

**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**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA  
MAKASSAR  
2023**

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

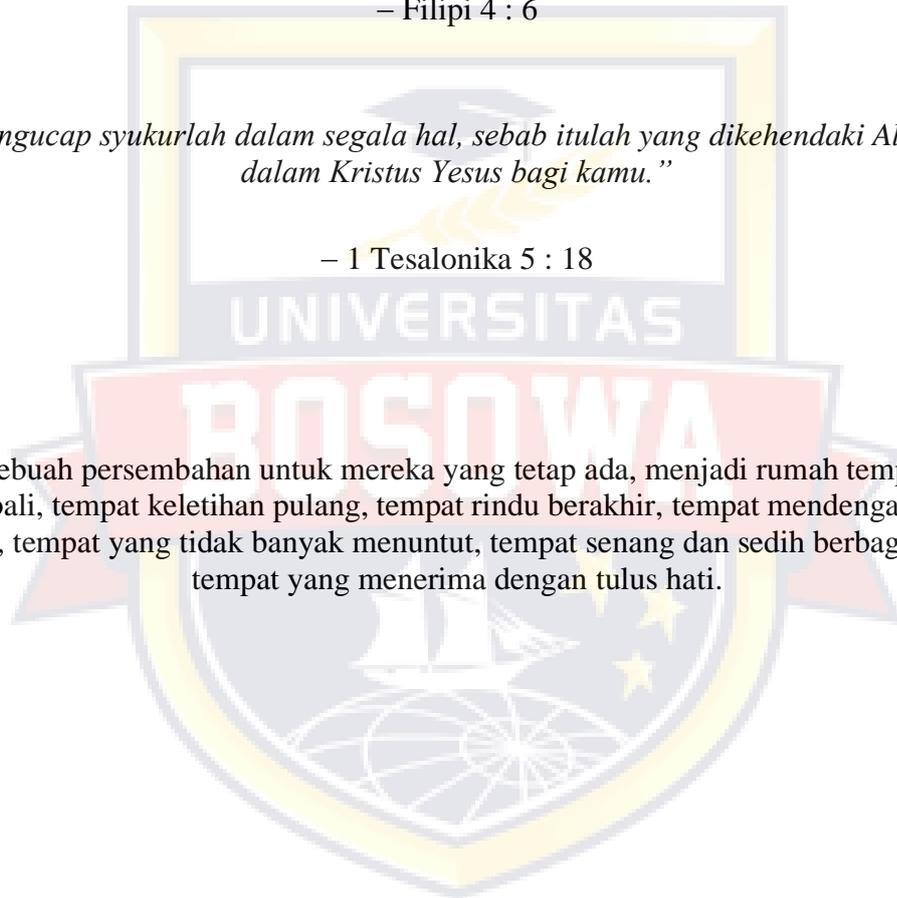
*“Janganlah hendaknya kamu kuatir tentang apapun juga, tetapi nyatakanlah dalam segala hal keinginanmu kepada Allah dalam doa dan permohonan dengan ucapan syukur.”*

– Filipi 4 : 6

*“Mengucap syukurlah dalam segala hal, sebab itulah yang dikehendaki Allah di dalam Kristus Yesus bagi kamu.”*

– 1 Tesalonika 5 : 18

Sebuah persembahan untuk mereka yang tetap ada, menjadi rumah tempat kembali, tempat keletihan pulang, tempat rindu berakhir, tempat mendengar yang baik, tempat yang tidak banyak menuntut, tempat senang dan sedih berbagi, dan tempat yang menerima dengan tulus hati.



## PERSETUJUAN PEMBIMBING

**Judul Skripsi :** Estimasi Kelayakan Ekonomi Rencana Penambangan Bijih Timah Alluvial di PT Timah Tbk Site 4.5 Tepus, Desa Tepus, Kecamatan Air Gegas, Kabupaten Bangka Selatan, Kepulauan Bangka Belitung

**Nama Penulis :** Jeane Nathalia Guntu

**NIM :** 4519046023

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan pada Seminar Hasil.

Makassar, 20 Mei 2023

Mengetahui,

Pembimbing I



**Dr. Ir. A. Ilham Samanlangi, ST., MT.**  
NIP : 0001017102

Pembimbing II



**Hedianto, ST., MT.**  
NIDN : 0931079202

Menyetujui,

Ketua Prodi/Jurusan

Teknik Pertambangan Universitas Bosowa



**Enni Iri Mahyuni, S.T., MT.**  
NIDN : 09 2127306

## PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Judul Skripsi : Estimasi Kelayakan Ekonomi Rencana Penambangan Bijih Timah Alluvial di PT Timah Tbk Site 4.5 Tepus, Desa Tepus, Kecamatan Air Gegas, Kabupaten Bangka Selatan, Kepulauan Bangka Belitung

Nama Penulis : Jeane Nathalia Guntu

Stambuk : 4519046023

Disetujui Tanggal : 26 Juni 2023

### TIM PENGUJI

Ketua	:	Dr. Ir. A. Ilham Smanlangi, S.T., M.T	( <i>Ilham Smanlangi</i> )
Sekretaris	:	Hedianto, S.T., M.T	( <i>Hedianto</i> )
Penguji 1	:	Moh. Khaidir Noor, S.T., M.T	( <i>Khaidir Noor</i> )
Penguji 2	:	Amran, S.T., M.Ling	( <i>Amran</i> )

**Mengetahui**

Dekan Fakultas Teknik



**Dr. H. Nasrullah, S.T., M.T**

NIDN : 0908077301

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Jeane Nathalia Guntu  
NIM : 45 19 046 023  
Jurusan : Teknik Pertambangan

Menyatakan dengan sebenar – benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 26 Juni 2023

Yang Menyatakan,



Jeane Nathalia Guntu

## ABSTRAK

**JEANE NATHALIA GUNTU**, 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 (Dr. Ir. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T. dan Hedianto, S.T., M.T)

PT Timah Tbk Site TP 4.5 Tepus yang terletak di Desa Tepus, Kecamatan Air Gegas, Kabupaten Bangka Selatan, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung merupakan perusahaan tambang timah yang menerapkan sistem tambang terbuka dengan metode tambang semprot. Kegiatan penambangan timah terdiri dari penggalian, penyemprotan, pengangkutan, pencucian bijih timah, peleburan, serta berbagai aktivitas lainnya.

Penelitian ini dilaksanakan atas dasar adanya pembukaan site baru di PT Timah Tbk sehingga dibutuhkan analisis kelayakan ekonomi untuk mengetahui apakah lokasi tersebut layak untuk dilakukan penambangan atau tidak. Analisis kelayakan ekonomi dikaji menggunakan jumlah taksiran cadangan bijih timah, biaya investasi, biaya operasional dan *cash flow* (aliran dana) dengan beberapa parameter yaitu *net present value* (NPV), *internal rate of return* (IRR), *payback period* (PBP), dan *provitability index* (PI).

Berdasarkan penelitian, diketahui jumlah taksiran cadangan timah sebesar 30,3 ton, biaya investasi sebesar Rp 607.610.500, biaya operasional sebesar Rp 158.217.250, arus kas masuk (*cash in flow*) sebesar Rp. 8.948.751.813, dan arus kas keluar (*cash out flow*) sebesar Rp 5.933.818.763 selama tambang berumur 1,6 tahun. *Net Present Value* (NPV) dengan tingkat suku bunga 14% adalah Rp 1.497.737.012, *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 422,9% namun hasil ini tidak rasional karena lebih dari 100%. *Payback Period* (PI) dapat dilakukan selama 5 bulan setelah penambangan dimulai, dan *Profitability Index* (PI) bernilai 3,4.

Dari beberapa parameter analisis kelayakan ekonomi tambang maka penambangan bijih timah di Site TP 4.5 Tepus milik PT Timah Tbk layak untuk dilakukan.

Kata Kunci : Arus Kas, *Net Present Value* (NPV), *Interval Rate of Return* (IRR), *Pay Back Period* (PBP), dan *Provitability Index* (PI)

## **ABSTRACT**

**JEANE NATHALIA GUNTU**, *Economic Feasibility Estimation of Alluvial Tin Ore Mining Plan at PT Timah Tbk Site TP 4.5 Tepus, Tepus Village, Air Gegas District, South Bangka Regency, Bangka Belitung Islands (Dr. Ir. A. Ilham Samanlangi, S.T, M.T. and Hedianto, S.T., M.T.)*

*PT Timah Tbk Site TP 4.5 Tepus, located in Tepus Village, Air Gegas District, South Bangka Regency, Bangka Belitung Islands Province, is a tin mining company that uses an open pit mining system with a hydraulic mining method. Tin mining activities consist of digging, spraying, hauling, tin ore washing, smelting, and many other activities.*

*This study was conducted on the basis of the opening of a new site at PT Timah Tbk so that an economic feasibility analysis was needed to determine if the site was suitable for mining or not. The economic feasibility analysis was analyzed using the estimated amount of tin ore reserves, investment costs, operational costs and cash flow with several parameters, namely net present value (NPV), internal rate of return (IRR), payback period (PBP), and provitability index (PI).*

*Based on the analysis, the estimated tin reserves are 30.3 tons, the investment cost is Rp 607,610,500, the operational cost is Rp 158,217,250, the cash inflow is Rp 8,948,751,813, and the cash outflow is Rp 5,933,818,763 during the mine age of 1.6 years. Net Present Value (NPV) with an interest rate of 14% is Rp 1,497,737,012, Internal Rate of Return (IRR) is 422.9% but this result is not rational because it is more than 100%. Payback Period (PI) can be done for 5 months after mining starts, and Profitability Index (PI) is 3.4.*

*From several parameters of the mine economic feasibility analysis, tin ore mining at Site TP 4.5 Tepus owned by PT Timah Tbk is feasible.*

*Keywords : Cash Flow, Net Present Value, Interval Rate of Return, Pay Back Period, dan Provitability Index*

## PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir (TA) di PT Timah Tbk yang terletak di Kepulauan Bangka Belitung. Kegiatan ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan September 2022 dengan judul **“Estimasi Kelayakan Ekonomi Rencana Penambangan Bijih Timah Alluvial di PT Timah Tbk Site TK. 4.5 Tepus, Desa Tepus, Kecamatan Air Gegas, Kabupaten Bangka Selatan, Kepulauan Bangka Belitung”**

Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa Makassar. Karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu **Enni Tri Mahyuni, S.T., M.T.** selaku Ketua Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
2. Bapak **Dr. Ir. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T.** selaku Dosen Fakultas Teknik Universitas Bosowa sekaligus pembimbing I.
3. Bapak **Hedianto, S.T., M.T.** selaku Dosen Fakultas Teknik Universitas Bosowa sekaligus pembimbing II.
4. **Segenap Dosen, Staf dan Karyawan** Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bosowa Makassar.
5. Bapak **Erwin Suheri** selaku Kepala Unit Produksi Darat Bangka, Bapak **Agung Wicaksono Setiawan** selaku Kepala Bidang Perencanaan dan

Pengendalian Produksi UPDB, Ibu **Tiffany Pratiwi** selaku Mentor, dan segenap karyawan Unit Produksi Darat Bangka PT Timah Tbk yang telah membimbing penulis selama kegiatan magang berlangsung.

6. Kepada orang tua, Bapak **Albert Guntu** dan Ibu **Megawati Doranggi** serta saudara-saudara penulis, **Gloria Stefhani Guntu**, **Chelsea Aprilia Yuliardina Guntu**, dan **Anugrah Samuel Guntu** atas dukungan dan doa semasa proses pengerjaan skripsi ini.
7. Kepada sahabat-sahabat penulis, **Ahmad Abizart**, **Rivaldo Joseph Buarlele**, **Muthia Dewilina**, **Nur Zulfaa Rusli**, dan **Nur Zalza Aulia Hamid** yang telah menjadi tempat berkeluh kesah penulis selama proses pengerjaan skripsi ini.
8. Kepada teman-teman **Angkatan 2019 Teknik Pertambangan**, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih atas doa dan kekompakan semasa proses pengerjaan skripsi.
9. Kepada teman-teman PMMB Unit Produksi Darat Bangka, **Silvy Ariska**, **Rafki Vendiza**, dan **Ridwan Nur Fauzi** atas segala bantuan dalam proses magang di Unit Produksi Darat Bangka.
10. Kepada teman-teman Kost Nusantara, **Susantri Wulandari**, **Kusnadila Anandari**, **Muh. Mustofa**, **Faisal Pratama**, **Muh. Alfitriah Fahreza**, **Muh. Indra Wijaya**, **Donitius Prasdika Wicaksono**, **Daffa Akbar Nagib**, dan **Nurul Faradiba** atas persahabatan, kebersamaan, kerjasama, serta dukungan dalam keberlangsungan hidup selama menjalani kegiatan magang.

11. Kepada seluruh **Peserta Program Magang Mahasiswa Bersertifikat Batch I Tahun 2022** PT Timah Tbk atas seluruh kebersamaan di Pangkalpinang.
12. Kepada semua pihak yang tidak dapat di sebutkan satu persatu dan yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mengucapkan terimakasih.
13. Terakhir, untuk Yura Yunita, Nadin Amizah, Fiersa Besari, Hindia, Dewa 19, *5 Seconds of Summer*, dan Taylor Swift yang karyanya selalu menemani saat proses pengerjaan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan di lapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Makassar, 17 Maret 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

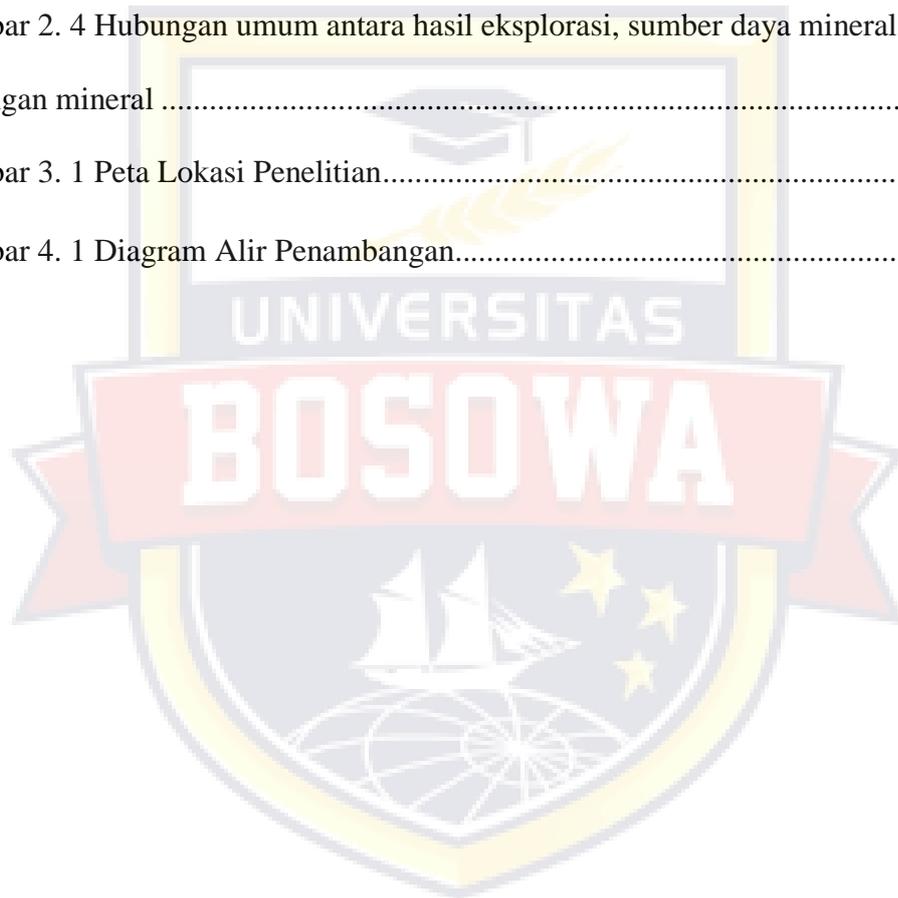
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b><i>ABSTRACT</i> .....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>A. Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>B. Rumusan Masalah.....</b>	<b>3</b>
<b>C. Batasan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>D. Tujuan Penelitian.....</b>	<b>4</b>
<b>E. Manfaat Penelitian.....</b>	<b>4</b>
<b>F. Penelitian Terdahulu.....</b>	<b>5</b>
<b>BAB II TINJAUAN UMUM .....</b>	<b>10</b>
<b>A. Geologi Regional .....</b>	<b>10</b>
1. Geomorfologi .....	10
2. Statigrafi .....	11

3. Struktur Geologi.....	13
<b>B. Geologi Lokal.....</b>	<b>13</b>
<b>C. Landasan Teori .....</b>	<b>17</b>
1. Definisi Timah.....	17
2. Sumber Daya Cadangan Mineral.....	20
3. Perencanaan Tambang.....	25
4. Metode Penambangan .....	29
5. Kajian Ekonomi.....	31
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>47</b>
<b>A. Rancangan Penelitian .....</b>	<b>47</b>
<b>B. Lokasi Kesempaan Daerah .....</b>	<b>47</b>
<b>C. Alat Dan Bahan .....</b>	<b>48</b>
<b>D. Teknik Pengumpulan Data .....</b>	<b>49</b>
<b>E. Teknik Pengolahan Data .....</b>	<b>50</b>
<b>F. Teknik Analisis Data .....</b>	<b>50</b>
1. Teknik Analisis Data (Bagan Alir Penelitian).....	51
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>52</b>
<b>A. Hasil Penelitian.....</b>	<b>52</b>
1. Rencana Penambangan Awal TP 4.5 Tepus.....	52
2. Estimasi Cadangan Bijih Timah Selama Umur Tambang.....	52

3. Kajian Teknis Metode Penambangan.....	53
<b>B. Pembahasan.....</b>	<b>53</b>
1. Rencana Penambangan Awal TP 4.5 Tepus.....	53
2. Sistem dan Metode Penambangan.....	58
3. Aliran Kas ( <i>Cash Flow</i> ).....	60
4. Estimasi Kelayakan Penambangan Bijih Timah Secara Ekonomi .....	74
5. Analisis Kelayakan Penambangan Bijih Timah Secara Ekonomi.....	79
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>81</b>
<b>A. Kesimpulan.....</b>	<b>81</b>
<b>B. Saran.....</b>	<b>82</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>83</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>85</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Geologi regional pulau Bangka.....	12
Gambar 2. 2 Peta Geologi Bangka Selatan, yang disederhanakan .....	15
Gambar 2. 3 Penyebaran batuan granitilk di Bangka Selatan.....	16
Gambar 2. 4 Hubungan umum antara hasil eksplorasi, sumber daya mineral, dan cadangan mineral .....	23
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian.....	48
Gambar 4. 1 Diagram Alir Penambangan.....	53



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Deskripsi Timah.....	18
Tabel 2. 2 Mineral Asosiasi Bijih Timah (PT Timah Tbk).....	19
Tabel 4.1 Rencana Penambangan Awal.....	52
Tabel 4. 2 Data Taksiran Cadangan Bijih Timah.....	52
Tabel 4. 3 Rencana Penambangan .....	54
Tabel 4. 4 Data Taksiran Cadangan Konsentrat Bijih Timah .....	56
Tabel 4. 5 Rencana Produksi Logam Bijih Timah.....	57
Tabel 4. 6 Biaya Investasi TP 4.5 Tepus.....	62
Tabel 4. 7 Cash in Flow TP 4.5 Tepus.....	63
Tabel 4. 8 Biaya Operasional TP 4.5 Tepus.....	65
Tabel 4. 9 Biaya Eksplorasi TP 4.5 Tepus .....	66
Tabel 4. 10 Biaya Pusat Pengolahan Bijih Timah TP 4.5 Tepus .....	66
Tabel 4. 11 Biaya Peleburan dan Pemurnian TP 4.5 Tepus.....	67
Tabel 4. 12 Biaya GA dan <i>Selling Cost</i> TP 4.5 Tepus.....	68
Tabel 4. 13 Biaya Overhead TP 4.5 Tepus .....	68
Tabel 4. 14 Biaya Reklamasi TP 4.5 Tepus .....	69
Tabel 4. 15 Biaya Inflasi TP 4.5 Tepus di Tahun Pertama .....	69
Tabel 4. 16 Biaya Inflasi TP 4.5 Tepus di Sisa Umur Tambang .....	70
Tabel 4. 17 Biaya Royalti TP 4.5 Tepus .....	71
Tabel 4. 18 Biaya Pajak TP 4.5 Tepus .....	72
Tabel 4.19 <i>Cash Flow</i> 1,6 Tahun Umur Tambang.....	73

Tabel 4. 20 Nilai PV interest rate 14% .....	75
Tabel 4. 21 Nilai PV interest rate 427% .....	76
Tabel 4. 22 Analisis Payback Period.....	77
Tabel 4. 23 Perhitungan <i>Profitability Index</i> .....	79
Tabel 4. 24 Perhitungan Estimasi Kelayakan Ekonomi Tambang.....	80



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A PETA RENCANA KERJA .....	86
LAMPIRAN B LITOLOGI LAPISAN TP 4.5 TEPUS.....	87
LAMPIRAN C REKAPITULASI PRODUKSI ORE.....	88
LAMPIRAN D PERHITUNGAN CADANGAN TP 4.5 TEPUS.....	89
LAMPIRAN E RENCANA PRODUKSI LOGAM TIMAH TP 4.5 TEPUS .....	91
LAMPIRAN F RENCANA KERJA PERBULAN TAMBANG BIJIH TIMAH TP 4.5 TEPUS.....	92
LAMPIRAN G LAND CLEARING.....	93
LAMPIRAN H RINCINAN BIAYA INVESTASI.....	94
LAMPIRAN I BIAYA OPERASIONAL PENAMBANGAN.....	96

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Jika ingin perencanaan pembangunan sebuah sektor pertambangan dapat berjalan dengan baik, maka di butuhkan suatu perencanaan yang baik. Proses perencanaan menjadi langkah awal sebelum dimulainya kegiatan penambangan. Tahapan perencanaan yang dimaksud meliputi perhitungan batas kadar yang layak untuk di tambang, menghitung jumlah cadangan, pembangunan konstruksi dan infrastruktur, pembuatan peta rencana kerja, dan lain sebagainya. Perencanaan pembukaan lokasi tambang berkaitan dengan studi kelayakan dimana ini merupakan kegiatan yang sangat penting dilakukan untuk mengetahui kelayakan penambangan secara ekonomis.

PT Timah Tbk merupakan perusahaan penambangan timah terbesar di Indonesia yang terletak di Provinsi Bangka Belitung. PT Timah Tbk memiliki tambang darat dan tambang laut dengan sistem tambang terbuka (*Open pit*). Pada tambang darat, digunakan metode semprot dengan bantuan Mesin Pompa Tanah (MPT) dan Mesin Pompa Semprot (MPS). Sedangkan untuk tambang di laut, digunakan Kapal Keruk (KK) dan Kapal Isap Produksi (KIP).

PT Timah Tbk akan merencanakan penambangan bahan galian Timah yang berlokasi di Kabupaten Bangka Selatan. Dimana lokasi ini memiliki potensi sumber daya alam berupa bahan galian yang cukup besar. Berdasarkan eksplorasi yang telah dilakukan, PT Timah Tbk merencanakan penambangan bijih timah

dengan membuka lokasi penambangan darat berupa endapan *alluvial* yang terletak di Desa Tepus, Kecamatan Air Gegas, Kabupaten Bangka Selatan.

