



Analisis Efisiensi Operasional Kapal Isap Stripping dan Kapal Isap Produksi : Studi Kasus Perencanaan di Blok Rencana Kerja Laut Tempilang, Kabupaten Bangka Barat

Gilang, M. Taufik Toha, Edy Sutriyono

Universitas Sriwijaya, Indonesia

*Email: gilang.biliton1212@gmail.com

*Correspondence: ¹gilang.biliton1212@gmail.com

DOI:10.59141/comserva.v4i8.2727

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi operasional Kapal Isap Stripping (KIS) dan Kapal Isap Produksi (KIP) dalam penambangan timah di laut. Hasil menunjukkan bahwa metode kombinasi KIS dan KIP meningkatkan efisiensi dan produktivitas dibandingkan dengan penggunaan KIP saja. Penggunaan HSD menurun dari 374.085 liter menjadi 299.982 liter, mengurangi biaya bahan bakar dari Rp 5,4 miliar menjadi Rp 3,6 miliar. Biaya karyawan dan pemakaian bahan juga menurun masing-masing sekitar 29,7% dan 12,6%. Meskipun biaya jasa pihak ketiga meningkat, total biaya operasional menurun 15,8% dari Rp 13,97 miliar menjadi Rp 11,77 miliar. Produktivitas meningkat 50% menjadi 48 TonSn/bulan, dan harga pokok produksi per ton Sn turun 15,7% menjadi Rp 125,1 juta. Metode kombinasi menawarkan efisiensi biaya yang lebih baik dan produktivitas lebih tinggi, dengan laju pemindahan tanah meningkat 32,9% dari 170 m³/jam menjadi 226 m³/jam meskipun umur tambang berkurang sekitar 24,7%. Hasil ini memberikan dasar untuk strategi operasional yang lebih efektif dalam penambangan laut.

Kata kunci: Efisiensi operasional, Kapal Isap Stripping, Kapal Isap Produksi, Pengurangan biaya, Peningkatan produktivitas.

ABSTRACT

This study aims to analyze the operational efficiency of Cutter Suction Dredgers (CSD) and Cutter Suction Dredgers Production (CSDP) in offshore tin mining. The results indicate that the combination method of CSD and CSDP enhances both efficiency and productivity compared to using CSDP alone. Diesel consumption decreased from 374,085 liters to 299,982 liters, reducing fuel costs from IDR 5.4 billion to IDR 3.6 billion. Labor and material costs also fell by approximately 29.7% and 12.6%, respectively. Although third-party service costs increased, total operational costs decreased by 15.8%, from IDR 13.97 billion to IDR 11.77 billion. Productivity rose by 50% to 48 tons of Sn per month, and the production cost per ton of Sn dropped by 15.7% to IDR 125.1 million. The combination method provides better cost efficiency and higher productivity, with the rate of soil removal increasing by 32.9% from 170 m³/h to 226 m³/h despite a 24.7% reduction in life of mine. These results offer a foundation for more effective operational strategies in offshore mining.

Keywords: Operating efficiency, Cutter Suction Dredgers, Cutter Suction Dredgers Production, Cost reduction, Productivity increase.

PENDAHULUAN

Pertambangan laut merupakan salah satu sektor yang penting dalam industri ekstraksi mineral, khususnya di negara-negara dengan kekayaan sumber daya bawah laut yang signifikan seperti Indonesia. Kapal Isap Stripping dan Kapal Isap Produksi adalah dua jenis kapal yang sering digunakan dalam kegiatan pertambangan laut. Kedua jenis kapal ini memiliki peran dan fungsi yang berbeda namun sama-sama vital dalam operasi penambangan di dasar laut.

Kapal Isap Stripping biasanya digunakan untuk menghilangkan lapisan overburden atau material penutup yang tidak mengandung mineral berharga serta dapat menggali hampir semua jenis tanah yaitu, pasir, lempung atau batu di dasar laut oleh cutter head yang kemudian material yang dikeruk akan dihisap oleh dredger pump dan diangkut ke area pembuangan melalui pipa jarak apung (Putra, 2022). Kapal Isap Stripping dilengkapi oleh 2 mesin utama. Mesin Kapal Isap Stripping didesain khusus untuk mempermudah pengerjaan penggalian. Salah satu mesinnya berfungsi sebagai penggerak utama hidrolik seperti spud, cutter dan kawat penggerak sedangkan yang lainnya berfungsi sebagai sistem penggerak pompa tanah pada Kapal Isap Stripping. Bagian bawah Kapal Isap terdapat ponton yang digunakan sebagai tempat untuk mengisi tangki bahan bakar dan juga tangki persediaan air (Sujitno, 2007). Penggalian Kapal Isap Stripping menggunakan cutter untuk memberai lapisan dan menggunakan pompa tanah untuk menghisap juga membuang tanah hasil stripping tersebut melalui serangkaian pipa. Kapal Isap Stripping memiliki dua buah spud. Salah satu spud berfungsi sebagai penyeimbang gerakan kapal dan spud lainnya berfungsi sebagai spud centre atau poros tonggak dari pergerakan kapal. Setiap kapal maju melakukan penggalian, mesin hidrolik menggerakkan spud center melakukan penetrasi sebagai titik poros pergerakan sekaligus menahan pergerakan dari kapal sendiri (Macdonald, 1983)

Kapal Isap Produksi digunakan untuk melakukan kegiatan penambangan dan pencucian bijih timah. Cara kerjanya adalah melakukan pengerukan pada lapisan penggalian dengan menggunakan cutter kemudian material penggalian tersebut dialirkan pompa tanah menuju saring putar selanjutnya dilakukan proses pencucian menggunakan Jig (S.Candra, 2017). Target recovery pencucian sebesar > 96% dengan kadar seluruh jig 20-30% Sn, sesuai dengan ketentuan perusahaan. Recovery dan kadar hasil pencucian pada kegiatan penambangan merupakan tolak ukur keberhasilan proses pemisahan timah. Adapun recovery yang tinggi akan menghasilkan kadar yang rendah, sementara kadar yang tinggi akan menghasilkan recovery yang rendah (Sembiring, dkk., 2022). Efisiensi operasional dari kedua jenis kapal ini sangat mempengaruhi keberhasilan dan keberlanjutan operasi penambangan.

