

**ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BATUBARA DALAM
PEMBUATAN SEMEN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LOT*
*SIZING***

(Studi Kasus Pada PT. Semen Tonasa)



OLEH:

NURUL MUTMAINNAH

D071171003

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021

**ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BATUBARA DALAM
PEMBUATAN SEMEN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LOT***

SIZING

(Studi Kasus Pada PT. Semen Tonasa)



OLEH:

NURUL MUTMAINNAH

D071171003

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2021

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nurul Mutmainnah

NIM : D071 17 1003

Program Studi : Teknik Industri

Judul Tugas Akhir : Analisis Pengendalian Persediaan Batubara dalam Pembuatan Semen dengan Menggunakan Metode *Lot Sizing* (Studi Kasus Pada PT. Semen Tonasa)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Tugas Akhir ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas. Demikian lembar pernyataan ini, saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh dan sanksi lain sesuai dengan aturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin, Makassar.

Gowa, 13 oktober 2021

Yang Membuat Pernyataan



Nurul Mutmainnah

D071 17 1003

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir:

**ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BATUBARA DALAM
PEMBUATAN SEMEN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LOT*
*SIZING***

(Studi Kasus Pada PT. Semen Tonasa)

Disusun oleh:

NURUL MUTMAINNAH

D071171003

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. Santa Asmal, ST., MT
NIP. 19681005199603 1 002




Dr. Eng. Ir. Irwan Setiawan, ST., MT
NIP. 19760602 200501 1 002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin




Dr. Ir. Saiful, ST., MT., IPM
NIP. 19810606 200604 1 004

ABSTRAK

PT. Semen Tonasa merupakan produsen semen terbesar di kawasan Indonesia timur yang berlokasi di Desa Biringere, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan. Permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah total biaya pengendalian persediaan batubara yang relatif tinggi. Hal ini disebabkan karena batubara yang merupakan bahan bakar utama memiliki harga pembelian per ton paling tinggi jika dibandingkan dengan bahan lainnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengendalian persediaan batubara yang paling optimal agar dapat meminimalkan total biaya pengendalian persediaan.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi, maka dilakukan perencanaan persediaan menggunakan metode *Fixed Period Requirement* (FPR), *Least Unit Cost* (LUC), *Silver-Meal*, dan *Algoritma Wagner-Whitin* (AWW). Data yang digunakan adalah data pemakaian batubara tahun 2019 dan tahun 2020. Tahap pertama yang dilakukan ialah peramalan permintaan menggunakan *Single Moving Average*, *single exponential smoothing* dan *Weighted Moving Average*, kemudian menentukan *safety stock* dan *reorder point*, kuantitas pemesanan optimal, dan total biaya persediaan.

Hasil dari penelitian yang dilakukan ialah diperoleh *safety stock* dan *reorder point* setiap jenis *material* untuk mengantisipasi apabila terjadi *stock out*, serta lot size yang optimal agar tidak terjadi *overstock*. Hasil yang didapatkan setelah melakukan perhitungan menggunakan metode FPR adalah sebesar Rp. 64.951.126.133,65, metode LUC menunjukkan hasil sebesar Rp. 52.702.752.611,12, metode *Silver-Meal* menunjukkan hasil sebesar Rp. 52.675.725.175,77 dan metode AWW menunjukkan hasil sebesar Rp. 52.712.144.761,79 Berdasarkan hasil tersebut maka metode yang menghasilkan total biaya minimum adalah metode *Least Unit Cost* (LUC).

Kata kunci: *Persediaan, Peramalan, Fixed Period Requirement, Least Unit Cost, Silver Meal Algorithm, Wagner Within Algorithm.*

ABSTRACT

PT. Semen Tonasa is the largest cement producer in eastern Indonesia, located in Biringere Village, Bungoro District, Pangkep Regency, South Sulawesi. The problem faced by the company is the relatively high total cost of controlling coal inventories. This happens because coal (the main fuel of kiln machine) has the highest purchase price per ton when compared to other materials. Therefore, this study aims to determine the most optimal coal inventory control in order to minimize the total cost of inventory control.

Based on the problems faced by the company, inventory planning was carried out using the Fixed Period Requirement (FPR) method, Least Unit Cost (LUC) method, Silver-Meal method, and the Wagner-Whitin Algorithm (AWW) method. The data used is coal usage data in 2019 and 2020. The first step is to forecast demand using a Single Moving Average, single exponential smoothing and Weighted Moving Average, then determine the safety stock and reorder point, optimal order quantity, and total inventory cost.

The results of the research conducted are obtained safety stock and reorder points for each type of material to anticipate stock outs, as well as optimal lot sizes to avoid overstocks. The results obtained after performing calculations using the FPR method are Rp. 64.951.126.133,65, the LUC method are Rp. 52.702.752.611,12, the Silver-Meal method are Rp. 52.675.725.175,77 and the AWW method are Rp. 52.712.144.761,79. Based on these results, the method that produces the minimum total cost is the Least Unit Cost (LUC) method.

Keywords: Inventory, Forecasting, Fixed Period Requirement, Least Unit Cost, Silver Meal Algorithm, Wagner Within Algorithm.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur syukur penulis panjatkan atas berkat rahmat dan ridho Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga Penulis dapat menyusun skripsi yang berjudul “ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BATUBARA DALAM PEMBUATAN SEMEN DENGAN MENGGUNAKAN METODE LOT SIZING (Studi Kasus Pada PT. Semen Tonasa)”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Tulisan ini didedikasikan untuk kedua orang tua tercinta penulis yakni Bapak Matla Ilfajar dan Ibu Andi Sukmawati yang selalu bersabar dan senantiasa memberikan doa dan harapan agar kelak anaknya menjadi orang yang beriman, berilmu, dan berguna bagi agama, nusa, dan bangsa. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Saiful, ST., MT., IPM, selaku Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT. selaku Pembimbing I terima kasih atas segala bimbingannya selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Irwan Setiawan, ST., MT. selaku Pembimbing II terima kasih atas segala bimbingannya selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan banyak ilmu, nasihat, dan pengalaman kepada penulis selama menempuh studi di dunia perkuliahan.
5. Ibu Hikmah dan Ibu Mufly yang dengan sangat baik membantu dan melayani segala keperluan administrasi kampus penulis selama berada di Departemen Teknik Industri.
6. Bapak H. Ilyas HM, Ir selaku *Senior Manager of HC Operational* yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian di PT. Semen Tonasa.

7. Keluarga besar PT. Semen Tonasa dari Unit kerja Departemen Pengadaan: Bapak Arham Rafiq, dan Bapak Eldy, Unit kerja Departemen *Quality Control*: Bapak Alfian, Unit Gudang: Bapak Rustam Aziz dan Unit kerja Departemen Akuntansi: Bapak Ibnu terima kasih atas bantuan, bimbingan, dan arahan yang diberikan selama penulis melakukan penelitian.
8. Diri saya sendiri yang pantang menyerah, dan sudah mau bersabar.
9. Nurul Maghfirah selaku kakak saya yang selalu sabar dan mengalah.
10. Teman-teman KA17EN yang selalu bersama baik suka maupun duka, yang selalu membuat tertawa. Terimakasih karena telah mengajarkan banyak hal. Terimakasih atas pengalaman dan kenangan indahnyanya selama ini. Terkhusus Hamida Mukhtar, Nurlaila Latif, Srinaina Nurainun dan Radhi Zulakhsari yang selalu memberikan semangat, selalu sabar dan membantu banyak hal selama penyusunan tugas akhir ini.
11. Serta seluruh pihak yang telah membantu terselesainya tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Demikian tugas akhir ini penulis buat, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya mahasiswa/i Teknik Industri. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu, saran dan kritik yang sifatnya membangun dari pembaca sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan ke depannya.

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iiiv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
i	
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ixx
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xivv
DAFTAR RUMUS	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Batasan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.6 Sistematika Penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Persediaan.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Definisi Persediaan	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 Penyebab Persediaan	Error! Bookmark not defined.
2.1.3 Fungsi Persediaan	Error! Bookmark not defined.
2.1.4 Jenis Persediaan	Error! Bookmark not defined.
2.1.5 Biaya Persediaan.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.6 Tujuan Persediaan.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Peramalan (<i>Forecasting</i>)	Error! Bookmark not defined.
2.3 Metode Peramalan	Error! Bookmark not defined.
2.4 Kriteria Performansi Peramalan.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Titik Pemesanan Kembali (<i>Reorder point</i>).....	Error! Bookmark not defined.

2.6	<i>Safety Stock</i>	Error! Bookmark not defined.
2.7	<i>Lot sizing</i>	Error! Bookmark not defined.
2.7.1	<i>Fixed Period Requirement</i>	Error! Bookmark not defined.
2.7.2	<i>Silver-Meal</i>	Error! Bookmark not defined.
2.7.3	Algoritma Wagner-Whitin (AWW) ..	Error! Bookmark not defined.
2.7.4	<i>Least Unit Cost (LUC)</i>	Error! Bookmark not defined.
2.8	Penelitian Pendahulu	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		Error! Bookmark not defined.
3.1	Objek Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2	Metode Pengumpulan Data	Error! Bookmark not defined.
3.3	Sumber Data	Error! Bookmark not defined.
3.4	Prosedur Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.5	Flow Chart Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.6	Kerangka Pikir	Error! Bookmark not defined.
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		Error! Bookmark not defined.
4.1	Pengumpulan Data	Error! Bookmark not defined.
4.1.1	Data Historis Pemakaian Batubara ...	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	Biaya Persediaan	Error! Bookmark not defined.
4.1.3	Data <i>Lead Time</i>	Error! Bookmark not defined.
4.1.4	<i>Service Level</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2	Pengolahan Data	Error! Bookmark not defined.
4.2.1	Peramalan	Error! Bookmark not defined.
4.2.2	<i>Safety Stock</i> dan <i>Reorder point</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.3	Metode FPR (<i>Fixed Period Requirement</i>)	Error! Bookmark not defined.
4.2.4	Metode <i>Least Unit Cost (LUC)</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.5	Metode <i>Silver-Meal</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.6	Algoritma Wagner-Whitin (AWW) ..	Error! Bookmark not defined.
4.2.7	Pengendalian Persediaan <i>Eksisting</i> ...	Error! Bookmark not defined.
4.2.8	<i>Total Inventory Cost</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN		Error! Bookmark not defined.

5.1 Analisa Hasil Peramalan	Error! Bookmark not defined.69
5.2 Analisa Perencanaan Persediaan.....	Error! Bookmark not defined.0
5.2.1 Persediaan Pengaman (<i>Safety Stock</i>)	Error! Bookmark not defined.0
5.2.2 Titik Pemesanan Kembali (<i>Reorder point</i>).....	Error! Bookmark not defined.0
5.2.3 Ukuran Pemesanan (<i>Lot sizing</i>)	Error! Bookmark not defined.1
5.3 Analisis Perbandingan Total Biaya Persediaan	Error! Bookmark not defined.2
BAB VI PENUTUP	Error! Bookmark not defined.6
6.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.6
6.2 Saran	Error! Bookmark not defined.7
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.8
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Posisi Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 Data Pemakaian Batubara.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Biaya Pemesanan Batubara 4100 GAR dan 4200 GAR	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Data Biaya Penyimpanan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 Hasil Peramalan Metode <i>Single Moving Average</i> Batubara 4100 GAR	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Hasil Peramalan Metode <i>Weighted Moving Average</i> Batubara 4100 GAR	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6 Hasil Peramalan Metode <i>Single Exponential Smoothing</i> Batubara 4100 GAR	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7 Tingkat Kesalahan Peramalan <i>Single Moving Average</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 8 Tingkat Kesalahan Peramalan <i>Weighted Moving Average</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 9 Tingkat Kesalahan Peramalan <i>Single Exponential Smoothing</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 10 Hasil Peramalan <i>Single Exponential Smoothing</i> $\alpha = 0,9$	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan <i>Safety Stock</i> dan <i>Reorder point</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 12 Perhitungan Lot Untuk Batubara 4100 GAR Menggunakan FPR	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 13 Perhitungan Lot Untuk Batubara 4200 GAR Menggunakan FPR	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 14 <i>Total Inventory Cost</i> untuk Jenis Batubara Menggunakan Metode FPR	Error! Bookmark not defined.

Tabel 4. 15 Perhitungan Metode LUC pada Batubara 4100 GAR **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 16 Perhitungan Metode LUC pada Batubara 4100 GAR **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 17 Perhitungan Metode LUC pada Batubara 4200 GAR **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 18 Perhitungan Metode LUC pada Batubara 4200 GAR **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 19 *Total Inventory Cost* untuk Jenis Batubara Menggunakan Metode LUC **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 20 Perhitungan Metode *Silver-Meal* pada Batubara 4100 GAR..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 21 MRP dengan Metode *Silver-Meal* pada Batubara 4100 GAR.... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 22 Perhitungan Metode *Silver-Meal* pada Batubara 4200 GAR..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 23 MRP dengan Metode *Silver-Meal* pada Batubara 4200 GAR.... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 24 *Total Inventory Cost* untuk Jenis Batubara Menggunakan Metode *Silver-Meal*..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 25 Permintaan batubara 4100 GAR **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 26 Alternatif Pemenuhan Pesanan (Qce) Batubara 4100 GAR **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 27 Total Biaya Variabel (Zce) untuk Batubara 4100 GAR **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 28 Perhitungan Biaya Minimum Batubara 4100 GAR **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 29 *Offsetting* Batubara 4100 GAR..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.30 *Total Inventory Cost* Batubara Menggunakan Metode *Algoritma Wagner-Whitin* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 31 *Total Inventory Cost* Batubara Menggunakan Metode *Min-Max***Error!**

Bookmark not defined.

Tabel 4. 26 Perbandingan *Total Inventory Cost***Error! Bookmark not defined.**

Tabel 5. 1 Perbandingan *Total Inventory Cost* Menggunakan LFL, FPR, dan *Silver-*

Meal.....**Error!**

Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 2 Kerangka Pikir**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR RUMUS

Persamaan (1) <i>Single Moving Average</i>	Error! Bookmark not defined.
Persamaan (2) <i>Single Exponential Smoothing</i>	Error! Bookmark not defined.
Persamaan (3) <i>Mean Square Error</i>	Error! Bookmark not defined.
Persamaan (4) <i>Mean Absolute Deviation</i>	Error! Bookmark not defined.
Persamaan (5) <i>Mean Absolute Percentage Error</i>	Error! Bookmark not defined. 7
Persamaan (6) <i>Mean Forecast Error</i>	Error! Bookmark not defined.
Persamaan (7) <i>Reorder point</i>	Error! Bookmark not defined.
Persamaan (8) <i>Safety Stock</i>	Error! Bookmark not defined.
Persamaan (9) Rumus <i>Silver-Meal</i>	19
Persamaan (10) Menghitung Q_{ce} -----	20
Persamaan (11) Biaya Variabel (Z_{ce}).....	20
Persamaan (12) Biaya Minimum.....	20
Persamaan (13) Ukuran lot F_n	20
Persamaan (14) Ukuran lot F_{w-1}	21
Persamaan (15) Ukuran lot f_{u-1}	21
Persamaan (16) Total biaya yang relevan.....	21
Persamaan (17) Menghitung TRC.....	21
Persamaan (18) Menghitung Q	21

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia dari tahun ke tahun semakin pesat. Hal ini ditandai dengan ilmu pengetahuan yang semakin berkembang disertai teknologi yang semakin canggih. Perusahaan secara tidak langsung dituntut untuk terus berinovasi serta terus meningkatkan kinerja perusahaannya. Ketatnya persaingan bisnis pada zaman ini, menyebabkan banyak perusahaan-perusahaan yang gagal untuk mempertahankan keberlangsungan bisnis perusahaannya dikarenakan tidak dapat mengikuti perkembangan zaman. Oleh karena itu, perusahaan harus terus melakukan peningkatan efisiensi kinerja perusahaan agar dapat terus bertahan serta bersaing dengan perusahaan-perusahaan yang ada.

Dalam peningkatan efisiensi, diperlukan beberapa aspek. Salah satu aspeknya ialah pemenuhan permintaan pasar. Dalam pemenuhan permintaan pasar dilakukan kegiatan peramalan, peramalan dilakukan agar dapat memperkirakan permintaan pasar. Kegiatan peramalan merupakan salah satu bagian dari sistem perencanaan produksi, dimana sistem perencanaan produksi yang optimal dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses produksi.

PT Semen Tonasa merupakan produsen semen terbesar di kawasan Indonesia timur yang berlokasi di Desa Biringere, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan. Salah satu misi dari PT Semen Tonasa adalah memproduksi semen untuk memenuhi kebutuhan konsumen dengan kualitas dan harga bersaing serta penyerahan tepat waktu, untuk itu pengendalian persediaan terhadap bahan produksi dalam proses produksi sangat penting dalam mewujudkan salah satu misi perusahaan. Bahan produksi yang digunakan terdiri atas dua yaitu bahan baku dan bahan bakar. Berdasarkan jurnal dari Latief (2016), Bahan baku yang digunakan adalah batu kapur, tanah liat, pasir silica, pasir besi, gypsum, dan pozzolan. Sedangkan bahan bakar

yang digunakan adalah batubara (bahan bakar utama), *Industrial Diesel Oil* dan BBM (Bahan Bakar Minyak) berupa biomas atau oli bekas.

Dalam pemesanannya, PT Semen Tonasa memasok batubara dari beberapa vendor yang telah terikat oleh kontrak dengan batas waktu yang telah ditentukan. PT Semen Tonasa mendapatkan kendala pada pengendalian persediaan batubara. Berdasarkan hasil observasi peneliti, wawancara dan Analisa data penulis, batubara merupakan bahan bakar utama yang memiliki harga pembelian per ton paling tinggi jika dibandingkan dengan bahan lainnya. Hal ini menyebabkan total biaya pengendalian persediaan batubara menjadi relatif tinggi. Dampak yang terjadi untuk perusahaan ialah perusahaan mengeluarkan cukup banyak uang untuk persediaan batubara. PT Semen Tonasa menggunakan 3 jenis batubara dengan satuan GAR (*gross air-received*) yang dibagi berdasarkan jumlah kalori yang terkandung di dalamnya, yaitu; batubara 4000 GAR, batubara 4100 GAR, dan batubara 4200 GAR. Namun, seringkali tonasa hanya menggunakan 2 jenis batubara yaitu batubara 4100 GAR dan batubara 4200 GAR. Kedua jenis batubara ini dicampur terlebih dahulu sebelum digunakan untuk mencapai batas kalori yang diinginkan. Semakin banyak kalori yang terkandung maka semakin sedikit batubara yang digunakan.

Salah satu perencanaan yang dapat dilakukan ialah dengan melakukan perencanaan dan pengendalian dengan baik di segala aspek. Penelitian yang dilakukan Muhammad Arief et al. (2017) mengusulkan metode *Fixed Period Requirement* (FPR) untuk mengendalikan persediaan bahan baku yang optimal untuk mengefisienkan total biaya persediaan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan perbandingan beberapa metode maka diketahui metode *Fixed Period Requirement* merupakan metode dengan biaya total paling minimum.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Fithri & Adinny (2020) digunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk mengendalikan persediaan bahan bakar agar didapatkan total biaya persediaan yang efisien. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan perbandingan beberapa metode

maka diketahui perusahaan dapat menghemat pengeluaran perusahaan menggunakan *Economic Order Quantity*. Pada penelitian sebelumnya belum ada yang meneliti pada PT Semen Tonasa dan belum membahas mengenai penerapan metode *Fixed Period Requirement* (FPR), *Least Unit Cost* (LUC), *Silver-Meal*, dan *Algoritma Wagner-Whitin* (AWW) sebagai metode usulan terhadap pengendalian persediaan batubara.

Berdasarkan hasil observasi dan kendala yang dihadapi perusahaan, peneliti melakukan pengkajian ini dikarenakan perencanaan PT Semen Tonasa masih dapat ditingkatkan. Berdasarkan permasalahan di perusahaan diperlukan pengadaan pengendalian persediaan batubara agar perencanaan persediaan pada tiap periode dapat optimal sehingga dapat meminimalkan total biaya pengendalian persediaan. Metode yang digunakan adalah metode *Fixed Period Requirement* (FPR), *Least Unit Cost* (LUC), *Silver-Meal*, dan *Algoritma Wagner-Whitin* (AWW), keempat metode dipilih karena berdasarkan hasil dari uji pola data historis perusahaan yang menunjukkan bahwa data bersifat fluktuatif sehingga cocok untuk *lot sizing* dengan model *dynamic lot sizing*, keempat metode juga dipilih karena peneliti ingin melihat *total cost inventory* dari semua jenis *dynamic lot sizing* yaitu *simple*, *optimum* dan *heuristic*. Metode *Fixed Period Requirement* (FPR) menyelesaikan masalah pengendalian persediaan perusahaan dengan mengurangi biaya pemesanan dan biaya penyimpanan dengan melakukan pemilihan waktu pemesanan yang disesuaikan dengan kuantitas permintaan terhadap bahan baku terkait. Metode *Least Unit Cost* (LUC) untuk meminimasi biaya dengan pendekatan *try and error*. *Silver-Meal* dapat memberikan solusi untuk mencapai biaya terendah secara cepat dan mudah sehingga dapat digunakan sebagai dasar perencanaan pengadaan bahan bakar pada perusahaan. Dan metode *Algoritma Wagner-Whitin* (AWW) digunakan untuk mengurangi berbagai jenis *cost* yang dapat muncul dengan melakukan beberapa kali perhitungan berdasarkan data yang telah diperoleh oleh peneliti. Selain keempat metode diatas pengendalian persediaan juga dapat dikendalikan dengan beberapa metode seperti *Economic*

Order Quantity, Fixed Order Quantity, Economic Production Quantity dan masih banyak lagi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat dirumuskan permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan biaya penyimpanan, biaya pemesanan, kuantitas pemakaian, *Safety Stock* dan *reorder point* di PT Semen Tonasa?
2. Bagaimana perbandingan total biaya persediaan bahan bakar yang paling optimal pada pembuatan semen dengan menggunakan metode *Fixed Period Requirement (FPR)*, *Least Unit Cost (LUC)*, *Silver-Meal*, dan *Algoritma Wagner-Whitin (AWW)*.
3. Bagaimana hasil analisis metode yang terbaik untuk PT Semen Tonasa agar mendapatkan total biaya persediaan yang minimum?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah

1. Menghitung biaya penyimpanan, biaya pemesanan, kuantitas pemakaian, *Safety Stock* dan *reorder point*.
2. Membandingkan total biaya persediaan batubara yang paling optimal pada pembuatan semen dengan menggunakan metode *Fixed Period Requirement (FPR)*, *Least Unit Cost (LUC)*, *Silver-Meal*, dan *Algoritma Wagner-Whitin (AWW)*.
3. Menganalisa metode yang terbaik untuk PT Semen Tonasa agar mendapatkan total biaya persediaan yang minimum.

1.4 Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan pada unit pengadaan bahan bakar batubara pada PT Semen Tonasa.
2. Penelitian ini hanya menggunakan dua jenis batubara yaitu 4100 GAR dan 4200 GAR.

3. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pemakaian historis tahun 2019 dan 2020.
4. Metode peramalan yang digunakan untuk tahun 2021 adalah metode *Single Exponential Smoothing*, *Weighted Moving Average* dan *Single Moving Average*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Mahasiswa dapat menerapkan teori-teori yang didapatkan selama perkuliahan yang dapat menambah pengetahuan dan wawasan untuk menganalisa suatu permasalahan yang terjadi.
2. Menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam pengambilan keputusan metode yang terbaik diterapkan di perusahaan sehingga dapat merencanakan persediaan yang optimal.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan dalam penelitian ini disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan manfaat penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini mencakup teori yang berkaitan dengan permasalahan dalam penelitian yang digunakan dalam memecahkan suatu masalah. Selain itu, terdapat penelitian terdahulu sebagai pembandingan dengan penelitian penulis

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat uraian tentang objek penelitian, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data, dan kerangka alir penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi pengumpulan data yang didapatkan dari hasil penelitian serta pengolahan data.

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat uraian tentang analisa dan pembahasan hasil-hasil yang diperoleh dari pengolahan data untuk mendapatkan hasil sesuai dengan tujuan penulisan.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran sebagai bahan pertimbangan perbaikan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Persediaan

Saat perusahaan melaksanakan proses produksinya, baik perusahaan jasa maupun manufaktur pasti melaksanakan persediaan. Hal ini karena jika suatu perusahaan tidak melakukan persediaan maka perusahaan tersebut akan kekurangan produk sehingga permintaan konsumen tidak terpenuhi dan juga dapat *overcapacity* atau persediaan berlebihan yang membuat biaya penyimpanan besar.

2.1.1 Definisi Persediaan

Menurut Ristono (dikutip dalam Gala, 2018), “Persediaan didefinisikan sebagai barang-barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada masa atau periode yang akan datang”. Ada beberapa jenis persediaan seperti persediaan bahan baku, persediaan bahan baku setengah jadi dan persediaan barang jadi. Untuk jenis persediaan bahan baku dan bahan setengah jadi dapat disimpan sebelum masuk ke proses produksi, sedangkan persediaan barang jadi merupakan persediaan yang telah melewati proses produksi dan disimpan di tempat penyimpanan untuk dipasarkan. Setiap perusahaan umumnya memiliki persediaan.

Tujuan dari perencanaan dan pengendalian bahan baku salah satunya adalah untuk meminimalkan biaya dan mampu memaksimalkan keuntungan dari perusahaan.

Menurut Render (dikutip dalam Sulaiman & Nanda, 2015), “Pengendalian persediaan merupakan pencatatan persediaan harus diverifikasi melalui sebuah audit yang berkelanjutan. Audit dikenal juga dengan perhitungan berkala (*Cycle Counting*). Dengan perhitungan berkala barang dihitung, dilakukan verifikasi pada catatan dan mendokumentasi secara periodic ketidakakuratan yang ditemukan. Kegiatan pencarian ketidakakuratan dan tindakan

perbaikan dilakukan untuk memastikan integritas persediaan yang ada”.

2.1.2 Penyebab Persediaan

Penyebab munculnya persediaan menurut Schroeder (dikutip dalam Veronica, 2013) adalah sebagai berikut:

- a. Untuk berlindung dari ketidakpastian. Dalam sistem sediaan, terdapat beberapa ketidakpastian seperti dalam hal pemasokan, permintaan dan tenggang waktu pesanan. *Safety Stock* disiapkan agar perusahaan aman dari ketidakpastian tersebut.
- b. Untuk memungkinkan produksi dan pembelian ekonomis. Sejumlah besar barang dapat diproduksi dalam periode waktu yang pendek, dan kemudian tidak ada produksi selanjutnya yang dilakukan sampai jumlah dari barang tersebut hampir habis.
- c. Untuk mengatasi perubahan yang diantisipasi dalam permintaan dan penawaran. Ada beberapa macam situasi dimana perubahan dalam permintaan atau penawaran dapat diantisipasi. Salah satu contohnya adalah dimana harga atau ketersediaan bahan baku diperkirakan untuk berubah. Sumber lain dari antisipasi ialah promosi pasar yang direncanakan dimana sejumlah besar barang jadi dapat disediakan sebelum dijual. alhasil perusahaan-perusahaan dalam usaha musiman sering mengantisipasi permintaan agar memperlancar pekerjaan.
- d. Menyediakan untuk transit. Sediaan dalam perjalanan (*transit inventories*) terdiri dari bahan yang berada dalam perjalanan dari satu titik ke titik yang lainnya. Sediaan-sediaan ini dipengaruhi oleh keputusan lokasi pabrik dan pilihan alat angkut. Secara teknis, sediaan yang bergerak antara tahap-tahap produksi, meskipun didalam satu pabrik, juga dapat digolongkan sebagai sediaan dalam perjalanan. Kadang-

kadang, sediaan dalam perjalanan disebut sediaan pipa saluran karena ini berada dalam pipa saluran distribusi.

2.1.3 Fungsi Persediaan

Fungsi persediaan menurut Rusdiana (2014) terbagi menjadi 3 jenis, yaitu:

a. Fungsi *Decoupling*

Persediaan *decoupling* memungkinkan perusahaan dapat memenuhi permintaan langganan tanpa bergantung terhadap *supplier*. Untuk memenuhi fungsi ini dilakukan cara-cara berikut.

- 1) Persediaan bahan mentah disiapkan agar perusahaan tidak sepenuhnya bergantung pada penyediaan *supplier* dalam hal kuantitas serta pengiriman.
- 2) Persediaan barang dalam proses ditujukan agar tiap bagian yang terlibat dapat lebih leluasa dalam bekerja.
- 3) Persediaan barang jadi disiapkan pula untuk memenuhi permintaan yang bersifat tidak pasti dari pelanggan.

b. Fungsi *Economic Lot sizing*

Tujuan dari fungsi ini adalah pengumpulan persediaan agar perusahaan dapat melakukan proses produksi serta menggunakan seluruh sumber daya yang ada dalam jumlah yang cukup agar dapat mengurangi biaya per unit produk.

c. Fungsi Antisipasi

Perusahaan sering menghadapi ketidakpastian akan jangka waktu pengiriman dan permintaan akan barang-barang selama periode pemesanan kembali, sehingga memerlukan kuantitas persediaan ekstra. Persediaan antisipasi ini penting agar proses produksi tidak terhambat. Oleh karena itu, perusahaan sebaiknya mengadakan *seasonal inventory* (persediaan musiman).

2.1.4 Jenis Persediaan

Berdasarkan tingkatannya dalam proses produksi menurut Dewanti (2011), jenis persediaan terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

- a. Persediaan barang jadi adalah persediaan yang tergantung pada permintaan dari pasar (*independent demand inventory*).
- b. Persediaan barang setengah jadi dan bahan mentah adalah persediaan yang berdasarkan oleh tuntutan dari proses produksi dan bukan pada permintaan dari pasar (*dependent demand inventory*).

Menurut Sumayang (dikutip dalam Stephyna, 2011) Pada *system independent demand inventory*, model yang tepat dalam persediaan barang adalah pengisian kembali persediaan (*stock*) dengan jumlah yang digunakan atau sebagai penggantian atau *replenishment*. Saat persediaan (*stock*) mulai berkurang, perusahaan akan bergegas untuk segera melakukan pemesanan sebagai ganti persediaan yang telah digunakan.

Pada *system dependent demand*, jika persediaan berkurang maka pemesanan belum dapat dilakukan. Pemesanan akan dilakukan apabila ada permintaan barang dari tahapan proses berikutnya.

2.1.5 Biaya Persediaan

Menurut Ishak (dikutip dalam Sulaiman & Nanda, 2015), Model-model persediaan menjadikan biaya menjadi sebuah parameter dalam pengambilan keputusan, biaya-biaya dalam sistem persediaan terbagi menjadi lima jenis, yaitu:

- a. Biaya pembelian (*Purchasing cost = c*)
Biaya pembelian (*Purchasing cost*) dari suatu item adalah harga pembelian setiap unit item apabila item tersebut berasal dari sumber eksternal atau biaya produksi per unit apabila item tersebut berasal dari internal perusahaan. Biaya pembelian bisa bervariasi dalam berbagai ukuran pemesanan apabila pemasok menawarkan potongan harga untuk ukuran pemesanan yang lebih besar.

b. Biaya Pengadaan (*Procurement cost*)

Sesuai dengan asal-usul barang, biaya pengadaan terbagi atas dua jenis yaitu:

1) Biaya Pemesanan (*Ordering cost = k*)

Biaya pemesanan adalah total pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar. Yang termasuk biaya pemesanan diantaranya; Pemrosesan pesanan, Biaya ekspedisi, Biaya telepon dan keperluan komunikasi lainnya.

2) Biaya Pembuatan (*Set up cost = k*)

Biaya pembuatan adalah total pengeluaran yang timbul untuk persiapan memproduksi barang. Biaya ini biasanya timbul di dalam pabrik, yang termasuk biaya pembuatan diantaranya; biaya menyetel mesin dan biaya mempersiapkan gambar benda kerja.

c. Biaya Penyimpanan (*Holding cost = h*)

Biaya penyimpanan (*Holding cost*) merupakan biaya yang timbul akibat penyimpanan suatu unit atau barang, biaya penyimpanan meliputi:

1) Biaya Memiliki Persediaan (Biaya Modal)

2) Biaya Gudang

3) Biaya Kerusakan dan Penyusutan

4) Biaya Kadaluarsa

5) Biaya Asuransi

6) Biaya Administrasi dan Peminjaman

d. Biaya Kekurangan Persediaan (*Shortage Cost = p*)

Biaya Kekurangan Persediaan (*Shortage Cost*) merupakan biaya yang timbul akibat persediaan perusahaan yang tidak dapat mencukupi kebutuhan pasar.

e. Biaya Sistemik

Biaya sistemik merupakan biaya yang timbul akibat biaya perencanaan dan perancangan sistem persediaan dan biaya untuk mengadakan peralatan hingga melatih tenaga kerja untuk mengoperasikan suatu sistem. Biaya sistemik dapat juga dikatakan sebagai biaya investasi pada sistem pengadaan.

2.1.6 Tujuan Persediaan

Tiap bagian dalam tiap perusahaan memiliki tujuan pengendalian persediaan yang berbeda. Berikut tujuan pengendalian persediaan menurut divisinya masing-masing ialah:

- a. Pemasaran ingin melayani konsumen sebaik mungkin, sehingga divisi pemasaran harus melayani konsumen secepat mungkin oleh karena itu, dibutuhkan persediaan dengan kuantitas yang banyak.
- b. Produksi ingin proses produksi berlangsung dengan efisien dan efektif. Pesanan yang tinggi membutuhkan persediaan yang tinggi pula (agar *set up* mesin dapat berkurang). Dibutuhkan juga persediaan bahan baku, atau setengah jadi yang cukup agar proses produksi memiliki cukup bahan sehingga proses produksi tidak terhambat.
- c. Pembelian (*Purchasing*) lebih ingin pesanan produksi yang besar dengan kuantitas yang sedikit daripada pesanan yang kecil dalam kuantitas yang banyak. Hal ini diinginkan agar tercapai efisiensi. Pembelian (*Purchasing*) juga menginginkan adanya persediaan sebagai pembatas kenaikan harga dan kekurangan produk.
- d. Keuangan (*Finance*) ingin minimasi semua bentuk investasi persediaan. Hal tersebut karena terjadinya efek negatif pada perhitungan pengembalian aset perusahaan dan biaya investasi.
- e. Personalia (*Personel and industrial relationship*) ingin adanya persediaan sebagai antisipasi terjadinya fluktuasi kebutuhan tenaga kerja dan menghindari PHK.

- f. Rekayasa (*Engineering*) ingin persediaan yang minimal sebagai antisipasi jika terjadi perubahan sewaktu-waktu terhadap rekayasa *engineering*.

2.2 Peramalan (*Forecasting*)

Menurut Assauri (dikutip dalam Laksmana, 2017), “Prakiraan pada dasarnya merupakan suatu dugaan atau prediksi mengenai terjadinya suatu kejadian atau peristiwa di masa yang akan datang. Prakiraan dapat disebut juga dengan peramalan yang ilmiah (*educated guess*). Setiap pengambilan keputusan yang menyangkut keadaan di masa yang akan datang, maka pasti ada prakiraan yang melandasi pengambilan keputusan tersebut”.

Menurut Laksmana (2017), “Dengan kata lain, peramalan adalah proses untuk menduga kejadian atau kondisi di masa mendatang berdasarkan data historis dan pengalaman untuk menemukan kecenderungan dari pola sistematis yang bertujuan memperkecil resiko kesalahan”.

Hal pertama yang harus diperhatikan pada suatu perusahaan dalam hal produksi dan persediaan adalah mengetahui seberapa besar *demand* di masa mendatang. Peraman merupakan suatu tindakan yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar permintaan di masa yang akan datang. Dengan adanya informasi mengenai besarnya permintaan di masa yang akan datang dapat ditentukan strategi yang tepat untuk perusahaan dalam hal perencanaan perusahaan lebih lanjut.

Peramalan yang baik adalah peramalan yang mengikuti prosedur penyusunan, hal ini yang akan menentukan kualitas dari hasil peramalan. Ada tiga langkah peramalan yang penting menurut Assauri (dikutip dalam Wardah dan Iskandar, 2016) ialah:

1. Menganalisa data-data masa lalu perusahaan. Pada tahap ini Analisa data masa lalu digunakan untuk mengetahui bentuk pola peramalannya.
2. Menentukan data yang dipergunakan. Peramalan yang baik dapat dilihat saat hasil peramalan dengan kenyataan yang terjadi tidak jauh beda.
3. Memproyeksikan data masa lalu dengan menggunakan metode yang dipergunakan, lalu mempertimbangkan adanya beberapa faktor perubahan

seperti perubahan kebijakan-kebijakan yang mungkin terjadi, termasuk kebijakan pemerintah, perkembangan teknologi dan penemuan baru.

2.3 Metode Peramalan

Peramalan dengan metode *time series* menggunakan pendekatan kuantitatif, dimana pendekatan tersebut menggunakan berbagai macam model matematis atau beberapa variabel yang nantinya digunakan untuk meramalkan permintaan. Adapun beberapa metode kuantitatif dalam peramalan adalah sebagai berikut:

a. Metode *Single Moving Average* (SMA)

Moving Averages (rata-rata bergerak) merupakan suatu metode peramalan perataan nilai dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan yang kemudian dicari rata - ratanya, lalu menggunakan rata - rata tersebut sebagai ramalan untuk periode berikutnya. Istilah rata-rata bergerak digunakan, karena setiap kali data observasi baru tersedia, maka angka rata-rata yang baru dihitung dan dipergunakan sebagai ramalan.

Rata-rata bergerak tunggal (*Single Moving Average*) adalah suatu metode peramalan yang dilakukan dengan mengambil sekelompok nilai pengamatan, mencari nilai rata-rata tersebut sebagai ramalan untuk periode yang akan datang. Kutipan ini merupakan kutipan menurut Sypros (dikutip dalam Laksmana, 2017).

Rumus matematisnya adalah:

$$F_{t+1} = \frac{1}{N} \sum_{i=t-N+1}^t X_i \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- t = nilai yang paling akhir
- t + 1 = periode berikutnya, untuk periode mana suatu ramalan dibuat
- F_{t+1} = ramalan untuk priode berikut, t+1
- X_i = nilai observasi/sebenarnya dari variabel itu pada periode t, t-1,t-2,...
- N = jumlah observasi yang digunakan dalam menghitung rata-rata bergerak

b. Metode *Single Exponential Smoothing* (SES)

Metode ini sangat baik diterapkan pada serial data yang memiliki pola stasioner dan kemungkinan tidak efektif dalam menangani peramalan dengan kecenderungan data yang dimiliki komponen *trend* dan pola

musiman. Hal ini dikarenakan jika diterapkan pada serial data yang memiliki *trend* yang konstan, ramalan yang akan dibuat akan selalu berada di belakang *trend*. Selain itu, metode eksponensial ini juga memberikan bobot yang relatif lebih tinggi pada nilai pengamatan terbaru dibanding periode sebelumnya.

Menurut Handoko (dikutip dalam Ajeng, 2011), “Metode ini menggunakan α sebagai koefisien pelicinan. Nilai-nilai α rendah akan menyebabkan jarak yang lebih lebar dengan *trend*, karena hal itu memberikan bobot yang lebih kecil pada permintaan sekarang. Nilai α yang rendah cocok digunakan bila data bersifat stabil. Nilai-nilai α yang lebih tinggi berguna dimana perubahan-perubahan yang sesungguhnya cenderung terjadi karena lebih *responsive* terhadap fluktuasi permintaan. Mencari nilai α yang tepat umumnya dapat ditentukan dengan pengujian *trial and error* (coba-coba) terhadap α yang berbeda-beda untuk menemukan nilai α yang akan menghasilkan nilai kesalahan terkecil”.

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1}) \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- F_t = peramalan baru
- F_{t-1} = peramalan sebelumnya
- α = konstanta penghalusan ($0 \leq \alpha \leq 1$)
- A_{t-1} = permintaan aktual periode lalu

2.4 Kriteria Performansi Peramalan

Dalam menentukan suatu model peramalan yang ingin digunakan maka dilakukan evaluasi untuk menentukan nilai kesalahan peramalan (*error*) terhadap model tersebut. Ada dua cara evaluasi model peramalan yang dapat dilakukan. Salah satunya dilakukan dengan menggunakan kriteria standar yang terdiri dari beberapa nilai peramalan yaitu:

2.4.1 Mean Square Error (MSE)

Menurut Firdaus (dikutip dalam Ajeng, 2011), “Metode ini mengavaluasi akurasi peramalan dengan mengkuadratkan nilai kesalahan peramalan (*error*). Hasilnya dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah obsevarsi. Metode peramalan yang memiliki nilai MSE paling

kecil mengandung pengertian bahwa semakin kecil nilai MSE suatu peramalan, maka hasil ramalan tersebut semakin mendekati aktualnya”.

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (d_t - D'_t)^2}{n} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- dt = Data aktual pada periode t
- D't = Nilai ramalan pada periode t
- n = Banyaknya periode

2.4.2 Mean Absolute Deviation (MAD)

Menurut Gaspersz (dikutip dalam Saputro & Purwanggono, 2016), “MAD adalah rata rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibanding kenyataannya, dengan kata lain MAD adalah rata-rata dari nilai absolut simpangan”.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |d_t - D'_t|}{n} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

- dt = Data aktual pada periode t
- D't = Nilai ramalan pada periode t
- n = Banyaknya periode

2.4.3 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Rata-rata persentase kesalahan kuadrat merupakan pengukuran ketelitian dengan cara persentase kesalahan absolut. MAPE menunjukkan rata-rata kesalahan absolut prakiraan dalam bentuk persentasenya terhadap data aktualnya. MAPE mengindikasi seberapa besar kesalahan dalam meramal yang dibandingkan dengan nilai nyata pada deret. Metode MAPE digunakan jika nilai Yt besar. MAPE juga dapat digunakan untuk membandingkan ketepatan dari teknik yang sama atau berbeda dalam dua deret yang sangat berbeda da mengukur ketepatan nilai dugaan model yang dinyatakan dalam bentuk rata-rata persentase absolut kesalahan (Irsalina et al., 2015).

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n ((|d_t - D'_t| / dt) \times 100\%)}{n} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

dt = Data aktual pada periode t

D't = Nilai ramalan pada periode t

n = Banyaknya periode

2.4.4 Mean Forecast Error (MFE)

Mean Forecast Error merupakan rata-rata kesalahan dengan mengukur perbandingan jumlah error dibagi jumlah periode peramalan data. MFE sangat efektif untuk mengetahui apakah suatu hasil peramalan selama periode tertentu terlalu tinggi atau terlalu rendah. MFE dihitung dengan menjumlahkan semua kesalahan peramalan selama periode peramalan dan membaginya dengan jumlah periode peramalan.

$$MFE = \frac{\sum(d_t - D'_t)}{n} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

dt = Data aktual pada periode t

D't = Nilai ramalan pada periode t

n = Banyaknya periode

2.5 Titik Pemesanan Kembali (Reorder point)

Reorder point adalah titik pemesanan kembali dimana adanya asumsi bahwa permintaan terjadi terus menerus dan kontinu sehingga mengurangi tingkat jumlah persediaan yang ada. Nilai reorder point merupakan unit yang akan dipesan kembali dalam rentang lead time. Rumus reorder point adalah sebagai berikut:

$$ROP = SS + (LT \times T) \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

ROP = Reorder point (satuan unit)

T = Pemakaian barang rata-rata per periode (ton)

LT = Lead Time (Bulan)

SS = Stok pengaman (Safety Stock)

(Adityana & Kusri, 2018)

2.6 Safety Stock

Persediaan penyelamat merupakan persediaan tambahan yang disiapkan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya

kekurangan bahan (*stock out*) pada gudang. Fungsi dari adanya persediaan penyelamat adalah untuk mengurangi kerugian yang timbul akibat kondisi kekurangan bahan, namun di lain sisi hal ini dapat menyebabkan meningkatnya *holding cost*. Tujuan dari *Safety Stock* adalah untuk mencegah *stock out* selama waktu menunggu pesanan inventori. Stok pengaman akan bergantung pada beberapa hal antara lain variabilitas permintaan selama waktu menunggu, frekuensi pemesanan, service level yang digunakan dan lama waktu menunggu (*lead time*). Menurut Gaspersz (dikutip dalam Saputro & Purwanggono, 2016) *Safety Stock* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$ss = z \times \sigma \sqrt{L} \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan:

- SS = Stok pengaman (*Safety Stock*)
- Z = *Safety factor* (faktor pengaman)
- σ = Standar deviasi dari permintaan inventori harian
- L = *Lead time* (waktu menunggu)

2.7 Lot sizing

Lot sizing merupakan suatu proses untuk menentukan ukuran pesanan, *lot sizing* dibagi menjadi dua yaitu *static lot sizing models* dan *dynamic lot sizing models*. *Static lot sizing models* digunakan untuk permintaan yang tetap selama periode waktu yang direncanakan. Sedangkan *dynamic lot sizing models* merupakan model yang digunakan untuk permintaan yang berubah-ubah selama rentang waktu periode perencanaan persediaan (Quenantari, 2016).

2.7.1 Fixed Period Requirement

Teknik ini menggunakan konsep *interval* pemesanan yang konstan, dengan ukuran kuantitas pemesanan (*lot size*) yang bervariasi. Pada teknik ini selang waktu antar pemesanan dibuat tetap dengan ukuran lot sesuai pada kebutuhan bersih. Ukuran jumlah pemesanan tersebut merupakan penjumlahan kebutuhan bersih R_t dari setiap periode yang

tercakup dalam *interval* pemesanan yang telah ditetapkan sebelumnya. Penetapan *interval* penetapan dilakukan secara sembarang. Pada teknik FPR ini, jika saat pemesanan jatuh pada periode yang kebutuhan bersihnya sama dengan nol, maka pemesanannya dilaksanakan pada periode berikutnya. (Martha & Setiawan, 2018)

2.7.2 *Silver-Meal*

Metode *Silver-Meal* atau sering pula disebut metode SM yang dikembangkan oleh Edward Silver dan Harlan Meal berdasarkan pada periode biaya. Penentuan rata-rata biaya per periode adalah jumlah periode dalam penambahan pesanan yang meningkat. Penambahan pesanan dilakukan ketika rata-rata biaya periode pertama meningkat. Jika pesanan datang pada awal periode pertama dan dapat mencukupi kebutuhan hingga akhir periode T (Gerry & Norfirza, 2017). Rumusan umum yang dapat digunakan menurut Hermawan dalam jurnal Rahman (2020).

$$K(m) = \frac{1}{m}(A + hD_2 + 2hD_2 + \dots + (m - 1)hD_m) \dots \dots \dots (9)$$

2.7.3 Algoritma Wagner-Whitin (AWW)

Menurut Heizer dan Render (dikutip dalam Jurnal Amalia, 2020) Teknik ini menggunakan prosedur optimasi yang didasari oleh model program dinamis yang menambahkan beberapa kerumitan pada saat melakukan perhitungan ukuran lot. Tujuannya adalah untuk mendapatkan strategi pemesanan yang optimum untuk seluruh jadwal kebutuhan bersih dengan cara meminimalkan total ongkos pengadaan dan ongkos simpan. Pada dasarnya, teknik *lot sizing* ini menguji semua cara pemesanan yang mungkin dalam memenuhi kebutuhan bersih setiap periode yang ada pada horizon perencanaan sehingga senantiasa memberikan jawaban optimal.

Langkah-langkah untuk *Algoritma Wagner-Whitin* (Tersine, 1994) dengan kembangan model yang mempertimbangkan batasan kapasitas gudang:

- a. Menghitung dan memeriksa batasan pada Q_{ce} bila pemesanan dilakukan pada periode c untuk memenuhi permintaan periode c sampai periode e tidak boleh melebihi kapasitas gudang ($Q_{ce} \leq$ kapasitas gudang).

$$Q_{ce} = \sum_{k=c}^e D_k \dots \dots \dots (10)$$

- b. Hitung matriks total biaya variabel (biaya pesan dan biaya simpan) untuk seluruh alternatif pemesanan di seluruh horizon perencanaan yang terdiri dari N periode (hasil dari langkah pertama). Definisikan Z_{ce} sebagai total biaya variabel (dari periode c sampai periode e) bila pemesanan dilakukan pada periode c untuk memenuhi permintaan periode c sampai periode e . rumusan Z_{ce} tersebut adalah sebagai berikut:

$$Z_{ce} = C + h \sum_{i=c}^e (Q_{ce} - Q_{ci}) \text{ untuk } 1 \leq c \leq e \leq N \dots \dots \dots (11)$$

- c. Definisikan f_e sebagai biaya minimum yang mungkin dalam periode 1 sampai periode e dengan asumsi tingkat persediaan di akhir periode e adalah nol. Algoritma mulai dengan $f_0 = 0$ dan mulai menghitung secara berurutan f_1, f_2, \dots, f_N . Nilai f_N adalah nilai biaya dari pemesanan optimal.

$$f_e = \text{Min}\{Z_{ce} + f_{c-1}\} \text{ untuk } c = 1, 2, \dots, e \dots \dots \dots (12)$$

- d. Interpretasikan f_N menjadi ukuran lot dengan cara sebagai berikut:
 - 1) Pemesanan terakhir dilakukan pada periode w untuk memenuhi permintaan dari periode w sampai periode N

$$f_N = Z_{wN} + f_{w-1} \dots \dots \dots (13)$$

- 2) Pemesanan sebelum pemesanan terakhir harus dilakukan pada periode v untuk memenuhi permintaan dari periode v sampai periode $w-1$.

$$f_{w-1} = Z_{vw} + f_{v-1} \dots \dots \dots (14)$$

- 3) Pemesanan yang pertama harus dilakukan pada periode 1 untuk memenuhi permintaan dari periode 1 sampai periode u-1.

$$f_{u-1} = Z_{1U-1} + f_0 \dots \dots \dots (15)$$

2.7.4 *Least Unit Cost (LUC)*

Menurut Ristono (dikutip dalam jurnal Quenantari, 2016) pada metode *Least Unit Cost (LUC)* ini ukuran kuantitas pemesanan ditentukan dengan cara coba-coba, yaitu dengan jalan mempertanyakan apakah ukuran lot disuatu periode sebaiknya sama dengan ukuran bersihnya atau bagaimana kalau ditambah dengan periode-periode berikutnya. Keputusan ditentukan berdasarkan ongkos per unit (ongkos pengadaan per unit ditambah ongkos simpan per unit) terkecil dari setiap bakal ukuran lot yang akan dipilih. Jika suatu pesanan tiba pada awal periode yang pertama dan kebutuhan dipenuhi pada akhir periode, total biaya yang relevan setiap unit adalah sebagai berikut.

$$\frac{TRC}{T} = \frac{\text{Total Handling Cost End Period } T}{T} \dots \dots \dots (16)$$

$$= \frac{C + Ph \sum_{k=1}^T (k-1)R_k}{T} \dots \dots \dots (17)$$

$$Q = \sum_{k=1}^T R_k \dots \dots \dots (18)$$

Keterangan:

- C = biaya pemesanan setiap memesan
- H = fraksi atau presentase biaya simpan yang dikeluarkan setiap periode
- P = harga pembelian unit
- P_h = biaya simpan setiap periode
- TRC(T) = total biaya yang relevan pada T periode
- T = periode pengisian kembali persediaan
- R = nilai pada periode k

2.8 Penelitian Pendahulu

Penelitian Arief et al. (2017) bertujuan untuk membantu perusahaan dalam hal merencanakan dan mengendalikan bahan baku dan pemilihan *supplier* dengan metode *Material Requirement Planning* (MRP). Penelitian ini menunjukkan bahwa Metode *Fixed Period Requirement* merupakan metode terbaik untuk perencanaan kebutuhan bahan dilihat dari minimum biaya total yang dikeluarkan. Nilai efisiensi pssenghematan metode FPR sebesar 25% lebih tinggi dibandingkan dengan metode yang diterapkan perusahaan saat ini.

Penelitian Fithri & Adinny (2020) bertujuan untuk untuk meramalkan permintaan batubara pada tahun 2020, menghitung pengendalian persediaan batubara menggunakan metode EOQ, dan menganalisis perbandingan biaya yang dikeluarkan menggunakan metode EOQ dan metode *Min-Max*. Penelitian ini menunjukkan bahwa peramalan permintaan batubara pada tahun 2020 adalah sebanyak 1.619.496,38 ton, pengendalian persediaan dengan metode EOQ (*Economic Order Quantity*) menghasilkan ukuran pemesanan 5.359,52 ton/pemesanan dengan frekuensi pemesanan 303 kali, *Safety Stock* sebanyak 27.532,67 ton, dan *maximum inventory* sebanyak 32.892,18 ton, pengendalian persediaan yang dilakukan oleh perusahaan menggunakan metode *Min-Max* dapat dikatakan belum optimal, dikarenakan perusahaan masih bisa menghemat total biaya persediaan sebesar 77% jika menggunakan metode EOQ. Adapun saran yang dapat diberikan penulis yaitu perusahaan sebaiknya menggunakan metode lain dalam melakukan pengendalian persediaan untuk melihat biaya yang dikeluarkan, sehingga dapat dibandingkan dengan metode yang dipakai saat ini. Salah satu metode persediaan yang dapat digunakan yaitu metode EOQ.

Penelitian Laksana (2017) bertujuan untuk membantu perusahaan dalam melakukan peramalan untuk memprediksi jumlah unit mobil yang akan dipasarkan. Metode yang digunakan adalah metode *Single Moving Average* dan *Single Exponential Smoothing*. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode peramalan yang terbaik untuk digunakan perusahaan adalah metode

Single Moving Average. Hal ini dapat dilihat dari nilai kesalahan pada metode *Single Moving Average* 3 pergerakan adalah 16,44 dan 12,80, jika dibandingkan pada metode *Single Exponential Smoothing* alpha 0,5 didapatkan hasil 16,74 dan 13,04. Dengan demikian, dalam penelitian ini metode *Single Moving Average* 3 pergerakan lebih baik daripada metode *Single Exponential Smoothing*.

Penelitian Lestari (2018) bertujuan untuk untuk mengetahui model persediaan probabilistik mana yang baik digunakan dalam penentuan waktu dan jumlah pemesanan batu bara dengan mempertimbangkan total biaya persediaan yang minimal. Penelitian ini menunjukkan bahwa menunjukkan bahwa total biaya persediaan, model *continuous review back order* memiliki total biaya paling rendah jika dibandingkan dengan model lainnya. Total biaya persediaan model *continuous review back order* sebesar Rp. 1.276.524.804. Sedangkan biaya terbesar ada pada kebijakan perusahaan yaitu sebesar Rp. 1.518.353.910. Maka model *continuous review back order* baik untuk digunakan dalam perhitungan pengendalian persediaan batu bara karena memiliki total biaya persediaan yang minimal. Dengan dipilihnya model *continuous review back order* maka perusahaan akan tetap memenuhi seluruh permintaan walaupun terjadi kekurangan persediaan.

Topik yang diangkat pada penelitian ini merupakan topik yang sudah banyak dilakukan yaitu perencanaan persediaan bahan baku, yang membedakan dengan penelitian pendahulu adalah dari jenis barang yang diteliti, metode yang digunakan, dan tempat penelitian. Selanjutnya dilakukan peramalan lalu dilakukan perhitungan untuk mendapatkan total biaya persediaan dengan metode *Lot For Lot*, *Fixed Period Requirement*, dan *Silver-Meal*.

Tabel 2. 1 Posisi Penelitian

No	Nama dan Tahun	Judul	Metode	Hasil
1	Arief et al. (2017)	Analisis Perencanaan Persediaan Batubara FX dengan Metode <i>Material Requirement Planning</i>	Metode <i>Fixed Order Quantity, Economic Order Quantity, Lot For Lot, Fixed Period Requirement</i> dan Metode Perusahaan	Dari hasil analisis pengolahan data diperoleh metode terbaik adalah metode <i>Fixed Period Requirement</i>
2	Fithri & Adinny (2020)	Minimasi Biaya Persediaan Batubara dengan Pendekatan <i>Economic Order Quantity (EOQ)</i>	Metode <i>Min-Max</i> Perusahaan dan <i>Economic Order Quantity (EOQ)</i>	Metode <i>Economic Order Quantity (EOQ)</i> dapat menghemat pengeluaran perusahaan sebesar 77% dari metode yang diterapkan oleh perusahaan.
3	Laksmana (2017)	Perbandingan Metode <i>Single Moving Average</i> dan <i>Exponential Smoothing</i> dalam pengembangan sistem peramalan mobil baru	Metode <i>Single Moving Average</i> dan Metode <i>Single Exponential Smoothing</i>	Metode terbaik berdasarkan hasil analisis pengolahan data adalah metode <i>Single Moving Average</i>
4	Lestari (2018)	Pengendalian Pengadaan Bahan Bakar Menggunakan Model <i>Probabilistik Continuous Review System</i> (Studi Kasus di PT. Semen Padang, Sumatera Barat)	Model <i>Continuous review back order</i> , Model <i>Continuous Review Lost Sales</i> , dan Metode Perusahaan	Model pengendalian persediaan <i>continuous review back order</i> adalah model yang baik digunakan untuk pengendalian persediaan batu bara