Cadangan timah yang akan di analisis nilai kelayakan ekonominya di wilayah darat ini memiliki prospek yang besar apabila dapat dikelola dengan optimal. Saat ini timah memiliki prospek yang baik karena tingginya permintaan untuk di ekspor ke beberapa negara seperti Singapura, Jepang dan Korea Selatan. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kelayakan ekonomi usaha penambangan timah yang akan dilakukan PT Timah Tbk dilihat dari aspek teknis, ekonomi dan lingkungan untuk melihat apakah tambang timah tersebut layak atau tidak. Parameter analisis yang akan digunakan yaitu *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate Of Return* (IRR), *Payback Period* (PBP), dan *provitability index* (PI). Sedangkan data-data penelitian meliputi harga jual timah per ton, biaya investasi, data perhitungan cadangan, biaya operasional penambangan Timah hingga biaya reklamasi tambang. Model analisis yang digunakan untuk mengkaji dan menganalisis kelayakan teknis yaitu Teknik analisis deskriptif terhadap variable-variabel yang telah di tentukan, pada kelayakan ekonomi adalah model aliran kas (*cash flow*) yang mana aliran kas ini dikelompokkan menjadi aliran kas pada titik awal proyek yang meliputi besaran biaya kapital (investasi), selama tahap operasional yang terdiri atas besaran pendapatan dan besaran pengeluaran dan pada tahap akhir proyek yang menggambarkan besaran pendapatan yang akan di terima perusahaan.

Berdasarkan latar belakang di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “*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*” dengan harapan dapat menjadi pertimbangan bagi PT Timah Tbk dalam mengambil keputusan investasi.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah di kemukakan diatas, maka rumusan masalah yang dikaji adalah :

1. Berapa jumlah taksiran cadangan bijih timah pada Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi IUP-OP di Site TP 4.5 Tepus, Blok Desa Tepus, Kecamatan Air Gegas, Kabupaten Bangka Selatan?
2. Bagaimana rencana teknis metode penambangan bijih timah pada Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi IUP-OP di Site TP 4.5 Tepus, Blok Desa Tepus, Kecamatan Air Gegas, Kabupaten Bangka Selatan?
3. Berapa estimasi kelayakan ekonomi dari penambangan tersebut ditinjau dari biaya investasi, biaya operasi, *cash flow*, *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period* (PBP), dan *Provitability Index* (PI)?

## **C. Batasan Masalah**

Dalam pelaksanaan penelitian perlu adanya pembatasan masalah agar penelitian lebih terstruktur. Adapun yang penulis tentukan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan jumlah taksiran cadangan bijih timah pada IUP-OP di Site TP 4.5 Tepus, Blok Desa Tepus, Kecamatan Air Gegas, Kabupaten Bangka Selatan.

2. Metode yang digunakan adalah metode *discounted cash flow* dengan parameter *net present value* (NPV), *internal rate of return* (IRR), *payback period* (PBP), dan *provitability index* (PI).
3. Tidak membahas produktivitas alat.
4. Tidak membahas mengenai pasca tambang.

#### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Menghitung jumlah taksiran cadangan bijih timah pada IUP-OP di Site TP 4.5 Tepus, Blok Desa Tepus, Kecamatan Air Gegas, Kabupaten Bangka Selatan.
2. Mengkaji secara teknis metode penambangan bijih timah pada IUP-OP di Site TP 4.5 Tepus, Blok Desa Tepus, Kecamatan Air Gegas, Kabupaten Bangka Selatan.
3. Menghitung estimasi kelayakan penambangan bijih timah ditinjau dari biaya investasi, biaya operasi, *cash flow*, *net present value* (NPV), *internal rate of return* (IRR), *payback period* (PBP), dan *provitability index* (PI).

#### **E. Manfaat Penelitian**

1. Bagi Perusahaan
  - a. Dapat membantu PT Timah Tbk dalam investasi yang telah direncanakan.
  - b. Memudahkan perusahaan untuk mendapatkan masukan-masukan yang dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam mengambil keputusan.
2. Bagi Peneliti

- a. Dapat mengaplikasikan ilmu dibangku perkuliahan dan meningkatkan kreatifitas peneliti dalam melakukan penelitian yang berguna bagi perusahaan dan diri sendiri.
  - b. Referensi atau penunjang dalam melakukan penelitian sejenis dalam menyelesaikan tugas akhir ataupun sebagai sediaan pembelajaran.
3. Bagi Perguruan Tinggi
- a. Dapat dijadikan sebagai literatur atau referensi penunjang bagi mahasiswa Teknik Pertambangan yang akan melakukan penelitian sejenis dalam menyelesaikan tugas akhir ataupun sebagai media pembelajaran.
  - b. Membangun akses informasi secara langsung tentang sumber daya manusia yang berkompeten dan siap pakai.

#### **F. Penelitian Terdahulu**

Pada penelitian ini terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan penulis. Penelitian terdahulu akan dijadikan sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian. Berikut merupakan studi terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis :

1. Yuli Daryono, Janiar Pitulima, dan Mardiah (2016) dalam penelitiannya melakukan Estimasi Kelayakan Penambangan Bijih Timah Blok Kemingking, Desa Kemingking, Kecamatan sungai Selan PT Mitra Stania Prima. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh PT Mitra Stania Prima ingin mengembangkan produksi dengan memaksimalkan IUP yang dimiliki.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan taksiran cadangan bijih timah Blok Kemingking, menentukan metode penambangan dan umur tambang, serta menghitung *Cash Flow*, *Internal Rate of Return (IRR)*, *Net Present Value (NPV)*, *Payback Period (PBP)*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diketahui nilai cadangan blok Kemingking PT Mitra Stania Prima memiliki cadangan sebesar 2.801,531 ton dengan total volume overburden sebesar 14.656.740 m<sup>3</sup> dan volume lapisan timah (*wash*) sebesar 4.408.634 m<sup>3</sup>. Berdasarkan analisa sensitivitas harga jual timah dengan nilai *Net Present Value* Rp 4.062,00 dan nilai *Internal Rate of Return* 12% maka didapat harga jual logam timah terendah yang masih ekonomis yaitu berada pada harga USD 15.440,265 atau Rp 200.723.445,00 per ton. Dari hasil perhitungan evaluasi kelayakan ekonomi, didapat nilai *Net Present Value (NPV)* 12% sebesar Rp 11.810.941.184,00, *Internal Rate of Return (IRR)* sebesar 19,04 %, dan *Payback Period (PBP)* selama 2 tahun 4,78 bulan. Dengan hasil perhitungan tersebut maka dinyatakan bahwa proyek penambangan bijih timah Blok Kemingking PT Mitra Stania Prima layak untuk dilakukan penambangan.

2. Dirga Sidauruk (2017) dalam penelitiannya Analisis Kelayakan Investasi Menggunakan Metoda *Discounted Cash Flow* Tambang Galena PT. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh PT Triple Eight Energy merupakan perusahaan baru yang memerlukan analisis kelayakan ekonomi tambang. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan besar anggaran pendanaan perusahaan dan menentukan apakah tambang tersebut layak dari segi

ekonomis untuk ditambah atau tidak. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimana pengambilan data dilakukan selama 1 bulan dengan mengetahui parameter kelayakan investasi berupa target produksi, *cash in flow*, *cash out flow*, *Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, *Payback Periode (PBP)*, *Discounted Payback Period*, dan *Profitability Index (PI)*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diketahui bahwa PT Triple Eight Energy mempunyai anggaran dana *cash out flow* sebesar Rp. 649.289.950.100 dan *cash in flow* sebesar Rp. 2.361.317.978.504 serta investasi PT Triple Eight Energy mempunyai nilai NPV sebesar Rp. 789.154.337.450 *Payback Period* selama 2 tahun 7,4 bulan, *Discounted Payback Period* selama 2 tahun 3,5 bulan, IRR sebesar 30,98% dan PI sebesar 23,6300447 sehingga PT Triple Eight Energy memiliki cadangan yang ekonomis untuk ditambah.

3. Ondo Immanuel Samosir, Tommy Trides dan Farah Dinna (2019) dalam penelitiannya Analisis Investasi Dan Kelayakan Ekonomi Pada Kegiatan Penambangan Batubara PT. Pinggan Wahana Pratama Job Site PT Singlurus Pratama, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Pada penelitian ini kelayakan investasi penambangan batubara yang dilakukan, Analisa keuangan, dan keekonomian ini dilakukan berdasarkan konsep *discounted cash flow* yang bertujuan untuk menghitung pengaruh naik dan turunnya biaya penambangan dan harga jual batubara terhadap kelayakan investasi dan menentukan layak tidaknya rencana penambangan tersebut dengan metode *net present value (NPV)*, *internal rate*

*of return* (IRR), *payback periode* (PBP) dan *minimum attractive rate of return* (MARR). Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kaertanegara, Provinsi Kalimantan Timur.

4. Delvia Ananda (2020) dalam penelitiannya Kajian Ekonomi Pada Penambangan Batu Granit Di PT Aditya Buana Inter Desa jurung Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengkaji aspek ekonomi yang meliputi biaya investasi, penyusutan, *cash flow*, *Break Even Point* (BEP), *Net Present Value* (NPV), dan *Internal Rate of Return* (IRR) yang dilakukan setiap akhir tahun sebagai dasar penentuan target produksi pada tahun berikutnya. Investasi awal yang dikeluarkan sebesar Rp 14.863.500.000. Berdasarkan evaluasi ekonomi pada akhir tahun 2019 dengan realisasi produksi sebesar 128.000 ton/tahun, diperoleh penyusutan sebesar Rp 588.183.088, *cummulative cash flow* sebesar Rp 13.478.861.663, BEP terjadi saat produksi sebesar 22.130 m<sup>3</sup> dengan pendapatan sebesar Rp 4.290.675.000, NPV sebesar Rp 4.715.013.600 dan IRR sebesar 19,69%. Sedangkan perencanaan ekonomi pada tahun 2020 dengan target produksi sebesar 150.000 ton/tahun diperoleh penyusutan sebesar Rp 609.957.648, *cummulative cash flow* sebesar Rp 8.288.281.127, BEP terjadi saat produksi sebesar 28.682 m<sup>3</sup> dengan pendapatan sebesar Rp 5.740.000.000, NPV sebesar Rp 1.769.140.983, dan IRR sebesar 13,80%. Dari evaluasi ekonomi tahun 2019 dan perencanaan ekonomi 2020 dapat disimpulkan bahwa kegiatan operasional di PT Aditya Buana Inter dapat diterima dan investasi layak untuk dilakukan.

5. Cahaya Permai Hutahayan (2021) dalam penelitiannya 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. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan investasi pertambangan timah ditinjau dari aspek teknis dan ekonomi, dengan menggunakan metode *discounted cash flow* (DCF) untuk melihat apakah tambang timah tersebut layak untuk dilakukan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimana data yang dikumpulkan terdiri dari data luas area IUP, jumlah cadangan, rencana pengupasan OB, rencana kerja, rincian peralatan, rencana reklamasi, dan jumlah karyawan, beserta data-data keekonomian dari perusahaan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan. Hasil dari penelitian ini diperoleh arus kas sebesar Rp. 20.482.692.562 dan arus kas masuk sebesar Rp. 57.215.275.883. Berdasarkan metode *discounted cash flow* (DCF) diperoleh hasil NPV sebesar Rp. 20.023.236.286 dengan IRR 15%, PBP selama 1,1 tahun dan PI sebesar 4,8. Dari hasil perhitungan tersebut dapat dikatakan bahwa investasi pada penambangan tersebut layak dilakukan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN UMUM**

#### **A. Geologi Regional**

##### **1. Geomorfologi**

Wilayah Kepulauan Bangka Belitung umumnya relative datar, bergelombang dan berbukit-bukit. Permukaan tanah pengunungan relative rendah (Sebagian besar berada pada ketinggian 100 – 500 meter di atas permukaan laut) digunakan untuk usaha perkebunan dan penambangan timah mencapai  $\pm 1.167.039$  Ha (BPS Prov. Babel, 2019). Ditinjau dari morfologi wilayah provinsi Kepulauan Bangka Belitung merupakan gugusan dua pulau besar yaitu Pulau Bangka, Pulau Belitung, yang di sekitarnya dikelilingi pulau-pulau kecil. Adapun pulau-pulau kecil yang mengelilingi Pulau Bangka antara lain : Pulau Nangka, Penyu, Burnung, Lepar, Pongkok, Gelasa, Panjang, Tujuh dan pulau-pulau kecil lainnya baik yang Bernama maupun yang tidak Bernama.

Secara morfologi gambaran keadaan wilayah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut. Pulau Bangka berada pada ketinggian antara 0 sampai dengan > 400 meter dari permukaan air laut dengan kemiringan lereng berkisar antara 0 - > 25%, wilayah dengan ketinggian > 400 meter dari permukaan air lau berada pada sekitar hulu Sungai Mabat yaitu Gunung Maras, umumnya berada pada kaki bukit, lembah antar sungai-sungai yang relatif pendek dan kecil dengan dataran alluvial kearah Selatan – Timur, Selatan, Barat dan Utara Pulau Bangka.

## 2. Stratigrafi

Secara stratigrafi regional, pulau Bangka tersusun oleh beberapa formasi atau satuan batuan secara urut dari muda ke tua sebagai berikut (Andi Mangga dkk., 1994 dan Margono dkk., 1995) :

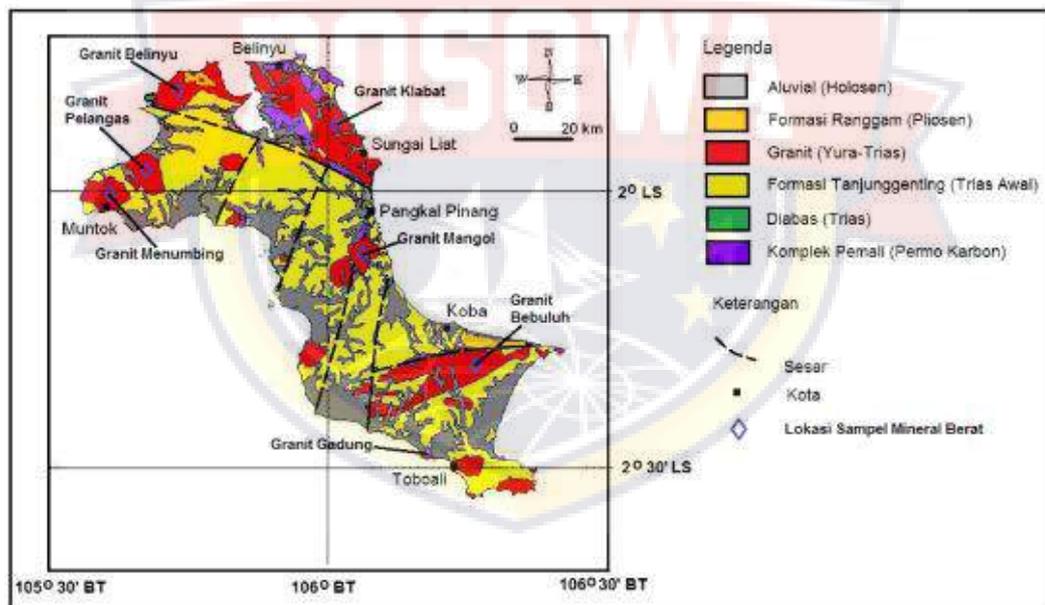
**Alluvium (Qa)** berupa bongkah, krakal, krikil, pasir lempung dan gambut; **Endapan Rawa Formasi Ranggalang (TQr)** merupakan perselingan batu pasir, batu lempung dan batu lempung tufan dengan sisipan tipis batu lanau dan bahan organik; berlapis baik, struktur sedimen berupa perlapisan sejajar dan perlapisan silang siur. Ketebalan formasi  $\pm 150$  m dengan kandungan fosil yang dijumpai antara lain moluska *Amonia sp.*, yang menunjukkan umur relatif tidak lebih tua dari Miosen akhir.

**Granit Klabat (TRJkg)** berupa granit, granodiorite, adamelit, diorite dan diorite kuarsa, secara setempat dijumpai retas aplit dan pegmatid. Granit Klabat terkekarkan dan tersesarkan, serta menerobos diabas penyambung (PTRD). Serta radiometri formasi batuan ini menunjukkan umur 217 juta tahun (Trias akhir).

**Formasi Tanjunggending (TRt)** terdiri dari perselingan batupasir malihan, batu pasir, batu pasir lempungan dan batu lempung dengan lensa batu gamping, secara setempat dijumpai oksida besi. Formasi Tanjunggending tersusun oleh batuan yang berlapis baik, terlipat kuat, terkekarkan dan tersesarkan; tebalnya 250 sampai 1.250 m. di dalam batu gamping dijumpai fosil *Entrocus sp.*, dan *Encrinus sp.*, fosil ini menunjukkan umur Trias; dengan lingkungan pengendapan diperkirakan laut dangkal. Lokasi tipe terdapat di Tanjunggending dan dapat dikorelasikan dengan Formasi Bintan.

**Diabas Penyabung (PTRD)** berupa diabas, terkekarkan dan tersesarkan, diterobos oleh granit klabat (TRJ kg) dan menerobos Komplek Malihan Pemali (CPP). Umur formasi ini diperkirakan Permian.

**Komplek Pemali (CPP)** tersusun oleh filit dan sekis dengan sisipan kuarsit dan lensa batu gamping. Kondisi Komplek Pemali terkekarkan, terlipat, tersesarkan dan diterobos oleh granit Klabat. Deroever (1951) menjumpai fosil berumur Permian pada batu gamping, di dekat Air Duren, sebelah selatan tenggara Pemali. Umur di duga Permian dengan lokasi tipe di daerah Pemali. Gambaran penyebaran formasi batuan menurut kondisi geologi regional pulau Bangka seperti ditunjukkan pada Gambar 2.1 (Ngadenin dkk., 2014).



Gambar 2. 1 Geologi regional pulau Bangka (Sucipta, HA Pratama, dan D Iskandar., 2020. Potensi Geologi Regional Bangka Belitung Untuk Tapak *LANDFILL* Limbah *Tenorm*. *Bulletin of Scientific Contribution : GEOLOGY*, Vol 10. No. 3 Hal: 217 - 228)

### **3. Struktur Geologi**

Struktur geologi di Pulau Bangka meliputi kelurusan, kekar, lipatan dan patahan. Lipatan terjadi pada batuan berumur Perm dan Trias (Mangga dan Djamal, 1994). Lipatan batuan meliputi Formasi Tanjung Genting dan Formasi Ranggam, mempunyai arah sumbu timurlaut-barat daya dan kemiringan besar antara  $18^{\circ} - 75^{\circ}$ , yang menunjukkan intensitas tektonik besar (Margono dkk, 1995). Berdasarkan Katili (1967) arah struktur Kepulauan Busur Mesozoikum memiliki pola bentuk S, dimana perlipatan berhubungan dengan pola struktur S waktu Jura Akhir. Sebaran batuan plutonik mengikuti arah lipatan dan terletak pada inti antiklin, demikian juga bentuk lintas garis pantai Pulau Bangka mengikuti arah struktur geologi, khususnya sumbu lipatan. Adapun kehadiran arah sumbu lipatan acak dimungkinkan hasil deformasi batuan yang lebih tua dari Masa Mesozoikum.

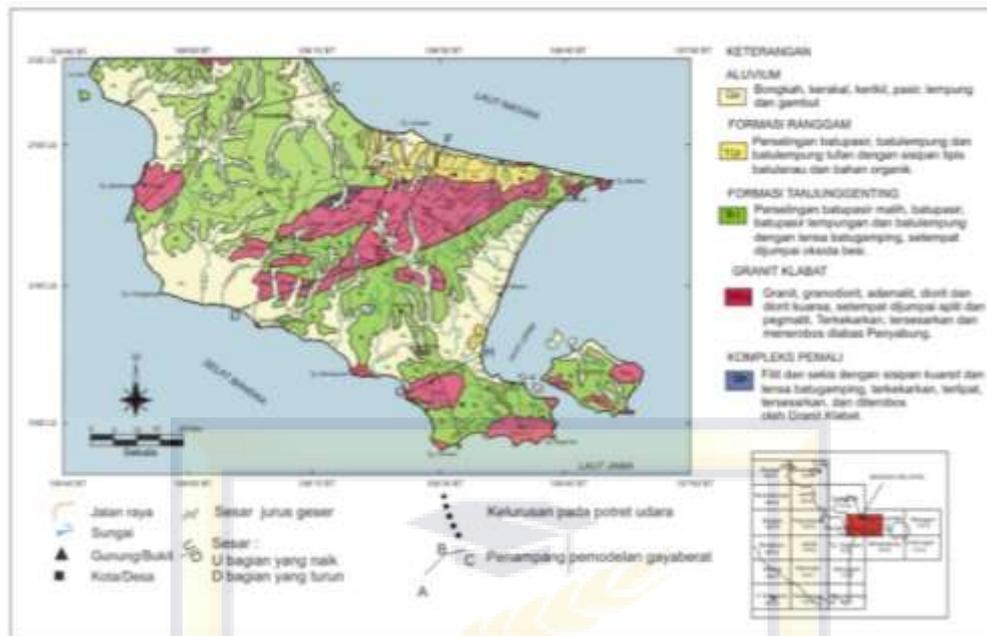
Struktur kekar dan patahan memiliki banyak orientasi. Arah umum utara-selatan, timurlaut-baratdaya, dan tenggara-baratlaut. Patahan dan kekar tersebut berkaitan erat terhadap perlipatan (Katili, 1967). Patahannya berupa patahan naik, geser dan patahan normal. Pola patahan berarah utara-selatan merupakan fase patahan paling muda (Mangga dan Djamal, 1994). Patahan naik dan normal mempunyai arah relatif baratlaut-tenggara, serta patahan mendatar dengan arah relatif utara-selatan memotong patahan lebih tua (Crow, 2005).

#### **B. Geologi Lokal**

Daerah Bangka Selatan merupakan daerah busur kepulauan pada Zaman Trias (Katili, 1973). Tetapi menurut Lehman (1990), daerah ini termasuk ke dalam

bagian sabuk timah Asia Tenggara yang memanjang dari Burma, Thailand, Semenanjung Malaya dan termasuk Bangka, Belitung dan pulau-pulau kecil lainnya. Geologi Bangka Selatan pada dasarnya sama dengan geologi Bangka Utara. Batuan tertua berupa Komplek Malihan Pemali (CPp) yang terdapat di bagian Bangka Utara (Mangga dan Djamal, 1994), berumur Permo-Karbon, terdiri atas batuan malihan berupa sekis, filit dan kuarsit. Filit berwarna kelabu kecoklatan, struktur mendaun dan berurat kuarsa. Sekis, kelabu kehijauan, struktur mendaun, terkerahkan, setempat rekahannya terisi kuarsa atau oksida besi sedangkan kuarsit berwarna putih kotor, kecoklatan, keras tersusun oleh kuarsa dan feldspar.

Kompleks Pemali ditindih secara tidak selaras oleh Formasi Tanjunggenting ( $T_{Rt}$ ), berumur Trias, tersusun oleh perselingan batulempung, batupasir dan batupasir meta. Batuan Tersier yang dijumpai di daerah penelitian berupa Formasi Ranggam ( $T_{Qr}$ ), terdiri dari perselingan batupasir, batulempung tufaan dengan sisipan batulanau dan bahan organik. Batu terobosan yang dijumpai di daerah Bangka Selatan berupa Granit Klabat ( $T_{RJKg}$ ), terdiri dari granit biotit, granodiorite, granit genesan. Granit Biotit berwarna kelabu, tekstur porfiritik dengan butiran kristal berukuran sedang-kasar. Granodiorite berwarna putih kotor, berbintik hitam. Granit genesan berwarna kelabu dan berstruktur perdaunan. Umur satuan granit adalah Trias-JuraAwal (Graha, 1990). Granit Klabat ini menerobos Formasi Tanjung Genting dan Komplek Malihan Pemali.