Efisiensi operasional Kapal Isap dapat diukur melalui berbagai parameter seperti laju pemindahan tanah, waktu operasi dan biaya operasi. Pemahaman yang mendalam tentang efisiensi operasional dari kedua jenis kapal ini dapat membantu dalam mengoptimalkan proses penambangan, mengurangi biaya, dan meningkatkan produktivitas.

Pada penelitian terdahulu, penambangan kombinasi antara Kapal Isap Stripping dan Kapal Isap Produksi dapat menghemat biaya operasional hingga 37 % dan dapat mempercepat waktu produksi. Selain itu beban kerja peralatan penggalian Kapal Isap Produksi lebih ringan karena sebagian lapisan overburden telah digali oleh Kapal Isap Stripping (Vivi, dkk., 2018). Kombinasi penambangan Kapal Isap Stripping tidak hanya dengan Kapal Isap Produksi tapi dapat dipadukan dengan objek tambang

Gilang, M. Taufik Toha, Edy Sutriyono

Analisis Efisiensi Operasional Kapal Isap Stripping dan Kapal Isap Produksi : Studi Kasus Perencanaan di Blok Rencana Kerja Laut Tempilang, Kabupaten Bangka Barat

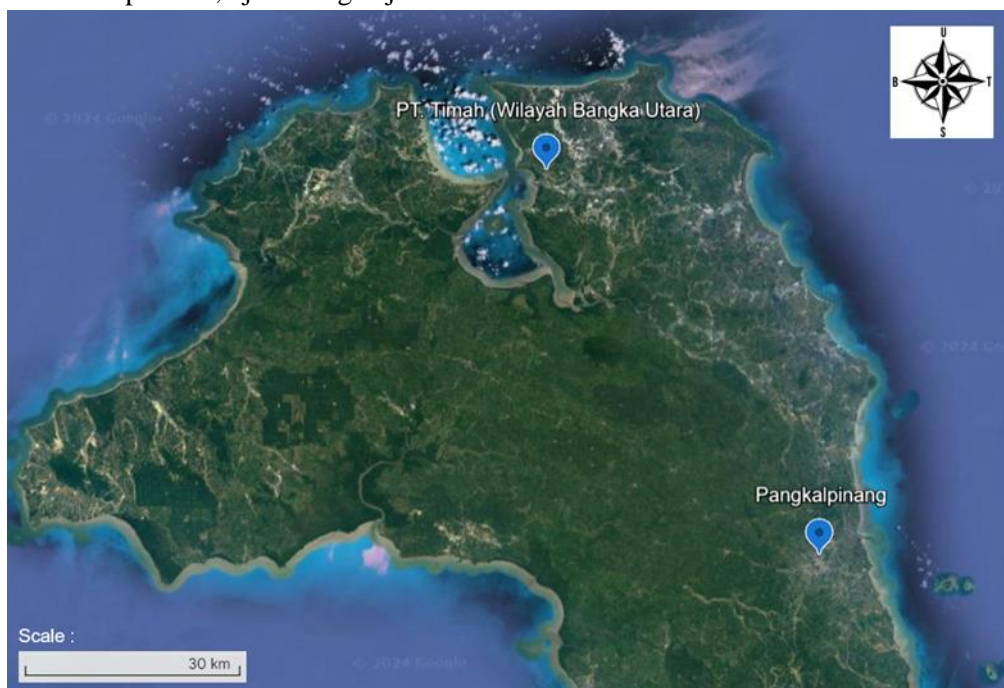
seperti Bucket Wheel Dredge. Dimana dari kombinasi tersebut memiliki keuntungan dari sisi teknis yaitu waktu reparasi peralatan menjadi lebih efektif, memungkinkan ruang buang yang cukup sehingga kolong kerja lebih bersih dan peralatan keruk tidak mudah rusak (Armelia, dkk., 2018). Penelitian terkait Kapal Isap Stripping juga pernah dilakukan dengan mengkombinasikan Kapal Isap Stripping dengan Floating Washing Plant (Pencucian bijih timah terapung), dengan hasil penelitian pembuangan tailing lebih baik dibandingkan dengan cara konvensional dan recovery pengolahan bijih timah cukup baik sebesar 66% - 90% (Virgiawan, dkk., 2020).

Penelitian yang mengkaji efisiensi operasional Kapal Isap Stripping dan Kapal Isap Produksi secara komparatif masih terbatas. Kebanyakan penelitian fokus pada satu jenis kapal saja atau pada aspek teknis tertentu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis komparatif terhadap efisiensi operasional Kapal Isap Stripping dan Kapal Isap Produksi dalam melakukan penambangan pada blok rencana kerja yang sudah ditentukan.

