

Analisis Manfaat Biaya Penerapan *Intermediate Stockpile* Di Nickel Hill PT Vale Indonesia Tbk

Aryanti Virtanti Anas, Michael Matika*

Departemen Teknik Pertambangan, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

**virtanti@gmail.com*

SARI

PT Vale Indonesia, Tbk. membuat *intermediate stockpile* untuk mengatasi pertambahan jarak angkut dari *front* penambangan ke *screening station* agar produktivitas alat muat dan alat angkut meningkat. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kelayakan investasi penerapan *intermediate stockpile*. Metode analisis yang digunakan adalah analisis manfaat biaya dengan mempertimbangkan nilai waktu terhadap uang dan analisis sensitivitas untuk mengetahui variabel yang berpengaruh terhadap kelayakan investasi. Data yang digunakan adalah target produksi bijih dan lapisan tanah penutup, spesifikasi alat, waktu edar alat, efisiensi kerja, harga nikel, harga alat, biaya sewa alat, biaya operasional alat, dan biaya konstruksi *stockpile*. Berdasarkan hasil *equipment model* maka diperlukan penambahan alat angkut tipe Caterpillar 777D sebanyak dua unit dan satu unit Caterpillar 992D. Pengadaan alat dilakukan dengan alternatif pembelian karena memiliki nilai *present value* biaya yang lebih kecil dibandingkan alternatif sewa. Nilai *present value* biaya alternatif pembelian sebesar US\$ 21,263,642, sedangkan alternatif sewa sebesar US\$ 25,133,374.28. Nilai rasio manfaat biaya investasi sebesar 1,42 dan nilai sekarang bersih (NSB) sebesar US\$5,764,942.74 yang berarti bahwa investasi *intermediate stockpile* layak untuk diterapkan. Hasil analisis sensitivitas menunjukkan penurunan produksi Ni, penurunan harga Ni, dan kenaikan biaya operasional berpengaruh terhadap kelayakan investasi karena nilai sekarang bersih menjadi negatif (tidak layak).

Kata kunci: nikel; analisis sensitivitas; *equipment model*; nilai sekarang bersih; rasio manfaat biaya

ABSTRACT

PT Vale Indonesia, Tbk. would have constructed intermediate stockpile to overcome the increasing of hauling distance from mining front to the screening station to increase productivity of the loading and hauling equipments. The purpose of this research was to analyze the investment feasibility of intermediate stockpile implementation by using cost benefit analysis by considering time value of money and sensitivity analysis to know the

How to Cite: Anas, A.V., Matika. M. 2019. Analisis Manfaat Biaya Penerapan *Intermediate Stockpile* Di Nickel Hill PT Vale Indonesia Tbk. *Jurnal Geomine*, 7(2): 146-156.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submitted 08 Juli 2019
Received in from 11 Juli 2019
Accepted 27 Agustus 2019

License By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



influencing variables of investment feasibility. The data were ore and overburden production target, equipments specification, cycle time, work efficiency, nickel prices, equipments price, equipments rental cost, equipments operating cost, and construction costs of stockpile. Based on results of the equipment model, it is necessary to add two units of haulage equipment of Caterpillar 777D and one unit of Caterpillar 992D. Procurement of equipments are carried out with purchase alternative because its present value is smaller than rental alternative. The present value of purchase alternative's cost is US \$ 21,263,642 and rental alternative's is US \$ 25,133,374.28. Benefit cost ratio value of the investment is 1.42 and net present value (NPV) is US \$ 5,764,942.74 which means that the intermediate stockpile investment is feasible. The results of sensitivity analysis show that decreasing of Ni production, decreasing of Ni price, and increasing of operational cost influence the feasibility of intermediate stockpile investments because the NPV becomes negative (not feasible).