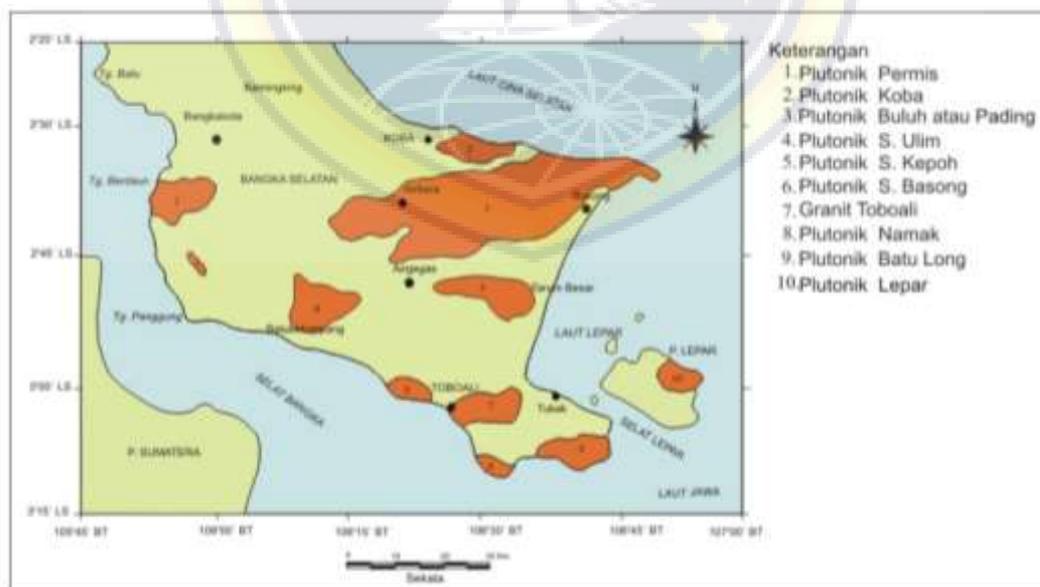


Gambar 2. 2 Peta Geologi Bangka Selatan, yang disederhanakan (Padmawidjaja, 2013. Delinasi Endapan Timah Berdasarkan Analisis Anomali Gayaberat Di Daerah Bangka Selatan, Vol 8. No 3)

Berdasarkan jenisnya, batuan granitik di pulau Bangka dapat di golongan ke dalam 2 tipe yaitu tipe batuan beku (*Igneous type*) dan tipe batuan sedimen (*Sedimentary type*) (Chappel & White, 1974) sedangkan Ishihara (1977) membagi dalam seri ilmenite dan seri magnetic. Djumhana (1955) mengelompokkan batuan granitik di daerah Bangka Selatan berdasarkan penyebarannya berupa Plutonik Permis, Plutonik Koba, Plutonik Buluh atau Pading, Plutonik S. Ulim, Plutonik S. Kepoh, Plutonik S. Basong, Granitik Toboali, Plutonik Namak, Plutonik Batu Long dan Plutonik Lepar. Batuan Kwartir ditemukan berupa lumpur, kerakal, kerikil, lempung yang terdapat sebagai endapan sungai, rawa dan pantai berupa Alluvium (Qa). Lumpur, lanau dan pasir yang berupa Endapan Rawa (Qs) dan Pair Kuarsa (Qak).

Struktur yang terdapat di daerah Bangka Selatan berupa kelurusan, lipatan dan sesar. Kelurusan terutama pada granit dengan arah yang beragam. Lipatan

terdapat pada satuan batupasir dan batulempung Formasi Tanjunggenting dan Formasi Ranggalam. Sedangkan sesar yang berkembang di daerah ini berupa sesar mendatar dan sesar normal. Sesar mendatar berarah timur laut-barat daya, sesar normal berarah barat laut-tenggara. Batuan ini menerobos batuan Komplek Malihan Pemali yang diperkirakan sebagai batuan dasar di daerah tersebut, yang membentuk kontak struktur, pada lapisan kontak struktur membentuk sedimen hasil rombakan dan pelapukan batuan granit akan lebih efektif terjadi di alam apabila ditunjang oleh adanya pengaruh struktur sesar atau kekar di daerah tersebut. Seperti di ketahui bahwa Pulau Bangka pada umumnya merupakan penghasil timah yang di temukan dalam jebakan-jebakan endapan eluvial yang terendapkan di aliran sungai purba (Paleo-channel). Endapan timah merupakan hasil pelapukan rombakan batuan granit yang telah mengalami proses kimiawi sehingga terjadi pengkonsentrasian bijih-bijih timah dan terendapkan dalam aliran-aliran sungai purba.



Gambar 2. 3 Penyebaran batuan granitik di Bangka Selatan (Padmawidjaja, 2013. Delinasi Endapan Timah Berdasarkan Analisis Anomali Gayaberat Di Daerah Bangka Selatan, Vol 8. No 3)

## C. Landasan Teori

### 1. Definisi Timah

Timah dengan symbol Sn merupakan unsur kimia dengan berat atom 118,71 dan memiliki nomor atom 50. Merupakan salah satu logam berwarna putih keperakan, memiliki skala kekerasan yang rendah, dan memiliki berat jenis 7,3 g/cm<sup>3</sup>, serta mempunyai sifat konduktivitas panas dan listrik yang tinggi. Logam timah memiliki sifat mengkilap dan tidak mudah teroksidasi sehingga tahan karat. Timah diperoleh dari mineral *cassiterite* yang terbentuk sebagai oksida. Proses pembentukan bijih timah (Sn) berasal dari magma cair yang mengandung mineral *cassiterite* (SnO<sub>2</sub>). Pada saat intrusi batuan granit naik ke permukaan bumi, maka akan terjadi fase pneumatolitik, dimana terbentuk mineral-mineral bijih diantaranya bijih timah (Sn). Mineral ini terakumulasi dan terasosiasi pada batuan granit maupun di dalam batuan yang diterobosnya, yang akhirnya membentuk *vein-vein* (urat), yaitu pada batuan granit dan pada batuan samping yang diterobosnya. Mineral *cassiterite* terhambur pada batuan tersebut dan baru terlepas dari batuan induknya apabila batuan mengalami pelapukan. Pelapukan dan konsentrasi mekanik membentuk endapan alluvial maupun eluvial yang ada di Indonesia terkenal dengan nama bijih kulit dan disebut sebagai kaksa. Seperti diketahui kaseterit termasuk resisten terhadap pengangkutan air, sehingga memungkinkan dapat terkumpul sebagai endapan placer. Kasiterit berasosiasi dengan kuarsa, mika, monazite dan sedikit turmalin (Sukandarrumidi, 2007).

Tabel 2. 1 Deskripsi Timah

<b>Deskripsi</b>	<b>Keterangan</b>
Nama mineral dan rumus kimia	<i>Cassiterit</i> ( $\text{SnO}_2$ )
Sistem kristal	Tetragonal
Belahan	Tidak sempurna $-\{100\}$
Kekerasan	6 – 7
Berat jenis	6,99 – 7 ( $7,3 \text{ gr/m}^3$ )
Kilap	Intan sampai sublogam
Warna	Coklat kemerahan sampai hitam
Keterdapatn	Di dalam urat-urat bersama kuarsa di granit, pada umumnya banyak ditemukan dalam hidrotermal temperatur tinggi
Sifat lainnya	Tahan terhadap udara lembab, tahan terhadap korosi dan tidak beracun

Sumber: Sukandarrumidi (2007)

Sifat- sifat timah yang juga disebut sebagai timah putih (Sukandarrumidi, 2007) :

- a. Tahan terhadap udara lembab
- b. Kekerasan dan kekuatannya yang sangat rendah, sehingga dimasukkan kedalam logam lunak
- c. Daya tahan terhadap korosi cukup tinggi dan tidak beracun
- d. Berat jenis rendah 7,3 dan titik cair rendah  $232^\circ$
- e. Tahanan jenis  $0,15 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$

Tabel 2. 2 Mineral Asosiasi Bijih Timah (PT Timah Tbk)

No.	Nama Mineral	Berat Jenis
1.	<i>Cassiterite</i>	6,9
2.	<i>Ilmenite</i>	4,5
3.	<i>Monazite</i>	4,8
4.	<i>Wolframnite</i>	7
5.	<i>Zircon</i>	4,7
6.	Terak	4,1
7.	Karat Besi	4
8.	<i>Biotite</i>	3,1
9.	<i>Pyrite</i>	4,8
10.	<i>Hematite</i>	5
11.	<i>Siderite</i>	3,8
12.	<i>Tourmaline</i>	3,1
13.	<i>Topaz</i>	3,5
14.	<i>Quartz</i>	2,6
15.	<i>Limonite</i>	3,8
16.	<i>Anatase</i>	3,9
17.	<i>Galena</i>	7,6

(Sumber: PT Timah Tbk, 2016)

## 2. Sumber Daya Cadangan Mineral

Sumber daya mineral adalah suatu konsentrasi atau keterdapatan dari material yang memiliki nilai ekonomi ada atau diatas kerak bumi, dengan bentuk, kualitas dan kuantitas tertentu yang memiliki keprospekan yang beralasan yang pada akhirnya dapat diekstraksi secara ekonomis. Lokasi, kuantitas, kadar, karakteristik geologi dan kemenerusan dari sumberdaya mineral harus diketahui, diestimasi atau diinterpretasikan berdasarkan bukti-bukti dan pengetahuan geologi yang spesifik. (SNI 4726:2011)

Menurut Arif (2021), sumber daya mineral dibagi menjadi tiga, yaitu sumber daya mineral tereka (*inferred mineral resource*), sumber daya mineral tertunjuk (*indicated mineral resource*), dan sumber daya mineral terukur (*measured mineral resource*), yang dijelaskan sebagai berikut :

### a. Sumber daya mineral tereka

Bagian dari sumber daya mineral total yang diestimasi meliputi tonase, densitas, bentuk, dimensi, kima, kadar, dan kandungan mineralnya hanya dapat diperkirakan dengan tingkat kepercayaan yang rendah. Titik pengamatan yang mungkin didukung oleh data pendukung dan keyakinan geologi rendah tidak cukup untuk membuktikan kemenerusan cebakan mineral.

### b. Sumber daya mineral tertunjuk

Bagian dari sumber daya mineral total yang diestimasi meliputi tonase, densitas, bentuk, dimensi, kimia, kadar, dan kandungan mineralnya dapat diperkirakan dengan tingkat kepercayaan yang beralasan, didasarkan pada

informasi yang didapatkan dari titik pengamatan yang mungkin didukung data pendukung dan keyakinan geologi medium. Titik pengamatan yang ada cukup untuk menginterpretasikan kemenerusan cebakan mineral, tapi tidak cukup untuk membuktikan kemenerusan kadar dan kandungan mineralnya.

c. Sumber daya mineral terukur

Bagian dari sumberdaya mineral total yang diestimasi meliputi tonase, densitas, bentuk, dimensi, kimia, kadar, dan kandungan mineralnya dapat diperkirakan dengan tingkat kepercayaan tinggi, didasarkan pada informasi yang didapat dari titik pengamatan yang mungkin didukung oleh data pendukung dan keyakinan geologi tinggi. Titik pengamatan jaraknya cukup berdekatan untuk membuktikan kemenerusan kadar dan kandungan mineralnya. Pada tahapan ini, kajian ekonomisnya pada tingkatan studi pelingkupan.

Sumber Daya Mineral Terukur memiliki tingkat keyakinan yang lebih tinggi dibandingkan dengan Sumber Daya Mineral Tertunjuk ataupun Sumber Daya Mineral Tereka. Sumber Daya Mineral Terukur dapat di konversi ke Cadangan Mineral terbukti atau Cadangan Mineral Terkira. Dalam mengkonversi sumber daya mineral menjadi cadangan mineral, perlu memperhatikan beberapa faktor pengubah yang merupakan pertimbangan-pertimbangan yang digunakan untuk mengkonversi sumber daya mineral menjadi cadangan mineral. Faktor-faktor ini termasuk, dan tidak terbatas pada, faktor-faktor penambangan, pengolahan, metalurgi, ekonomi, pemasaran, hukum, lingkungan, infrastruktur, sosial, dan pemerintahan (Komite Cadangan Mineral Indonesia, 2017).

Cadangan juga diklasifikasikan berdasarkan tingkat keyakinannya, yaitu cadangan mineral terkira (*probable mineral reserve*) dan cadangan mineral terbukti (*proven mineral reserve*) dan cadangan mineral terbukti (*proven mineral reserve*), yang dijelaskan sebagai berikut :

a. Cadangan mineral terkira

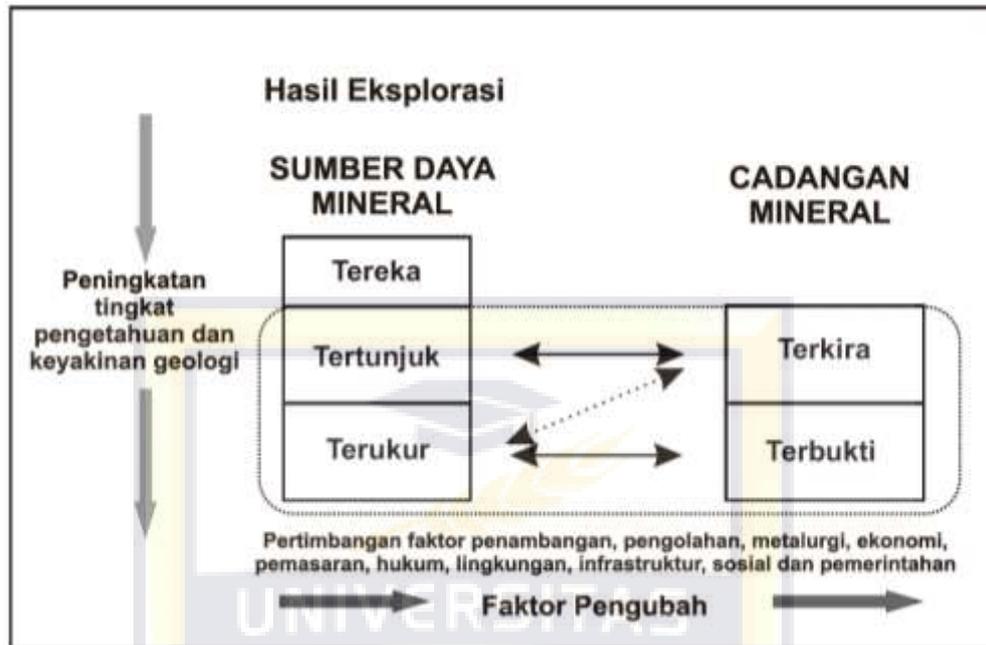
Cadangan mineral terkira merupakan bagian dari sumber daya mineral tertunjuk yang dapat ditambang secara ekonomis, dan dalam beberapa kondisi, juga merupakan bagian dari sumber daya mineral terukur. Tingkat keyakinan terhadap faktor-faktor pengubah pada cadangan mineral terkira lebih rendah dibandingkan tingkat keyakinan pada cadangan mineral terbukti. Cadangan mineral terkira memiliki tingkat keyakinan yang lebih rendah dibandingkan cadangan mineral terbukti, namun demikian sudah cukup kualitasnya untuk dijadikan dasar untuk pengembangan deposit.

b. Cadangan mineral terbukti

Cadangan mineral terbukti merupakan bagian dari sumber daya mineral terukur yang dapat ditambang secara ekonomis. Cadangan mineral terbukti memiliki tingkat keyakinan yang tinggi pada faktor-faktor pengubahnya. Cadangan mineral terbukti mewakili tingkat keyakinan tertinggi dari estimasi cadangan. Tipe mineralisasi atau faktor-faktor lainnya dapat menyebabkan cadangan mineral terbukti tidak dapat ditetapkan untuk beberapa deposit tertentu.

Dalam pengklasifikasian sumber daya dan cadangan mineral, merujuk pada tingkat kekayaan geologi dan faktor pengubah, seperti yang ditunjukkan pada

gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Hubungan umum antara hasil eksplorasi, sumber daya mineral, dan cadangan mineral

Adapun beberapa rumus yang digunakan oleh PT Timah Tbk, mengacu pada tahap perhitungan cadangan secara manual adalah sebagai berikut :

- 1) Luas daerah dihitung (Ldh)

Luas daerah dihitung adalah luas dari lapangan yang dihitung cadangannya dinyatakan dalam meter persegi. Pengukuran luas dilakukan dengan alat planimeter atau dengan perhitungan ilmu ukur. Rumus yang digunakan untuk perhitungan Ldh adalah sebagai berikut :

$$Ldh = \text{Jumlah Reduksi} \times \text{Luas Satuan Reduksi} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

Ldh = Luas daerah dihitung (m<sup>2</sup>)

Faktor Reduksi = 1/16, 1/25, 1/100

Luas Satuan Reduksi = 1600 m<sup>2</sup>, 2500 m<sup>2</sup>, 1000 m<sup>2</sup>

2) Tebal lapisan dihitung (Ddh)

Tebal lapisan dihitung adalah rata-rata tebal lapisan dari lubang bor pada suatu lapangan yang dihitung dengan reduksi. Rumus yang digunakan untuk perhitungan ini adalah :

$$Ddh = \frac{\text{Jumlah Penggalan Reduksi dengan Tebal}}{\text{Jumlah Reduksi}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

Ddh = Tebal lapisan rata-rata (m)

D = Tebal lapisan lubang bor (m)

R = Reduksi

3) Isi tanah dihitung (Idh)

Isi tanah dihitung adalah perkiraan isi tanah dari suatu lapangan berdasarkan data pemboran, yaitu merupakan perkalian antara luas daerah dihitung dengan tebal lapisan dihitung adalah :

$$Idh = Ldh \times Ddh \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

Idh = Isi tanah dihitung (m<sup>3</sup>)

Ldh = Luas dihitung (m<sup>2</sup>)

Ddh = Dalam dihitung (m)

4) Kekayaan bijih timah dihitung (Tdh)

Kekayaan bijih timah dihitung adalah perkiraan kekayaan bijih timah rata-rata dari suatu lapangan yang ditentukan berdasarkan data hasil pemboran.

Rumus yang digunakan untuk mendapatkan grade keseluruhan adalah sebagai berikut :

$$Tdh = \frac{\text{Gram Sn} \times R}{(D \times R) \times 10} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

Tdh = Kekayaan bijih timah dihitung (kg Sn/m<sup>3</sup>)

D = Tebal lapisan lubang bor (m)

R = Reduksi

5) Produksi bijih timah dihitung (Pdh)

Produksi bijih timah dihitung adalah besarnya cadangan bijih dari suatu daerah cadangan.

$$Pdh = \frac{Idh \times Tdh}{1000} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

Pdh = Produksi bijih timah dihitung (ton)

Idh = Isi tanah dihitung (m<sup>3</sup>)

Tdh = kekayaan bijih timah dihitung (kg/m<sup>3</sup>)

### 3. Perencanaan Tambang

Menurut Agin (2011), perencanaan adalah penentuan persyaratan dalam mencapai sasaran, kegiatan serta urutan teknik pelaksanaan berbagai macam kegiatan untuk mencapai suatu tujuan dan sasaran yang diinginkan. Pada dasarnya perencanaan dibagi atas dua bagian utama, yaitu :

- a. Perencanaan Strategis yaitu perencanaan yang mengacu kepada sasaran secara menyeluruh, strategi pencapaiannya serta penentuan cara, waktu, dan biaya.

- b. Perencanaan Operasional yaitu menyangkut teknik pengerjaan dan penggunaan sumberdaya untuk mencapai sasaran.

Dari dasar perencanaan tersebut, bisa disimpulkan bahwa suatu perencanaan akan berjalan dengan menggunakan dua pertimbangan yaitu pertimbangan ekonomis dan pertimbangan teknis. Untuk merealisasikan perencanaan tersebut dibutuhkan suatu program-program kegiatan yang sistematis berupa rancangan kegiatan yang dalam perencanaan penambangan disebut rancangan teknis penambangan. Perencanaan tambang merupakan suatu tahap penting dalam studi kelayakan dan rencana operasi penambangan. Perencanaan suatu tambang terbuka yang *modern* memerlukan model computer dari sumberdaya yang akan ditambang. Dua aspek penting dalam pekerjaan perencanaan tambang adalah perancangan *pit* atau penentuan batas akhir penambangan, serta pentahapan dan penjadwalan produksi hingga ke perencanaan tahunan dan bulanan.

- a. Perencanaan jangka Panjang yaitu suatu perencanaan kegiatan yang jangka waktunya lebih dari 5 tahun secara berkesinambungan.
- b. Perencanaan jangka menengah yaitu suatu perencanaan kegiatan untuk jangka waktu antara 1-5 tahun.
- c. Perencanaan jangka pendek yaitu suatu perencanaan kegiatan untuk jangka waktu kurang dari setahun demi kelancaran perencanaan jangka menengah dan panjang.

Penentuan harga pokok, harga jual, dan harga pasar selain itu adanya aliran anggaran tunai (*Cash Flow Budget*) secara terperinci untuk sepanjang masa kegiatan kerja.

Menurut Lubis (2012), PT Timah Tbk menggunakan perhitungan *Break Even Grade* (BEG) sebagai dasar dalam pertimbangan ekonomisnya. Dimana analisis suatu kekayaan tambang adalah suatu proses *iterative* antara variabel utama yang terdiri dari cadangan mineral (*ore reserve*), skala tambang, biaya produksi (*production cost*) dan batas kadar yang direkomendasikan (BEG). Berikut penjelasan mengenai *Break Even Production* (BEP) dan *Break Even Grade* (BEG) adalah sebagai berikut :

a. Perhitungan *Break Even Production* (BEP)

*Break Even Production* (BEP) merupakan produksi pulang pokok dengan persamaan rumus sebagai berikut :

$$\text{BEP} = \frac{\text{Biaya Operasi Penambangan}}{\text{Harga Efisien Tambang}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana harga efisien tambang (HET) diturunkan dari harga logam, laba bersih, dan *overhead* sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{HET} : \text{Harga Logam} - \text{Overhead} \dots\dots\dots (2.7)$$

b. Perhitungan *Break Even Even Grade* (BEG)

Break Even Grade merupakan batas minimal kadar yang ekonomis untuk di tambang. Sebelum menghitung BEG, maka dihitung terlebih dahulu nilai Break Even Prudction (BEP). Cadangan yang dialokasikan untuk penambangan disebut juga Rencana Kerja penambangan. Penambangan yang dilakukan terhadap RK tersebut akan menghasilkan area yang lebih luas dibandingkan dengan luas RK yang diberikan. Hal ini terjadi karena diperlukan bukaan (*open slope*) yang membentuk lereng agar endapan timah (*ore*) yang terdapat pada kedalaman tertentu dapat diambil. Bijih (*ore*) yang

digali kemudian diteruskan ke alat proses pencucian bijih untuk ditingkatkan konsentrasinya. Konsentrat bijih timah hasil proses pencucian adalah pada kadar 50-60% Sn. Hal ini dilakukan untuk mengurangi tingkat kehilangan (recovery) dalam pencucian. Peningkatan kadar selanjutnya (72% Sn) akan dilakukan di Pusat Pengolahan Bijih Timah.

Produksi bijih timah akan dipengaruhi beberapa hal yang menyangkut keteknikan (*engineering factor*) dan kondisi geologi (*geological factor*). Factor keteknikan yaitu berkenaan dengan *Mining Recovery*, sedangkan factor geologi yaitu berkaitan dengan kondisi geologi cadangan, seperti kondisi *Basement (overvolume)* dan keberadaan timah pada *volume talud (uncalculated factor)*. Pada intinya perencanaan penambangan adalah bagaimana produksi bijih timah tidak kurang dari *Break Even Production (BEP)*. *Break Even Grade (BEG)* untuk menyatakan kadar minimum penambangan. Perhitungan BEG ini identik dengan perhitungan *Cut off Grade* yang umum digunakan dalam penambangan endapan primer.