Hasil dari penelitian tentang Kapal Isap Produksi dan Kapal Isap Stripping ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih baik bagi para pengelola industri pertambangan laut dalam memilih dan mengoperasikan kapal isap yang paling efisien dan sesuai dengan kondisi operasi mereka. Selain itu, penelitian ini juga dapat memberikan dasar bagi pengembangan teknologi dan prosedur operasional yang lebih baik untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam industri pertambangan laut.

METODE

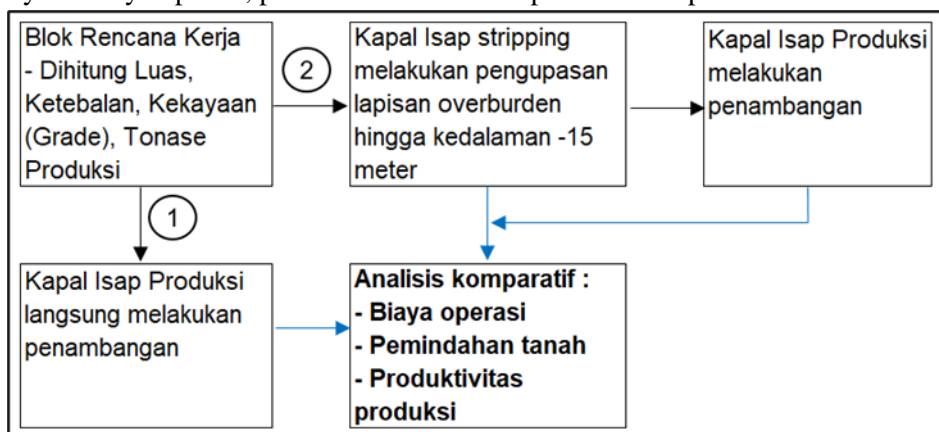
Lokasi penelitian berada pada PT. Timah Tbk Wilayah Bangka Utara. Secara administrasi, lokasi ini masuk kedalam wilayah Kecamatan Belinyu, Kabupaten Bangka. Kesempaian daerah ini dapat ditempuh melewati jalur darat dari Pangkalpinang menuju Belinyu menggunakan kendaraan roda empat dengan waktu tempuh $\pm 1,5$ jam dengan jarak ± 87 km.



Gambar 1. Peta Kesempaian Lokasi Penelitian di Pulau Bangka

Rancangan penelitian ini dibuat dengan beberapa tahapan yang terdiri dari 2 skenario rencana penambangan. Tahap awal melibatkan penilaian menyeluruh terhadap Blok Rencana Kerja. Langkah ini mencakup perhitungan berbagai parameter seperti luas blok rencana kerja penambangan, ketebalan lapisan, kekayaan mineral bijih timah dan estimasi jumlah produksi yang akan ditambang oleh Kapal Isap Produksi. Selanjutnya, dilakukan simulasi perhitungan dengan skenario pertama yaitu blok rencana kerja langsung dikerjakan oleh Kapal Isap Produksi dan skenario rencana penambangan yang kedua adalah kombinasi antara Kapal Isap Stripping dengan Kapal Isap Produksi, dimana Kapal Isap Stripping akan terlebih dahulu menggali sebagian lapisan overburden hingga kedalaman 15 meter (kedalaman optimum) kemudian Kapal Isap Produksi melanjutkan blok tersebut untuk melakukan ore getting.

Dari dua skenario penambangan itu, akan dilakukan analisis komparatif yang berfokus pada 3 faktor kritis yaitu biaya operasi, pemindahan tanah dan produktifitas produksi.



Gambar 2. Rancangan Penelitian

Populasi pada penelitian ini meliputi Kapal Isap Stripping (KIS) Pulau Tujuh (KI Pulau Tujuh) dan Kapal Isap Produksi (KIP) Timah XII (KIP Timah XII) serta sampel yang digunakan adalah data lubang bor di Laut Tempilang IUP DU 1545, Kabupaten Bangka Barat yang meliputi kedalaman air, ketebalan lapisan, kedalaman kong/bedrock dan kekayaan timah/grade serta data assay bor.

Pengumpulan data-data yang akurat serta berkaitan dengan penelitian ini akan dijadikan acuan untuk menganalisis data. Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu data blok rencana kerja Kapal Isap Produksi, data Pemboran (data collar dan assay), data realisasi Laju Pemindahan Tanah (LPT) dan data biaya operasi dan penyusutan.

Data blok rencana kerja dan data pemboran akan digunakan untuk melakukan estimasi jumlah produksi bijih timah, volume pemindahan tanah, kekayaan pada lokasi kerja yang kemudian di analisis untuk mendapatkan data umur tambang, produktivitas dan jumlah pemindahan tanah.

Data LPT yang digunakan dalam penelitian ini adalah data historis kinerja pada tahun sebelumnya. Untuk data LPT Kapal Isap Stripping diambil menggunakan data realisasi penambangan selama beroperasi di Laut Tempilang, Bangka Barat. Sementara untuk data LPT Kapal Isap Produksi didapat dari data realisasi kinerja berdasarkan historis tahun 2023.

Data biaya operasi dan penyusutan yang dikumpulkan berupa data biaya Kapal Isap Stripping dan biaya Kapal Isap Produksi yang bersumber dari data historis realisasi pada tahun 2023.