Keywords: *nickel; sensitivity analysis; equipment model; net present value; benefit cost ratio*

PENDAHULUAN

PT. Vale Indonesia, Tbk. merupakan salah satu perusahaan nikel terbesar di Indonesia yang memiliki area penambangan yang sangat luas. Daerah penambangan PT. Vale Indonesia, Tbk. mencapai 118.435 Ha. Area penambangan yang luas akan mengakibatkan jarak angkut material menjadi jauh. Setiap tahun jarak angkut dari *front penambangan* ke *disposal* atau *screening station* semakin bertambah. Tahun 2016 jarak angkut penambangan mencapai 3-6 km (Mining Division, 2016).

Jarak angkut yang semakin jauh membuat produktivitas alat muat dan alat angkut mengalami penurunan yang cukup signifikan. Target produktivitas alat muat (*front shovel*) untuk kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup adalah 1.100 ton/jam dan kegiatan penambangan adalah 800 ton/jam, sedangkan produktivitas aktual hanya 800 ton/jam untuk kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup dan kegiatan penambangan sebesar 450 ton/jam (Mining Division, 2016). Penurunan produktivitas yang signifikan sangat dipengaruhi oleh *delay* yang terjadi pada alat muat karena jarak angkut yang semakin bertambah jauh, sehingga mengakibatkan waktu edar alat angkut meningkat.

Salah satu upaya yang dilakukan perusahaan untuk meningkatkan produktivitas alat angkut dan alat muat adalah dengan membuat *intermediate stockpile*. *Intermediate stockpile* merupakan tempat penampungan bijih sementara yang terletak di antara *front penambangan* dan *screening station*. *Intermediate stockpile* bertujuan untuk memperpendek jarak angkut sehingga kombinasi alat gali dan alat angkut dapat berjalan dengan baik. Selain itu juga bertujuan untuk meminimalisasi kehilangan produksi akibat adanya fluktuasi komposisi kimia bijih. Berdasarkan data historis perusahaan, kehilangan produksi rata-rata akibat adanya fluktuasi komposisi kimia bijih mencapai 528 ton Ni/tahun (Mining Division, 2016).

Penerapan *intermediate stockpile* membutuhkan biaya investasi yang cukup besar, sehingga perusahaan mengharapkan manfaat yang diperoleh lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan. Selain investasi yang besar, beberapa variabel yang dihitung merupakan asumsi dan dapat berubah pada saat implementasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan kelayakan penerapan *intermediate stockpile* menggunakan metode analisis manfaat biaya. Selain itu dilakukan juga analisis sensitivitas untuk mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi investasi dan pengaruh perubahan faktor-faktor tersebut terhadap kelayakan investasi *intermediate stockpile*.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu metode pendekatan untuk menyelesaikan masalah dengan metode ilmiah. Metode penelitian menguraikan langkah-langkah dalam menyelesaikan permasalahan, sehingga dapat memberi gambaran tentang bagaimana mencari jawaban dari permasalahan yang dihadapi. Metode penelitian terdiri dari tahap pengambilan data dan pengolahan data.

1. Pengambilan Data

Data yang dikumpulkan terdiri dari data lapangan dan data historis perusahaan yang dikelompokkan berdasarkan penggunaannya, yaitu:

1. Data spesifikasi alat muat dan alat angkut
Alat muat yang digunakan di PT Vale Indonesia, Tbk. adalah *front shovel* Hitachi EX-1900 dan *excavator backhoe* Hitachi ZX-870. Alat angkut yang digunakan pada operasional penambangan adalah Caterpillar 777D dan Caterpillar 785C.
2. Data efisiensi kerja alat muat dan alat angkut
Data efisiensi kerja alat muat dan alat angkut diperoleh dari data lapangan, *dispatch system*, dan *budget 2017 Mine Engineering*.
3. Waktu edar alat muat dan alat angkut
Waktu edar alat muat diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan dan data dari *dispatch system*. Waktu edar alat angkut diperoleh dari nilai jarak angkut dibagi kecepatan rata-rata alat angkut.
4. Target produksi tahunan (tonase tanah penutup dan bijih nikel)
Target produksi tahunan diperoleh dari Divisi *Mine Engineering*. Target produksi pengupasan lapisan tanah penutup di Blok Barat sebesar 21.401.289,26 ton dan target produksi bijih nikel sebesar 4.416.704,14 ton.
5. Biaya konstruksi *stockpile*
Biaya konstruksi *stockpile* merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk membuat *stockpile*.
6. Biaya operasional alat per jam
Biaya operasional alat per jam diperoleh dari Divisi *Mine Engineering*. Biaya operasional per jam yang digunakan merupakan biaya dari bulan Januari-Juni 2016. Biaya operasional per jam digunakan untuk menghitung biaya operasional alat selama satu tahun.
7. Biaya sewa alat
Biaya sewa diperoleh dari PT. Trakindo Utama sebagai dealer resmi alat-alat berat Caterpillar di Indonesia. Biaya sewa alat tidak termasuk biaya bahan bakar dan biaya operator.
8. Harga alat angkut dan alat *rehandle*
Harga alat angkut dan alat *rehandle* juga diperoleh dari PT. Trakindo Utama. Harga satu unit alat angkut CAT 777D adalah US\$1.000.000,00 dan alat angkut CAT 992D (*rehandle*) adalah US\$2.000.000,00.
9. Harga nikel
Harga nikel yang digunakan pada penelitian ini adalah US\$9.000/ton. Harga nikel ini merupakan nilai yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

2. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan menggunakan analisis manfaat biaya dan analisis sensitivitas. Analisis manfaat biaya adalah salah satu metode pengambilan keputusan atau

metode analisis dasar untuk proyek sektor publik baik satu proyek maupun dua atau lebih alternatif proyek (Blank and Tarquin, 2008). Metode ini digunakan untuk menentukan kelayakan investasi penerapan suatu proyek (Stermole, 1987) secara ekonomi dengan membandingkan antara biaya dengan manfaat yang diperoleh dari suatu proyek (Nassar and Al-Mohaisen, 2006; Johansson, 2017) termasuk proyek pertambangan. Nilai perbandingan ini disebut *benefit cost ratio* (BCR) (Blank and Tarquin, 2008). Analisis sensitivitas merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui perubahan variabel tidak bebas akibat dari perubahan nilai variabel bebas. Analisis ini menunjukkan laju perubahan keluaran pada sistem karena adanya perubahan variabel masukan pada sistem). Analisis sensitivitas memberikan informasi bagaimana perubahan nilai investasi pada beberapa nilai variabel masukan (Bojureanu, 2011; Anas *et al*, 2017).

Tahapan pengolahan data pada penelitian ini meliputi:

1. Menghitung produktivitas alat mekanis sebelum dan sesudah penerapan *intermediate stockpile*.
2. Membandingkan *equipment model* sebelum dan setelah penerapan *intermediate stockpile*.
3. Menentukan metode pengadaan (beli atau sewa) alat mekanis tambahan berdasarkan *present value*.
4. Menghitung manfaat yang dihasilkan berdasarkan *present value*.
5. Menghitung *Net Present Value* dan *Benefit Cost Ratio* untuk menentukan kelayakan penerapan *intermediate stockpile*.
6. Melakukan analisis sensitivitas proyek menggunakan variabel-variabel yang diduga berpengaruh terhadap kelayakan investasi, yaitu biaya operasional, peningkatan produksi, dan harga komoditas nikel.

HASIL PENELITIAN

Perbandingan *Equipment Model*

Equipment model merupakan alokasi jam kerja dan jumlah unit alat mekanis yang dibutuhkan dalam rencana operasional penambangan nikel di PT. Vale Indonesia, Tbk dalam periode waktu tertentu. Pembuatan *equipment model* menggunakan beberapa parameter, yaitu target produksi tahunan (*overburden* dan bijih) di daerah *Nickel Hill*, ketersediaan fisik alat, produktivitas alat mekanis, dan jam kerja efektif alat mekanis. Target produksi yang ditetapkan perusahaan di daerah *Nickel Hill* sebesar 30.234.698 ton yang terdiri dari *overburden* sebesar 21.401.289 ton dan bijih sebesar 4.416.704,135 ton. Data tersebut dimasukkan ke dalam *equipment model*, sehingga diperoleh jumlah jam kerja dan alat yang dibutuhkan (Tabel 1).

