

SKRIPSI

**PENGENDALIAN PERSEDIAAN PRODUK DENGAN
METODE EOQ *MULTI ITEM* DENGAN *ALL UNIT DISCOUNT*
(Studi Kasus PT. Budimas Makmur Mulia Surakarta)**



Diusulkan oleh :

PRIYANDIKA SATYA PERKASA

13130082E

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SETIA BUDI

SURAKARTA

2017

SKRIPSI

**PENGENDALIAN PERSEDIAAN PRODUK DENGAN
METODE EOQ *MULTI ITEM* DENGAN *ALL UNIT DISCOUNT*
(Studi Kasus PT. Budimas Makmur Mulia Surakarta)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Strata 1 (S1)

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik

Universitas Setia Budi Surakarta



Diusulkan oleh :

PRIYANDIKA SATYA PERKASA

13130082E

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SETIA BUDI

SURAKARTA

2017

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

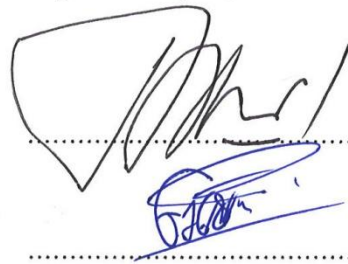
PENGENDALIAN PERSEDIAAN PRODUK DENGAN METODE EOQ MULTI ITEM DENGAN ALL UNIT DISCOUNT (Studi Kasus PT. Budimas Makmur Mulia Surakarta)

Disusun oleh
PRIYANDIKA SATYA P
13130082E

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji, diujikan dan disahkan
pada tanggal : 29 Juli 2017.

Penguji :

1. Bagus Ismail Adi W, ST., MT.
NIS : 01200807161128
2. Ida Giyanti, ST., MT.
NIS : 01201503162191




Pembimbing :

1. Ir. Rosleini Ria Putri Z., MT
NIS : 01200903162001
2. Adhie Tri Wahyudi, ST, M.Cs
NIS : 01200504011111




Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Petrus Darmawan, ST., MT.
NIS : 01199905141068

Ketua Program Studi
S1 Teknik Industri



Erni Suparti, ST., MT.
NIS : 01201109162145

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah dituliskan atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 2⁹ Juli 2017



Priyandika Satya P
Priyandika Satya P

HALAMAN PERSEMBAHAN

**Puji Tuhan, Syukur kepada Allah
Langkah kecil telah ku lewati,
Bersiap menghadapi perjuangan hidup yang sesungguhnya !**

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

1. **Tuhan Yesus Kristus** yang telah menyertai, membimbing, serta menuntun hidup saya setiap hari.
2. Orang tua ku tercinta, **Bapak dan Ibu** yang telah mendukung dan membina dalam kehidupanku setiap harinya hingga sampai saat ini. Tempat dimana curhat dan sharing tentang masalah yang sedang saya hadapi setiap harinya, dan masih banyak lagi yang tidak bisa saya critakan disini.
3. **Keluarga besar** yang secara tidak langsung juga membantu dalam penyelesaian skripsi ini, mulai dari kakek, nenek, bulik, paklik, om, tante, saudara, ponakan, dan semua yang tergabung dalam asosisai keluarga besar Budi Santosa.
4. Teman-teman seperjuangan, senasib **Teknik Industri USB**
 - **Franki A.P.** (Bos/owner/juragan Perusahaan xyz palur)
 - **Arif R.J.** (Owner dari PT. Pitek Potong Wonogokil)
 - **Angga P.** (wirausahawan lele, sapi, duren, rambutan. Tapi pas musime tok)
 - **Frisma N.** (artis "tanggapan" terkenal di Mojogedang)
 - **Ismail H.** (juragan jasa instal ulang terbesar se-Solo)
 - **Aditya E.S.** (tour guide terkenal daerah Pacitan dan sekitarnya)
 - **Rizka P.S.** (nggo "Z" lho riz ora "S")
 - **Anggi K.** (calon artis korea tapi nyasar nang Solo)
 - **Helen K.P.** (cucu jauh H.Bolot)
 - **Rossy A.** (Juara 1 lomba "Maido Cup Indonesia 2016")
5. Special Thanks to :
 - **Natalia** (senenge nggregeli, ngribeti, nganyeli, tapi ngangeni)
 - **Irfan Mamel** (kuliah farmasi jurusan otomotif)
 - **Nina Mamel** (guru bahasa jawa yg ga bisa aksara jawa)
 - **Agus Uus** (juragan kenalpot Racing)
6. Seluruh Anggota aktif dan nonaktif **Komutas CB UNS** Surakarta
7. Seluruh Anggota aktif dan nonaktif **Wapala Exess**
8. Seluruh pihak **PT. Budimas Makmur Mulia** yang telah membantu dan melancarkan proses skripsi ini.
 - Bapak Danang
 - Mas Hendra
 - Mbak Ratih
9. Dan semua pihak-pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu-satu yang membantu secara langsung maupun tidak langsung.(yen tak tulis kabeh ra sedeng).

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hikmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul “Pengendalian Persediaan Produk dengan Metode EOQ *Multi Item* dengan *All Unit Discount*” dengan baik dan lancar.

Selama penulisan Laporan Skripsi ini tidak akan berjalan lancar tanpa dukungan, bimbingan, dan bantuan baik material maupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Djoni Tarigan, M.B.A., selaku Rektor Universitas Setia Budi Surakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Budi Darmadi, M.Sc., selaku ketua yayasan Universitas Setia Budi yang telah memberikan beasiswa sehingga saya dapat melanjutkan pendidikan ke jenjang sarjana.
3. Bapak Petrus Darmawan., ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi.
4. Ibu Erni Suparti., ST., MT., selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Industri Universitas Setia Budi.
5. Ibu Ir. Rosleini Ria Putri Z., MT., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan selama penulisan Laporan Skripsi
6. Bapak Adhie Tri Wahyudi, ST., M.Cs., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan selama penulisan Laporan Skripsi.
7. Jajaran Dosen Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Univeritas Setia Budi Surakarta.
8. Bapak Bagus Ismail Adi W, ST., MT., selaku dosen penguji 1 yang telah memberi masukan dan saran dalam penulisan skripsi ini.
9. Ibu Ida Giyanti, ST., MT., selaku dosen penguji 2 yang telah memberi masukan dan saran dalam penulisan skripsi ini.
10. Bapak dan Ibu yang telah memberikan doa, kasih sayang dan dukungan.