Untuk menentukan luas, ketebalan, kekayaan (grade Sn) dan produksi bijih timah menggunakan software Micromine dengan metode simple reserve. Micromine merupakan software untuk kegiatan eksplorasi maupun desain penambangan dan sangat mudah digunakan. Micromine menawarkan tools (alat-alat) untuk pemodelan, estimasi, desain, dan penjadwalan (Vivi, dkk., 2018). Hasil Perhitungan Kekayaan Cadangan berisi informasi berupa Luas Dihitung (LDH), Tebal Dihitung (DDH), Isi Dihitung (IDH), Timah Dihitung (TDH) dan Produksi Dihitung (PDH).

LDH merupakan luas daerah penggalan pada suatu blok peta rencana kerja yang dihitung dalam batas cadangan. DDH merupakan tebal lapisan rata-rata dalam batas cadangan pada suatu blok peta rencana kerja. IDH merupakan isi (volume) endapan alluvial dalam batas cadangan tanpa memperhitungkan nilai talud/bench yang terbentuk. TDH merupakan kekayaan timah dihitung atau jumlah timah persatuan isi kekayaan cadangan. PDH merupakan jumlah tonase timah dihitung dalam batas cadangan.

Setelah dilakukan perhitungan cadangan, data tersebut akan diolah untuk menentukan jumlah volume pemindahan tanah, umur tambang dan produktivitas produksi.

Umur tambang merujuk pada jangka waktu di mana suatu tambang dapat menghasilkan atau mengekstraksi sumber daya mineral atau bahan mentah secara ekonomis umur tambang merujuk pada jangka waktu di mana suatu tambang dapat menghasilkan atau mengekstraksi sumber daya mineral atau bahan mentah secara ekonomis. Umur tambang dapat dihitung menggunakan berbagai metode, tergantung pada jenis tambang dan informasi yang tersedia. Salah satu metode umum untuk menghitung umur tambang adalah dengan menggunakan rasio jumlah volume cadangan terhadap kapasitas produksi (Saputro, dkk., 2020).

Biaya operasi dan penyusutan merupakan dua komponen penting dalam pengelolaan keuangan sebuah perusahaan. Keduanya mempengaruhi laba bersih dan arus kas, serta memberikan gambaran tentang kesehatan finansial dan efisiensi operasional perusahaan.

Biaya operasi merupakan biaya yang terjadi dalam kaitannya dengan operasi yang dilakukan perusahaan agar perusahaan dapat berjalan dengan normal dan diukur dalam satuan uang (Diansa, 2022). Segala macam biaya yang harus dikeluarkan agar proyek penambangan dapat beroperasi/ berjalan dengan normal, dengan adanya kegiatan analisis biaya operasional penambangan tersebut diharapkan pihak perusahaan dapat melakukan kegiatan penambangan secara terstruktur dan terorganisasi. Biaya penyusutan adalah alokasi biaya perolehan atau sebagian besar harga perolehan suatu aset tetap selama masa aset tersebut (Hutahayan, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biaya operasi dan Penyusutan

Komponen biaya operasi Kapal Isap Stripping dan Kapal Isap Produksi meliputi biaya pemakaian HSD, biaya karyawan, biaya pemakaian bahan, biaya jasa pihak ketiga, biaya lain-lain. Sedangkan biaya penyusutan adalah biaya capex yang memiliki umur pakai diatas 1 tahun yang disusutkan sesuai dengan umur pemakaian seperti mesin, pompa tanah, pompa hidrolis dan lain-lain.

Tabel 1. Realisasi Pemakaian HSD KI Pulau Tujuh pada Tahun 2023

No	Bulan	Jam Operasi (jam)	Konsumsi HSD (liter)	Rata-Rata (liter/jam)
1	Jan	137	50.520	369

Gilang, M. Taufik Toha, Edy Sutriyono

Analisis Efisiensi Operasional Kapal Isap Stripping dan Kapal Isap Produksi : Studi Kasus Perencanaan di Blok Rencana Kerja Laut Tempilang, Kabupaten Bangka Barat

No	Bulan	Jam Operasi (jam)	Konsumsi HSD (liter)	Rata-Rata (liter/jam)
2	Feb	99	35.150	357
3	Mar	330	105.270	319
4	Apr	367	111.686	305
5	Mei	291	102.640	352
6	Jun	13	10.960	827
7	Jul		Docking	
8	Ags		Docking	
9	Sep		Docking	
10	Okt	162	48.385	299
11	Nov	397	125.830	317
12	Des	132	121.570	923
	Jumlah	1.928	712.011	369

Berdasarkan data pada Tabel 1, menunjukkan rata-rata pemakaian HSD KI Pulau Tujuh selama tahun 2023 (9 bulan operasi) adalah sebesar 369 liter/jam. Nilai tersebut didapat dari perhitungan total konsumsi HSD dibagi dengan total jam operasi selama periode tahun 2023.

Tabel 2. Realisasi Pemakaian HSD KIP Timah XII pada Tahun 2023

No	Bulan	Jam Operasi (jam)	Konsumsi HSD (liter)	Rata-Rata (liter/jam)
1	Jan	574	147.291	257
2	Feb	483	121.291	251
3	Mar	553	137.938	250
4	Apr	537	136.332	254
5	Mei	463	110.987	240
6	Jun	453	109.115	241
7	Jul	493	120.163	244
8	Ags	567	148.019	261
9	Sep	489	124.840	255
10	Okt	573	144.338	252
11	Nov	365	91.788	251
12	Des	275	69.981	254
	Jumlah	5.823	1.462.083	251

Pada Tabel 2, diketahui nilai rata-rata pemakaian HSD KIP Timah XII selama tahun 2023 sebesar 251 liter/jam. Nilai tersebut didapat dari perhitungan total konsumsi HSD dibagi dengan total jam operasi selama periode tahun 2023.

