

---

## *Analysis Inventory for Supporting Materials in Nickel Industry Using Material Requirement Planning Method*

**Alimuddin Tola<sup>1</sup> dan Iwan Vanany<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Departemen Teknik Sistem dan Industri, Fakultas Teknologi Industri Rekayasa Sistem. Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Email: [alimuddintola@gmail.com](mailto:alimuddintola@gmail.com)<sup>1</sup>, [vanany@ie.its.ac.id](mailto:vanany@ie.its.ac.id)<sup>2</sup>

---

### **ABSTRAK**

Nikel adalah salah satu sumber daya yang sering digunakan oleh manusia dengan penggunaan dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Salah satu perusahaan yang dipercayakan pemerintah Indonesia untuk menaikkan produksi nikel adalah PT Vale Indonesia Tbk. Untuk menaikkan produksi nikel, diperlukan sistem terintegrasi dan optimum dalam menjalankan proses produksi dan bisnis pada industri nikel. Untuk mendukung tujuan tersebut, integrasi sistem antara permintaan produk nikel dan proses pemenuhan bahan baku penunjang pengolahan nikel sangat dibutuhkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat perkiraan jumlah bahan baku serta penjadwalan ketersediaan dari bahan baku dengan mengaplikasikan dari *Material Requirement Planning*. Pengaplikasian dari material requirement planning menggunakan pengembangan logika model sistem dan penggunaan rumus excel. Variabel yang dipilih adalah biaya penyimpanan bahan baku, biaya pemesanan bahan baku, data permintaan produk dan bahan baku, nilai konversi bahan baku ke produk, dan waktu tunggu pemesanan bahan baku dan total biaya operasional yang dihasilkan adalah fungsi objektif dari penelitian ini. Data yang dibutuhkan seperti data estimasi produk nikel tahun 2022-2023, data bill of material, data biaya penyimpanan, data biaya pemesanan, data biaya material, data kapasitas kapal untuk masing-masing material, data lead time, dan data stock awal. Dari perhitungan tersebut didapat untuk material coal, kapal jenis C dengan ukuran 2.000 ton lebih efisien dibandingkan dengan kapal jenis A (5.000 ton) dan kapal jenis B (4.000 ton). Adapun untuk waktu pembelian material coal yaitu Januari 2022 dan Oktober 2023 dengan total penghematan sebesar \$143.171,2 atau sekitar 52%. Untuk bahan penunjang HSFO, kapal jenis C dengan ukuran 6.860 ton lebih efisien dibandingkan dengan kapal jenis A (15.680 ton) dan kapal jenis B (9.800 ton). Adapun untuk waktu pembelian material HSFO yaitu Januari 2022 dan April 2023 dengan total penghematan sebesar \$19.700.817,38 atau sekitar 51%. Untuk bahan penunjang Sulfur, kapal jenis A dengan ukuran 30.000 ton lebih efisien dibandingkan dengan kapal jenis B (40.000 ton) dan kapal jenis C (20.000 ton). Adapun untuk waktu pembelian sulfur yaitu Maret 2022, November 2022, Juni 2023 dengan tetap menggunakan kondisi eksisting. Untuk bahan penunjang Silica Flux, kapal jenis C dengan ukuran 20.000 ton lebih efisien dibandingkan dengan kapal jenis A (40.000 ton) dan kapal jenis B (30.000 ton) Adapun waktu pembelian Silica Flux yaitu Desember 2021, April 2022, Juni 2022, September 2022, Desember 2022, Februari 2023, Mei 2023, Juli 2023, Oktober 2023 dengan total penghematan sebesar \$1.764.207,10 atau sekitar 22%.

**Kata kunci:** *Lot Sizing* Dinamis, *Material Requirement Planning*, Pengolahan Nikel, *Strategi Level*

---

Analysis Inventory for Supporting Materials in Nickel Industry Using Material Requirement Planning Method / Alimuddin Tola, Iwan Vanany

## ABSTRACT

*Nickel is one of the resources that is often used by humans with its use increasing from each year. One of the companies entrusted by the Indonesian government to increase nickel production is PT Vale Indonesia Tbk. In order to increase nickel production, an integrated and optimum system is needed with carrying out the production and business processes in the nickel industry. To achieve the objectives, system integration between the demand for nickel products and the process of supplying raw materials urgently needed to support nickel processing. Therefore, this study aims to estimate the amount of raw materials and scheduling the availability of raw materials with applying the Material Requirement Planning. Furthermore, to find out the differences in the strategy of ordering raw materials in the system. Order fulfillment strategies (lot sizing) used are level, modified level, and dynamic lot sizing. The level strategy, as the initial strategy of the company, is a strategy that uses inventory as a support with labor made steady and demand is met from inventory. Modified level strategy are formulated to adjust level ordering in dynamic time. The dynamic lot sizing is a strategy of dynamic order quantity and dynamic time order. As for the analysis. The initial level strategy, that simulate with several equations, shows some overstock and understock condition in the nickel production and material inventory. Its resulted in higher total cost and unfulfill nickel production. The formulation of modified level strategy and dynamic lot sizing can fulfill the material demand with lower total cost.*