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa jumlah material pada saat penerapan *intermediate stockpile* bertambah sebesar 4.416.704,135 ton. Hal ini disebabkan karena material bijih dari *front* penambangan akan ditumpuk di *intermediate stockpile* dan selanjutnya dilakukan proses pemuatan kembali (*rehandle*) untuk diangkut ke *screening station*.

Jumlah jam kerja yang dibutuhkan alat muat Hitachi EX 1900 mengalami penurunan sebesar 4.993 jam (satu unit *standby*). Hal ini disebabkan karena produktivitas alat muat Hitachi EX 1900 mengalami peningkatan, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan material yang telah ditentukan menjadi lebih sedikit.

Tabel 1. *Equipment Model* Sebelum dan Setelah Penerapan *Intermediate Stockpile*

Parameter	Satuan	Sebelum penerapan <i>intermediate stockpile</i>	Setelah penerapan <i>intermediate stockpile</i>
Target Material			
1. <i>Overburden</i>	Ton	21.401.289	21.401.289
2. Bijih	Ton	4.416.704,135	4.416.704,135
3. <i>Ore rehandle</i>	Ton	-	4.416.704,135
Produktivitas alat muat			
1. Hitachi EX 1900 (<i>stripping</i>)	Ton/jam	801	938
2. Hitachi EX 1900 (<i>mining</i>)	Ton/jam	686	785
3. Hitachi ZX 870 (<i>stripping</i>)	Ton/jam	426	428
4. Hitachi ZX 870 (<i>mining</i>)	Ton/jam	347	418
Jumlah jam kerja alat muat			
1. Hitachi EX 1900	Jam	23.336	18.343
2. Hitachi ZX 870	Jam	22.034	31.029
Jumlah unit alat muat			
1. Hitachi EX 1900	Unit	5	4
2. Hitachi ZX 870	Unit	5	6
Produktivitas alat angkut			
1. CAT 785C (<i>OB</i>)	Ton/jam	202	214
2. CAT 777D (<i>OB</i>)	Ton/jam	138	146
3. CAT 777D (bijih)	Ton/jam	63	133
Jumlah jam kerja alat angkut			
1. CAT 785C	Jam	12.471	12.645
2. CAT 777D	Jam	124.445	135.263
Jumlah unit alat angkut			
1. CAT 785C	Unit	3	3
2. CAT 777D	Unit	21	23

Jumlah jam kerja yang dibutuhkan alat muat Hitachi ZX 870 mengalami peningkatan sebesar 8.995 jam atau mengalami penambahan satu unit. Hal ini disebabkan karena jumlah material yang harus dipindahkan bertambah. Untuk memudahkan pekerjaan, maka penambahan satu unit alat muat Hitachi ZX 870 digantikan dengan satu unit *wheel loader* CAT 992D.

Jumlah jam kerja yang dibutuhkan alat angkut CAT 777D mengalami peningkatan sebesar 10.818 jam atau mengalami penambahan dua unit. Penambahan jumlah jam kerja akan membuat biaya operasional mengalami peningkatan dan penambahan alat akan membutuhkan biaya awal yang cukup besar. Kedua hal tersebut dijadikan sebagai biaya dalam analisis manfaat biaya.

Biaya dan Manfaat Penerapan *Intermediate Stockpile*

Hasil perhitungan penerapan *intermediate stockpile* meliputi total biaya dan total manfaat. Hasil perhitungan total biaya meliputi biaya pengadaan alat mekanis, biaya konstruksi, dan biaya operasional alat mekanis. Total manfaat yang diperoleh dari penerapan *intermediate stockpile* terdiri dari penghematan biaya operasional alat muat (*front shovel*) dan potensi kehilangan produksi Ni sebesar 528 ton akibat fluktuasi komposisi kimia bijih yang dapat dihindari. Total biaya dan total manfaat dihitung selama sepuluh tahun dengan metode *present value*.

