



POTENSI INVESTASI PENINGKATAN NILAI TAMBAH MINERAL IKUTAN TIMAH DI KEPULAUAN BANGKA BELITUNG

POTENTIAL OF INVESTMENT TO INCREASE VALUE OF ACCESSORY MINERALS OF TIN BANGKA BELITUNG ISLANDS

A. Ummaradiah¹, M. Yusuf², dan Mukiat³

¹⁻³Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang – Prabumulih KM.32, Indralaya, Sumatera Selatan, 30662, Indonesia

E-mail : ¹annisaummaradiah72@gmail.com, ²maulanaysf@yahoo.co.id, ³mukiats@yahoo.com

ABSTRAK

Mineral timah mengandung mineral ikutan berharga apabila dilakukan pengolahan lebih lanjut. Menurut Peraturan Menteri Nomor 25 tahun 2018 mineral ikutan harus dilakukan pengolahan dan pemurnian di dalam negeri. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi, arah peningkatan, dan kelayakan investasi pada peningkatan nilai tambah mineral ikutan timah. Analisis investasi mineral ikutan timah dilakukan dengan menggunakan metode evaluasi ekonomi berupa NPV yang menunjukkan kelayakan bila bernilai positif, IRR dengan menggunakan suku bunga acuan 10% dengan kelayakan bila menghasilkan IRR diatas 10%, *payback* period yang ditunjukkan dengan masa pengembalian kurang dari umur proyek, dan PI yang menunjukkan kelayakan bila diatas 1. Mineral ikutan timah yang akan dilakukan peningkatan nilai tambah adalah monasit, zirkon, dan ilmenit. Hasil pengolahan mineral ikutan timah pada penelitian ini yaitu monasit menjadi lanthanum oksida dan cerium oksida, zirkon menjadi *micronized zircon*, dan ilmenit menjadi titanium dioksida. Penelitian menunjukkan mineral ikutan layak diadakan investasi dengan nilai NPV monasit Rp14.456.271.847; NPV zirkon Rp59.412.809.669; dan NPV ilmenit Rp74.697.631.175. IRR monasit 31,60%; IRR zirkon 37,49%; dan IRR ilmenit 34,59%. *Payback period* monasit selama 2,67 tahun, zirkon selama 1,28 tahun, dan ilmenit 2,59 tahun. PI pengolahan mineral ikutan memiliki nilai di atas 1 dengan nilai PI monasit sebesar 1,70; zirkon sebesar 1,84; dan ilmenit sebesar 1,84.

Kata-kata kunci: Investasi, Nilai tambah, Mineral ikutan

ABSTRACT

Tin minerals contain valuable accessory minerals if processing is carried out. According to Ministerial Regulation Number 25 of 2018 the accessory minerals must be processed and refined in Indonesia.. The purpose of this research is to analyze the potential, product can be resulted form accessory minerals processing and feasibility of investment in increasing the added value of accessory minerals of tin. Investment analysis accessory minerals of cassiterite performed using economic evaluation method are NPV to show feasibility if have positif value, IRR with use interest rate is 10% and feasibility if have IRR up to 10% , payback period to show feasibility if payback periode less from project life, and PI to show feasibility if have value up to 1. Accessory minerals of tin that will process for added value are monazite, zircon, and ilmenite. The product of the processing of accessory minerals in this research is monazite into lanthanum oxide and cerium oxide, zircon become micronized zircon, and ilmenite become titanium dioxide. This research shows that the accessory minerals are worth investing with a monazite NPV value of Rp14.456.271.847; NPV of zircon mineral Rp5.412.809.669; and NPV of ilmenite minerals of Rp74.697.631.175. IRR of monazite mineral of 31,60%; IRR of zircon 37,49%; and IRR of ilmenite 34,59%. Payback period for monazite is 2,67 years, zircon for 1,28 years and ilmenite 2,59 years. The accessory minerals processing profitability index has a value above 1 with PI values of monazite 1,70; zircon 1,84 and ilmenite 1,84.

Keywords : Investment, Added Value, Accessory Minerals

PENDAHULUAN

Indonesia menjadi negara produsen timah terbesar kedua di dunia setelah China dengan jumlah produksi pertahunnya yaitu 84.000 ton. Mineral yang menghasilkan timah adalah mineral *cassiterite*. Produksi

timah yang besar menjadikan *timah* sebagai salah satu modal pembangunan.

Tidak hanya dimanfaatkan sebagai mineral utama, mineral timah juga memiliki mineral sampingan atau biasa yang disebut sebagai mineral ikutan yang berharga



apabila dimanfaatkan. Berdasarkan Peraturan Menteri ESDM Nomor 25 tahun 2018 dan Peraturan Daerah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Nomor 1 tahun 2019, terdapat beberapa mineral ikutan *cassiterite* diantaranya yaitu mineral monasit, mineral zirkon, dan mineral ilmenit. Mineral ikutan pada *cassiterite* ini diantaranya juga mengandung logam tanah jarang dimana logam tanah jarang ini keberadaannya dalam jumlah sedikit yang berasosiasi dalam senyawa kompleks dan tidak ditemukan dalam keadaan unsur. Mineral ikutan *cassiterite* juga dapat diolah untuk menjadi bahan baku dalam suatu industri yang dapat dilakukan dengan mereduksi mineral tersebut menjadi senyawa baru. Apabila merujuk pada Peraturan Menteri Nomor 25 tahun 2018 tentang peningkatan nilai tambah mineral melalui kegiatan pengolahan dan pemurnian mineral di dalam negeri maka mineral ikutan *cassiterite* terutama yang berada di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung harus diadakan pengolahan dan pengembangan di dalam negeri sehingga menjadi nilai tambah dan dapat menjadi salah satu bahan baku standar industri di Indonesia.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi, arah peningkatan, dan menganalisis kelayakan investasi mineral ikutan *cassiterite* sebagai hasil samping dari proses pengolahan *cassiterite* sehingga diperoleh kelayakan investasi pada proses peningkatan nilai tambah mineral ikutan *cassiterite*. Penelitian ini akan membahas mengenai analisis investasi secara umum yang menggunakan metoda *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period* (PP), dan *Profitability Index* (PI).