**Keyword:** *Dynamic Lot Sizing, Level Strategies, Material Requirement Planning, Nickel Processing*

## PENDAHULUAN

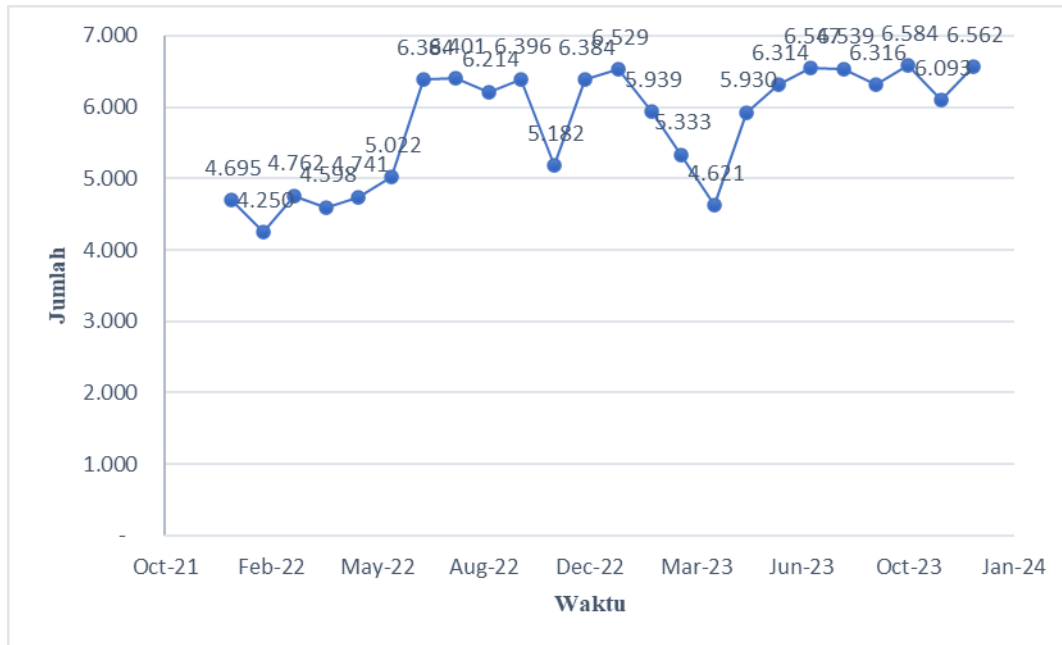
Nikel merupakan salah satu sumber daya alam yang dibutuhkan industri dewasa ini dan sumbernya berada di Indonesia. Konsumsi nikel dari tahun ke tahun mengalami peningkatan baik di dalam negeri maupun luar negeri [1]. Peningkatan ini terjadi dikarenakan nikel banyak digunakan di kehidupan sehari-hari seperti material pembuatan koin, pembuatan rangka otomatis, bahan utama baterai isi ulang dan bahan pelapis anti karat. Selain itu, baru-baru ini banyak berkembang kendaraan listrik yang bahan dasar yang digunakan adalah nikel. Dengan adanya peningkatan konsumsi nikel, Indonesia menjadi salah satu negara yang memiliki keuntungan yang besar dikarenakan Indonesia memiliki bahan baku yang cukup untuk memproduksi nikel. Keuntungan yang dimiliki Indonesia cukup diolah dengan baik, hingga saat ini Indonesia terkenal sebagai produksi nikel terbesar di dunia dengan menyumbang sebesar 30% produksi nikel dunia di tahun 2020 [2].

Berdasarkan hal tersebut, pemerintah Indonesia membuat strategi untuk melakukan peningkatan produksi nikel dengan salah satu perusahaan yang dipercayakan untuk meningkatkan hasil produksi nikel adalah PT Vale Indonesia Tbk. PT Vale Indonesia Tbk adalah perusahaan yang bergerak pada bidang eksplorasi, penambangan,

pengolahan dan produksi nikel. Perusahaan ini merupakan kontraktor tunggal pemerintah Indonesia di areal Kontrak Karya (KK) terkhusus pada pertambangan di beberapa daerah di Sulawesi. Perusahaan ini memiliki aset yang besar dan menjadikannya sebagai perusahaan pertambangan nikel terbesar di Indonesia. Dengan kepercayaan yang telah diberikan oleh pemerintah, PT Vale Indonesia Tbk melakukan target peningkatan produksi dalam dua tahun ke depan yang tergambar melalui grafik di gambar 1.1. Dengan adanya peningkatan tersebut, PT Vale Indonesia Tbk akan merasa kesulitan jikalau tidak memiliki sistem yang baik terkait perencanaan kebutuhan bahan baku.

