
PERBANDINGAN PERENCANAAN PENAMBANGAN BIJIH TIMAH MENGGUNAKAN BWD KUNDUR 1 TERHADAP KOMBINASI KAPAL ISAP *STRIPPING* DENGAN BWD KUNDUR 1 PT TIMAH TBK DI LAUT AIR KANTUNG, KABUPATEN BANGKA

Desti Armelia, E.P.S.B Taman Tono, Delita Ega Andini

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik,
Kampus terpadu Universitas Bangka Belitung, Pangkalpinang, Bangka Belitung, 33123

e-mail : desti.armelia11@gmail.com

ABSTRACT

BWD Kundur 1 is an offshore tin mining production facility of PT Timah Tbk which operating in Penganak Sea and Air Kantung Sea. Before the activity of mining, mine planning is required for guidelines in the field conditions. At the site of Air Kantung Sea, soil surface are at shallow depths, so the opening of work takes a long time in order to reach the kaksa. As an alternative can be used Stripping Suction Dredge for excavation of top soil, and BWD Kundur 1 can focus on excavation of kaksa. Mine planning considers the economical analysis of mining and operation of BWD Kundur 1 whereas the calculation of reserves and work block creation with Micromine Software uses two methods of mining namely BWD Kundur 1 and the combination of Stripping Suction Dredge with BWD Kundur 1. Based on the calculation, in 2018 the value of break even point in amount of 54.9 tonnes ore/month and the break even grade in April in amount of 0.439 kg/m³, May to October in amount of 0.220 kg/m³, and November to December in amount of 0.302 kg/m³. The location of BWD Kundur 1 is in Penganak Sea with 500 h/month and LPT 550 m³/h, while in Air Kantung Sea with 400 h/month and LPT 500 m³/hour by using short face system and press method. Combination of Stripping Suction Dredge with BWD Kundur 1 reduces the number of production hours and minimizes mining operating costs. After the calculation, it was obtained Tdh an average of 0.386 kg/m³ and Pdh 692 tons with an average production in amount of 77 tons/month. The Production BWD Kundur 1 is 3,612 hours and Stripping Suction Dredge is 285 hours, with 438 hours saving time and mining cost savings in amount of Rp 2,936,212,747.00.

Keyword: tin, bwd kundur 1, stripping suction dredge, operating cost

PENDAHULUAN

Perencanaan tambang memberikan gambaran umum kondisi di lapangan sebelum melakukan penambangan, sekaligus sebagai panduan kerja untuk mencapai target produksi yang diharapkan. Pengolahan data dalam perencanaan tambang timah telah mengalami perkembangan teknologi menggunakan *Software Micromine* dalam sistem komputerisasinya. Tujuan penggunaan *Software Micromine* pada perencanaan tambang untuk memberikan kemudahan, kepraktisan dan keakuratan dalam perhitungan cadangan, penjadwalan produksi, pembuatan blok kerja dan berbagai fungsi *tools* lainnya. Perencanaan tambang pada BWD Kundur 1 harus mempertimbangkan kajian ekonomis penambangan dan pengoperasiannya.

