

TESIS

OPTIMASI BLOK RENCANA KERJA KAPAL ISAP PRODUKSI MENGGUNAKAN KAPAL ISAP *STRIPPING* UNTUK MENGGALI LAPISAN *OVERBURDEN* DI LAUT TEMPILANG, KABUPATEN BANGKA BARAT



Oleh :

GILANG

NIM. 03042622327009

**BKU PENGELOLAAN SUMBERDAYA BUMI
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN
PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

TESIS

OPTIMASI BLOK RENCANA KERJA KAPAL ISAP PRODUKSI MENGGUNAKAN KAPAL ISAP *STRIPPING* UNTUK MENGGALI LAPISAN *OVERBURDEN* DI LAUT TEMPILANG, KABUPATEN BANGKA BARAT

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Magister Teknik Pertambangan Pada Program Pascasarjana
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



Oleh :

GILANG

NIM. 03042622327009

Dosen Pembimbing :

- 1. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA**
- 2. Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc**

**BKU PENGELOLAAN SUMBERDAYA BUMI
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN
PROGRAM PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**Optimasi Blok Rencana Kerja Kapal Isap Produksi menggunakan
Kapal Isap *Stripping* untuk Menggali Lapisan *Overburden* di Laut
Tempilang, Kabupaten Bangka Barat**

TESIS

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Magister Teknik Pertambangan Pada Program Pascasarjana
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

Oleh :

GILANG

NIM. 03042622327009

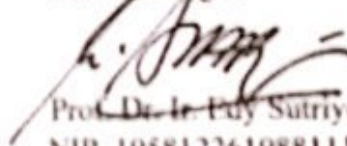
Palembang, 18 Desember 2024

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA
NIDK. 8864000016

Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Puy Sutriyono, M.Sc
NIP. 195812261988111001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Blakir Yulio Suprpto, ST., MT., IPM
NIP. 497502112003121002

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa tesis ini dengan judul "Optimasi Blok Rencana Kerja Kapal Isap Produksi menggunakan Kapal Isap *Stripping* untuk Menggali Lapisan *Overburden* di Laut Tempilang, Kabupaten Bangka Barat" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Tesis Fakultas Teknik, Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya pada Tanggal 18 Desember 2024.

Palembang, 18 Desember 2024


Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA
NIDK. 8864000016



Anggota :

1. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA
NIDK. 8864000016



2. Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc
NIP. 195812261988111001



3. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS., CP., IPU.
NIP. 196211221991021001

4. Prof. Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, MS., MT.
NIP. 195909251988111001



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Koordinator Jurusan Program Studi
Magister Teknik Pertambangan



Ir. Bheka H. Yudho Supripto, ST., MT., IPM
NIP. 197502112003121002



Prof. Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, MS., MT.
NIP. 195909251988111001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan di bawah ini:

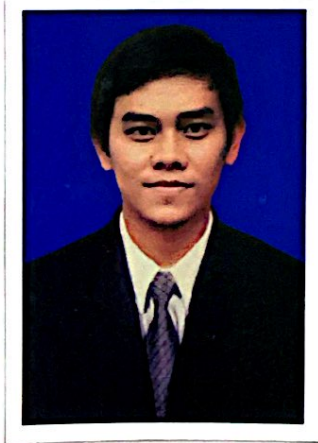
Nama : Gilang

NIM : 03042622327009

Judul : Optimasi Blok Rencana Kerja Kapal Isap Produksi menggunakan Kapal Isap *Stripping* untuk Menggali Lapisan *Overburden* di Laut Tempilang, Kabupaten Bangka Barat

Menyatakan bahwa Laporan Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi oleh tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Gilang

NIM : 03042622327009

Judul : Optimasi Blok Rencana Kerja Kapal Isap Produksi menggunakan Kapal Isap *Stripping* untuk Menggali Lapisan *Overburden* di Laut Tempilang, Kabupaten Bangka Barat

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 18 Desember 2024



Gilang
NIM. 03042622327009

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “Optimasi Blok Rencana Kerja Kapal Isap Produksi menggunakan Kapal Isap *Stripping* untuk Menggali Lapisan Overburden di Laut Tempilang, Kabupaten Bangka Barat”.

Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Magister Teknik di Program Studi Magister Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Penulis banyak menerima bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE, IPU., Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, ST., MT., IPM., Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S, Ketua Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Prof. Dr. Ir. H. Maulana Yusuf M.S., M.T., Koordinator Program Studi Magister Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA sebagai Pembimbing Pertama.
6. Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc sebagai Pembimbing Kedua.
7. Bapak dan Ibu wakil dekan serta staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
8. Bapak dan Ibu staf pengajar Program Studi Magister Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
9. Kedua orang tua, istri serta keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan doa.
10. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya khususnya angkatan 2023 serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tesis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulisan Tesis ini masih terdapat kekurangan yang belum penulis sadari. Kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan dari semua pihak untuk kesempurnaan Tesis ini. Akhir kata penulis berharap semoga Tesis ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca. Amin.

Palembang, 18 Desember 2024



Penulis

RINGKASAN

**BKU PENGELOLAAN SUMBER DAYA BUMI
PRODI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN
PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, 18 Desember 2024

Gilang; dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA. dan Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc

**OPTIMASI BLOK RENCANA KERJA KAPAL ISAP PRODUKSI
MENGUNAKAN KAPAL ISAP *STRIPPING* UNTUK MENGGALI LAPISAN
OVERBURDEN DI LAUT TEMPILANG, KABUPATEN BANGKA BARAT**

xii + 64 halaman, 20 gambar, 25 tabel, 20 lampiran

RINGKASAN

Penambangan timah di Indonesia, terutama di laut, dilakukan oleh PT. Timah menggunakan Kapal Isap Produksi (KIP) sejak 2009 untuk menggali pasir timah di lokasi eks Kapal Keruk. Namun, karena semakin terbatasnya lokasi tersebut, KIP kini beroperasi di area insitu yang memiliki tantangan seperti air dangkal, lapisan tanah tebal dan tanah liat keras, yang berdampak pada produktivitas dan keausan alat. Untuk mengatasi hal ini, PT. Timah menggunakan Kapal Isap *Stripping* yang mampu beroperasi di perairan yang dangkal dan mampu menggali hingga kedalaman -15 meter serta mampu membuang material hasil gali hingga sejauh 1.000 meter. Metode kombinasi antara dua objek ini tentunya perlu di analisis secara teknis maupun ekonomis.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan volume yang akan di-*stripping* oleh Kapal Isap *Stripping*, serta menganalisis umur tambang dan nilai *recovery* penambangan berdasarkan sudut talud yang terbentuk untuk menentukan jumlah produksi bijih timah yang akan dihasilkan Kapal Isap Produksi. Selain itu,

penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan ekonomi penambangan kombinasi antara KIP dan KIS, dengan metode *discounted cash flow*.

Pada hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketebalan rata-rata lapisan *overburden* dan bijih timah pada blok rencana kerja Kapal Isap Produksi (KIP) adalah 28,91 meter, dengan rasio kedalaman air dan ketebalan lapisan 1:5. Setelah dilakukan *stripping* oleh Kapal Isap *Stripping* dengan kedalaman gali 15 meter dan volume tanah 2.581.247 m³, rasio tersebut menjadi 1:1,3, dan proses ini membutuhkan waktu 12,3 bulan dengan biaya investasi Rp 40,88 miliar (US\$ 2,65 juta). Metode kombinasi Kapal Isap *Stripping* dan Kapal Isap Produksi menghasilkan umur tambang lebih singkat, yaitu 32,7 bulan dibandingkan tanpa kombinasi (58,6 bulan), dengan produksi bijih timah 1.285 ton Sn dan *recovery* rata-rata 71,7%. Secara ekonomi, metode ini layak dengan NPV sebesar US\$ 6,65 juta, IRR 157%, dan *Payback Period* 0,6 tahun.

Kata kunci : Kapal Isap *Stripping* , Kapal Isap Produksi, Kombinasi, Kelayakan ekonomi

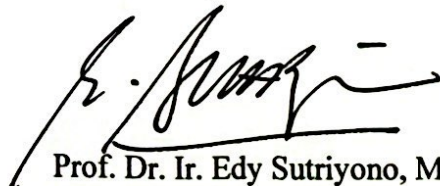
Palembang, 18 Desember 2024

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA
NIDK. 8864000016

Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc
NIP. 195812261988111001

Mengetahui,
Koordinator Jurusan Program Studi
Magister Teknik Pertambangan



Prof. Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, MS., MT.
NIP. 195909251988111001

