

## ANALISIS DISCOUNTED CASH FLOW (DCF) DALAM INVESTASI TAMBANG DAN KELAYAKAN EKONOMI PADA EKSTRAKSI TIMAH DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI KLORINASI BASAH

<sup>1</sup>Noor Fauzi Isniarno, <sup>2</sup>Ilham Rifki Nurfajar, <sup>3</sup>Maulana Okta Saputra

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia  
email : <sup>1</sup>noorfauzi@unisba.ac.id / noor\_fauzi\_isniarno@yahoo.com

**Abstract.** Indonesian tin production covers about 30% of the demand for tin commodity in the world. The high level of tin demand in the world and the limited reserves of natural resources for the commodity of tin, encourage more effective and efficient utilization. So it is necessary to do a lot of research from upstream from exploration to downstream to metallurgical processes as well as improving the technology of all elements to be more effective and efficient. In addition, research must be carried out in terms of investment and economic feasibility, so that the availability of tin commodity reserves can be carried out to improve the nation's economy. Many methods are used in modeling the projected Net Present Value (NPV) to determine its economic viability by using Discounted Cash Flow (DCF). The investment cost for tin extraction using the wet chlorination method is USD. 1,181,623 for the pre-operational phase, USD. 2,084,219 for the engineering phase and USD. 3,602,736 for investment in operational ownership and workers' wages. Investment analysis using the Discounted Cash Flow (DCF) method assuming a cost of equity of 11.37%, a risk free rate of 7.89%, 100% Equity Beta, 11.37% market return and a minimum IRR of 10.37%. The fund invested in this tin extraction is USD. 6,868,578 in 15 years, with an NPV of USD. -18,943,455, so the Internal Rate Return (IRR) is 0.029% with a minimum IRR of 9.97

**Keywords:** Tin, Discounted Cash Flow, Investment

**Abstrak.** Produksi timah Indonesia mencakup sekitar 30% dari permintaan komoditi timah di dunia. Besarnya tingkat permintaan timah di dunia ini serta keterbatasan cadangan sumberdaya alam komoditi timah, mendorong pemanfaatan harus lebih efektif dan efisien. Sehingga perlu banyak dilakukan penelitian dari hulu mulai dari ekplorasi hingga ke hilir sampai proses metalurgi serta meningkatkan teknologi dari semua unsur untuk dapat lebih efektif dan efisien tersebut. Selain itu juga, harus dilakukan penelitian dalam hal investasi dan kelayakan ekonomi, sehingga ketersediaan cadangan akan komoditi timah dapat berjalan untuk meningkatkan perekonomian bangsa. Banyak hal metode yang dilakukan dalam memodelkan Net Present Value (NPV) yang diproyeksikan untuk mengetahui kelayakan ekonominya dengan menggunakan Discounted Cash Flow (DCF). Biaya investasi ekstraksi timah menggunakan metode klorinasi basah adalah USD. 1.181.623 untuk tahap pra operasional, USD. 2.084.219 untuk tahap engineering dan USD. 3.602.736 untuk investasi kepemilikan operasional dan upah pekerja. Analisis investasi dengan menggunakan metode Discounted Cash Flow (DCF) dengan asumsi cost of equity sebesar 11,37%, risk free rate sebesar 7,89%, Equity Beta sebesar 100%, Market return sebesar 11,37% dan IRR minimum sebesar 10,37%. Dana yang diinvestasikan dalam ekstraksi timah ini adalah USD. 6.868.578 dalam 15 tahun, dengan hasil NPV sebesar USD. -18.943.455, sehingga Internal Rate Return (IRR) sebesar 0,029% dengan IRR minimum sebesar 9,97

**Kata Kunci :** Timah, Discounted Cash Flow, Investasi

## 1. Pendahuluan

Penambangan aturan asosiasi adalah salah satu area penelitian paling penting dan aktif dalam penambangan data (Gretel Bernal, 2020). Sekitar 85% dari semua timah yang ditambang secara historis dengan berat sekitar 27 juta ton Sn berasal dari beberapa provinsi bijih timah dalam sabuk granit yang lebih besar. Ini adalah, yang semakin berkurang kepentingannya, Asia Tenggara (Indonesia, Malaysia, Thailand, Myanmar), Cina Selatan, dan Andes Tengah (Bolivia, Peru selatan). Endapan bijih timah primer merupakan bagian dari sistem magmatik-hidrotermal yang selalu terkait dengan fase granit akhir (granit timah, pegmatit, porfiri timah), dan dapat tersebar oleh proses eksogenik dan kemudian membentuk endapan placer dalam beberapa km dari sumber utamanya, karena terhadap massa jenis kasiterit, kekerasan dan stabilitas kimianya. Endapan placer aluvial biasanya merupakan titik awal penambangan timah, dan telah menyediakan setidaknya setengah dari seluruh timah yang ditambang. (Berd Lehmann, 2020).

