.919 pada jarak 3 km.

4.2. Analisis Data

4.2.1. *Perhitungan Kestabilan Lereng*

4.2.1.1. *Geometri Jenjang*

Untuk mengetahui geometri jenjang yang sesuai untuk lokasi penimbunan *sump* MT4, perlu dilakukan perhitungan kestabilan lereng dengan parameter geoteknik yang ada pada lokasi tersebut.



Gambar 5. Kajian Faktor Keaman Lereng Timbunan Sump MT4

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan *software Geoslope* didapatkan geometri lereng yang sesuai untuk penimbunan *sump* MT4 adalah :

- Tinggi Jenjang : 6 Meter
- Berm : 30 Meter
- Single Slope : 18 derajat
- Overall Slope : 8-9 derajat

4.2.1.2. *Nilai Faktor Keamanan*

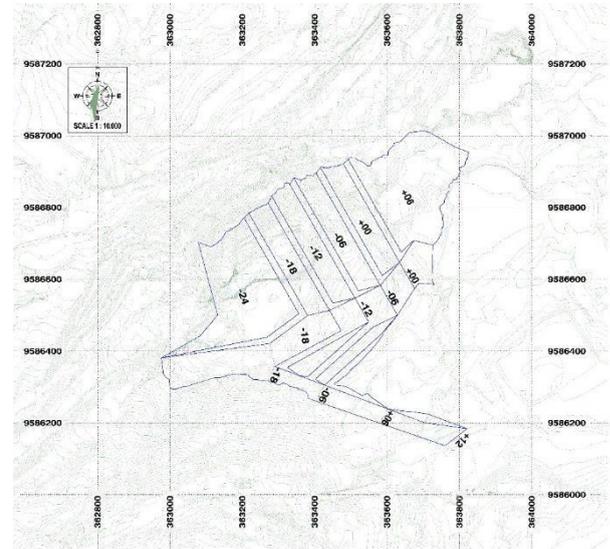
Nilai faktor keamanan pada suatu lereng menunjukkan nilai resistensi suatu lereng untuk menahan beban yang ada di atasnya. Nilai faktor keamanan yang pada *sump* MT4 adalah 1,05 (kritis) dengan adanya pengaruh air hujan , air tanah dan pembebanan dengan adanya kegiatan aktivitas di atasnya nilai keamanan dari lokasi tersebut akan cenderung turun dan akibatnya akan terjadi longoran. Setelah dilakukan penimbunan pada *sump* MT4, nilai faktor keamana naik menjadi 1,62 dengan *overall slope* 1,792.

4.2.2. *Kapasitas Timbunan*

Kapasitas timbunan dihitung berdasarkan topografi dan desain timbunan yang dibuat dengan menggunakan *software MineScape*.

4.2.2.1. *Desain Timbunan*

Berdasarkan parameter dalam pembuatan design timbunan diatas, maka didapat design timbunan sebagai berikut :



Gambar 6. Desain Timbunan Sump MT4

4.2.2.2. *Perhitungan Kapasitas Timbunan*

Desain timbunan *Sump* MT4 memiliki elevasi terendah - 24 mdpl dan elevasi tertinggi +6 mdpl. Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan *software minescape*, kapasitas timbunan *Sump* MT4 adalah 4.500.000 bcm.

4.2.3. *Cadangan Yang Hilang*

Perhitungan kehilangan cadangan batubara dengan menggunakan aplikasi *Minescape*. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan *software minescape*, cadangan yang hilang dengan adanya penimbunan *sump* MT4 yaitu 357.730 ton.