---

Analysis Inventory for Supporting Materials in Nickel Industry Using Material Requirement Planning Method / Alimuddin Total, Iwan Vanany



**Gambar 1.** Target Produksi PT Vale Indonesia Tbk Pada Tahun 2022-2023

Berdasarkan hal tersebut, penulis membuat *Material Requirement Planning* untuk menangani ketersediaan jumlah bahan baku dari nikel. Selain itu, Dengan adanya penggunaan *Material Requirement Planning* mampu membuat penjadwalan ketersediaan dari bahan baku dan waktu pemesanan untuk bahan baku sehingga proses produksi akan berjalan dengan lancar. Dalam aplikasi dari sistem ini, penelitian ini mengutilisasi pemodelan *dynamic lot sizing* dari [3] dan metode pemesanan strategi *level* [4], dan modifikasi *level*. Berdasar dari proses aplikasi, metode pemesanan akan dibandingkan dalam penghasilan total biaya operasional dan jumlah permintaan yang tidak dapat dipenuhi. Selanjutnya, rekomendasi dari proses implementasi diberikan berdasar dari hasil optimum antara kedua strategi. Dengan adanya penggunaan *Material Requirement Planning* diharapkan mampu membuat perkiraan jumlah bahan baku serta penjadwalan ketersediaan dari bahan baku.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dari observasi langsung dan studi literatur. Dari studi literatur, penulis mempelajari penelitian yang serupa dengan yang akan diteliti disini, kondisi eksisting dari permasalahan, dan metodologi yang cocok untuk permasalahan yg telah dijelaskan sebelumnya. Sumber dari penelitian juga beragam, dari berita, buku, jurnal konferensi dan artikel dari berbagai penulis.

Pada tahap awal, penulis melakukan studi literatur yang berkaitan dengan proses produksi nikel dan berkenaan tentang *Material Requirement Planning*. Selanjutnya penulis menentukan data serta variabel yang akan diambil meliputi biaya penyimpanan bahan baku, biaya pemesanan bahan baku, data permintaan produk dan bahan baku, nilai konversi bahan baku ke produk, dan waktu tunggu pemesanan bahan baku. Penetapan pemesanan bahan baku

merupakan variabel keputusan dari studi ini. Kemudian total biaya operasional yang dihasilkan adalah fungsi objektif dari penelitian ini. Setelah data terkumpul dilakukan pengolahan data dengan menggunakan Material Requirement Planning dari masing-masing skenario dan dilakukan analisis perbandingan untuk masing-masing skenario.

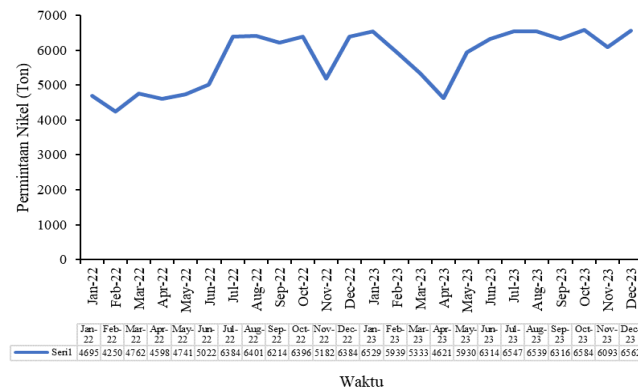
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengambilan Data

Data-data yang digunakan bersumber dari PT Vale Indonesia Tbk dan berikut ini data yang dibutuhkan untuk penunjang dalam penelitian ini adalah

1. Data estimasi produksi nikel tahun 2022-2023

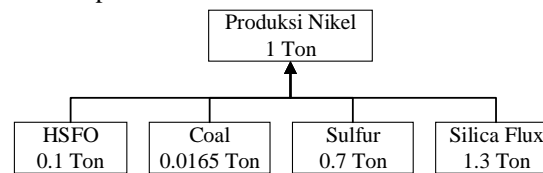
Data estimasi produksi nikel tahun 2022 dan 2023 adalah data penting untuk menentukan kebutuhan keempat bahan penunjang produksi nikel. Data yang dipakai perbulan adalah prediksi permintaan atau rencana produksi nikel dari Tahun 2022-2023. Berikut ini data estimasi produk nikel dari tahun 2022-2023



**Gambar 2.** Data Estimasi Poduk Nikel Tahun 2022-2023

2. Data *bill of material* dari produksi

Berikut ini data *bill of material* dari produksi



**Gambar 3.** Data Bill of Material Produksi

3. Data biaya penyimpanan, biaya pemesanan dan biaya material

Berikut ini data biaya penyimpanan, biaya pemesanan dan biaya material dari masing-masing bahan penunjang.

**Tabel 1.** Data Biaya Penyimpanan, Biaya Pemesanan dan Biaya Material

Material	Biaya pemesanan	Biaya penyimpanan	Biaya material
HSFO	270,5 \$/mt	133,006 \$/mt	9,5976 \$ / ton
Coal	28,88 \$ mt	2 \$/mt	211,2 \$ / ton
Sulfur	78 \$ mt	10 \$/mt	203 \$ / ton
Silica Flux	35 \$ mt	5 \$/mt	23,2 \$ / ton

4. Data kapasitas pengiriman bahan serta data kapasitas inventory bulan desember tahun 2021

Kapasitas pengiriman adalah kapasitas maksimum yang dapat diangkut oleh kapal dalam satu kali pengiriman sedangkan kapasitas inventory bulan desember 2021 adalah stock yang tersisa pada akhir bulan desember 2021. Berikut ini merupakan Data kapasitas pengiriman bahan serta data kapasitas inventory bulan desember tahun 2021 yaitu

**Tabel 2.** Data Kapasitas Pengiriman Serta Kapasitas Inventory Desember 2021

Material	Kapasitas pengiriman	Kapasitas inventory desember 2021
HSFO	15.680 ton/kapal	2.570 ton
Coal	5.000 ton/kapal	620 ton
Sulfur	30.000 ton/kapal	17.350 ton
Silica Flux	40.000 ton/kapal	12.750 ton

5. Data lead time masing-masing bahan

Lead time pengiriman adalah waktu yang dibutuhkan pengiriman dari supplier ke PT Vale Indonesia. Lead time pengiriman menjadi salah satu konstrain dari model optimasi di penelitian ini. Berikut ini data lead time dari masing-masing bahan.

