

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU SEMEN
MENGUNAKAN METODE ALGORITMA WAGNER-WITHIN,
ALGORITMA SILVER MEAL DAN PART PERIOD BALANCE**

(Studi Kasus: PT Semen Tonasa)



Oleh:

MUHAMMAD AKBAR

D221 15 010

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

**ANALISIS PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU SEMEN
MENGUNAKAN METODE ALGORITMA WAGNER-WITHIN,
ALGORITMA SILVER MEAL DAN PART PERIOD BALANCE**
(Studi Kasus: PT Semen Tonasa)

**OLEH:
MUHAMMAD AKBAR
D221 15 010**

SKRIPSI

Digunakan untuk memenuhi salah satu syarat ujian
Guna memperoleh gelar Sarjana Teknik
Pada Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2021**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Akbar

NIM : D221 15 010

Program Studi : Teknik Industri

Judul Tugas Akhir : Analisis Perencanaan Persediaan Bahan Baku Semen

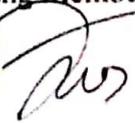
Menggunakan Metode Algoritma *Wagner-Within*, Algoritma *Silver Meal* Dan *Part Period Balance* (Studi Kasus: PT Semen Tonasa)

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, 21 Oktober 2021

Yang Membuat Pernyataan




Muhammad Akbar
D221 15 010

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir:

**ANALISIS PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU SEMEN
MENGUNAKAN METODE ALGORITMA *WAGNER-WITHIN*,
ALGORITMA *SILVER MEAL* DAN *PART PERIOD BALANCE***

(Studi Kasus PT. Semen Tonasa)

Disusun oleh:

MUHAMMAD AKBAR

D221 15 010

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 1



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

Dosen Pembimbing 2



A. Besse Riyani Indah, ST., MT
NIP 19891201 201903 2 013

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin



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

ABSTRAK

Permasalahan yang ingin diselesaikan dalam penelitian ini yaitu untuk mengatasi terjadinya *stuck out* dan *over stock* pada gudang material. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan *safety stock* dan *reorder point*, perencanaan persediaan agar didapatkan kuantitas pemesanan optimal sehingga meminimumkan total biaya persediaan serta membandingkan kinerja dari beberapa metode yang diusulkan dalam penentuan kuantitas pemesanan.

Berdasarkan uraian permasalahan, maka dilakukan perencanaan persediaan menggunakan metode Algoritma *Wagner-Within* (AWW), Algoritma *Silver-Meal* (SW) dan *Part Period Balance* (PPB) dengan mempertimbangkan batasan kapasitas gudang. Langkah awal yang dilakukan ialah peramalan permintaan menggunakan *Single Moving Average* untuk menentukan kuantitas kebutuhan material, kemudian menentukan *safety stock* dan *reorder point*, kuantitas pemesanan optimal berdasarkan metode yang digunakan, dan total biaya persediaan.

Hasil dari penelitian yang dilakukan diperoleh *safety stock* dan *reorder point* untuk material *trass* sebesar 403,34ton dan 1.357,27ton sedangkan untuk material *gypsum* sebesar 299,62ton dan 5.303,06ton. Perbandingan total biaya persediaan dari ketiga metode yaitu Metode AWW, SM dan PPB terhadap metode yang digunakan perusahaan (*Lot for Lot*), diperoleh hasil di mana metode SM dan PPB memberikan penghematan sebesar 0,929% (Rp 269.810.578).

Kata Kunci: Semen, Gypsum, Trass, Persediaan, Peramalan, Algoritma *Wagner-Within*, Algoritma *Silver-Meal*, *Part Period Balance*

ABSTRACT

The problem to be solved in this research is to overcome the occurrence of stuck out and over stock in the material warehouse. Therefore, this study aimed to decide safety stock and reorder point, inventory plan in order to reach the optimal order so that can minimizing cost to the low level and compare the performance of several proposed methods.

Based on the problem, then inventory planning is carried out using Wagner Within Algorithm (WWA) method, Silver Meal Algorithm (SM) method, and Part Period Balance (PPB) method within calculating the storage capacity. The first step is to predicting demand using Single Moving Average to decide materials need quantity, then using safety stock and reorder point, optimal quantity order based on the method used, and total inventory cost

The result of the research found that safety stock and reorder points for trass materila of 403,34ton and 1.357,27ton while for gypsum material of 299,62ton and 5.303,06ton. The total inventory cost comparison between those three methods, WWA, SM and PPB by the method used by the factory (Lot for Lot), found that the SM and PPB method gave 0.929% (Rp 269.810.578) savings.

Keywords: cement, gypsum, trass, Inventory control, forecasting, Wagner Within Algorithm, Silver Meal Algorithm, Part Period Balance

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh. Puji dan Syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada setiap hamba-Nya, terkhusus sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **Analisis Perencanaan Bahan Baku semen Menggunakan Metode Algoritma Wagner-Within, Algoritma Silver Meal dan Part Period Balanceing (Studi Kasus: PT. Semen Tonasa)**, yang mana merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Tak lupa pula, shalawat dan salam tercurahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, yang telah senantiasa membimbing ummat-Nya dari jaman kegelapan hingga ke jaman yang terang benderang, yang telah senantiasa menggulung tikar-tikar kebodohan dan menghamparkan permadani-permadani pengetahuan.

Tulisan ini didedikasikan untuk kedua orang tua tercinta penulis yakni Bapak Muhammad Ramli dan Ibu Jaiwah yang senantiasa memberikan doa dan harapan agar kelak anaknya menjadi orang yang beriman, berilmu, dan berguna bagi agama, nusa, dan bangsa. Kepada adik penulis yaitu Rikah, penulis ucapkan terima kasih atas doa dan dukungannya selama ini. Pada kesempatan ini, penulis juga menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Ir. Saiful, S.T., M.T., IPM selaku Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin sekaligus Pembimbing 1 tugas akhir yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan saran serta motivasi kepada penulis sehingga tugas akhir dapat terselesaikan.
3. Bapak Andi Besse Riyani, S.T., M.T selaku Pembimbing 2 tugas akhir yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menulis

tugas akhir dari bab awal hingga menjadi tugas akhir yang utuh, serta memberikan arahan, saran dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

4. Bapak/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. Bu Hikmah yang dengan sangat baik membantu dan melayani segala keperluan administrasi kampus penulis selama berada di Departemen Teknik Industri.
6. Bapak Pak Djumhari, Pak Said Chalik, Pak Irwan, Bu Misnawati dan Pak Ibnu Syahid dari pihak PT. Semen Tonasa yang telah banyak meluangkan waktu untuk membantu penulis dalam mengumpulkan data-data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Keluarga besar penulis, terima kasih telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
8. Kepada Ibu A. Muliati Halid, Ibu Nurhayati Arysad, Kak Alim dan Kak Thira, terima kasih untuk bantuan, dukungan dan motivasinya selama pengerjaan tugas akhir penulis.
9. Para sahabat terbaik penulis (Dhira, A. Indah dan Ulla) terima kasih atas segala bantuannya, untuk waktu luangnya dan motivasinya selama pengerjaan tugas akhir penulis.
10. Teman-teman LOG15TIC terima kasih untuk motivasi dan dukungannya.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

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

| | |
|---|-------------|
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | ii |
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR GAMBAR | ix |
| DAFTAR PERSAMAAN | x |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 4 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Persediaan | 6 |
| 2.1.1 Pengertian Persediaan..... | 6 |
| 2.1.2 Fungsi Persediaan..... | 6 |
| 2.1.3 Jenis-jenis Persediaan | 7 |
| 2.1.4 Biaya-biaya Persediaan | 7 |
| 2.1.5 Pola Permintaan Persediaan..... | 9 |
| 2.1.6 Model-model Persediaan | 10 |
| 2.2 Pengendalian Persediaan | 11 |
| 2.3 MRP (<i>Material Requirement Planning</i>) | 12 |
| 2.3.1 Konsep MRP | 12 |
| 2.3.2 Prosedur MRP | 13 |
| 2.4 Algoritma <i>Wagner-Within</i> | 14 |
| 2.5 Algoritma <i>Silver-Meal</i> | 16 |
| 2.6 <i>Part Period Balance</i> (PPB)..... | 16 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.7 | <i>Lot for Lot</i> | 17 |
| 2.8 | Peramalan (<i>Forecasting</i>)..... | 127 |
| 2.8.1 | Macam-Macam Teknik Peramalan..... | 18 |
| 2.8.2 | Ukuran Akurasi Hasil Peramalan..... | 21 |
| 2.9 | Persediaan Pengaman (<i>Safety Stock</i>)..... | 22 |
| 2.10 | Titik Pemesanan Kembali (<i>Reorder Point</i>)..... | 23 |
| 2.11 | Penelitian Terdahulu..... | 24 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | | 26 |
| 3.1 | Tempat dan Waktu Penelitian..... | 26 |
| 3.2 | Metode Penelitian..... | 26 |
| 3.3 | Diagram Alir Penelitian..... | 27 |
| 3.4 | Kerangka Pikir..... | 29 |
| BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA..... | | 31 |
| 4.1 | Pengumpulan Data..... | 31 |
| 4.1.1 | Data Historis Permintaan Bahan Baku NPK..... | 31 |
| 4.1.2 | Data <i>Bill of Material</i> dan Indeks Bahan Baku..... | 32 |
| 4.1.3 | Data <i>Lead Time</i> | 32 |
| 4.1.4 | Data Kapasitas Gudang..... | 33 |
| 4.1.5 | Data Harga Bahan Baku..... | 33 |
| 4.1.6 | Biaya Pesan (<i>Ordering Cost</i>)..... | 33 |
| 4.1.7 | Biaya Simpan (<i>Holding Cost</i>)..... | 34 |
| 4.1.8 | Data <i>Service Level</i> | 34 |
| 4.2 | Pengolahan Data..... | 34 |
| 4.2.1 | Peramalan (<i>Forecasting</i>)..... | 34 |
| 4.2.2 | <i>Safety Stock</i> dan <i>Reorder Point</i> | 37 |
| 4.2.3 | Metode Algoritma <i>Wagner-Within</i> | 39 |
| 4.2.4 | Metode Algoritma <i>Silver-Meal</i> | 75 |
| 4.2.5 | Metode <i>Part Period Balance</i> | 89 |
| 4.2.6 | Metode <i>Lot Sizing</i> yang Digunakan Perusahaan..... | 94 |
| BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN..... | | 98 |
| 5.1 | Analisa Hasil Peramalan..... | 98 |
| 5.2 | Analisa Perencanaan Persediaan..... | 98 |

| | | |
|-----------------------------|--|------------|
| 5.2.1 | Persediaan Pengaman (<i>Safety Stock</i>) dan <i>Reorder Point</i> (ROP) | 98 |
| 5.2.2 | Ukuran Pemesanan (<i>Lot Sizing</i>)..... | 99 |
| 5.3 | Perbandingan Total Biaya Persediaan | 101 |
| BAB VI PENUTUP | | 103 |
| 6.1 | Kesimpulan | 103 |
| 6.2 | Saran | 104 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 105 |
| LAMPIRAN | | |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|-----|
| Tabel 4. 1 Histori Produksi Semen Tahun 2019 & 2020 | 32 |
| Tabel 4. 2 <i>Bill of Material</i> dan Indeks Bahan Baku | 33 |
| Tabel 4. 3 Data <i>Lead Time</i> | 33 |
| Tabel 4. 4 Data Kapasitas Gudang <i>Trass</i> dan <i>Gypsum</i> | 34 |
| Tabel 4. 5 Data Harga Bahan Baku NPK | 34 |
| Tabel 4. 6 Data Perincian Biaya Pesan <i>Trass</i> dan <i>Gypsum</i> | 34 |
| Tabel 4. 7 Data Biaya Simpan <i>Trass</i> dan <i>Gypsum</i> | 35 |
| Tabel 4. 8 Tingkat Kesalahan Peramalan <i>Single Moving Average, Weighted Moving Average</i> dan <i>Single Exponential Smoothing</i> | 36 |
| Tabel 4. 9 Hasil Peramalan (<i>Single Moving Average 3 Bulan</i>)..... | 36 |
| Tabel 4. 10 Kuantitas Kebutuhan <i>Trass</i> dan <i>Gypsum</i> | 37 |
| Tabel 4. 11 Kebutuhan Material <i>Trass</i> | 40 |
| Tabel 4. 12 Tabel Alternatif Pemenuhan Pemesanan (Qce) | 47 |
| Tabel 4. 13 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Variabel (Rupiah) | 51 |
| Tabel 4. 14 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Minimum (Rupiah) | 54 |
| Tabel 4. 15 <i>Offsetting</i> dari Hasil Akhir Material <i>Trass</i> | 56 |
| Tabel 4. 16 Kebutuhan Material <i>Gypsum</i> | 57 |
| Tabel 4. 17 Tabel Alternatif Pemenuhan Pemesanan (Qce) | 65 |
| Tabel 4. 18 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Variabel (Rupiah) | 69 |
| Tabel 4. 19 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Minimum (Rupiah) | 72 |
| Tabel 4. 20 <i>Offsetting</i> dari Hasil Akhir Material <i>Gypsum</i> | 74 |
| Tabel 4. 21 Hasil Perhitungan <i>Lot Size</i> Material <i>Trass</i> dengan Algoritma <i>Silver-Meal</i> | 81 |
| Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan <i>Lot Size</i> Material <i>Gypsum</i> dengan Algoritma <i>Silver-Meal</i> 88 | |
| Tabel 4. 23 <i>Offsetting</i> dari Hasil Akhir Material <i>Gypsum</i> | 88 |
| Tabel 4. 24 Hasil Perhitungan <i>Lot Size</i> Material <i>Trass</i> dengan Metode PPB | 90 |
| Tabel 4. 25 <i>Offsetting</i> dari Hasil Akhir Material <i>Trass</i> | 91 |
| Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan <i>Lot Size</i> Material <i>Gypsum</i> dengan Metode PPB | 92 |
| Tabel 4. 27 <i>Offsetting</i> dari Hasil Akhir Material <i>Gypsum</i> | 92 |
| Tabel 4. 28 Hasil Perhitungan <i>Lot Size</i> Material <i>Trass</i> dengan Metode <i>Lot for Lot</i> | 94 |
| Tabel 4. 29 <i>Offsetting</i> dari Hasil Akhir Material <i>Trass</i> | 95 |
| Tabel 4. 30 Hasil Perhitungan <i>Lot Size</i> Material <i>Gypsum</i> dengan Metode <i>Lot for Lot</i> | 96 |
| Tabel 4. 31 <i>Offsetting</i> dari Hasil Akhir Material <i>Gypsum</i> | 97 |
| Tabel 5. 1 Rekapitulasi Total Biaya Persediaan | 111 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian..... | 28 |
| Gambar 3. 2 Kerangka Pikir..... | 31 |
| Gambar 4. 1 Pola Data Produksi Semen..... | 36 |
| Gambar 4. 2 Pola Persediaan Material <i>Trass</i> | 39 |
| Gambar 4. 3 Pola Persediaan Material <i>Gypsum</i> | 39 |

DAFTAR PERSAMAAN

| | | |
|--------------|--|----|
| Persamaan 1 | Menghitung Q_{ce} | 15 |
| Persamaan 2 | Biaya Variabel (Z_{ce}) | 15 |
| Persamaan 3 | Biaya Minimum (f_e) | 16 |
| Persamaan 4 | Ukuran lot (f_N) | 16 |
| Persamaan 5 | Ukuran lot (f_{w-1}) | 16 |
| Persamaan 6 | Ukuran lot (f_{u-1}) | 16 |
| Persamaan 7 | Penentuan Nilai K untuk <i>Silver-Meal</i> | 16 |
| Persamaan 8 | Penentuan <i>Equivalent Part Period</i> untuk Metode PPB | 17 |
| Persamaan 9 | <i>Moving Average</i> | 19 |
| Persamaan 10 | <i>Single Moving Average</i> | 20 |
| Persamaan 11 | <i>Weighted Moving Average</i> | 20 |
| Persamaan 12 | <i>Exponential Smoothing</i> | 21 |
| Persamaan 13 | <i>Mean Square Error (MSE)</i> | 21 |
| Persamaan 12 | <i>Mean Absolute Deviation (MAD)</i> | 22 |
| Persamaan 13 | <i>Mean Forecasting Error (MFE)</i> | 22 |
| Persamaan 14 | <i>Safety Stock</i> | 23 |
| Persamaan 15 | <i>Reorder Point</i> | 24 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pembangunan semakin berkembang dari hari ke hari, mulai dari pembangunan infrastruktur, perumahan dan banyak pembangunan lainnya. Dalam proses pembangunan, semen merupakan salah satu material yang dibutuhkan. Oleh karena itu persaingan penjualan antar perusahaan semen semakin ketat. Dalam menghadapi persaingan, selain strategi dalam pemasaran, strategi dalam manajemen persediaan juga dapat mempengaruhi dalam persaingan antar perusahaan.

Persediaan bahan baku merupakan salah satu faktor produksi yang sangat penting karena menunjang kelancaran dan kesinambungan dalam proses produksi. Kelebihan maupun kekurangan bahan baku akan merugikan perusahaan. Kekurangan persediaan akan menyebabkan terganggunya proses produksi, yaitu tidak tercapainya target produksi. Kelebihan persediaan mengakibatkan meningkatnya biaya penyimpanan dan tingginya risiko kerusakan bahan baku akibat proses penyimpanan bahan baku terganggu karena tempat penyimpanan penuh, yang dapat merugikan perusahaan secara keseluruhan.

PT Semen Tonasa adalah salah satu sektor industri semen yang merupakan perusahaan penghasil semen terbesar di bagian Indonesia tengah dan timur. Produk utama yang dihasilkan antara lain semen tipe PCC dan OPC. Dari bahan baku penyusun semen yaitu *clinker*, *gypsum*, *trass*, batu kapur pecah dan *fly ash*, *gypsum* dan *trass* dipesan dari pihak ke tiga, sedangkan sisanya diproduksi oleh PT. Semen Tonasa sendiri.

PT. Semen Tonasa bekerja selama 24 jam dalam seminggu, hanya terhenti ketika terjadi *maintenance*, sehingga ketersediaan bahan baku harus diperhatikan sehingga tidak terjadi *stock out*. Untuk mencegah terjadinya *stock out*, maka perlu menentukan *safety stock* dan *reorder point* dalam mengelola penyimpanan material.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara diperoleh data pemakaian bahan baku semen yang berfluktuasi dan diperoleh informasi bahwa selama ini perusahaan telah menetapkan kebijakan dalam hal manajemen persediaan untuk menentukan pemesanan bahan baku semen, tetapi perusahaan kurang mempertimbangkan kapasitas gudang, serta *quantity* pemesanan berdasarkan kebutuhan, sehingga berdampak pada biaya persediaan.

Untuk menentukan besarnya kuantitas pesanan yang optimal dalam perencanaan persediaan maka dilakukan perbandingan beberapa metode *lotting* yang sesuai dengan mempertimbangkan kapasitas gudang. Dengan kapasitas gudang PT. Semen Tonasa sebesar 50.000ton, sehingga dipilih beberapa metode *lot sizing* yang menjadikan kapasitas penyimpanan sebagai salah satu batasan atau variabel dalam perhitungannya.

Berdasarkan karakteristik data dengan batasan kapasitas penyimpanan, maka dipilih metode yang sesuai yaitu Algoritma *Wagner-Within*, Algoritma *Silver Meal* dan *Part Period Balance*. Menurut Prima, Danny Suryansyah, dkk (2018), pada penelitiannya mengenai pengendalian bahan baku *animal feedmill* dengan *lot sizing* berdasarkan Algoritma *Wagner-Within* dan *Silver Meal*, diperoleh hasil Algoritma *Wagner-Within* menghasilkan biaya yang lebih rendah sebesar 11,5% dan *Silver Meal* sebesar 10,2% dibandingkan dengan teknik *lot sizing* yang diterapkan perusahaan. Menurut Wibisono, Gunawan, dkk (2017), pada penelitiannya mengenai analisis perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku pada perusahaan yang bergerak pada bidang *furniture* rotan sintetis di Kediri, diperoleh hasil biaya paling minimum menggunakan metode *Part Period Balance*.

Berdasarkan uraian di atas, penulis mengkaji perencanaan persediaan bahan baku untuk memperoleh hasil yang optimal dengan melakukan penelitian berjudul **“ANALISIS PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU SEMEN MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA WAGNER-WITHIN, ALGORITMA SILVER MEAL DAN PART PERIOD BALANCE (Studi Kasus PT Semen Tonasa)”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana menentukan nilai *safety stock* dan *reorder point* untuk material *trass* dan *gypsum*?
2. Bagaimana menentukan kuantitas pemesanan (*lot size*) dan total biaya persediaan material *trass* dan *gypsum* dengan menggunakan metode Algoritma *Wagner-Within*, Algoritma *Silver-Meal* dan *Part Period Balance*?
3. Bagaimana analisis perbandingan perencanaan persediaan untuk material *gypsum* dan *trass* berdasarkan metode yang digunakan perusahaan dan menggunakan metode Algoritma *Wagner-Within*, Algoritma *Silver Mean* dan *Part Period Balance*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan nilai *safety stock* dan *reorder point* untuk material *trass* dan *gypsum*.
2. Menentukan kuantitas pemesanan (*lot size*) dan total biaya persediaan material *trass* dan *gypsum* menggunakan metode Algoritma *Wagner-Within*, Algoritma *Silver-Meal* dan *Part Period Balance*.
3. Membuat perbandingan perencanaan persediaan material *gypsum* dan *trass* berdasarkan metode yang diterapkan oleh perusahaan dengan metode Algoritma *Wagner-Within*, Algoritma *Silver Mean* dan *Part Period Balance*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dikemukakan dari penelitian ini yaitu:

1. Data produksi semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah data histori produksi semen tahun 2019 dan 2020.
2. Dari komponen bahan baku penyusun semen, persediaan bahan baku yang dilakukan perencanaan yaitu material *gypsum* dan *trass*.

3. Metode yang digunakan untuk meramalkan kebutuhan bahan baku semen adalah *Single Moving Average*, *Weighted Moving Average* dan *Single Exponential Smoothing*.
4. Metode yang digunakan untuk pengendalian persediaan adalah dengan menggunakan metode Algoritma *Wagner-Within*, Algoritma *Silver Mean* dan *Part Period Balance* dengan model pengembangan berupa batasan kapasitas gudang.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat diterapkan dan memberikan kontribusi, antara lain:

1. Pihak Perusahaan

Dapat menggunakan penelitian ini sebagai bahan acuan dalam merencanakan persediaan agar mencapai hasil yang optimal.

2. Pihak Lain

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sumber referensi pengetahuan bagi pihak-pihak yang ingin mempelajari hal yang sama untuk penelitian yang lebih lanjut.

3. Pihak Penulis

Penelitian ini merupakan bentuk penerapan teori-teori yang didapatkan selama perkuliahan yang dapat menambah pengetahuan dan wawasan penulis serta melatih kemampuan penulis untuk menganalisa suatu permasalahan yang terjadi.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang gambaran mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, perumusan masalah yang akan dibahas, tujuan yang ingin dicapai, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori perencanaan dan pengendalian persediaan dan studi lainnya yang digunakan dalam memecahkan masalah.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi langkah-langkah dalam penulisan tugas akhir, dari mulai identifikasi masalah sampai dengan penggunaan metode analisa data.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

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

BAB V : ANALISA DAN PEMBAHASAN

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

BAB VI : PENUTUP

Pada bab ini akan dirumuskan kesimpulan yang merupakan hasil dari penelitian dan saran sebagai bahan pertimbangan perbaikan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Persediaan

2.1.1 Pengertian Persediaan

Menurut Sumayang (2003), persediaan merupakan simpanan material yang berupa bahan mentah, barang dalam proses dan barang jadi. Ristono (2013), menyatakan bahwa persediaan merupakan suatu teknik yang berkaitan dengan penetapan terhadap besarnya persediaan barang yang harus diadakan untuk menjamin kelancaran dalam kegiatan operasi produksi, serta menetapkan jadwal pengadaan dan jumlah pemesanan barang yang seharusnya dilakukan oleh perusahaan. Menurut Handoko (2015), persediaan adalah segala sesuatu atau sumber daya-sumber daya organisasi yang disimpan dalam antisipasi terhadap pemenuhan permintaan. Sedangkan, menurut Warren (2016), persediaan adalah barang dagang yang dapat disimpan untuk kemudian dijual dalam operasi bisnis perusahaan dan dapat digunakan dalam proses produksi atau dapat digunakan untuk tujuan tertentu.

Dari beberapa pengertian persediaan di atas, dapat disimpulkan bahwa persediaan adalah sesuatu yang dapat disimpan dan digunakan oleh perusahaan dalam hal melakukan sesuatu untuk mencapai tujuan tertentu.

2.1.2 Fungsi Persediaan

Menurut Herjanto (2008), terdapat beberapa fungsi penting yang dikandung oleh persediaan dalam memenuhi kebutuhan perusahaan sebagai berikut:

- a. Menghilangkan resiko keterlambatan pengiriman bahan baku atau barang yang dibutuhkan perusahaan.
- b. Menghilangkan resiko jika material yang dipesan tidak baik sehingga harus dikembalikan.
- c. Menghilangkan resiko terhadap kenaikan harga barang atau inflasi.

- d. Untuk menyimpan bahan baku yang dihasilkan secara musiman sehingga perusahaan tidak akan mengalami kesulitan bila bahan tersebut tidak tersedia di pasaran.
- e. Mendapatkan keuntungan dari pembelian berdasarkan potongan kuantitas.
- f. Memberikan pelayanan kepada pelanggan dengan tersedianya barang yang diperlukan.

2.1.3 Jenis-jenis Persediaan

Menurut Heizer dan Render (2014), mengemukakan bahwa ada 4 hal yang merupakan jenis-jenis persediaan yaitu sebagai berikut:

- a. Persediaan bahan mentah (*raw material*) adalah bahan-bahan yang telah dibeli tetapi belum diproses. Bahan-bahan dapat diperoleh dari sumber alam atau dibeli dari *supplier* (penghasil bahan baku).
- b. Persediaan barang setengah jadi (*work in process*) atau barang dalam proses adalah komponen atau bahan mentah yang telah melewati sebuah proses produksi/telah melewati beberapa proses perubahan, tetapi belum selesai atau akan diproses kembali menjadi barang jadi.
- c. Persediaan pasokan pemeliharaan/perbaikan/operasi (*maintenance, repair, operating*) yaitu persediaan-persediaan yang disediakan untuk pemeliharaan, perbaikan, dan operasional yang dibutuhkan untuk menjaga agar mesin-mesin dan proses-proses tetap produktif.
- d. Persediaan barang jadi (*finished goods*), yaitu persediaan barang-barang yang telah selesai diproses atau diolah dalam pabrik dan siap dijual atau dikirim kepada pelanggan.

2.1.4 Biaya-biaya Persediaan

Ada beberapa biaya dalam sistem persediaan yang harus diketahui oleh perusahaan menurut Sofyan (2013), di antaranya adalah:

- a. Biaya pembelian (*purchasing cost*), yaitu biaya yang digunakan untuk membeli barang. Jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang tersebut akan berpengaruh pada biaya pembelian. Dalam hal ini biaya pembelian lebih bersifat variabel karena tergantung pada jumlah

barang yang dipesan. Sehingga biasa disebut *unit variabel cost* atau *purchasing cost*.

- b. Biaya pengadaan barang (*procurement cost*), yaitu biaya pengadaan kebutuhan akan barang yang dibedakan atas dua jenis biaya sesuai dengan asal barang, yaitu:
 1. Biaya pemesanan (*ordering cost*), bila barang yang dibutuhkan didapatkan dari pihak pemasok (*supplier*).
 2. Biaya pembuatan (*setup cost*) merupakan keseluruhan pengeluaran yang timbul dalam mempersiapkan produksi suatu barang. Biaya ini timbul di dalam perusahaan yang meliputi biaya penyusunan peralatan produksi, menyetel mesin, penyusunan barang di gudang, dan sebagainya.
- c. Biaya penyimpanan (*holding cost*), yaitu semua pengeluaran yang timbul akibat penyimpanan barang. Biaya penyimpanan tersendiri atas biaya-biaya yang bervariasi secara langsung dengan kuantitas persediaan. Biaya penyimpanan per periode akan semakin besar apabila kuantitas barang yang dipesan semakin banyak atau rata-rata persediaan semakin tinggi.

Biaya-biaya yang termasuk sebagai biaya penyimpanan antara lain:

1. Biaya modal yaitu biaya yang timbul karena adanya penumpukan barang di gudang yang berarti penumpukan modal kerja, dimana modal perusahaan mempunyai ongkos yang dapat diukur dengan suku bunga bank.
2. Biaya kerusakan dan penyusutan yaitu biaya yang ditimbulkan akibat adanya kerusakan atau penyusutan barang.
3. Biaya gudang yaitu biaya yang ditimbulkan akibat adanya persediaan di gudang.
4. Biaya administrasi dan pemindahan yaitu biaya yang dikeluarkan untuk administrasi persediaan barang yang ada.
5. Biaya asuransi yaitu biaya yang ditimbulkan untuk menjamin kondisi barang.

6. Biaya kadaluarsa yaitu biaya yang ditimbulkan akibat kerusakan atau penurunan nilai barang.
- d. Biaya kekurangan persediaan (*shortage cost / backorder cost*) yaitu biaya yang timbul apabila ada permintaan terhadap barang yang kebetulan tidak tersedia di gudang (*stock out*). Dalam hal ini proses produksi akan terganggu dan menimbulkan kerugian karena perusahaan kehilangan kesempatan untuk mendapatkan keuntungan atau kehilangan pelanggan karena konsumen akan beralih pada para pesaing.

2.1.5 Pola Permintaan Persediaan

Pada dasarnya terdapat dua macam pola permintaan persediaan, yaitu sebagai berikut (Gaspersz, 2012):

- a. *Independent demand*, adalah permintaan untuk suatu item yang berkaitan dengan permintaan untuk item lain. Item-item inventori yang termasuk ke dalam atau mengikuti pola *independent demand* adalah: *retail, wholesale finished goods, service and replacement parts, maintenance, repair, and operating (MRO) supplies*.

Inventori yang mengikuti pola *independent demand* sering juga diklasifikasikan sebagai *distribution inventories*, yang memiliki karakteristik berikut:

1. Permintaan adalah eksternal, berdasarkan pada kebutuhan pasar.
 2. Permintaan bersifat acak (*random*) dan relative kontinu.
 3. Permintaan harus diramalkan menggunakan teknik-teknik peramalan.
 4. Stok pengaman digunakan untuk mencapai target tingkat pelayanan (*service level*) tertentu.
- b. *Dependent demand*, adalah permintaan item yang secara langsung berkaitan dengan atau diturunkan dari struktur *bill of material (BOM)* untuk item lain atau produk akhir. Item-item inventori yang mengikuti pola *dependent demand* harus dihitung, sehingga tidak perlu diramalkan. Suatu item inventori tertentu mungkin mengikuti pola

dependent demand atau *independent demand* pada waktu tertentu, misalnya: suatu *part* yang mungkin secara simultan menjadi komponen dari suatu *assembly* dan juga dijual sebagai *service part*. Item-item inventori yang mengikuti pola *dependent demand* adalah *assemblies, subassemblies, fabricated components, purchased components, raw materials*. Inventori yang mengikuti pola *dependent demand* sering juga diklasifikasikan sebagai *manufacturing inventories*, yang memiliki karakteristik berikut:

1. Permintaan adalah internal, berdasarkan pada skedul produksi.
2. Permintaan cenderung tidak mulus dan diskrit (*lumpy and discontinuous*).
3. Permintaan tidak perlu diramalkan tetapi dapat dihitung dan dikendalikan menggunakan metode *lot size*.
4. Sedikit atau tanpa stok pengaman diperlukan untuk menjamin tingkat pelayanan 100%.

2.1.6 Model-model Persediaan

Menurut Thaha (2007), model persediaan dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu:

- a. Model deterministik, adalah sistem persediaan yang parameter dan seluruh variabel telah diketahui secara pasti. Model ini dibagi menjadi dua karakteristik:

1. Deterministik Statis

Pada model ini permintaan diketahui secara pasti atau total permintaan unit pada setiap periode waktu adalah diketahui konstan serta laju permintaan adalah sama untuk setiap periode.

2. Deterministik Dinamis

Pada model ini permintaan untuk setiap periode diketahui dan konstan, tetapi laju permintaan dapat bervariasi dari satu periode ke periode lainnya.

b. Model probabilistik, adalah sebuah model pengendalian persediaan yang memiliki parameter persediaan bersifat variatif. Model ini dibagi menjadi dua karakteristik:

1. Probabilistik Statis

Pada model ini variabel permintaan bersifat random dan distribusi probabilistik dipengaruhi oleh waktu setiap periode.

2. Probabilistik Dinamis

Model ini mirip dengan probabilistik statis dengan pengecualian bahwa distribusi probabilitas permintaan dapat bervariasi dari satu periode ke periode lainnya.

2.2 Pengendalian Persediaan

Setiap perusahaan perlu mengadakan persediaan untuk dapat menjamin keberlangsungan hidup usahanya. Untuk mengadakan persediaan ini dibutuhkan uang yang diinvestasikan dalam persediaan tersebut, oleh sebab itu setiap perusahaan haruslah dapat mengendalikan suatu jumlah persediaan yang optimum agar dapat menjamin kebutuhan bagi kelancaran kegiatan perusahaan dalam jumlah tepat serta dengan biaya serendah-rendahnya, karena ini berarti banyak uang atau modal yang tertanam, dan biaya-biaya yang ditimbulkan dengan adanya persediaan tersebut. Sebaliknya jika persediaan yang terlalu kecil akan merugikan perusahaan. Karena kelancaran dari kegiatan produksi dan distribusi akan terganggu.

Pengertian pengendalian persediaan menurut Assauri (2008), dikemukakan bahwa, pengendalian persediaan dapat dikatakan sebagai suatu kegiatan untuk menentukan tingkat dan komposisi dari persediaan *parts*, bahan baku, dan barang hasil produksi, sehingga perusahaan dapat melindungi kelancaran produksi dan penjualan serta kebutuhan-kebutuhan pembelanjaan perusahaan dengan efektif dan efisien.

Pengendalian persediaan adalah kegiatan untuk mendapatkan laba yang maksimum, serta adanya kontinuitas dan kelancaran dalam menjalankan usahanya. Persediaan merupakan salah satu aspek keputusan yang sangat riskan dalam manajemen logistik. Terlalu besarnya persediaan akan

membebani perusahaan dengan biaya simpan (*carrying cost*) yang tinggi. Jika persediaan tidak diimbangi dengan permintaan, maka dapat menurunkan kualitas barang yang disimpan karena terlalu lama. Sebaliknya, jika terlalu sedikit persediaan akan memperbesar kemungkinan terjadinya kekurangan stok (*stock out*). Hal ini akan menurunkan pelayanan terhadap konsumen, karena tidak dapat memenuhi keinginan dari konsumen itu sendiri. Pengendalian persediaan barang juga dapat mempengaruhi keberhasilan dari suatu perusahaan untuk bertahan dan bersaing (Setiawan, 2014).

Berdasarkan pengertian di atas, dapat disimpulkan bahwa pengendalian persediaan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan biaya persediaan menjadi minimal.

2.3 MRP (*Material Requirement Planning*)

2.3.1. Konsep MRP

Menurut Soleha (2015), MRP didefinisikan sebagai teknik sistematis dalam menentukan kuantitas kebutuhan bahan dan waktu yang tepat dalam pengendalian persediaan pada permintaan yang saling berhubungan. Adapun menurut Rosidah (2015), MRP merupakan metode perencanaan dan pengendalian pemesanan terhadap bahan baku yang bersifat *dependant demand* seperti bahan baku, *parts*, *subassemblies*, dan *assemblies* atau dengan kata lain merupakan persediaan pada manufaktur.

Teknik perencanaan kebutuhan material (*material requirement planning*) digunakan untuk perencanaan dan pengendalian item barang (komponen) yang tergantung (*dependent*) pada item-item ditingkat (level) yang lebih tinggi. Kebutuhan pada item-item yang bersifat tergantung merupakan hasil dari kebutuhan yang disebabkan oleh penggunaan item-item tersebut dalam memproduksi item yang lain, seperti dalam kasus di mana bahan baku dan komponen assembling yang digunakan untuk memproduksi produk jadi (Nasution, 2008).

Ada empat kemampuan yang menjadi ciri utama dari sistem MRP, yaitu (Nasution, 2008):

- a. Mampu menentukan kebutuhan pada saat yang tepat “kapan” suatu pekerjaan harus diselesaikan atau “kapan” material harus tersedia untuk memenuhi permintaan atas produk akhir yang sudah direncanakan pada jadwal induk produksi.
- b. Membentuk kebutuhan minimal untuk setiap item
Dengan diketahuinya kebutuhan akan produk jadi, MRP dapat menentukan secara tepat sistem penjadwalan (berdasarkan prioritas) untuk memenuhi semua kebutuhan minimal setiap item komponen.
- c. Menentukan pelaksanaan rencana pemesanan
Maksudnya adalah memeberikan indikasi kapan pemesanan atau pembatalan terhadap pesanan harus dilakukan, baik pemesanan yang diperoleh dari luar atau dibuat sendiri.
- d. Menentukan penjadwalan ulang atau pembatalan atas suatu jadwal yang sudah direncanakan

Apabila kapasitas yang ada tidak mampu memenuhi pesanan yang dijadwalkan pada waktu yang diinginkan, maka MRP dapat memberikan indikasi untuk melakukan rencana penjadwalan ulang dengan menentukan prioritas pesanan yang realistis. Jika penjadwalan masih tidak memungkinkan untuk memenuhi pesanan, berarti perusahaan tidak mampu memenuhi permintaan konsumen, sehingga perlu dilakukan pembatalan atas pesanan konsumen tersebut.

2.3.2. Prosedur MRP

Prosedur MRP

1. Netting

Netting ialah proses perhitungan untuk menetapkan jumlah kebutuhan bersih yang besarnya merupakan selisih antara kebutuhan kotor dengan keadaan persediaan (yang ada dalam

persediaan dan yang sedang dipesan). Masukan yang diperlukan dalam proses perhitungan kebutuhan bersih ini adalah:

- a) Kebutuhan kotor (yaitu jumlah produk akhir yang akan dikonsumsi) untuk tiap periode selama periode perencanaan.
- b) Rencana penerimaan dari subkontraktor selama periode perencanaan.
- c) Tingkat persediaan yang dimiliki pada awal periode perencanaan.

2. *Lotting*

Proses *lotting* ialah proses untuk menentukan besarnya pesanan yang optimal untuk masing-masing item produk berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan bersih.

3. *Offsetting*

Proses ini ditujukan untuk menentukan saat yang tepat guna melakukan rencana pemesanan dalam upaya memenuhi tingkat kebutuhan bersih. Rencana pemesanan dilakukan pada saat material dibutuhkan dikurangi dengan waktu anjang.

4. *Explosion*

Proses *explosion* adalah proses perhitungan kebutuhan kotor item yang berada di tingkat lebih bawah, didasarkan atas rencana pemesanan yang telah disusun pada proses *offsetting*.

(Kusuma, Hendra, 2009)

2.4 Algoritma *Wagner-Within*

Teknik ini menggunakan prosedur optimasi yang didasari model program dinamis yang menambahkan beberapa kerumitan pada perhitungan ukuran lot. Tujuannya adalah untuk mendapatkan strategi pemesanan yang optimum untuk seluruh jadwal kebutuhan bersih dengan jalan meminimalkan total ongkos pengadaan dan ongkos simpan. Pada dasarnya, teknik ini menguji semua cara pemesanan yang mungkin dalam memenuhi kebutuhan bersih setiap periode

yang ada pada horizon perencanaan sehingga senantiasa memberikan jawaban optimal (Heizer dan Render, 2012).

Langkah-langkah untuk Algoritma *Wagner-Within* (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 ($Q_{ce} \leq \text{kapasitas gudang}$).

$$Q_{ce} = \sum_{k=c}^e D_k \dots\dots\dots (1)$$

- 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:

$$Z_{ce} = C + h \sum_{i=c}^e (Q_{ce} - Q_{ci}) \text{ untuk } 1 \leq c \leq e \leq N \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

C = biaya pesan

h = biaya simpan per unit per periode

$$Q_{ce} = \sum_{k=c}^e D_k$$

D_k = permintaan pada periode k

- 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.

$$f_e = \text{Min} \{Z_{ce} + f_{c-1}\} \text{ untuk } c = 1, 2, \dots, e \dots\dots\dots (3)$$

- 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 .

$$f_N = Z_{wN} + f_{w-1} \dots\dots\dots (4)$$

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

$$f_{w-1} = Z_{vw} + f_{v-1} \dots\dots\dots (5)$$

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

$$f_{u-1} = Z_{1u-1} + f_0 \dots\dots\dots (6)$$

2.5 Algoritma Silver Meal

Metode *Silver-Meal* atau sering pula disebut metode SM yang dikembangkan oleh Edward Silver dan Harlan Meal berdasarkan pada periode biaya. Tujuan dari metode ini adalah untuk meminimasi ongkos total periode. Ukuran *lot* ditentukan dengan cara menjumlahkan kebutuhan berapa periode yang berturut-turut sebagai ukuran *lot* yang *tentative*, penjumlahan dilakukan terus sampai ongkos total (ongkos pesanan dan ongkos simpan) dibagi dengan banyaknya periode yang *net req*-nya termasuk dalam ukuran *lot tentative* tersebut meningkat (Bahagia, 2006).

Rumusan umum yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$K(m) = \frac{1}{m} (A + hD_2 + 2hD_3 + \dots + (m - 1)hD_m) \dots\dots\dots (7)$$

Hitung $K(m)$, $m = 1, 2, 3, \dots, m$, dan hentikan hitungan jika $K(m+1) > K(m)$

Keterangan:

- D_m = Permintaan pada periode ke- m ($D_1, D_2, D_3, \dots D_m$)
- $K(m)$ = Rata-rata biaya persediaan per unit waktu
- m = Periode
- A = Biaya pesan
- h = Biaya simpan tiap unit/periode

Dalam pengaplikasiannya nanti yang menjadi bahan pertimbangan untuk menentukan *lot size* adalah biaya rata-rata minimal tiap periode serta kapasitas gudang yang ada.

2.6 Part Period Balance (PPB)

Part Period Balance (PPB) atau penyeimbangan sebagian periode digunakan untuk menentukan ukuran lot suatu kebutuhan bahan yang tidak seragam sehingga biaya persediaan dapat ditekan (Herjanto, 2008).

Penentuan jumlah pesanan (*lot*) dilaksanakan dengan mengakumulasikan permintaan dari periode-periode yang berdampingan kedalam suatu lot tunggal

sampai *carrying cost* kumulatifnya melampaui atau sama dengan *setup cost*. Pertama mengkonversikan ongkos pesan menjadi *Equivalent Part Period* (EPP), di mana EPP digunakan untuk menentukan pemesanan dengan jumlah pesanan bahan baku yang berbeda (Mukhopadhyay, 2007 dalam Rosidah, 2015). Berikut rumus EPP:

$$EPP = \frac{S}{h} \dots\dots\dots (8)$$

Di mana:

S = ongkos Pesan /ongkos *Setup*

h = ongkos Simpan per unit per periode

2.7 Lot for Lot

Metode *lot for lot* atau yang lebih sering diistilahkan sebagai metode persediaan minimal sebenarnya dilakukan atas dasar ide untuk menyediakan persediaan, atatu bahkan memproduksinya sesuai keperluan saja dengan jumlah persediaan yang diupayakan seminimal mungkin. Jumlah pesanan yang disesuaikan dengan jumlah kebutuhan *riil* akan berdampak pada tidak adanya simpanan persediaan, sehingga umumnya biaya yang ditimbulkan dari metode ini hanyalah mencakup biaya pemesanan semata.

Risiko yang membayangi metode ini ialah risiko keterlambatan pengiriman barang. Pada persediaan bahan baku, keterlambatan pengiriman barang itu sendiri akan membuat produksi menjadi terhenti. Adapun pada persediaan produk jadi, keterlambatan tersebut akan membuat permintaan pelanggan menjadi tidak terpenuhi. Meskipun demikian, metode ini tetaplah pilihan terbaik bagi perusahaan tertentu, misalnya yang memperdagangkan barang tidak tahan lama (*perishable products*).

(Efendi, Suryono, dkk. 2019)

2.8 Peramalan (*Forecasting*)

Menurut Heizer dan Render (2015), peramalan (*forecasting*) adalah suatu seni dan ilmu pengetahuan dalam memprediksi peristiwa pada masa yang akan datang. Peramalan akan melibatkan mengambil data historis (seperti penjualan

tahun lalu) dan memproyeksikan mereka ke masa yang akan datang dengan menggunakan model matematika. Sedangkan, menurut Sofyan (2015), peramalan merupakan suatu perkiraan, tetapi dengan menggunakan teknik-teknik tertentu.

Adapun tujuan peramalan menurut Sofyan (2015), tujuan utama peramalan adalah untuk meramalkan permintaan di masa yang akan datang, sehingga diperoleh suatu perkiraan yang mendekati keadaan yang sebenarnya.

Melakukan aktivitas peramalan perlu didasari dengan metode yang tepat dan terstandarisasi, hal ini dilakukan untuk dapat memberikan proyeksi masa depan yang jelas dan dapat dipertanggungjawabkan dasar pemikirannya.

2.8.1 Macam-macam Teknik Peramalan

a. Metode Kuantitatif

Dalam teknik kuantitatif, data masa lalu dianalisa secara statistik setelah itu dicari pola atau rumusan yang sesuai untuk meramalkan keadaan pada masa yang akan datang.

Ada dua jenis peramalan yang utama yaitu:

1. Metode Deret Berkala (*Time Series*)

Metode *time series* adalah metode yang dipergunakan untuk menganalisis serangkaian data yang merupakan fungsi dari waktu. Metode ini mengasumsikan beberapa pola atau kombinasi pola selalu berulang sepanjang waktu, dan pola dasarnya dapat diidentifikasi semata-mata atas dasar data historis dari serial itu.

Dengan analisis deret waktu dapat ditunjukkan bagaimana permintaan terhadap suatu produk tertentu bervariasi terhadap waktu. Sifat dari perubahan permintaan dari tahun ke tahun dirumuskan untuk meramalkan penjualan pada masa yang akan datang. Metode peramalan dengan pendekatan statistik digunakan untuk peramalan yang berdasarkan pada pola data, dan termasuk ke dalam model peramalan deret berkala (*time series*) antara lain:

a) Metode *Exponential Smoothing*

Pemulusan eksponensial (*exponential smoothing*) adalah suatu prosedur yang mengulang perhitungan secara terus menerus dengan menggunakan data terbaru. Metode ini didasarkan pada perhitungan rata-rata (pemulusan) data-data masa lalu secara eksponensial. Setiap data diberi bobot, dimana data yang lebih baru diberi bobot yang lebih besar. Bobot yang digunakan adalah α untuk data yang paling baru, $\alpha (1 - \alpha)$ digunakan untuk data yang agak lama, $\alpha (1 - \alpha)^2$ untuk data yang lebih lama lagi.

Rumus matematisnya adalah:

$$F_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha)F_t \dots\dots\dots (9)$$

(Nasution dan Prasetyawan, 2008)

Dimana:

- X_t = Permintaan pada periode t
- α = Faktor/konstanta pemulusan
- F_t = Nilai ramalan periode sebelumnya
- F_{t+1} = Hasil peramalan untuk periode t+1

b) Metode *Moving Average*

Model rata-rata bergerak menggunakan sejumlah data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan untuk permintaan di masa yang akan datang. Secara matematis, rumus fungsi peramalan metode ini adalah:

$$F_{t+1} = \frac{X_{t-N+1} + \dots + X_{t-1} + X_t}{N} \dots\dots\dots (10)$$

(Nasution dan Prasetyawan, 2008)

Dimana:

- X_t = Permintaan pada periode t
- X_{t-1} = Permintaan pada periode t-1
- X_{t-N+1} = Permintaan pada periode t-N+1
- N = Jumlah deret waktu yang digunakan
- F_{t+1} = Hasil peramalan untuk periode t+1

c) Metode *Weighted Moving Average*

Metode *Weighted Moving Average* (WMA) dapat mengatasi kelemahan dari metode *Moving Average* (MA) yang menganggap setiap data memiliki bobot yang sama, padahal lebih masuk akal bila data yang lebih baru mempunyai bobot yang lebih tinggi karena data tersebut mempresentasikan kondisi yang terakhir terjadi.

Secara matematis, WMA dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$WMA = \sum W_t \times A_t \dots\dots\dots(11)$$

(Nasution dan Prasetyawan, 2008)

Dimana:

W_t = Bobot Permintaan Aktual pada periode $-t$

A_t = Permintaan Aktual pada periode $-t$

d) Metode *Exponentila Smoothing*

Metode ini dipakai pada kondisi di mana bobot data pada periode yang satu berbeda dengan data pada periode sebelumnya dengan membentuk fungsi eksponensial yang biasa disebut dengan *exponential smoothing*. Karakteristik *smoothing* dikendalikan dengan menggunakan parameter *smoothing* α , yang bernilai antara 0 sampai dengan 1. Fungsi parameter ini adalah untuk memberikan penekanan yang lebih terhadap data yang paling baru. Setiap peramalan yang baru berdasarkan pada hasil peramalan sebelumnya ditambah dengan suatu presentase perbedaan antara peramalan dengan nilai aktualnya pada saat tersebut.

Single exponential smoothing:

$$D'_t = D'_{t-1} + \alpha(D_{t-1} - D'_{t-1}) \dots\dots\dots(12)$$

(Nasution dan Prasetyawan, 2008)

Dengan:

D'_t = peramalan untuk periode mendatang

D_t = *demand actual* di periode t

α = suatu nilai yang ditentukan

2. Metode Kausal

Metode peramalan kausal mengembangkan suatu model sebab akibat antara permintaan yang diramalkan dengan variabel-variabel lain yang dianggap berpengaruh. Sebagai contoh, permintaan akan baju baru mungkin berhubungan dengan banyaknya populasi pendapatan masyarakat, jenis kelamin, budaya daerah, dan bulan-bulan khusus.

b. Metode Kualitatif

Data yang diperoleh pada data ini tidak sama dengan data pada metode kuantitatif. Input yang dibutuhkan tergantung pada metode tertentu dan biasanya merupakan hasil dari pemakaian intuitif, perkiraan dan mengetahui apa yang telah didapat.

2.8.2 Ukuran Akurasi Hasil Peramalan

Ukuran akurasi hasil peramalan yang merupakan ukuran kesalahan merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang sebenarnya terjadi. Ukuran hasil peramalan yang biasanya digunakan, yaitu:

a. Mean Square Error (MSE)

MSE atau rata-rata kesalahan kuadrat memperkuat pengaruh angka-angka kesalahan besar, tetapi memperkecil angka kesalahan prakiraan yang lebih kecil dari satu unit.

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (d_t - D'_t)^2}{n} \dots\dots\dots (13)$$

(Nasution dan Prasetyawan, 2008)

Dimana:

d_t = data aktual pada periode t

D'_t = nilai ramalan pada periode t

n = banyaknya periode

b. *Mean Absolute Deviation (MAD)*

MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Secara matematis MAD dirumuskan sebagai berikut:

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \dots\dots\dots(14)$$

(Nasution dan Prasetyawan, 2008)

Dimana:

A_t = Permintaan aktual pada periode t

F_t = Peramalan permintaan pada periode t

n = Jumlah periode peramalan yang terlihat

c. *Mean Forecasting Error (MFE)*

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. Secara matematis, MFE dinyatakan sebagai berikut:

$$MFE = \sum \frac{(A_t - F_t)}{n} \dots\dots\dots(15)$$

(Nasution dan Prasetyawan, 2008)

Dimana:

A_t = Permintaan aktual pada periode t

F_t = Peramalan permintaan pada periode t

n = Jumlah periode peramalan yang terlihat

2.9 Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Persediaan pengaman adalah persediaan yang dicadangkan untuk kebutuhan selama menunggu barang datang. Persediaan pengaman berfungsi untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan barang, misalnya karena penggunaan barang yang lebih besar dari perkiraan semula atau keterlambatan dalam penerimaan barang yang dipesan (Herjanto, 2008). Pemesanan suatu barang sampai barang itu datang, diperlukan jangka waktu yang bisa bervariasi dari beberapa jam sampai beberapa bulan. Perbedaan waktu antara saat memesan sampai saat barang datang dikenal dengan istilah

waktu tenggang (*lead time*). Waktu tenggang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan dari barang itu sendiri dan jarak lokasi antara pembeli dan pemasok berada. Saat waktu tenggang, diperlukan adanya persediaan yang dicadangkan untuk kebutuhan selama menunggu barang datang, yang disebut dengan persediaan pengaman (*safety stock*) (Heizer & Render, 2014).

Ketika permintaan (*demand*) selama periode kedatangan pesanan (*lead time*) tidak bisa diketahui sebelumnya secara pasti, maka deviasi kapan persediaan dibutuhkan dan kapan persediaan dibutuhkan dan kapan persediaan datang harus diketahui. Jika rata-rata permintaan selama periode kedatangan pesanan ditransformasi maka perilaku penyimpangan tingkat permintaan itu akan menyebar sehingga deviasi penyebaran itu akan dapat digunakan untuk memperkirakan persediaan cadangan (*safety stock*) yang berdasar pada perilaku penyimpangan variabel yang mempengaruhi dan dinyatakan dalam σ dapat dihitung dengan standar deviasi sebagai berikut:

$$SS = Z \times \sigma \times \sqrt{ld} \dots \dots \dots (16)$$

Keterangan:

Z = *Safety Factor*

σ = Standar Deviasi

\sqrt{ld} = *Lead Time*

(Siswanto, 2007).

2.10 Titik Pemesanan Kembali (*Reorder Point*)

Reorder Point (ROP) menjawab pertanyaan kapan mulai mengadakan pemesanan. ROP terjadi apabila jumlah persediaan yang terdapat di dalam stok berkurang terus. Dengan demikian kita harus menentukan berapa banyak batas minimal tingkat persediaan yang harus dipertimbangkan sehingga tidak terjadi kekurangan persediaan. Jumlah yang diharapkan tersebut dihitung selama masa tenggang. Mungkin dapat juga ditambahkan dengan *safety stock* yang biasanya mengacu kepada probabilitas atau kemungkinan terjadinya kekurangan stok selama masa tenggang.

Reorder Point atau biasa disebut dengan titik pemesanan kembali termasuk permintaan yang diinginkan atau dibutuhkan selama masa tenggang, misalnya

suatu tambahan/ekstra stok. Rumus umum *Reorder Point* (ROP) untuk tingkat permintaan variabel dan *lead time* yang konstan yaitu:

$$ROP = D_r \times L + SS \dots\dots\dots(17)$$

Keterangan:

D_r = Rata-rata Permintaan

L = *Lead Time*

SS = *Safety Stock*

(Rangkuti, 2007).

2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian Wibisono, Gunawan, dkk (2017) yang berjudul “Analisis Penerapan MRP Terhadap Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pada PT. Latif di Kediri” di mana metode *lot sizing* yang digunakan yaitu *Lot for Lot* dan *Part Period Balance*. Di mana diperoleh kesimpulan bahwa metode *Lot for Lot* memberikan hasil biaya yang lebih minimal dibandingkan metode *Part Period Balance*.

Penelitian Prima, Danny Suryansyah, dkk (2018) tentang “Penerapan Sistem MRP Untuk Pengendalian Persediaan Bahan Baku *Animal Feedmill* Dengan *Lot Sizing* Berdasarkan Algoritma *Wagner-Within* dan *Silver Meal*” di mana diperoleh hasil bahwa metode Algoritma *Wagner-Within* menghemar biaya sebesar 11,5% dibandingkan metode yang diterapkan perusahaan, sedangkan untuk metode *Silver Meal* menghemat biaya sebesar 10,2% dibandingkan metode yang digunakan perusahaan.

Penelitian Khikmawati, Emy, dkk (2017) tentang “Analisis Perencanaan Biaya Persediaan Produk Semen Melalui Pendekatan Perencanaan Kebutuhan Bahan Baku (*Material Requirement Planning*)”. Dalam penelitian ini metode *lot sizing* yang digunakan yaitu *Lot for Lot* dengan kesimpulan yang diperoleh yaitu estimasi biaya lebih kecil sebesar 32,31% dibandingkan biaya persediaan perusahaan.

Diantara beberapa penelitian di atas, semuanya menggunakan pendekatan system yang sama yaitu system *Material Requirement Planning* (MRP), dengan perbedaan yaitu pada metode *lot sizing* yang digunakan, ada yang menggunakan metode *Lot for Lot* dan *Part Period Balance*, ada yang

menggunakan metode Algoritma *Wagner-Within* dan *Silver Meal* serta ada yang hanya menggunakan satu metode *lot sizing* yaitu metode *Lot for Lot*.