Perhitungan *Present Value* Biaya

Berdasarkan hasil perhitungan biaya pembelian, biaya operasional, dan biaya sewa maka dilakukan perhitungan nilai *present value* terhadap dua alternatif pengadaan alat, yaitu *present value* biaya (pvc) dan *present value* manfaat (pvb). Perhitungan *present value* biaya dilakukan untuk menentukan alternatif pengadaan alat mekanis tambahan. Pemilihan alternatif pengadaan alat mekanis ditentukan berdasarkan nilai *present value* biaya terkecil. Hasil perhitungan *present value* biaya dan total *present value* biaya alternatif beli dan alternatif sewa dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil perhitungan biaya dengan metode *present value* yang dilakukan selama sepuluh tahun sesuai dengan umur proyek, maka total *present value* biaya alternatif beli sebesar US\$ 21,263,642.91, sedangkan total *present value* biaya alternatif sewa sebesar US\$ 25,133,374.28. Oleh karena itu, alternatif pengadaan alat yang akan digunakan dalam penerapan *intermediate stockpile* adalah alternatif pembelian karena memiliki total *present value* biaya yang lebih kecil daripada alternatif sewa.

Tabel 2. *Present Value* Biaya Alternatif Beli dan Alternatif Sewa

Tahun	i	Faktor Diskonto	Alternatif Beli PVC (US\$)	Alternatif Sewa PVC (US\$)
0	7,80%	1,00	4.000.000	-
1	7,80%	0,93	2.018.190,61	2.821.261,42
2	7,80%	0,86	1.947.048,46	2.747.981,90
3	7,80%	0,80	1.878.414,10	2.676.605,75
4	7,80%	0,74	1.812.199,13	2.607.083,52
5	7,80%	0,69	1.748.318,27	2.539.367,06
6	7,80%	0,64	1.686.689,24	2.473.409,48
7	7,80%	0,59	1.627.232,66	2.409.165,08
8	7,80%	0,55	1.569.871,96	2.346.589,36
10	7,80%	0,47	1.461.145,24	2.226.271,74
TPVC			21.263.642,91	25.133.374,28

Perhitungan *Present Value* Manfaat

Manfaat penerapan *intermediate stockpile* terdiri dari penghematan biaya operasional *front shovel* dan kehilangan produksi Ni yang diakibatkan oleh fluktuasi komposisi kimia bijih yang dapat dihindari. Berdasarkan perbandingan *equipment model* terdapat penurunan jam operasional *front shovel*, sehingga terdapat penghematan biaya operasional *front shovel*. Penerapan *intermediate stockpile* juga diharapkan mampu mengurangi angka kehilangan produksi Ni yang mencapai 528 ton/tahun. Hal ini disebabkan karena *intermediate stockpile* memudahkan *ore blending* di stasiun agar komposisi kimia (kadar Ni/Fe/SM) bijih sesuai spesifikasi (*on spec*) yang dibutuhkan oleh pabrik pengolahan.

Perhitungan nilai manfaat dilakukan setiap tahun umur proyek. Penghematan biaya operasional *front shovel* dihitung dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{OC} &= \text{jam kerja yang dihemat} \times \text{biaya operasional/jam} \\
 &= 4.299 \text{ jam} \times \text{US\$}180,91 \\
 &= \text{US\$}777.721,09
 \end{aligned}$$

Kehilangan produksi Ni yang dapat dihindari dihitung dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Ni} &= \text{jumlah produksi Ni yang hilang/tahun} \times \text{kadar Ni} \times \text{Harga Ni} \\ &= 528 \text{ ton/tahun} \times 78\% \times \text{US\$}9.000 \\ &= \text{US\$} 3.706.560/\text{tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan nilai manfaat tahunan, maka dilakukan perhitungan *present value* manfaat (pvb). Hasil perhitungan *present value* manfaat dan total *present value* manfaat dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Present Value* Manfaat *Intermediate Stockpile*

Tahun	i	Faktor Diskonto	PVB (US\$)
0	7,80%	1,00	0
1	7,80%	0,93	4.159.815,48
2	7,80%	0,86	3.858.826,98
3	7,80%	0,80	3.579.616,86
4	7,80%	0,74	3.320.609,33
5	7,80%	0,69	3.080.342,61
6	7,80%	0,64	2.857.460,68
7	7,80%	0,59	2.650.705,64
8	7,80%	0,55	2.458.910,61
9	7,80%	0,51	2.280.993,14
10	7,80%	0,47	2.115.949,11
Total PVB			30.363.230,43