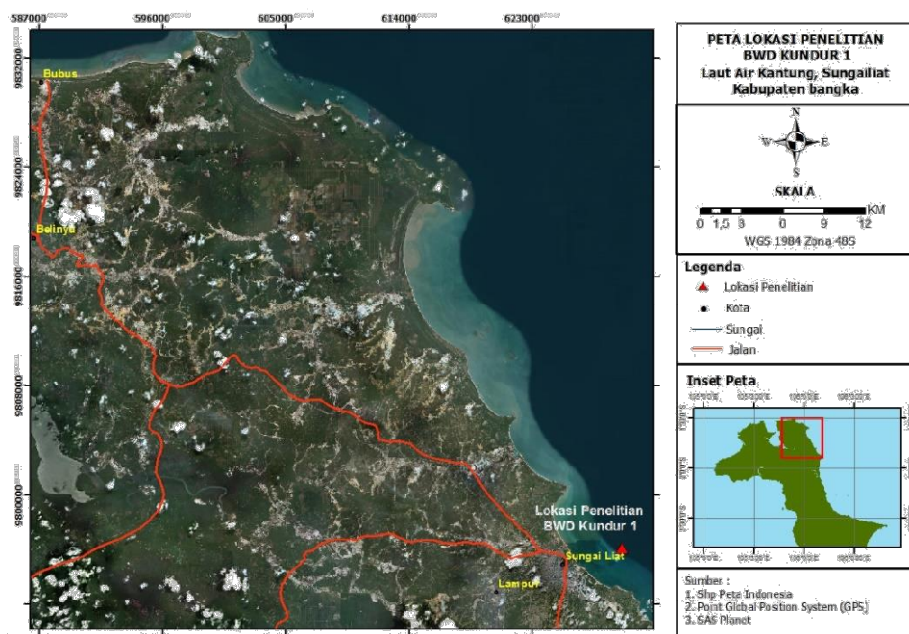
Pada pengoperasian BWD Kundur 1 memerlukan kedalaman minimal agar kapal dapat bekerja dengan baik. Pada lokasi kerja di Laut Air Kantung permukaan tanah berada pada kedalaman dangkal, sehingga pembukaan kolong kerja membutuhkan waktu yang lama untuk mencapai kaksa. Selain itu, pada penggalian menggunakan BWD Kundur 1 sering terjadi penambahan biaya perawatan karena kerusakan alat yang terjadi saat penggalian tanah atas. Hal ini

menyebabkan meningkatnya biaya operasional produksi, sehingga berdampak tidak tercapainya target. Sebagai alternatif dapat digunakan Kapal Isap *Stripping* untuk penggalian tanah atas, sehingga BWD Kundur 1 dapat berfokus pada penggalian kaksa.

Penggunaan Kapal Isap *Stripping* perlu dipertimbangkan baik buruknya. Dari permasalahan diatas diperlukan analisis terhadap efisiensi penambangan menggunakan BWD Kundur 1 kombinasi Kapal Isap *Stripping* agar dapat diketahui penambangan yang efektif dan menguntungkan.

Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian Tugas Akhir ini dilakukan di lokasi kerja BWD Kundur 1 di Laut Air Kantung, Kabupaten Bangka yang berjarak ± 40 km dari kantor pusat PT Timah Tbk di Pangkalpinang, sedangkan pengolahan data dilakukan di kantor Unit Produksi Laut Bangka (UPLB) PT Timah Tbk, Belinyu, Kabupaten Bangka. Area penambangan BWD Kundur 1 dapat ditempuh melalui jalur darat dalam waktu tempuh ± 45 menit, dilanjutkan menggunakan pompong dari dermaga ke area penambangan dalam waktu ±15 menit. Adapun peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Laut Air Kuntung

Tinjauan Pustaka

Sabuk timah Asia Tenggara atau *Southeast Asian Tin Belt* merupakan sebuah sebutan untuk deposit timah primer yang memanjang berarah Utara-Selatan dari Myanmar (Burma), Thailand, Peninsular Malaysia, hingga daerah kepulauan timah di Indonesia. Memiliki panjang sekitar 2.800 km dengan lebar mencapai 400 km, diperkirakan memiliki cadangan timah hingga 9,6 juta ton yang dengan jumlah tersebut menyumbang kebutuhan timah dunia sekitar 54% (Schwartz et al, 1995).

Endapan bijih timah akan termanifestasi pada 2 tipe yaitu endapan primer dan endapan sekunder. Endapan primer merupakan endapan bijih timah yang terkonsentrasi pada batuan pembawa bijih timah tersebut. Mineral yang mengandung timah masih berada di dalam batuan bersama dengan mineral-mineral lain penyusun granitoid, yang merupakan batuan pembawa bijih timah. Sedangkan endapan timah sekunder merupakan endapan timah yang sudah terlepas dari batuan pembawanya, kemudian tertransportasi dan terendapkan di suatu tempat tertentu. Biasanya endapan timah sekunder ini berupa layer-layer mineral pembawa timah seperti kasiterit pada umumnya (Taylor dkk, 1985 dalam Lehmann, 1990).