**Tabel 3.** Data Lead Time Masing-Masing Bahan

Bahan Penunjang	Waktu
HSFO	1 bulan
Coal	1 bulan

Sulfur	1 bulan
Silica Flux	1 bulan

### ***Pengolahan Data***

Pengolahan data yang dilakukan menggunakan tabel MRP yang dibantu dengan menggunakan software excel. Berikut ini rumus-rumus yang digunakan dalam software excel.

1. Gross Requirement = Konversi \* Kebutuhan Nikel
2. Schedule receipt = diasumsikan tidak ada pemesanan
3. Projected available balance = projected available balance sebelumnya + kapal A (planned order receipt) + schedule receipt – gross requirement
4. Net requirement = IF((projected available balance sebelum -gross requirement + schedule receipt)<safety stock;safety stock – projected available balance sebelum + gross requirement - ;0)
5. Planned order receipt = ROUNDUP(net requirement/kapasitas kapal;0)
6. Planned order release = waktu pemesanan – waktu lead time (jumlah materialnya sama)
7. Average balance = (projected available balance sebelum + Projected available balance pada saat itu) / 2

### ***Pembuatan MRP Coal dengan Kondisi Eksisting***

Coal adalah salah satu penyusun untuk membuat nikel yang dimana untuk membuat 1 ton nikel membutuhkan 0,0165 ton coal. Pada tabel MRP akan dibuat 3 kondisi yang dimana kondisi eksisting (kapasitas kapal sebesar 5000 ton), skenario 1 (kapasitas kapal sebesar 4000 ton) dan skenario 3 (kapasitas kapal sebesar 2000 ton). Berikut ini tabel MRP beserta total biaya yang dibutuhkan.

**Tabel 4.** Perhitungan MRP untuk Material Coal pada Kondisi Eksisting

Month	Des 2021	Jan-22	Feb-22	Mar-22	Apr-22	May-22
1. Gross requirement	0,00	77,46	70,12	78,58	75,87	78,23
2. Schedule receipt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3. Projected available balance	620,00	542,54	5472,41	5393,84	5317,96	5239,73
4. Net requirement	0,00	0,00	-27,59	0,00	0,00	0,00
5. Planned order receipt	0,00	0,00	<b>5000,00</b>	0,00	0,00	0,00
Kapal A	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
6. Planned order release	<b>5000,00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7. Average Balance	0,00	581,27	3007,47	5433,12	5355,90	5278,84

Analysis Inventory for Supporting Materials in Nickel Industry Using Material Requirement Planning Method / Alimuddin Tola1, Iwan Vanany

**Tabel 5.** Perhitungan MRP untuk Material Coal pada Kondisi Eksisting

Month	Jun-22	Jul-22	Aug-22	Sep-22	Oct-22	Nov-22	Dec-22
1. Gross requirement	82,87	105,33	105,62	102,53	105,53	85,51	105,33
2. Schedule receipt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
3. Projected available balance	5156,86	5051,53	4945,91	4843,38	4737,84	4652,33	4.547,00
4. Net requirement	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
5. Planned order receipt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Kapal A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
6. Planned order release	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
7. Average Balance	5198,29	5104,19	4998,72	4894,64	4790,61	4695,09	4.599,67

**Tabel 6.** Perhitungan MRP untuk Material Coal pada Kondisi Eksisting

Month	Jan-23	Feb-23	Mar-23	Apr-23	May-23	Jun-23
1. Gross requirement	107,73	97,99	87,99	76,24	97,84	104,18
2. Schedule receipt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3. Projected available balance	4439,27	4341,28	4253,29	4177,04	4079,20	3975,03
4. Net requirement	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5. Planned order receipt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kapal A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6. Planned order release	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7. Average Balance	4493,14	4390,27	4297,28	4215,16	4128,12	4027,12

**Tabel 7.** Perhitungan MRP untuk Material Coal pada Kondisi Eksisting

Month	Jul-23	Aug-23	Sep-23	Oct-23	Nov-23	Dec-23
1. Gross requirement	108,03	107,89	104,21	108,63	100,54	108,27
2. Schedule receipt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3. Projected available balance	3867,00	3759,11	3654,90	3546,26	3445,73	3337,45
4. Net requirement	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5. Planned order receipt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kapal A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6. Planned order release	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7. Average Balance	3921,01	3813,05	3707,00	3600,58	3496,00	3391,59

Dari tabel tersebut, terdapat planned order receipt yang dimana jikalau pada tabel tersebut terdapat nilainya maka perusahaan perlu membeli bahan baku tersebut dan jumlah pembelian yang dilakukan tergantung kapasitas maksimal yang dapat diangkut oleh kapal. Selain itu planned order release adalah jumlah barang yang telah dipesan akan sampai dengan waktu sampainya adalah waktu pemesanan dikurangi waktu lead time. Dari hasil perhitungan tersebut, berikut ini total biaya yang dibutuhkan untuk kondisi eksisting.