Perhitungan *Benefit Cost Ratio* dan *Net Present Value*

Perhitungan *benefit cost ratio* dilakukan untuk menentukan kelayakan investasi *intermediate stockpile*. Jika nilai BCR>1, maka investasi layak, sebaliknya jika nilai BCR<1, maka investasi tidak layak. Perhitungan *Benefit Cost Ratio* dari investasi penerapan *intermediate stockpile* dihitung dengan memasukkan semua biaya tambahan (pengadaan alat dan biaya konstruksi *stockpile*).

$$\begin{aligned} \text{BCR} &= \frac{\sum_{t=1}^n \frac{(B)_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{(C)_t}{(1+i)^t}} \\ &= \frac{\text{US\$ } 30.363.230,43}{(\text{US\$ } 21.263.642,91 + \text{US\$}60.425)} \\ &= 1,42 \end{aligned}$$

Nilai *Benefit Cost Ratio* investasi penerapan *intermediate stockpile* sebesar 1,42. Nilai tersebut menunjukkan bahwa investasi *intermediate stockpile* layak.

Perhitungan *Net Present Value* (NPV) dilakukan untuk mengetahui nilai bersih sekarang dari investasi yang akan diterapkan. Investasi layak untuk dilanjutkan jika NPV>0 dan investasi tidak layak untuk dilaksanakan apabila NPV<0. Jika NPV=0, maka investasi tidak memberikan keuntungan dan tidak menimbulkan kerugian. Perhitungan NPV dari investasi penerapan *intermediate stockpile* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan *Net Present Value*

Tahun	Asumsi pajak	Manfaat bersih (US\$)	i	Faktor diskonto	<i>Discounted cash flow (US\$)</i>
0		(4.060.425,00)	7,80%	1,00	(4.060.425,00)
1	25%	1.731.603,70	7,80%	0,93	1.606.311,41
2	25%	1.666.335,42	7,80%	0,86	1.433.919,94
3	25%	1.598.456,40	7,80%	0,80	1.275.981,90
4	25%	1.527.862,23	7,80%	0,74	1.131.381,70
5	25%	1.454.444,28	7,80%	0,69	999.086,95
6	25%	1.378.089,62	7,80%	0,64	878.142,30
8	25%	1.216.095,57	7,80%	0,55	666.833,82
10	25%	1.040.882,81	7,80%	0,47	491.150,09
NPV					5.764.942,74

Nilai *net present value* (NPV) dari investasi penerapan *intermediate stockpile* sebesar US\$ 5.764.942,74. Hal tersebut menunjukkan bahwa investasi tersebut layak.

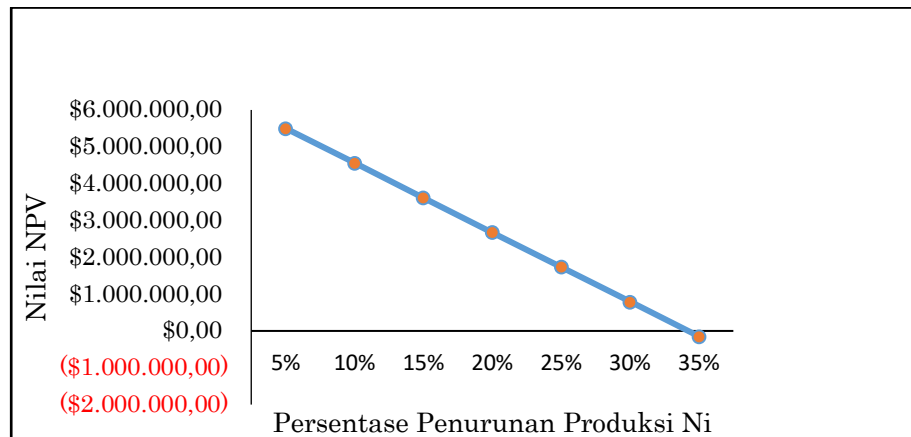
Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui kelayakan investasi dari keputusan penerapan *intermediate stockpile* apabila terjadi perubahan pada variabel-variabel yang diduga berpengaruh terhadap nilai investasi. Variabel-variabel tersebut adalah peningkatan produksi Ni karena fluktuasi komposisi kimia bijih yang dapat dihindari, biaya operasional, dan harga komoditas nikel. Analisis sensitivitas dilakukan terhadap peningkatan atau penurunan nilai dari masing-masing variabel.