Tingkat erosi ditunjukkan oleh jalur timah di Asia Tenggara, dimana deposit bijih timah primer sangat sedikit dijumpai dan banyak yang sudah mengalami erosi menjadi endapan timah *placer* (Lehman, 1990). Berdasarkan tempat atau lokasi pengendapannya menurut Sujitno (1997) endapan bijih timah sekunder dapat diklasifikasikan sebagai Endapan Eluvial, Koluvial, Aluvial, Miencang dan *Disseminated*.

Perencanaan Tambang

Perencanaan adalah penentuan persyaratan dalam mencapai sasaran, kegiatan serta urutan teknik pelaksanaan dari berbagai macam kegiatan untuk mencapai tujuan dan sasaran yang diinginkan (Agin, 2011). Menurut Undang-Undang No. 4 Tahun 2009,

Pertambangan adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang. Perencanaan tambang merupakan pembuatan sebuah rancangan tambang (*ultimate pit limit*) dalam jangka waktu tertentu secara aman dan menguntungkan serta menentukan tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam kegiatan penambangan yang berhubungan dengan waktu (Arif dan Adisoma, 2002).

Proses perencanaan tambang secara keseluruhan mencakup tiga tingkatan perencanaan:

1. Rencana jangka panjang, biasanya dikenal sebagai strategi rencana tambang mencakup jangka waktu 5-10 tahun bahkan sampai 30 tahun.
2. Rencana jangka sedang yang dikenal sebagai operasi rencana tambang, yang menyangkut waktu yang lebih pendek antara 3-5 tahun.
3. Rencana jangka pendek yang berfokus pada masa produksi 1-2 tahun.

Pertimbangan Ekonomis Penambangan

Lubis (2012) menyatakan analisis kelayakan tambang adalah suatu proses iteratif antar variabel utamanya, terdiri dari cadangan mineral (*ore reserves*), skala tambang, biaya produksi (*production cost*) dan batas kadar yang direkomendasikan. *Break Even Point* (BEP) merupakan produksi pulang pokok, dihitung dengan membagikan biaya operasi penambangan dengan HPP.

Biaya Operasional Penambangan (BOP) adalah biaya pokok yang dikeluarkan oleh masing-masing unit penambangan dengan metoda dan peralatan tertentu. Komponen utama dari biaya operasi terdiri dari tenaga kerja, suku cadang, penggantian peralatan karena aus atau rusak, bahan bakar, bahan peledak dan aksesoris, oli, pelumas, filter dan lain-lain (Sulistiyana, 2010).

$$BEP = \frac{BOP}{HPP \text{ Bijih}} \quad (1)$$

Break Even Grade (BEG) sebagai batas minimal kadar yang ekonomis untuk ditambang.

$$BEG = \frac{BAK}{Idh} \quad (2)$$

Keterangan :

BAK = Break After KH (ton)

BEG = Break Even Grade (kg/m³)

Idh = Volume dihitung (m³)

BWD Kunder 1

Gibbons (1987) mendefinisikan Teknologi pengerukan adalah kemampuan untuk menggali bahan yang tidak terkonsolidasi dari dasar laut, material yang padat atau bahkan batuan dasar yang keras dapat diangkat dengan teknologi mekanik kapal keruk. Teknologi BWD Kunder 1 merupakan pengembangan *bucket dredge* yaitu *bucket wheel dredge* serta modifikasi dari kapal keruk dengan kapal isap. Tubuh kapal serta pencuciannya mengambil dari teknologi kapal keruk sementara alat transportasi menggunakan pompa.

Mekanisme penggalian BWD terdiri dari gabungan gerakan perputaran *bucket wheel* yang melakukan penggalian oleh *central tier* yang menggerakkan BWD maju, ke samping kiri dan kanan. Gaya – gaya yang bekerja dalam proses penggalian adalah :

1. Gaya menekan ke bawah karena berat *ladder* dan rantai mangkok.
2. Gaya ke depan karena gerakan *bucket wheel* dan kawat haluan.
3. Gaya ke samping karena tarikan kawat samping kiri dan kanan.