**Tabel 8.** Cost Material Coal Kondisi Eksisting

Holding cost	205.553,75	\$/mt
Order cost	28,88	/transaksi
Material cost	66.000,00	\$/mt
<b>Total Cost</b>	<b>271.582,63</b>	

Dengan menggunakan cara yang sama berikut ini masing-masing summary harga untuk setiap material dan setiap scenario.

**Tabel 9.** Cost Material Coal Skenario 1

Holding cost	159.553,75	\$/mt
Order cost	28,88	/transaksi
Material cost	52.800,00	\$/mt
<b>Total Cost</b>	<b>212.382,63</b>	

**Tabel 10.** Cost Material Coal Skenario 2

Holding cost	75.553,75	\$/mt
Order cost	57,76	/transaksi
Material cost	52.800,00	\$/mt
<b>Total Cost</b>	<b>128.411,51</b>	

**Tabel 11.** Cost Material HSFO Kondisi Eksisting

Holding cost	\$ 38.448.212,40	\$/mt
Order cost	\$ 271	/transaksi
Material cost	\$ 150.490,37	\$/mt
<b>Total Cost</b>	<b>\$ 38.598.973,26</b>	

**Tabel 12.** Cost Material HSFO Skenario 1

Holding cost	\$ 23.067.360,50	\$/mt
Order cost	\$ 541	/transaksi
Material cost	\$ 188.112,96	\$/mt
<b>Total Cost</b>	<b>\$ 23.256.014,46</b>	



**Tabel 13.** Cost Material HSFO Skenario 2

Holding cost	\$ 18.765.935,81	\$/mt
Order cost	\$ 541	/transaksi
Material cost	\$ 131.679,07	\$/mt
Total Cost	\$ 18.898.155,89	

**Tabel 14.** Cost Material Sulfur Kondisi Eksisting

Holding cost	\$ 4.665.703,55	\$/mt
Order cost	\$ 234	/transaksi
Material cost	\$ 18.274.477,90	\$/mt
Total Cost	\$ 22.940.415,45	

**Tabel 15.** Cost Material Sulfur Skenario 1

Holding cost	\$ 5.865.703,55	\$/mt
Order cost	\$ 234	/transaksi
Material cost	\$ 24.365.970,54	\$/mt
Total Cost	\$ 30.231.908,09	

**Tabel 16.** Cost Material Sulfur Skenario 2

Holding cost	\$ 3.665.703,55	\$/mt
Order cost	\$ 390	/transaksi
Material cost	\$ 20.304.975,45	\$/mt
Total Cost	\$ 23.971.069,00	

**Tabel 17.** Cost Material Silica Flux Kondisi Eksisting

Holding cost	\$ 3.453.010,44	\$/mt
Order cost	\$ 175	/transaksi
Material cost	\$ 4.643.470,99	\$/mt
Total Cost	\$ 8.096.656,43	

**Tabel 18.** Cost Material Silica Flux Skenario 1

Holding cost	\$ 2.853.010,44	\$/mt
Order cost	\$ 210	/transaksi
Material cost	\$ 4.179.123,89	\$/mt
Total Cost	\$ 7.032.344,33	

**Tabel 19.** Cost Material Silica Flux Skenario 2

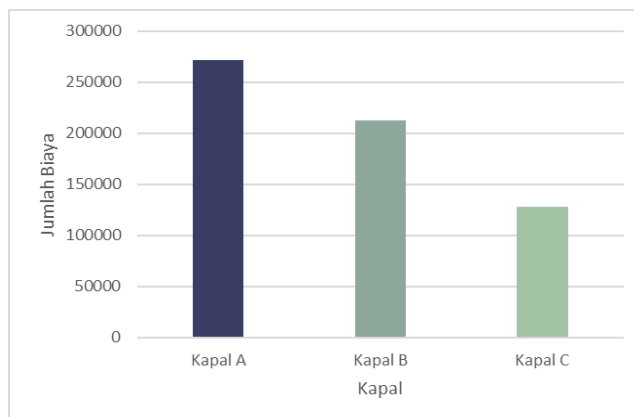
Holding cost	\$ 2.153.010,44	\$/mt
Order cost	\$ 315	/transaksi
Material cost	\$ 4.179.123,89	\$/mt
Total Cost	\$ 6.332.449,33	

### Pembahasan

Dari tabel di atas berikut ini perbandingan cost dari masing masing material.

#### A. Coal

Total cost adalah total biaya yang dibutuhkan perusahaan untuk melakukan suatu produksi yang dimana didapat dari holding cost, order cost dan material cost. berikut ini grafik perbandingan material cost dari bahan baku coal untuk masing-masing kondisi yaitu kondisi eksisting, skenario 1 dan skenario 2.