BEG merupakan fungsi harga efisien tambang, biaya operasi penambangan, koefisien hasil, dan volume tanah dihitung (*Idh*). KH atau koefisien hasil diukur berdasarkan perbandingan antara Produksi Realisasi (*Psb*) dengan Produksi Dihitung (*Pdh*).

$$KH = \frac{Psb}{Pdh} \dots\dots\dots (2.8)$$

Penentuan besarnya nilai KH dalam rencana produksi adalah lebih bersifat historical atau kualitatif. Pengalaman penambangan pada cadangan di suatu lokasi dapat menjadi acuan penentuan nilai KH untuk rencana

penambangan pada cadangan lain di lokasi yang sama atau sekitarnya yang dianggap mempunyai karakter yang sama.

Volume dihitung (Idh) adalah kapasitas gali suatu peralatan tambang yang telah dikoreksi terhadap talud (*open slope*)-nya. Jadi Idh adalah volume tanah keseluruhan dalam kondisi tegak lurus dari variable-variabel diatas, maka BEG dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$BAK = \frac{BEP}{KH} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$BEG = \frac{BAK}{Idh} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

BEP = *Break Even Production* (ton)

KH = Koefisien Hasil

BAK = *Break After KH* (ton)

Idh = Volume dihitung (ton)

Perhitungan Break Even Grade (BEG) ini akan menjadi indicator ekonomis dalam penggarisan blok/sumberdaya terukur dan dalam penggarisan cadangan.

#### 4. Metode Penambangan

Metode tambang terbuka adalah penambangan secara terbuka atau metode penambangan yang segala kegiatannya atau aktivitasnya dilakukan diatas atau relative dekat dengan permukaan bumi, dan tempat kerjanya berhubungan langsung dengan udara luar. Metode ini dilakukan dengan cara mengupas terlebih dahulu lapisan tanah penutup (*overburden*) kemudian dilanjut dengan menambang lapisan *wash*. Secara umum metode ini menggunakan siklus operasi

penambangan yang konvensional, yaitu pemecahan batuan dengan pemboran dan peledakan, diikuti operasi penambangan material penggalian, pemuatan, dan pengangkutan.

Tambang alluvial (*Alluvial Mine*) atau *Placer Mining* merupakan metode penambang yang berhubungan dengan air atau cairan untuk memperoleh mineral dari dalam bumi, baik dengan aksi hidrolis maupun dengan serangan cairan. Metode penambangan placer (*placer mining*) adalah metode penambangan dengan menggunakan air untuk menggali, mentransportasi, dan mengkonsentrasikan mineral-mineral berat. Salah satu metode penambangan alluvial adalah *placer mining hydraulicking*.

Secara geologi, endapan *placer* adalah suatu konsentrasi mekanis dari mineral berat, yang dapat menjadi suatu endapan bijih jika menguntungkan dari segi nilainya. Kualitas yang berbeda dari endapan *placer* sehingga memungkinkan dikategorikan sebagai ekstraksi *aqueous* (Nurhakim, 2005) adalah :

- a. Material ditempat memungkinkan terdesintegrasi oleh aksi tekanan air (atau aksi mekanik ditambah hidrolis)
- b. Ketersediaan/*supply* air pada *head* yang diperlukan
- c. Ketersediaan ruang untuk penempatan *waste*
- d. Konsentrasi berat adalah mineral yang berharga memungkinkan ke pengolahan mineral sederhana
- e. Pada umumnya *gradient* alamiah dan rendah sudah memungkinkan transportasi hidrolis dari mineral

- f. Dapat mematuhi peraturan-peraturan lingkungan yang berhubungan dengan air dan pembuangan *waste*.

## 5. Kajian Ekonomi

### a. Analisis Investasi

Investasi adalah penukaran nilai uang saat sekarang yang telah pasti dengan nilai harapan perolehan uang yang akan datang yang belum pasti. Investasi diperlukan untuk mendanai kegiatan awal suatu proyek sebelum proyek mampu membiayai dirinya sendiri. Investasi merupakan sesuatu yang dinamis, tidak hanya berupa pembelanjaan asset atau uang yang dibelanjakan untuk asset, tetapi meliputi keseluruhan proses. Investasi pada dasarnya dapat didefinisikan sebagai suatu proses yang menghasilkan kepemilikan asset dengan umur kepemilikan lebih dari 6 bulan. Definisi tersebut menunjukkan bahwa investasi menyangkut 4 kriteria mendasar, yaitu :

- 1) Terdapat komitmen untuk memastikan kepemilikan asset selama minimal 6 bulan.
- 2) Ada sejumlah uang atau dana yang dialokasikan agar dapat memiliki asset tersebut.
- 3) Fokus waktu dititikberatkan untuk dilaksanakan disaat sekarang.
- 4) Kegiatan investasi dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan *profit* atau keuntungan.

Sedangkan menurut M. Giatman (2011:68) menyatakan bahwa, “suatu investasi merupakan kegiatan menanamkan modal jangka panjang, dimana

selain investasi tersebut perlu pula disadari dari awal bahwa investasi akan diikuti oleh sejumlah pengeluaran lain yang secara periodik perlu disiapkan.”

Investasi merupakan pengeluaran perusahaan secara keseluruhan yang mencakup pengeluaran untuk membeli bahan baku atau material, mesin-mesin dan peralatan pabrik serta semua modal lain yang diperlukan dalam proses produksi, pengeluaran untuk keperluan bangunan kantor, bangunan tempat tinggal karyawan dan bangunan konstruksi lainnya, juga perubahan nilai stok atau barang cadangan sebagai akibat dari perubahan jumlah dan harga, menurut Delianov (1995:123). Intinya, investasi adalah suatu bentuk penanaman modal untuk menghasilkan kekayaan, yang akan dapat memberikan keuntungan atau tingkat pengembalian yang baik pada masa sekarang atau di masa depan.

Tujuan dari penanaman modal atau investasi adalah untuk mendapatkan hasil dan memperoleh nilai tambah. Dalam melakukan suatu investasi hal-hal yang perlu dipertimbangkan adalah sebagai berikut:

- 1) Pengeluaran untuk penanaman modal, salah dikeluarkan biasanya tidak dapat ditarik kembali tanpa mengakibatkan kerugian.
- 2) Keputusan pembelanjaan modal, merupakan strategi keputusan yang diambil itu akan mempengaruhi profitabilitas, pasar dan lain-lain di kemudian hari.
- 3) Keputusan investasi sangat dipengaruhi oleh ketidak pastina dan risiko yang relatif tinggi karena adanya keharusan untuk membuat suatu ramalan yang jauh ke depan.

- 4) Banyak ragam kebutuhan investasi, yang akan mempengaruhi keputusan terhadap pembelanjaan modal yang tepat.

Semua hal tersebut, merupakan dasar untuk melihat dan meneliti pelaksanaan suatu kegiatan investasi itu dapat menguntungkan atau tidak.

Menurut Stermole, proyek investasi dikelompokkan dalam investasi penghasil pendapatan dan penghasil jasa. Analisis penanaman modal diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu:

- 1) Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi merupakan analisis mendasar dengan meninjau pada keuntungan dan biaya pada suatu proyek investasi.

- 2) Analisis Keuangan (*financial*)

Analisis keuangan merupakan analisis mendasar meninjau darimana dana investasi akan diperoleh. Terdapat beberapa alternatif untuk mendanai suatu investasi, seperti dana pribadi, pinjaman dari bank serta menawarkan kepemilikan saham kepada publik.

- 3) Analisis *Intangible*

Analisis *intangibile* merupakan analisis mendasar yang meninjau dari faktor yang mempengaruhi investasi tetapi faktor tersebut tidak dapat diukur secara kuantitatif, contohnya seperti perizinan dan pertimbangan keselamatan, opini publik, faktor lingkungan dan ekologi, ketidakpastian kondisi peraturan pajak, dan lain sebagainya.

## b. Depresiasi

Menurut M. Giatman (2011) depresiasi adalah penyusutan atau penurunan nilai aset bersamaan dengan berlalunya waktu. Sebagaimana diketahui pengertian aset mencakup *current asset* dan *fixed asset*, namun aset yang terkena depresiasi hanya *fixed asset* (aset tetap) yang pada umumnya bersifat fisik, seperti bangunan, mesin/peralatan, armada, dan lain-lain. Depresiasi dapat dibedakan atas beberapa sebab berikut :

- 1) Penyusutan Fisik (*Deterioration*), yaitu penyusutan yang di sebabkan oleh berkurangnya kemampuan fisik dari suatu aset untuk menghasilkan produksi karena keausan dan kemerosotan.
- 2) Penyusutan Fungsional (*Obsolescence*), yaitu penyusutan dan penurunan karena kekunoan/usang.
- 3) Penyusutan Moneter (*Monetary Depreciation*), yaitu penyusutan yang disebabkan adanya perubahan tingkat suku bunga moneter.

Tujuan depresiasi adalah karena aset atau barang kekayaan akan menurun nilainya dengan berjalannya waktu, maka perlu dipikirkan akibatnya pada proyek-proyek teknik ataupun kegiatan usaha. Pada suatu ketika nilai aset dimaksud akan berkurang ataupun performace-nya menurun sehingga tidak mampu ataupun tidak efektif lagi menjalankan fungsinya. Oleh karena itu perlu adanya pertimbangan yang tepat dengan adanya penyusutan tersebut.

Secara teoretis ada berbagai metode perhitungan depresiasi, yaitu :

- 1) *Straight Line Depreciation* (SLD) / Depresiasi Garis Lurus  
Metode depresiasi garis lurus adalah metode sederhana yang paling sering

dipakai dalam perhitungan depresiasi aset. Metode ini pada dasarnya memberikan hasil perhitungan depresiasi yang sama setiap tahun selama umur perhitungan aset. Parameter – parameter yang diperlukan dalam perhitungan ini adalah nilai investasi, umur produktif aset/lamanya aset akan dikenakan depresiasi, nilai sisa aset pada akhir umur produktif aset.

$$SLD = \frac{I}{N} - S \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

I = Investasi (nilai aset awal)

S = Nilai sisa aset akhir umur produktif

N = Lamanya aset akan di depresiasi

2) *Sum of Years Digits Depreciation (SOYD) / Metode Jumlah Angka Tahunan*

Metode ini mempunyai pola pembayaran depresiasi yang tidak sama setiap tahunnya, yaitu didasarkan atas bobot digit dari tahun pemakaian. Pada tahun-tahun awal depresiasi yang dikeluarkan lebih besar dari tahun berikutnya, dimana penurunannya merupakan fungsi dari berkurangnya umur aset tersebut.

$$SOYD_t = \frac{\text{Umur sisa aset}}{\text{Sum of year digits depresiasi}} (I - S) \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

SOYD<sub>t</sub> = Depresiasi SOYD periode ke – t

Umur sisa aset = n, yaitu umur aset – jumlah periode depresiasi yang telah di bayarkan atau : n = N – (t-1)

$$\text{Sum of year digits depreciaton} : \Sigma \text{ digit} = \frac{N}{2} (N + 1)$$

3) *Declining Balance Depreciation (DBD) / Metode Keseimbangan – Menurun*

Metode ini mempunyai asumsi bahwa nilai aset menurun lebih cepat pada tahun-tahun permulaan daripada tahun-tahun akhir dari usia kegunaannya. Yang amat penting dengan metode ini ialah nilai jual (nilai sisa) harus lebih besar daripada nol. Depresiasi dihitung berdasarkan laju/tingkat penyusutan tetap (R) yang dikalikan dengan nilai aset tahun sebelumnya.

$$DBD_t = R \times BV_{t-1} \dots \dots \dots (2.13)$$

$DBD_t$  = depresiasi pada tahun ke-t

$BV_{t-1}$  = nilai buku tahun ke-t

R = tingkat/laju depresiasi tahunan

4) *Unit of Production Depreciation (UPD) / Metode Unit Produksi*

Beberapa jenis aset tidak begitu terpengaruhi oleh variabel waktu, tetapi lebih banyak ditentukan oleh produktivitas kerjanya, seperti pesawat terbang, mesin-mesin tertentu yang sangat terpengaruh oleh aktivitas produksinya, dan berbagai aset dalam bentuk deposit alam. Aset-aset tersebut depresiasinya dihitung tidak selalu merupakan fungsi waktu, tetapi berdasarkan fungsi produksinya.

$$UPD_t = \frac{\text{Produksi } t}{\sum_i^n \text{Produksi}} (I - S) \dots \dots \dots (2.14)$$

Produksi = Jumlah produksi pada tahun di maksud

$\Sigma$  Produksi = Jumlah produksi keseluruhan (sesuai estimasi)

### c. Inflasi

Inflasi didefinisikan dengan banyak ragam yang berbeda, tetapi semua definisi itu mencakup pokok-pokok yang sama. Samuelson (2011) memberikan definisi bahwa inflasi sebagai suatu keadaan dimana terjadi kenaikan tingkat harga umum, baik barang-barang, jasa-jasa maupun faktor-faktor produksi. Dari definisi tersebut mengindikasikan keadaan melemahnya daya beli yang diikuti dengan semakin merosotnya nilai riil (intrinsik) mata uang suatu negara.

Secara umum pendapat ahli ekonomi menyimpulkan bahwa inflasi yang menyebabkan turunnya daya beli dari nilai uang terhadap barang-barang dan jasa, besar kecilnya ditentukan oleh elastisitas permintaan dan penawaran akan barang dan jasa. Faktor lain turut menentukan fluktuasi tingkat harga umum diantaranya adalah kebijakan pemerintah mengenai tingkat harga, yaitu dengan mengadakan kontrol harga, pemberian subsidi kepada konsumen dan lain sebagainya.

Menurut Rahardja dan Manurung (2004) suatu perekonomian dikatakan telah mengalami inflasi jika 3 karakteristik berikut dipenuhi, yaitu : 1) terjadi kenaikan harga, 2) kenaikan harga bersifat umum, dan 3) berlangsung terus-menerus. Berikut merupakan sumber-sumber penyebab inflasi :

#### 1) *Demand Pull Inflation*

*Demand Pull Inflation* adalah kenaikan harga-harga yang disebabkan oleh adanya gangguan (shock) pada sisi permintaan barang dan jasa. Kenaikan permintaan barang yang tidak seimbang dengan kenaikan penawaran akan mendorong harga naik sehingga terjadi inflasi.

## 2) *Supply Side Inflation*

Berbeda dengan *demand pull inflation*, *cost push inflation* adalah inflasi yang disebabkan oleh adanya gangguan (shock) dari sisi penawaran barang dan jasa atau yang biasa juga disebut dengan *supply shock inflation*, biasanya ditandai dengan kenaikan harga yang disertai oleh turunnya produksi atau output. Jadi, inflasi yang dibarengi dengan resesi.

## 3) *Demand Supply Inflation*

Peningkatan permintaan total (*aggregate demand*) menyebabkan kenaikan harga yang selanjutnya diikuti oleh penurunan penawaran total (*aggregate supply*) sehingga menyebabkan kenaikan harga yang lebih tinggi lagi. Interaksi antara bertambahnya permintaan total dan berkurangnya penawaran total yang mendorong kenaikan harga ini merupakan akibat adanya ekspektasi bahwa tingkat harga dan tingkat upah akan meningkat atau dapat juga karena adanya *inertia* dari inflasi di masa lalu.

## **d. Bunga**

Bunga (*interest*) adalah sejumlah uang yang dibayarkan akibat pemakaian uang yang dipinjam sebelumnya. Penarikan bunga pada dasarnya merupakan kompensasi dari penurunan nilai uang selama waktu peminjaman sehingga besarnya bunga relatif sama besarnya dengan penurunan nilai uang tersebut. Oleh karena itu, seseorang yang membungakan uangnya sebesar tingkat penurunan nilai (*inflasi*), tidak akan mendapatkan keuntungan ekonomis terhadap uang yang dibungakan itu, tetapi hanya menjamin nilai kekayaan yang

bersangkutan relatif tetap dan stabil. Besarnya bunga adalah selisih antara jumlah utang dibayar dengan utang semula.

1) Tingkat Suku Bunga

Tingkat suku bunga (*rate of interest*) merupakan rasio antara bunga yang dibebankan per periode waktu dengan jumlah uang yang dipinjami awal periode dikalikan 100%, atau :

$$\text{Rate of Interest} = \frac{\text{Bunga yang dibayarkan per satuan waktu}}{\text{Jumlah pinjaman awal}} \times 100 \dots \dots \dots (2.15)$$

2) Bunga Sederhana

Sistem bunga sederhana (*simple interest*), yaitu sistem perhitungan bunga hanya didasarkan atas besarnya pinjaman semula, dan bunga periode sebelumnya yang belum dibayar tidak termasuk faktor penggal bunga. Secara formula sistem bunga sederhana dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Bunga} = i \times P \times n \dots \dots \dots (2.16)$$

Keterangan :

i = suku bunga

P = Pinjaman semula

N = jumlah periode peminjaman

3) Bunga Majemuk

Sistem bunga majemuk (*compound interest*), yaitu sistem perhitungan bunga dimana bunga tidak hanya dihitung terhadap besarnya pinjaman awal, tetapi perhitungan didasarkan atas besarnya utang awal periode yang bersangkutan, dengan kata lain bunga yang berbunga.

#### **e. Pajak**

Dalam Undang – Undang Nomor 28 tahun 2007 tentang perubahan ketiga UU Nomor 6 tahun 1983 yakni Ketentuan Umum dan Tata Cara Perpajakan dinyatakan bahwa pajak adalah kontribusi wajib kepada negara yang terutang oleh orang pribadi atau badan yang bersifat memaksa berdasarkan Undang - Undang dengan tidak mendapatkan imbalan langsung dan digunakan untuk keperluan negara bagi sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Dari pengertian tersebut dapat ditarik kesimpulan tentang ciri-ciri yang melekat pada pengertian pajak :

- 1) Dipungut oleh negara (baik pemerintah pusat maupun daerah). Iuran tersebut berupa uang yang dipungut disebabkan suatu keadaan, kejadian, dan perbuatan yang memberikan manfaat tertentu bagi seseorang.
- 2) Dipungut atau dipotong berdasarkan dengan kekuatan Undang – undang serta aturan pelaksanaannya.
- 3) Dalam pembayaran pajak tidak dapat ditunjukkan adanya kontra prestasi langsung dan dapat ditunjuk.
- 4) Diperuntukkan bagi pengeluaran pembayaran pemerintah yang bermanfaat bagi kemakmuran rakyat.

Ada beberapa macam pajak, antara lain :

- 1) Pajak Pendapatan, yaitu pajak yang dipungut sebagai fungsi dari pendapatan usaha ataupun perorangan, yang besarnya dihitung sebagai presentase dari pendapatan bersih perusahaan atau perorangan.

- 2) Pajak kekayaan yang dibebankan oleh pemerintah pada pemilik tanah, bangunan, mesin atau peralatan, barang *inventaris*, dan lain-lain sesuai dengan peraturan.
- 3) Pajak penjualan yang ditentukan sebagai fungsi dari pembelian barang dan atau pemberian pelayanan, dan tidak ada kaitannya dengan pendapatan bersih atau keuntungan perusahaan.

Mengacu pada Peraturan Perundang – Undangan yang berlaku pada Tahun 2020 tentang tarif pajak penghasilan yang diterapkan atas penghasilan kena pajak bagi Wajib Pajak dalam negeri dan bentuk usaha tetap adalah sebesar 22%.

#### **f. Parameter Investasi**

Analisis kelayakan investasi yang akan digunakan pada penelitian ini menggunakan kriteria-kriteria atau parameter keuangan yaitu *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Periode* (PBP), dan *Profitability Index* (PI).

##### **1) Metode *Net Present Value* (NPV)**

Menurut M. Giantmant (2011:69) *Net Present Value* adalah metode menghitung nilai bersih (*netto*) pada waktu sekarang (*present*). Asumsi present yaitu menjelaskan waktu awal perhitungan bertepatan dengan menjelaskan waktu awal perhitungan bertepatan dengan saat evaluasi dilakukan atau periode ke-nol (0) dalam perhitungan *cash flow* investasi. Dengan demikian, metode NPV pada dasarnya memidahkan *cash flow* yang menyebar sepanjang umur investasi ke waktu awal investas ( $t=0$ ) atau kondisi *present*.

Pada aliran kas proyek investasi penambangan bahan galian untuk memperhitungkan NPV yang akan dikaji yaitu meliputi seluruh aspek penerimaan kas dan seluruh aspek pengeluaran kas, yang secara matematis dirumuskan sebagai berikut :

$$NPV = \frac{R_t}{(1+i)^t} \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan :

t = waktu arus kas

i = suku bunga diskonto yang digunakan

R<sub>t</sub> = arus kas bersih (*the net cash flow*) dalam waktu t

Untuk mengetahui apakah rencana suatu investasi tersebut layak ekonomis atau tidak, diperlukan suatu ukuran atau kriteria tertentu dalam metode NPV, yaitu :

Jika : NPV > 0 Artinya investasi akan menguntungkan/layak (*feasible*)

NPV < 0 Artinya investasi tidak menguntungkan/layak (*unfeasible*)

NPV = 0 Artinya investas dikatakan layak/tidak layak

Jika rencana investasi tersebut dinyatakan layak, maka direkomendasikan untuk dilaksanakan investasi itu, namun jika ternyata tidak layak, maka rencana tersebut tidak direkomendasikan untuk dilanjutkan.

Namun, layak atau tidaknya suatu rencana investasi belumlah keputusan akhir dari suatu program investasi, seringkali pertimbangan-pertimbangan tertentu ikut pula memengaruhi keputusan yang akan diambil. Dengan menggunakan kriteria penilaian NPV dalam analisis finansial ini akan diperoleh beberapa kelebihan, yaitu:

- a) Telah memasukan faktor nilai waktu dari uang
- b) Telah mempertimbangkan semua aspek aliran kas proyek
- c) Dilakukan perhitungan besaran absolut (bukan relative)

**2) Metode *Internal Rate of Return (IRR)***

Menurut (Hazen, 2009) dalam metode ini menentukan apakah suatu usulan proyek investasi dianggap layak atau tidak, dengan cara membandingkan antara tingkat keuntungan yang diharapkan. Pada perhitungan IRR yang akan dicari adalah suku bunga disaat NPV sama dengan nol (0). Penentuan nilai IRR dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error*) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Tetapkan suatu bunga sembarang  $i_r$  hingga diperoleh NPV positif ( $NPV_{i_r}$ ).
- b) Tetapkan suatu bunga sembarang  $i_t$  (sedekat mungkin dengan  $i_r$ ) dan hitung NPV dengan berbagai nilai  $i_t$  hingga diperoleh dengan nilai negatif ( $NPV_{i_t}$ ).
- c) Hitung IRR dengan rumus:

$$IRR = i_r + \frac{NPV_{i_r}}{NPV_{i_r} - NPV_{i_t}} \times (i_t - i_r) \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana :

$i_r$  = suku bunga rendah

$i_t$  = suku bunga tinggi

**3) Metode *Payback Period (PBP)***

Menurut (Bambang, 2004) salah satu metode konvensional yang digunakan untuk mengukur berapa lama proyek investasi akan

mengembalikan dana yang telah dikeluarkan adalah metode *payback period*. Sedangkan menurut Abdul Choliq dkk. (2004) “*payback period* dapat diartikan sebagai jangka waktu kembalinya investasi yang dikeluarkan, melalui keuntungan yang diperoleh dari suatu proyek yang telah direncanakan”. Analisis *payback period* pada dasarnya bertujuan untuk mengetahui seberapa lama (periode) investasi akan dapat dikembalikan saat terjadinya kondisi pulang pokok (*break even-point*).