Pencarian prospek baru dengan metode eksplorasi mineralisasi timah, bentuk mineralisasi dalam urutan tebal batuan metasedimen dari zaman Paleozoikum. Batuan induk dari argillite yang bermetamorfosis lemah umumnya mengalami pelapukan tropis yang kuat yang menghasilkan urutan profil teroksidasi abu-abu muda hingga coklat muda yang tebal (Sapari, 2016). Dikarekan keterdapatannya mineralisasi timah tidak tersingkap dilapangan akan membuat kesulitan dalam menginterpretasi data geofisika (Noor Fauzi Isnarno, 2020). Cassiterite, bijih utama timah, mengandung niobium dan tantalum dalam jumlah besar, yang dibuang ke terak peleburan timah. Oleh

karena itu, terak timah harus dianggap sebagai sumber niobium dan tantalum yang penting, terutama bila cadangan bijih utama kedua logam ini di alam sangat terbatas (Eduardo, 2008).

Sebagai metode metalurgi yang sangat efektif untuk memproses mineral logam kompleks, metalurgi Klorinasi telah banyak digunakan dalam industri metalurgi (Zhenxing, 2020). Sehingga, selain dari sisi teknik mengenai pertambangan baik dari hulu ke hilir, analisis investasi dalam pertambangan adalah sesuatu hal yang penting. Tujuan khusus dari analisis investasi dalam suatu negara adalah untuk membawa dukungan empiris pada pandangan alternatif tentang daya saing pertambangan, yang menyoroti peran kunci dari iklim investasi negara (Joaquín, 2017). Dengan menggunakan skenario penggunaan individu, kami menghasilkan model Discounted Cash Flow (DCF) daripada model utilitas untuk memperkirakan tingkat diskonto, bukan nilai sebagian, dari konsumen individu (Ungki Lee, 2020)

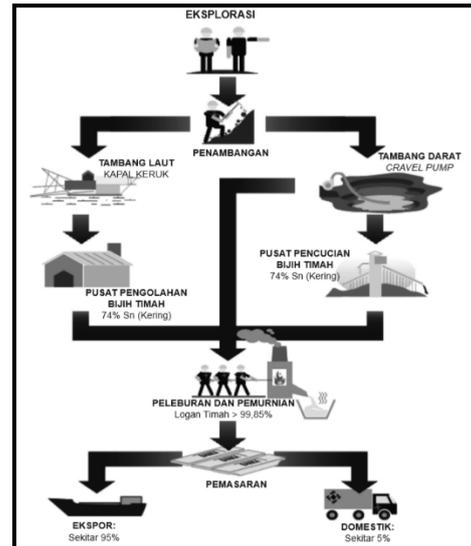
Sehingga perlu dilakukan analisis mengenai industri pertambangan dalam hal ini timah, dengan menggunakan teknologi klorinasi basahnya untuk mengekstraksi timah yang telah ditemukan pada tahap proses eksplorasi dengan menggunakan berbagai metode. Analisis ini tidak hanya berupa dari kesiapan teknologi akan tetapi harus dilihat dari sisi investasi dan kelayakan ekonomi. Untuk melakukan analisis ini maka dilakukan dengan menggunakan discounted cash flow, supaya mendapatkan model analisis investasi dan ekonomi yang sesuai dengan ketersediaan sumberdaya dan teknologi.