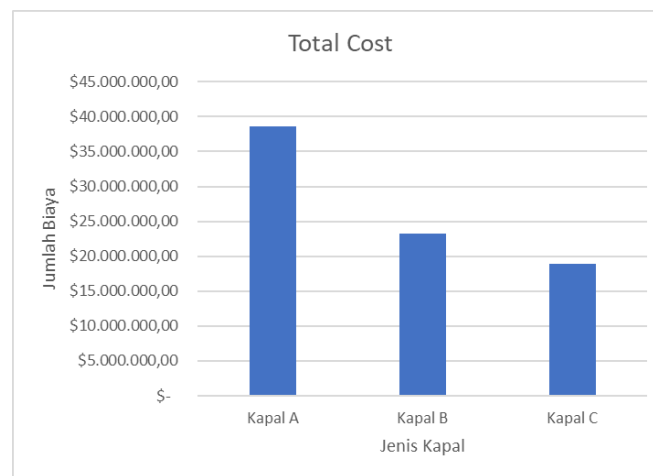
**Gambar 4.** Perbandingan Total Coal pada Kondisi Eksisting (Kapal A), Skenario 1 (Kapal B), Skenario 2 (Kapal C)

Kapal A digunakan untuk kondisi eksisting, kapal B digunakan untuk skenario 1 dan kapal C digunakan untuk skenario 2. Dari grafik perbandingan tersebut dapat dilihat bahwasanya kapal C memiliki nilai total cost yang terendah dibandingkan kapal A dan Kapal B. Salah satu faktor yang membuat kapal C memiliki total cost yang terendah adalah kapal C memiliki biaya holding cost yang paling rendah. Biaya holding cost sangat dipengaruhi oleh material yang dibawa dan di dalam tabel juga terdapat beberapa penumpukan dari inventory. Penumpukan ini yang membuat biaya holding cost menjadi tinggi, apalagi jikalau kapal yang membawa material dengan yang paling banyak akan

membuat penumpukan yang cukup banyak dibandingkan dengan kapal yang membawa material yang sedikit. Penumpukan ini terjadi dikarenakan demand yang sedikit dibandingkan supply. Selain itu terdapat peraturan untuk safety stock dari perusahaan terkait sehingga jikalau material sudah dibawah kondisi safety stock maka perlu dilakukan pemesanan. Setelah dilakukan pemesanan pada kondisi tersebut, pada bulan berikutnya akan terjadi kenaikan dari holding cost karena akan banyak biaya untuk inventori. Sehingga dapat disimpulkan untuk material coal disarankan untuk menggunakan kapal C yaitu skenario 2 yang dimana kapal ini membawa 2.000 ton.

#### B. HSFO

Total cost adalah total biaya yang dibutuhkan perusahaan untuk melakukan suatu produksi yang dimana didapat dari holding cost, order cost dan material cost. Berikut ini grafik perbandingan material cost dari bahan baku coal untuk masing-masing kondisi yaitu kondisi eksisting, skenario 1 dan skenario 2.



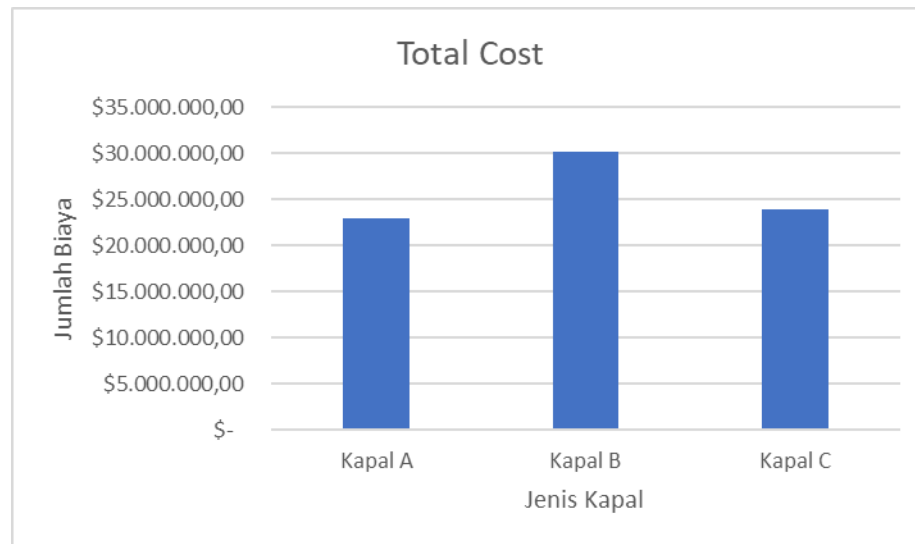
**Gambar 5.** Perbandingan Total Cost HSFO pada Kondisi Eksisting (Kapal A), Skenario 1 (Kapal B), Skenario 2 (Kapal C)

Kapal A digunakan untuk kondisi eksisting, kapal B digunakan untuk skenario 1 dan kapal C digunakan untuk skenario 2. Dari grafik perbandingan tersebut dapat dilihat bahwasanya kapal C memiliki nilai total cost yang terendah dibandingkan kapal A dan Kapal B. Salah satu faktor yang membuat kapal C memiliki total cost yang terendah adalah kapal C memiliki biaya holding cost yang paling rendah. Biaya holding cost sangat dipengaruhi oleh material yang dibawa dan di dalam tabel juga terdapat beberapa penumpukan dari

inventory. Penumpukan ini yang membuat biaya holding cost menjadi tinggi, apalagi jikalau kapal yang membawa material dengan yang paling banyak akan membuat penumpukan yang cukup banyak dibandingkan dengan kapal yang membawa material yang sedikit. Penumpukan ini terjadi dikarenakan demand yang sedikit dibandingkan supply. Selain itu terdapat peraturan untuk safety stock dari perusahaan terkait sehingga jikalau material sudah dibawah kondisi safety stock maka perlu dilakukan pemesanan. Setelah dilakukan pemesanan pada kondisi tersebut, pada bulan berikutnya akan terjadi kenaikan dari holding cost karena akan banyak biaya untuk inventori. Sehingga dapat disimpulkan untuk material coal disarankan untuk menggunakan kapal C yaitu skenario 2 yang dimana kapal ini membawa 6.860 ton.

### C. Sulfur

Total cost adalah total biaya yang dibutuhkan perusahaan untuk melakukan suatu produksi yang dimana didapat dari holding cost, order cost dan material cost. Berikut ini grafik perbandingan material cost dari bahan baku coal untuk masing-masing kondisi yaitu kondisi eksisting, skenario 1 dan skenario 2.



**Gambar 6.** Perbandingan Total Cost Sulfur pada Kondisi Eksisting (Kapal A), Skenario 1 (Kapal B), Skenario 2 (Kapal C)

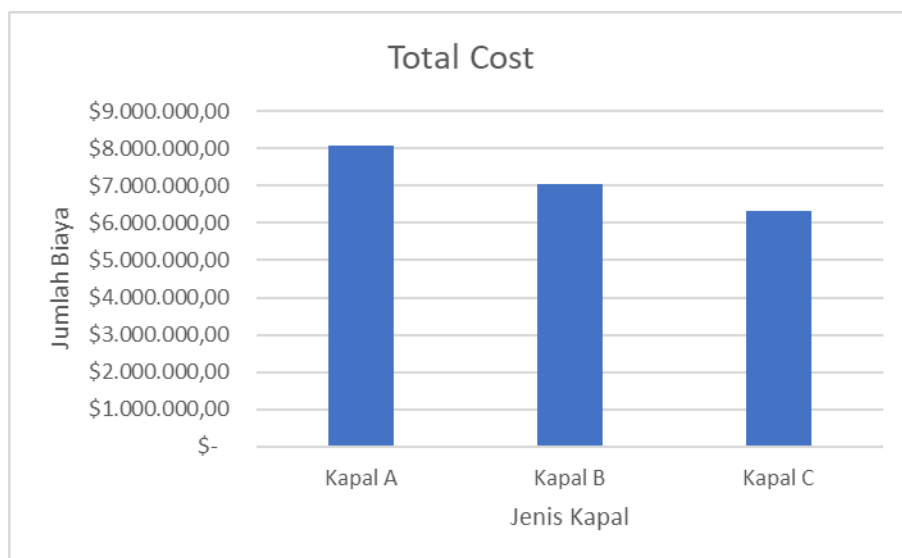
Kapal A digunakan untuk kondisi eksisting, kapal B digunakan untuk skenario 1 dan kapal C digunakan untuk skenario 2. Dari grafik perbandingan tersebut dapat dilihat bahwasanya kapal A memiliki nilai total cost yang terendah dibandingkan kapal C dan Kapal B. Salah satu faktor yang membuat kapal A memiliki total cost yang terendah adalah kapal A memiliki biaya holding cost yang paling rendah. Biaya holding cost sangat dipengaruhi oleh material yang dibawa dan di dalam tabel juga terdapat beberapa

penumpukan dari inventory. Penumpukan ini yang membuat biaya holding cost menjadi tinggi, apalagi jikalau kapal yang membawa material dengan yang paling banyak akan membuat penumpukan yang cukup banyak dibandingkan dengan kapal yang membawa material yang sedikit. Penumpukan ini terjadi dikarenakan demand yang sedikit dibandingkan supply. Selain itu terdapat peraturan untuk safety stock dari perusahaan terkait sehingga jikalau material sudah dibawah kondisi safety stock maka perlu dilakukan pemesanan. Setelah dilakukan pemesanan pada kondisi tersebut, pada bulan berikutnya akan terjadi

kenaikan dari holding cost karena akan banyak biaya untuk inventori. Sehingga dapat disimpulkan untuk material coal disarankan untuk menggunakan kapal A yaitu kondisi eksisting yang dimana kapal ini membawa 30.000 ton.

D. Silica Flux

Total cost adalah total biaya yang dibutuhkan perusahaan untuk melakukan suatu produksi yang dimana didapat dari holding cost, order cost dan material cost. Berikut ini grafik perbandingan material cost dari bahan baku coal untuk masing-masing kondisi yaitu kondisi eksisting, skenario 1 dan skenario 2.