Setelah penghancuran material, kemudian material tersebut diisap melalui pipi hisap dengan menggunakan pompa tanah dan dialirkan ke pipa tekan sebagai alat angkut ke instalasi pencucian.

Kapal Isap Stripping

Kapal Isap *Stripping* adalah salah satu alat gali yang digunakan pada kegiatan penambangan bawah laut oleh PT Timah Tbk (Bakri, 2015). Penggalian Kapal Isap *Stripping* menggunakan *cutter* untuk memberai lapisan, menggunakan pompa tanah untuk menghisap dan membuang tanah hasil *stripping* tersebut melalui serangkaian pipa.

Software Micromine

Micromine merupakan *software* yang komprehensif untuk kegiatan eksplorasi maupun desain penambangan dan mudah digunakan (Anonim, 2011). *Micromine* menawarkan *tools* (alat-alat) untuk pemodelan, estimasi, desain, dan penjadwalan. Pengguna *Micromine* dapat menghemat waktu dan meningkatkan produktivitas kerja karena memungkinkan pekerjaan-pekerjaan lanjutan seperti optimasi *pit*, desain tambang dan *layout* blok kerja yang kompleks.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur yang berkaitan dengan penggalian menggunakan BWD Kunder 1 serta pengumpulan data primer dan data sekunder, selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan jumlah LPT, nilai ekonomis penambangan (BEP dan BEG) dan penggunaan *Software Micromine* sehingga diperoleh Pdh dan Tdh. Berdasarkan analisis penelitian ini, akan dihasilkan perencanaan penambangan yang lebih efektif dan menguntungkan antara penggunaan BWD Kunder 1 dan Kombinasi Kapal Isap *Stripping* Dan BWD Kunder 1.

Metode penelitian ini menggunakan metode deskriptif yang dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi studi literatur, observasi, pengumpulan dan pengelompokan data, pengolahan data, analisis data, serta penyusunan laporan. Tahapan studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan bahan-bahan pustaka yang berhubungan dengan penggalian di laut serta literatur yang berkaitan dengan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap BWD Kunder 1 dengan pertimbangan ekonomis penambangan yang terdiri dari perhitungan BEP dan BEG tahun 2018, pertimbangan pengoperasian, serta perhitungan produksi berdasarkan perencanaan penambangan antara penambangan BWD Kunder 1 dan Kombinasi Kapal Isap *Stripping* dengan BWD Kunder 1 menggunakan *Software Micromine*.

Perhitungan BEP dan BEG BWD Kunder 1

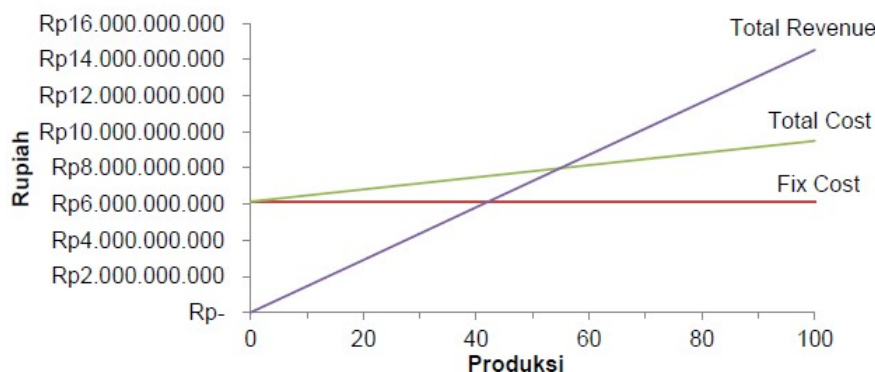
Perhitungan nilai *Break Even Point* dan nilai kadar rata-rata terendah bijih timah yang masih ekonomis untuk ditambang (*Break Even Grade*) diperoleh berdasarkan rencana jam jalan/bulan dan laju pemindahan tanah (m³/jam) perbulan dalam tahun 2018. Nilai BEP sebesar 54,9 ton/bulan dan BEG sebesar 0,439 kg/m³ pada Bulan April, 0,220 kg/m³ pada Bulan Mei sampai Oktober dan 0,302 kg/m³ pada Bulan November sampai Desember. Nilai tersebut menjadi acuan dalam rencana kerja dimana titik impas dari produksi dan kadar rata-rata terendah tersebut masih belum menguntungkan perusahaan, sehingga produksi yang dihasilkan (Pdh) pada perencanaan kerja Tahun 2018 harus lebih besar dari perolehan Tabel 1.