*Payback Period* adalah lamanya waktu yang diperlukan untuk menutup kembali *original cash outlay*. Berdasarkan uraian dari beberapa pengertian tersebut maka dapat dikatakan bahwa *Payback Period* dari suatu investasi menggambarkan panjang waktu yang diperlukan agar dana yang tertanam pada suatu investasi dapat diperoleh kembali seluruhnya. Analisis *Payback Period* dalam studi kelayakan perlu juga ditampilkan untuk mengetahui seberapa lama usaha/proyek yang dikerjakan baru dapat mengembalikan investasi (Djarwanto, 2004).

Metode Analisis *Payback Period* bertujuan untuk mengetahui seberapa lama (periode) investasi akan dapat dikembalikan saat terjadinya kondisi *break even-point* (jumlah arus kas masuk sama dengan jumlah arus kas keluar). Analisis *Payback Period* dihitung dengan cara menghitung waktu yang diperlukan pada saat total arus kas masuk sama dengan total arus kas keluar. Dari hasil dari analisis *Payback Period* ini nantinya alternatif yang akan dipilih adalah alternatif dengan periode pengembalian lebih singkat. Penggunaan analisis ini hanya disarankan untuk mendapatkan informasi

tambahan guna mengukur seberapa cepat pengembalian modal yang diinvestasikan (Sidauruk, 2017).

Ada beberapa persamaan dalam menghitung *payback period* dengan memperhatikan beberapa kondisi, yaitu :

a) Analisis *payback period* ini dapat dilakukan dengan memperhitungkan *time value of money*, lama periode pengembalian  $np$ , dapat dihitung

dengan menggunakan persamaan :

$$P = \{NCF_1(P/F,i,1) + NCF_2(P/F,i,2) + NCF_3(P/F,i,3) + \dots NCF_{np}(P/F,i,np)\} \dots\dots\dots (2.19)$$

b) Jika diperhitungkan dengan mengabaikan *time value of money* ( $i = 0\%$ ) maka lamanya periode pengembalian (*Payback Period*) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P = (NCF_1 + NCF_2 + NCF_3 + \dots\dots\dots NCF_{np}) \dots\dots\dots (2.20)$$

c) Jika deretan arus kas mempunyai besar nilai yang sama, maka untuk menghitung  $np$  dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$np = \frac{P}{NCF} \dots\dots\dots (2.21)$$

dimana :

P = investasi awal

NCF = *Net Cash Flow*/ arus kas bersih (pendapatan-pengeluaran) dengan memperhitungkan atau mengabaikan *time value of money*.

$Np$  = lamanya periode pengembalian.

d) Persamaan *Payback Period* jika arus kas dari suatu rencana investasi/proyek berbeda jumlahnya setiap tahun :

$$Payback\ period = n + \frac{a-b}{c-b} \times 1\ tahun \dots\dots\dots (2.22)$$

n = tahun terakhir dimana arus kas masih belum bisa menutupi *initial investmen*

a = jumlah *initial investmen*

b = jumlah kumulatif arus pada tahun ke n

c = jumlah kumulatif arus pada tahun ke n + 1

e) Persamaan *Payback Period* jika arus kas dan suku rencana investasi proyek sama jumlahnya setiap tahun :

$$Payback\ period = n + \frac{initial\ investmen}{cash\ flow} \times 1\ tahun \dots\dots\dots (2.23)$$

#### 4) Metode *Profitability Index* (PI)

Metode *Profitability Index* (PI) menghitung perbandingan antara nilai arus kas bersih yang akan datang dengan nilai investasi yang sekarang. *Profitability Index* (PI) harus lebih besar dari 1 baru dikatakan layak, semakin besar PI, investasi semakin layak. (Dirga, 2018:47). Cara untuk mencari PI yaitu menggunakan rumus sebagai berikut :

$$PI = \frac{Nilai\ Arus\ Kas\ Bersih}{Nilai\ Investasi} \dots\dots\dots (2.24)$$

Kelayakan investasi menurut standar analisa *profitability index* adalah sebagai berikut :

Jika  $PI > 1$  : maka investasi tersebut dapat dijalankan (layak)

Jika  $PI < 1$  : maka investasi tersebut tidak dapat dijalankan (tidak layak)

Jika  $PI = 1$  : maka investasi tersbeut dapat/tidak dapat dijalankan.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Rancangan Penelitian**

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu (Sugiyono, 2010). Dari penjelasan tersebut maka dapat dijelaskan bahwa metode penelitian menggambarkan suatu rancangan penelitian yang isinya menjelaskan tentang Langkah-langkah atau prosedur yang harus ditempuh serta cara untuk memperoleh dan menganalisis data tersebut.

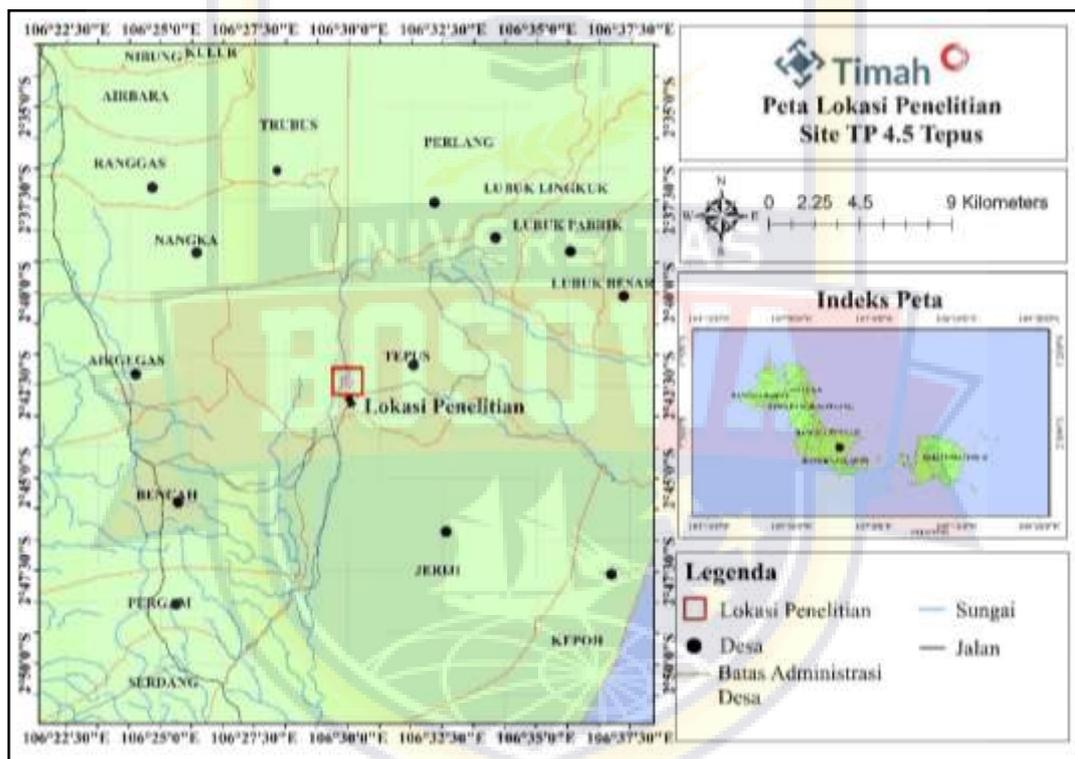
Berdasarkan jenisnya, penelitian ini termasuk kedalam penelitian kuantitatif dimana sumber data yang digunakan adalah data berupa angka yang selanjutnya diolah dan dianalisa secara matematik dan kinematic. Sedangkan menurut tujuannya, penelitian ini termasuk penelitian terapan. Penelitian terapan (*applied research*) adalah penelitian yang diarahkan untuk mendapatkan informasi yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah.

Penelitian terapan merupakan suatu kegiatan yang sistematis dan logis dalam rangka menemukan sesuatu yang baru atau aplikasi baru dari penelitian yang pernah dilakukan selama ini.

#### **B. Lokasi Kesampaian Daerah**

Lokasi daerah yang diteliti adalah TP 4.5 Tepus yang berlokasi di Desa Tepus, Kecamatan Air Gegas, Kabupaten Bangka Selatan, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Secara astronomis, Bangka Selatan berada di 2°26'27" sampai

3°5'56" Lintang Selatan dan 107°14'31" sampai 105°53'09" Bujur Timur. Luas area Bangka Selatan sebesar 3.607,08 km<sup>2</sup>. Daerah penelitian dapat dicapai dengan rute dari Makassar – Jakarta – Pangkalpinang dengan waktu tempuh ±6,5 jam dengan menggunakan pesawat. Selanjutnya dari Kota Pangkalpinang – Desa Tepus dapat ditempuh dengan perjalanan darat menggunakan kendaraan roda dua atau lebih dengan waktu tempuh ±2 jam.



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian

### C. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Alat tulis menulis untuk pencatatan data-data lapangan.
2. *Global Positioning System* (GPS), untuk plotting titik pengamatan.
3. Buku pencatatan lapangan, sebagai tempat pencatatan data lapangan.

4. Laptop untuk mengolah data yang telah didapatkan.
5. Kalkulator sebagai alat bantu menghitung data.

#### **D. Teknik Pengumpulan Data**

Penelitian yang dilakukan oleh peneliti dilakukan dengan beberapa tahapan. tahapan-tahapan tersebut meliputi observasi, studi literatur, pengambilan data, pengolahan data, analisis data, pembahasan, kesimpulan, dan pembuatan laporan.

##### **1. Studi Literatur**

Studi literatur digunakan untuk memperkuat data-data yang akan diolah dan dianalisis pada saat penelitian. Bahan-bahan Pustaka yang menunjang diperoleh dari instansi terkait, skripsi, jurnal, penelitian sebelumnya, dan buku sehingga dapat dijadikan bahan acuan dalam penelitian estimasi kelayakan ekonomi rencana penambangan timah.

##### **2. Observasi**

Observasi merupakan peninjauan yang dilakukan untuk mengamati dengan cermat mengenai analisis kelayakan ekonomi tambang. Observasi ini dilakukan dengan mengunjungi tempat/lokasi yaitu di Site Bangka Selatan, Provinsi Bangka Belitung untuk mendokumentasikan kondisi lapangan serta kondisi areal tambang sebagai penunjang penelitian.

##### **3. Pengambilan Data**

Pengambilan data dilakukan di PT Timah Tbk dengan tujuan mendapatkan keakurasian data agar sesuai dengan yang diinginkan. Pengambilan data merupakan tahapan untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam

melakukan penelitian. Data yang dikumpulkan dalam tahap pengumpulan data terdiri dari data primer dan data sekunder.

#### **E. Teknik Pengolahan Data**

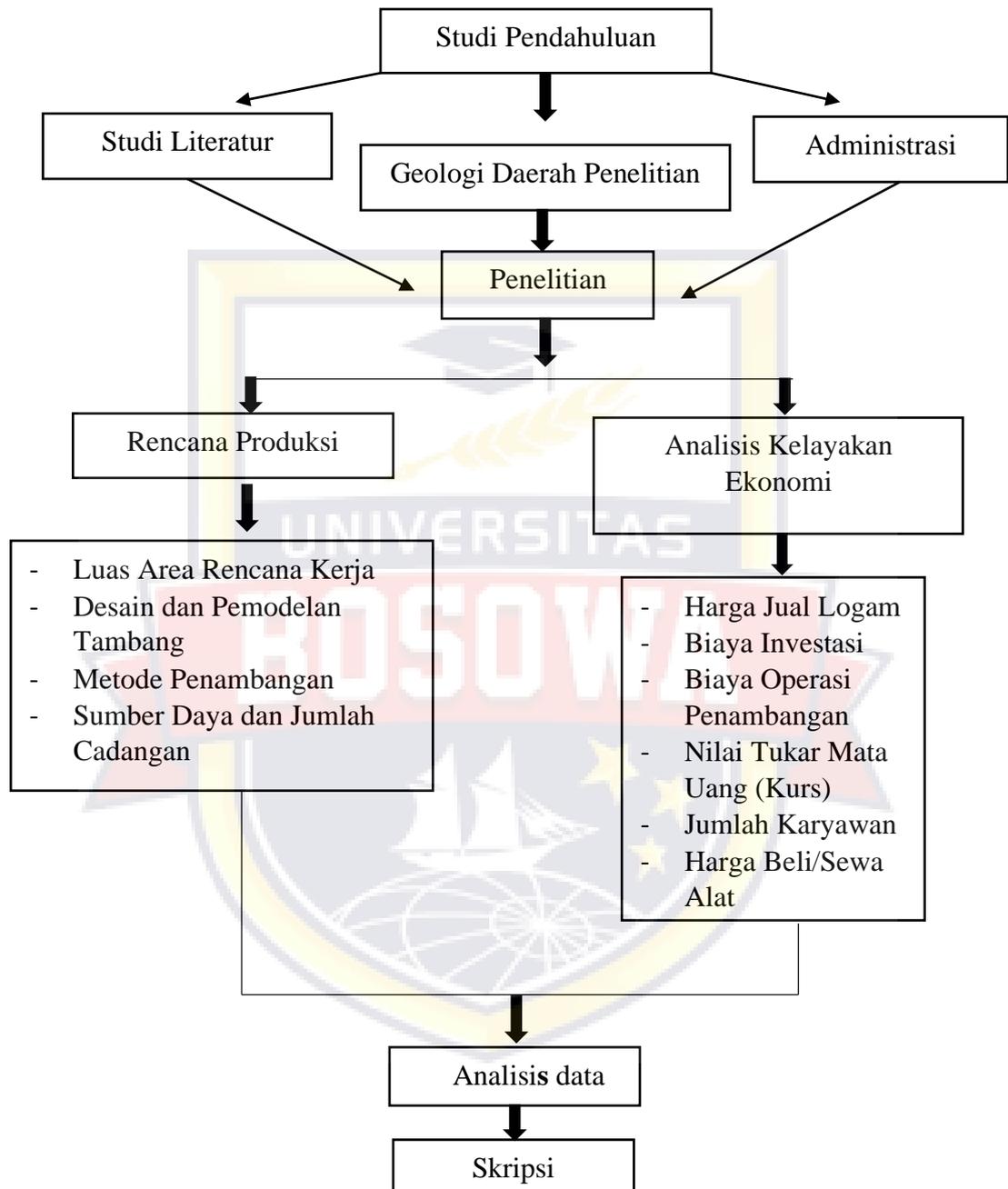
Pengolahan data dilakukan berdasarkan data yang telah didapatkan baik dari data primer maupun data sekunder. Data primer dan data sekunder dilakukan pengolahan data untuk menentukan kelayakan penambangan dengan cara yaitu :

1. Menghitung jumlah taksiran cadangan bijih timah pada Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi (IUP-OP).
2. Mengetahui rencana produksi.
3. Menentukan kajian ekonomis dengan menggunakan parameter yang telah ditentukan.
4. Penarikan Kesimpulan, saat data telah disajikan dengan sesuai topik dan teori selanjutnya menarik kesimpulan. Kesimpulan ini menjawab pertanyaan penelitian sesuai dengan temuan dan analisis.

#### **F. Teknik Analisis Data**

Setelah melalui tahap dalam pengumpulan data dan pengolahan data maka dilakukan proses analisa data menggunakan metode analisa deskriptif terhadap data-data yang telah dikumpulkan, dimana diharapkan dapat menentukan hasil akhir dari penelitian yang di lakukan yaitu mengetahui apakah lokasi tambang yang akan di buka ini layak atau tidak untuk di lakukan penambangan dari segi ekonominya.

## 1. Teknik Analisis Data (Bagan Alir Penelitian)



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

##### 1. Rencana Penambangan Awal TP 4.5 Tepus

Tabel 4.1 Rencana Penambangan Awal

<b>TP 4.5 Tepus</b>	<b>LDH (m<sup>2</sup>)</b>	<b>DDH (m)</b>	<b>IDH (m<sup>3</sup>)</b>	<b>TDH (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>PDH (Ton)</b>
Ore	12.528	6,22	77.899	0,389	30,3
<i>Overburden</i>	12.528	4,58	57.369	0,02	1,3

Pada Tabel 4.1 merupakan tabel yang berisi data awal pada Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi (IUP – OP) di TP 4.5 Tepus. Angka taksiran cadangan ore yang didapatkan merupakan bagian dari estimasi sumberdaya mineral timah yang didapat dari hasil pengeboran.

##### 2. Estimasi Cadangan Bijih Timah Selama Umur Tambang

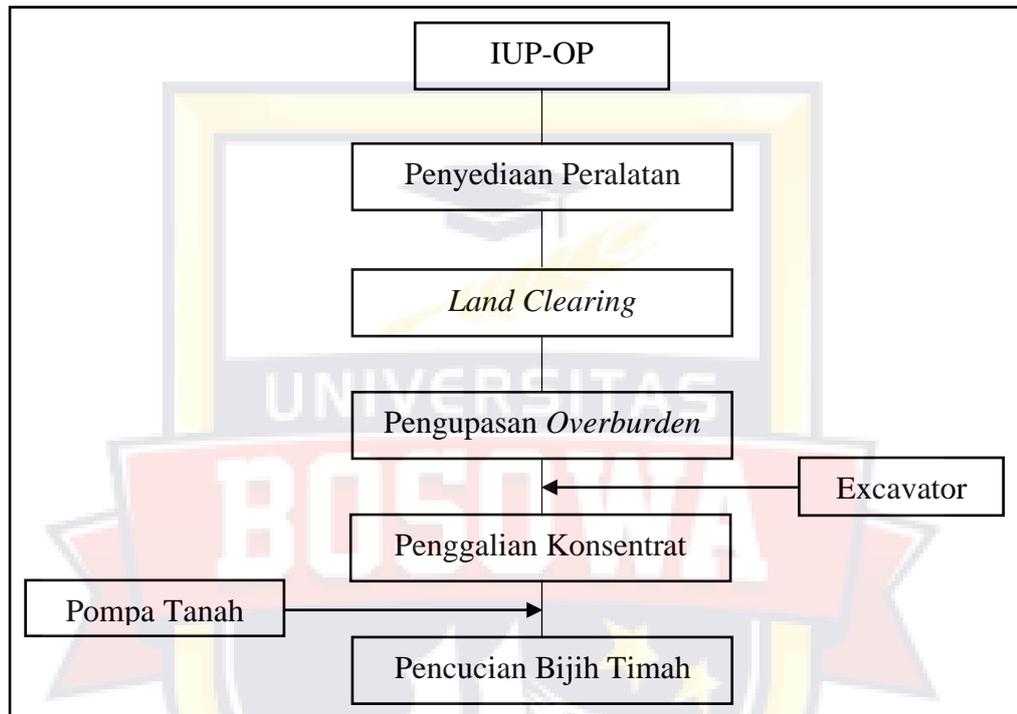
Tabel 4. 2 Data Taksiran Cadangan Bijih Timah

Tahun ke-	LDH (m <sup>2</sup> )	DDH (m)	IDH (m <sup>3</sup> )	TDH (Kg/m <sup>3</sup> )	PDH (ton)
1	8.127	6,22	50.534	0,389	19,6
1,6	4.401	6,22	27.365	0,389	10,7
Total	12.528	6,22	77.899	0,389	30,3

Tabel 4.2 merupakan estimasi cadangan bijih timah yang dihitung menggunakan rumus perhitungan cadangan secara manual.

### 3. Kajian Teknis Metode Penambangan

Untuk merencanakan kajian teknis, dilakukan pengamatan secara langsung terlebih dahulu pada lokasi tambang yang sebelumnya telah dibuka. Diagram alir penambangan dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut :



Gambar 4. 1 Diagram Alir Penambangan

#### B. Pembahasan

##### 1. Rencana Penambangan Awal TP 4.5 Tepus

Berdasarkan Tabel 4.1 TP 4.5 Tepus memiliki Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi (IUP-OP) seluas 2,5 Ha atau 12.526 meter dengan ketebalan rata-rata overburden yaitu 4,58 m sehingga memiliki volume *overburden* sebanyak 57.369 m<sup>3</sup>, sedangkan untuk lapisan kaksa (*wash*) dengan ketebalan rata-rata yaitu 6,2 meter sehingga memiliki volume wash sebanyak 77.899 m<sup>3</sup>.

Kadar atau grade bijih timah di TP 4.5 Tepus adalah 0,389 Kg/m<sup>3</sup> dengan tonnase sumberdaya bijih timah sebesar 30,3 ton SnO<sub>2</sub>.

Tabel 4. 3 Rencana Penambangan

Keterangan	Satuan	TP 4.5 Tepus
<i>Overburden</i>		
Luas	m <sup>2</sup>	12.528
Tebal	m	4,58
Volume	m <sup>3</sup>	57.369
<i>Wash</i>		
Luas	m <sup>2</sup>	12.528
Tebal	m	6,22
Volume	m <sup>3</sup>	77.899
Kadar	Kg/m <sup>2</sup>	0,389
Tonase SnO <sub>2</sub>	ton	30,3

**a. Perhitungan *Break Even Grade* (BEG)**

Sebelum menghitung BEG, terlebih dahulu menghitung *Break Even Production* (BEP) yang merupakan produksi pulang pokok. BEP dihitung dengan membagikan biaya operasi penambangan dengan harga jual. Asumsi harga logam timah yaitu US\$ 26.000 per ton dengan nilai tukar kurs rupiah dengan dollar yaitu sebesar Rp 14.998 per US\$ 1,00. Untuk mengetahui nilai BEG, maka perhitungan nilai BEP yaitu adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Diketahui harga logam} &= \text{US\$ } 26.000 \times \text{Rp } 14.998/\text{US\$} \\ &= \text{Rp } 389.948.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Overhead} &= \text{US\$ } 2.500 \times \text{Rp } 14.998/\text{US\$} \\ &= \text{Rp } 37.495.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Harga Efisien Tambang} &= \text{Harga Logam} - \text{Overhead} \\
&= \text{Rp } 389.948.000 - \text{Rp } 37.495.000 \\
&= \text{Rp } 352.453.000
\end{aligned}$$

Kemudian untuk menghitung *Break Even Production* digunakan rumus :

$$\text{Break Even Production (BEP)} = \frac{\text{Total Biaya Operasional}}{\text{Harga Efisien Tambang}}$$

Diketahui :

$$\text{Total Biaya Operasional} = \text{Rp } 3.006.127.750$$

$$\text{Harga Efisien Tambang} = \text{Rp } 352.453.000$$

$$\begin{aligned}
\text{Break Even Production (BEP)} &= \frac{\text{Rp } 3.006.127.750}{\text{Rp } 352.453.000,- /\text{ton}} \\
&= 8,5 \text{ ton}
\end{aligned}$$

*Break Even Grade* merupakan batasan minimal kadar yang ekonomis untuk di tambang. BEG merupakan fungsi Harga Efisien Tambang (HET), Biaya Operasi Penambangan, dan Volume Tanah Dihitung (Idh). Perhitungan *Break Even Grade* (BEG) dapat diketahui dengan mempertimbangkan harga penjualan logam dengan biaya selama penambangan.

Perhitungan nilai *Break Even Grade* (BEG) dengan perkiraan umur tambang selama 1,6 tahun adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\text{Break Even Grade (BEG)} &= \frac{\text{BEP} \times 1000 \text{ kg}}{\text{Idh}} \\
&= \frac{8,5 \times 1000 \text{ kg}}{77.899 \text{ m}^3} \\
&= 0,11 \text{ kg/m}^3
\end{aligned}$$

Nilai *Break Even Grade* (BEG) yang didapatkan sebesar  $0,11 \text{ kg/m}^3$  dimana nilai ini sebagai batas kadar minimum untuk dilakukan penambangan. Jika kadar timah dibawah nilai BEG sebesar  $0,11 \text{ kg/m}^3$  maka sudah tidak layak untuk dilakukan penambangan.