SUMMARY

***EARTH RESOURCE MANAGEMENT
MINING ENGINEERING MASTER STUDY PROGRAM
POSTGRADUATE FACULTY OF ENGINEERING
SRIWIJAYA UNIVERSITY***

Scientific papers in the form of thesis, 18 Desember 2024

Gilang; supervised by Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA. dan Prof. Dr. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc

OPTIMIZATION OF THE WORK PLAN BLOCK FOR CUTTER SUCTION OF PRODUCTION USING CUTTER SUCTION OF STRIPPING TO EXCAVATE OVERBURDEN LAYERS IN TEMPILANG SEA, WEST BANGKA REGENCY

SUMMARY

Tin mining in Indonesia, especially offshore, has been carried out by PT Timah using Production Suction Dredges (PSD) since 2009 to extract tin ore sand at former dredging vessel locations. However, due to the increasing scarcity of these locations, PSD now operates in in-situ areas that present challenges such as shallow waters, thick overburden layers, and hard clay, which affect productivity and wear on equipment. To overcome these challenges, PT Timah utilizes Stripping Suction Dredges (SSD), which are capable of operating in shallow waters, excavating up to a depth of -15 meters, and disposing of the excavated material up to 1,000 meters away. The combination of these two dredging methods requires both technical and economic analysis.

This research aims to determine the volume to be stripped by the Stripping Suction Dredge, as well as to analyze the mine life and mining recovery rate based on the slope angles formed, in order to estimate the tin ore production that will be generated by the Production Suction Dredge. Additionally, the study aims to

evaluate the economic feasibility of combining the use of Production Suction Dredge and Stripping Suction Dredge, employing the discounted cash flow method.

The results of this research show that the average thickness of the overburden and tin ore layers at the planned work block of the Production Suction Dredge (PSD) is 28.91 meters, with a water depth-to-layer thickness ratio of 1:5. After stripping by the Stripping Suction Dredge to a depth of 15 meters and a volume of 2,581,247 cubic meters, the ratio becomes 1:1.3, and this process takes 12.3 months with an investment cost of IDR 40.88 billion (US\$ 2,65 million). The combined method of using Stripping Suction Dredge and Production Suction Dredge results in a shorter mine life of 32.7 months compared to 58.6 months without the combination, with tin ore production of 1,285 tons of Sn and an average recovery rate of 70%. Economically, this method is feasible with an NPV of US\$ 6,65 million, an IRR of 157%, and a Payback Period of 0.6 years.

Keywords: Stripping Suction Dredge, Production Suction Dredge, Combination, Economic Feasibility

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
RINGKASAN.....	viii
<i>SUMMARY</i>	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup.....	3
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Kapal Isap <i>Stripping</i>	5
2.1.1. Mekanisme Kapal Isap <i>Stripping</i> Pulau 7.....	6
2.2. Kapal Isap Produksi	9
2.3. Sumberdaya dan Cadangan Mineral serta Metode Perhitungan Cadangan ...	14
2.3.1. Sumberdaya dan Cadangan Mineral	14
2.3.2. Perhitungan Cadangan	17
2.4. Perhitungan Umur Tambang	20
2.5. <i>Recovery</i> Penambangan.....	20
2.6. Unjuk Kerja Peralatan.....	21
2.7. Penilaian Keekonomian	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1. Jenis Penelitian.....	29
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	29
3.3. Rancangan Penelitian.....	30
3.4. Populasi dan Sampel.....	31