Tabel 1. Perolehan BEP dan BEG per Bulan pada perencanaan tahun 2018

Bulan	IJ (m ³ / bulan)	Idh (m ³ / bulan)	BEP/ bulan (ton)	BEG/ bulan (kg/ m ³)
April	137.500	125.000	54,9	0,439
Mei	275.000	250.000	54,9	0,220
Juni	275.000	250.000	54,9	0,220
Juli	275.000	250.000	54,9	0,220
Agustus	275.000	250.000	54,9	0,220
September	275.000	250.000	54,9	0,220
Oktober	275.000	250.000	54,9	0,220
November	200.000	181.818	54,9	0,302
Desember	200.000	181.818	54,9	0,302

Setelah dilakukan perencanaan penambangan tahun 2018, diperoleh total produksi yang berbeda setiap bulan, sehingga pencapaian BEP terhadap produksi tiap bulan berbeda. Berdasarkan hasil produksi per bulan, dapat diperkirakan waktu pencapaian BEP setiap bulan. Pada Bulan Mei

produksi yang direncanakan sebesar 83 ton dengan kadar $0,332 \text{ kg/m}^3$ yang lebih besar dari BEG, sehingga pencapaian BEP pada Bulan Mei 2018 dapat terpenuhi pada hari ke 20. Berikut pencapaian BEP yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pencapaian BEP BWD Kunder 1 per Bulan Tahun 2018

Pertimbangan Pengoperasian BWD Kunder 1

Pengoperasian BWD Kunder 1 diperoleh lokasi kerja, arah penggalian, pasang surut air laut, sistem dan metode penambangan serta jam jalan dan laju pemindahan tanah per bulan. Lokasi rencana kerja BWD Kunder 1 pada tahun 2018 berada di Laut Penganak dan Laut Air Kantung. Pembuatan rencana

kerja tahun 2018 direncanakan untuk Bulan April sampai Oktober di Laut Penganak, sedangkan Bulan November sampai Desember di Laut Air Kantung. Hal ini bertujuan agar pengoperasian kapal tidak terganggu faktor cuaca. Pengoperasian BWD Kunder 1 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengoperasian BWD Kunder 1

Lokasi Kerja	Arah Gali	Pasang Surut Air Laut (m)	Sistem	Metode	Jam Jalan (jam/bulan)	LPT (m^3/jam)
Laut Penganak	Barat Laut	+1,2 m; -1,4 m	<i>Short face</i>	Tekan	500	550
Laut Air Kantung	Tenggara	+1,5 m; -1,3 m	<i>Short face</i>	Tekan	400	500

Pengoperasian BWD diposisikan berlawanan dengan arah angin, maksudnya jika arah angin yang dominan dari arah Tenggara, maka kapal harus berada di posisi Barat Laut, sehingga pada lokasi kerja di Laut Penganak arah penggalian menghadap ke Barat Laut dan di Laut Air Kantung ke Tenggara.

Pasang surut air laut berpengaruh terhadap BWD Kunder 1, hal ini mengakibatkan tanah yang dikupas lapis demi lapis tidak merata, karena setiap waktunya air laut akan mengalami perubahan ketinggian akibat terjadinya pasang surut. Pada perhitungan pasang surut air laut (Lampiran D) di Laut Penganak pasang air laut tertinggi mencapai 1,2 meter, sementara surut air laut terendah mencapai 1,3 meter, sedangkan di Laut Air Kantung pasang air laut tertinggi mencapai 1,5 meter dan surut air laut terendah mencapai 1,3 meter.