**b. Perhitungan Cadangan Konsentrat Bijih Timah di TP 4.5 Tepus**

Berdasarkan data volume *wash*, ketebalan *wash* dan kadar bijih timah dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui berapa cadangan konsentrat bijih timah pada TP 4.5 Tepus yang dilihat pada Tabel 4.4. Untuk pengolahan datanya dapat dilihat pada lampiran D

Tabel 4. 4 Data Taksiran Cadangan Konsentrat Bijih Timah

Tahun ke-	LDH (m <sup>2</sup> )	DDH (m)	IDH (m <sup>3</sup> )	TDH (Kg/m <sup>3</sup> )	PDH (ton)
1	8.127	6,22	50.534	0,389	19,6
1,6	4.401	6,22	27.365	0,389	10,7
Total	12.528	6,22	77.899	0,389	30,3

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa total estimasi cadangan konsentrat bijih timah pada wilayah Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi (IUP-OP) TP 4.5 Tepus seluas  $12.528 \text{ m}^2$  dengan ketebalan *wash* 6,22 meter dan kadar bijih timah  $0,389 \text{ (Kg/m}^3)$  adalah sebesar 30,3 ton. Pada tahun pertama dilakukan pembukaan lahan seluas  $8.127 \text{ m}^2$  dengan jumlah produksi konsentrat bijih timah sebanyak 19,6 ton. Pada sisa umur tambang, dilakukan penambangan pada area seluas  $4.401 \text{ m}^2$  dengan jumlah produksi konsentrat bijih timah dihitung sebanyak 10,7 ton.

### c. Rencana Produksi Bijih Timah

Berdasarkan perhitungan pada Lampiran D dan Lampiran E berupa rencana produksi timah, didapatkan jumlah konsentrat bijih timah dan logam Sn TP 4.5 Tepus yang dapat diproduksi selama 1,6 tahun (umur tambang) pada Tabel 4.5 berikut :

Tabel 4. 5 Rencana Produksi Logam Bijih Timah

Detail	Satuan	Tahun 1	Tahun 1,6	Total
Area	Ha	0,81	0,44	1,25
Volume <i>Overburden</i>	m <sup>3</sup>	36.233	21.136	57.369
Volume <i>Wash</i>	m <sup>3</sup>	50.534	27.365	77.899
Konsentrat SnO <sub>2</sub>	Ton	19,6	10,7	30,3
<i>Recovery Total</i>	%	75,65%	75,65%	75,65%
<b>Logam Sn</b>	<b>Mton Sn</b>	<b>14,8</b>	<b>8,1</b>	<b>22,9</b>

Umur tambang didapatkan dari estimasi total volume *wash* yang didapatkan dari parameter pemodelan cadangan dibagi dengan target produksi perusahaan. Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui bahwa rencana produksi penambangan TP 4.5 Tepus adalah selama 1,6 tahun. Jumlah volume *overburden* sebesar 57.369 m<sup>3</sup> dan volume *wash* 77.899 m<sup>3</sup> didapatkan dari pemodelan cadangan lalu dibagi sesuai umur tambang. Kadar timah pada TP 4.5 Tepus adalah 0,389 Kg/m<sup>3</sup>, sehingga didapatkan jumlah konsentrat bijih timah sebanyak 30,3 ton Sn dengan *recovery total* penambangan 75,65% dan jumlah produksi logam Sn sebesar 22,9 Mton Sn.

## 2. Sistem dan Metode Penambangan

Sistem penambangan di TP 4.5 Tepus menerapkan metode tambang terbuka (*open pit mining*). Metode tambang terbuka adalah penambangan secara terbuka dimana segala kegiatannya dilakukan di atas permukaan bumi, dan tempat kerjanya berhubungan langsung dengan udara luar. Pengupasan lapisan penutup atau *overburden* dan lapisan kaksa atau *wash* dilakukan menggunakan alat gali excavator. Metode ini dilakukan dengan cara mengupas terlebih dahulu lapisan penutup kemudian dilanjutkan dengan melakukan penggalian lapisan kaksa dan selanjutnya ke tahap pencucian. Secara rinci, tahap rencana penambangan di TP 4.5 Tepus dapat dijelaskan sebagai berikut :

### a. Pengadaan Peralatan Penambangan

Penyediaan peralatan tambang sangat penting sekali guna menunjang kegiatan operasional penambangan yang telah disesuaikan dengan kondisi lapangan baik lahan, topografi, iklim terutama kekerasan tanah material penutup serta target produksi bijih timah. Peralatan tambang yang di butuhkan untuk melaksanakan rencana pembukaan tambang ini adalah pompa tanah dan pompa semprot yang digunakan dalam proses penambangan, pipa-pipa dan perlengkapan lainnya, genset penerangan untuk menerangi kantor dan gudang yang ada di lokasi, tanki bahan bakar untuk menampung bahan bakar solar, alat proteksi diri untuk pekerja, *sluice box* dan alat berat yang akan digunakan.

### b. Pembersihan Lahan (*Land Clearing*)

Sebelum memulai aktivitas penambangan bijih timah, terlebih dahulu

mempersiapkan area kerja penambangan dengan melakukan proses pembersihan lahan dari tumbuh-tumbuhan yang ada di atas lahan kerja atau di sebut dengan *land clearing*. Kegiatan pembersihan lahan dilakukan dengan menggunakan alat berat excavator.

c. Pengupasan *Overburden*

Pengupasan *overburden* atau lapisan tanah penutup bertujuan untuk memindahkan lapisan tanah penutup yang letaknya diatas lapisan kaksa (*wash*) yaitu material yang mengandung timah dimana *overburden* ini akan dipindahkan menuju *disposal area* yang nantinya akan digunakan kembali untuk kegiatan reklamasi yaitu menutup lubang bekas galian penambangan.

d. Penggalian lapisan kaksa (*wash*)

Penggalian lapisan kaksa atau lapisan pasir yang mengandung konsentrat timah (kasiterit) dilakukan dengan sistem tambang semprot (*hydraulic mine*). Penggalian endapan ini dilakukan dengan menggunakan semprotan air yang bertekanan tinggi yang berasal dari mesin penyemprotan yang disebut dengan MPS (Mesin Pompa Semprot) tipe dongfeng. Pengupasan lapisan kaksa/*wash* disemprot menggunakan air yang bertekanan tinggi untuk melepaskan ikatan dari material pengikutnya. Lalu setelah dilakukan proses penyemprotan, akan dilakukan proses penyedotan/penghisapan lapisan kaksa dengan menggunakan MPT (Mesin Pompa Tanah) tipe dongfeng yang memiliki daya hisap tinggi. Lapisan kaksa ini kemudian dihisap oleh MPT menuju tempat pencucian bijih timah.

e. Pencucian bijih timah

Pada proses pencucian bijih timah, berfungsi untuk memisahkan bijih timah dengan material pengotor. Di tempat pencucian ini terdapat sakan (*sluice box*) yang berfungsi sebagai alat pemisah. Di dalam sakan, pencucian bijih timah dilakukan pemisahan berdasarkan sifat fisik dan perbedaan berat jenis material untuk memisahkan bijih timah dan mineral pengotornya. Prinsip kerja sakan yaitu berdasarkan berat jenis, sehingga apabila mineral-mineral yang terdapat dalam lumpur yang masuk ke sakan mempunyai berat jenis lebih besar, maka mineral ini akan tertahan di ujung sakan tersebut, sedangkan yang memiliki berat jenis lebih ringan atau sama dengan air akan terbawa aliran air yang selanjutnya dibuang ke *tailing pond* atau tempat pembuangan limbah.

**3. Aliran Kas (*Cash Flow*)**

Aliran kas (*cash flow*) adalah tata aliran uang masuk dan keluar per periode waktu pada suatu perusahaan. Untuk mengetahui aliran kas dalam suatu usaha pertambangan maka perlu diketahui investasi awal, *cash out flow* dan *cash in flow*. Cash-out (uang keluar merupakan kumulatif dari biaya-biaya (*cost*) yang dikeluarkan sedangkan cash-in (uang masuk)), umumnya berasal dari penjualan produk atau manfaat terukur (*benefit*). Investasi awal pada usaha penambangan bijih timah diantaranya adalah biaya *land clearing*, biaya pembelian peralatan pemompaan beserta pipa-pipa dan perlengkapan lainnya, genset penerangan, tanki bahan bakar minyak, alat proteksi diri, *sluice box*, dan pembangunan fasilitas penunjang.

*Cash in flow* yaitu dari penjualan logam Sn menggunakan asumsi yang didasarkan dari laporan harga timah yang disampaikan oleh *London Metal Exchange* (LME) selama periode bulan juli 2022. Harga jual logam timah yang digunakan untuk analisis kelayakan ekonomi tambang sebesar US\$ 26.000 atau Rp. 389.948.000 per ton Sn. *Cash out flow* pada usaha penambangan bijih timah diantaranya adalah biaya operasi, biaya penyusutan, biaya eksplorasi 3%, biaya Pusat Pengolahan Bijih Timah, biaya pemurnian, biaya GA dan *selling cost*, biaya *overhead*, biaya reklamasi, inflasi, royalti pertambangan timah sebesar 3% berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 2022 tentang jenis dan tarif atas jenis penerimaan negara bukan pajak yang berlaku pada kementerian ESDM. Serta pembayaran pajak sebesar 22% berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 30 Tahun 2020 tentang Penurunan Tarif Pajak Penghasilan bagi Wajib Pajak Badan Dalam Negeri yang Berbentuk Perseroan Terbuka.

#### **a. Biaya Investasi**

Biaya investasi diperlukan untuk mendanai kegiatan awal suatu rencana pembukaan lokasi tambang untuk proses penambangan sebelum adanya produksi dan penjualan bijih sehingga mampu membiayai kegiatan operasional sendiri. Investasi bersifat dinamis dimana tidak hanya berupa anggaran pembelanjaan aset atau uang yang dibelanjakan untuk aset, tetapi meliputi keseluruhan proses kegiatan penambangan. Investasi pada perusahaan tambang bersifat membutuhkan modal dalam jumlah yang sangat besar karena berkaitan dengan pembukaan area tambang, pembangunan infrastruktur dan peralatan yang diperlukan. Keputusan investasi memerlukan penilaian terhadap situasi

dan kondisi yang akan datang, yaitu pada kurun waktu selama umur tambang kedepan.

Investasi pada penambangan bijih timah TP 4.5 Tepus dibagi menjadi *sunk cost* dan *capital cost*. *Sunk cost* merupakan biaya yang telah dikeluarkan dan tidak dapat dipulihkan kembali. *Sunk cost* yang dikeluarkan pada TP 4.5 Tepus meliputi biaya kegiatan *land clearing* atau pembersihan lahan. Beban biaya *land clearing* untuk luas rencana kerja 1,2 Ha adalah sebesar Rp 434.800.000

Sedangkan *capital cost* yang dikeluarkan merupakan biaya yang dikeluarkan PT Timah Tbk sebelum kegiatan penambangan yang memiliki nilai aset. *Capital Cost* yang dikeluarkan berupa biaya pembelian peralatan pemompaan beserta pipa-pipa dan perlengkapan lainnya, alat proteksi diri, dan *sluice box*. *Capital cost* yang dikeluarkan untuk penambangan pada TP 4.5 Tepus sebesar Rp 232.341.250.

Tabel 4. 6 Biaya Investasi TP 4.5 Tepus

No	Modal Tetap	Biaya
A.	<i>Sunk Cost</i>	
1	<i>Land Clearing</i>	Rp 434.800.000
Sub Total (1)		Rp 434.800.000
B.	<i>Capital Cost</i>	
1	Peralatan Pemompaan	Rp 73.260.000
2	Pipa-Pipa dan aksesoris mesin	Rp 82.750.500
5	Alat Proteksi Diri	Rp 6.800.000
6	<i>Sluice Box</i> (Sakan)	Rp 10.000.000
Sub Total (2)		Rp 172.810.500
Total		Rp 607.610.500

Biaya investasi pada penambangan bijih timah TP 4.5 Tepus sebesar Rp 607.610.500 untuk 1,6 tahun umur tambang.

**b. Cash in Flow**

Cash in flow pada proses penambangan TP 4.5 Tepus yaitu dari rencana penjualan logam Sn dengan asumsi harga jual logam Sn sebesar \$26.000 per Mton Sn. Penggunaan asumsi didasarkan dari laporan harga timah yang disampaikan oleh *London Metal Exchange* (LME) selama periode bulan Juli 2022. Dengan kurs rupiah pada saat itu berada pada angka Rp. 14.998/US\$. Sehingga asumsi harga timah yang di gunakan adalah Rp. 389.948.000 per ton Sn maka cash in flow TP 4.5 Tepus dapat dilihat pada Tabel 4.6 Berikut:

Tabel 4. 7 Cash in Flow TP 4.5 Tepus

Tahun Ke-	Produksi (Mton Sn)	Harga (Rp/Mton Sn)	Pendapatan (Rupiah)
1	Rp. 389.948.000	14,8	Rp 5.786.776.909
1,6		8,1	Rp 3.161.974.904
Total		22,9	Rp 8.948.751.813

*Cash in flow* yang didapatkan dari produksi logam Sn pada tahun pertama sebesar Rp 5.786.776.909 dengan penjualan logam sebanyak 14,8 ton, sedangkan *cash in flow* yang didapatkan pada produksi logam Sn sebanyak 8,1 ton di tahun selanjutnya didapatkan *cash in* sebesar Rp 3.161.974.904.

**c. Cash out Flow**

*Cash out flow* pada proses penambangan bijih timah TP 4.5 Tepus diantaranya adalah biaya operasional, biaya eksplorasi 3%, biaya Pusat Pengolahan Bijih Timah, biaya pemurnian, biaya GA dan *selling cost*, biaya

*overhead*, biaya reklamasi, inflasi, penyusutan, royalti pertambangan timah sebesar 3% Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 2022 tentang jenis dan tarif atas jenis penerimaan negara bukan pajak yang berlaku pada kementerian ESDM. Serta pembayaran pajak sebesar 22% berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 30 Tahun 2020 tentang Penurunan Tarif Pajak Penghasilan bagi Wajib Pajak Badan Dalam Negeri yang Berbentuk Perseroan Terbuka.

### 1) **Biaya Operasional**

Biaya operasional didefinisikan sebagai segala macam biaya yang harus dikeluarkan agar proyek penambangan dapat beroperasi atau berjalan sesuai dengan modal awal perusahaan (*budget*). Dalam suatu operasi penambangan timah, keseluruhan biaya penambangan akan terdiri dari banyak komponen biaya yang merupakan akibat dari masing-masing tahap kegiatan. Besar kecilnya biaya penambangan akan tergantung pada perancangan mekanis sistem penambangan, jenis dan jumlah pemilihan alat yang sesuai dengan target produksi yang di rencanakan.

Untuk mendapatkan biaya alat yang dikeluarkan, terlebih dahulu harus menentukan komponen-komponen biaya sehingga biaya yang dikeluarkan dapat dikelompokkan dan dapat dikenal dengan mudah dari mana biaya tersebut berasal. Adapun komponen-komponen biaya alat tersebut seperti biaya perawatan mesin, biaya sewa alat berat, bahan bakar dan oli alat, dan biaya karyawan atau operator alat. Adapun biaya operasional penambangan yang dikeluarkan TP 4.5 Tepus pada Tabel berikut :

Tabel 4. 8 Biaya Operasional TP 4.5 Tepus

No	Keterangan	Biaya per Bulan
1	Mesin dan Pompa Tanah	Rp 17.045.333
2	Mesin dan Pompa Semprot	Rp 13.045.333
3	Perawatan (Spare part & Lubricant)	Rp 585.500
4	Sewa Excavator dan BBM	Rp 78.264.000
5	Gaji Karyawan	Rp 40.750.000
6	THR (1 bulan gaji)	Rp 3.395.833
8	Uang Keselamatan Kerja (UKK)	Rp 3.900.000
9	Iuran Jamsostek	Rp 1.018.750
10	P3K	Rp 4.167
11	Ramuan Kolong	Rp 208.333
Total		Rp 158.217.250

Biaya operasional yang diperlukan untuk satu bulan kegiatan penambangan adalah sebesar Rp 158.217.250. Sehingga biaya operasional selama umur tambang 19 bulan atau 1,6 tahun adalah sebesar Rp 3.006.127.750.

## 2) Biaya Eksplorasi

Biaya eksplorasi merupakan biaya yang dikeluarkan PT Timah Tbk terkait dengan aktivitas eksplorasi sebelum dilaksanakan proses penambangan. Divisi Eksplorasi PT Timah Tbk menetapkan sebesar 3% dari hasil penjualan produksi logam timah sebagai biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan eksplorasi. Sehingga asumsi biaya eksplorasi timah untuk 1 ton logam timah adalah sebesar Rp 11.698.440. Biaya eksplorasi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 9 Biaya Eksplorasi TP 4.5 Tepus

Tahun Ke -	Eksplorasi (3%)	Produksi Logam Timah (Ton)	Total
1	Rp 11.698.440/Ton	14,8	Rp 173.603.307
1,6		8,1	Rp 94.859.147
Total		22,9	Rp 268.462.554

Biaya eksplorasi yang dikeluarkan PT Timah Tbk untuk melaksanakan kegiatan eksplorasi adalah sebesar Rp 268.462.554

### 3) Biaya Pusat Pengolahan Bijih Timah

PT Timah Tbk mempunyai Pusat Pengolahan Bijih Timah yang terletak di Unit Metalurgi Muntok yang digunakan untuk mengolah dan memproses bijih timah. Oleh PT Timah Tbk, telah menentukan biaya untuk Pusat Pengolahan Bijih Timah sebesar \$240/Ton atau sekitar Rp 3.599.520/Ton dengan asumsi kurs Rp. 14.998/US\$.

Tabel 4. 10 Biaya Pusat Pengolahan Bijih Timah TP 4.5 Tepus

Tahun Ke -	Pusat Pengolahan Bijih Timah	Produksi Logam Timah (Ton)	Total
1	Rp 3.599.520/Ton	14,8	Rp 53.416.402
1,6		8,1	Rp 29.187.461
Total		22,9	Rp 82.603.863

### 4) Biaya Peleburan dan Pemurnian Unit Metalurgi Muntok

PT Timah Tbk memiliki fasilitas peleburan dan pemurnian bijih timah yang berlokasi di Unit Metalurgi Muntok, Kabupaten Bangka Barat. Biaya peleburan dan pemurnian yang telah di tentukan oleh PT Timah Tbk sebesar

US\$ 990/Ton atau jika di rupiahkan dengan kurs Rp. 14.998/US\$, maka biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 14.848.020/Ton konsentrat SnO<sub>2</sub>.

Tabel 4. 11 Biaya Peleburan dan Pemurnian TP 4.5 Tepus

Tahun Ke -	Peleburan dan Pemurnian Unit Metalurgi Muntok	Produksi Logam Timah (Ton)	Total
1	Rp 14.848.020/Ton	14,8	Rp 220.342.659
1,6		8,1	Rp 120.398.275
Total		22,9	Rp 340.740.934

Biaya peleburan dan pemurnian di PT Timah Tbk pada tahun pertama dikeluarkan sebesar Rp 220.342.659 dengan logam timah yang dilebur 14,8 ton Sn. Pada tahun selanjutnya biaya yang dikeluarkan adalah sebesar Rp 120.398.275 dengan logam timah yang dilebur 8,1 ton Sn.

##### 5) **Biaya GA dan *Selling Cost***

GA atau *general affair* merupakan bagian yang mengurus hal tentang pengadaan dan jasa, kegiatan pembelian, hingga pemeliharaan aset yang dimiliki perusahaan sedangkan *selling cost* merupakan biaya yang berkaitan dengan strategi pemasaran yang timbul dalam proses penjualan produk meliputi biaya iklan di media sebagai strategi promosi. PT Timah Tbk menentukan biaya GA dan *Selling Cost* sebesar US\$ 1.569/Ton atau jika di rupiahkan dengan kurs Rp. 14.998/US\$, maka biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 23.531.862/Ton.

Tabel 4. 12 Biaya GA dan *Selling Cost* TP 4.5 Tepus

Tahun Ke -	GA dan Selling Cost	Produksi Logam Timah (Ton)	Total
1	Rp 23.531.862/Ton	14,8	Rp 349.209.730
1,6		8,1	Rp 190.813.024
Total		22,9	Rp 540.022.754

#### 6) Biaya *Overhead*

Biaya overhead merupakan biaya yang tidak berkaitan langsung dengan proses produksi atau biasa disebut dengan biaya produksi tidak langsung. Biaya ini merupakan biaya dari material tidak langsung, tenaga kerja tidak langsung, dan semua biaya produksi yang tidak dapat dibebankan langsung kepada produk. PT Timah Tbk telah menetapkan biaya *overhead* sebesar US\$ 2500/Ton atau jika di rupiahkan dengan kurs Rp. 14.998/US\$, maka biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 37.495.000/Ton Sn.

Tabel 4. 13 Biaya Overhead TP 4.5 Tepus

Tahun Ke -	Overhead	Produksi Logam Timah (Ton)	Total
1	Rp 37.495.000/Ton	14,8	Rp 556.420.857
1,6		8,1	Rp 304.036.048
Total		22,9	Rp 860.456.905

#### 7) Biaya Reklamasi

Biaya reklamasi merupakan biaya yang dikeluarkan dalam usaha pertambangan untuk menata, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembali sesuai

peruntukannya. Biaya yang ditentukan oleh PT Timah Tbk sebagai biaya reklamasi tambang adalah sebesar Rp 96.634.000/Hektar lahan IPPKH (Izin Pinjam Pakai Kawasan Hutan). Sehingga biaya yang dikeluarkan PT Timah Tbk sebagai biaya reklamasi 1,2 hektar luas lahan yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.14 berikut :

Tabel 4. 14 Biaya Reklamasi TP 4.5 Tepus

Tahun Ke -	Biaya Reklamasi Per-Hektar	Luas Lahan IPPKH (Ha)	Total
1	Rp 96.634.000/Ha	0,81	Rp 78.273.540
1,6		0,44	Rp 42.518.960
Total		1,25	Rp 120.792.500

#### 8) Biaya Inflasi

Inflasi merupakan suatu keadaan dimana terjadi kenaikan tingkat harga umum, baik barang-barang, jasa maupun faktor-faktor produksi yang tidak dapat di hindari. PT Timah Tbk menetapkan laju inflasi sebesar 3%. Untuk biaya yang terkena inflasi antara lain adalah biaya royalti, biaya pusat pengolahan bijih timah, biaya peleburan dan pemurnian Unit Metalurgi Muntok, biaya GA dan *selling cost*, biaya *overhead*, dan biaya reklamasi.

Tabel 4. 15 Biaya Inflasi TP 4.5 Tepus di Tahun Pertama

Jenis Biaya	Total Biaya	Inflasi	Total
Royalti	Rp 173.603.307	3%	Rp 5.208.009
PPBT	Rp 53.416.402		Rp 1.602.492
Peleburan dan Pemurnian	Rp 220.342.659		Rp 6.610.280

Jenis Biaya	Total Biaya	Inflasi	Total
GA dan Selling Cost	Rp 349.209.730	3%	Rp 10.476.292
Overhead	Rp 556.420.857		Rp 16.692.262
Reklamasi	Rp 78.273.540		Rp 2.348.206
Total	Rp 1.431.266.495		Rp 42.937.995

Tabel 4. 16 Biaya Inflasi TP 4.5 Tepus di Sisa Umur Tambang

Jenis Biaya	Total Biaya	Inflasi	Total
Royalti	Rp 94.858.247	3%	Rp 2.845.777
PPBT	Rp 29.187.461		Rp 875.624
Peleburan dan Pemurnian	Rp 120.398.275		Rp 3.611.948
GA dan Seling Cost	Rp 190.813.024		Rp 5.724.391
Overhead	Rp 556.420.857		Rp 9.121.081
Reklamasi	Rp 42.518.960		Rp 1.275.569
Total	Rp 781.813.015		Rp 23.454.390

Biaya inflasi di tahun pertama tambang berjalan di dapatkan sebesar Rp 42.937.995 dan di sisa umur tambang sebesar Rp 23.454.390 sehingga biaya yang dikeluarkan TP 4.5 Tepus.