Indonesia sebagai Negara penghasil timah di dunia dilewati oleh *ASEAN Tin Belt*. Jalur timah ini membentang dari Pulau Kundur sampai Pulau Belitung dan sekitarnya. Kepulauan Bangka Belitung sebagai bagian utama *ASEAN Tin Belt* memiliki potensi mineral ikutan *cassiterite* karena diketahui mineral *cassiterite* tidak hanya mengandung mineral utama tetapi utama *cassiterite* dan sangat berharga apabila dilakukan pengolahan lebih lanjut [1].

Proses pengolahan mineral *cassiterite* akan menghasilkan mineral ikutan dengan menggunakan beberapa alat pemisah seperti alat yang memanfaatkan perbedaan berat jenis mineral untuk memisahkan antara mineral utama dan mineral ikutannya (*jig harz*, meja angin (*air table*), pemisah tekanan tinggi atau peralatan *High Tension Separator* (HTS) dan pemisah magnetik atau peralatan *magnetic separator* (MS).

Mineral monasit memiliki kandungan logam tanah jarang dimanfaatkan sebagai kebutuhan material maju seperti

superkonduktor, laser, optik elektronik, aplikasi LED dan iPad, *glass*, dan keramik [2]. Mineral zirkon memiliki kegunaan dimana zirkon yang tidak berwarna

(bening) biasa digunakan sebagai perhiasan. Secara umum zirkon sering digunakan sebagai bahan baku dalam campuran keramik hias sehingga zirkon sering dijadikan sebagai bahan baku dalam industri keramik [3]. Pemanfaatan ilmenit yang paling berpotensi adalah dilakukan reduksi dan diperoleh titanium dioksida (TiO₂), logam besi dan logam titanium.

Investasi merupakan sejumlah dana atau sumberdaya lainnya yang dilakukan atau dikeluarkan pada saat ini, dengan tujuan untuk memperoleh sejumlah keuntungan di masa yang akan datang. Suatu investasi perlu diperhitungkan sejak awal kelayakannya. Kelayakan investasi merupakan keseluruhan proses dalam perencanaan dan pengambilan keputusan pengeluaran dana untuk investasi dimana jangka waktu kembalinya dana tersebut melebihi satu tahun lamanya resiko [4]. Adapun dalam menentukan kelayakan investasi dengan menggunakan metode yang dinyatakan sebagai kriteria investasi. Kriteria investasi dari aspek keuangan diantaranya. *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period* dan *Profitability Index* (PI) [5]. NPV akan menunjukkan investasi layak dilaksanakan apabila NPV bernilai positif [6]. Investasi dikatakan layak dengan menggunakan IRR apabila nilai IRR yang diperoleh melebihi suku bunga yang disyaratkan. Untuk *payback period*, investasi dikatakan layak dilaksanakan bila waktu pengalihan kurang dari umur proyek. PI menunjukkan investasi layak dilaksanakan bila nilai PI besar dari 1.

Menurut penelitian Virdhian dan Eva mengenai karakteristik ikutan *cassiterite* yang mengandung mineral tanah jarang dan potensi pengembangan industri berbasis unsur tanah jarang menghasilkan penelitian berupa analisis semi kuantitatif, contoh yang diuji adalah konsentrat *cassiterite* yang didapatkan dari *amang plant* (daerah penambangan) yang sudah melalui proses pencucian. Hasil karakterisasi mineral ikutan *cassiterite* ini menunjukkan unsur-unsur tanah jarang sebagai kandungan yang dimiliki mineral ikutan *cassiterite* memiliki potensi untuk dikembangkan di Indonesia. Unsur-unsur tanah jarang banyak diperlukan untuk pengembangan teknologi maju. Pada umumnya unsur tanah jarang hanya ditambahkan dalam jumlah yang sedikit untuk meningkatkan sifat dari material tersebut [7].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung pada tanggal 23 Mei - 23 Juni 2019. Metode penelitian dimulai dari studi literatur, pengamatan di lapangan, pengambilan data, pengolahan data, serta pengambilan kesimpulan, dan saran. Pengambilan data terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari sampel mineral ikutan yang akan dilakukan analisis di laboratorium untuk mengetahui kandungan mineral ikutan *cassiterite* sehingga

diperoleh persentasi kualitas dari mineral ikutan berupa kadar mineral monasit, mineral zirkon dan mineral ilmenit. Pengujian terhadap sampel dilakukan di laboratorium PT Timah Tbk. Tujuan analisis sampel untuk mengetahui kadar mineral ikutan hasil pengolahan *cassiterite* agar melihat potensi peningkatan nilai tambah dari mineral ikutan tersebut.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel mineral ikutan dengan berat 250 gram. Sampel mineral ikutan ini berupa mineral monasit, mineral zirkon, dan mineral ilmenit. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *knight sampler*, *sieving sheker*, neraca analitis, mikroskop, papan preparat, lembar analisa mineral, dan alat tulis.

Tahapan awal dari penelitian yaitu dengan melakukan sampling menggunakan alat *knight sampler* dan kemudian menggunakan *spliter* untuk mendapatkan berat mineral ikutan masing-masing 250 gram. Kemudian sampel akan dilakukan preparasi dengan memisahkan sampel berdasarkan ukuran 20 mesh, 50 mesh, 70 mesh, 100 mesh, 150 mesh dan -150 mesh. Pemisahan sampel ini dilakukan dengan menggunakan *shieving sheker*. Setelah sampel selesai dipisahkan berdasarkan ukuran maka sampel akan ditimbang untuk mendapatkan berat masing-masing fraksi. Fraksi mineral ikutan ini kemudian dilakukan analisis kadar dengan menggunakan metoda *grain counting analysis* (GCA). Proses GCA memerlukan mikroskop sebagai media untuk menghitung jumlah butiran yang terkandung dalam masing-masing fraksi. Metode GCA akan dilakukan untuk masing-masing fraksi mineral ikutan, yang kemudian akan dilakukan perhitungan persen berat total keseluruhan mineral yang terkandung dengan menggunakan Pers. 1

$$\% \text{ berat total} = \frac{100}{\text{Jumlah berat}} \times \text{berat fraksi} \quad (1)$$

Pers. 1 akan dipergunakan sebagai variabel dalam proses penentuan persentase kadar mineral ikutan. Berikut Pers. 2 sebagai perhitungan kadar mineral ikutan.

$$\% \text{ berat} = \frac{\% \text{ berat total}}{\text{jumlah total} \times \text{BJ}} \times (\text{jumlah butiran} \times \text{BJ}) \quad (2)$$

Untuk data sekunder dan penelekatannya dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Penentuan produksi masing-masing mineral ikutan akan memanfaatkan umur tambang. Pers. 3 menunjukkan persamaan umur tambang.

$$\text{Umur tambang (tahun)} = \frac{\text{cadangan (ton)}}{\text{Jumlah Produksi (tahun)}} \quad (3)$$

Tabel 1. Pendekatan data sekunder

No	Data	Pendekatan
1.	Suku bunga	Bank Indonesia atau trend suku bunga
2.	Harga jual	Analisis trend harga pasar komoditas
3.	Cadangan dan kadar	Dinas ESDM hasil pelaporan
	mineral monasit Provinsi Kepulauan Bangka Belitung	PT Timah tahun 2018
4.	Cadangan dan kadar mineral zirkon Provinsi Kepulauan Bangka Belitung	Dinas ESDM hasil pelaporan PT Timah tahun 2018
5.	Cadangan dan kadar mineral ilmenit Provinsi Kepulauan Bangka Belitung	Dinas ESDM hasil pelaporan PT Timah tahun 2018
6.	Harga peralatan pengolahan mineral ikutan	Tren pasar
7.	Produksi mineral timah	Laporan PT Timah Tbk tahun 2018
8.	Royalty	Peraturan Pemerintah No 12 tahun 2012

Data kadar, cadangan, dan target produksi per tahun yang terkumpul akan ditabulasikan sehingga diperoleh potensi mineral ikutan untuk dilakukan peningkatan nilai tambah. Selanjutnya dilakukan penentuan pengolahan dan produk yang dihasilkan masing-masing mineral. Kegiatan peningkatan nilai tambah akan dihitung perkiraan investasi yang dibutuhkan, biaya produksi, pendapatan, dan cashflow dari mineral ikutan *cassiterite*. Investasi yang telah dihitung kemudian akan diuji kelayakannya dengan menggunakan metode NPV, IRR, *payback period* dan PI. Persamaan yang digunakan dalam menghitung NPV, IRR, *payback period*, dan PI berturut-turut menggunakan Pers. 4, Pers. 5, Pers. 6, dan Pers 7 berikut [8].

$$\text{NPV} = \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0 \quad (4)$$

Keterangan :

NPV = Net Present Value (dalam rupiah)

C_t = Arus kas per tahun pada periode t

C_0 = Nilai investasi awal pada tahun ke 0 (dalam rupiah)

r = Suku bunga atau discount rate (dalam %)

t = periode terakhir dimana cashflow diharapkan

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} (i_2 - i_1) \quad (5)$$

Keterangan :

- IRR = Internal Rate of Return
- i_1 = Tingkat suku bunga yang akan menghasilkan NPV bernilai (+)
- i_2 = Tingkat suku bunga yang akan menghasilkan NPV bernilai (-)
- NPV₁ = Net Present Value yaitu bernilai positif
- NPV₂ = Net Present Value yaitu bernilai negative

$$PP = th_1 + (th_2 - th_1) \times \left(\frac{Cf_{kum1}}{Cf_{kum1} + Cf_{kum2}} \right) \quad (6)$$

Keterangan :

- PP = *payback period* (tahun)
- th_1 = tahun msaih menghasilkan cf kumulatif negatif
- th_2 = tahun setelah menghasilkan cf kumulatif negative
- Cf_{kum1} = *cashflow* kumulatif th_1
- Cf_{kum2} = *cashflow* kumulatif th_2

$$PI = \frac{\sum PV \text{ cashflow}}{ICO} \quad (7)$$

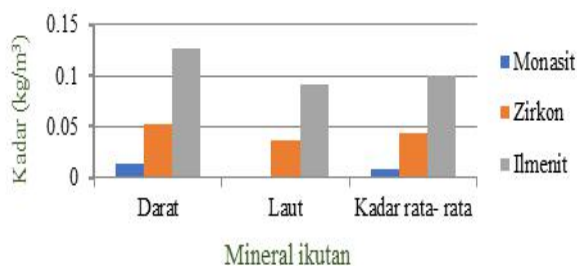
Keterangan :

- PI = *Profitability Index*
- PV = *Present Value* arus kas
- ICO = *Initial cash operation/ Initial investment*

Hasil pengolahan data yang diperoleh kemudian akan dilakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian serta saran sebagai masukan terhadap penelitian berikutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar mineral ikutan *cassiterite* Kepulauan Bangka Belitung sebelum pengolahan ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Kadar mineral ikutan Kepulauan Bangka Belitung

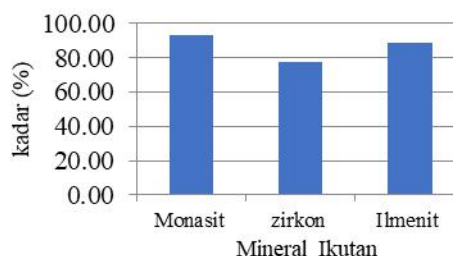
Pada pertambangan darat mineral monasit, zirkon, dan ilmenit memiliki kadar masing-masing sebesar 0,014 kg/m³; 0,052 kg/m³ dan 0,127 kg/m³. Pada penambangan laut mineral monasit, zirkon, dan ilmenit memiliki kadar yaitu 0,002 kg/m³; 0,036 kg/m³ dan 0,092 kg/m³. Kadar

rata-rata mineral ikutan yang diperoleh yaitu mineral monasit sebesar 0,008 kg/m³, mineral zirkon sebesar 0,044 kg/m³, dan mineral ilmenit sebesar 0,10095 kg/m³. Potensi cadangan mineral monasit, zircon, dan ilmenit untuk wilayah darat dan laut masing-masing mineral ikutan ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Cadangan mineral ikutan *cassiterite*

Lokasi	Cadangan monasit		Cadangan zirkon		Cadangan ilmenit	
	Darat (ton)	Laut (ton)	Darat (ton)	Laut (ton)	Darat (ton)	Laut (ton)
Bangka	931	931	8.960	6.206	24.251	56.452
Bangka Barat	1	1	1.771	10.175	2.704	49.606
Bangka Tengah	224	224	1.447	6.360	2.451	18.096
Bangka Selatan	934	934	3.776	517	2.943	447
Pangkal Pinang	0	0	0	0	0	0
Belitung	29	29	819	0	2.584	0
Belitung Timur	73	73	4.295	47.660	11.663	77.393
Lintas Kabupaten	13.977	13.977	1.051	12.801	106.008	12.997
Total	16.169	16.169	62.119	83.719	152.604	214.991

Hasil analisis kadar mineral ikutan setelah pengolahan *cassiterite* Kepulauan Bangka Belitung dengan menggunakan metode GCA ditunjukkan pada gambar 2. Mineral ikutan yang dihasilkan selama proses pengolahan *cassiterite* memiliki persentasi kadar yang tinggi yaitu untuk mineral monasit 93,37%; mineral zirkon memiliki kadar 77,41% dan mineral ilmenit sebesar 88,55%.



Gambar 2. Kadar mineral ikutan setelah pengolahan *cassiterite* Kepulauan Bangka Belitung dengan metode GCA

Menurut ESDM (2017) penggunaan logam tanah jarang pada industri hilir banyak digunakan dalam bentuk oksida bila dibandingkan dengan logam tanah jarang murni inilah yang menjadi landasan pengolahan mineral ikutan menjadi senyawa oksida. Alasan untuk tidak

diambilnya mineral oksida lainnya dikarenakan mineral monasit mengandung logam radioaktif yang apabila diuraikan masing-masing logam tanah jarang yang terkandung maka akan mengakibatkan logam radioaktif juga dapat terlepas. Lanthanum Oksida dan Cerium Oksida Banyak dimanfaatkan sebagai baterai NiMH dan baterai Rechargeable, gasoline and hybrids diesel fuel additive yang digunakan untuk peningkatan standar emisi otomotif global, pada peningkatan produksi minyak mentah, LCD TV dan monitor, plasma tv, kaca optik, fiber optik, sonar transduser, serta digunakan pada alat survey, dan proteksi [9].

Zirkon dapat diolah menjadi produk lain berupa tepung zirkon atau *micronized zircon* yang memiliki ukuran < 1 mikron yang banyak dibutuhkan menjadi bahan baku dalam industri hilir. Tepung zirkon digunakan pada industri keramik yang dijadikan sebagai glasir opak (opacifier glazes), hal ini disebabkan zirkon mempunyai indeks refraksi cukup tinggi. Pada pemanfaatan tepung zirkon untuk melapisi logam (baja dan besi tuang) [10].

Titanium dioksida digunakan sebagai bahan pendukung atau bahan baku pada industri kertas, industri cat, industri kosmetik, dan industri pemutih. Dalam industri energi titanium dioksida dimanfaatkan sebagai solar cell energy, industri otomotif sebagai pelapis kaca anti UV. Titanium dioksida memiliki sifat bias sehingga dapat diaplikasikan pada *coating* pelindung automotif, kaca optik, pesawat, dan kapal. Industri plastik menggunakan titanium dioksida karena sifatnya yang dapat menolak penyerapan UV dan meningkatkan daya tahan.

Produksi mineral ikutan dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan cadangan mineral dan umur tambang dari mineral *cassiterite*, karena diketahui selama umur tambang mineral *cassiterite* selama itu pula mineral ikutan dapat diusahakan. Tabel 3 menunjukkan produksi mineral ikutan dan produksi produk pengolahan.

Tabel 3. Produksi mineral ikutan dan produksi produk hasil pengolahan

No	Mineral ikutan	Cadangan (ton)	Umur Tambang (tahun)	Produksi (ton)	Produk pengolahan	Presentasi hasil pengolahan (%)	Produk hasil pengolahan (ton)
1.	Monasit	19.962	22	907	Lanthanum oksida	6,99	63
					Cerium oksida	16,62	151
2.	Zirkon	145.838		16.708	Micronized zircon	96	6.354
3.	Ilmenit	367.595		6.629	Titanium dioksida	20	3.342

Pengolahan mineral ikutan *cassiterite* berupa mineral monasit diolah menjadi Lanthanum oksida dan cerium oksida, mineral zirkon diolah menjadi *micronized zircon*, dan mineral ilmenit diolah menjadi titanium dioksida menggunakan beberapa asumsi dalam penentuan potensi investasi yang akan dilaksanakan. Berikut beberapa asumsi yang akan digunakan antara lain:

1. Peralatan pengolahan bekerja 10 jam dalam sehari.
2. Diasumsikan mineral monasit, mineral zirkon, dan mineral ilmenit telah mengalami proses penambangan dan pengolahan sebelumnya sehingga kegiatan investasi berfokus pada pengolahan mineral ikutan berupa monasit, mineral zirkon, dan mineral ilmenit yang telah terpisah menjadi produk baru sebagai bentuk upaya pelaksanaan peningkatan nilai tambah.
3. Hari kerja dalam setahun adalah 300 hari.
4. Hasil produksi produk peningkatan nilai tambah mineral ikutan berupa lanthanum oksida dan cerium oksida dengan kadar 99,99%; *micronized zircon* dengan ukuran 1 mikro, dan titanium dioksida dengan kadar 99%
5. Kapasitas terpasang peralatan pengolahan 5 ton/jam untuk mineral monasit, dan 10 ton/jam untuk mineral zirkon dan mineral ilmenit
6. Harga lanthanum oksida adalah \$16/kg dan cerium oksida adalah \$14/kg, harga *micronized zircon* adalah \$1.100/ton, dan harga titanium dioksida adalah \$5.300/ton.
7. Kurs dollar adalah Rp14.200,00
8. Harga jual masing-masing produk mineral ikutan mengalami eskalasi kenaikan setiap tahun sebesar 5%
9. Biaya pengolahan masing-masing produk mineral ikutan mengalami eskalasi kenaikan setiap tahun sebesar 5%
10. Umur peralatan pengolahan adalah 5 tahun. Dengan demikian pada tahun ke-6 dilakukan pembelian alat baru, dan biaya penyusutan dikategorikan sebagai penambahan kas.

Rencana investasi yang akan dilakukan bersumber 100% dari modal sendiri. Gambaran mengenai retribusi dan pajak adalah dengan total 35% untuk masing-masing mineral ikutan *cassiterite*. Royalti produk peningkatan nilai tambah mineral ikutan *cassiterite* masing-masing adalah lanthanum oksida sebesar 1,5%; cerium oksida 1,5%; *micronized zircon* sebesar 2,5% dan titanium dioksida sebesar 3,5%.

Rencana modal tetap pada peningkatan nilai tambah mineral monasit, mineral zirkon dan mineral ilmenit merupakan total dari biaya persiapan pabrik dan alat-alat pengolahan yang dibutuhkan selama proyek berlangsung. Rencana modal tetap pengolahan mineral monasit mineral zirkon, dan mineral ilmenit ditunjukkan masing-masing Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 4. Modal tetap pengolahan mineral monasit

No	Modal tetap	Jumlah Unit	Biaya (juta Rp)
1	Biaya investasi Awal (perijinan, pembebasan alat dan lain lain)		1.727,46
2.	Pembangunan pabrik		4.455
3.	Peralatan kantor, mebeler dan lain lain		100
4.	Ball Mill	1	142
5.	Reaktor + control + magnetic stirrer	2	340
6.	Thickener +controlling pengendapan	1	170
7.	Calcination dryer	1	213
8.	Filter	1	447,3
9.	Air Table	1	50
10.	Fibrating screen	1	50
11.	Timbangan	1	30
12.	Mesin Kemas	1	180
13.	Truk Angkutan	2	1.458
14.	Kendaraan roda 4	2	800
15.	Forklift	1	550
16.	Pipa besi ukuran 2,5'	52	59,8
17.	Conveyor + hopper	1	42,6
18.	Bak penampung Air	1	30
19.	Bak penampung cerium oksida	1	0,5
20.	Bak penampung lanthanum oksida	1	0,5
21.	Genset	1	822,85
22.	Peralatan pengendali mutu		400
23.	Bak penampung limbah	3	180
24.	Intalasi listrik		180
25.	Instalasi air		120
26.	Pompa air	1	16,3
Total			12.565,31

Tabel 5. Modal tetap pengolahan mineral zirkon

No	Moda Tetap	Jumlah Unit	Biaya (juta Rp)
1	Biaya investasi Awal		2.418,2
2.	Pembangunan pabrik, kantor dan lain- lain		38.292
3.	Peralatan kantor, mebeler dan lain lain		200
4.	Ball mill	4	852
5.	Filter press	4	1.789
6.	Powder Dryer	4	2.000
7.	Pemecah	4	2.000
8.	Fibrating Screen	4	2.000
9.	Timbangan	2	60
10.	Mesin Kemas	2	360
11.	Truk Angkutan	4	2.916
12.	Kendaraan roda 4	4	1.600
13.	Forklift	4	2.200
14.	Pompa air	3	48,9

Lanjutan Tabel 5.

No	Modal Tetap	Jumlah Unit	Biaya (juta Rp)
15.	Bak penampung Filter press	4	8
16.	Belt conveyor + hopper	4	170
17.	Bak penampung air	3	150
18.	Bak penampung tepung agnet	4	20
19.	Genset	2	1.338
20.	Instalasi listrik		200
21.	Instalasi air		180
22.	Peralatan pengendali mutu		400
23.	Bak penampung hasil powder dryer	4	60
24.	Bak penampung limbah	4	240
25.	Pipa besi 2,5'	98	113
Total			57.815

Tabel 6. Modal tetap penoglahan mineral ilmenit

No	Modal Tetap	Jumlah Unit	Biaya (juta Rp)
1	Biaya investasi Awal (perijinan)		1.882,95
2.	Pembangunan pabrik		17.412,5
3.	Peralatan kantor, mebeler dan lain lain		100
4.	Ball mill	9	1.917
5.	Reaktor + control + magnetic stirrer	9	1.530
6.	Settlink tank	9	1.530
7.	Hydrolysis tank	9	1.530
8.	Filter	9	4.025,7
9.	Washer	9	270
10.	Calcination dryer	9	1.917
11.	Fibrating Screen	9	3.420
12.	Timbangan	2	60
13.	Mesin kemas	2	360
14.	Truk angkutan	4	2.916
15.	Kendaraan roda 4	4	1.600
16.	Forklift	2	1.100
17.	Pipa besi ukuran 2,5'	225	258,75
18.	Conveyor +hopper	9	383,4
19.	Bak penampung air	3	90
20.	Bak penampung titanium dioksida	9	4,5
21.	Genset	2	1.337,9
22.	Instalasi listrik		180
23.	Instalasi air		120
24.	Peralatan pengendali mutu		400
25.	Bak penampung limbah	3	180
26.	Pompa air	3	48,9
Total			41.496,6

Biaya produksi untuk pengolahan mineral ikutan meliputi biaya tetap (*fix cost*) dan biaya berubah (*variable cost*). Biaya tetap terdiri atas biaya manajemen, biaya pemeliharaan, biaya pengolahan limbah dan biaya pemasaran. Biaya berubah meliputi upah pekerja dan

bahan yang digunakan selama proses pengolahan berlangsung Biaya produksi pada pengolahan mineral monasit, mineral zirkon, dan mineral ilmenit masing-masing ditunjukkan pada Tabel 7, Tabel 8, dan Tabel 9 berikut.

Tabel 7. Biaya produksi pengolahan mineral monasit

Komponen	Jumlah	Biaya (Juta Rp)
Biaya tetap (<i>fix cost</i>)		
a. Manajemen		
Gaji Manager pabrik	1 orang	96
Gaji Staff kantor	5 orang	360
Gaji Teknisi	6 orang	432
Gaji Satpam	5 orang	180
Makan Pegawai	17 orang	76,5
Alat tulis kantor	1 paket	10
b. Pemeliharaan		
Biaya Perawatan Peralatan	4% harga alat	234,862
Biaya Perawatan Bangunan	1% harga bangunan	44,55
c. Biaya Pengolahan Limbah	3% harga jual	1.397,72
d. Biaya Pemasaran		931,81
Jumlah Biaya Tetap		3.763,45
Biaya berubah (<i>variabel cost</i>)		
e. Upah Pekerja		
Operator Ball Mill	1 orang	48
Operator Reaktor +control + magnetic separator	4 orang	192
Pengawas Thinkener + controlling pengendap	1 orang	48
Pengawas Calcination Dryer	1 orang	48
Pengawas Filter	1 orang	48
Pengawas Fibrating Screen	1 orang	48
Operator Air Table	1 orang	48
Operator Timbangan	1 orang	48
Operator truk angkutan	2 orang	96
Operator Kendaraan Roda 4	2 orang	96
Operator Forklit	1 orang	48
Conveyor + hoper	1 orang	48
Operator Peralatan pengendali mutu	2 orang	120
Pekerja bongkar muat	6 orang	120
f. listrik	1 paket	155
g. Biaya makan pekerja	25 orang	189
h. Bahan habis pakai		
bola gerus	1200 kg	24
solar		119,69
Bensin		34,68
Asam sulfat 98%	2.267,5 ton	19.273,75
Amonium Hidroksida	272 ton	2.125,101
Natrium Hidroksida	272 ton	4.250,202
kemasan /kantong (25 kg)	8.560	59,92
Jumlah Biaya Berubah		27.306,844
Jumlah Biaya Tetap Dan Berubah		31.070,29

Tabel 8. Biaya produksi pengolahan mineral zirkon

Komponen	Jumlah	Biaya (Juta Rp)
Biaya tetap (<i>fix cost</i>)		
a. Manajemen		
Gaji Manager pabrik	1 orang	96
Gaji Staff kantor	5 orang	360
Gaji Teknisi	8 orang	576
Gaji Satpam	7 orang	252
Makan Pegawai	21 orang	94,5
Alat tulis kantor	1 paket	10
b. Pemeliharaan		
Biaya Perawatan Peralatan	4% harga alat	660,352
Biaya Perawatan Bangunan	1% harga bangunan	382,92
c. Biaya Pengolahan Limbah	3% harga jual	3.805,99
d. Biaya Umum		16.492,64
e. Biaya pemasaran		15.910
Jumlah Biaya Tetap		38.640,40
Biaya berubah (<i>variabel cost</i>)		
f. Upah Pekerja		
Operator Ball Mill	4 orang	192
Operator Fiter Press	4 orang	192
Pengawas Powder Dryer	4 orang	192
Operator Pemecah	4 orang	192
Pengawas Fibrating Screen	4 orang	192
Operator Timbangan	4 orang	192
Pengawas Mesin Kemas	4 orang	192
Operator Truk Angkutan	4 orang	192
Operator Kendaraan roda 4	4 orang	192
Operator Forklift	4 orang	192
Conveyor + hoper	4 orang	192
Peralatan pengendali mutu	2 orang	120
Pekerja bongkar muat	12 orang	432
g. listrik	1 paket	3.530
h. Biaya makan pekerja	58 orang	261
i. Bahan habis pakai		
bola gerus	1600 kg	320
solar	1 paket	475,605
Bensin	1 paket	69,36
kemasan /kantong (25 kg)	254.560 kantong	1.781,92
Jumlah Biaya Berubah		9.101,885
Jumlah Biaya Tetap Dan Berubah		47.742,289

Tabel 9. Biaya produksi pengolahan mineral ilmenit

Komponen	Jumlah	Biaya(Juta Rp)
Biaya tetap (<i>fix cost</i>)		
a. Manajemen		
Gaji Manager pabrik	1 orang	96
Gaji Staff kantor	5 orang	360
Gaji Teknisi	5 orang	360
Gaji Satpam	6 orang	216
Makan Pegawai	17 orang	76,5
Alat tulis kantor	1 paket	10
b. Pemeliharaan		
Biaya Perawatan Peralatan	4% harga alat	876,366
Biaya Perawatan Bangunan	1% harga	174,125

Lanjutan Tabel 9

Komponen	Jumlah	Biaya (Juta Rp)
c Biaya Pengolahan Limbah	3% harga jual	7.922,37
d Biaya pemasaran		5.281,58
Jumlah Biaya Tetap		15.372,95
Biaya berubah (<i>variabel cost</i>)		
e Upah Pekerja		
Operator Ball Mill	9 orang	432
Operator Reaktor +control + magnetic separator	18 orang	864
Pengawas Hydrolisis Tank	9 orang	432
Pengawas Calcination Dryer	9 orang	432
Pengawas Filter	9 orang	432
Pengawas Fibrating Screen	9 orang	432
Pengawas Settlink Tank	9 orang	432
Operator washer	9 orang	432
Operator Mesin Kemas	2 orang	96
Operator Timbangan	2 orang	96
Operator truk angkutan	4 orang	192
Operator Kendaraan Roda 4	4 orang	192
Operator Forklit	2 orang	96
Conveyor + hoper	9 orang	432
Peralatan pengendali mutu	2 orang	120
Pekerja bongkar muat	10 orang	360
f listrik	1 paket	700
g Biaya makan pekerja	116 orang	522
h Bahan habis pakai		
bola gerus	36.000 kg	720
solar	1 paket	203,58
Bensin	1 paket	69,36
Asam sulfat 98%	16.709 ton	142.026,5
Rutil Nuklei Al ₂ O ₃	8.355 ton	20.886,25
kemasan /kantong (25 kg)	133.680 kantong	935,76
Jumlah Biaya Berubah		171.535,45
Jumlah Biaya Tetap Dan Berubah		186.908,4