3.5. Teknik Pengumpulan Data	31
3.6. Teknik Pengolahan dan Analisis Data	32
3.6.1. Perhitungan Jumlah Cadangan Bijih Timah	32
3.6.2. Perhitungan Jumlah Volume Tanah <i>Stripping</i>	33
3.6.3. Perhitungan Umur Tambang	33
3.6.4. Kelayakan Ekonomi	34
3.7. Hasil dan Rekomendasi	35
3.8. Diagram Alir Penelitian	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1. Analisis Volume <i>Overburden</i> yang di Gali Kapal Isap <i>Stripping</i>	37
4.2. Analisis Perhitungan Cadangan Tertambang dan Rencana Produksi Bijih Timah	41
4.2.1. Estimasi Cadangan Bijih Timah dengan Talud 45°	41
4.2.2. Recovery Penambangan	44
4.2.3. Umur Tambang dan Rencana Produksi Kapal Isap Produksi	46
4.2.4. Unjuk Kerja Peralatan	49
4.3. Analisis Kelayakan Ekonomi	52
4.3.1. Biaya Operasi dan Penyusutan	52
4.3.2. Analisis Simulasi Perhitungan Profit/Loss dan Cash flow	54
4.3.3. Evaluasi Kelayakan Ekonomi Metode Kombinasi dan Tanpa Kombinasi	62
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1. Kesimpulan	64
5.2. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Kapal Isap Stripping	5
Gambar 2. 2. Kapal Isap Stripping Pulau 7	7
Gambar 2. 3. Susunan umum Kapal Isap Stripping Pulau 7	8
Gambar 2. 4. Sistem Penggalian Kapal Isap Produksi	10
Gambar 2. 5. Kapal Isap Produksi.....	11
Gambar 2. 6. Hubungan antara Hasil Eksplorasi, Sumberdaya Mineral dan Cadangan Mineral	14
Gambar 2. 7. Perhitungan cadangan dengan cara reduksi	17
Gambar 2. 8. State of the art penelitian.....	28
Gambar 3. 1. Lokasi Penelitian	29
Gambar 3. 2. Kerangka kerja	30
Gambar 3. 3. Penampang bench atau talud.....	33
Gambar 3. 4. Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 4. 1. Indeks Blok Rencana Kerja Kapal Isap Produksi	37
Gambar 4. 2. Blok Rencana Kerja (Blok 1).....	42
Gambar 4. 3. Blok perhitungan volume pemindahan tanah	43
Gambar 4. 4. Penampang samping Blok Rencana Kerja KIP (Blok 1)	43
Gambar 4. 5. Grafik Recovery Penambangan	46
Gambar 4. 6. Grafik Perbandingan Volume, Produksi dan Umur Tambang.....	47
Gambar 4. 7. Grafik Ketersediaan Peralatan Kapal Isap Stripping.....	50
Gambar 4. 8. Grafik Ketersediaan Perlalatan Kapal Isap Produksi	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Spesifikasi Kapal Isap <i>Stripping</i>	6
Tabel 2. 2. Sepesifikasi Kapal Isap Produksi	11
Tabel 3. 1. Jadwal Kegiatan.....	30
Tabel 4. 1. Kondisi Blok Rencana Kerja sebelum <i>Stripping</i>	38
Tabel 4. 2. Data Volume <i>Stripping</i> dan Umur Tambang KIS	39
Tabel 4. 3. Kondisi Blok Rencana Kerja setelah <i>Stripping</i>	40
Tabel 4. 4. Perbandingan Kondisi Sebelum dan Sesudah <i>Stripping</i>	40
Tabel 4. 5. Estimasi Jumlah Cadangan Bijih Timah terhadap Koreksi Talud.....	44
Tabel 4. 6. <i>Recovery</i> Penambangan Metode Kombinasi	44
Tabel 4. 7. <i>Recovery</i> Penambangan Metode Tanpa Kombinasi	45
Tabel 4. 8. Rencana Penambangan KIP tanpa Kombinasi	47
Tabel 4. 9. Rencana Penambangan KIP dengan Kombinasi	47
Tabel 4. 10. Rencana Produksi KIP dengan Metode Kombinasi	48
Tabel 4. 11. Rencana Produksi KIP dengan Metode Tanpa Kombinasi	49
Tabel 4. 12. Biaya Operasi Kapal Isap <i>Stripping</i>	52
Tabel 4. 13. Biaya Operasi dan Penyusutan Kapal Isap Produksi	52
Tabel 4. 14. Biaya <i>Docking</i> Kapal Isap Produksi.....	53
Tabel 4. 15. Parameter Asumsi Analisis Kelayakan Ekonomi.....	54
Tabel 4. 16. Simulasi <i>Profit/Loss</i> Metode Kombinasi	55
Tabel 4. 17. <i>Net Cash Flow</i> Metode Kombinasi	58
Tabel 4. 18. <i>Discounted cash flow</i> Metode Kombinasi	59
Tabel 4. 19. Simulasi <i>Profit/Loss</i> Metode Tanpa Kombinasi.....	60
Tabel 4. 20. <i>Net Cash Flow</i> Metode Tanpa Kombinasi.....	61
Tabel 4. 21. <i>Discounted Cash Flow</i> Metode Tanpa Kombinasi.....	61
Tabel 4. 22. Keekonomian Metode Kombinasi dan Tanpa Kombinasi	62