## 2. Metode Penelitian

Pengolahan dan peleburan bijih timah yang dihasilkan tambang laut dan tambang darat dengan kadar Sn yang

berkisar antara 20-30% diproses di Pusat Pencucian Biji Timah untuk dipisahkan dari mineral ikutan lainnya dan ditingkatkan kadarnya hingga mencapai 72- 74% sebagai syarat utama peleburan. Proses peningkatan kadar biji timah yang berasal dari penambangan di laut maupun di darat diperlukan untuk mendapatkan produk akhir berupa logam timah berkualitas dengan kadar Sn yang tinggi dengan kandungan pengotor (impurities) yang rendah. Proses pembentukan biji timah (Sn) berasal dari magma cair yang mengandung mineral kasiterit ( $\text{SnO}_2$ ). Proses ekstraksi Sn dari biji besi dilakukan dengan proses hidrometalurgi yaitu ekstraksi menggunakan asam klorida dan asam organik (asam asetat dan asam oksalat). Berdasarkan hasil karakterisasi awal bahwa pada biji batu besi untuk sampel skran menunjukkan Sn terlibrasi pada ukuran butir  $-325\#$  sehingga dilakukan 2 proses yaitu dengan tahapan benefisiasi melalui pemisahan berdasarkan sifat magnet untuk memisahkan pengotor berupa Fe (besi) yang jumlahnya cukup besar yaitu 29,69%.

Dalam menghasilkan timah, biji timah yang terdapat dalam mineral kasiterit didapatkan melalui proses penambangan. Proses penambangan dapat dilakukan dengan beberapa cara tergantung sumber penambangan biji timah. Penambangan pada alluvial lepas pantai menggunakan kapal keruk dan Kapal Isap Produksi (KIP). Sementara, pada alluvial darat, penambangan dilakukan melalui sistem hidraulicking atau pompa semprot (gravel pump) dan mesin excavator. Dalam melakukan penambangan, PT Timah kerap menggunakan metode semprot untuk penambangan alluvial darat dan menggunakan kapal keruk dan Kapal Isap Produksi (KIP).



**Gambar 1.** Aktivitas Penambangan Terpadu

Cash Flow (Aliran Kas) adalah aliran pemasukan dan pengeluaran uang yang terjadi selama periode operasi (Stermole & Stermole, 2000). Analisis aliran kas penting dilakukan untuk mengetahui potensi pendapatan pada masa sekarang dan pada masa yang akan datang pada suatu kegiatan pertambangan. Analisis Discounted Cash Flow (DCF) merupakan analisis yang berhubungan dengan pendapatan atau keuntungan yang ditimbulkan karena adanya pembelanjaan dan atau investasi yang memperhitungkan nilai waktu dari uang dan interest rate.

Depresiasi dan amortisasi bukanlah pengeluaran kas, melainkan sebuah mekanisme perhitungan akuntansi untuk memperkirakan nilai asset yang kemudian di distribusikan selama masa guna aset tersebut. Depresiasi dianggap sebagai suatu pengeluaran yang dapat dipotong dari bagian yang akan dikenakan pajak. Dalam analisis kelayakan ekonomi tambang yang digunakan pada penelitian ini menggunakan kriteria-kriteria keuangan yaitu Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), dan Payback Periode (PBP).

### 3. Hasil dan Pembahasan

Timah yang direncanakan akan diproduksi disesuaikan rencana penjualan, yaitu sebesar 20000 ton/tahun selama 15 tahun. Peralatan utama dan pendukung kegiatan pengolahan timah yang digunakan dengan memenuhi beberapa kriteria utama yang harus dipenuhi seperti : target produksi, kelayakan teknologi dan kecocokan ekonomi. Kebutuhan peralatan utama dan pendukung terdiri dari perlengkapan reverbratory, mesin dan peralatan lapangan, inventaris, serta kendaraan operasional Sedangkan untuk pembelian peralatan utama dan pendukung tersebut hanya dilakukan pada tahun pertama disesuaikan dengan investasinya.

Peralatan utama dan pendukung yang telah disesuaikan dengan jumlah kebutuhannya dengan total biaya pembelian peralatan sebesar USD 1,970,062.00. Tenaga kerja langsung yang dibutuhkan untuk menjalankan pabrik pengolahan timah lebih kurang berjumlah 105 orang, Waktu kerja kegiatan pengolahan yang direncanakan terdiri dari 2 shift dengan waktu kerja 12 jam/shift.

Perhitungan investasi meliputi dana yang dikeluarkan oleh perusahaan sebagai akibat realisasi kegiatan dalam masa pengolahan dan menginvestasikan pada awal kegiatan, yang mencakup biaya – biaya investasi seperti:

- a. Biaya Investasi pra operasional dan Engineering, Merupakan biaya investasi tahap awal yang telah dikeluarkan sebelum proyek pengolahan timah dimulai, seperti biaya perizinan, biaya studi kelayakan, biaya amdal, dan biaya – biaya lainnya. Hasil perhitungan biaya – biaya investasi pada tahap pra operasional sebesar USD. 1.181.623 hanya dilakukan pada tahun pertama.