Lokasi	Seam	Batubara	Tanah
Sump MT4	Unassigned	-	2.135.554,57
Sump MT4	A1	135.616,25	1.292.367,76
Sump MT4	A2	138.269,13	231.432,54
Sump MT4	B1	63.427,19	520.423,44
Sump MT4	B2	20.417,43	153.916,7
Total		357.729,00	4.333.695,00

Tabel 3. Perhitungan Cadangan Hilang di Sump MT4

4.2.4. *Perhitungan Ekonomi Cadangan Yang Hilang*

4.2.4.1. *Perhitungan Biaya Penggalian Batubara*

Biaya yang dikeluarkan untuk melakukan penggalian batubara yang berpotensi hilang adalah :

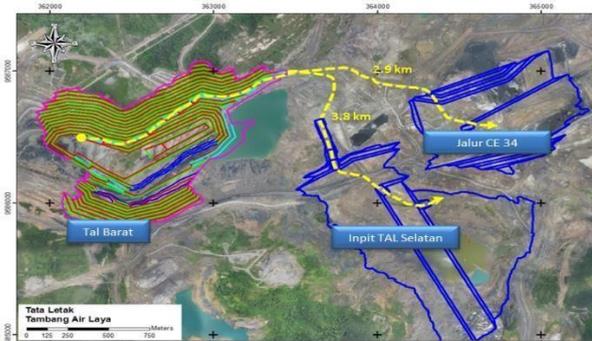
Tabel 4. Perhitungan Cadangan Hilang di *Sump* MT4

Biaya Penggalian Tanah	
Biaya penggalian lumpur	Rp. 25.568.418.301
Biaya pengangkutan lumpur	Rp. 54.908.987.121
Biaya penebaran lumpur	Rp. 5.751.125.247
Biaya penggalian tanah	Rp. 41.030.557.669
Biaya pengangkutan tanah	Rp. 58.509.216.407
Biaya penebaran tanah	Rp. 9.229.036.905
Biaya Penggalian Batubara	
Biaya sewa PC400	Rp. 1.638.835.824
Biaya sewa DZ375	Rp. 1.264.248.823
Biaya Angkut Batubara	Rp. 4.409.022.250
Biaya Angkut Batubara ke pelabuhan	Rp. 72.839.649.609
Handling Cost Pelabuhan	Rp. 9.654.787.950
Administrasi Cost	Rp. 2.606.424.284
Sale Cost	Rp. 98.375.882
Royalty (7%)	Rp. 30.650.347.608
Pajak (10%)	Rp. 43.786.210.869
Overhead cost (20%)	Rp. 87.572.421.737
Gaji Karyawan	Rp. 3.128.838.026
Total Biaya	Rp. 452.646.504.512
Harga Jual	Rp. 437.862.108.685

Dari perhitungan biaya pada tabel 3 didapatkan bahwa penggalian batubara tersebut lebih besar dari pada harga jual batubara Rp. 14.784.395.827, sehingga penggalian batubara tersebut tidak ekonomis.

4.2.5. Perhitungan Ekonomi Penimbunan Sump MT4

Dengan adanya penimbunan *sump* MT4 akan menghasilkan alternatif jalan yang akibatnya bisa memperpendek jarak angkut dari rencana RKAP. Berikut adalah skema jalan dan jarak angkut yang akan dihasilkan setelah dilakukan penimbunan *sump* MT4.



Gambar 7. Akses jalan angkut tanah sebelum penimbunan *sump* MT4



Gambar 8. Akses jalan angkut tanah setelah penimbunan *sump* MT4

Skema jarak angkut sebelum dan sesudah dilakukan penimbunan *sump* mt4 adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Jarak Angkut Setelah Dilakukan Penimbunan *Sump* MT4

Lokasi Disposol	Jarak Angkut	Volume
Inpit Tal Selatan	3.800 meter	20.000.000 Bcm
Inpit Jalur CE 34	2.900 meter	10.000.000 Bcm
Backfilling <i>Sump</i> MT4	-	-

Tabel 6. Jarak Angkut Setelah Dilakukan Penimbunan *Sump* MT4

Lokasi Disposol	Jarak Angkut	Volume
Inpit Tal Selatan	2.600 meter	20.000.000 Bcm
Inpit Jalur CE 34	2.900 meter	5.500.000 Bcm
Backfilling <i>Sump</i> MT4	1.000 meter	4.500.000 Bcm