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tesis ini aku persembahkan untuk **orang tuaku, istriku (Rizki Agustiani), anak-anakku (Albi dan Alya), kakak dan abangku, keluarga besar dan teman-teman** yang selalu mendukungku dengan cinta dan semangat. Tanpa kalian, perjalanan ini tak akan terwujud dan karya ini adalah bentuk terima kasihku atas segala dukungan yang tiada henti.

Dalam perjalanan ini, aku terinspirasi oleh para cendekiawan Islam yaitu **Al-Biruni**, yang berkata bahwa *mencari kebenaran tidak cukup dengan menerima pendapat yang diwariskan nenek moyang, tetapi harus dilakukan melalui bukti, observasi, dan pembuktian*. Dari **Maryam Al-Ijliya**, aku belajar bahwa *kemahiran tidak mengenal batas gender, karena siapa pun yang memiliki keingintahuan dan dedikasi terhadap ilmu dapat mencapai keagungan*.

Semoga tesis ini menjadi bukti kecil dari semangat belajar yang tak pernah padam, serta dedikasi untuk terus mengejar kebenaran dan manfaat bagi sesama. **Karya ini lahir dari cinta, doa, dan dukungan kalian semua.**

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertambangan timah di Indonesia memiliki sejarah pengelolaan tambang yang panjang dan pertama kali ditemukan di Pulau Bangka sekitar tahun 1709. Aktivitas penambangan timah terbagi menjadi dua jenis yaitu terkonsentrasi di darat dan laut. Penambangan di darat dilakukan dengan cara menggali tanah hingga kedalaman tertentu, kemudian pasir yang mengandung biji timah dialirkan ke tempat sarana pencucian untuk dipilah antara biji timah dengan pasir. Sedangkan jenis kegiatan tambang timah di laut dilakukan dengan memanfaatkan Kapal Keruk, Kapal Isap Produksi dan Ponton Isap Produksi yang menyedot pasir dari dasar laut kemudian didistribusikan ke tempat pemisahan material. Seluruh kegiatan pemisahan antara pasir dan biji timah, juga dilakukan di laut (Krisna *et al.*, 2021).

Penambangan lepas pantai yang dilakukan PT. Timah dengan menggunakan Kapal Isap Produksi sudah dilakukan sejak tahun 2009. Kapal Isap Produksi mampu mengupas tanah atas sekaligus menggali pasir timah dan langsung melakukan pemisahan bijih timah dari mineral pengotor diatas kapal itu sendiri. Pada awal-awal pengoperasiannya, Kapal Isap Produksi diperuntukan untuk mengoptimalkan cadangan-cadangan tidak tertambang pada lokasi – lokasi eks penggalian Kapal Keruk. Biaya operasi yang jauh lebih murah dibandingkan biaya operasi Kapal Keruk maka penambangan Kapal Isap Produksi di lokasi-lokasi eks penggalian Kapal Keruk masih ekonomis selain itu lokasi eks Kapal Keruk memiliki lapisan *overburden* yang sudah terberai dan memiliki air yang dalam.

Aktivitas penambangan Kapal Isap Produksi yang dilakukan secara terus menerus mengakibatkan ketersediaan lokasi pada eks penambangan Kapal Keruk semakin berkurang. Sehingga saat ini penambangan Kapal Isap Produksi sudah berada pada lokasi insitu, yang memiliki karakteristik lapisan yang cukup keras dan liat seperti lempung, *overburden* yang tebal dan air yang dangkal. Kondisi lokasi dengan kedalaman air yang dangkal dengan lapisan yang tebal tidak cukup ideal untuk penambangan Kapal Isap Produksi karena mengakibatkan terbentuknya beting/pendangkalan di sekitar lokasi kerja yang dapat menyebabkan Kapal kandas dan tidak dapat melanjutkan penambangan. Idealnya, Kapal Isap Produksi dapat