Berdasarkan analisa penampang profil bor pada rencana penambangan BWD Kunder 1 di Laut Penganak dan Laut Air Kantung tidak terdapat bekas kolong penggalian Kapal Isap Produksi (KIP) sehingga tanah yang digali masih kompak dan tidak mudah longsor. Sistem penggalian digunakan pada BWD Kunder 1 adalah sistem *short face*. Sistem ini dipilih agar penggalian pada BWD Kunder 1 lebih bersih serta lebih cepat untuk mencapai kaksa. Penggalian dengan metode *short face* dilakukan dengan membagi kolong kerja selebar 100 m menjadi 10 *snee* dimana 1 *snee* sebesar 10 m, kemudian setiap penggalian dilakukan

sebanyak 3-4 *snee* yang dibagi menjadi kolong penggalian A-D, E-G dan H-J. Metode yang digunakan yaitu metode tekan, dilakukan dengan penggalian secara bertahap dari mulai lapisan tanah atas hingga sampai batuan dasar, dimana penekanan *ladder* dapat dikontrol diikuti dengan perpindahan *snee*.

Perkiraan jam jalan dan laju pemindahan tanah untuk perencanaan tambang tahun 2018, pada Bulan April sampai Oktober diasumsikan LPT sebesar $550 \text{ m}^3/\text{jam}$ dengan jam jalan sebesar 500 jam/bulan, pada Bulan April jam jalan sebanyak 250 jam dikarenakan pada minggu pertama dan kedua dilakukan reparasi tahunan, sedangkan pada Bulan November dan Desember LPT sebesar $500 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan jam jalan sebesar 400 jam/bulan lebih kecil dari bulan sebelumnya dikarenakan faktor cuaca.

Perbandingan Perencanaan Penambangan

Perencanaan penambangan BWD Kunder 1 dilakukan menggunakan *Software Micromine* untuk memberikan hasil perhitungan yang akurat bagi peneliti. Berdasarkan perhitungan perencanaan penambangan antara BWD Kunder 1 dan kombinasi Kapal Isap *Stripping* dengan BWD Kunder 1 tahun 2018, sehingga diperoleh hasil Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Perencanaan Penambangan

Variabel	Penambangan	
	BWD Kunder 1	Kombinasi dengan Kapal Isap <i>Stripping</i>
Jam Jalan (jam)	Laut Penganak : - BWD = 3250 jam Laut Air Kantung : - BWD = 800 jam	Laut Penganak : - BWD = 3250 jam Laut Air Kantung : - BWD = 362 jam - KI <i>Stripping</i> = 285 jam
Biaya Operasional	Rp 89.794.145.768,00	Rp 86.857.933.020,00
Jumlah Produksi	692 ton	692 ton
Biaya per ton	Rp 129.680.894,00	Rp 125.440.410,00
HPP Bijih	Rp 145.381.500,00	Rp 145.381.500,00
Harga Jual Bijih	Rp 100.665.619.837,00	Rp 100.665.619.837,00
Keuntungan	Rp 10.871.474.070,00	Rp 13.807.686.811,00

Berdasarkan hasil pada Tabel 3. terdapat perbedaan jam jalan dan biaya operasional penambangan antara penambangan BWD Kunder 1 dan kombinasi Kapal Isap *Stripping* dengan BWD Kunder 1. Pada penambangan menggunakan BWD Kunder 1 terdapat penghematan jam jalan sebanyak 438 jam. Dari hasil perhitungan perencanaan diperoleh penghematan biaya operasional dari selisih biaya operasional penambangan.

$$\begin{aligned} \text{Penghematan} &= \text{Biaya BWD Kunder 1} - \text{Biaya kombinasi Kapal Isap } \textit{Stripping} \\ &= \text{Rp } (89.794.145.768 - 86.857.933.020) \\ &= \text{Rp } 2.936.212.747 \end{aligned}$$

Penghematan biaya setelah dilakukan kombinasi Kapal Isap *Stripping* BWD Kunder 1 yaitu sebesar Rp 2.936.212.747,00, dengan jumlah produksi sebanyak 692 ton.