Tabel 3. Realisasi Biaya Operasi dan Penyusutan KI Pulau Tujuh pada Tahun 2023

Elemen Biaya	Biaya/Tahun (Rp/Tahun)	Rata-rata/Bulan (Rp/Bulan)
Biaya Karyawan	651.290.000	72.365.556
Pemakaian Bahan	1.301.168.376	144.574.264
Biaya Jasa Pihak Ketiga	225.905.234	25.100.582
Biaya Penyusutan	12.648.360.871	1.405.373.430

Gilang, M. Taufik Toha, Edy Sutriyono

Analisis Efisiensi Operasional Kapal Isap Stripping dan Kapal Isap Produksi : Studi Kasus Perencanaan di Blok Rencana Kerja Laut Tempilang, Kabupaten Bangka Barat

Biaya Lain-Lain	668.945.819	74.327.313
Jumlah	15.495.670.300	1.721.741.144

Realisasi biaya KI Pulau Tujuh selama tahun 2023 dapat dilihat pada Tabel 3, dimana dapat diketahui biaya rata-rata perbulan untuk biaya karyawan sebesar Rp 72.365.556,-, biaya pemakaian bahan sebesar Rp 144.574.264,-, biaya jasa pihak ketiga sebesar Rp 25.100.582,-, biaya penyusutan sebesar Rp 1.405.373.430,- dan biaya lain-lain sebesar Rp 74.327.313,-.

Tabel 4. Realisasi Biaya Operasi dan Penyusutan KIP Timah XII tahun 2023

Elemen Biaya	Biaya/Tahun (Rp/Tahun)	Rata-rata/Bulan (Rp/Bulan)
Biaya Karyawan	7.931.533.558	660.961.130
Pemakaian Bahan	2.783.266.106	231.938.842
Biaya Jasa Pihak Ketiga	91.121.400	7.593.450
Biaya Penyusutan	22.804.587.824	1.900.382.319
Biaya Lain-Lain	633.294.675	52.774.556
Jumlah	34.243.803.563	2.853.650.297

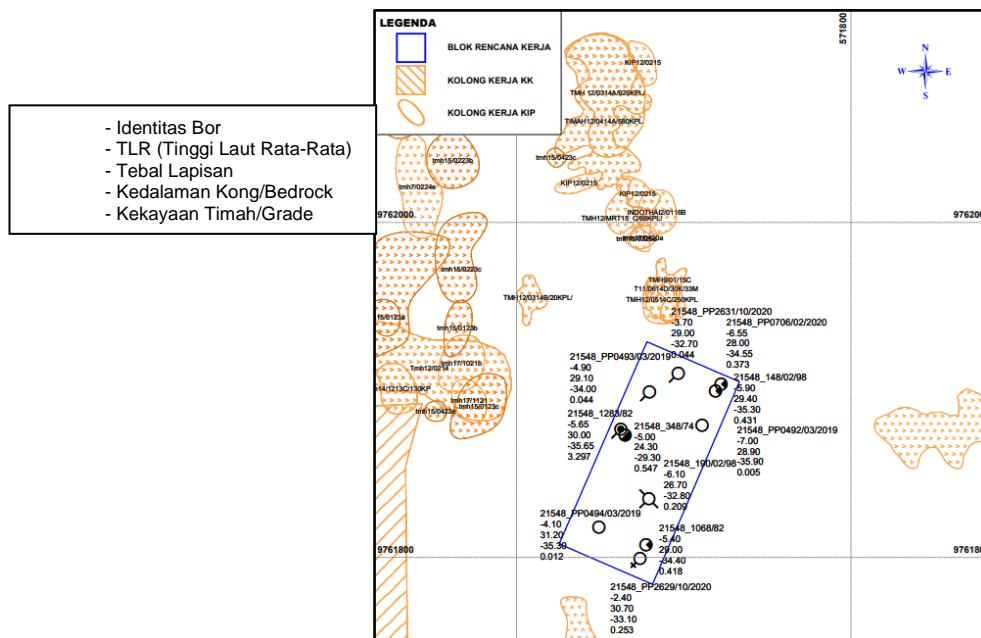
Keterangan: Pada tahun 2023, KIP Timah XII beroperasi penuh selama 12 bulan

Blok Rencana Kerja

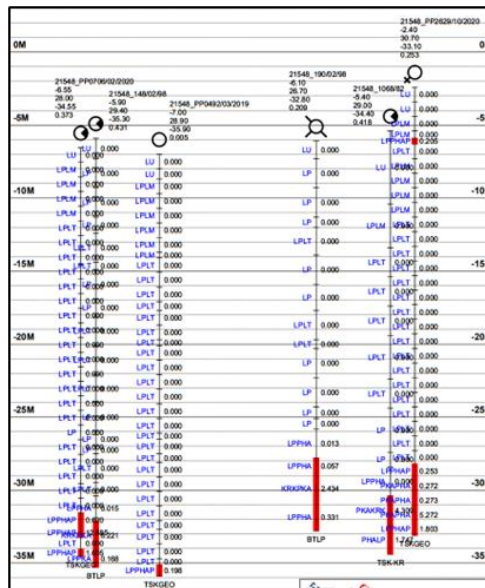
Blok rencana kerja memiliki luas blok sebesar 7.972 m², ketebalan lapisan 28,88 m, volume tanah 230.231, kekayaan timah/grade 0,409 kg/m³ dan produksi timah sebesar 94 ton Sn. Kedalaman air pada blok rencana kerja berkisar antara -2,4 m sampai dengan -7 meter.