1. Penurunan Produksi Ni

Penerapan *intermediate stockpile* diasumsikan mampu mengurangi angka kehilangan produksi Ni yang mencapai 528 ton/tahun (100%). Hal ini disebabkan karena *intermediate stockpile* memudahkan *ore blending* di stasiun agar komposisi kimia (kadar Ni/Fe/SM) bijih sesuai spesifikasi (on spec) yang dibutuhkan oleh pabrik pengolahan. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui tingkat perubahan parameter tersebut terhadap keputusan akhir investasi.

Analisis sensitivitas dilakukan jika terjadi penurunan produksi Ni sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, dan 35%. Hasil analisis sensitivitas dapat dilihat pada Gambar 1.

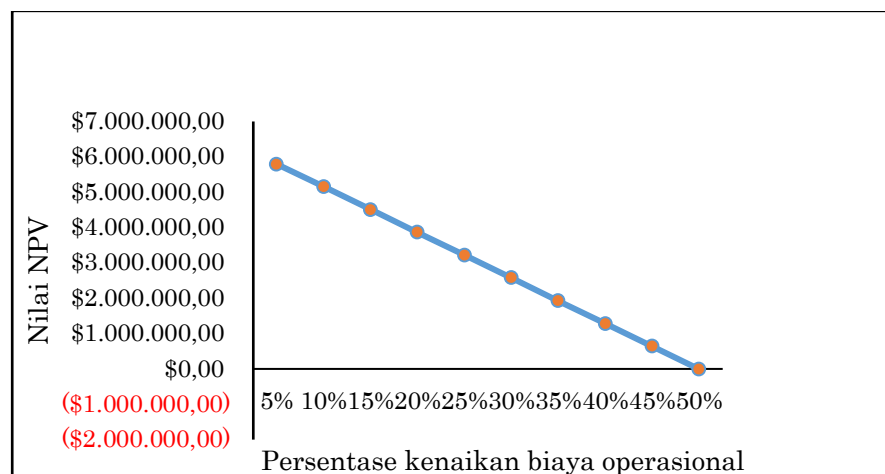


Gambar 1. Grafik analisis sensitivitas penurunan produksi Ni terhadap nilai NPV

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa penurunan produksi Ni sebesar 35% mengakibatkan nilai NPV menurun menjadi US\$ -146.659,54. Jadi penurunan produksi Ni sebesar 35% akan mengakibatkan nilai NPV kurang dari nol atau akan mengakibatkan investasi *intermediate stockpile* tidak layak.

2. Kenaikan Biaya Operasional

Analisis sensitivitas terhadap kenaikan biaya operasional dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap nilai *Net Present Value* dari investasi yang akan diterapkan. Analisis dilakukan terhadap kenaikan biaya operasional sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, dan 50%. Hasil analisis sensitivitas pengaruh kenaikan biaya operasional terhadap nilai NPV dapat dilihat pada Gambar 2.