Perhitungan biaya penimbunan tal barat sebelum adanya penimbunan *sump* MT4

Biaya penimbunan inpit tal selatan (B1)
 = Volume x ((tarif jarak angkut (\$) x kurs) + rupiah)
 = 15.500.000 bcm x ((0,998 \$ x Rp.13600) + Rp. 14.964)
 = Rp. 570.835.734.751,-

Biaya penimbunan inpit jalur CE 34 (B2)
 = Volume x ((tarif jarak angkut (\$) x kurs) + rupiah)
 = 10.000.000 bcm x ((0,871 \$ x Rp.13600) + Rp. 12.594)
 = Rp. 244.376.011.683,-

Total Biaya 1 = B1 + B2
 = Rp. 570.835.734.751+ Rp. 244.376.011.683
 = Rp. 815.211.746.434,-

Perhitungan biaya penimbunan tal barat setelah adanya penimbunan *sump* MT4

Biaya penimbunan inpit tal selatan (BB1)
 = Volume x ((tarif jarak angkut (\$) x kurs) + rupiah)
 = 20.000.000 bcm x ((0,784 \$ x Rp.13600) + Rp. 11.043)
 = Rp.434.055.317.738,-

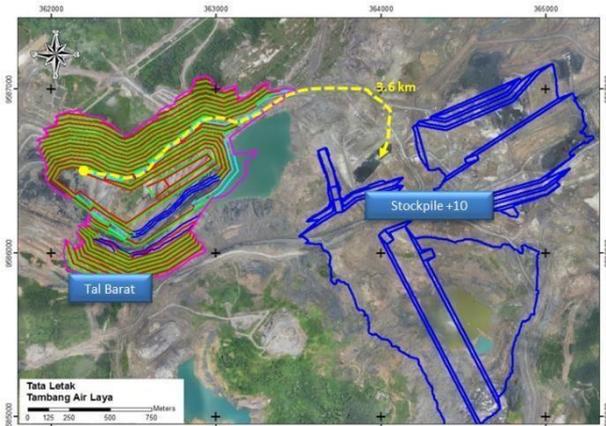
Biaya penimbunan inpit jalur CE 34 (BB2)
 = Volume x ((tarif jarak angkut (\$) x kurs) + rupiah)
 = 5.500.000 bcm x ((0,871 \$ x Rp.13600) + Rp. 12.594)
 = Rp. 134.406.806.426,-

Biaya penimbunan backfilling *sump* MT4 (BB3)
 = Volume x ((tarif jarak angkut (\$) x kurs) + rupiah)
 = 4.500.000 bcm x ((0,510 \$ x Rp.13600) + Rp. 6.565)
 = Rp. 60.775.508.154,-

Total Biaya 2 = BB1 + BB2 + BB3
 = Rp.434.055.317.738+ Rp.134.406.806.426 + Rp.60.775.508.154
 = Rp. 629.237.632.318,-

Penghematan yang didapatkan dengan perubahan skema jarak penimbunan adalah

= Total Biaya 1 - Total biaya 2
 = Rp. 815.211.746.434 – Rp. 629.237.632.318
 = Rp. 185.974.114.116,-



Gambar 9. Akses jalan angkut batubara sebelum penimbunan *sump* MT4



Gambar 10. Akses jalan angkut batubara setelah penimbunan *sump* MT4

Perhitungan biaya jarak angkut sebelum dilakukan penimbunan di *sump* MT4 dengan jarak 3,6 km

$$\begin{aligned} \text{Biaya 1} &= \text{Tonnase Batubara} \times ((\text{tarif } \$ \times \text{kurs}) + \text{rupiah}) \\ &= 5.500.000 \text{ ton} \times ((0,335 \$ \times \text{Rp. } 13.600) + \\ &\quad \text{Rp. } 12.325) \\ &= \text{Rp. } 67.789.562.709 \end{aligned}$$