#### 9) Biaya Royalti

Menurut Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 2022 tentang jenis dan tarif atas jenis penerimaan negara bukan pajak yang berlaku pada kementerian ESDM, royalti yang ditetapkan untuk pertambangan timah adalah 3%.

Tabel 4. 17 Biaya Royalti TP 4.5 Tepus

Tahun Ke -	Royalti (3%)	Produksi Logam Timah (Ton)	Total
1	Rp 11.698.440/Ton	14,8	Rp 173.603.307
1,6		8,1	Rp 94.859.147
Total		22,9	Rp 268.462.554

### 10) Depresiasi

Biaya depresiasi yang dialokasikan untuk aset tetap harus diukur secara sistematis dengan mempertimbangkan nilai biaya dari aset tetap yang akan didepresiasi selama perkiraan periode manfaat aset. Masa manfaat aset adalah perkiraan jangka waktu suatu aset dapat digunakan. Jenis depresiasi yang digunakan adalah depresiasi garis lurus, dimana metode ini mempertimbangkan penyusutan sebagai fungsi dari waktu (umur tambang), bukan dari fungsi penggunaan. Depresiasi metode garis lurus dapat dihitung dengan cara harga pembelian alat dikuran dengan taksiran umur kegunaan, yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Depresiasi} &= \frac{\text{Nilai Investasi} - \text{Nilai sisa}}{\text{Taksiran umur kegunaan}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 607.610.500 - 0}{1,6} \\
 &= \text{Rp } 379.756.563
 \end{aligned}$$

Maka di ketahui nilai depresiasi atau penyusutan selama 1,6 tahun umur tambang adalah Rp 379.756.563.

#### d. Pajak

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 30 Tahun 2020 tentang Penurunan Tarif Pajak Penghasilan bagi Wajib Pajak Badan Dalam Negeri yang Berbentuk Perseroan Terbuka, ketentuan pajak yaitu sebesar 22%. Adapun rincian biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar pajak adalah sebagai berikut :

Tahun Ke -	Pendapatan Sebelum Bunga dan Pajak (EBIT)	Pajak (22%)	Pendapatan Bersih Setelah Pajak (EAT)
1	Rp 1.860.605.550	Rp 409.333.221	Rp 1.451.272.329
1.6	Rp 1.154.327.501	Rp 253.952.050	Rp 900.375.451
Total	Rp 3.014.933.050	Rp 663.285.271	Rp 2.351.647.779

Tabel 4. 18 Biaya Pajak TP 4.5 Tepus

#### e. Profit dan Loss

Setelah di ketahui biaya investasi sebesar Rp 607.610.500, *cash in flow* sebesar Rp 8.948.751.813, *cash out flow* sebesar Rp 5.933.818.763, dan pembayaran pajak sebesar Rp 663.285.271, maka di dapatkan *cumulative cash flow* di tahun 1 sebesar (+) Rp 843.661.829 dimana sudah mampu menutup modal dan di sisa umur tambang didapatkan *cumulative cash flow* sebesar (+) Rp 1.744.037.279. Aliran *cash flow* dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.19 *Cash Flow* 1,6 Tahun Umur Tambang

No	Uraian	Tahun			
		0	1	1.6	Total
1	(+) Cash in Flow				
	Produksi Bijih Timah		19,6	10,7	30,3
	Produksi Logam Timah		14,8	8,1	22,9
	Pendapatan Kotor		5,786,776,909	3,161,974,904	8,948,751,813
2	(-) Cash out Flow				
	Biaya Operasional Penambangan		(1,898,607,000)	(1,107,520,750)	(3,006,127,750)
	Biaya Eksplorasi		(173,603,307)	(94,859,247)	(268,462,554)
	Pusat Pengolahan Bijih Timah		(53,416,402)	(29,187,461)	(82,603,863)
	Peleburan dan Pemurnian		(220,342,659)	(120,398,275)	(340,740,934)
	GA dan Selling Cost		(349,209,730)	(190,813,024)	(540,022,754)
	Overhead		(556,420,857)	(304,036,048)	(860,456,905)
	Reklamasi		(78,273,540)	(42,518,960)	(120,792,500)
	Inflasi		(42,937,995)	(23,454,390)	(66,392,385)
	Royalti		(173,603,307)	(94,859,247)	(268,462,554)
	Depresiasi		(379,756,563)		
	Total		(3,926,171,360)	(2,007,647,403)	(5,933,818,763)
3	Pendapatan Bersih Sebelum Pajak & Bunga (EBIT)		1,860,605,550	1,154,327,501	3,014,933,050
	(-) Pajak (22%)		(409,333,221)	(253,952,050)	(663,285,271)
4	Pendapatan Bersih Setelah Pajak (EAT)		1,451,272,329	900,375,451	2,351,647,779
	(-) Investasi	(607,610,500)			
	CASH FLOW	(607,610,500)	1,451,272,329	900,375,451	1,744,037,279
	CUMULATIVE CASH FLOW	(607,610,500)	843,661,829	1,744,037,279	

#### 4. Estimasi Kelayakan Penambangan Bijih Timah Secara Ekonomi

Untuk mengetahui layak atau tidaknya dilakukan penambangan bijih timah di TP 4.5 Tepus maka dilakukan kajian estimasi kelayakan secara ekonomi menggunakan metode *Discounted Cash Flow* dengan parameter *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period* (PBP), dan *Profitability Index* (PI).

##### a. *Net Present Value* (NPV)

Kriteria nilai bersih sekarang (*Net Present Value*) didasarkan pada konsep arus pengembalian seluruh aliran kas (*Cash Flow*) ke nilai sekarang (*Present Value*). Dengan pengembalian semua aliran kas masuk (*Cash In flow*) dan kas keluar (*Cash Out flow*) selama umur proyek tambang (investasi) ke nilai sekarang, kemudian menghitung nilai bersih sekarang dengan memakai dasar yang sama, yaitu harga saat ini. Sebelum menghitung *Net Present Value* (NPV), terlebih dahulu menghitung arus kas yang dikembalikan (*Present Value*) dengan nilai rate sebesar 14% yang telah di tentukan perusahaan.

Berikut ini adalah perhitungan nilai arus kas yang dikembalikan/*Present Value* (PV) pertahun dengan *interest rate* 14%.

1) Tahun Ke-1

$$\begin{aligned} PV &= \frac{Rt}{(1+i)^t} \\ &= \frac{1.451.272.329}{(1+0,14)^1} \\ &= 1.273.045.902 \end{aligned}$$

2) Tahun Ke-1,6

$$\begin{aligned} PV &= \frac{Rt}{(1+i)^t} \\ &= \frac{900.375.451}{(1+0,14)^{0,6}} \\ &= 832.301.609 \end{aligned}$$

Nilai arus kas yang dikembalikan *Present Value* (PV) selama 1,6 tahun yang ditetapkan sebesar 14% pertahun pada Tabel 4.19 berikut :

Tabel 4. 20 Nilai PV interest rate 14%

	Net Benefit (Rp)	Ir = 14%	PV untuk ir = 14% (Rp)
Tahun ke 1	1.451.272.329	1,14	1.273.045.902
Tahun ke 1,6	900.375.451	1,08	832.301.609

Pada Tabel 4.19 Arus kas yang dikembalikan telah didapat, maka dapat menghitung nilai *Net Present Value* (NPV) 14%, yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} NPV &= \sum PV (\text{Tahun 1} + \text{Tahun 1,6}) - \text{Biaya Investasi Awal} \\ &= (\text{Rp } 1.273.045.902 + \text{Rp } 832.301.609) - \text{Rp } 607.610.500 \\ &= \text{Rp } 2.105.347.512 - \text{Rp } 607.610.500 \\ &= \text{Rp } 1.497.737.012 \end{aligned}$$

*Net Present Value* (NPV) dengan *interest rate* 14% didapatkan hasil bahwa  $NPV > 0$  yaitu sebesar Rp 1.497.737.012 sehingga cadangan pada TP 4.5 Tepus layak untuk dilakukan penambangan.

**b. Internal Rate of Return (IRR)**

*Internal Rate of Return (IRR)* atau laju pengembalian internal menjadi kriteria penilaian lain yang digunakan dalam analisis finansial dengan tujuan untuk menjelaskan tingkat pengembalian investasi rencana proyek investasi pembukaan lahan pada TP 4.5 Tepus yang dilakukan PT Timah Tbk. Penentuan laju pengembalian internal atau IRR dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error*) sehingga didapatkan *interest rate* yang dipakai untuk analisis IRR adalah *interest rate* 14% untuk NPV bernilai positif dan *interest rate* 427% untuk NPV bernilai negatif. Dalam perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4. 21 Nilai PV interest rate 427%

	Net Benefit (Rp)	Ir = 427%	PV untuk ir = 427% (Rp)
Tahun ke 1	1.451.272.329	5,27	275.383.744
Tahun ke 1,6	900.375.451	2,71	332.152.309

Total NPV dengan 427% yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{NPV} &= \sum \text{PV (Tahun 1 + Tahun 1,6)} - \text{Biaya Investasi Awal} \\
 &= (\text{Rp } 275.383.744 + \text{Rp } 332.152.309) - \text{Rp } 607.610.500 \\
 &= \text{Rp } 607.536.053 - \text{Rp } 607.610.500 \\
 &= - \text{Rp } 74.447
 \end{aligned}$$

Maka, *Internal of Return (IRR)* dapat dicari dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{IRR} &= i_r + \frac{\text{NPV}_{i_r}}{\text{NPV}_{i_r} - \text{NPV}_{i_t}} (i_r - i_t) \\
 &= 14\% + \frac{\text{Rp } 1.497.737.012}{\text{Rp } 1.497.737.012 - (-\text{Rp } 74.447)} (427 - 14)\%
 \end{aligned}$$

$$= 14\% + (0,99 \times 413\%)$$

$$= 422,9 \%$$

Nilai *Internal of Return* (IRR) yang diperoleh adalah sebesar 422,9%, yang berarti suatu investasi dapat dikatakan layak apabila nilai IRR lebih besar dari tingkat suku bunga yang diterapkan yaitu 14%. Namun IRR tidak rasional karena lebih dari 100%. Hal ini merupakan kelemahan dari perhitungan IRR. Dalam beberapa kasus, dimungkinkan tidak dapat menggunakan perhitungan IRR karena hasil perhitungan menunjukkan IRR yang tidak rasional (IRR negatif atau IRR lebih 100%).

### c. *Payback Period* (PBP)

*Payback period* adalah salah satu parameter analisis kelayakan ekonomi tambang untuk mengetahui jangka waktu kembalinya investasi yang telah dikeluarkan, melalui keuntungan yang diperoleh dari suatu proyek yang telah direncanakan.

Untuk menghitung *payback period* atau waktu pengembalian modal investasi yang telah dikeluarkan untuk penambangan bijih timah TP 4.5 Tepus didapat dengan melihat aliran kas masuk dan keluar dana investasi atau *cash flow* dan *cumulative net cash flow*. Analisis *payback period* dapat dilihat pada Tabel 4.20

Tabel 4. 22 Analisis Payback Period

Tahun	Cash Flow (Rp)
0	(607.610.500 )
1	1.451.272.329
1.6	900.375.451

Berdasarkan Tabel 4.21 Analisis *payback period* diatas diketahui bahwa investasi awal untuk pembukaan tambang yaitu sebesar Rp 607.610.500 pada tahun pertama nilai arus kas bersih sebesar Rp 1.451.272.329 dimana telah mencapai biaya investasi awal sehingga pengembalian modal terjadi sebelum 1 tahun umur tambang. Perhitungan sisa waktu pengembalian modal pada tahun pertama adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{PBP} &= n + \frac{\text{initial investmen}}{\text{cash flow}} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= 0 + \frac{\text{Rp } 607.610.500}{\text{Rp } 1.451.272.329} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= 0,41 \text{ tahun} \sim 5 \text{ bulan}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan *payback period*, maka total waktu pengembalian modal atau *payback period* (PBP) proyek penambangan bijih timah TP 4.5 Tepus adalah 5 bulan. Sehingga usaha penambangan TP 4.5 Tepus layak secara ekonomi untuk ditambang karena nilai *payback period* lebih kecil dari umur tambang (0,41 tahun < 1,6 tahun).

#### d. *Profitability Index* (PI)

*Profitability Index* berfungsi untuk menghitung rasio nilai dari nilai sekarang dengan arus kas awalnya dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

Tabel 4. 23 Perhitungan *Profitability Index*

	Net Benefit (Rp)	Ir = 14%	PV untuk ir = 14% (Rp)
Tahun ke 1	1.451.272.329	1,14	1.273.045.902
Tahun ke 1,6	900.375.451	1,08	832.301.609
Arus Kas Bersih			2.105.347.512

$$\begin{aligned}
 \text{PI} &= \frac{\text{Nilai Arus Kas Bersih}}{\text{Nilai Investasi}} \\
 &= \frac{2.105.347.512}{607.610.500} \\
 &= 3,4
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka nilai *Profitability Index* dari proyek penambangan TP 4.5 Tepus adalah 3,4 yang artinya layak untuk dilakukan penambangan karena nilainya lebih besar dari 1 ( $PI > 1$ ).

##### 5. Analisis Kelayakan Penambangan Bijih Timah Secara Ekonomi

Pada perhitungan parameter kelayakan ekonomi tambang menggunakan parameter *Net Present Value* (NPV) dengan *interest rate* 14%, *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period* (PBP), dan *Profitability Index* (PI) didapatkan aliran tunai berjalan dengan baik. Hasil perhitungan analisis finansial dapat dilihat pada Tabel 4.23 sebagai berikut :

Tabel 4. 24 Perhitungan Estimasi Kelayakan Ekonomi Tambang

Analisis Kelayakan	Nilai	Keterangan
<i>Net Present Value</i> (NPV) 14%	Rp 1.497.737.012	Layak
<i>Internal Rate of Return</i> (IRR)	422,9 %	Layak namun tidak rasional
<i>Payback Period</i> (PBP)	5 bulan	Layak
<i>Profitability Index</i> (PI)	3,4	Layak

Dari Tabel 4.23 hasil perhitungan estimasi kelayakan ekonomi, didapat bahwa perhitungan estimasi kelayakan ekonomi didasarkan pada 4 kriteria penilaian yaitu *Net Present Value* (NPV) dengan *interest rate* 14%, *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period* (PBP), dan *Profitability Index* (PI). NPV dengan suku bunga Bank Indonesia 14% adalah sebesar Rp 1.497.737.012, IRR sebesar 422,9%, PBP dapat dilakukan selama 5 bulan setelah tambang berjalan. Dan PI sebesar 3,4 dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa investasi proyek penambangan bijih timah TP 4.5 Tepus layak untuk dilakukan penambangan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan perhitungan terhadap 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, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Desa Tepus, Kecamatan Air Gegas memiliki cadangan bijih timah sebesar 30,3 ton SnO<sub>2</sub>.
2. Sistem penambangan di TP 4.5 Tepus menggunakan metode tambang terbuka (*open pit mining*) dengan sistem semprot. Tahap rencana penambangan di TP 4.5 Tepus dimulai dari pengadaan peralatan penambangan, pembersihan lahan (*land clearing*), pengupasan *overburden*, penggalian lapisan kaksa dan pencucian bijih timah.
3. Berdasarkan perhitungan analisis kelayakan ekonomi yang telah dilakukan, maka di dapatkan nilai *Net Present Value* (NPV) dengan *interest rate* sebesar 14% adalah Rp 1.497.737.012, nilai *Internal Rate of Return* (IRR) yang diperoleh adalah sebesar 422,9% yang berarti nilai IRR lebih tinggi dari tingkat suku bunga yang diharapkan yaitu 14%. Namun IRR tidak rasional karena lebih dari 100%. *Payback Period* (PBP) dapat dilakukan selama 5 bulan setelah tambang berjalan, dan perhitungan *Profitability Index* (PI) adalah sebesar 3,4. Sehingga hasil yang di dapat menyatakan bahwa investasi

proyek penambangan bijih timah TP 4.5 Tepus PT Timah Tbk layak untuk dilakukan penambangan.

## **B. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, maka disarankan untuk:

1. Dalam menentukan keputusan investasi, perlu dilakukan perhitungan biaya secara rinci, teliti dan cermat.
2. Selalu melakukan pembaharuan terhadap harga barang, kurs bank, dan harga penjualan bijih timah yang terbaru di saat sekarang agar dapat dilakukan pembaharuan *Cash Flow*.
3. Menambah parameter untuk mengetahui kelayakan ekonomi tambang agar lebih akurat dalam melaksanakan analisis estimasi kelayakan ekonomi tambang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afaz, T., & Gusman, M. (2021). "Analisis Kelayakan Investasi Menggunakan Metode Discounted Cash Flow pada Tambang Aspal PT. Wijaya Karya Bitumen di Desa Nambo Kecamatan Lasalimu, Kabupaten Buton, Sulawesi Tenggara." *Jurnal Bina Tambang*, 84-95.
- Agin, Rusli. 2011. *Diktat Kuliah Perencanaan Tambang (Revisi 1)*, Fakultas Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung.
- Ananda, D., Franto, F., & Tono, E. T. (2020). Kajian Ekonomi Pada Penambangan Batu Granit di PT Aditya Buana Inter Desa Jurung Kecamatan Merawang Kabupaten Bangka. In *PROCEEDINGS OF NATIONAL COLLOQUIUM RESEARCH AND COMMUNITY SERVICE* (Vol. 4).
- Arif, I. 2021. *Good Mining Practice di Indonesia*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Daryono, Y., Mardiah, M., & Pitulima, J. (2016). Estimasi Kelayakan Penambangan Bijih Timah Blok Kemingking, Desa Kemingking, Kecamatan Sungai Selan PT Mitra Stania Prima. *Jurnal MINERAL*, 1(1), 1-8.
- Fitaloka, Tirta. 2022. Analisis Kelayakan Ekonomi Tambang Bijih Timah Sekunder Di Blok Mayang PT Menara Cipta Mulia Kecamatan Kelapa Kampit Kabupaten Belitung. *Skripsi*. Bangka Belitung : Universitas Bangka Belitung.
- Giatman, M. 2010. *Ekonomi Teknik*. Jakarta : Rajawali Pers.
- Hutahayan, Cahaya. 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. *Bina Tambang*, 6(5), 58-67.
- Isniarno, N. F., Nurfajar, I. R., & Saputra, M. O. (2021). Analisis Discounted Cash Flow (DCF) dalam Investasi Tambang dan Kelayakan Ekonomi pada Ekstraksi Timah dengan Menggunakan Teknologi Klorinasi Basah. *Ethos: jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 9(1), 112-117.
- Lubis, I.A. 2009. *Teknik Penambangan Timah Alluvial*. Bangka Belitung : PT Timah Tbk.
- Padmawidjaja, T. (2013). Deliniasi Endapan Timah Berdasarkan Analisis Anomali Gayaberat Di Daerah Bangka Selatan. *Buletin Sumber Daya Geologi*, 8(3), 130-140.
- Pemerintah Indonesia. 2020. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2020 Pasal 2 tentang Penurunan Tarif Pajak Penghasilan Bagi Wajib Pajak Badan Dalam Negeri Yang Berbentuk Perseroan Terbuka*. Sekretariat Negara. Jakarta
- Pemerintah Indonesia. 2022. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2022 Pasal 2 tentang Jenis Dan Tarif Atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak Yang Berlaku Pada Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral*. Sekretariat Negara. Jakarta

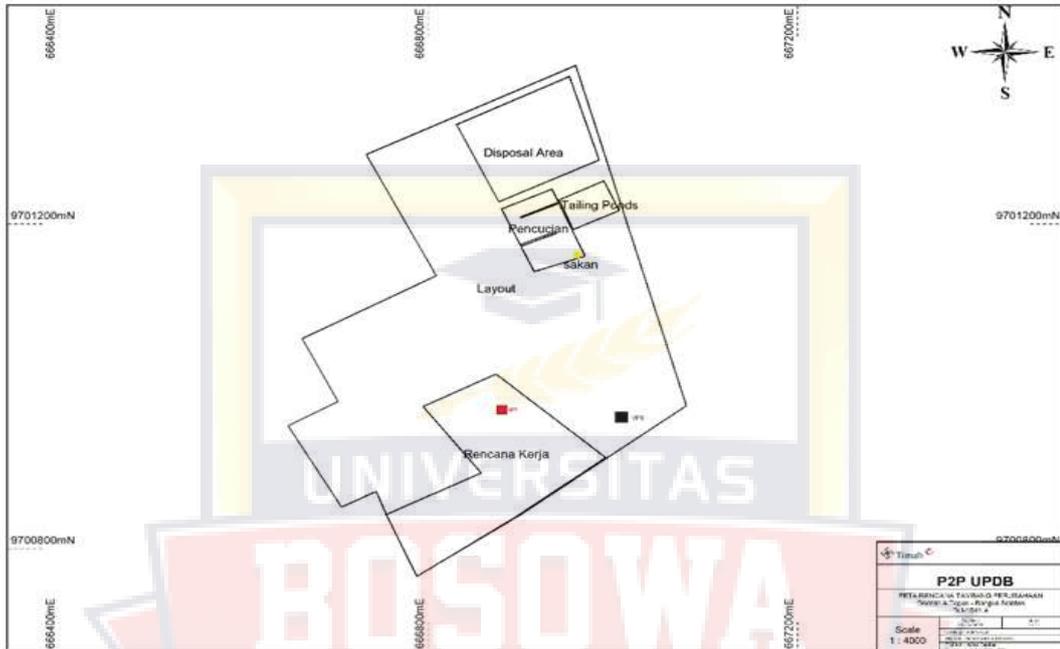
- PT Timah Tbk. 2021. *Annual Report* : Membangun Ketahanan dan Meraih Performa Progresif. Bangka Belitung : Humas PT Timah Tbk.
- Samosir, Ondo I. 2019. “Analisis Investasi dan Kelayakan Ekonomi pada Kegiatan Penambangan Batubara PT. Pinggan Wahana Pratama Job Site PT. Singlurus Pratama, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur”. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*. 7(1): 39-49.
- Sidauruk, D. 2018. Analisis Kelayakan Investasi Menggunakan Metoda Discounted Cash Flow Tambang Galena PT. Triple Eight Energy, Kecamatan Koto Parik Gadang Diatoh Kabupaten Solok Selatan Provinsi Sumatera Barat. *Bina Tambang*, 3(2), 790-806.
- Stermole, J.F., dan Stermole, M.J. 2000. *Economic Evaluation and Investment Decision Methods (9th ed)*. Investment Evaluation Corporation: Colorado.
- Sucipta, HA Pratama, dan D Iskandar., 2020. Potensi Geologi Regional Bangka Belitung Untuk Tapak *LANDFILL* Limbah *Tenorm*. *Bulletin of Scientific Contribution : GEOLOGY*, Vol 10. No. 3 Hal : 217 – 228).
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sujiman. 2018. “*Feasibility of Financial Analysis Rubber Plant in Post Coal Mining in Kutai Kartanegara East Kalimantan*”. *International Journal of Accounting, Finance and Economics*. 1(2): 1-10.
- Tono, E. T., & Rosita, A. (2019). Evaluasi Kesesuaian Perhitungan Cadangan Secara Manual Terhadap Penggalan Nyata Bijih Timah Blok Realisasi Pada BWD Kundur 1 PT Timah Tbk Di Laut Penganak Bangka Barat. *MINERAL*, 4(1), 44-49.