- b. Biaya Investasi Tahap Engineering, Biaya investasi tahap ini terkait pada penunjang kegiatan pengolahan, seperti biaya pembelian pondasi, biaya perlengkapan laboratorium, biaya workshop raw material, diesel / generator, dan sebagainya dengan total investasi pada tahap ini sebesar USD. 2.084.219

- c. Biaya lainnya, Pada investasi ini terdiri dari biaya kepemilikan. Operasional, dan upah pekerja dengan total investasi USD. 3.602.736

Analisis Cash Flow memperhitungkan nilai waktu dari uang, maka disebut dengan Discounted Cash Flow (DCF). Cash Flow biasanya dihitung dengan basis perhitungan tahun dengan tujuan evaluasi yang ditentukan melalui pengurangan Cash Outflow dari Cash Inflow yang dihasilkan dari kegiatan investasi. Analisis investasi dan kelayakan produksi akan dihitung dengan menggunakan metode Discounted Cash Flow (DCF). Beberapa asumsi yang digunakan dalam melakukan perhitungan dengan pendekatan tersebut adalah:

1. Komposisi pinjaman, dimana proyek dibiayai dengan sebagian modal sendiri dan modal pinjaman dengan perbandingan 30% dan 70%.
2. Pajak (tax) yang dikenakan besarnya berdasarkan peraturan perpajakan, yaitu pajak badan sebesar 25%.
3. Internal Rate of Return (IRR) minimum yang digunakan sebesar 9.79% berdasarkan perhitungan WACC.
4. Perhitungan discount rate (IRR minimum) dengan WACC  

$$\text{Cost of equity} = 11,37\%$$

$$\begin{aligned}
 \text{Risk free rate} &= 7,89\% \\
 \text{Equity Beta} &= 100\% \\
 \text{Market Return} &= 11,37\% \\
 \text{IRR minimum} &= (\text{Debt} \\
 &\text{x suku bunga bank}) + (\text{equity x} \\
 &\text{cost of equity}) \\
 &= (70\% \times 9,95\%) + (30\% \times \\
 &11,37\%) \\
 &= 10,37\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan aliran kas terdiri dari pemasukan (Cash Inflow) memasukkan faktor modal sendiri dan modal pinjaman, pengeluaran (Cash outflow) memasukkan faktor biaya produksi, investasi, pembelian peralatan, royalti, cicilan bunga pokok pada bank, serta depresiasi dan amortisasi, pendapatan sebelum Earning

and Tax Ebit (EBT) dengan equity 30% dan sebelum pajak (pajak penghasilan perusahaan 25%) untuk menghasilkan pendapatan bersih sehingga diperoleh Net Cash Flow.

Dana yang diinvestasikan dalam proyek pengolahan bijih timah primer ini sebesar USD. 6.868.578 Dana ini diinvestasikan dalam jangka waktu selama umur proyek berlangsung, yakni 15 tahun. Hasil Net Present Value (NPV) sebesar USD. -18.943.455.

Internal Rate Return (IRR) mencari tingkat diskonto (interest) yang dapat menghasilkan net present value (NPV) sama dengan nol. IRR digunakan dalam menentukan apakah investasi dilaksanakan atau tidak.

**Tabel 1.** Intern Rate of Return di ekstraksi Timah

Tahun	Net Cash Flow	Kumulatif Net CashFlow	IRR	
			30%	40%
0 2019	(2.060.573)	(2.060.573)	(2.060.573,28)	(2.060.573)
1 2020	(4.716.644)	(6.777.217)	(3.628.187,85)	(3.369.032)
2 2021	(6.437.524)	(13.214.742)	(3.809.186,04)	(3.284.451)
3 2022	(6.313.367)	(19.528.109)	(2.873.631,01)	(2.300.790)
4 2023	(6.189.204)	(25.717.314)	(2.167.012,49)	(1.611.101)
5 2024	(5.943.584)	(31.660.898)	(1.600.780,00)	(1.105.117)
6 2025	(4.965.316)	(36.626.214)	(1.028.695,40)	(659.445)
7 2026	(4.962.350)	(41.588.564)	(790.831,50)	(470.751)
8 2027	(4.959.616)	(46.548.180)	(607.996,71)	(336.065)
9 2028	(4.956.638)	(51.504.818)	(467.408,95)	(239.903)
10 2029	(4.953.892)	(56.458.710)	(359.346,17)	(171.264)
11 2030	(4.950.902)	(61.409.612)	(276.253,27)	(122.258)
12 2031	(4.948.145)	(66.357.757)	(212.384,17)	(87.278)
13 2032	(4.945.142)	(71.302.898)	(163.273,30)	(62.304)
14 2033	(4.942.373)	(76.245.272)	(125.524,53)	(44.478)
15 2034	(4.939.358)	(81.184.630)	(96.498,42)	(31.750)
			(20.267.583)	(15.956.559)