Perhitungan biaya jarak angkut setelah dilakukan penimbunan di *sump* MT4 dengan jarak 2,8 km

$$\begin{aligned} \text{Biaya 2} &= \text{Tonnase Batubara} \times ((\text{tarif } \$ \times \text{kurs}) + \text{rupiah}) \\ &= 5.500.000 \text{ ton} \times ((0,303 \$ \times \text{Rp. } 13.600) + \\ &\quad \text{Rp. } 11.165) \\ &= \text{Rp. } 61.408.934.355 \end{aligned}$$

Total penghematan pengangkutan batubara dengan adanya penimbunan *sump* MT4 adalah :

$$\begin{aligned} \text{Penghematan pengangkutan batubara} &= \text{Biaya 1} - \text{Biaya 2} \\ &= \text{Rp. } 67.789.562.709 - \text{Rp. } 61.408.934.355 \\ &= \text{Rp. } 6.380.628.354 \end{aligned}$$

4.3. Pembahasan

Berdasarkan perhitungan dan analisis data yang telah dilakukan di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

4.3.1. Geometri timbunan yang sesuai untuk penimbunan *sump* MT4 adalah tinggi jenjang 6 meter, berm 30 meter, *single slope* 18 derajat dan

overall slope 8-9 derajat. Dengan geometri tersebut didapatkan faktor keamanan lereng 1,620.

4.3.2. Berdasarkan desain yang telah dibuat dengan mengacu geometri penimbunan *sump* MT4 seperti *point 1*, kapasitas timbunan *sump* MT4 adalah 4.500.000 Bcm

4.3.3. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dengan *software minescape*, cadangan yang hilang dengan adanya penimbunan *sump* MT4 yaitu 357.730 ton.

4.3.4. Kehilangan cadangan pada *sump* MT4 tidak menyebabkan kerugian bagi PT. Bukit Asam, karena berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan biaya penggalian dibandingkan dengan harga penjualan lebih besar.

Biaya Penggalian = Rp. 452.646.504.512

Harga Penjualan = Rp. 437.862.108.685

Selisih = Rp. 14.784.395.827

4.3.5. Penghematan biaya yang didapatkan dengan adanya penimbunan *sump* MT4. Pertama adalah penghematan yang didapatkan dengan perubahan skema jarak penimbunan adalah Rp. 185.974.114.116 dan penghematan yang didapatkan dengan perubahan skema jarak batubara adalah Rp. 6.380.628.354.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Disain timbunan yang paling tepat berdasarkan aspek geoteknik: Tinggi jenjang 6 meter, Berm 30 meter, *Single slope* 18 derajat dan *Overall slope* 8-9 derajat. Dengan geometri tersebut didapatkan faktor keamanan lereng 1,620.
2. Kapasitas rencana timbunan *sump* MT4 adalah 4.500.000 Bcm.
3. Jumlah batubara yang tertimbun dari skenario desain penimbunan *sump* MT4 Tal Barat adalah 357.730 ton.
4. Potensi Keuntungan dan kerugian rencana penimbunan *sump* MT4 TAL Barat. Pertama adalah Potensi kerugian yang diakibatkan kehilangan cadangan dalam kegiatan penimbunan tidak terjadi dikarenakan biaya penggalian lebih besar dari pada Harga total penjualan dengan selisih biaya Rp. 14.784.395.827 dan Potensi Keuntungan yang diperoleh dengan adanya rencana penimbunan *sump* MT4 TAL Barat adalah Rp. 192.354.742.470.

5.2 Saran

1. Dalam proses pekerjaan penimbunan *sump* MT4 perlu menggunakan material bagus, karena akan digunakan sebagai *counter weight* inpit TAL.
2. Perlu dilakukan optimasi dalam design timbunan untuk mendapatkan kapasitas timbunan yang lebih besar dengan tetap mengacu kestabilan lereng.
3. Pembentukan *final sump* dalam proses penambangan 2018 harus dijadikan prioritas pertama, sebagai upaya agar tidak terjadi ketertinggalan batubara yang