11. Seluruh teman-teman Teknik Industri Universitas Setia Budi Surakarta.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna, maka kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini dimasa mendatang. Penulis berharap semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Surakarta, 17 Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Pengertian Persediaan	6
2.2 Perencanaan Persediaan.....	6
2.2.1 Model Statis EOQ (<i>Economic Order Quantity</i>)	7
2.2.2 Model Statis EOQ Multi Item	10
2.2.3 Model EOQ <i>Multi Item</i> Dengan <i>All Unit Discount</i>	12
2.2.4 Persediaan Pengaman (<i>Safety Stock</i>)	13
2.2.5 Titik Pemesanan Ulang (<i>Reorder Point</i>).....	14
2.3 Peramalan.....	16
2.3.1 Sifat Hasil Peramalan.....	16
2.3.2 Tahap Peramalan	17
2.3.3 Plot Data.....	17
2.3.4 Metode Peramalan	18
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1 Lokasi Penelitian	23
3.2 Waktu Penelitian	23
3.3 Kerangka Pikir	24

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Pengumpulan Data	28
4.2 Pengolahan Data.....	33
4.2.1 Peramalan Permintaan	33
4.2.2 Perhitungan Total Biaya Persediaan Aktual Perusahaan	40
4.2.3 Perhitungan <i>EOQ Multi Item</i> dengan <i>All Unit Discount</i>	43
4.2.4 Penentuan Persediaan Pengaman (<i>Safety Stock</i>).....	46
4.2.5 Penentuan Titik Pemesanan Ulang (<i>Reorder Point</i>)	47
4.2.6 Perhitungan <i>Total Cost EOQ Multi Item</i> dengan <i>All Unit Discount</i>	49
4.2.7 Perbandingan <i>Total Cost</i> Sebelum dan Sesudah <i>EOQ Multi Item</i> dengan <i>All Unit Discount</i>	50
4.3 Pembahasan.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1 Kesimpulan	52
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Jadwal kegiatan penelitian	23
Tabel 2 Data nama dan kode produk.....	28
Tabel 3 Data permintaan tahun 2014-2016	29
Tabel 4 Tabel biaya pesan dan simpan.....	32
Table 5 Rekap hasil perhitungan biaya-biaya.....	33
Tabel 6 Agregasi data order produk.....	33
Tabel 7 Hasil perhitungan kasalahan peramalan	36
Tabel 8 Hasil peramalan menggunakan metode <i>Winter</i>	36
Tabel 9 Hasil peramalan tahun 2017 menggunakan metode <i>Winter</i>	38
Tabel 10 Hasil peramalan permintaan tiap produk (Kardus)	39
Tabel 11 Data pemberian diskon dari <i>supplier</i>	43
Tabel 12 Perbandingan total biaya sebelum dan sesudah EOQ.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Model persediaan EOQ sederhana.....	8
Gambar 2 Kurva TC minimum.....	9
Gambar 3 Titik pemesanan ulang dan tenggang waktu (<i>Lead Time</i>).....	15
Gambar 4 <i>Flowchart</i> metode penelitian.....	24
Gambar 5 Plot data permintaan tahun 2014-2016.....	35

INTISARI

PENGENDALIAN PERSEDIAAN PRODUK DENGAN METODE EOQ MULTI ITEM DENGAN ALL UNIT DISCOUNT (Studi Kasus PT. Budimas Makmur Mulia Surakarta)

Oleh

Priyandika Satya Perkasa
13130082E

Penerapan pengendalian persediaan sangat penting bagi sebuah badan usaha yang bertujuan untuk mendukung pengambilan keputusan organisasi agar didapatkan persediaan yang optimal. PT. Budimas Makmur Mulia merupakan perusahaan yang terletak di jalan Gunung Slamet, Mojosongo, Surakarta yang dijadikan sebagai objek penelitian. Permasalahan yang ada pada PT. Budimas Makmur Mulia yaitu sering terjadi kelebihan dan kekurangan persediaan karena pemesanan barang hanya berdasarkan intuisi yang didasarkan pada permintaan bulan sebelumnya. Jenis produk yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu produk dari PT. Inacofood. Penelitian ini menerapkan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dengan *All Unit Discount* untuk mengendalikan persediaan agar tidak terjadi kelebihan dan juga kekurangan persediaan di gudang dan dapat meminimalkan biaya persediaan. Didapatkan total biaya persediaan dengan metode aktual perusahaan sebesar Rp.4.195.908.920,-. Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode EOQ, didapatkan total biaya dengan menggunakan metode EOQ lebih kecil dari pada menggunakan metode aktual perusahaan yaitu sebesar Rp. 4.176.099.142,-, dengan selisih total biaya sebesar Rp. 19.809.778,-.

Kata Kunci : Persediaan, EOQ, *All Unit Discount*, Persediaan Pengaman, Titik Pemesanan Ulang

ABSTRACT

PRODUCT INVENTORY CONTROL WITH ECONOMIC ORDER QUANTITY (EOQ) MULTI ITEM WITH ALL UNIT DISCOUNT METHOD (Research Subject PT. Budimas Makmur Mulia Surakarta)

By Priyandika Satya Perkasa
13130082E

The implementation of inventory control is very important for business entity that intend to support decision making in order to obtain optimal inventory. Object of this research is PT. Budimas Makmur Mulia, a company located on the Gunung Slamet road, Mojosongo, Surakarta. The problems exist in PT. Budimas Makmur Mulia is it often excess or even shortage inventory because in ordering product, PT. Budimas Makmur Mulia only based on intuition based on the previous month's demand. Type of product that will be discussed in this research is product from PT. Inacofood. This research applies Economic Order Quantity (EOQ) with All Unit Discount method to manage the inventory to avoid excess and lack of inventory in warehouse and minimize inventory cost. The total inventory cost by using company actual method is equal to Rp.4.195.908.920,-. After the calculation by EOQ method, the total cost is smaller than using the actual method that is equal to Rp. 4.176.099.142 ,-, with the total cost difference is Rp. 19.809.778,-.

Key word : Managemen Inventory, EOQ, All Unit Discount, Safety stock, Reorder point.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persediaan dalam konteks produksi dapat diartikan sebagai sumber daya menganggur (*idle resource*) (Nasution and Prasetyawan, 2008). Sumber daya menganggur ini belum digunakan karena menunggu proses lebih lanjut, seperti kegiatan produksi, pemasaran dll. Alasan utama adanya penyimpanan persediaan adalah karena sumber daya tertentu tidak bisa didatangkan seketika saat sumber daya tersebut dibutuhkan. Sehingga untuk menjamin tersedianya sumber daya tersebut perlu adanya dilakukan manajemen persediaan yang tepat.

PT. Budimas Makmur Mulia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pendistribusian produk jadi atau produk yang sudah siap dikonsumsi langsung. Manajemen persediaan pada PT. Budimas Makmur Mulia harus diperhatikan dengan serius, karena perusahaan ini bergerak di bidang distribusi produk *Consumer Good*, atau barang yang selalu dibutuhkan setiap hari oleh konsumen. Dengan demikian, perusahaan mampu mengantisipasi terjadinya lonjakan permintaan ataupun keterlambatan pengiriman barang dari *supplier*.

Selama ini, dalam melakukan pemesanan produk pada *supplier*, PT. Budimas Makmur Mulia melakukannya berdasarkan intuisi dengan mempertimbangkan permintaan pelanggan pada periode sebelumnya. PT. Budimas Makmur Mulia selama ini sering mengabaikan diskon yang diberikan oleh perusahaan *supplier*. Hal ini mengakibatkan biaya pembelian tidak dapat diminimalkan karena tidak mendapatkan diskon yang sebenarnya disediakan oleh *supplier*. Selain itu, karena proses persediaan dilakukan berdasarkan intuisi maka

ketika terjadi lonjakan permintaan pelanggan akan terjadi kekurangan barang, atau sebaliknya ketika permintaan menurun, barang menjadi menumpuk di gudang.

Perusahaan perlu mengubah sistem persediaan dengan mempertimbangkan diskon dari *supplier*. Hal ini perlu dilakukan agar tidak terjadi kekurangan atau penumpukan stok di gudang. Selain itu, dengan memperhatikan *order quantity* dan diskon yang diberikan oleh *supplier*, maka perusahaan akan dapat meminimalkan biaya pembelian. Untuk meminimalkan resiko yang telah disebutkan diatas perlu dilakukan pengendalian persediaan.

Untuk menyelesaikan kasus manajemen persediaan yang terjadi, PT. Budimas Makmur Mulia dapat menggunakan metode *Economic Order Quantity*(EOQ) *Multi Item* dengan *All Unit Discount*. Metode tersebut digunakan untuk meminimasi biaya pesan dan biaya simpan dalam sistem persediaan dan untuk mengoptimalkan jumlah pemesanan dengan mempertimbangkan diskon yang diberikan. Biaya-biaya persediaan yang perlu dikeluarkan perusahaan untuk memenuhi kebutuhan produk adalah biaya pesan dan biaya simpan. Dengan metode tersebut diharapkan kebutuhan konsumen dapat terpenuhi dan tidak menimbulkan biaya persediaan yang tinggi serta untuk mengoptimalkan diskon yang ada.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ada di perusahaan, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut :

1. Berapakah jumlah pemesanan barang yang optimal untuk tiap jenis produk dengan mempertimbangkan diskon yang ada untuk meminimalkan biaya pada PT. Budimas Makmur Mulia ?
2. Berapa jumlah persediaan pengaman yang harus disediakan PT. Budimas Makmur Mulia untuk meminimalkan resiko terjadinya kehabisan barang ?
3. Kapan sebaiknya PT. Budimas Makmur Mulia melakukan pemesanan kembali untuk tiap jenis produk ?
4. Berapa penghematan yang terjadi setelah penerapan metode EOQ *Multi Item* dengan *All Unit Discount*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan jumlah pemesanan yang optimal untuk tiap jenis produk dengan mempertimbangkan diskon yang ada untuk meminimalkan biaya.
2. Menentukan jumlah persediaan pengaman yang harus disediakan agar tidak terjadi kehabisan barang saat proses pemesanan berlangsung.
3. Menentukan waktu pemesanan kembali untuk tiap jenis produk.
4. Untuk mengetahui penghematan yang terjadi setelah penerapan metode EOQ *Multi Item* dengan *All Unit Discount*.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan beberapa manfaat, yaitu :

1. Bagi peneliti :

Mampu menerapkan ilmu yang diperoleh di bangku perkuliahan kedalam dunia kerja sehingga dapat menjadi manfaat dikemudian hari.

2. Bagi perusahaan :

Sebagai pertimbangan perbaikan bagi perusahaan dalam mengambil keputusan dan kebijakan dalam melakukan perengendalian persediaan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan-batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian hanya dilakukan untuk satu *supplier* produk makanan yaitu PT. Inacofood karena *supplier* tersebut merupakan pemasok produk terbesar pada PT. Budimas Makmur Mulia.
2. Data permintaan yang digunakan adalah data permintaan untuk produk yang disuplai dari PT. Inacofood pada tahun 2014, 2015, dan 2016.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memecahkan masalah yang telah dikemukakan sebelumnya maka perlu adanya suatu sistematika penulisan, sehingga pembahasan mudah untuk dipahami. Adapun sistematika penulisan ini adalah :

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan pembahasan tentang latar belakang masalah pada perusahaan distribusi, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Landasan teori mencakup teori-teori yang berkaitan dengan penelitian perencanaan persediaan barang, paradigma, cara pandang, metode-metode

yang telah ada dan metode yang akan digunakan serta konsep yang telah diuji kebenarannya.

BAB III : METODE PENELITIAN

Metode penelitian berisi waktu dan lokasi penelitian, serta *flowchart* metode penelitian dimana terdiri dari tahap-tahap yang akan menjelaskan keterkaitan proses pengolahan data.

BAB IV : PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini ditampilkan deskripsi objek penelitian, analisis perhitungan data, interpretasi hasil dan argumentasi terhadap hasil penelitian.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bab terakhir yang memuat rangkuman keseluruhan isi yang sudah di bahas, serta saran yang berisi pengembangan, pendalaman dan pengkajian ulang yang bisa digunakan sebagai masukan untuk perusahaan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Persediaan

Persediaan (*Inventory*) dalam konteks produksi dapat diartikan sebagai sumber daya yang menganggur (*idle resource*) (Nasution and Prasetyawan, 2008). Sumber daya menganggur ini belum digunakan karena menunggu proses lebih lanjut. Yang dimaksud dengan proses lebih lanjut disini dapat berupa kegiatan produksi seperti dijumpai pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran seperti dijumpai pada sistem distribusi ataupun kegiatan konsumsi seperti pada sistem rumah tangga (Ginting, 2007).

Keberadaan sebuah persediaan dalam sebuah sistem memiliki suatu tujuan tertentu. Alasan utamanya adalah karena sumber daya tertentu tidak bisa didatangkan seketika langsung saat sumber daya tersebut dibutuhkan. Sehingga untuk menjamin tersedianya sumber daya tersebut perlu adanya persediaan yang siap digunakan ketika dibutuhkan.

Konsekuensi yang timbul karena adanya persediaan berupa resiko-resiko tertentu yang harus ditanggung perusahaan akibat adanya persediaan tersebut. Persediaan yang disimpan perusahaan bisa saja rusak sebelum digunakan. Selain itu perusahaan juga harus menanggung biaya-biaya yang timbul akibat adanya persediaan tersebut.

2.2 Perencanaan Persediaan

Model perencanaan persediaan meliputi model dasar EOQ (*Economic Order Quantity*) dan EPQ (*Economic Product Quantity*), ditambah pengembangan modelnya, baik yang ditetapkan untuk permintaan yang

bersifat deterministik, maupun probabilistik. Selama periode pembelian atau pembuatan suatu barang (produk), terdapat elemen-elemen biaya tertentu yang harus dipertimbangkan. Sehingga tujuan dari perencanaan persediaan ini adalah minimasi elemen-elemen biaya tersebut secara keseluruhan. Perencanaan produk didasarkan pada berapa kriteria jumlah dan periode barang/produk yang harus dibeli/dibuat (Nasution and Prasetyawan, 2008).

2.2.1 Model Statis EOQ (*Economic Order Quantity*)

Model persediaan yang paling sederhana ini memakai asumsi-asumsi sebagai berikut :

1. Hanya satu item barang (produk) yang diperhitungkan.
2. Kebutuhan (permintaan) setiap periode diketahui (tertentu).
3. Barang yang dipesan diasumsikan dapat segera tersedia (*instaneously*) atau tingkat produksi (*production rate*) barang yang dipesan berlimpah (tak terhingga).
4. Waktu tunggu (*lead time*) bersifat konstan.
5. Setiap pesanan diterima dalam sekali pengiriman dan langsung dapat digantikan.
6. Tidak ada pesanan ulang (*back order*) karena kehabisan persediaan (*storage*).
7. Tidak ada *quantity discount*.

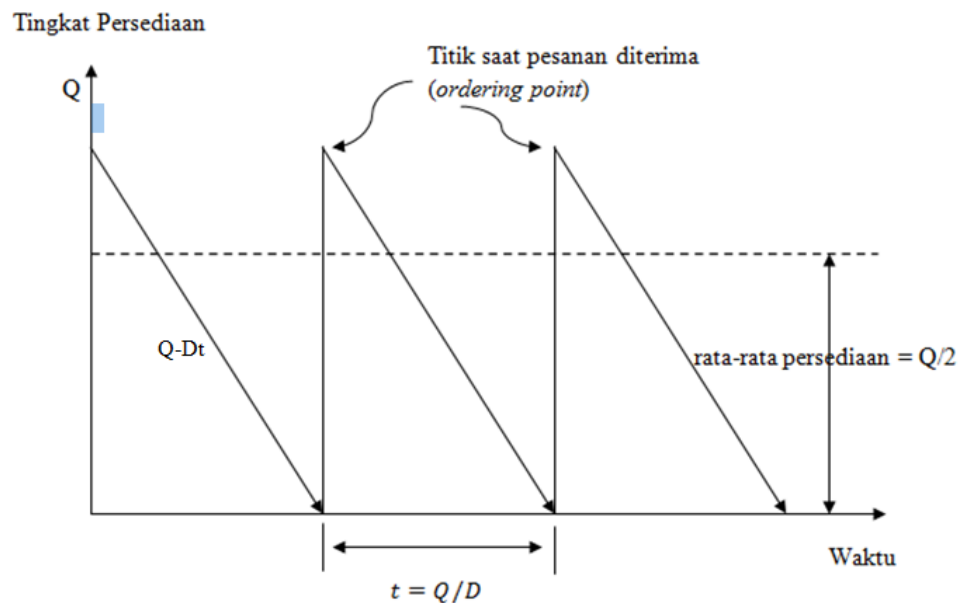
Tujuan model ini adalah untuk menentukan jumlah (Q) setiap kali pemesanan (EOQ) sehingga meminimasi biaya total persediaan dimana :

Biaya Total Pemesanan = *Ordering cost* + *Holding cost* + *Purchasing cost*

Parameter – parametar yang dipakai dalam model ini adalah :

- D = Jumlah kebutuhan barang selama satu periode (unit)
 k = *Ordering cost* setiap kali pesan (Rp)
 h = *Holding cost* per-satuan nilai persediaan per-satuan waktu (Rp)
 c = *Purchasing cost* per-satuan nilai persediaan (Rp)
 t = Waktu antara satu pemesanan ke pemesanan berikutnya (hari)

Secara grafis, model dasar persediaan ini dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1 Model persediaan EOQ sederhana

Lamanya t sama dengan proporsi kebutuhan satu periode (D) yang dapat dipenuhi oleh Q, sehingga dapat ditulis $t = Q/D$.

Tujuan secara matematis model ini dimulai dengan komponen biaya *ordering cost* yang tergantung pada jumlah (frekuensi) pemesanan dalam 1 periode, dimana frekuensi pemesanan tergantung pada :

- Jumlah kebutuhan barang selama 1 periode (D)
- Jumlah setiap kali pemesanan (Q)

Dari keterangan di atas, bisa dituliskan bahwa frekuensi pemesanan = D/Q . *Ordering cost* setiap periode diperoleh dengan mengalikan D/Q dengan biaya setiap kali pesan (k), sehingga diperoleh rumus :

$$\text{Ordering Cost per-periode} = (D/Q)k \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{Holding Cost per-periode} = h(Q/2) \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\text{Purchasing cost per-periode} = Dc \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{Biaya Total Persediaan (TC)} = (D/Q)k + h(Q/2) + Dc \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\text{Biaya Total Persediaan Incremental (TIC)} = (D/Q)k + h(Q/2) \dots\dots\dots(2.5)$$

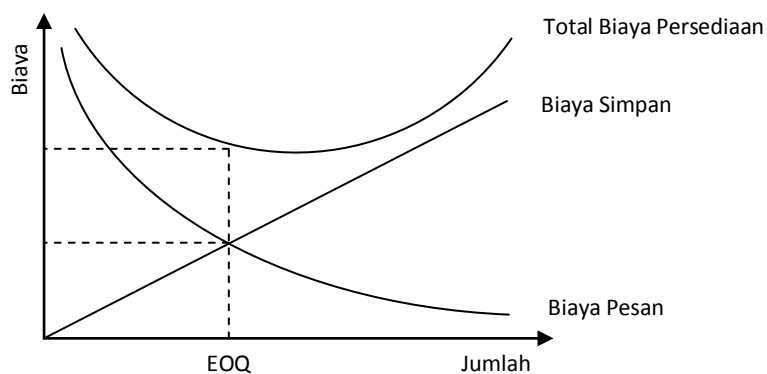
Maka :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2Dk}{h}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Bila (Q optimal = EOQ) telah diperoleh, maka t optimal (t_0) diperoleh sebagai berikut :

$$t_0 = \frac{Q_0}{D} \dots\dots\dots(2.7)$$

Gambar 2 menunjukkan posisi titik EOQ yang membentuk kurva TC minimum (Ginting, 2007).



Gambar 2 Kurva TC minimum

2.2.2 Model Statis EOQ Multi Item

Menurut Tersine (1994), pengadaan persediaan pada kasus *multi item* memiliki cara yang tidak jauh berbeda dengan pengadaan persediaan item tunggal. Tetapi memiliki asumsi yang berbeda yang harus ditambahkan. Menurut Nasution dan Prasetyawan (2008) model EOQ *Multi Item* merupakan model EOQ untuk pembelian bersama beberapa jenis item, dimana asumsi-asumsi yang dipakai adalah :

1. Tingkat permintaan untuk setiap item bersifat konstan dan diketahui dengan pasti, *lead time* juga diketahui dengan pasti. Oleh karena itu, tidak ada *stockout* maupun biaya *stockout*.
2. Semua item memiliki *Lead time* yang sama, dimana semua item yang dipesan akan datang pada satu titik waktu yang sama untuk setiap siklus.
3. *Holding cost*, harga per-unit (*unit cost*) dan *ordering cost* untuk setiap item diketahui. Tidak ada perubahan dalam biaya per-unit (seperti *quantity discount*), *ordering cost*, dan *holding cost*.

Penentuan rumus EOQ untuk kasus *join purchass* diperoleh dengan mendevisiasi biaya total persediaan yang terdiri dari total *ordering cost* dan total *holding cost* selama periode tertentu, dimana :

$$\text{Total Ordering Cost} = \frac{(K + \sum k_i)D}{\sum Q_{Rpi}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

K = biaya pemesanan yang tidak tergantung jumlah item (mayor *ordering cost*).

- k_i = biaya pemesanan tambahan karena adanya penambahan item-i ke dalam pesanan (termasuk biaya pencatatan, penerimaan, dan pengiriman item-item tersebut).
 d_i = permintaan selama periode tertentu untuk item-i.
 D = $\sum d_i$ = permintaan yang diperlukan selama periode tertentu.
 Q_{Rp} = $\sum Q_{Rpi}$ = EOQ untuk ukuran lot terpadu.
 Q_{Rp}^* = EOQ optimal untuk ukuran lot terpadu.

Total *holding cost* sebanding dengan *holding cost* per-unit per-tahun (h) dikalikan rata-rata nilai persediaan, dimana kasus yang sifat kebutuhannya deterministik dan sifat pengadaanya “*instantaneous*”, maka total *holding cost* tersebut akan sebanding dengan setengah dari ukuran lot terpadu.

$$\text{Total Holding Cost} = \frac{h}{2} (\sum Q_{Rpi}) \dots \dots \dots (2.9)$$

Sehingga :

$$\text{Total Cost (TC)} = \frac{(K + \sum k_i)D}{\sum Q_{Rpi}} + \frac{h}{2} (\sum Q_{Rpi}) \dots \dots \dots (2.10)$$

Dengan mendefinisikan persamaan 2.11 terhadap Q_{Rpi}^* , maka diperoleh :

$$Q_{Rp}^* = \sqrt{\frac{2(K + \sum k_i)D}{h}} \dots \dots \dots (2.11)$$

EOQ untuk masing-masing item dalam “nilai” rupiah diperoleh dari membagi d_i dengan D sebagai berikut :

$$Q_{Rpi}^* = \left(\frac{d_i}{D}\right) Q_{Rp}^* \dots \dots \dots (2.12)$$

EOQ untuk masing-masing item “unit” sebanding dengan unit *cost*nya C_i , sehingga diperoleh :

$$Q_i^* = \frac{Q_{Rpi}^*}{C_i} \dots \dots \dots (2.13)$$

Jarak antar pemesanan optimal (t^*) diperoleh dengan cara membagi lamanya periode (misalnya : 1 tahun) dengan frekuensi pemesanan yang terjadi selama periode tersebut, sehingga (Nasution and Prasetyawan, 2008) :

$$t^* = \frac{Q_{Rp}^*}{D} \dots\dots\dots(2.14)$$

2.2.3 Model EOQ *Multi Item* Dengan *All Unit Discount*

Menurut Djunaidi, Nandiroh and Marzuki (2005) untuk mencari model persediaan atau untuk menentukan kuantitas (Q^*) dan waktu (t^*) optimum yang mempertimbangkan pembelian *multi item* dan faktor *all unit discount* diperoleh persamaan sebagai berikut :

1. Untuk menentukan jarak pemesanan yang optimal (t^*) diperoleh persamaan :

$$t_{ij}^* = \sqrt{\frac{2k}{\sum_{i=1}^n D_i h_i C_{ij}}}, j \in (1,2,3, \dots, r) \dots\dots\dots(2.15)$$

2. Untuk mencari kuantitas pemesanan yang optimal (Q_i^*) diperoleh :

$$Q_i^* = D_i \sqrt{\frac{2k}{\sum_{i=1}^n D_i h_i C_{ij}}}, j \in (1,2,3, \dots, r) \dots\dots\dots(2.16)$$

3. Sehingga didapatkan TC (*Total Inventory Cost*) dengan persamaan :

$$TC = \sum_{i=1}^n C_{ij} D_i + \frac{k}{t} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n t D_i h_i C_{ij}, j \in (1,2,3, \dots, r) \dots\dots(2.17)$$

Dengan :

D_i = Permintaan barang *item-i* untuk suatu horison perencanaan (unit/tahun)

C_{ij} = Harga barang/unit untuk *item-i* pada interval *price break j* harga (Rp/unit)

H_i = Ongkos simpan barang *item-i*/unit/periode, karena pengaruh diskon maka $H_i = h_{ij} \cdot C_{ij}$ (Rp/unit/tahun)

- h_{ij}, C_{ij} = Prosentase ongkos simpan barang/periode terhadap harga barang *item-i* pada interval *price break j* harga (%/tahun)
 k = Ongkos pesan untuk setiap kali pemesanan (Rp/pesan)
 Q_i = Ukuran lot pemesanan ekonomis untuk *item-i* (unit)
 t = Periode antar pemesanan (tahun)
 r = Jumlah *price break j* harga (unit)
 n = Jumlah *item* barang (unit)

2.2.4 Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Dengan adanya persediaan pengaman, maka akan timbul biaya tambahan dalam penyimpanan persediaan tambahan tersebut. Model ini menggunakan rumus dasar EOQ, namun ditambah dengan perhitungan persediaan pengaman yang optimal, dengan mempertimbangkan variasi permintaan sepanjang *lead time* sehingga dikeluarkan biaya yang paling minimum. Walaupun permintaan tidak diketahui dengan pasti, namun permintaan dapat digambarkan dengan distribusi probabilitas. Berdasarkan catatan perusahaan, biasanya dapat ditentukan distribusi probabilitas permintaan sepanjang *lead time*. Kuantitas persediaan pengaman dapat dicari dengan rumusan probabilitas yang optimal, yaitu :

$$P(dL \leq R) = 1 - \frac{H}{B \frac{D}{Q}} \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana : H = Biaya penyimpanan perunit

B = Biaya kehabisan persediaan perunit

D = Permintaan dalam satu tahun

Q = Ukuran pemesanan ekonomis (EOQ)

Dari data masa lalu dapat dilihat besarnya permintaan sepanjang *lead time* dengan probabilitas optimal yang telah dicari dengan rumus diatas.

Selanjutnya, persediaan pengaman dapat diketahui dari rumusan berikut :

$$R = dL + n \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana : R = *Reorder Point*

dL = Permintaan sepanjang *lead time*

n = Persediaan pengaman

Untuk menentukan Safety Stock digunakan persamaan :

$$n = MAD \times \text{Service Level} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana : MAD = *Mean Absolute Deviation*

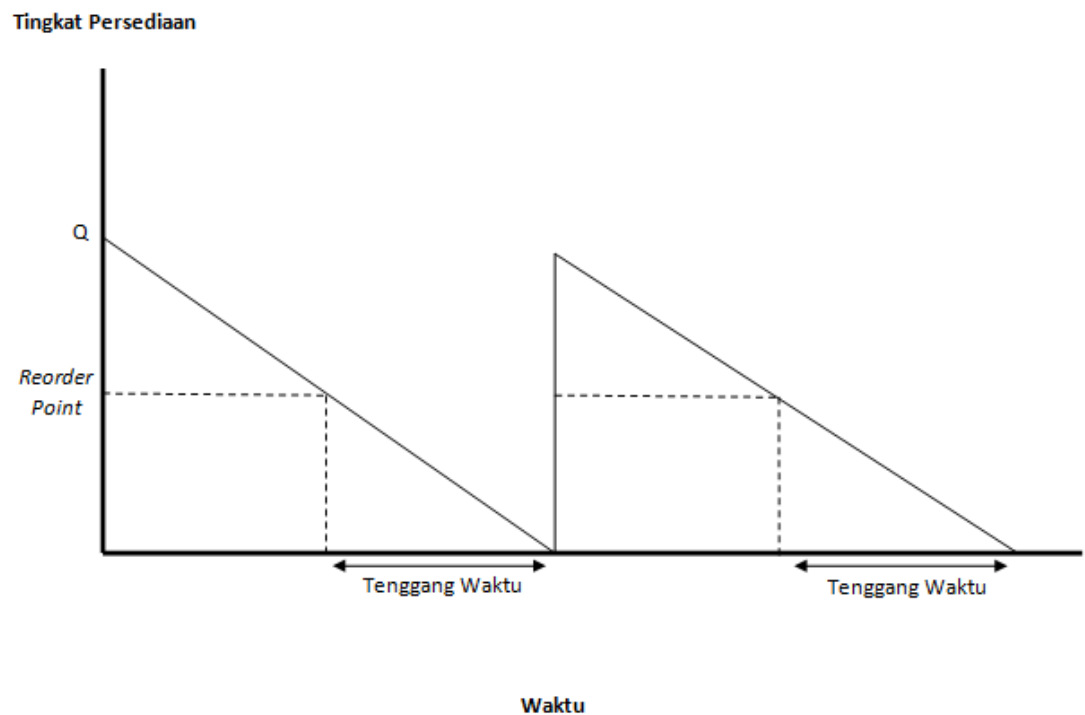
Service Level = Standar deviasi (Z)

Model ini tetap menggunakan rumus dasar EOQ untuk menentukan ukuran pemesanan yang optimal. Jadi di dalam menentukan ukuran pemesanannya, model ini belum memasukkan parameter lain seperti biaya kekurangan persediaan (Ginting, 2007).

2.2.5 Titik Pemesanan Ulang (*Reorder Point*)

Pada model EOQ sebelumnya, informasi *lead time* belum dipertimbangkan, sehingga diasumsikan bahwa pesanan akan langsung diterima seketika, sesuai ukuran pemesanan yang dilakukan. Tentunya asumsi ini tidak realistis karena sesungguhnya pesanan akan diterima setelah selang waktu tertentu setelah dilakukan pemesanan. Pada model

EOQ dengan titik pemesanan ulang (*reorder point*), asumsi tersebut ditiadakan. Pemesanan harus dilakukan sebelum tingkat persediaan menjadi nol, yaitu ketika persediaan mencapai titik pemesanan ulang (*reorder point*). Secara grafis situasi ini dapat digambarkan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Titik pemesanan ulang dan tenggang waktu (*Lead Time*)

Titik pemesanan ulang dihitung dengan mengalikan tenggang waktu (L) dengan permintaan perhari. Jika kita mengasumsikan bahwa satu tahun terdiri dari 365 hari, maka permintaan perhari adalah $\frac{D}{365}$. Jadi, rumus untuk menghitung titik pemesanan ulang dengan mempertimbangkan persediaan pengaman (*safety stock*), adalah :

$$R = L \frac{D}{365} + n \dots \dots \dots (2.21)$$

Dimana :

- R = Titik pemesanan ulang (*Reorde Point*)
- L = Waktu tunggu (*Lead Time*)
- D = Permintaan pertahun (*Demand*)
- n = Persediaan pengaman (*Safety Stock*)

2.3 Peramalan

Peramalan adalah proses untuk memperkirakan beberapa kebutuhan dimasa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa. Dalam kondisi pasar bebas, permintaan pasar lebih banyak bersifat kompleks, dan dinamis karena permintaan tersebut akan tergantung dari keadaan sosial, ekonomi, politik, aspek teknologi, produk pesaing dan produk substitusi. Oleh karena itu, peramalan yang akurat merupakan informasi yang sangat dibutuhkan dalam pengambilan keputusan manajemen (Nasution and Prasetyawan, 2008).

2.3.1 Sifat Hasil Peramalan

Menurut Nasution and Prasetyawan(2008), dalam menerapkan hasil suatu peramalan, maka ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan yaitu :

1. Peramalan pasti mengandung kesalahan.
2. Peramalan seharusnya memberikan informasi tentang berapa ukuran kesalahan.
3. Peramalan jangka pendek lebih akurat dibandingkan peramalan jangka panjang.

2.3.2 Tahap Peramalan

Tahap-tahap yang dilakukan dalam peramalan antara lain :

1. Mengumpulkan data masa lalu, data masa lalu berupa data permintaan produk.
2. Bila data yang dimiliki adalah data item, maka dilakukan agregasi dengan mengkonversi dalam satuan yang dapat digunakan secara bersama-sama, misal : harga, waktu baku, dan sebagainya.
3. Melakukan plot data dalam bentuk diagram pencar.
4. Melakukan peramalan dengan menggunakan beberapa metode sesuai pola data.
5. Menghitung kesalahan dari masing-masing metode peramalan.
6. Memilih metode peramalan yang mempunyai kesalahan terkecil.
7. Melakukan verifikasi peramalan dengan menggunakan peta kontrol *Moving Range* atau *Tracking Signal*.
8. Implementasi metode peramalan.
9. Memantau hasil peramalan dengan peta kontrol *Moving Range*.

2.3.3 Plot Data

Plot data dalam bentuk diagram pencar dilakukan untuk mengetahui pola data yang terjadi. Beberapa pola data yang mungkin terjadi antara lain :

- a. **Pola Horisontal / Acak (R)** terjadi bilamana data berfluktuasi disekitar nilai rata-rata yang konstan.

- b. **Pola Musiman (S)** terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman.
- c. **Pola Siklis (C)** terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang.
- d. **PolaTrend (T)** merupakan sifat dari permintaan dimasa lalu terhadap waktu terjadinya, apakah permintaan tersebut cenderung naik, turun, atau konstan.

2.3.4 Metode Peramalan

Secara garis besar metode peramalan dapat diklasifikasikan dalam dua kelompok antara lain (Ginting, 2007) :

a. Metode Kualitatif

Metode Kualitatif dapat dilakukan dengan :

- a) *Survey* Pasar
- b) Metode *Delphi*
- c) Metode Intrinsik
- d) Metode Ekstrinsik.

b. Metode Kuantitatif

Menurut (Ginting, 2007), metode peramalan kuantitatif dapat dibedakan atas dua bagian, yaitu :

1. Metode Deret Waktu

- a) *Trend Linier*

Rumus yang digunakan untuk *trend linier* adalah :

$$F(t) = a + bt \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana :

$$b = \frac{N \sum_{t=1}^N t D_t - \sum_{t=1}^N D_t \sum_{t=1}^N t}{N \sum_{t=1}^N t^2 - (\sum_{t=1}^N t)^2} \dots\dots\dots(2.23)$$

$$a = \frac{\sum_{t=1}^N D_t - b \sum_{t=1}^N t}{N} = \bar{D}_t - b \cdot \bar{t} \dots\dots\dots(2.24)$$

- Keterangan :
- F(t) = Forecast untuk saat t
 - a = intercept
 - b = kemiringan garis / slope
 - t = time (independent variable)
 - D_t = demand pada saat t
 - N = jumlah data

b) Pemulusan Eksponensial (*Exponential Smoothing* = ES)

Metode peramalan dengan menambahkan parameter alpha dalam modelnya untuk mengurangi faktor kerandoman.. Model matematis ES ini dapat dikembangkan dari persamaan berikut (Nasution and Prasetyawan, 2008) :

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha)F_t \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana : α = konstanta pemulusan

c) *Kuadratik*

Yaitu deret waktu dengan data berupa garis parabola. Rumus yang digunakan untuk metode kuadratik yaitu :

$$F_t = a + bt + ct^2 \dots\dots\dots(2.26)$$

$$a = \frac{\sum D_t - c \sum t^2}{N} \dots\dots\dots(2.27)$$

$$b = \frac{\sum t \cdot D_t}{\sum t^2} \dots\dots\dots(2.28)$$

$$c = \frac{\sum D_t \sum t^2 - N \sum t^2 \cdot D_t}{(\sum(t^2))^2 - N \sum t^4} \dots\dots\dots(2.29)$$

d) *Winter*

Tahap perhitungan menggunakan metode *Winter* adalah :

- 1) Hitung permintaan musiman dan gunakan regresi linier untuk menghitung level dan trend.
- 2) Hitung perkiraan faktor musiman.

Rumus untuk menghitung permintaan musiman adalah :

$$\bar{D}_t = \begin{cases} \left[\frac{D_{t-\left(\frac{p}{2}\right)} + D_{t+\left(\frac{p}{2}\right)} + \sum_{i=t+1-\left(\frac{p}{2}\right)}^{t-1+\left(\frac{p}{2}\right)} 2D_i}{2p} \right], \text{dimana } p : \text{periode musim...} & (2.30) \\ \sum_{i=t-\left(\frac{p}{2}\right)}^{t+\left(\frac{p}{2}\right)} \frac{D_i}{p}, \text{dimana } p \text{ adalah bilangan ganjil} \end{cases}$$

$$\bar{D}_t = L + Tt \dots \dots \dots (2.31)$$

$$\bar{S}_t = \frac{D_t}{\bar{D}_t} \dots \dots \dots (2.32)$$

$$\bar{S}_i = \frac{\sum_{j=0}^{r-1} \bar{S}_{jp+1}}{r} \dots \dots \dots (2.33)$$

$$L_{t+1} = \alpha \left(\frac{D_{t+1}}{\bar{S}_{t+1}} \right) + (1 - \alpha)(L_t + T_t) \dots \dots \dots (2.34)$$

$$T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta)T_t \dots \dots \dots (2.35)$$

$$F_{t+1} = (L_t + T_t)S_{t+1} \dots \dots \dots (2.36)$$

Dimana :

Lt	= level pada akhir periode t
Tt	= trend pada akhir periode t
St	= factor musiman pada periode t
Dt	= permintaan aktual pada periode t
Ft	= peramalan untuk periode t

2. Metode Kausal

Merupakan metode peramalan yang didasarkan kepada hubungan antara variabel yang diperkirakan dengan variabel lain

yang mempengaruhinya tetapi bukan waktu (Ginting, 2007).

Dalam prakteknya jenis metode peramalan ini terdiri dari :

- a. Metode Regresi dan Kolerasi, merupakan metode yang digunakan baik untuk jangka panjang maupun jangka pendek dan didasarkan kepada persamaan dengan teknik *least squares* yang dianalisis secara statistik.
- b. Model Input Output, metode ini biasa digunakan untuk menyusun *trend* ekonomi jangka panjang.
- c. Model ekonometri, metode ini didasarkan atas peramalan sistem persamaan regresi yang diestimasi secara simultan. Baik untuk peramaan jangka panjang dan jangka pendek.

2.3.5 Uji Kesalahan Peramalan

Uji kesalahan peramalan dilakukan untuk menentukan metode peramalan yang paling tepat digunakan sesuai dengan pola data. Untuk menguji kesalahan peramalan dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain :

- a. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

$$\text{MAD} = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \dots\dots\dots (2.37)$$

- b. *Mean Square Error* (MSE)

$$\text{MSE} = \frac{\sum_{t=1}^n e^2_t}{n} \dots\dots\dots (2.38)$$

- c. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{D_t} \times 100\%}{n} \dots\dots\dots (2.39)$$

2.3.6 Keandalan Metode Peramalan

Setelah memperoleh metode peramalan yang baik, selanjutnya dilakukan pemeriksaan keandalan metode peramalan dengan menggunakan peta kontrol *Tracking Signal* (TS). Nilai tracking signal yang dianjurkan beberapa ahli dalam system peramalan adalah maksimum ± 6 . Jika hasil nilai *tracking signal* antara -6 sampai dengan 6 maka metode yang digunakan sudah cukup handal. Rumus untuk menghitung TS adalah:

$$TS = \frac{\text{kumulatiferror}}{MAD} \dots\dots\dots(2.40)$$

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan dai PT. Budimas Makmur Mulia, Surakarta