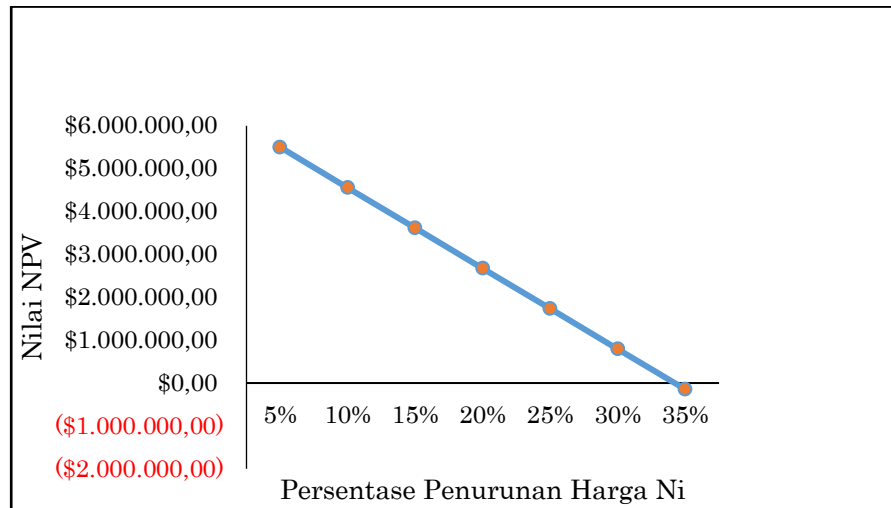


Gambar 2. Grafik analisis sensitivitas kenaikan biaya operasional terhadap nilai NPV

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa kenaikan biaya operasional sebesar 50% akan membuat nilai NPV menurun sebesar US\$ -9.701. Hal ini berarti bahwa nilai NPV kurang dari nol atau investasi tidak layak.

3. Penurunan Harga Nikel

Analisis sensitivitas dilakukan jika terjadi penurunan harga nikel sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%. Hasil analisis sensitivitas dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik analisis sensitivitas penurunan harga nikel terhadap nilai NPV

Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa penurunan harga nikel sebesar 35% mengakibatkan nilai NPV menurun menjadi US\$ -146.659,54. Jadi penurunan harga nikel sebesar 35% akan mengakibatkan nilai NPV kurang dari nol atau akan mengakibatkan investasi *intermediate stockpile* tidak layak diterapkan.

Berdasarkan hasil analisis sensitivitas dari ketiga variabel tersebut diketahui bahwa penurunan produksi Ni dan penurunan harga Ni lebih berpengaruh terhadap nilai NPV proyek dibandingkan kenaikan biaya operasional.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis investasi penerapan *intermediate stockpile* yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Investasi *intermediate stockpile* layak diterapkan karena nilai *Benefit Cost Ratio* sebesar 1,42 (lebih besar dari satu) dan nilai *Net Present Value* sebesar US\$ 5.764.942,74 (lebih besar dari nol).
2. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa penurunan produksi Ni sebesar 35% mengubah nilai NPV menjadi -\$146.659, kenaikan biaya operasional sebesar 50% mengubah nilai NPV menjadi -\$9.701, dan penurunan harga Ni sebesar 35% mengubah nilai NPV menjadi -\$146.659. Perubahan nilai ketiga variabel tersebut dapat memengaruhi kelayakan penerapan *intermediate stockpile* karena dapat mengubah nilai NPV menjadi kurang dari nol (negatif).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Vale Indonesia, Tbk. yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses penelitian.

PUSTAKA

- Anas, A.V., Suriamihardja, D.A., Pallu, M.S., Irfan, U.V. 2017. Sensitivity Analysis of Supply-Demand Model of Jeneberang River Construction Materials, South Sulawesi. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(6), 1854-1859.
- Bujoreanu, I.N. 2011. What If (Sensitivity Analysis). *Journal of Defense Resources Management*, 1(2), 45-50.
- Blank, L.T., Tarquin, A.J. 2008. *Basics of Engineering Economy*. McGraw-Hill, New York.
- Johansson, K. 2017. *Costs and Benefits of a Mining Project in Ronnback*. Thesis. Department of Economics, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Mining Division. 2016. *Mine Engineering Overview*. PT Vale Indonesia, Tbk. Sorowako.
- Nassar, K., Al-Mohaisen, A. 2006. Simplified Approach to Probabilistic Cost-Benefit Analysis: Architecture Lighting Example. *Technical Article*, Vol 48.
- Stermole, F.J. 1987. *Economic Evaluation and Investment Decision Methods*. Investment Evaluation Corporation, Colorado.