disebabkan oleh keterlambatan pembentukan *final sump*.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Standar Nasional Indonesia SNI 13-6011-1999. *Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan Batubara*. Jakarta (1999)
- [2] Gusmaningsih, K., Murad, M. and Yulhendra, D. *Desain Pit Tambang Air Laya Barat Untuk Memenuhi Target Produksi Tahun 2018 PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Sumatera Selatan*. Bina Tambang, **3(3)**, pp.963-973 (2018)
- [3] Riyandi Kurniawan. *Rancangan Pit Muara Tiga Besar Selatan Bulan Juni Tahun 2015 Unit Penambangan Tanjung Enim PT. Bukit Asam (Persero), Tbk* (2015)
- [4] Irwandi Arif. *Perencanaan Tambang*. Bandung: Institut Teknologi Bandung (2005)
- [5] Arida, M.J. and Yulhendra, D. *Perencanaan Penambangan Jangka Menengah (Quarterly Plan) Batubara Tahun 2018 Di Blok Jebak 2 PT. Nan Riang Desa Ampelu-Jebak Kecamatan Muara Tembesi Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi*. Bina Tambang, **3(4)**, pp.1577-1591 (2018)
- [6] Ersyad, F., Yulhendra, D. and Prabowo, H. *Kajian Teknis dan Ekonomis Perancangan Design Kemajuan Penambangan Quarry Batukapur pada Bulan April–Agustus 2017 di Front III B–IVB Bukit Karang Putih PT. Semen Padang*. Bina Tambang, **3(3)**, pp.1185-1201 (2018)
- [7] Yanto Indonesianto. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional Veteran (2010)
- [8] Mailadiniya, S. and Abdullah, R. *Kajian Ekonomi Penambangan Batubara di PT. Indomining, Sanga-Sanga, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur pada Desain Penambangan Tahun 2018-2027*. Bina Tambang, **3(4)**, pp.1367-1376 (2018)
- [9] Anaperta, Y.M. and Ikmal, M. *Evaluasi Pengaruh Geometri Jalan Angkut Overburden Terhadap Produksi Oht Caterpillar 777d Dari Pit 1 Utara Loading Point Ce 7139 Menuju Ipd 1 N, Pt. Adimitra Baratama Nusantara, Sanga-Sanga, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur*. Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan, **11(2)**, pp.63-71 (2018)
- [10] Isgianda, F., Sumarya, S. and Prabowo, H. *Evaluasi Biaya Dan Kebutuhan Alat Angkut Dan Alat Muat Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden) Pit B PT. Bina Bara Sejahtera Kecamatan Ulok Kupai, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu*. Bina Tambang, **3(3)**, pp.1255-1261 (2018)
- [11] Afrila, E.R., Sumarya, S. and Yulhendra, D. *Analisis Biaya Produksi Penambangan Batu Kapur Pada Bulan April 2017 Di Bukit Karang Putih Pt. Semen Padang*. Bina Tambang, **3(1)**, pp.470-480 (2018)
- [12] Maida, D.T., Murad, M.S. and Anaperta, Y.M. *Analisis Kajian Teknis dan Ekonomis Biaya Operasional Terhadap Hasil Produksi KIP Timah 14 PT. Timah (Persero), Tbk di Laut Tempilang, Bangka Belitung*. Bina Tambang, **2(1)**, pp.285-297 (2015)
- [13] Mayyondra, T., Murad, M.S. and Fadhilah, F. *Biaya Produksi Alat Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Penambangan Batubara di PT. Karbindo Abesyapradhi*. Bina Tambang, **2(1)**, pp.217-229 (2015)
- [14] Sandeir, E. and Prabowo, H. *Evaluasi Kebutuhan dan Estimasi Biaya Alat Muat Kobelco 380 dan Hitachi 350 Dengan Alat Angkut Scania P360 dan Mercedes Actroz 4043 Pada Pengupasan Overburden PT. Caritas Energi Indonesia Jobsite KBB, Sarolangun*. Bina Tambang, **3(3)**, pp.1091-1100 (2018)
- [15] Sugiono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta (2008)