Dari segi teknis terdapat beberapa keunggulan dari kombinasi Kapal Isap *Stripping* dengan BWD Kunder 1. Penggalan tanpa kombinasi membutuhkan tenaga dan perlakuan lebih terhadap peralatan instalasi pencucian. Selain itu, waktu untuk melakukan reparasi peralatan penambangan akan menjadi lebih efektif. Kapal Isap *Stripping* memungkinkan adanya ruang buang yang cukup, sehingga kolong kerja lebih bersih dan peralatan keruk tidak mudah rusak. Namun kombinasi kapal juga memiliki kekurangan yaitu perlu pengawasan dan pelaksanaan kerja dengan baik sehingga waktu pelaksanaan penambangan antara Kapal Isap *Stripping* dan BWD Kunder 1 tidak menghalangi produksi yang direncanakan.

KESIMPULAN

1. Nilai titik impas atau BEP (*Break Even Point*) yang harus dicapai perusahaan adalah 54,9 ton bijih/bulan dan nilai kadar rata-rata timah terendah ekonomis untuk ditambang atau BEG (*Break Even Grade*) pada Bulan April sebesar 0,439 kg/m³, Bulan Mei sampai Oktober sebesar 0,220 kg/m³, dan Bulan November sampai Desember sebesar 0,302 kg/m³.
2. Perencanaan lokasi kerja BWD Kunder 1 untuk tahun 2018 yaitu di Laut Penganak dengan jam jalan 500 jam/bulan dan LPT sebesar 550 m³/jam, sedangkan di

Laut Air Kantung dengan jam jalan 400 jam/bulan dan LPT sebesar 500 m³/jam dengan menggunakan sistem *short face* dan metode tekan.

3. Kombinasi Kapal Isap *Stripping* dengan BWD Kunder 1 dapat mengurangi jumlah jam jalan dan memperkecil biaya operasional penambangan. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh Tdh rata-rata sebesar 0,386 kg/m³ dan Pdh sebanyak 692 ton dengan produksi rata-rata 77 ton/bulan. Jam jalan BWD Kunder 1 sebanyak 3.612 jam dan jam jalan Kapal Isap *Stripping* sebanyak 285 jam, dengan penghematan waktu penambangan sebanyak 438 jam. Total biaya operasional penambangan yang dikeluarkan untuk kegiatan penambangan kombinasi Kapal Isap *Stripping* dengan BWD Kunder 1 sebesar Rp 86.857.933.020,00 dengan penghematan setelah Kombinasi dengan Kapal Isap *Stripping* sebesar Rp 2.936.212.747,00,.

REFERENSI

- Agin, R. 2011. *Penentuan Reduksi (Valensi) Daerah Pengaruh Lubang Bor Dan Perhitungan Cadangan Timah Untuk Cadangan Kapal Keruk Dan Tambang Darat*. Buku Ajar Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung. Bangka.
- Anonim. 2011. *Micromine Training: Introducing To Micromine 2011 Begginer*. www.micromine.com
- Arif, I. Dan Adisoma, G.S. 2002. *Perencanaan Tambang*. Buku Ajar Departemen Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Bakri, M.F. 2015. *Analisis Efisiensi Penambangan Bijih Timah Menggunakan Kapal Keruk Kombinasi Kapal Isap Stripping Pada Area Penambangan Laut Permis PT Timah Tbk*. Skripsi Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Gibbons, H John. 1987. *Marine Minerals: Exploring Our New Ocean Frontier*. Ocean Frontier, OTA-O-342 (Washington, DC: U.S. Government Printing Office, July 1987).
- Lehmann. 1990. *Metallogeny of Tin*. University California: Springer-Verlag.
- Lubis, I. A. 2012. *Penambangan Timah Alluvial*. Pangkalpinang : PT Timah (Persero) Tbk

- Schwartz, M. O., Asian Tin Rajah, S. S., Askury, A. K., Putthapiban, P., Djaswadi, S. 1995. *The Southeast Belt*. Earth-Science Reviews volume 38 Issues 2-4: Elsevier B. V., p. 95-293.
- Sujitno, Sutedjo. 1997. *Perkembangan Teori Geologi Dasar Timah dan Strategi Eksplorasi Timah di Indonesia (suatu tinjauan sejarah)*, Ceramah di PT Timah (Persero) Tbk.

- Sulistiyana, W. 2010. *Perencanaan Tambang*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Jogjakarta.
- Undang- Undang Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara.