

Tugas Akhir

**PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU PEMBUATAN
CELANA POLO MENGGUNAKAN METODE *SILVER MEAL*
DAN *ALGORITHM WAGNER WHITIN*
(Studi Kasus PT. Eratex Djaja Tbk)**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Ujian
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Disusun Oleh:

DENI KURNIAWAN

D071181326

**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2022**

Tugas Akhir

**PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU PEMBUATAN
CELANA POLO MENGGUNAKAN METODE *SILVER MEAL*
DAN *ALGORITHM WAGNER WHITIN*
(Studi Kasus PT. Eratex Djaja Tbk)**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Ujian
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Disusun Oleh:

DENI KURNIAWAN

D071181326

**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir:

**PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU PEMBUATAN CELANA
POLO MENGGUNAKAN METODE *SILVER MEAL* DAN *ALGORITHM
WAGNER WHITIN*
(Studi Kasus PT. Eratex Djaja Tbk)**

Disusun Oleh:

Deni Kurniawan

D071 18 1 326

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. Sapta Asmal, ST., MT.
NIP. 19681005 199603 1 002


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

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin




Ir. Kifayah Amar, S.T., M.Sc., Ph.D, IPU

NIP. 19740621 200604 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Deni Kurniawan
NIM : D071181326
Program Studi : Teknik Industri
Jenjang : S1
Judul Skripsi : Perencanaan Persediaan Bahan Baku Pembuatan Celana Polo Menggunakan Metode *Silver Meal* Dan *Algorithm Wagner Whitin* (Studi Kasus Pt. Eratex Djaja Tbk)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini merupakan hasil, pemikiran, dan pemaparan asli dari saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan orang lain atas sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Hasanuddin atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Gowa, Desember 2022

Yang membuat pernyataan



Deni Kurniawan

ABSTRAK

Pengendalian persediaan bahan baku sangatlah penting dalam sebuah industri untuk mengembangkan usahanya karena akan berpengaruh pada efisiensi biaya, kelancaran produksi dan keuntungan usaha itu sendiri. PT. Eratex Djaja Tbk mempunyai permasalahan yang terjadi dalam perusahaan yaitu pengendalian persediaan bahan baku yang belum optimal. Tercatat sepanjang tahun 2021, sebanyak 36.797 yard bahan *fabric* celana kain tersimpan dalam gudang. Hal itu menjadi pemicu terjadinya pembengkakan biaya. Pada penelitian kali ini akan dibahas mengenai perencanaan persediaan dengan menggunakan metode *Silver Meal* dan *Algorithm Wagner Whitin*. Data yang digunakan adalah data permintaan celana kain dan celana *jeans* sepanjang tahun 2021. Hasil penelitian menunjukkan 5 material lebih optimal menggunakan metode *silver meal* dan 1 material menggunakan metode *Algorithm Wagner Whitin*. Perusahaan bisa menggunakan kedua metode tersebut untuk masing-masing bahan baku. Tetapi lebih optimal jika perusahaan menggunakan hanya satu metode saja untuk pengadaan bahan baku yaitu metode *Silver Meal*, karena metode ini ketika digunakan dalam jangka waktu panjang biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan bahan baku lebih minimum dibandingkan dengan metode *Algorithm Wagner Whitin*.

Kata kunci: Persediaan, Peramalan, *Silver Meal*, *Algorithm Wagner Whitin*.

ABSTRACT

Inventory control of raw materials is very important in an industry to develop its business because it will affect cost efficiency, smooth production and profit of the business itself. Eratex Djaja Tbk have problems that occur in the company, namely the control of raw material inventory that is not optimal. It was recorded that throughout 2021, 36,797 yards of fabric pants were stored in warehouses. This triggers cost overruns. In this study, we will discuss inventory planning using the Silver Meal and Wagner Whitin Algorithm. The data used is data on demand for cloth pants and jeans throughout 2021. The results showed that 5 materials are more optimal using the silver meal method and 1 material using the Algorithm Wagner Whitin. Companies can use both methods for each raw material. But it is more optimal if the company uses only one method for the procurement of raw materials, namely the Silver Meal method, because this method when used in the long term the costs incurred for the procurement of raw materials are lower than the Algorithm Wagner Whitin.

Keywords: *Inventory, Forecasting, Silver Meal, Algorithm Wagner Whitin.*

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam. Sholawat dan salam senantiasa kita curahkan kepada nabi besar Muhammad SAW. Berkat segala rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Perencanaan Persediaan Bahan Baku Pembuatan Celana Polo Menggunakan Metode *Silver Meal* Dan *Algorithm Wagner Whitin* (Studi Kasus PT. Eratex Djaja Tbk)”

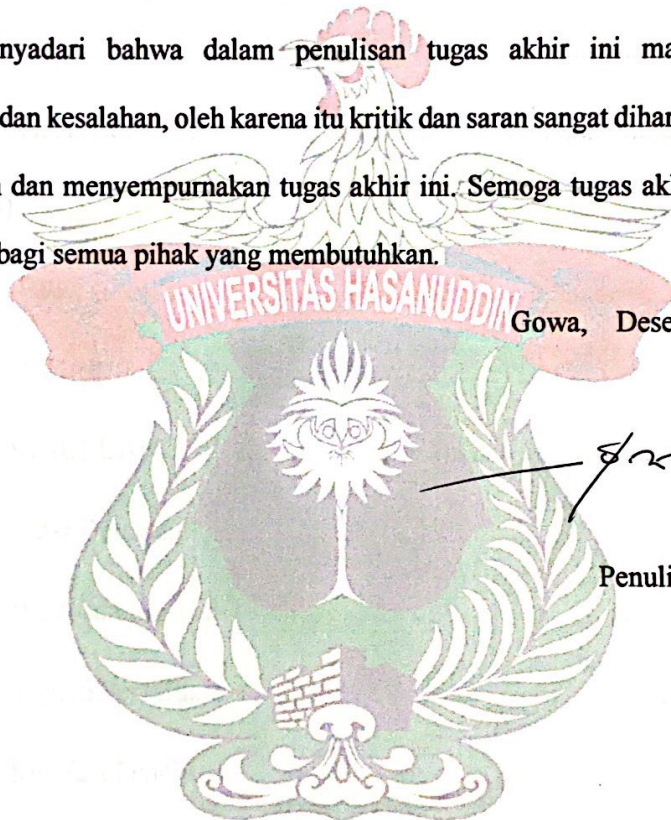
Tugas akhir ini dapat selesai berkat bantuan baik pikiran, tenaga, dukungan, maupun doa dari banyak pihak. Pada halaman kata pengantar ini penulis ucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Senidin dan Ibu Latifah selaku orang tua penulis yang selalu memberi semangat.
2. Bapak Wawan Budi Santoso dan Ibu Rostina Nur yang menggantikan peran orang tua penulis selama masa studi.
3. Ibu Ir. Kifayah Amar, S.T., M.Sc., Ph.D, IPU selaku Ketua Departemen Teknik Industri FT-UH.
4. Bapak Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Ir. A. Besse Riyani Indah, ST., M.T., IPM selaku dosen pembimbing II yang selalu meluangkan waktu serta memberi arahan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Eng. Ir. Irwan Setiawan, ST., MT. dan bapak Dr. Ir. Saiful ST., MT., IPM selaku dosen penguji yang memberi saran serta masukan dalam perbaikan tugas akhir ini.

6. Bapak/Ibu Dosen serta Staf Departemen Teknik Industri FT-UH yang telah berjasa dalam membantu penulis menyelesaikan masa studinya.
7. Teman-teman FEAZ18LE dan Asisten Laboratorium Sistem Manufaktur Terintegrasi.
8. PT. Eratex Djaja Tbk yang bersedia menjadi objek penelitian.
9. Diri saya sendiri yang sudah sedikit lebih baik daripada sebelumnya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan untuk membangun dan menyempurnakan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Gowa, Desember 2022



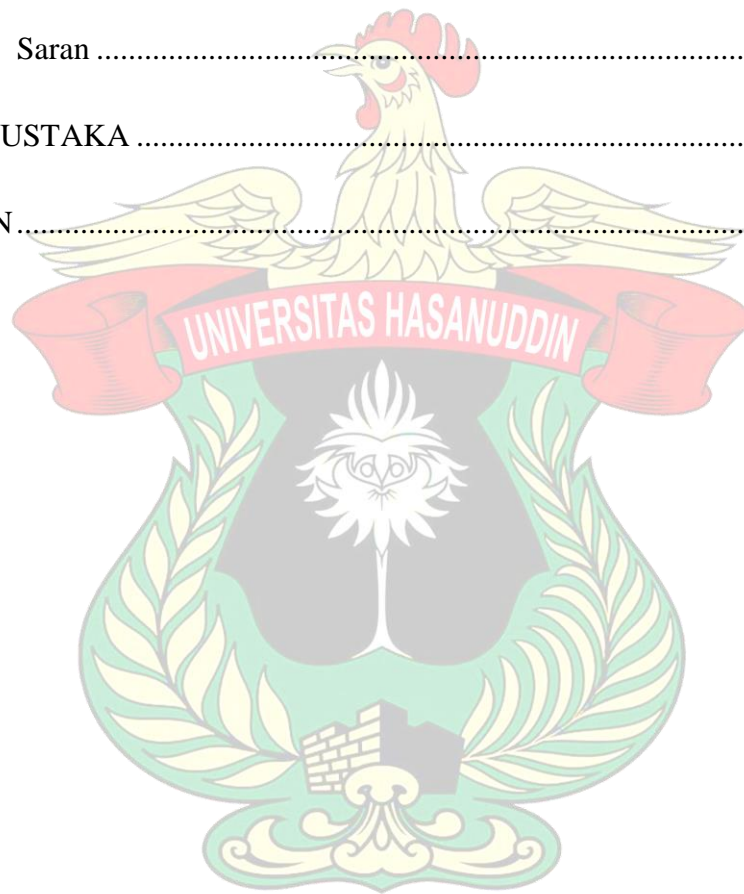
Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Persediaan	8
2.2 Pengendalian Persediaan.....	10

2.3	Jenis-Jenis Persediaan.....	10
2.4	Biaya-biaya Persediaan.....	12
2.5	Peramalan.....	14
2.6	Pola-pola Permintaan.....	18
2.7	<i>Safety Stock</i>	20
2.8	<i>Material Requirement Planning (MRP)</i>	21
2.9	Metode <i>Silver Meal</i>	41
2.10	Metode <i>Algorithm Wagner Whitin</i>	43
2.11	Penelitian Terdahulu.....	45
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		51
3.1	Objek Penelitian.....	51
3.2	Jenis Data.....	51
3.3	Metode Pengumpulan Data.....	51
3.4	Prosedur Penelitian.....	52
3.5	<i>Flowchart</i> Penelitian.....	54
3.6	Kerangka Pikir.....	55
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		57
4.1	Pengumpulan Data.....	57
4.2	Pengolahan Data.....	62
4.3	Pengendalian Persediaan.....	72

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	134
5.1 Analisa Hasil Peramalan.....	134
5.2 Analisa Perencanaan Persediaan.....	135
BAB VI PENUTUP	142
6.1 Kesimpulan	142
6.2 Saran	145
DAFTAR PUSTAKA	146
LAMPIRAN.....	150



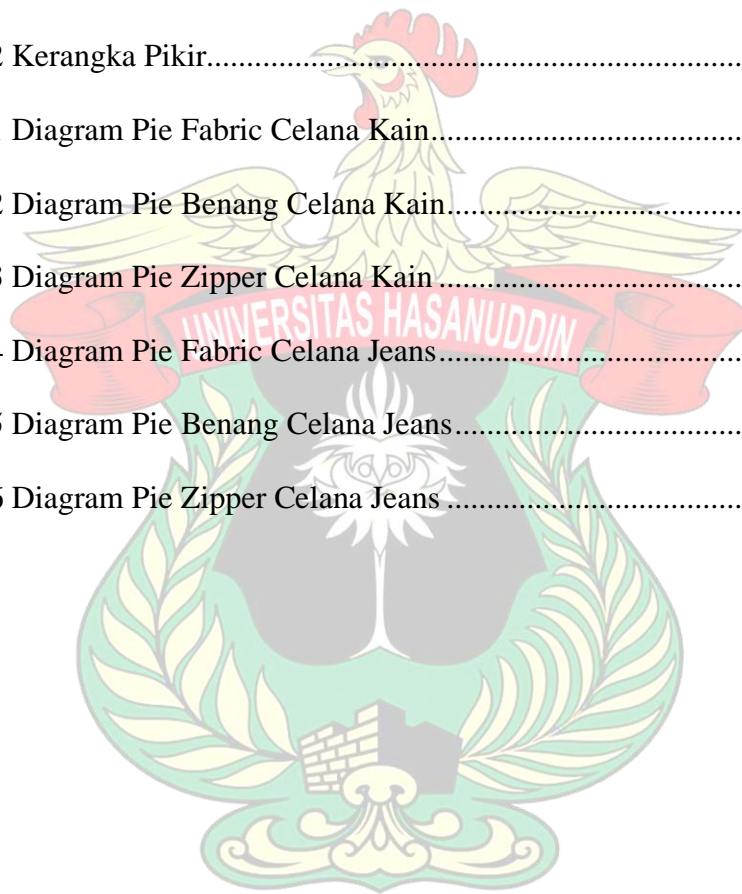
DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 MRP Perusahaan Bahan Baku Fabric Celana Kain	2
Tabel 2.1 Klafisikasi Teknik Peramalan	18
Tabel 2. 2 Perhitungan MRP Metode FOQ.....	23
Tabel 2. 3 Perhitungan MRP Metode EOQ	25
Tabel 2. 4 Perhitungan MRP Metode LFL.....	26
Tabel 2. 5 Perhitungan MRP Metode FPR.....	27
Tabel 2. 6 Perhitungan MRP Metode POQ.....	29
Tabel 2. 7 Pengelompokan Metode LUC.....	31
Tabel 2. 8 Perhitungan MRP Metode LUC.....	31
Tabel 2. 9 Pengelompokan Metode LTC	33
Tabel 2. 10 Perhitungan MRP Metode LTC.....	33
Tabel 2. 11 Pengelompokan Metode PPB.....	35
Tabel 2. 12 Perhitungan MRP Metode PPB.....	35
Tabel 2. 13 Pengelompokan Metode Silver Meal.....	38
Tabel 2. 14 Perhitungan MRP Metode Silver Meal.....	38
Tabel 2. 15 Penelitian Terdahulu	46
Tabel 4. 1 Data Historis Permintaan Celana.....	57
Tabel 4. 2 Kebutuhan Bahan Baku Celana Kain.....	58
Tabel 4. 3 Kebutuhan Bahan Baku Celana Jeans.....	59
Tabel 4. 4 Data Harga Bahan Baku.....	59
Tabel 4. 5 Data Biaya Pesan	61
Tabel 4. 6 Hasil Peramalan Metode Single Moving Average.....	65

Tabel 4. 7 Hasil Peramalan Metode Single Exponential Smoothing	67
Tabel 4. 8 Hasil Peramalan Metode Weight Moving Average	69
Tabel 4. 9 Perbandingan Nilai Peramalan Celana Kain.....	70
Tabel 4. 10 Perbandingan Nilai Peramalan Celana Jeans	70
Tabel 4. 11 Jumlah Kebutuhan Bahan Baku Celana Kain	70
Tabel 4. 12 Jumlah Kebutuhan Bahan Baku Celana Jeans	71
Tabel 4. 13 Safety Stock Bahan Baku.....	72
Tabel 4. 14 Hasil Peramalan Bahan Baku Fabric Celana Kain.....	72
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Lot Sizing Bahan Baku Fabric Celana Kain Metode Silver Meal.....	80
Tabel 4. 16 MRP Metode Silver Meal Bahan Baku Fabric Celana Kain	80
Tabel 4. 17 Hasil Total Inventory Cost Metode Silver Meal.....	81
Tabel 4. 18 Alternatif Pemenuhan Pemesanan	95
Tabel 4. 19 Perhitungan Biaya Minimum.....	123
Tabel 4. 20 Data Perhitungan Biaya Minimum	131
Tabel 4. 21 MRP Metode Algorithm Wagner Whitin Bahan Baku Fabric Celana Kain.....	131
Tabel 4. 22 Hasil Total Inventory Cost Metode Algorithm Wagner Within	133
Tabel 4. 23 Hasil Total Inventory Cost Perusahaan.....	133
Tabel 5. 1 Perbandingan Total Inventory Cost	137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik Pola Permintaan Trendy.....	19
Gambar 2. 2 Grafik Pola Permintaan Seasonality.....	19
Gambar 2. 3 Grafik Pola Permintaan Cycles	20
Gambar 2. 4 Grafik Pola Permintaan Horizontal.....	20
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian	54
Gambar 3. 2 Kerangka Pikir.....	56
Gambar 5. 1 Diagram Pie Fabric Celana Kain.....	137
Gambar 5. 2 Diagram Pie Benang Celana Kain.....	138
Gambar 5. 3 Diagram Pie Zipper Celana Kain	138
Gambar 5. 4 Diagram Pie Fabric Celana Jeans.....	139
Gambar 5. 5 Diagram Pie Benang Celana Jeans.....	140
Gambar 5. 6 Diagram Pie Zipper Celana Jeans	140



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia bisnis sekarang ini terus berkembang untuk menciptakan berbagai kebutuhan konsumen yang semakin tinggi dan semakin cerdas dalam memilih kebutuhannya. Mulai dari kalangan menengah sampai kalangan atas selalu mencari kualitas yang terbaik dengan harga yang ekonomis. Bahan baku adalah bahan-bahan yang akan diolah melalui proses produksi untuk menjadi produk jadi. Dalam memenuhi kebutuhan serta keinginan konsumen, perusahaan harus mempunyai persediaan bahan baku yang optimal. Oleh karena itu perusahaan diharap mempunyai sistem pengendalian persediaan bahan baku yang baik (Rachman, 2018).

Persediaan merupakan bagian perusahaan yang memiliki peranan penting dalam operasi bisnis, sehingga perusahaan perlu melakukan manajemen yang mampu mengantisipasi keadaan yang ada dalam manajemen persediaan untuk mencapai sasaran akhir, yaitu untuk meminimalisasi total biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk penanganan persediaan. Dalam sistem manufaktur maupun non manufaktur, adanya persediaan merupakan faktor pemicu peningkatan biaya. Penetapan jumlah persediaan yang terlalu banyak akan berakibat pemborosan dalam biaya simpan, tetapi apabila terlalu sedikit maka akan mengakibatkan hilangnya kesempatan perusahaan untuk mendapatkan keuntungan jika permintaan lebih besar daripada permintaan yang diperkirakan.

Pengendalian persediaan bahan baku sangatlah penting dalam sebuah industri untuk mengembangkan usahanya karena akan berpengaruh pada efisiensi biaya, kelancaran produksi dan keuntungan usaha itu sendiri (Sulaiman & Nanda, 2015).

PT. Eratex Djaja Tbk adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri garmen dan telah melakukan ekspor ke berbagai negara seperti Jepang, Amerika Serikat dan beberapa negara di Benua Eropa. Celana kain dan celana *jeans* menjadi produk yang selalu dipesan oleh konsumen meskipun permintaannya dinamis. Berdasarkan dari hasil wawancara diketahui yaitu salah satu permasalahan yang terjadi dalam perusahaan adalah pengendalian persediaan bahan baku yang belum optimal. Tingginya persediaan yang ada dalam gudang menyebabkan pembengkakan biaya simpan di gudang. Sepanjang tahun 2021 tercatat persediaan yang ada dalam gudang mencapai nilai yang sangat tinggi tiap periodenya yang disebabkan pemilihan metode yang belum optimal. Permintaan pada perusahaan selalu berubah-ubah setiap bulannya dengan kata lain kuantitas permintaan yang dinamis, namun perusahaan menggunakan metode persediaan statis. Hal inilah yang menjadi penyebab terjadinya *over stock*.

Tabel 1. 1 MRP Perusahaan Bahan Baku Fabric Celana Kain

Perusahaan	Periode												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
GR	7750	5580	9300	8370	3968	4185	6200	6680.5	3100	5270	11880.75	7130	79414.25
OH	0	2170	620	0	3782	7347	1147	2216.5	6866.5	1596.5	5215.75	5835.75	36797
NR	7750	5580	7130	7750	3968	403	0	5533.5	883.5	0	10284.25	1914.25	51196.5
POR _{EC}	7750	7750	7750	7750	7750	7750	0	7750	7750	0	15500	7750	85250
POR _{EL}	7750	7750	7750	7750	7750	7750	0	7750	7750	0	15500	7750	85250

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa sepanjang tahun 2021 sebanyak 36.797 yard bahan *fabric* celana kain tersimpan dalam gudang dan menyebabkan membengkaknya biaya pengadaan bahan baku tersebut. *Fabric* adalah bahan baku utama untuk pembuatan celana dalam produk celana kain dan celana *jeans*.

Made Irma Dwiputranti dan Nufriada Ulfa Gandara (2021) melakukan penelitian yang berjudul “Penerapan Model Silver Meal Heuristik untuk Optimalisasi Persediaan Beras di Bulog Sub Divre Ciamis” dengan tujuan mengurangi *stockout* dari permintaan konsumen yang berfluktuasi dan meminimasi ongkos yang dikeluarkan untuk 1 periode. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa metode silver meal dapat meminimasi total biaya pengadaan dengan penghematan sebesar Rp. 26.773.013 atau mencapai angka 4,15%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rizki Arif Usman (2020) dengan judul “Usulan Perencanaan dan Pengendalian Material Pada Plat Aluminium Circle dengan Metode AWW di PT X” dengan tujuan menghindari kelebihan atau kekurangan bahan baku seperti periode-periode sebelumnya. Hasil dari penelitian ini adalah metode Algorithm Wagner Within menjadi metode usulan terbaik karena biaya persediaan yang digunakan paling ekonomis sebesar Rp. 11.533.000.

Setelah mempertimbangkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan beberapa penulis serta melihat dari latar belakang yang telah dijelaskan penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang proses

pengadaan bahan baku pada PT. Eratex Djaja Tbk. Dapat diketahui bahwa perusahaan belum menggunakan sistem persediaan bahan baku yang optimal. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Silver Meal* dan *Algorithm Wagner Whitin* karena kedua metode tersebut sangat cocok digunakan untuk *lot size* ataupun memenuhi jumlah permintaan yang dinamis dari waktu ke waktu.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana metode dan biaya persediaan bahan baku pembuatan celana yang diterapkan oleh PT. Eratex Djaja Tbk?
2. Bagaimana menentukan frekuensi pemesanan bahan baku pembuatan celana menggunakan metode *Silver Meal* dan *Algorithm Wagner Whitin* di PT. Eratex Djaja Tbk?
3. Bagaimana perbandingan biaya persediaan dengan menggunakan metode *Silver Meal* dan *Algorithm Wagner Whitin* dengan metode yang digunakan oleh perusahaan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi metode dan biaya persediaan bahan baku pembuatan celana yang diterapkan oleh PT. Eratex Djaja Tbk.
2. Menentukan frekuensi pemesanan bahan baku pembuatan celana pada PT. Eratex Djaja Tbk menggunakan metode *Silver Meal* dan metode *Algorithm Wagner Whitin*.

3. Membandingkan biaya persediaan bahan baku pembuatan celana yang diterapkan oleh PT. Eratex Djaja Tbk dengan biaya persediaan menggunakan metode *Silver Meal* dan *Algorithm Wagner Whitin*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagi Mahasiswa

Memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Universitas Hasanuddin Fakultas Teknik Departemen Teknik Industri. Mahasiswa dapat menerapkan teori-teori yang didapatkan selama perkuliahan yang dapat menambah pengetahuan dan wawasan untuk menganalisa suatu permasalahan yang terjadi.

2. Bagi Perusahaan

Diharapkan penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam pengambilan keputusan metode yang terbaik diterapkan di perusahaan sehingga dapat merencanakan persediaan yang optimal.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan pada bahan *fabric*, benang dan *zipper* untuk produk celana kain dan celana *jeans* merk Polo pada PT. Eratex Djaja Tbk.
2. Data permintaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data historis Januari 2021 sampai Juni 2022.

3. Metode peramalan yang digunakan *single moving average* 3 bulan dan 5 bulan, *single exponential smoothing* dengan nilai koefisien 0.5 dan 0.9 serta *weight moving average* 3 bulan dan 5 bulan.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir dibutuhkan sistematika penulisan yang benar agar pembaca dapat memahami isi dari tugas akhir. Adapun sistematika penulisan tugas akhir yang dimaksud adalah sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

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

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 pembanding 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.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Persediaan

Menurut Alexandri dikutip dalam (Tamodia, 2013), persediaan merupakan suatu aktivitas yang meliputi barang-barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha tertentu atau persediaan barang-barang yang masih dalam pengerjaan atau proses produksi maupun persediaan bahan baku yang menunggu penggunaannya dalam proses produksi. Sedangkan menurut Assauri (2008) dikutip dalam (Tamodia, 2013), persediaan adalah merupakan sejumlah bahan-bahan, *parts* yang disediakan dan bahan-bahan dalam proses yang terdapat dalam perusahaan untuk proses produksi, serta barang-barang jadi atau produk yang disediakan untuk memenuhi permintaan dari komponen atau langganan setiap waktu.

2.1.1 Penyebab Persediaan

Menurut Baroto (2002) dalam (Tamodia, 2013), persediaan merupakan suatu hal yang tak terhindarkan. Penyebab timbulnya persediaan adalah sebagai berikut:

- a. Mekanisme pemenuhan atas permintaan. Permintaan terhadap suatu barang tidak dapat dipenuhi seketika bila barang tersebut tidak tersedia sebelumnya. Untuk menyiapkan barang ini diperlukan waktu untuk pembuatan dan pengiriman, maka adanya persediaan merupakan hal yang sulit dihindarkan.

- b. Keinginan untuk meradam ketidakpastian. Ketidakpastian terjadi akibat; permintaan yang bervariasi dan tidak pasti dalam jumlah maupun waktu kedatangan, waktu pembuatan yang cenderung tidak konstan antara satu produk dengan produk berikutnya, waktu tenggang (*lead time*) yang cenderung tidak pasti karena faktor yang tak dapat dikendalikan. Ketidakpastian ini dapat diredam dengan ketidakpastian.
- c. Keinginan untuk melakukan spekulasi yang bertujuan untuk mendapatkan keuntungan besar dari kenaikan harga di masa mendatang.

2.1.2 Fungsi Persediaan

Menurut Heizer & Render (2010) dalam (Lahu & Sumarauw, 2017), menyatakan keempat fungsi persediaan bagi perusahaan adalah:

- a. “*Decouple*” atau memisahkan beberapa tahapan dari proses produksi. Sebagai contoh, jika persediaan sebuah perusahaan berfluktuasi, persediaan tambahan mungkin diperlukan untuk melakukan *decouple* proses produksi dari pemasok.
- b. Melakukan “*decouple*” perusahaan dari fluktuasi permintaan dan menyediakan persediaan barang-barang yang akan memberikan pilihan bagi pelanggan. Persediaan seperti ini digunakan secara umum pada bisnis eceran.

- c. Mengambil keuntungan dari melakukan pemesanan dengan sistem diskon kuantitas, karena dengan melakukan pembelian dalam jumlah banyak dapat mengurangi biaya pengiriman.
- d. Melindungi perusahaan terhadap inflasi dan kenaikan harga.

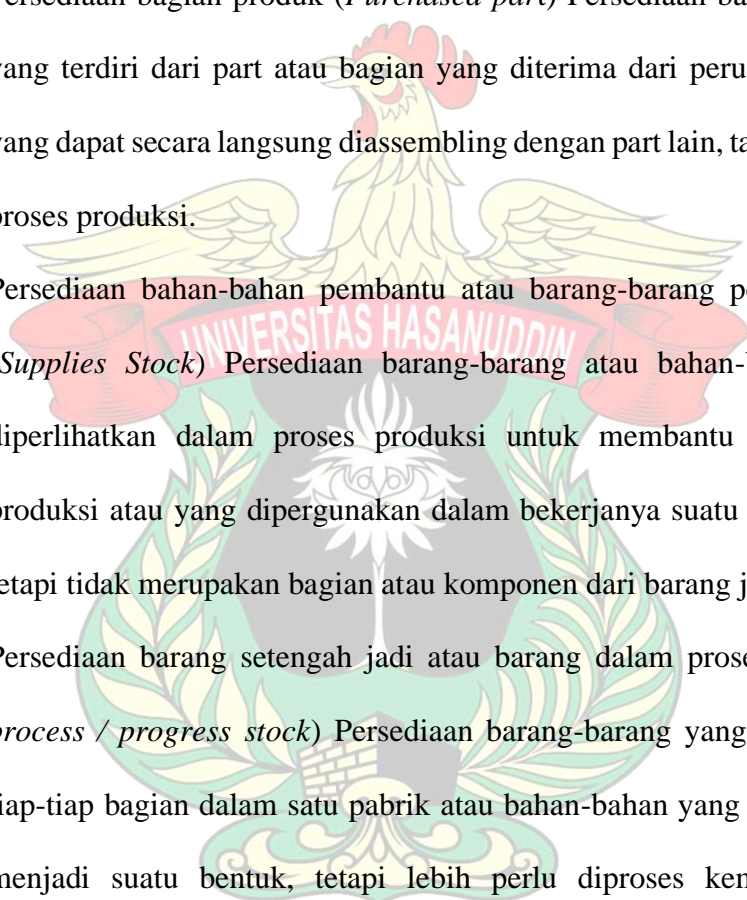
2.2 Pengendalian Persediaan

Menurut Hejranto (2008) dikutip dalam (Wijaya dkk, 2016) mengatakan bahwa pengendalian persediaan adalah serangkaian kebijakan untuk menentukan tingkat persediaan yang harus dijaga, kapan pesanan untuk menambah persediaan harus dilakukan dan berapa besar pesanan harus diadakan, jumlah atau tingkat persediaan yang dibutuhkan berbeda-beda untuk setiap perusahaan pabrik, tergantung dari volume produksinya, jenis perusahaan dan prosesnya.

Pengertian pengendalian persediaan menurut Rangkuti (2007), merupakan salah satu fungsi manajemen yang dapat dipecahkan dengan metode kuantitatif. Sedangkan menurut Assauri (2005) pengendalian persediaan adalah merupakan salah satu kegiatan dari urutan kegiatan-kegiatan yang berkaitan erat satu sama lain dalam seluruh operasi produksi perusahaan sesuai dengan apa yang telah direncanakan lebih dahulu baik waktu, jumlah, kualitas, dan biaya (Daud, 2017).

2.3 Jenis-Jenis Persediaan

Terdapat berbagai macam jenis persediaan, setiap jenis mempunyai karakteristik yang berbeda. Persediaan jenisnya dapat dibedakan menurut Assauri (2008) dikutip dalam (Wijaya dkk, 2016) sebagai berikut:

- 
- a. Persediaan bahan baku (*Raw Material Stock*) Persediaan dari barang-barang berwujud yang digunakan dalam proses produksi, barang mana dapat diperoleh dari sumber-sumber alam ataupun dibeli dari supplier atau perusahaan yang menghasilkan bahan baku bagi perusahaan pabrik yang menggunakannya.
- b. Persediaan bagian produk (*Purchased part*) Persediaan barang-barang yang terdiri dari part atau bagian yang diterima dari perusahaan lain, yang dapat secara langsung diassembling dengan part lain, tanpa melalui proses produksi.
- c. Persediaan bahan-bahan pembantu atau barang-barang perlengkapan (*Supplies Stock*) Persediaan barang-barang atau bahan-bahan yang diperlihatkan dalam proses produksi untuk membantu berhasilnya produksi atau yang dipergunakan dalam bekerjanya suatu perusahaan, tetapi tidak merupakan bagian atau komponen dari barang jadi.
- d. Persediaan barang setengah jadi atau barang dalam proses (*Work in process / progress stock*) Persediaan barang-barang yang keluar dari tiap-tiap bagian dalam satu pabrik atau bahan-bahan yang telah diolah menjadi suatu bentuk, tetapi lebih perlu diproses kembali untuk kemudian menjadi barang jadi.
- e. Persediaan barang jadi (*Finished goods stock*) Barang-barang yang telah selesai diproses atau diolah dalam pabrik dan siap untuk dijual kepada pelanggan atau perusahaan lain

2.4 Biaya-biaya Persediaan

a. Biaya Penyimpanan (*Holding cost/carring cost*) yaitu terdiri dari biaya-biaya yang bervariasi secara langsung dengan kuantitas persediaan, biaya penyimpanan per periode akan semakin besar apabila kuantitas bahan yang dipesan semakin banyak atau rata-rata persediaan semakin tinggi. Biaya-biaya yang termasuk sebagai biaya penyimpanan antara lain:

- 1) Biaya fasilitas-fasilitas penyimpanan (termasuk penerangan, pendingin ruangan, dan sebagainya);
- 2) Biaya modal (*opportunity cost of capital*), yaitu alternatif pendapatan atas dana yang di investasikan dalam persediaan;
- 3) Biaya keusangan;
- 4) Biaya perhitungan fisik;
- 5) Biaya asuransi persediaan;
- 6) Biaya pajak persediaan;
- 7) Biaya pencurian, pengrusakan, atau perampokan;
- 8) Biaya penanganan persediaan dan sebagainya;

b. Biaya pemesanan atau pembelian (*ordering cost atau procurement cost*). Biaya-biaya ini meliputi:

- 1) Pemrosesan pesanan dan biaya ekspedisi;
- 2) Upah;
- 3) Biaya telepon;
- 4) Pengeluaran surat-menyurat;

- 5) Biaya pengepakan dan penimbangan;
 - 6) Biaya pemeriksaan (*inspeksi*) penerimaan;
 - 7) Biaya pengiriman ke gudang;
 - 8) Biaya utang lancar dan sebagainya;
- c. Biaya penyiapan (*manufacturing*) atau *set up cost*. Hal ini terjadi apabila bahan-bahan tidak dibeli, tetapi diproduksi sendiri “dalam pabrik” perusahaan, perusahaan menghadapi biaya penyiapan (*set up cost*) untuk memproduksi komponen tertentu. Biaya-biaya ini terdiri dari:
- 1) Biaya mesin-mesin menganggur;
 - 2) Biaya persiapan tenaga kerja langsung;
 - 3) Biaya penjadwalan;
 - 4) Biaya ekspedisi dan sebagainya.
- d. Biaya kehabisan atau kekurangan bahan (*shortage cost*) adalah biaya yang timbul apabila persediaan tidak mencukupi adanya permintaan bahan. Biaya-biaya yang termasuk biaya yang kekurangan bahan adalah sebagai berikut:
- 1) Kehilangan penjualan;
 - 2) Kehilangan pelanggan;
 - 3) Biaya pemesanan khusus;
 - 4) Biaya ekspedisi;
 - 5) Selisih harga;
 - 6) Terganggunya operasi;

7) Tambahan pengeluaran kegiatan manajerial dan sebagainya.

(Wijaya dkk, 2018).

2.5 Peramalan

Menurut Render & Heizer (2009) Peramalan adalah seni atau ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa depan. Hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan pengambilan data historis dan memroyeksikannya ke masa mendatang dengan suatu bentuk model sistematis. Atau bisa juga dengan menggunakan kombinasi model matematis yang disesuaikan dengan pertimbangan yang baik dari seorang manajer.

Peramalan biasanya diklasifikasikan berdasarkan horizon waktu masa depan yang dilingkupinya. Peramalan biasanya diklarifikasikan berdasarkan horizon waktu masa depan yang dilingkupinya. Horizon waktu terbagi menjadi beberapa kategori:

- a. Peramalan Jangka Pendek Peramalan ini meliputi jangka waktu hingga satu tahun, tetapi umumnya kurang dari tiga bulan. Peramalan ini digunakan untuk merencanakan pembelian, penjadwalan kerja, jumlah tenaga kerja, penugasan kerja, dan tingkat produksi.
- b. Peramalan Jangka Menengah Peramalan jangka menengah atau intermediate umumnya mencakup hitungan bulan hingga tiga tahun. Peramalan ini bermanfaat untuk merencanakan penjualan, perencanaan dan anggaran produksi, anggaran kas, serta menganalisis bermacam-macam rencana operasi.

- c. Peramalan Jangka Panjang Umumnya untuk perencanaan masa tiga tahun atau lebih. Peramalan jangka panjang digunakan untuk merencanakan produk baru, pembelanjaan modal, lokasi atau pengembangan fasilitas, serta penelitian dan pengembangan

(Rachman, 2018).

2.5.1 Jenis-jenis metode peramalan

a. Metode Peramalan Runtun Waktu

Peramalan runtun waktu merupakan metode peramalan kuantitatif berdasarkan serangkaian data yang terikat dengan variabel periode waktu. Data yang digunakan dalam metode ini adalah data hasil pengamatan berdasarkan berbagai variasi deret waktu yang digunakan (jam, hari, minggu, bulan, triwulan, kuartal dan tahun). Standar tahapan yang sudah disepakati dalam menerapkan metode peramalan waktu diantaranya adalah identifikasi tujuan peramalan, penentuan periode waktu peramalan, pemilihan metode peramalan, persiapan data (*data cleaning*), penerapan metode peramalan, analisis hasil peramalan dan evaluasi hasil peramalan.

b. Metode *Simple Moving Average*

Metode *simple average* digunakan oleh perusahaan untuk mendapatkan peramalan dengan jangka waktu pendek, dengan kesederhanaan dalam teknik peramalannya membuat metode *simple average* memudahkan *data analyst* dalam memodelkan

pola data fluktuatif. *Simple moving average* menggunakan data dari periode waktu sebelumnya untuk kemudian dijumlahkan dan melakukan perhitungan rata-rata untuk mengetahui pola data selanjutnya. Metode *simple moving average* membutuhkan data periode sebelumnya dengan rentang waktu tertentu, semakin panjang rentang waktu data sebelumnya maka semakin halus grafik pemodelan yang dihasilkan. Adapun rumus dari metode *simple moving average*, yaitu:

$$s_{t+1} = \frac{x_t + x_{t-1} + \dots + x_{t-n+1}}{n} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.1}$$

Keterangan:

s_{t+1} : Peramalan untuk periode t+1

x_t : Data pada periode t

n : jangka waktu *moving average*

c. Metode Naïve

Metode peramalan naive merupakan metode peramalan berdasarkan pengamatan pola data sebelumnya, sehingga metode ini mengasumsikan bahwa data masa lalu sebagai indikator peramalan terbaik di masa depan. Jika pola data musiman maka metode naive musiman memodelkan data masa depan berdasarkan data musiman di masa lalu. Adapun rumus dari metode naive, yaitu:

$$\hat{Y}_{t+1} = Y_t \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.2}$$

Keterangan:

\hat{Y}_{t+1} : merupakan peramalan yang dibuat dalam periode waktu t+1

d. *Mean Absolute Square Error*

Mean Absolute Square Error (MASE) merupakan nilai akurasi peramalan yang diusulkan oleh Hyndman dan Koehler pada penelitiannya di tahun 2006 sebagai pengukuran akurasi metode peramalan yang berlaku secara umum tanpa harus tergantung dengan parameter pengukuran akurasi yang lain. Dalam penelitian tersebut MASE diusulkan berdasarkan nilai parameter MAE (*Mean Absolute Error*) untuk menguji nilai akurasi metode naive, dimana dalam penelitian ini metode naive menghasilkan prediksi satu periode di depan dari setiap titik data dan skala errornya didefinisikan pada persamaan berikut:

$$q_t = \frac{e_t}{\frac{1}{n-1} \sum_{i=2}^n |Y_i - Y_{i-1}|} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.3}$$

Keuntungan utama dari MASE dibandingkan dengan parameter MAD adalah MASE lebih dapat diterapkan secara luas, karena asumsi MAD hanya terbatas bahwa rata-rata stabil dari waktu ke waktu padahal untuk data fluktuatif yang pola datanya naik turun nilai MAD tidak bisa diandalkan. Sebaliknya MASE cocok digunakan untuk pola data fluktuatif, bersifat musiman atau tren. MASE dapat digunakan untuk membandingkan metode ramalan

pada data runtun waktu tunggal. Secara sederhana MASE dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{MASE} = \text{mean}(|q_t|) \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.4}$$

(Auliasari, Kertaningtyas, & Kriswantono, 2019).

2.5.2 Klasifikasi teknik peramalan

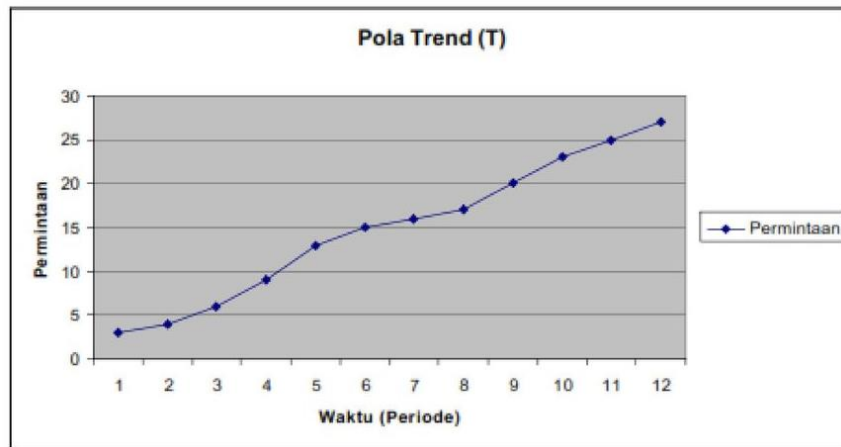
Tabel 2.1 Klafisikasi Teknik Peramalan

Metode Peramalan	Pola Data	Horizon Waktu	Kebutuhan Data Minimal	
			<i>Non-seasonal</i>	<i>Seasonal</i>
<i>Naive</i>	<i>Stasioner</i> <i>Trend</i> <i>Cyclical</i>	Sangat Pendek	1 Atau 2	-
<i>Moving Average</i>	<i>Stasioner</i>	Sangat Pendek	Jumlah Periode	-
<i>Exponential Smoothing Simple</i>	<i>Stasioner</i>	Pendek	5-10	
	<i>Stasioner</i>	Pendek	10-15	
<i>Adaptive Response</i>	<i>Linier Trend</i>	Pendek Ke Menengah	10-15	
<i>Holt's</i>	<i>Trend And</i>	Pendek Ke Menengah	-	Min. 4-5 per season
<i>Winter's</i>	<i>Seasonality</i>	Menengah Ke Tinggi	Kecil, 3-10	
<i>Bass Model</i>	<i>S-Curve</i>			
<i>Regresive Base</i>	<i>Trend,</i>			
<i>Trend</i>	<i>With/Without</i> <i>Seasonality</i>	Menengah	Min. 10	Min. 4-5 per season
<i>Casual</i>	<i>Semua Data Pola</i>	Pendek, Menengah dan Tinggi		Min. 10
<i>Time Series</i>	<i>Trend, Seasonal,</i>	Pendek, Menengah Dan Tinggi		2 Peaks
<i>Decomposition</i>	<i>Cylical</i>			
<i>ARIMA</i>	<i>Stasioner</i>	Pendek, Menengah Dan Tinggi	Min. 50	-

(Lusiana & Yuliarty, 2020)

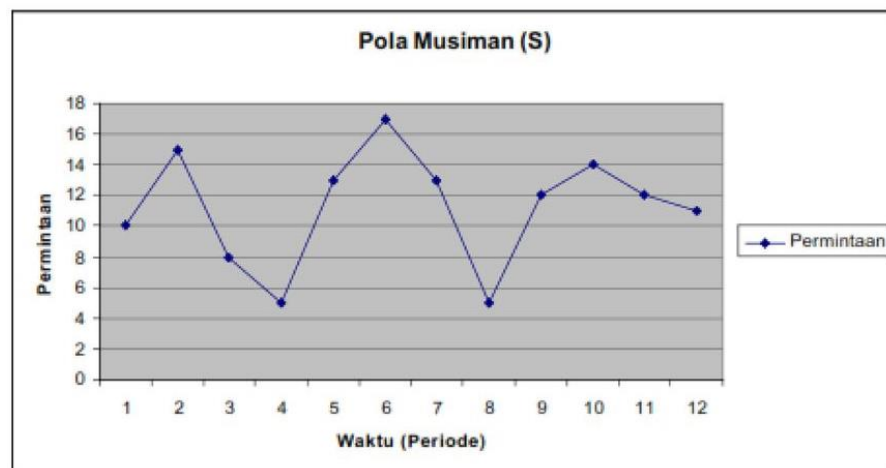
2.6 Pola-pola Permintaan

- a. *Trend* (T), terjadi bila ada kenaikan atau penurunan dari data secara gradual dari gerakan datanya dalam kurun waktu panjang.



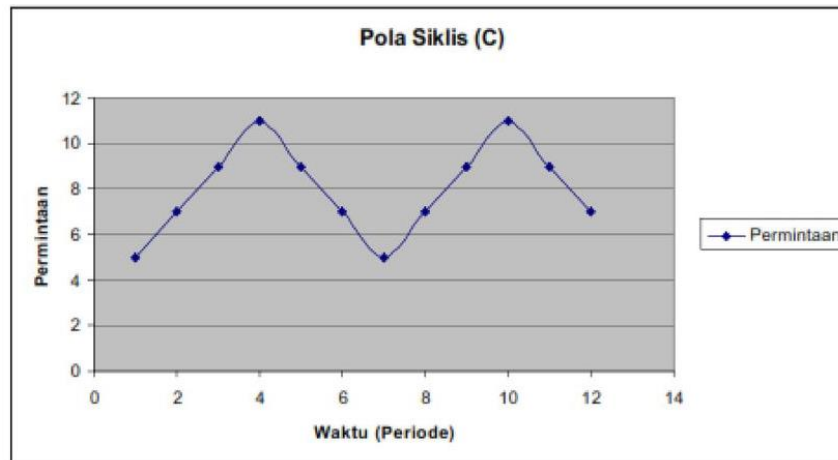
Gambar 2. 1 Grafik Pola Permintaan *Trendy*

- b. *Seasonality (S)* pola musiman terjadi bila pola datanya berulang sesudah suatu periode tertentu: hari, mingguan, bulanan, triwulan dan tahun.



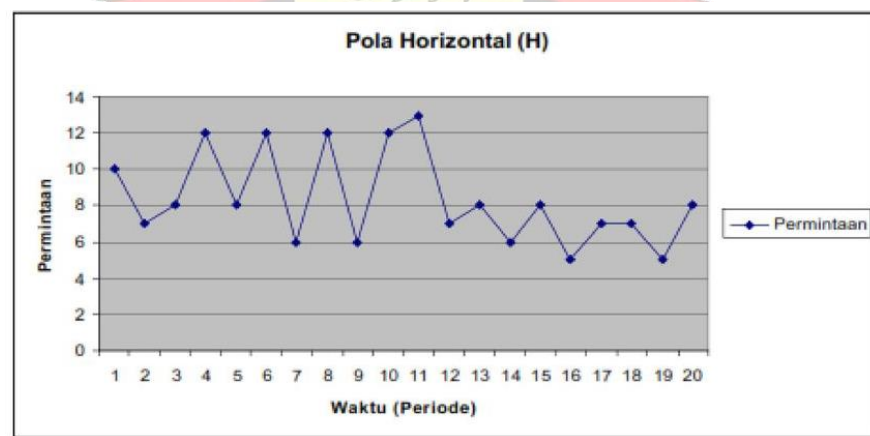
Gambar 2. 2 Grafik Pola Permintaan *Seasonality*

- c. *Cycles (C)*, Siklus adalah suatu pola data yang terjadinya setiap beberapa tahun, biasanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang berkaitan dengan siklus bisnis.



Gambar 2. 3 Grafik Pola Permintaan *Cycles*

- d. *Horizontal (H)*, terjadi bila nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang tetap, stabil atau disebut stasioner terhadap nilai rata-ratanya.



Gambar 2. 4 Grafik Pola Permintaan *Horizontal*

(Lusiana & Yuliarty, 2020).

2.7 *Safety Stock*

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

pembelian dan pemasok berada. Karena adanya waktu tenggang, perlu adanya persediaan yang dicadangkan untuk kebutuhan selama menunggu barang datang, yang disebut sebagai persediaan pengamanan (*safety stock*). Menurut Haming dan Nurnajamudin (2012), persediaan pengaman merupakan unit persediaan yang harus selalu ada dalam perusahaan untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan dan menghindari terjadinya kehabisan stock. Sedangkan menurut Sunyoto (2013), persediaan pengaman (*safety stock*) adalah persediaan tambahan yang dimiliki untuk berjaga-jaga terhadap perubahan tingkat penjualan atau keterlambatan produksi atau pengiriman (Indah dkk, 2018).

2.8 Material Requirement Planning (MRP)

2.8.1 Definisi

Pada tahun 2003, Nasution menjelaskan bahwa sistem MRP adalah suatu prosedur logis berupa aturan keputusan dan teknik transaksi berbasis komputer yang dirancang untuk menerjemahkan jadwal induk produksi menjadi kebutuhan bersih untuk semua item. 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. (Sinaga dkk, 2020).

Material requirement planning ini menggabungkan pengendalian bahan dengan rencana pembuatan barang. Kemudian tujuannya antara lain, mempersingkat masa penahanan sediaan dan pada saat

yang sama menjamin tersedianya bahan-bahan pada waktu dibutuhkan, dengan menggunakan jadwal induk produksi (*master production schedule* = MPS) untuk memproyeksikan kebutuhan-kebutuhan akan jenis-jenis komponen.

Menurut Nasution (2013) ada empat kemampuan yang menjadi ciri utama dari sistem MRP, yaitu:

- 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 memberikan 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.

2.8.2 Metode MRP

Terdapat 10 alternatif teknik yang digunakan dalam menentukan ukuran *lot* menurut (Martha, 2018). Kesepuluh teknik adalah sebagai berikut:

a. *Fixed Order Quantity* (FOQ)

Teknik FOQ menggunakan kuantitas pemesanan yang tetap untuk suatu persediaan item tertentu dapat ditentukan secara sembarang atau berdasarkan pada faktor-faktor intuitif. Metode ini dapat digunakan untuk item-item yang biaya pemesanannya (*ordering cost*) sangat besar. Tabel dibawah ini merupakan contoh pemakaian teknik FOQ dengan ukuran lot sebesar 100.

Tabel 2. 2 Perhitungan MRP Metode FOQ

Periode (t)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Kebutuhan Bersih (Rt)	20	40	30	10	40	0	55	20	40	255
Kuantitas Pemesanan (Xt)	100				100		100			300
Persediaan	80	40	10	0	60	60	105	85	45	485

Dari tabel tersebut didapat :

Ongkos pengadaan = 3 x Rp. 100,- maka :

Ongkos simpan = (80+40+10+60+60+105+85+45) = 485

= 485 x Rp. 1,- = Rp. 485,-

Total ongkos = 300 + 485 = Rp. 785

b. *Economic Order Quantity* (EOQ)

Metode ini diperkenalkan pertama kali oleh Ford Harris dari Westinghouse pada tahun 1915. Metode ini merupakan inspirasi bagi para pakar persediaan untuk mengembangkan metode – metode pengendalian persediaan lainnya. Metode ini dikembangkan atas fakta adanya biaya variabel dan biaya tetap dari proses produksi atau pemesanan barang. Teknik EOQ ini besarnya ukuran lot adalah tetap, melibatkan ongkos pesan dan ongkos simpan. Pemesanan dilakukan apabila jumlah persediaan tidak dapat memenuhi kebutuhan yang diinginkan. Teknik ini biasa dipakai untuk horison perencanaan selama satu tahun (12 bulan), sedangkan keefektifannya akan bagus jika pola kebutuhan bersifat kontinu dan tingkat kebutuhan konstan.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times A \times D}{H}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.5}$$

Dimana :

EOQ (Q) = kuantitas pemesanan.

A = ongkos pesan (*set up cost*).

D = *demand* per horison (tahunan).

H = ongkos simpan.

Jika kita mengasumsikan bahwa periode yang ada pada contoh sebelumnya sama, maka ukuran *lot* dengan menggunakan teknik EOQ ini adalah :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 100 \times 255}{H}} = 71,41 \approx 72 \text{ unit}$$

Maka ukuran *lot* sebesar 72 unit ini dipakai untuk memenuhi kebutuhan bersih yang ada sepanjang horizon perencanaan dengan cara sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Perhitungan MRP Metode EOQ

Periode (t)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Kebutuhan Bersih (Rt)	20	40	30	10	40	0	55	20	40	255
Kuantitas Pemesanan (Xt)	72		72				72		72	288
Persediaan	52	12	54	44	4	4	21	1	33	485

Dari tabel tersebut didapat:

$$\text{Ongkos pengadaan} = 4 \times \text{Rp. } 100,- = \text{Rp. } 400$$

$$\begin{aligned} \text{Ongkos simpan} &= (52+12+54+44+4+4+21+1+33) = 225 \\ &= 225 \times \text{Rp. } 10,- \\ &= \text{Rp. } 2250,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total ongkos} &= 400 + 2250 \\ &= \text{Rp. } 21040 \end{aligned}$$

Atau

$$TC = (A \times 4) + \left(\frac{Q}{2}\right) \times H$$

$$TC = (\text{Rp } 100 \times 4) + \left(\frac{72}{2}\right) \times \text{Rp } 10)$$

$$TC = \text{Rp } 400 + \text{Rp } 360$$

$$TC = \text{Rp } 760,-$$

c. *Lot for Lot* (LFL)

Teknik ini merupakan lot sizing yang mudah dan paling sederhana. Teknik ini selalu melakukan perhitungan kembali (bersifat dinamis) terutama apabila terjadi perubahan pada kebutuhan bersih. Penggunaan teknik ini bertujuan untuk meminimumkan ongkos simpan, sehingga dengan teknik ini ongkos simpan menjadi nol. Oleh karena itu, sering sekali digunakan untuk item-item yang mempunyai biaya simpan sangat mahal. Di samping itu teknik ini sering digunakan pada sistem produksi manufaktur yang mempunyai sifat setup permanen pada proses produksinya. Pemesanan dilakukan dengan mempertimbangkan ongkos penyimpanan. Pada teknik ini, pemenuhan kebutuhan bersih dilaksanakan disetiap periode yang membutuhkannya, sedangkan besar ukuran kuantitas pemesanan (*lot sizing*) adalah sama dengan jumlah kebutuhan bersih yang harus dipenuhi pada periode yang bersangkutan.

Tabel 2. 4 Perhitungan MRP Metode LFL

Periode (t)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Kebutuhan bersih (Rt)	20	40	30	10	40	0	55	20	40	255
Kuantitas Pemesanan Xt	20	40	30	10	40	0	55	20	40	255
Persediaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dari tabel tersebut didapat:

$$\text{Ongkos pengadaan} = 8 \times \text{Rp. } 100,- = \text{Rp. } 800$$

$$\text{Ongkos simpan} = 0$$

$$\text{Total ongkos} = 800 + 0 = \text{Rp. } 800$$

d. *Fixed Period Requirements (FPR)*

Teknik FPR ini menggunakan konsep interval pemesanan yang konstan, sedangkan ukuran kuantitas pemesanan (*lot size*) bervariasi. Bila dalam metode FOQ besarnya jumlah ukuran *lot* adalah tetap sementara selang waktu antar pemesanan tidak tetap, sedangkan dalam metode FPR ini selang waktu antar pemesanan dibuat tetap dengan ukuran lot sesuai pada kebutuhan bersih. Ukuran kuantitas pemesanan tersebut merupakan penjumlahan kebutuhan bersih R_t dari setiap periode yang tercakup dalam interval pemesanan yang telah ditetapkan. Penetapan interval pemesanan dilakukan secara sembarang. Pada teknik FPR ini, jika saat pemesanan jatuh pada periode yang kebutuhannya sama dengan nol, maka pemesanannya dilaksanakan pada periode berikutnya. Sebagai contoh, berikut ini merupakan pemakaian teknik FPR dengan interval pemesanan tiga periode.

Tabel 2. 5 Perhitungan MRP Metode FPR

Periode (t)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Kebutuhan bersih (R_t)	20	40	30	10	40	0	55	20	40	255
Kuantitas Pemesanan X_t	90			50			115			255
Persediaan	70	30	0	40	0	0	60	40	0	240

Dari tabel tersebut, diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Ongkos pengadaan} &= 3 \times \text{Rp } 100 &&= \text{Rp. } 300 \\ \text{Ongkos simpan} &= (70+30+40+60+40) &&= 240 \\ &&&= 240 \times \text{Rp. } 1,- \\ &&&= \text{Rp. } 240,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total ongkos} &= 300 + 240 \\ &= \text{Rp. 540,-} \end{aligned}$$

e. *Period Order Quantity (POQ)*

Teknik POQ ini pada prinsipnya sama dengan FPR. Bedanya adalah pada teknik POQ interval pemesanan ditentukan dengan suatu perhitungan yang didasarkan pada logika EOQ klasik yang telah dimodifikasi, sehingga dapat digunakan pada permintaan yang berperiode diskrit. Tentunya dapat diperoleh hasil mengenai besarnya jumlah pesanan yang harus dilakukan dan interval periode pemesanan. Dibandingkan dengan teknik jumlah pesanan ekonomis ini akan memberikan ongkos persediaan yang lebih kecil dan dengan ongkos pesan yang sama. Kesulitan yang dihadapi dalam teknik ini adalah bagaimana menentukan besarnya interval perioda pemesanan apabila sifat kebutuhan adalah diskontinu.

$$EOI = \frac{EOQ}{R} = \sqrt{\frac{2C}{RPh}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.6}$$

Dimana :

- EOI = interval pemesanan ekonomis dalam satu periode.
- C = biaya pemesanan setiap kali pesan.
- h = persentase biaya simpan setiap periode.
- P = harga atau biaya pembelian perunit.
- R = rata-rata permintaan per periode.

Sebagai contoh, berikut ini merupakan penerapan teknik POQ dengan data pada contoh sebelumnya.

Jumlah periode dalam 1 tahun = 12
 Pemesanan per tahun = 255
 Rata-rata permintaan (R) = 28,3
 EOQ = 75
 Q (dari teknik EOQ) = 75
 Biaya pesan (C) = 100
 Ongkos simpan (i) = 1
 Harga perunit (P) = 50

Penyelesaian:

$$EOI = \frac{EOQ}{R} = \frac{75}{28,3} = 2,6$$

Tabel 2. 6 Perhitungan MRP Metode POQ

Periode (t)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Kebutuhan bersih (Rt)	20	40	30	10	40	0	55	20	40	255
Kuantitas Pemesanan Xt	60		40		40		75		40	255
Persediaan	40	0	10	0	0	0	20	0	0	70

Dari tabel tersebut didapat :

Ongkos pengadaan = 5 x Rp. 100,- = Rp. 500

Ongkos simpan = (40+10+20) = 70 x Rp. 1,- = Rp. 70,-

Total ongkos = 500 + 70

= Rp. 570

f. *Least Unit Cost (LUC)*

Teknik LUC ini dan ketiga teknik berikutnya mempunyai kesamaan tertentu, yaitu ukuran kuantitas pemesanan dan interval pemesanannya bervariasi. Pada teknik LUC ini ukuran

kuantitas pemesanan ditentukan dengan mempertanyakan apakah ukuran *lot* disuatu periode sebaiknya sama dengan ukuran bersihnya atau 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.

Dari hasil perhitungan tabel tersebut, terlihat bahwa pada kelompok pertama, bakal *lot* sebesar 90 terpilih sebagai *lot* yang pertama sebab menimbulkan ongkos per unit terkecil yaitu sebesar Rp 2,22. *Lot* sebesar 90 ini akan mencakup kebutuhan bersih periode ke 1, 2, dan 3, sedangkan periode ke-4 dimasukkan kedalam kelompok ke-2. Pada kelompok ke 2 ongkos perunit terkecil adalah Rp 2,8 sehingga bakal *lot* sebesar 40 terpilih sebagai *lot* ke 2. *Lot* sebesar 50 ini akan mencakup kebutuhan bersih periode ke 4, 5, dan 6. Sedangkan periode ke 7 dimasukkan kedalam kelompok ketiga. Pada kelompok ketiga ini ongkos per unit terkecil adalah Rp 1,6 sehingga bakal *lot size* sebesar 75 terpilih sebagai *lot* yang ke tiga yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan bersih periode ke 7, dan 8, pada kelompok keempat sebesar 40.

Diketahui :

Ongkos pengadaan = Rp. 100

Ongkos simpan = Rp. 1,-/unit periode.

Tabel 2. 7 Pengelompokan Metode LUC

Periode	Kumulatif Demand	Ongkos Setup	Lama Digudang	Ongkos Simpan	Ongkos Total	Ongkos Perunit	Ket
1	20	100	0	0	100	5	
1-2	60	100	1	40	140	2,3	
1-3	90	100	2	100	200	2,2	Terpilih
1-4	100	100	3	130	230	2,3	
4	10	100	0	0	100	10	
4-5	50	100	1	40	140	2,8	
4-6	50	100	2	40	140	2,8	Terpilih
4-7	105	100	3	205	305	2,9	
7	55	100	0	0	100	1,8	
7-8	75	100	1	20	120	1,6	Terpilih
7-9	115	100	2	100	200	1,7	
9	40	100	0	0	100	2,5	Terpilih

Keterangan:

1. Periode penyimpanan yaitu yang dicakup oleh bakal *lot size*.
2. Bakal LS adalah ukuran kuantitas pemesanan (*lot size*) yang akan dipilih yang besarnya merupakan kumulatif kebutuhan bersih dari periode yang dicakup.
3. Ongkos simpan untuk *lot* adalah Kebutuhan bersih dikali ongkos simpan/unit dikali lama digudang.
4. Ongkos total adalah ongkos setup ditambah ongkos simpan.
5. Ongkos per unit adalah ongkos total dibagi banyak kumulatif *demand*.

Secara lengkap hasil perhitungan dapat ditulis atau dirangkum dalam tabel berikut.

Tabel 2. 8 Perhitungan MRP Metode LUC

Periode (t)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Kebutuhan bersih (Rt)	20	40	30	10	40	0	55	20	40	255
Kuantitas Pemesanan Xt	90			50			75		40	255
Persediaan	70	30	0	40	0	0	20	0	0	160

Dari tabel tersebut didapat:

$$\text{Ongkos pengadaan} = 4 \times \text{Rp. } 100,- = \text{Rp. } 400$$

$$\text{Ongkos simpan} = (70+30+40+20) = 160$$

$$= 160 \times \text{Rp. 1, -} = \text{Rp. 160,-}$$

$$\text{Total ongkos} = 400 + 160 = \text{Rp. 560}$$

g. *Least Total Cost (LTC)*

Teknik ini didasarkan pada pemikiran bahwa jumlah ongkos pengadaan dan ongkos simpan (ongkos total) setiap ukuran kuantitas pemesanan yang ada pada suatu horizon perencanaan dapat diminimasi jika besar ongkos-ongkos tersebut sama atau hampir sama. Sarana untuk mencapai tujuan tersebut adalah suatu faktor yang disebut *economic part periode* (EPP).

Pemilihan ukuran lot ditentukan dengan jalan membandingkan ongkos part period yang ditimbulkan oleh setiap ukuran lot tersebut dengan EPP, yang paling dekat atau sama dengan EPP dipilih sebagai ukuran lot yang akan dilaksanakan. *Part period* adalah satu unit yang disimpan dalam persediaan dalam satu periode. EPP dapat didefinisikan sebagai kuantitas suatu item persediaan yang bila disimpan didalam persediaan selama satu periode, akan menghasilkan ongkos pengadaan yang sama dengan ongkos simpan. EPP dapat dihitung secara sederhana dengan memberi ongkos setiap kali pesan (S) dengan ongkos simpan perunit (h).

Sebagai contoh, tabel 2.9. di bawah ini adalah contoh pemakaian teknik LTC dengan menggunakan data yang

digunakan pada contoh sebelumnya. Dengan nilai EPP adalah sebagai berikut:

$$EPP = \frac{S}{h} = \frac{100}{1} = 100$$

Tabel 2. 9 Pengelompokan Metode LTC

Periode	Demand	Lama Digudang	Ongkos Simpan Digudang	Kumulatif Ongkos Simpan	Total Unit
1	20	0	0	0	
2	40	1	40	40	
3	30	2	60	100	90
4	10	0	0	0	
5	40	1	40	40	
6	0	2	0	40	50
7	55	3	1104	205	
7	55	0	0	0	
8	20	1	20	20	
9	40	2	80	100	115

Dari tabel tersebut di atas, terlihat bahwa kelompok yang pertama bakal *lot* sebesar 90 unit terpilih sebagai ukuran *lot* pertama sebab menimbulkan ongkos yang sama dengan EPP yaitu sebesar 100 *part period*. Dengan demikian alasan yang sama diperoleh *lot* yang kedua sebesar 50 unit dan 115 unit ukuran *lot* ketiga.

Tabel 2. 10 Perhitungan MRP Metode LTC

Periode (t)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Kebutuhan bersih (Rt)	20	40	30	10	40	0	55	20	40	255
Kuantitas Pemesanan Xt	90			50			115			255
Persediaan	70	30	0	40	0	0	60	40	0	240

Dari tabel tersebut, didapat:

$$\text{Ongkos pengadaan} = 3 \times \text{Rp. } 100,- = \text{Rp. } 300$$

$$\text{Ongkos simpan} = \text{Rp } 1 (70+30+40+60+40) = \text{Rp } 240$$

$$\text{Total ongkos} = 300 + 240$$

$$= \text{Rp. } 540$$

h. *Part Period Balancing* (PPB)

Metode PPB sering juga disebut *Metode Part Period Algorithm* adalah pendekatan jumlah lot untuk menentukan jumlah pemesanan berdasarkan keseimbangan antara biaya pesan dan biaya simpan. Oleh karena itu metode ini disebut juga *Part Period Balancing* (PPB) atau total biaya terkecil. Metode ini menseleksi jumlah periode untuk mencukupi pesanan tambahan berdasarkan akumulasi biaya simpan dan biaya pesan. Tujuannya adalah menentukan jumlah lot untuk memenuhi periode kebutuhan. 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*. Teknik PPB ini menggunakan dasar logika yang sama dengan teknik LTC, perhitungan kuantitas pemesanan juga sama. Teknik PPB ini menggunakan dasar logika yang sama dengan teknik LTC, perhitungan kuantitas pemesanan juga sama. Pertama mengkonversikan ongkos pesan menjadi *equivalent part period* (EPP), dengan rumus :

$$EPP = \frac{S}{h} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.7}$$

Dimana :

S = ongkos pesan /ongkos *Setup*

h = ongkos Simpan per unit per periode

Sebagai contoh tabel di bawah ini adalah contoh pemakaian teknik PPB dengan menggunakan data yang digunakan pada contoh sebelumnya. Dengan nilai EPP adalah sebagai berikut:

$$EPP = \frac{S}{h} = \frac{100}{1} = 100$$

Tabel 2. 11 Pengelompokan Metode PPB

Periode	Demand	Periode Digudang	Periode Part	Kumulatif	Total Unit
1	20	0	0	0	
2	40	1	40	40	
3	30	2	60	100	90
4	10	0	0	0	
5	40	1	40	40	
6	0	2	0	40	50
7	55	3	1104	205	
7	55	0	0	0	
8	20	1	20	20	
9	40	2	80	100	115

Untuk menentukan *period part*, yaitu dengan mengkalikan kebutuhan atau *demand* dengan periode digudang. Di bawah ini penerapan teknik PPB.

Tabel 2. 12 Perhitungan MRP Metode PPB

Periode (t)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Kebutuhan bersih (Rt)	20	40	30	10	40	0	55	20	40	255
Kuantitas Pemesanan Xt	90			50			115			255
Persediaan	70	30	0	40	0	0	60	40	0	240

Dari tabel tersebut didapat:

$$\text{Ongkos pengadaan} = 3 \times \text{Rp. } 100,- = \text{Rp. } 300$$

$$\begin{aligned} \text{Ongkos simpan} &= (70+30+40+60+40) = 240 \\ &= 240 \times \text{Rp. } 1,- = \text{Rp. } 240,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total ongkos} &= 300 + 240 \\ &= \text{Rp. } 540 \end{aligned}$$

i. Metode *Silver Meal Algorithm*

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. Teknik *Silver Meal* menggunakan pendekatan yang agak sama dengan PPB. Kriteria dari teknik *Silver Meal* adalah bahwa *lot size* yang dipilih harus dapat meminimasi ongkos total per perioda. Permintaan dengan perioda-perioda yang berurutan diakumulasikan ke dalam suatu bakal ukuran *lot (tentative lot size)* sampai jumlah *carrying cost* dan *setup cost* dari lot tersebut dibagi dengan jumlah perioda yang terlibat meningkat. Teknik PPB ini menggunakan dasar logika yang sama dengan teknik LTC, perhitungan kuantitas pemesanan juga sama. Total biaya relevan per periode adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{TRC(T)}{T} &= \frac{C + \sum_{k=1}^T \text{biaya simpan perioda } T}{T} \\ &= \frac{C + Ph \sum_{k=1}^T (k-1)R_k}{T} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.8}$$

Dimana :

C = biaya pemesanan per periode.

h = persentase biaya simpan per periode.

P = biaya pembelian per unit.

Ph = biaya Simpan per periode.

TRC (T) = total biaya relevan pada periode T.

T = waktu penambahan dalam periode.

Rk = rata-rata permintaan dalam periode k.

Tujuannya adalah menentukan T untuk meminimumkan total biaya relevan per periode. Berikut ini langkah – langkah dari Metode *Silver-Meal*.

1. Tentukan ukuran *lot* tentatif dimulai dari periode T. Ukuran *lot* tentatif = dt, net req pada periode T. Hitung ongkos total per periodenya.
2. Tambahkan kebutuhan pada periode berikutnya pada *lot* tersebut. Kemudian hitung ongkos total per periodenya.
3. Bandingkan ongkos total per periode sekarang dengan yang sebelumnya, jika $TRC(L) \leq TRC(L-1)$ kembali ke langkah 2 dan $TRC(L) > TRC(L-1)$ lanjutkan ke langkah 4.
4. Ukuran *lot* pada periode.
5. Sekarang $T = L$, jika akhir dari horizon perencanaan telah dicapai, hentikan algoritma, jika belum, kembali ke langkah 1.

Tabel 2. 13 Pengelompokan Metode Silver Meal

Periode	T	Demand	Tambahan Biaya Simpan (Ph(T-1)Rt)	Biaya Simpan Kumulatif	TRC (T) (C+Kol 5)	TRC(T)/T (Kol 6 /T)
1	1	20	$50(1)(0)(20) = 0$	0	100	100
2	2	40	$50(1)(1)(40) = 2000$	2000	2100	1050
2	1	40	$50(1)(0)(40) = 0$	0	100	100
3	2	30	$50(1)(1)(30) = 1500$	1500	1600	800
3	1	30	$50(1)(0)(30) = 0$	0	100	100
4	2	10	$50(1)(1)(10) = 500$	500	600	300
4	1	10	$50(1)(0)(10) = 0$	0	100	100
5	2	40	$50(1)(1)(40) = 2000$	2000	2100	1050
5	1	40	$50(1)(0)(40) = 0$	0	100	100
6	2	0	$50(1)(1)(0) = 0$	0	100	50
7	3	55	$50(1)(2)(55) = 5500$	5500	5600	1867
7	1	55	$50(1)(0)(55) = 0$	0	100	100
8	2	40	$50(1)(1)(40) = 2000$	2000	2100	1050

Tabel 2. 14 Perhitungan MRP Metode Silver Meal

Periode (t)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
Kebutuhan bersih (Rt)	20	40	30	10	40	0	55	20	40	255
Kuantitas Pemesanan (Xt)	20	40	30	10	40		55	20	40	255
Persediaan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Dari tabel tersebut didapat:

Ongkos pengadaan = $8 \times \text{Rp. } 100,- = \text{Rp. } 800,-$

Ongkos simpan = 0

Total ongkos = $800 + 0 = \text{Rp. } 800,-$

j. *Algoritm Wagner Whittin (AWW)*

Menurut Savitri (2008) AWW merupakan teknik *lot sizing* yang menghasilkan perhitungan biaya optimal. Teknik ini secara implisit mencoba seluruh kemungkinan kombinasi pemesanan.

Untuk permasalahan yang memiliki k periode, terdapat k pilihan:

1. Pesan pada periode 1 untuk seluruh k periode.
2. Mengambil kebijakan 1 periode terbaik, dan pesan pada periode 2 untuk periode 2, ..., k.

3. Mengambil kebijakan 2 periode terbaik, dan pesan pada periode 3 untuk periode 3, ..., k.

4. Mengambil kebijakan k-1 periode terbaik, dan pesan pada periode k untuk periode k.

Pemrograman dinamis membutuhkan kerja komputasi yang cukup besar, namun *Wagner-Whitin* telah mengembangkan sebuah metode yang menyederhanakan komputasi untuk model *lot-size* dinamik melalui tiga tahapan sebagai berikut :

Dimisalkan :

Z_{ce} = Total biaya variabel dalam penempatan order sebesar Q_{ce} .

K_t = biaya pemesanan setiap kali pesan pada tiap periode.

H_t = biaya penyimpanan setiap periode.

C = biaya pembelian per unit untuk pemenuhan kebutuhan,

Q_{ce} = Order yang dilakukan untuk memenuhi permintaan dari periode c sampai e.

$$Q_{ce} = \sum_{i=c}^e D_i$$

$i = c$

D_i = nilai permintaan pada periode i.

f_e = Biaya minimum dari total biaya yang dihitung sampai periode e.

f_T = Ongkos pesanan terjadwal yang optimal.

1. Mengkalkulasi total biaya variabel untuk semua alternatif pemesanan yang mungkin terjadi pada T periode. Total biaya variabel meliputi biaya pemesanan dan biaya penyimpanan (untuk kasus tertentu biaya pembelian juga diikutkan dalam total biaya variabel).

$$Zce = Kt + c \cdot Qce + Ht$$

$$\sum_{i=c} (Qce - Qci) e$$

$$i=c \text{ untuk } 1 \leq c \leq e \leq T$$

2. Menghitung f_e

Tingkat persediaan pada akhir periode e adalah nol.

Algoritma mulai dengan $f_0 = 0$ dan kalkulasi f_1, f_2, \dots , di dalam pesanan tersebut.

f_e dihitung dengan menggunakan rumusan:

$$f_e = \min(Zce + f_{e-1})$$

Dengan kata lain, untuk masing-masing periode dengan membandingkan semua kombinasi alternatif pemesanan dan f_e akan ditemukan dan dipilih nilai f_e terbaik, yaitu ketika kebutuhan untuk periode sampai e terpenuhi dengan biaya yang paling minimal.

3. Solusi optimal f_T diperoleh dari perhitungan rekursif mundur seperti berikut :

$$f_T = ZWT + f_{w-1}$$

Urutan terakhir terjadi pada periode w untuk memenuhi permintaan pada periode w sampai T.

$f_{w-1} = Zvw-1 + fv-1$ Pesanan sebelum urutan terakhir pada periode v yang dapat memenuhi permintaan di dalam periode v sampai $w-1$.

$f_{u-1} = Z1 U-1 + f0$ Adalah pesanan yang pertama terjadi di dalam periode yang dapat memenuhi permintaan di dalam periode sampai $U-1$.

2.9 Metode *Silver Meal*

Metode *Silver-Meal* dikembangkan oleh Edward Silver dan Harlan Meal adalah salah satu metode untuk perencanaan dan pengendalian terhadap persediaan bahan baku berdasarkan pada periode biaya yang menyatakan bahwa pembelian bahan hanya dilakukan pada awal periode sedangkan biaya simpan hanya dibebankan pada bahan yang simpan lebih dari satu periode. *Silver Meal* dimulai pada awal permulaan periode pertama, dimana pembelian bahan dilakukan bila persediaan bahan baku diperhitungkan nol.

Prinsip Model *Silver Meal* didasarkan atas permintaan beberapa periode mendatang yang sudah diramalkan sebelumnya. Kriteria dari teknik *Silver Meal* adalah bahwa *lot size* yang dipilih harus dapat meminimasi ongkos total per periode. Permintaan dengan periode-periode yang berurutan diakumulasikan ke dalam suatu bakal ukuran *lot (tentative lot size)* sampai jumlah *carrying cost* dan *setup cost* dari *lot* tersebut dibagi dengan jumlah periode yang terlibat meningkat.

Metode ini menitikberatkan pada ukuran *lot* yang harus dapat meminimumkan ongkos total per periode, dimana ukuran *lot* didapatkan dengan cara menjumlahkan kebutuhan beberapa periode yang berturut-turut sebagai ukuran *lot* yang tentatif (bersifat sementara).

Total biaya relevan per periode adalah menurut Sinaga (2007) adalah Persamaan 2.8.

Keterangan :

- C = biaya pemesanan per periode
- h = persentase biaya simpan per periode
- P = biaya pembelian per unit
- Ph = biaya Simpan per periode
- TRC (T) = total biaya relevan pada periode T
- T = waktu penambahan dalam periode
- Rk = rata-rata permintaan dalam periode k

Tujuannya adalah menentukan T untuk meminimumkan total biaya relevan per periode. Berikut ini langkah-langkah dari Metode *Silver Meal*.

- a. Tentukan ukuran lot tentatif dimulai dari periode T. Ukuran lot tentatif = kebutuhan (*net requirement*) pada periode T. Hitung ongkos total per periodenya.
- b. Tambahkan kebutuhan pada periode berikutnya pada lot tersebut. Kemudian hitung ongkos total per periodenya.

- c. Bandingkan ongkos total per periode sekarang dengan yang sebelumnya, jika $TRC(L) \leq TRC(L-1)$ kembali ke langkah sebelumnya dan $TRC(L) > TRC(L-1)$ lanjutkan ke langkah selanjutnya.
- d. Sekarang $T = L$, jika akhir dari horizon perencanaan telah dicapai, hentikan algoritma, jika belum, kembali ke langkah pertama. Dalam pengaplikasiannya nanti yang menjadi bahan pertimbangan untuk menentukan *lot size* adalah biaya rata-rata minimal tiap periode serta kapasitas gudang yang ada (Wohos dkk, 2014).

2.10 Metode *Algorithm Wagner Whitin*

Teknik ini menggunakan prosedur optimasi yang didasari model program dinamis yang menambahkan beberapa kerumitan pada perhitungan ukuran lot. Prosedur ini mengasumsikan sebuah horizon waktu yang terbatas di luar keadaan di mana tidak ada kebutuhan bersih tambahan, prosedur ini memberikan hasil yang baik. 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.

Algorithm Wagner Whitin (AWW) Teknik ini mencoba untuk menentukan ukuran lot optimum dengan mengevaluasi semua jumlah

pesanan untuk memenuhi persyaratan bersih selama total perencanaan horison. Matematika dari AWW "elegan". Untuk mencapai tujuan ini tanpa benar-benar harus mempertimbangkan, secara khusus, setiap strategi yang mungkin. Ini adalah solusi untuk ukuran lot untuk jadwal persyaratan bersih yang digunakan sebelumnya.

AWW meminimalkan biaya *setup* (total) gabungan. Itu dapat digunakan sebagai standar untuk mengukur keefektifan relatif dari teknik ukuran loteng lainnya. Kelemahannya adalah beban komputasi yang tinggi, keberanian, dan kesulitan yang dimiliki *nonmatematicians* untuk memahaminya adalah mekanika. Waktu komputasi tidak signifikan dengan teknologi komputer saat ini, hanya mengambil mikrodetik. Kelemahan kedua, bagaimanapun, adalah serius. Biasanya ada puluhan ribu item persediaan dalam program MRP yang perintahnya harus dihitung, dan persyaratan untuk banyak perubahan ini sering terjadi. Komputer dapat dengan mudah menangani perubahan tersebut; Pemasok dan pabrik tidak bisa. Kerugian ketiga sangat banyak. Jika pengguna tidak dapat mengerti bagaimana sebuah teknik bekerja, mereka tidak akan menggunakannya. *Algoritma wagner whitin* tidak diadopsi dalam praktik. Rumus yang digunakan :

$$Oen = A + h \sum (qen - qet) nt = e$$

Di mana:

Oen = Biaya total (biaya simpan dan biaya pesan)

A = Biaya pesan (Rp/pesan)

h = Biaya simpan per unit per periode (Rp/unit/periode)

q_{et} = $\sum_{n=t-e}^n D_n$ = Permintaan pada periode t

E = Batas awal periode yang dicakup pada pemesanan q_{et}

n = Batas maksimum periode yang dicakup pada pemesanan q_{et}

(Hardianto, 2020).

2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian terkait perencanaan persediaan telah diimplementasikan oleh para peneliti terdahulu.



Tabel 2. 15 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1	Fitri , Ririn Regiana Dwi Satya & Zeny Fatimah Hunusalela (2021)	Analisis Pengendalian Persediaan Komoditas Sayur Organik Untuk Efisiensi Biaya Persediaan Dengan Menggunakan <i>Wagner-Within Algorithm</i> Dan <i>Heuristic Silver-Meal Method</i> Pada PT Masada Organik Indonesia	<i>Wagner-Within Algorithm</i> dan <i>Heuristic Silver-Meal Method</i>	Dari peneitian ini dapat disimpulkan bahwa metode <i>Hertistic Silver-Meal</i> adalah metode usulan yang terbaik karena dapat menghasilkan biaya yang paling rendah dibandingkan dengan metode Algoritma <i>Wagner-Within</i> yaitu dengan penghematan sebesar Rp. 64.000.000,- dan efisiensi 26% dari metode yang diterapkan oleh perusahaan dengan total biaya persediaan yaitu Rp. 178.235.754,-.
2	Afifah Nur Asfari & Sri Suci Yuniar (2021)	Usulan Pemesanan Bahan Baku Dengan Menggunakan Teknik <i>Lot Sizing Silver Meal</i> dan Algoritma <i>Wagner-Whitin</i>	Analisis ABC, <i>Lot for Lot</i> , Metode <i>Silver Meal</i> dan Metode Algoritma <i>Wagner-Within</i>	Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa dengan menggunakan teknik <i>silver meal</i> lebih sedikit total biaya persediaan perusahaan, dimana perbedaan antara total biaya persediaan menggunakan <i>silver meal</i> dan <i>lot for lot</i> adalah Rp.61.191.417,54/tahun dengan persentase penghematan sebesar 2,35% sedangkan penghematan menggunakan algoritma <i>wagner-within</i> sebesar Rp.2.545.659.094 dengan persentase penghematan sebesar 2,26%, sehingga solusi yang paling optimal yaitu metode <i>silver meal</i> .
3	Danny Suryansyah Prima, Nasir Widha Setyanto & Ceria Farela Mada Tantrika (2014)	Penerapan Sistem MRP Untuk Pengendalian Persediaan Bahan Baku <i>Animal Feedmill</i> Dengan <i>Lot Sizing</i> Berdasarkan Algoritma <i>Wagner-Within</i> Dan <i>Silver-Meal</i> (Studi kasus: PT. Sierad Produce, Tbk.)	Algoritma <i>Wagner-Within</i> dan Algoritma <i>Silver Meal</i>	Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan hasil bahwa penggunaan teknik <i>Lot Sizing</i> berdasarkan Algoritma <i>Wagner-Within</i> dan <i>Silver Meal</i> akan menghasilkan biaya yang jauh lebih murah dibandingkan dengan teknik <i>lot sizing</i> yang diterapkan perusahaan. Berdasarkan Algoritma <i>Wagner-Within</i> akan menghemat pengeluaran perusahaan sebesar Rp367.947.353 atau 11,5% dalam 15 bulan. Untuk Algoritma <i>Silver-Meal</i>

				perusahaan akan menghemat pengeluaran sebesar Rp328.017.043 atau 10,3% dalam 15 bulan..
4	Enny Ariyani & Sarah Monica Christine Panjaitan (2020)	Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Kain Dengan Metode Analisis <i>Always Better Control (ABC)</i> dan Algoritma <i>Wagner Within</i> di PT. XYZ	Analisis <i>Always Better Control (ABC)</i> dan Algoritma <i>Wagner Within</i>	Hasil yang didapatkan dari penelitian ini ialah metode algoritma <i>wagner-within</i> lebih optimal daripada metode perusahaan dengan efisiensi mencapai 8,1% untuk tahun 2019. Dihasilkan dari metode usulan yaitu Algoritma <i>Wagner Within</i> , dengan rata – rata pemesanan sebanyak 300 <i>roll</i> dengan frekuensi pemesanan sebanyak 7 kali dan diperoleh total biaya persediaan sebesar Rp. 6.553.400.000.
5	Nudhar Mamluatul Hikmah & Monanda Wandita Rini (2020)	Pengendalian Persediaan Produk Oli Dengan Menggunakan Metode Persediaan Deterministik Dinamis Pada Perusahaan Distributor Pelumas	Algoritma <i>Wagner Within</i> , <i>Period Order Quantity</i> , <i>Silver Meal</i> dan <i>Least Unit Cost</i>	Pada penelitian ini, perusahaan distributor pelumas dalam menentukan pengendalian persediaan produk oli yang optimal adalah dengan menggunakan model deterministik dinamis metode <i>Wagner Within</i> dengan hasil akhir ongkos total yang dihasilkan ialah sebesar Rp 7.041.480. Pada model deterministik dinamis metode <i>Wagner Within</i> yang terpilih sebagai metode paling optimal, maka kebijakan pengendalian persediaan metode <i>Wagner Within</i> ialah lot yang dipesan berdasarkan jumlah ukuran lot perperiode.

Fitri , Ririn Regiana Dwi Satya dan Zeny Fatimah Hunusalela (2021) melakukan penelitian tentang pengendalian persediaan komoditas sayur organik menggunakan metode silver meal dan algoritma wagner-within. Penelitian ini hanya menghitung sayur yang menjadi prioritas setelah dilakukan analisis FSN yaitu jagung manis kulit, kol putih dan terong ungu. Diperoleh metode usulan yang terbaik adalah biaya persediaan menggunakan metode *Heuristik Silver Meal* karena dapat menghasilkan biaya yang paling rendah dibandingkan dengan metode Algoritma *Wagner-Within*, dengan efisiensi mencapai 26% dari metode yang digunakan perusahaan.

Afifah Nur Asfari & Sri Suci Yuniar (2021) melakukan penelitian tentang Usulan Pemesanan Bahan Baku Dengan Menggunakan Teknik *Lot Sizing Silver Meal* dan Algoritma *Wagner-Whitin*. Komponen yang termasuk dalam kategori A adalah komponen *Fingerprint* dan Kabel *Fingerprint*, *Card Reader* dan kabel AWG, *NanopiNeoCore*, SMD Serial USB IC, *Microcontroller*, PCB, *Mini Speaker* dan Kabel Belden. Perbedaan antara total biaya persediaan menggunakan *silver meal* dan *lot for lot* adalah Rp.61.191.417,54/tahun dengan persentase penghematan sebesar 2,35% sedangkan penghematan menggunakan algoritma *wagner-within* sebesar Rp.2.545.659.094 dengan persentase penghematan sebesar 2,26%, sehingga solusi yang paling optimal yaitu metode *silver meal*.

Danny Suryansyah Prima, Nasir Widha Setyanto & Ceria Farela Mada Tantrika (2014) melakukan penelitian yang berjudul “Penerapan Sistem

MRP Untuk Pengendalian Persediaan Bahan Baku *Animal Feedmill* Dengan *Lot Sizing* Berdasarkan Algoritma *Wagner-Within* Dan *Silver-Meal* (Studi kasus: PT. Sierad Produce, Tbk.)”. Diperoleh hasil penggunaan teknik *Lot Sizing* berdasarkan Algoritma *Wagner-Within* dan *Silver Meal* akan menghasilkan biaya yang jauh lebih murah dibandingkan dengan teknik *lot sizing* yang diterapkan perusahaan. Apabila dibandingkan dengan teknik teknik *lot sizing* yang diterapkan perusahaan penggunaan teknik *lot sizing* berdasarkan Algoritma *Wagner-Within* akan menghemat pengeluaran perusahaan sebesar Rp367.947.353 atau 11,5% dalam 15 bulan.

Enny Ariyani & Sarah Monica Christine Panjaitan (2020) meneliti tentang pengendalian persediaan bahan baku kain dengan menggunakan klasifikasi ABC dan Algoritma *Wagner Within*. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini ialah metode algoritma *wagner-within* lebih optimal daripada metode perusahaan dengan efisiensi mencapai 8,1% untuk tahun 2019. Pemesanan optimal bahan baku *Polyester* GT 1000 pada bulan Maret 2020–Februari 2021 dihasilkan dari metode usulan yaitu Algoritma *Wagner Whitin*, dengan rata – rata pemesanan sebanyak 300 *roll* dengan frekuensi pemesanan sebanyak 7 kali dan diperoleh total biaya persediaan sebesar Rp. 6.553.400.000.

Nudhar Mamluatul Hikmah & Monanda Wandita Rini (2020) melakukan penelitian tentang pengendalian persediaan produk oli menggunakan metode persediaan deterministik dinamis. Pada model deterministik dinamis metode *Wagner Within* yang terpilih sebagai metode

paling optimal, maka kebijakan pengendalian persediaan metode Wagner Within ialah lot yang dipesan berdasarkan jumlah ukuran lot perperiode adalah untuk periode I mencakup keperluan periode satu minggu. Dilanjutkan dengan periode 2, 4, 6, 8, 10, 12 mencakup keperluan periode dua minggu dan periode 14 mencakup untuk keperluan periode tiga minggu. Pengendalian persediaan produk oli yang optimal adalah dengan menggunakan model deterministik dinamis metode *Wagner Within* dengan hasil akhir ongkos total yang dihasilkan ialah sebesar Rp 7.041.480.

Pada penelitian kali ini dilakukan analisa terhadap perencanaan persediaan bahan baku pembuatan celana pada PT. Eratex Djaja Tbk salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri garmen. Peneliti menggunakan metode wawancara, studi literatur, observasi untuk mengetahui metode persediaan yang digunakan perusahaan, menggunakan silver meal dan algoritma wagner-within untuk menghitung perencanaan persediaan yang akan menjadi usulan metode yang lebih optimal bagi perusahaan.