Modal kerja yang diperlukan dalam proses peningkatan nilai tambah mineral monasit, mineral zirkon, dan mineral ilmenite adalah sebesar 25% dari biaya produksi atau dana yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pada proses kegiatan pengolahan selama perusahaan tersebut belum menghasilkan keuntungan yang diperhitungkan selama 3 bulan. Modal kerja peningkatan nilai tambah mineral ikutan *cassiterite* ditunjukkan pada Tabel 10.

Pada pengolahan mineral monasit, mineral zirkon, dan mineral ilmenit, terjadi penyusutan atau depresiasi pada peralatan pengolahan masing-masing mineral ikutan *cassiterite* tersebut. Peralatan pengolahan yang digunakan dalam pengolahan masing-masing mineral ikutan diasumsikan tidak memiliki nilai sisa dengan umur pakai selama 5 tahun. Perhitungan depresiasi memanfaatkan metode perhitungan *straight line* Tabel 11,

Tabel 12, dan Tabel 13 menunjukkan depresiasi masing-masing alat pengolahan mineral ikutan.

Tabel 10. Modal kerja pengolahan mineral ikutan *cassiterite*

No	Mineral ikutan	Biaya modal kerja (Miliar Rp)
1.	Monasit	8,10
2	Zirkon	12,76
3	Ilmenit	47,82

Tabel 11. Depresiasi alat pengolahan mineral monasit

No	Modal tetap	Harga (Juta Rp)	Umur (tahun)	Depresiasi (Juta Rp)
1.	Ball mill	142	5	28,4
2.	Reaktor + kontrol + magnetic stirer	340	5	68
3.	Thinkener + controlling pengendap	170	5	34
4.	Calcination dryer	213	5	42,6
5.	Filter	447,3	5	89,46
6.	Air table	50	5	10
7.	Fibrating screen	50	5	10
8.	Timbangan	30	5	6
9.	Mesin kemas	180	5	36
10.	Truk angkutan	1.458	5	291,6
11.	Kendaraan roda 4	800	5	160
12.	Forklit	550	5	110
13.	Pipa besi ukuran 2,5'	59,8	5	11,96
14.	Conveyor +hopper	85,2	5	17,04
15.	Bak penampung air	30	5	6
16.	Bak penampung lanthanum oksida	0,5	5	0,1
17.	Genset	668,95	5	133,79
18.	Bak penampung cerium oksida	0,5	5	0,1
19.	Peralatan pengendali mutu	400	5	80
20.	Bak Penampung limbah	180	5	36
21.	Pompa air	16,3	5	3,26
	Jumlah	5.871,55		1.171,05

Tabel 12. Depresiasi alat pengolahan mineral zirkon

No	Modal tetap	Harga (Juta Rp)	Umur (tahun)	Depresiasi (Juta Rp)
1.	Tabung ball mill	852	5	170,4
2.	Filter press	1.789,2	5	357,84
3.	Powder dryer	2.000	5	400
4.	Pemecah	2.000	5	400
5.	Fibrating screen	200	5	40
6.	Timbangan	60	5	12
7.	Mesin kemas	360	5	72
8.	Truk angkutan	2.916	5	583,2
9.	Kendaraan roda 4	1.600	5	320
10.	Forklift	2.200	5	440
11.	Pompa air	32,6	5	6,52
12.	Bak penampung filter press	8	5	1,6
13.	Belt conveyor + hopper	170	5	34
14.	Bak penampung air	150	5	30
15.	Bak penampung tepung lmeni	20	5	4
16.	Genset	1.338	5	267,6
17.	Peraltan pengendali mutu	400	5	80
18.	Bak penampung haisl powder dryer	60	5	12
19.	Bak penampung limbah	240	5	48
20.	Pipa air 2,5 ‘	113	5	22,6
Jumlah		16.509		3.301,76

Tabel 13. Depresiasi alat pengolahan mineral ilmenit

No	Modal tetap	Harga (Juta Rp)	Umur (tahun)	Depresiasi (Juta Rp)
1.	Ball mill	1.917	5	383,4
2.	Reaktor + control + magnetic stirer	1.530	5	306
3.	Settling tank	1.530	5	306
4.	Hydrolysis tank	1.530	5	306
5.	Filter	4.025,7	5	805,14
6.	Washer	270	5	54
7.	Calcination dryer	1.917	5	383,4
8.	Fibrating screen	450	5	90
9.	Timbangan	60	5	12
10.	Mesin kemas	360	5	72

Lanjutan Tabel 13

No	Modal tetap	Harga (Juta Rp)	Umur (tahun)	Depresiasi (Juta Rp)
11.	Truk angkutan	2.916	5	583,2
12.	Kendaraan roda 4	1.600	5	320
13.	Forklit	1.100	5	220
14.	Pipa besi ukuran 2,5'	258,75	5	51,75
15.	Conveyor +hopper	383,4	5	76,68
16.	Bak penampung air	90	5	18
17.	Bak penampung titanium dioksida	4,5	5	0,9
18.	Genset	1.337,9	5	267,58
19.	Peralatan pengendali mutu	400	5	80
20.	Bak penampung limbah	180	5	36
21.	Pompa air	48,9	5	9,78
Jumlah		21.909,15		4.381,83

Pendapatan total didapat dengan menjual seluruh hasil produksi. Proses penjualan mineral ikutan diperoleh keuntungan pada hari yang sama dalam penjualannya. Total Pendapatan ditunjukkan pada Tabel 14 berikut.