Tabel 6. Perhitungan Cadangan Timah pada Blok Rencana Kerja

BLOK	LDH (m2)	DDH (m)	IDH (m3)	TDH (KgSn/m3)	PDH (TonSn)
RK KIP	7.972	28,88	230.231	0,409	94



Gambar 3. Blok Rencana Kerja



Gambar 4. Profil Bor

Pada Gambar 4, dapat dilihat jenis-jenis lapisan yang ada pada blok rencana kerja berupa lapisan LPLT (Lempung Liat), LP (Lempung), LPLM (Lempung Lemah), LU (Lumpur), LPPHA (Lempung Pasir Halus) dan PKAKRK (Pasir Kasar Krikil). Lapisan overburden dominan berupa lempung liat dan ore berada pada lapisan lempung pasir halus, pasir kasar dan krikil. Ketebalan kapisan kaksa atau ore berkisar dari 1 meter sampai dengan 5 meter dan Jenis bedrock atau kong berupa BTLP (Batu Lempung). Sebagai informasi tambahan, TSKGEO adalah pemboran tidak sampai kong karena kendala faktor geologi yang diputuskan oleh geologis dan TSK-KR berarti pemboran tidak sampai kong dikarenakan lapisan sangat keras dan tidak mampu ditembus oleh peralatan bor.

Laju Pemindahan Tanah

Nilai Laju Pemindahan Tanah (LPT) dihitung berdasarkan realisasi pemindahan tanah dibagi dengan realisasi jam operasi (jam jalan) untuk memindahkan tanah tersebut (Wibowo, dkk., 2020).

Tabel 7. Realisasi Laju Pemindahan Tanah KI Pulau Tujuh

No	Bulan	Tahun	Lokasi	Jam Jalan (jam)	Volume Tanah (m ³)	LPT (m ³ /jam)
1	Nov	2018	Tempilang	179	133.591	746
2	Des	2018	Tempilang	72	44.850	620
3	Des	2023	Tempilang	247	147.863	599
4	Jan	2024	Tempilang	170	91.855	542
5	Apr	2024	Tempilang	129	66.792	520
6	Mei	2024	Tempilang	90	49.864	551
Jumlah				887	534.815	603

KI Pulau Tujuh beroperasi di Laut Tempilang sebagai Kapal stripping pada tahun 2018, 2023 dan 2024. Total jam jalan sebesar 887 jam dengan volume pemindahan tanah sebanyak 534.815 m³. Dari realisasi jam jalan dan volume pemindahan tanah tersebut dapat diketahui nilai LPT rata-rata KI Pulau Tujuh di Laut Tempilang adalah 603 jam/m³.

Tabel 8. Realisasi Laju Pemindahan Tanah KIP Timah XII tahun 2023

No	Bulan	Jam Jalan (jam)	Volume Tanah (m ³)	LPT (m ³ /jam)
1	Jan	574	96.309	168
2	Feb	483	78.843	163
3	Mar	553	89.743	162
4	Apr	537	88.936	166
5	Mei	463	75.120	162
6	Jun	453	77.194	171
7	Jul	493	90.011	183
8	Ags	567	92.588	163
9	Sep	489	84.367	173
10	Okt	573	98.800	173
11	Nov	365	59.301	162
12	Des	275	48.471	176
Jumlah		5.823	979.683	168

Tabel 8 menunjukkan realisasi kinerja KIP Timah XII tahun 2023, dengan jumlah jam jalan sebesar 5.823 jam, volumen pemindahan tanah sebanyak 979.683 m³ sehingga diketahui nilai LPT rata-rata selama tahun 2023 adalah 168 m³/jam.

Umur Tambang

Skenario penambangan yang pertama adalah Blok Rencana Kerja langsung ditambah dengan KIP. Parameter rencana kerja untuk jam jalan KIP adalah 500 jam/bulan dengan LPT 170 m³/jam (mengacu dari realisasi 168 m³/jam) sehingga rencana volume pemindahan tanah perbulan yaitu 85.000 m³/bulan.

Tabel 9. Perhitungan Umur Tambang dan Estimasi Produksi KIP (skenario 1)

No	Parameter	Skenario 1 Operasi KIP
1	LDH (m ²)	7.972
2	DDH (m)	28,88
3	IDH (m ³)	230.231
4	TDH (KgSn/m ³)	0,409
5	PDH (TonSn)	94
6	KT	1,1
7	Pemindahan Tanah (m ³)	253.254
8	Umur Tambang (jam)	1.490
9	Umur Tambang (bulan)	3,0
10	Produksi Rata-Rata (TonSn/bulan)	32

Pada tabel diatas dapat diketahui nilai IDH atau volume tanah pada Blok Rencana Kerja sebesar 230.231 m³. Namun angka ini belum menambahkan nilai talud yang kemungkinan akan terbentuk selama proses penggalian didalam laut. Material yang telah dikeruk akan mengalami kelongsoran dan akan berhenti jika terjadi keseimbangan (Mahendra, 2014). Sehingga untuk mengetahui angka pemindahan tanah yang terkoreksi dengan volume talud digunakanlah angka Koefisian Talud (KT). Best practice yang dilakukan oleh perusahaan tempat penelitian adalah sebesar 1,1. Sehingga volume pemindahan tanah setelah memasukan nilai KT sebesar 253.254 m³. Berdasarkan volume pemindahan

tanah maka dapat diketahui umur tambang KIP pada Blok Rencana Kerja sebesar 1.490 jam atau 3 bulan dengan estimasi produksi perbulan sebesar 32 ton Sn. Untuk Skenario penambangan kedua menggunakan metode kombinasi yaitu Blok Rencana Kerja tidak langsung ditambang dengan KIP melainkan terlebih dahulu dilakukan pengupasan tanah atas hingga kedalaman 15 meter oleh Kapal Isap Stripping. Parameter rencana kerja bulanan untuk Kapal Isap Stripping adalah jam jalan sebesar 200 jam/bulan dengan LPT 600 m³/jam (mengacu dari realisasi 603 m³/jam) dan kapasitas pemindahan tanah adalah 120.000 m³.

Tabel 10. Perhitungan Umur Tambang dan Estimasi Produksi KIP (skenario 2)

No	Parameter	Skenario 2		Jumlah
		KIS	KIP	
1	LDH (m2)	7.972	7.972	7.972
2	DDH (m)	9,94	18,94	28,88
3	IDH (m3)	79.242	150.989	230.231
4	TDH (KgSn/m3)	- ,00	0,623	0,409
5	PDH (TonSn)	- ,00	94	94
6	KT	1,1	1,1	1,1
7	Pemindahan Tanah (m3)	87.166	166.088	253.254
8	Umur Tambang (jam)	145	977	1.122
9	Umur Tambang (bulan)	0,7	2,0	2,7
10	Produksi Rata-Rata (TonSn/bulan)	-	48	48

Volume pemindahan tanah untuk KIS sebesar 87.166 m³ dengan umur tambang 145 jam atau 0,7 bulan. Selama kegiatan proses pengupasan lapisan tanah atas tidak ada ore yang ikut tertambang. Kemudian penambangan dilanjutkan dengan proses penambangan menggunakan KIP, dapat diketahui umur tambang KIP pada blok tersebut sebesar 977 jam atau 2 bulan dan memiliki estimasi produksi sebesar 48 ton Sn /bulan. Jumlah umur tambang dari skenario penambang kedua ini adalah 1.122 jam atau 2,7 bulan.

Analisis Komparatif

Perbandingan antara operasi penambangan Skenario Pertama dan Skenario Kedua menunjukkan perubahan signifikan dalam berbagai aspek biaya dan produktivitas.

Tabel 11. Analisa Komparatif

Skenario 1	Parameter	Skenario 2
374.085	Pemakaian HSD (liter)	299.982
5.416.000.131	Biaya HSD (Rp)	3.566.176.527
1.982.883.390	Biaya Karyawan (Rp)	1.394.287.815
695.816.527	Pemakaian Bahan (Rp)	608.451.948
22.780.350	Biaya Jasa Pihak Ketiga (Rp)	40.287.482
5.701.146.956	Biaya Penyusutan (Rp)	5.206.138.067
158.323.669	Biaya Lain-Lain (Rp)	179.876.426
13.977.325.107	Jumlah Biaya (Rp)	11.772.476.621
32	Produktivitas (TonSn/bulan)	48
170	LPT (m3/jam)	226
1.489,7	Umur Tambang (jam)	1.122
148.434.398	Harga Pokok Produksi (Rp/TonSn)	125.153.902

Penggunaan HSD berkurang dari 374.085 liter menjadi 299.982 liter, yang mengakibatkan penurunan biaya HSD dari Rp 5,4 miliar menjadi Rp 3,6 miliar. Biaya karyawan dan pemakaian bahan juga menurun masing-masing sekitar 29,7% dan 12,6% dengan adanya stripping. Meskipun terdapat peningkatan biaya pada jasa pihak ketiga dan biaya lain-lain, total biaya operasional keseluruhan tetap menurun sekitar 15,8%, dari Rp 13,97 miliar menjadi Rp 11,77 miliar. Dalam hal produktivitas, operasi penambangan kombinasi pada Skenario Kedua antara KIS dan KIP menunjukkan peningkatan yang signifikan sebesar 50%, dari 32 TonSn/bulan menjadi 48 TonSn/bulan. LPT juga meningkat sekitar 32,9%, meskipun umur tambang berkurang sekitar 24,7%. Akhirnya, harga pokok produksi per TonSn menurun sekitar 15,7%, dari Rp 148,4 juta menjadi Rp 125,1 juta. Secara keseluruhan, metode kombinasi pada Skenario kedua menunjukkan efisiensi biaya yang lebih baik dan peningkatan produktivitas, meskipun perlu dicermati penurunan umur tambang.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis data yang disajikan, dapat (Diansa & Zakri, 2022) disimpulkan bahwa metode penambangan kombinasi antara Kapa Isap Stripping (KIS) dan Kapal Isap Produksi (KIP) menawarkan sejumlah keunggulan dibandingkan dengan metode KIP tanpa KIS. Pertama, dari segi efisiensi bahan bakar, metode kombinasi menunjukkan penggunaan HSD yang lebih rendah, yang secara langsung mengurangi biaya operasional terkait bahan bakar. Hal ini juga tercermin pada biaya karyawan dan penggunaan bahan yang lebih efisien, yang masing-masing menunjukkan pengurangan signifikan dalam biaya total. Meskipun ada peningkatan biaya dalam jasa pihak ketiga dan biaya lain-lain, keseluruhan biaya operasional pada metode kombinasi tetap lebih rendah dibandingkan metode tanpa kombinasi.

Selain itu, metode kombinasi juga menunjukkan produktivitas yang lebih tinggi, yang berarti bahwa lebih banyak produksi (ton Sn) yang dihasilkan setiap bulan. Hal ini menunjukkan bahwa metode ini lebih efektif dalam meningkatkan output produksi. Meskipun umur tambang pada kombinasi lebih pendek, hal ini mungkin dapat diimbangi oleh efisiensi biaya dan peningkatan produktivitas yang diperoleh. Harga pokok produksi per ton Sn juga lebih rendah, yang menandakan bahwa metode kombinasi menawarkan keuntungan yang lebih besar dalam hal biaya produksi per ton Sn.

Secara keseluruhan, meskipun ada beberapa biaya yang meningkat, seperti jasa pihak ketiga dan biaya lain-lain, metode kombinasi masih menunjukkan efisiensi yang lebih baik dan produktivitas yang lebih tinggi, menjadikannya pilihan yang lebih ekonomis dan efektif dalam konteks operasional jangka pendek. Namun, pertimbangan harus diberikan pada umur tambang yang lebih pendek, yang dapat berdampak pada strategi jangka panjang perusahaan dalam menjaga keberlanjutan operasi penambangan

DAFTAR PUSTAKA

- Armelia, D., Tono, E. T., & Andini, D. E. (2018). Perbandingan Perencanaan Penambangan Bijih Timah Menggunakan BWD Kunder 1 Terhadap Kombinasi Kapal Isap Stripping Dengan BWD Kunder 1 PT Timah TBK Di Laut Air Kantung, Kabupaten Bangka. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Pada Masyarakat* (pp. 102-107). Pangkalpinang: Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.
- Diansa, A. A., & Zakri, R. S. (2022). Analisis Biaya Operasional Penambangan Metode Full Costing Pada Tambang Bawah Tanah CV. Tahiti Coal Sangkar Puyuh, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto. *Bina Tambang*, 32-41.
- Hutahayan, C. P., & Anaperta, Y. M. (2021). Analisis Kelayakan Investasi Menggunakan Metode Discounted Cash Flow pada Tambang Timah PT. Timah Tbk site TK Gemuruh Kecamatan Muntok, Kabupaten Bangka Barat, Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Bina Tambang*, 58-67.
-

Gilang, M. Taufik Toha, Edy Sutriyono

Analisis Efisiensi Operasional Kapal Isap Stripping dan Kapal Isap Produksi : Studi Kasus Perencanaan di Blok Rencana Kerja Laut Tempilang, Kabupaten Bangka Barat

- Macdonald, E. (1983). *Alluvial Mining The geology, technology and economics of Placers*. Newyork: Chapman and Hall.
- Mahendra, J. (2014). Cutter Suction Dredger Dan Jenis Material (Pada Pekerjaan Capital Dredging Pembangunan Pelabuhan Teluk Lamongan). *Jurnal Konstruksia*, 31-43.
- Putra, A. W. (2022). Analisis penggunaan filter harmonic untuk mengurangi efek harmonisa pada sistem kelistrikan kapal isap produksi. *ENERGI & KELISTRIKAN*, 14(2), 160-168.
- S, A. C., Yusuf, M., & AkibAbro. (2017). Analisis Kinerja Pompa Tanah Agar Sesuai Dengan Kapasitas Feed Yang Dibutuhkan Jig Primer Pada Kapal Isap Produksi 17 Di Laut Cupat Luar, Unit Penambangan Laut Bangka Pt Timah (Persero) Tbk. *Jurnal Pertambangan*, 10-17.
- Saputro, S. A., & Supit, J. M. (2020). Penentuan Umur Tambang Bancuh Tak Terpisahkan Pada Pt Sumber Anugrah Buana Kabupaten Sorong. *Jurnal Penelitian Tambang*, 129-137.
- Sembiring, E. G., Hadiyansyah, D., & Nata, R. A. (2022). Optimalisasi Proses Pencucian Pan American Jig Untuk Meningkatkan Recovery Pada Kapal Isap Produksi 20 Wilayah Operasi Kepri Dan Riau PT Timah Tbk. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 1-9.
- Sujitno, S. (2007). *Sejarah Penambangan Timah di Indonesia*. Pangkalpinang: PT TIMAH Tbk.
- Virgiawan, M. R., & Pitulima, J. (2020). Green mining: technical study of off-shore tin mining using cutter suction dredger in Bangka Island, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1-6.
- Vivi, Yusuf, M., & Iskandar, H. (2018). Kajian Perbandingan Kinerja Penggalian Bijih Timah Menggunakan Kapal Isap Produksi Timah XV Dengan Kombinasi Kapal Isap Stripping Pulau 7 dan Kapal Isap Produksi Timah XV pada Area Penambangan Laut Tempilang PT. Timah (Persero), Tbk. *Jurnal Pertambangan*, 9-16.
- Wei, C., Wei, Y., & Ji, Z. (2021). Model Predictive Control for Slurry Pipeline Transportation of A Cutter Suction Dredger. *Ocean Engineering Journal*, 2-11.
- Wibowo, S., Isjudarto, A., & Wijaya, R. E. (2021). Analisis Kelayakan Investasi Menggunakan Metode Discounted Cash Flow pada Tambang Timah PT. Timah Tbk site TK Gemuruh Kecamatan Muntok, Kabupaten Bangka Barat, Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Bina Tambang*, 58-67.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).