Dengan bantuan tabel suku bunga akan diketahui besarnya IRR. Dalam kajian kelayakan ini, IRR dihitung dengan menggunakan persamaan yang tersedia dalam program komputer terapan excel. Hasil perhitungan yang didapat dari Internal Rate Return (IRR) sebesar 0.029% dengan IRR minimum sebesar 9.79%.

Metode Payback Period (PP) merupakan suatu periode yang diperlukan untuk menutup kembali pengeluaran suatu investasi dengan menggunakan aliran kas masuk (cash flow) atau waktu yang diperlukan agar jumlah penerimaan sama dengan jumlah investasi/biaya.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### Kesimpulan

Biaya investasi ekstraksi timah menggunakan metode klorinasi basah adalah USD. 1.181.623 untuk tahap pra operasional, USD. 2.084.219 untuk tahap engineering dan USD. 3.602.736 untuk investasi kepemilikan operasional dan upah pekerja. Analisis investasi dengan menggunakan metode Discounted Cash Flow (DCF) dengan asumsi cost of equity sebesar 11,37%, risk free rate sebesar 7,89%, Equity Beta sebesar 100%, Market return sebesar 11,37% dan IRR minimum sebesar 10,37%. Dana yang diinvestasikan dalam ekstraksi timah ini adalah USD. 6.868.578 dalam 15 tahun, dengan hasil NPV sebesar USD. -18.943.455, sehingga Internal Rate Return (IRR) sebesar 0,029% dengan IRR minimum sebesar 9,97%.

##### Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka perlu dilakukan kajian lebih terperinci dalam perhitungan untuk biaya diperlukan dan juga perlu dilakukan perhitungan dengan teknologi lainnya serta meningkatkan produksinya.

##### DAFTAR PUSTAKA

Bernd Lehmann, 2020. Formation of tin ore deposits: A reassessment. *Lithos*, In Press, Journal Pre-proof. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2020.105756>.

Eduardo A.Brocchi, Francisco J.Moura. 2008. Chlorination methods applied to recover refractory metals from tin slags. *Mineral Engineering*, Volume 21, Issue 2, page 150-156. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2007.08.011>.

Gretel Bernal, José Francisco Martínez-Trinidad, etc. 2020. A PSO-based algorithm for mining association rules using a guided exploration strategy. *Pattern Recognition*

*Letters*, Volume 138, October 2020, Pages 8-15. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2020.05.006>.

Joaquín Jara. 2017. Determinants of country competitiveness in attracting mining investments: An empirical analysis. *Resources Policy*, Volume 52, June 2017, Page 65-71.

<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.01.016>.

N.K.Sapari, H.Zabidi, K.S.Ariffin. 2016. Geochemical Prospecting of tin Mineralization Zone at Belukar Semang Prospect, Gerik, Perak. *Procedia Chemistry*, Volume 19, 2016, Page 729-736. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2016.03.077>.

Noor Fauzi Isniarno, Muhammad Reyhand Alfarrel, Bagea Bagja Gumelar. 2020. Optimasi Iterasi Dan Root Means Square (Rms) Dalam Penentuan Batas Litologi Dari Vertikal Elektrical Sounding (Ves). *Ethos : Journal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (Sains & Teknologi)*, Volume 8 No. 1.

<https://doi.org/10.29313/ethos.v8i1.5058>.

Ungki Lee, Namwoo Kang, Ikjin Lee. Choice data generation using usage scenarios and discounted cash flow analysis. *Journal of Choice Modelling*, 2020, 100250. <https://doi.org/10.1016/j.jocm.2020.100250>.

Zhenxing Xing, Gongjin Cheng, HeYang. 2020. Mechanism and application of the ore with chlorination treatment: A review. *Mineral Engineering*, Volume 154, 106404.

<https://doi.org/10.1016/j.mineng.2020.106404>.