Tabel 14. Pendapatan total dari pengolahan mineral ikutan

Tahun	Mineral monasit menjadi L ₂ O ₃ dan CeO ₂ (Miliar Rp)	Mineral zirkon menjadi <i>micronized zircon</i> (Miliar Rp)	Mineral ilmenit menjadi titanium dioksida (Miliar Rp)
2020	46,60	104,37	264,10
2021	48,92	109,59	277,28
2022	51,37	115,10	291,15
2023	53,93	120,83	305,70
2024	56,63	126,87	320,99

Diperolehnya biaya-biaya dalam peningkatan nilai tambah mineral ikutan *cassiterite* berupa biaya pengolahan mineral monasit, biaya pengolahan mineral zirkon, dan biaya pengolahan mineral ilmenit serta pendapan dari penjualan seluruh hasil produksi menghasilkan aliran arus kas (*cashflow*). Tabel 15 menunjukkan *cashflow* pengolahan mineral ikutan.

Kriteria kelayakan investasi pada pengolahan mineral ikutan akan menggunakan metode evaluasi ekonomi berupa *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period*, dan *Profitability Index* (PI). Suku bunga acuan yang diperoleh dalam perhitungan kelayakan investasi adalah 10%. Hasil kriteria kelayakan dapat diuraikan pada Tabel 16.

Tabel 15. Cashflow pengolahan mineral ikutan

Tahun	Cashflow pengolahan monasit (Miliar Rp)	Cashflow pengolahan zirkon (Miliar Rp)	Cashflow pengolahan ilmenit (Miliar Rp)
0	(20,63)	(70,58)	(89,32)
1	7,36	30,88	32,85
2	7,67	30,76	34,23
3	7,98	32,10	35,66
4	8,31	33,44	37,14
5	16,71	47,61	86,49

Tabel 16. Hasil kriteria kelayakan investasi pengolahan mineral ikutan

Mineral ikutan	Kriteria Kelayakan Investasi				Hasil
	NPV (Miliar Rp)	IRR (%)	PP (tahun)	PI	
Monasit	14,46	31,60	2,67	1,70	Layak
Zirkon	59,41	37,49	1,28	1,84	Layak
Ilmenit	74,70	34,59	2,59	1,84	Layak

KESIMPULAN

Potensi keberadaan mineral ikutan *cassiterite* berupa monasit, zirkon, dan ilmenit memiliki potensi cadangan yaitu monasit sebesar 19.962 ton, mineral zirkon sebesar 145.838 ton, dan mineral ilmenit sebesar 367.595 ton. Peningkatan nilai tambah mineral ikutan ini akan dilakukan pengolahan mineral monasit menjadi lanthanum oksida dan cerium oksida, mineral zirkon diolah menjadi *micronized zircon*, dan mineral ilmenit diolah menjadi titanium oksida. Berdasarkan metode evaluasi ekonomi dihasilkan nilai NPV, IRR, *payback period*, dan PI. Nilai NPV bernilai positif dengan nilai NPV monasit sebesar Rp14.456.271.847; NPV mineral zirkon sebesar Rp59.412.809.669; dan NPV mineral ilmenit sebesar Rp74.697.631.175. IRR yang diperoleh lebih besar dari suku bunga acuan 10% dengan nilai IRR mineral monasit 31,60%; IRR mineral zirkon 37,49%; dan IRR mineral ilmenit 34,59%. *Payback period* pengolahan mineral ikutan diperoleh lebih kecil dari umur proyek yang dilaksanakan dengan lama pengembalian masing-masing adalah mineral monasit selama 2,67 tahun, mineral zirkon selama 1,28 tahun, dan mineral ilmenit 2,59 tahun. *Profitability index* pengolahan mineral ikutan *cassiterite* memiliki nilai diatas 1 dengan nilai PI mineral monasit 1,70; mineral zirkon 1,84; dan mineral ilmenit 1,84. Dengan hasil analisis kelayakan, maka investasi peningkatan nilai tambah mineral ikutan layak dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Suharyanto, A dan Lalasari, LH., (2016). Potensi Mineral Kasiterit Indonesia sebagai Bahan

Baku Pembuatan Senyawa Kimia Timah (tin Chemical). *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Tekonologi Tahun 2016*, Jakarta : Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.

- [2] Rodliyah, I . (2015). Penelitian Logam Tanah Jarang Di Indonesia, *Jurnal tekMira*, 13(1), 71-80.
- [3] Suseno, T. (2015). Analisis Prospek Pasir Zirkon Indonesia Di Pasar Dunia, *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 11(1), 61-77.
- [4] Abdullah, F. (2015). Analisis Kelayakan Investasi Aktiva Tetap Pembelian Mesin Printing pada PT Radja Digital Printing Samarinda. *eJournal Ilmu Administrasi Bisnis*, 3(2), 297-310.
- [5] Riyanto, B. (2011). *Dasar-Dasar Pembelanjaan Perusahaan*. Yogyakarta: Universitas Gajah mada.
- [6] Haq, N. (2018). *Modeling Valuation, Risk, Decision in Mining Project*. Jakarta: Fira Publishing.
- [7] Virdhian, S., dan Afrilinda, E. (2014). Karakteristik Mineral Tanah Jarang Ikutan Timah dan Potensi Pengembangan Industri Berbasis Unsur Tanah Jarang, *Jurnal Metal Indonesia*, 36(2), 63-65.
- [8] Giatman. (2011). *Ekonomi Teknik*. Jakarta: Grafindo Persada.
- [9] Univesitas Gadjah mada. (2018). *Kajian Potensi Mineral Ikutan Timah 2018 Daerah Bangka Belitung (Logam Tanah Jarang)*. Yogyakarta: Departemen Kimia.
- [10] Suseno, T. (2016). Anaisis Biaya Pengolahan Pasir Zirkon (ZrSiO₄) Menjadi Pasir Zirkon Berkadar ZrO₂ ≥ 65,5% dan Micronized Zirkon, *Jurnal tekMira*, 12(3), 181-193