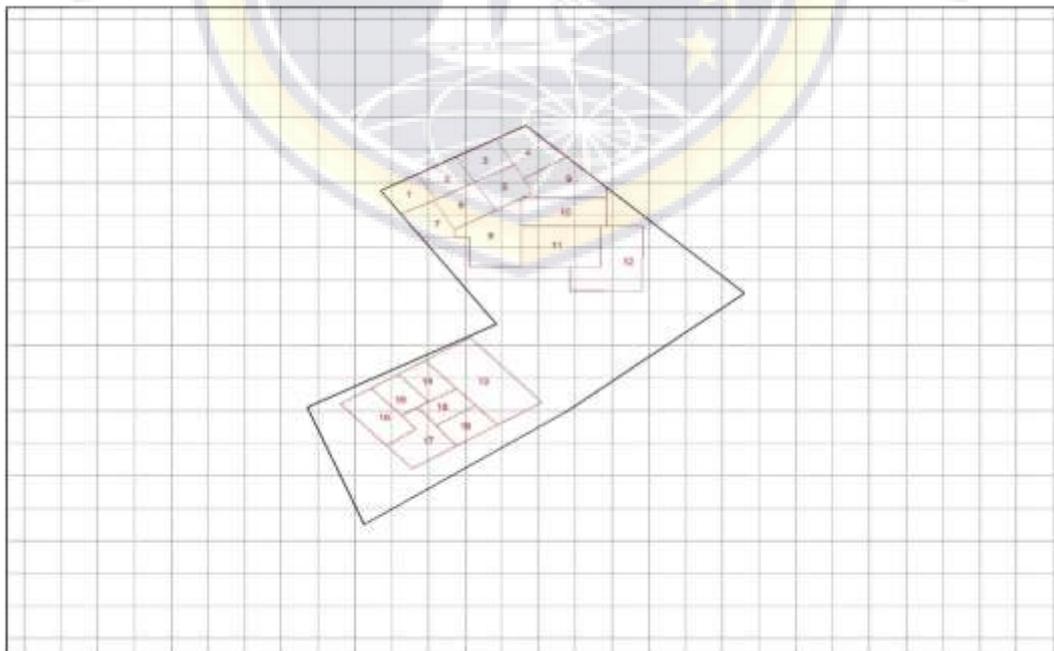
**LAMPIRAN**

**BOSOWA**

**LAMPIRAN A**  
**PETA RENCANA KERJA**



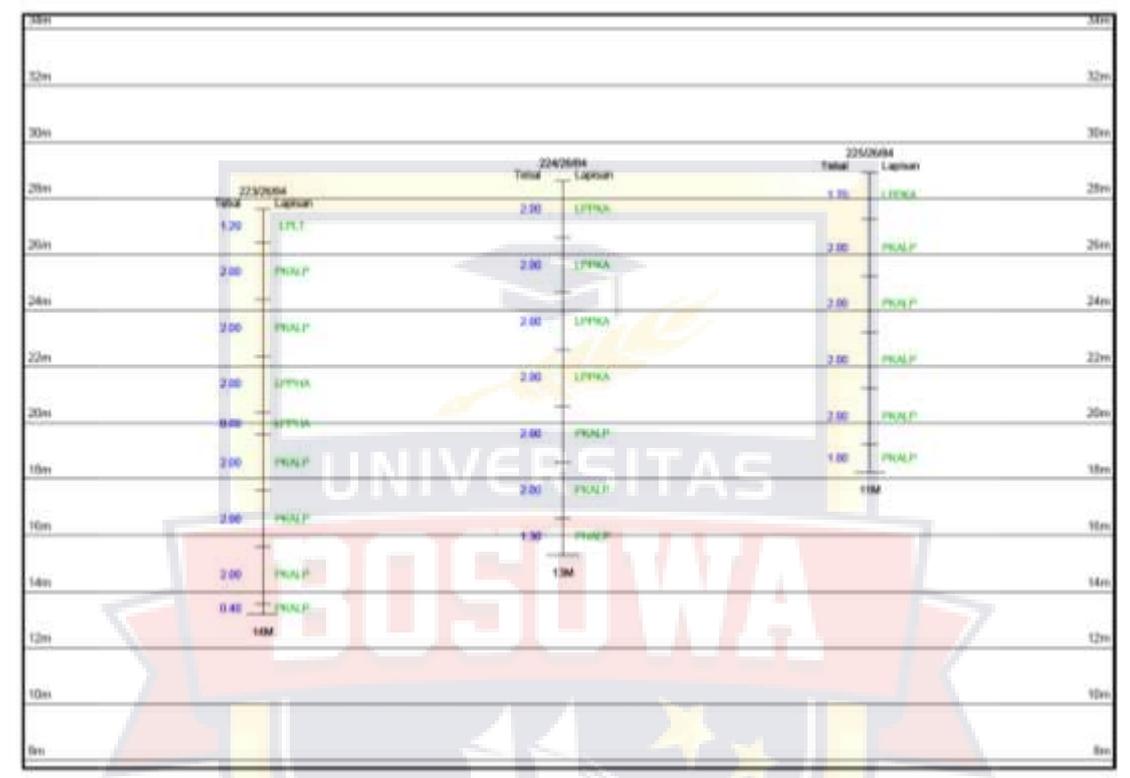
Gambar A.1 Peta *Layout* TP 4.5 Tepus



Gambar A. 2 Peta Rencana Kerja TP 4.5 Tepus selama 19 bulan

## LAMPIRAN B

### LITOLOGI LAPISAN TP 4.5 TEPUS



Gambar B. 1 Litologi Lapisan

Keterangan :

- LPLT = Lempung Liat
- PKALP = Pasir Kasar Lempung
- LPPHA = Lempung Pasir Halus
- LPPKA = Lempung Pasir Kasar
- PHALP = Pasir Halus Lempung

## LAMPIRAN C

### REKAPITULASI PRODUKSI ORE

Tabel C. 1 Rekapitulasi Ore Selama 19 Bulan Umur Tambang

Bulan	LDH (m <sup>2</sup> )	DDH (m)	IDH (m <sup>3</sup> )	TDH (Kg/m <sup>3</sup> )	PDH (ton)
1	393	11,11	4.366	1,43	6,24
2	436	9,7	4.229	0,438	1,85
3	449	8,76	3.933	0,097	0,38
4	637	6,99	4.453	0,073	0,32
5	481	8,33	4.007	0,099	0,39
6	522	7,89	4.119	0,132	0,54
7	412	11,09	4.569	1,417	6,47
8	1.023	4,38	4.481	0,178	0,79
9	756	5,54	4.188	0,062	0,26
10	790	5,06	3.997	0,077	0,30
11	1.084	4,01	4.347	0,194	0,84
12	1.144	3,24	3.707	0,321	1,19
13	1.517	2,6	3.944	0,378	1,49
14	395	10,5	4.148	0,161	0,66
15	387	9,5	3.677	0,282	1,03
16	667	5,61	3.742	1,167	4,36
17	672	6,19	4.160	0,454	1,88
18	349	10,39	3.626	0,162	0,58
19	414	10,16	4.206	0,162	0,68
TOTAL	12.528	6,2	77.899	0,389	30,33

## LAMPIRAN D

### PERHITUNGAN CADANGAN TP 4.5 TEPUS

Berdasarkan jumlah estimasi cadangan yang terdapat di TP 4.5 Tepus maka berikut estimasi perhitungan produksi konsentrat bijih timah ( $\text{SnO}_2$ ) dengan kadar  $0,38 \text{ Kg/m}^3$  selama 1,6 tahun umur tambang :

- Produksi konsentrat  $\text{SnO}_2$  Tahun 1

$$\text{Luas daerah dihitung (Ldh)} = 8.127 \text{ m}^2$$

$$\text{Tebal lapisan dihitung (Ddh)} = 6,22 \text{ m}$$

$$\text{Isi tanah dihitung (Idh)} = \text{Ldh} \times \text{Ddh}$$

$$= 8.127 \text{ m}^2 \times 6,22 \text{ m}$$

$$= 50.534 \text{ m}^3$$

$$\text{Kekayaan bijih timah dihitung (Tdh)} = 0,389 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Produksi bijih timah dihitung (Pdh)} = \frac{\text{Idh} \times \text{Tdh}}{1000}$$

$$= \frac{50.534 \text{ m}^3 \times 0,389 \text{ Kg/m}^3}{1000}$$

$$= 19,6 \text{ ton SnO}_2$$

- Produksi konsentrat  $\text{SnO}_2$  Tahun 1,6

$$\text{Luas daerah dihitung (Ldh)} = 4.401 \text{ m}^2$$

$$\text{Tebal lapisan dihitung (Ddh)} = 6,22 \text{ m}$$

$$\text{Isi tanah dihitung (Idh)} = \text{Ldh} \times \text{Ddh}$$

$$= 4.401 \text{ m}^2 \times 6,22 \text{ m}$$

$$= 27.365 \text{ m}^3$$

Kekayaan bijih timah dihitung (Tdh) = 0,389 Kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Produksi bijih timah dihitung (Pdh)} &= \frac{\text{Idh} \times \text{Tdh}}{1000} \\ &= \frac{27.365 \text{ m}^3 \times 0,389 \text{ Kg/m}^3}{1000} \\ &= 10,7 \text{ ton SnO}_2\end{aligned}$$



## LAMPIRAN E

### RENCANA PRODUKSI LOGAM TIMAH TP 4.5 TEPUS

Berdasarkan produksi konsentrat SnO<sub>2</sub> pada lampiran ... maka dapat dilakukan estimasi perhitungan produksi logam Sn selama 1,6 tahun umur tambang. Berikut merupakan perhitungan produksi logam Sn :

- Produksi Logam Sn Tahun 1 = *Recovery* PPBT × *Recovery* Peleburan ×  
*Recovery* Tambang × konsentrat SnO<sub>2</sub>  
= 100% × 98,50% × 76,80% × 19,6 ton

SnO<sub>2</sub>

$$= 75,65\% \times 19,6 \text{ ton SnO}_2$$

$$= 14,8 \text{ Mton Sn}$$

- Produksi Logam Sn Tahun 1,6 = *Recovery* PPBT × *Recovery* Peleburan ×  
*Recovery* Tambang × konsentrat SnO<sub>2</sub>  
= 100% × 98,50% × 76,80% × 10,7 ton

SnO<sub>2</sub>

$$= 75,65\% \times 10,7 \text{ ton SnO}_2$$

$$= 8,1 \text{ Mton Sn}$$

**LAMPIRAN F**  
**RENCANA KERJA PERBULAN TAMBANG BIJIH TIMAH TP 4.5 TEPUS**

Tabel F. 1 Rencana Kerja Tahun Pertama

No	Detail	Unit	Bulan ke-												Total
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Area	m <sup>2</sup>	393	436	449	637	481	522	412	1.023	756	790	1.084	1.144	8.127
2	Volume wash	m <sup>3</sup>	4.366	4.229	3.933	4.453	4.007	4.119	4.569	4.481	4.188	3.997	4.347	3.707	50.534
3	Kadar lapisan timah	Kg/ m <sup>3</sup>	1,43	0,43	0,09	0,07	0,09	0,13	1,41	0,17	0,06	0,07	0,19	0,32	1,43
4	Produksi Konsentrat SnO <sub>2</sub>	Ton	6,24	1,85	0,38	0,32	0,39	0,54	6,47	0,79	0,26	0,30	0,84	1,19	19,6
5	Recovery Total	%	75,65%	75,65%	75,65%	75,65%	75,65%	75,65%	75,65%	75,65%	75,65%	75,65%	75,65%	75,65%	75,65%
6	Produksi Logam Sn	Mton	4,72	1,40	0,29	0,25	0,30	0,41	4,89	0,60	0,20	0,23	0,64	0,90	14,8

Tabel F. 2 Rencana Kerja Sisa Umur Tambang

No	Detail	Unit	Bulan ke-							Total
			1	2	3	4	5	6	7	
1	Area	m <sup>2</sup>	1.517	395	387	667	672	349	414	4.401
2	Volume wash	m <sup>3</sup>	3.944	4.148	3.677	3.742	4.160	3.626	4.206	27.365
3	Kadar lapisan timah	Kg/ m <sup>3</sup>	0,37	0,16	0,28	1,16	0,45	0,16	0,16	1,16
4	Produksi Konsentrat SnO <sub>2</sub>	Ton	1,49	0,66	1,03	4,36	1,88	0,58	0,68	10,7
5	Recovery Total	%	75,65%	75,65%	75,65%	75,65%	75,65%	75,65%	75,65%	75,65%
6	Produksi Logam Sn	Mton	1,13	0,51	0,78	3,30	1,42	0,44	0,52	8,1

**LAMPIRAN G**  
**LAND CLEARING**

Biaya sewa excavator PC 200 = Rp 650.000/jam

Biaya BBM excavator 23 liter/jam = Rp 437.000/jam

Jam Jalan = 8 jam/hari

Jumlah unit = 1 unit

Kecepatan *land clearing* = 500 m<sup>2</sup>/hari

Luas *lay out* = 25.000 m<sup>2</sup>

Hari kerja =  $\frac{\text{Luas lay out}}{\text{Kecepatan land clearing}}$   
=  $\frac{25.000 \text{ m}^2}{500 \text{ m}^2}$   
= 50 hari

Biaya *land clearing* = Biaya excavator/jam + biaya BBM/jam ×  
jam jalan × hari kerja

= Rp 650.000 + Rp 437.000 × 8 × 50

= Rp 434.800.000

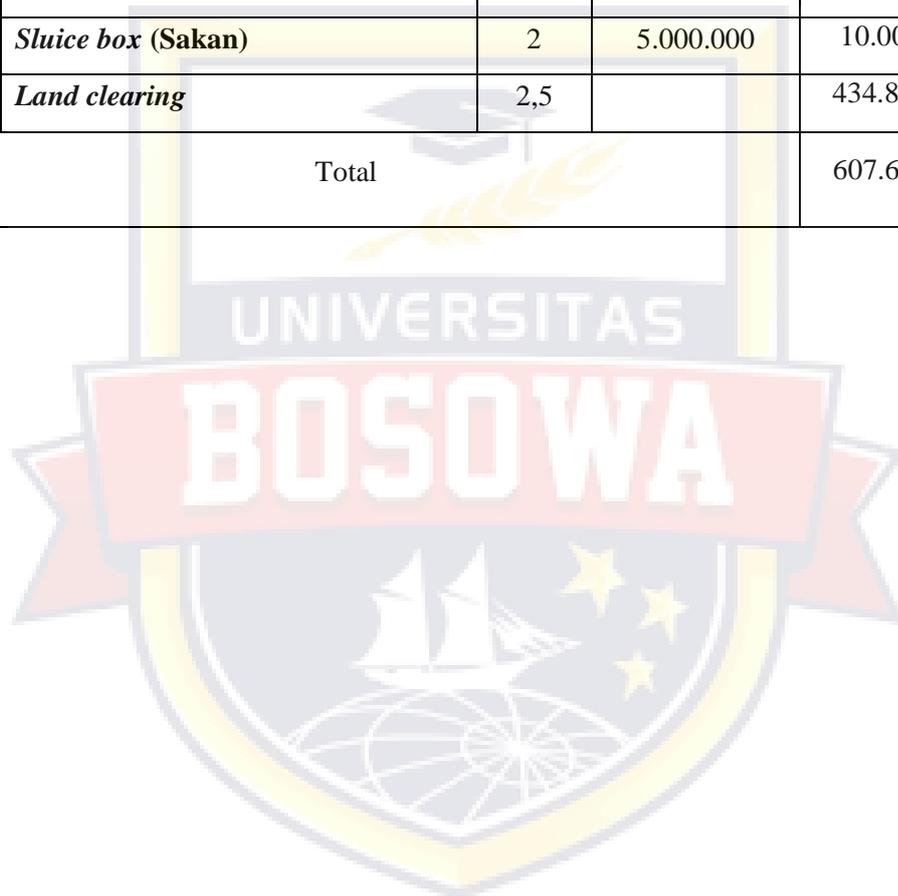
## LAMPIRAN H

### RICINAN BIAYA INVESTASI

Tabel H. 1 Biaya Investasi

No	Ricinan Peralatan dan Bahan	Jumlah	Harga (Rp)	Total (Rp)
1	<b>Pompa Tanah</b>			
	MPT Engine 26 hp, Impeller 3 blade kapasitas (10 – 15) m <sup>3</sup>	2	16.315.000	32.630.000
	Rumah pompa tanah (4x5) m	2	2.000.000	4.000.000
2	<b>Pompa Semprot</b>			
	MPS Engine 26 hp, Impeller 6 blade kapasitas (10 – 15) m <sup>3</sup>	2	16.315.000	32.630.000
	Rumah pompa semprot (4x5) m	2	2.000.000	4.000.000
3	<b>Pipa-pipa dan perlengkapan</b>			
	Pipa PVC 4" AW 4 meter	12	460.000	5.520.800
	Pipa PVC 6" AW 4 meter	6	1.165.500	6.993.000
	Hose Ulir 4 ½" Trillyun	20	160.950	3.219.000
	Reducer 6" Ke 4" ( <i>Connector</i> )	2	111.000	222.000
	Hose Terpal 4" x 50 meter x 26 Bar	300	62.160	18.648.000
	Hose terpal 6" x 50 meter x 38 Bar	200	133.200	26.640.000
	Elbow PVC 6"	2	321.900	643.800
	Elbow PVC 4"	2	111.000	222.000
	Hose Serat Benang 2" KOYO	100	62.160	6.216.000
	Hose Serat Benang 3/4" KOYO	50	18.870	943.500
	Kepala Pembagi Pompa Under Water 4"	2	194.250	388.500
	Karpet <i>Sluice Box</i> AB Coklat + Cream	6	294.150	1.764.900
	Drum Plastik 4 Cage	24	471.750	11.322.000

No	Ricinan Peralatan dan Bahan	Jumlah	Harga (Rp)	Total (Rp)
4	<b>Alat proteksi diri</b>			
	Helmet	10	150.000	1.500.000
	Sepatu safety	10	350.000	3.500.000
	Rompi safety	10	160.000	1.600.000
	Sarung tangan	10	20.000	200.000
5	<i>Sluice box (Sakan)</i>	2	5.000.000	10.000.000
6	<i>Land clearing</i>	2,5		434.800.000
Total				607.610.500



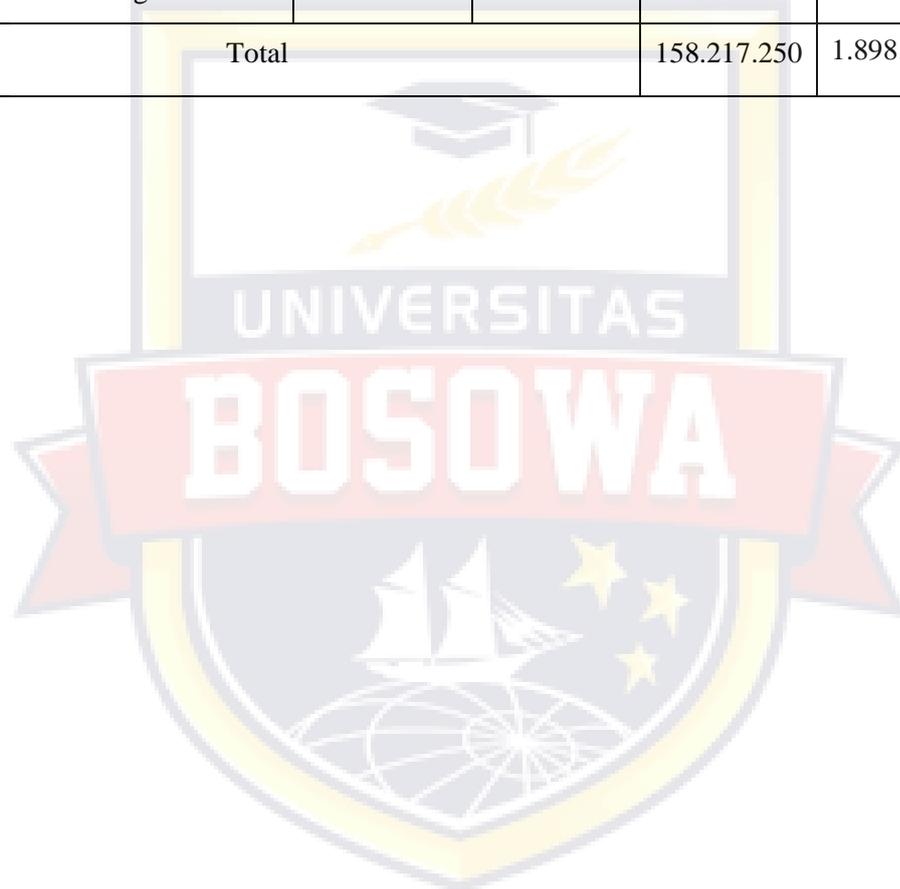
## LAMPIRAN I

### BIAYA OPERASIONAL PENAMBANGAN

Tabel I. 1 Biaya Operasional Penambangan

No	Keterangan	Kebutuhan/ Unit	Biaya (Rp)	Biaya/Bulan (Rp)	Biaya/Tahun (Rp)
1	Mesin dan pompa tanah				
	Housing pump	8	4.000.000	2.666.667	32.000.000
	Deksel pompa	8	2.000.000	1.333.333	16.000.000
	Impeller pompa	8	2.000.000	1.333.333	16.000.000
	BBM	3 liter/jam	19.000	10.944.000	131.328.000
	Oli	0,2 liter/jam	20.000	768.000	9.216.000
2	Mesin dan pompa semprot				
	Impeller pompa ullysis	4	4.000.000	1.333.333	16.000.000
	BBM	3 liter/jam	19.000	10.944.000	131.328.000
	Oli	0,2 liter/jam	20.000	768.000	9.216.000
3	Perawatan ( <i>Sparepart</i> dan <i>Lubricant</i> )				
	Mesin dan pompa tanah	10%		271.917	3.263.000
	Mesin dan pompa semprot	10%		271.917	3.263.000
	<i>Sluice box</i>	5%		41.667	500.000
4	Sewa alat berat				
	Sewa excavator	1	650.000	46.800.000	561.600.000
	BBM Excavator	23 liter/jam	19.000	31.464.000	377.568.000
5	Gaji				
	Ka. Bag Tambang (PJO)	1	7.000.000	7.000.000	84.000.000
	Pekerja kolong	2	3.750.000	7.500.000	90.000.000
	Pekerja mesin	2	3.750.000	7.500.000	90.000.000
	Operator alat-alat berat	1	3.750.000	3.750.000	45.000.000
	Palong (pekerja <i>sluice box</i> )	4	3.750.000	15.000.000	180.000.000

No	Keterangan	Kebutuhan/ Unit	Biaya (Rp)	Biaya/Bulan (Rp)	Biaya/Tahun (Rp)
6	THR	10		3.395.833	40.750.000
7	Uang Keselamatan Kerja	10	15.000	3.900.000	46.800.000
8	Iuran Jamsostek	2,5%		1.018.750	12.225.000
9	P3K	10	5.000	4.167	50.000
10	Ramuan Kolong			208.333	2.500.000
Total				158.217.250	1.898.607.000



**LAMPIRAN J**  
**DOKUMENTASI LAPANGAN**



Gambar J. 1 Kegiatan Diskusi Rencana Pembukaan Lahan



Gambar J. 2 Lokasi Rencana Kerja Yang Akan Dilakukan Pembersihan Lahan



Gambar J. 3 Alat Berat Excavator Kobelco SK200



Gambar J. 4 *Sluice Box* (Sakan)



Gambar J. 5 Mesin Pompa Semprot Dongfeng