beroperasi optimal jika perbandingan antara kedalaman air dan ketebalan lapisan memiliki rasio 1 : 1 hingga 1 : 2. Selain itu, lokasi insitu juga memiliki lapisan tanah yang liat dan cukup keras, sehingga dapat mempengaruhi kemampuan *Cutter Head* untuk memotong/cutting material. Semakin keras, maka dibutuhkan *Cutter Head* yang khusus. *Cutter Head* standar yang digunakan untuk memotong material yang keras, mengakibatkan produktifitas kapal menurun dan menyebabkan keausan pada *Cutter Head/Cutter Teeth*, pompa tanah dan pipa buang (Mahendra, 2014). Berdasarkan data realisasi laju pemindahan tanah Kapal Isap produksi yang diperoleh dari PT. Timah periode tahun 2023 yaitu sebesar 168 m³/jam dengan rencana target laju pemindahan tanah sebesar 200 m³/jam artinya hanya tercapai 84 % terhadap rencana yang telah ditetapkan.

PT. Timah memiliki Kapal Isap *Stripping* yang memiliki fungsi utama untuk membuka jalur lintasan kapal terutama dalam pengoperasian kapal keruk. Menurut Wang et al 2020 dalam Changyun Wei, Kapal Isap *Stripping* atau istilah lainnya *Cutter Suction Dredge* adalah jenis kapal khusus untuk konstruksi dan pemeliharaan proyek rekayasa kelautan dan lepas pantai, seperti pendalaman pelabuhan dan reklamasi. Spesifikasi Kapal Isap *Stripping* yang dimiliki PT. Timah yaitu mampu beroperasi pada kedalaman air 2 m, mampu menggali hingga kedalaman efektif 15 meter, memiliki kapasitas pemindahan tanah yang besar hingga 700 m³/jam serta mampu mentransportasikan material hasil galian sejauh 1000 meter menggunakan pipa apung ke dumping area yang telah direncanakan, maka Kapal Isap *Stripping* dapat menjadi solusi untuk pengupasan sebagian overburden sehingga dapat menurunkan nilai *Stripping ratio* dan dapat mempercepat ore getting pada proses penambangan Kapal Isap Produksi serta juga dapat meminimalisir terjadinya beting atau pendangkalan pada area kerja. Oleh karena itu, penggunaan peralatan berupa Kapal Isap *Stripping* dapat menjadi solusi permasalahan yang dihadapi oleh Kapal Isap Produksi.

Lokasi Laut Tempilang yang terletak di Kabupaten Bangka Barat memiliki jumlah cadangan bijih timah sebesar 11.300 ton Sn dengan kekayaan rata-rata 0,350 kgSn/m³ (Laporan Validasi tahun 2022). Berdasarkan dari data *assay* pemboran yang telah dilakukan oleh PT. Timah, lokasi laut ini memiliki karakteristik air yang dangkal antara 2 m s/d 5 m dan memiliki lapisan *overburden* yang didominasi oleh

lempung liat serta ore/bijih timah berada pada lapisan lempung pasir. Perbandingan kedalaman air dengan ketebalan lapisan tanah diatas 1 : 2 menjadi tantangan penggalian dalam pengoperasian Kapal Isap Produksi. Dengan kondisi lokasi kerja seperti itu, perlu dilakukan optimasi blok rencana kerja menggunakan Kapal Isap *Stripping* sebelum dilakukan penambangan oleh Kapal Isap Produksi. Tujuan dari optimasi blok rencana kerja tersebut adalah untuk menambah kedalaman air hingga 15 meter dengan cara menggali sebagian lapisan overburden dan membuangnya ke dumping area, sehingga blok rencana kerja tersebut menjadi ideal untuk Kapal Isap Produksi. Pada penelitian terdahulu, kombinasi antara Kapal Isap *Stripping* dengan Kapal Isap Produksi dapat menghemat biaya operasional hingga 37 % dan dapat mempercepat waktu produksi (Vivi *et al.*, 2018).

Dalam rangka mengoptimalkan blok rencana kerja dengan mengkombinasikan antara Kapal Isap *Stripping* dan Kapal Isap Produksi, tentunya akan mempengaruhi biaya operasional. Biaya operasional Kapal Isap *Stripping* akan menjadi elemen biaya tambahan yang dibebankan kedalam biaya operasional Kapal Isap Produksi. Sehingga optimasi blok rencana kerja ini perlu dilakukan analisis secara teknis dan keekonomian.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan hal – hal yang telah diuraikan pada latar belakang penelitian, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Berapa jumlah volume tanah yang akan digali oleh Kapal Isap *Stripping*?
2. Berapakah jumlah produksi timah dan umur tambang Kapal Isap Produksi dengan metode kombinasi dan tanpa kombinasi?
3. Bagaimana kelayakan ekonomi metode kombinasi antara Kapal Isap *Stripping* dan Kapal Isap Produksi?

1.3. Ruang Lingkup

Penelitian ini difokuskan pada analisis operasional dan ekonomis Kapal Isap *Stripping* dan Kapal Isap Produksi dalam penambangan timah. Ruang lingkup penelitian meliputi:

1. Penelitian dilakukan pada Izin Usaha Pertambangan DU 1545 Laut Tempilang, Kabupaten Bangka Barat dengan karakteristik lokasi merupakan Laut dangkal.
2. Menganalisis aspek teknis - ekonomi terhadap kombinasi Kapal Isap *Stripping* dan Kapal Isap Produksi. Aspek teknis meliputi analisa volume tanah yang akan digali oleh Kapal Isap *Stripping*, menghitung jumlah produksi bijih timah serta menentukan umur tambang. Kemudian untuk aspek ekonomi meliputi menghitung kelayakan ekonomi dengan parameter *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Payback Period*.
3. Perhitungan blok cadangan menggunakan software *Micromine* dengan metode *simple reserve*.
4. Peralatan tambang milik perusahaan yang menjadi objek penelitian yaitu Kapal Isap *Stripping* Pulau Tujuh dan Kapal Isap Produksi Timah 12.

1.4. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis ketebalan lapisan *overburden* dan *ore* untuk menentukan volume yang akan di *Stripping* oleh Kapal Isap *Stripping*.
2. Menganalisis umur tambang dan *recovery* penambangan berdasarkan sudut talud yang terbentuk untuk menentukan cadangan tertambang dan produksi bijih timah untuk Kapal Isap Produksi.
3. Menganalisis kelayakan ekonomi dengan metode *discounted cash flow*, *net present value*, *interest rate of return* dan *payback period*.

1.5. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat untuk :

1. Menambah referensi bagi akademisi terkait dunia penambangan timah di laut.
2. Menjadi referensi bagi perusahaan untuk penentuan program kerja kedepan khususnya pengelolaan cadangan di wilayah Laut Dangkal.

DAFTAR PUSTAKA

- Armelia, et al. (2018). 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. Pangkalpinang, Indonesia : *Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Pada Masyarakat, Universitas Bangka Belitung*.
- Adrian, Krisna, Winarno, Hartanto, Permata, Vien, Rima. (2021). Analisis Dampak Aktivitas Proyek Tambang Timah Di Perairan Laut Pulau Bangka Terhadap Hak Atas Pekerjaan Nelayan Traditional : Perspektif Inclusive Citizenship. *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan*, 11(2), 76-85.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 4726:2011 Pedoman Pelaporan, Sumberdaya dan Cadangan Mineral. *Badan Standarisasi Nasional*.
- Bank Indonesia. 2024. Data Inflasi. Diakses pada 9 September 2024, dari <https://www.bi.go.id/id/statistik/indikator/data-inflasi.aspx>
- Bank Indonesia. 2024. Data Kurs Jisdor. Diakses pada 9 September 2024, dari <https://www.bi.go.id/id/statistik/informasi-kurs/jisdor/default.aspx>
- Gani, S.A., 2014. Evaluasi Cadangan dan Penggalan (Emmer Bagger Opname). *Pemali: Learning Centre*
- Guntu, J.N., 2023. Estimasi Kelayakan Ekonomi Rencana Penambangan Bijih Timah Alluvial Di Pt Timah Tbk Site Tp 4.5 Tepus, Desa Tepus, Kecamatan Air Gegas, Kabupaten Bangka Selatan, Kepulauan Bangka Belitung. *Skripsi, Universitas Bosowa Makasar*.
- Harahap, Nasim, Muhammad. (2020). Analisis Payback Period, Net Present Value (NPV), Dan Internal Rate Of Return (IRR) Pada Usaha Perhotelan Di Kepulauan Seribu. *Jurnal of Accounting and Finance*, 5(2), 148-164.
- Hariyono. Mubarak, Aras, Azhar. (2022). Analisis Kekuatan Pengaruh Model Bracing Terhadap Pondasi Katrol Ladder Pada Kapal Isap Produksi (KIP). *Construction and Material Journal*, 4(3), 1-9.
- Herroelen, S Willy, Dommelen, Van, Patrick, Demeulemeester, Erik L. (1996). Project network models with discounted cash flows a guided tour through recent developments. *European Journal of Operational Research*, 100(1997), 97-121.
- Hutahayan, et al. (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, 6(5), 58-67.

Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Tahun 2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik.

Kurniawan, Reza. (2019). Analisis Studi Kelayakan Keuangan Sentra Peningkatan Performa Olahraga Indonesia (SP2OI) di Menara Mandiri. *Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Keuangan*, 2(1), 23-36.

Mahendra, Juris. (2014). Cutter Suction Dredger Dan Jenis Material (Pada Pekerjaan Capital Dredging Pembangunan Pelabuhan Teluk Lamongan). *Jurnal Konstruksia*, 6(1), 31-43.

Macdonald, E. A., 1983. Alluvial Mining The geology, technology and economics of Placers. *Newyork: Chapman and Hall*

PT. Timah Tbk. 2024. Laporan Hasil Eksplorasi, Estimasi Sumberdaya dan Cadangan Timah. *Pangkalpinang: PT. Timah Tbk.*

Purnatiyo, Dwinanto. (2021). Analisis Kelayakan Investasi Alat Dna Real Time Thermal Cycler (Rt-Pcr) Untuk Pengujian Gelatin. *Jurnal PASTI*, 8(2), 212-226.

Richardson, M J. (1997). Parametric Analysis of Offshore Mining Systems, Offshore Technology Conference held. Houston, Texas : *Offshore Technology Conference*.

S, Candra, Arjuna., Yusuf, Maulana., Abro, Akib. (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*,1(4), 10-17.

Sakdillah, Trides, Tommy. (2021). Reserve Calculation Of Coal Mined Based On Examination Of *Stripping* Ratio At North Block In Pt. Pancaran Surya Abadi East Kalimantan Province, Indonesia. *International Journal of General Engineering*, 10(1), 1-12.

Saputro, et al. (2020). Penentuan Umur Tambang Bancuh Tak Terpisahkan Pada Pt Sumber Anugrah Buana Kabupaten Sorong. *Jurnal Penelitian Tambang*,3(2), 129-137.

Sembiring, Genelly, Evin., Hadiyansyah, Dian., Nata Adi Refky. (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*, XX(XX), 1-9.

- Situmorang, P., 2015. Operasi Penggalian KIP dan Pengenalan Alat Gali KIP Berbasis Kompetensi. *Pemali: Learning Centre*.
- Sujitno, Sutedjo., 2007.“Sejarah Penambangan Timah di Indonesia”, Pangkalpinang: PT TIMAH (Persero) Tbk
- Tang, Jianzhong., Wang, Qingfeng., Zhong, Tianyu. (2008). Automatic Monitoring and Control of Cutter Suction Dredger. *Automation in Contruction Journal*, 18(2009), 194-203.
- Vidya, Dwi., Ilianta, Ivan. (2020). Ruang Lingkup Dan Objek Konservasi Sumberdaya Mineral Dan Batubara. *Prosiding TPT XXIX Perhapi*, 221-232.
- Vivi, Yusuf, Maulana., Iskandar, Hartini., (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*, 2(1), 9-16.
- Virgiawan, et al.(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*, 599 012057.
- Wei, Changyun., Wei, Yi., Ji, Ze., (2021). Model Predictive Control for Slurry Pipeline Transportation of A Cutter Suction Dredger. *Ocean Engineering Journal*. 227(2021), 2-11.
- Yanto, Deri. (2022). Pengaruh Inflasi, Tingkat Pajak, dan Invested Capital Terhadap Weighted Average Cost of Capital dimana Invested Capital di Moderasi oleh Kualitas Audit Pada Obligasi di Perusahaan Manufaktur. *Jurnal Ilmu Siber*. 1(3). 11-15.
- Yulanda, Y, A., Toha, M, T., Sjarkowi, F. (2020). Optimasi *Stripping* Ratio dengan Metode Discounted Cash Flow pada Project PLTU Mulut Tambang. *Jurnal Pertambangan*. 4(3), 128-133.