**Gambar 7.** Perbandingan Total Cost Silica Flux pada Kondisi Eksisting (Kapal A), Skenario 1 (Kapal B), Skenario 2 (Kapal C)

Kapal A digunakan untuk kondisi eksisting, kapal B digunakan untuk skenario 1 dan kapal C digunakan untuk skenario 2. Dari grafik perbandingan tersebut dapat dilihat bahwasanya kapal C memiliki nilai total

cost yang terendah dibandingkan kapal A dan Kapal B. Salah satu faktor yang membuat kapal C memiliki total cost yang terendah adalah kapal C memiliki biaya holding cost yang paling rendah. Biaya holding cost sangat dipengaruhi oleh material yang dibawa dan di dalam tabel juga terdapat beberapa penumpukan dari inventory. Penumpukan ini yang membuat biaya holding cost menjadi tinggi, apalagi jikalau kapal yang membawa material dengan yang paling banyak akan membuat penumpukan yang cukup banyak

dibandingkan dengan kapal yang membawa material yang sedikit. Penumpukan ini terjadi dikarenakan demand yang sedikit dibandingkan supply. Selain itu terdapat peraturan untuk safety stock dari perusahaan terkait sehingga jikalau material sudah dibawah kondisi safety stock maka perlu dilakukan pemesanan. Setelah dilakukan pemesanan pada kondisi tersebut, pada bulan berikutnya akan terjadi kenaikan dari holding cost karena akan banyak biaya untuk inventori. Sehingga dapat disimpulkan untuk material coal disarankan untuk menggunakan kapal C yaitu skenario 2 yang dimana kapal ini membawa 20.000 ton.

## SIMPULAN

PT. Vale Indonesia sebagai salah satu penyedia Nikel di dalam dan luar negeri perlu menerapkan kebijakan *material requirement planning* untuk dapat mengefisiensikan biaya logistiknya yaitu holding costs, material costs dan ordering cost-nya untuk setiap bahan penunjang yang dibutuhkannya. Ukuran kapal perlu menjadi pertimbangan Sebagai lot size pembelian bahan penunjangnya. Hasilnya penunjukkan bahwa untuk bahan penunjang coal, kapal jenis C dengan ukuran 2.000 ton lebih efisien dibandingkan dengan kapal jenis A (5.000 ton) dan kapal jenis B (4.000 ton). Adapun untuk waktu pembelian material coal yaitu januari 2022 dan oktober 2023 dengan total penghematan sebesar \$143.171,2 atau sekitar 52%

Untuk bahan penunjang HSFO, kapal jenis C dengan ukuran 6.860 ton lebih efisien dibandingkan dengan kapal jenis A (15.680 ton) dan kapal jenis B (9.800 ton). Adapun untuk waktu pembelian material HSFO yaitu Januari 2022 dan April 2023 dengan total penghematan sebesar \$19.700.817,38 atau sekitar 51%

Untuk bahan penunjang Sulfur, kapal jenis A dengan ukuran 30.000 ton lebih efisien dibandingkan dengan kapal jenis B (40.000 ton) dan kapal jenis C (20.000 ton). Adapun untuk waktu pembelian sulfur yaitu Maret 2022, November 2022, Juni 2023 dengan tetap menggunakan kondisi eksisting.

Untuk bahan penunjang Silica Flux, kapal jenis C dengan ukuran 20.000 ton lebih efisien dibandingkan dengan kapal jenis A (40.000 ton) dan kapal jenis B (30.000 ton) Adapun waktu pembelian Silica Flux yaitu Desember 2021, April 2022, Juni 2022, September 2022, Desember 2022, Februari 2023, Mei 2023, Juli 2023, Oktober 2023 dengan total penghematan sebesar \$1.764.207,10 atau sekitar 22%.

Implikasi praktis dari penelitian ini adalah manajer yang terkait dapat memilih ukuran kapal yang efisien dan kapan dilakukan pembeliannya. Penelitian ini juga dapat dilakukan untuk bahan penunjang lainnya dengan mempertimbangkan ukuran moda transportasinya. Bila ada discount berdasarkan jumlah pembelian bahan penunjangnya oleh para vendornya, faktor discount dapat dihitung juga. Akan tetapi informasi discount tidak dinyatakan oleh pihak perusahaan.

## SARAN

Penelitian yang dilakukan tentunya disimulasikan dengan pola permintaan deterministik. Apabila studi selanjutnya menggunakan pola ketidakpastian dalam formulasi model, proses pencarian solusi akan lebih baik. Juga analisis jumlah hasil nikel yang dapat dijual dapat menganalisis keuntungan perusahaan lebih komprehensif dibanding hanya menganalisis total biaya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Nakajima *et al.*, “Global distribution of material consumption: Nickel, copper, and iron,” *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 133, no. August 2017, pp. 369–374, Jun. 2018, doi: 10.1016/j.resconrec.2017.08.029.
- [2] Andrianto, R., “Duh..! Indonesia Jadi ‘Biang Kerok’ Loyonya Harga Nikel,” *CNBC Indonesia*, 2021.  
<https://www.cnbcindonesia.com/market/20211115162205-17-291669/duh-indonesia-jadi-biang-kerok-loyonya-harga-nikel>
- [3] H. M. Wagner and T. M. Whitin, “Dynamic Version of the Economic Lot Size Model,” *Manage. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 89–96, Oct. 1958, doi: 10.1287/mnsc.5.1.89.
- [4] A. Jamalnia, J. B. Yang, D. L. Xu, and A. Feili, “Novel decision model based on mixed chase and level strategy for aggregate production planning under uncertainty: Case study in beverage industry,” *Comput. Ind. Eng.*, vol. 114, no. August, pp. 54–68, 2017, doi: 10.1016/j.cie.2017.09.044.