3.2 Waktu Penelitian

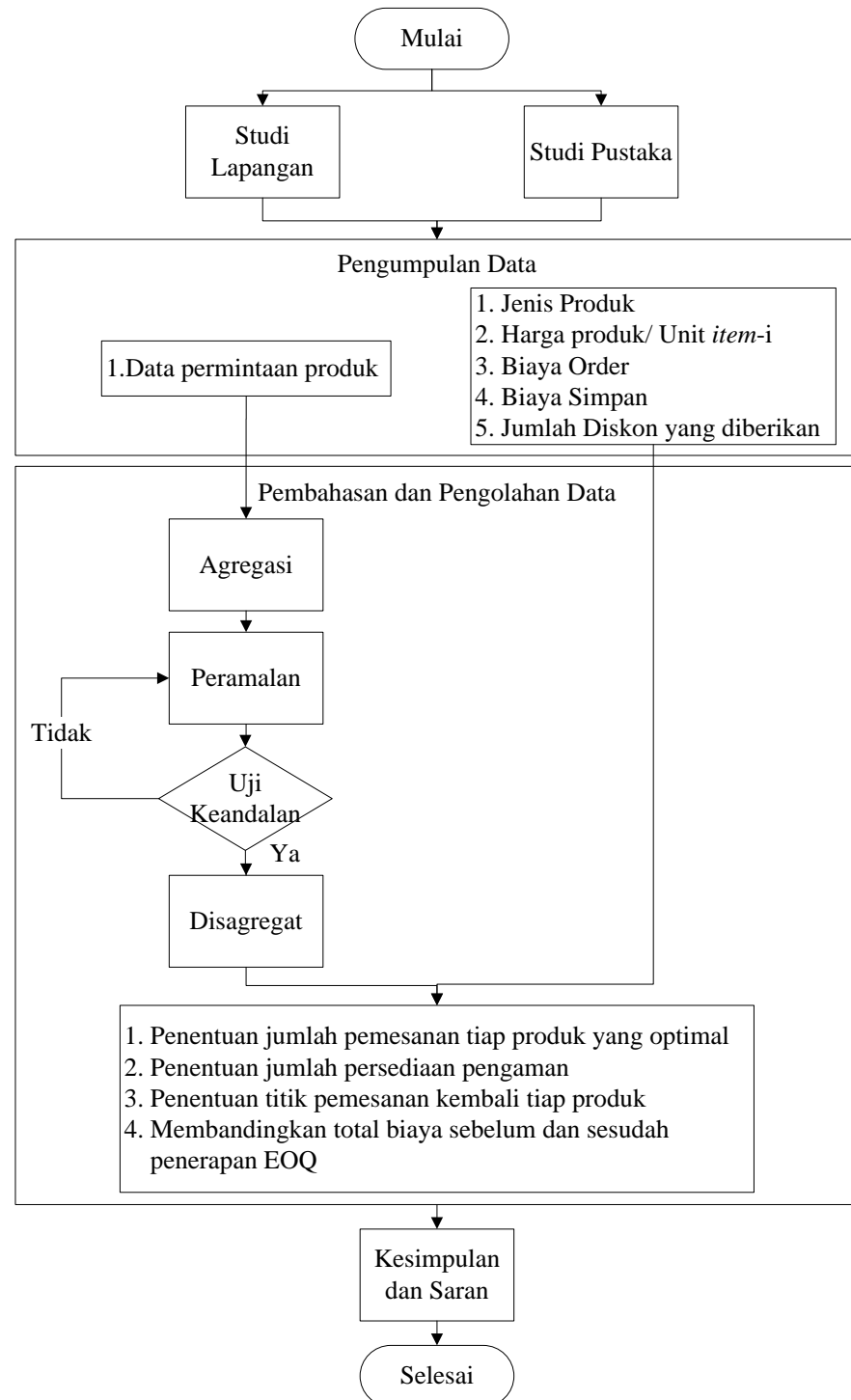
Realisasi kegiatan dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Realisasi kegiatan penelitian

No	Uraian Kegiatan	Bulan															
		Mar-17			Apr-17			Mei-17			Jun-17			Jul-17			
1	Penyusunan Proposal																
2	Pengambilan Data																
3	Analisis Data																
4	Penyusunan Skripsi																
5	Sidang Skripsi																

3.3 Kerangka Pikir

Berdasarkan teori tersebut maka disusun kerangka pikir sebagai berikut :



Gambar 4 Flowchart metode penelitian

Penjelasan :

1. Studi Lapangan dan Studi Pustaka

Studi lapangan dilakukan untuk melihat keadaan dan masalah yang ada secara nyata yang ada di PT. Budimas Makmur Mulia. Studi Pustaka dilakukan dengan mencari referensi yang bersangkutan dengan penelitian.

2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan merupakan data order produk 3 tahun terakhir. Data harga yang dibutuhkan berupa jenis produk, harga pembelian untuk tiap produk, biaya sekali order, biaya penyimpanan, dan jumlah diskon yang diberikan.

3. Pengolahan Data dan Pembahasan

3.1 Peramalah Permintaan Produk

a. Agregasi

Perencanaan agregat (*agregat planning*) dilakukan dengan cara mengubah data ke dalam satuan yang sama, sehingga dari beberapa jenis produk yang ada dapat dihitung secara bersamaan.

b. Peramalan

Tahap-tahap dalam peramalan yaitu :

- i. Melakukan plotting data dalam bentuk diagram pencar.

- ii. Melakukan peramalan menggunakan metode yang sesuai dengan pola data menggunakan persamaan 2.22 sampai dengan 2.36.
- iii. Menghitung kesalahan hasil peramalan menggunakan persamaan 2.37 sampai dengan 2.39.
- iv. Pilih metode peramalan dengan kesalahan yang terkecil

c. Uji Keandalan

Uji Keandalan dilakukan untuk mengetahui keandalan metode peramalan dengan menggunakan peta kontrol *Tracking Signal* (TS). Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan 2.40.

d. Disagregat

Perhitungan disagregat dengan cara mengubah kembali satuan yang telah disamakan menjadi satuan produk masing-masing.

3.2 Penentuan pemesanan optimal produk

Untuk mengetahui pesanan optimal produk yang harus dilakukan oleh perusahaan dengan menggunakan persamaan 2.16.

3.3 Persediaan Pengaman

Untuk mengetahui berapa persediaan pengaman yang harus disediakan oleh perusahaan, sehingga dapat meminimasi resiko

kehabisan barang dalam proses pemesanan dengan menggunakan persamaan 2.20.

3.4 Waktu Pemesanan Kembali

Untuk mengetahui kapan waktu pemesanan kembali dapat dilakukan oleh perusahaan dengan menggunakan persamaan 2.21.

3.5 Total Biaya

a. Total Biaya Setelah penerapan EOQ

Untuk mengetahui berapa total biaya persediaan yang dikeluarkan setelah menggunakan metode EOQ dengan mempertimbangkan diskon menggunakan persamaan 2.17.

b. Total Biaya Sebelum penerapan EOQ

Untuk mengetahui total biaya persediaan yang dikeluarkan perusahaan sebelum menggunakan metode EOQ diperoleh dengan menjumlahkan total biaya order produk, total biaya simpan dan total biaya pembelian.

4. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan pembahasan maka dapat disimpulkan tentang hasil yang diperoleh dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini meliputi data jenis produk, data kebutuhan produk periode 2014-2016, harga beli produk, biaya pesan dan biaya simpan. Dalam melaksanakan kegiatan penelitian, data yang diperoleh merupakan data dari perusahaan PT. Budimas Makmur Mulia.

Data jenis dan kode produk dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Jenis Produk

No	Gambar	Keterangan Produk	Kode
1		Inaco Mini Jelly 15grm 15 pcs isi 24 / kardus	INMJ008
2		Inaco Mini Jelly 15grm 25 pcs isi 12 / kardus	INMJ009
3		Inaco Mini Jelly 15grm 50pcs isi 8 / kardus	INMJ011
4		Inaco Mini Jelly 15grm 5pcs isi 72 / kardus	INMJ012

Data permintaan tahun 2014-2016 untuk produk INACO dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Data permintaan tahun 2014-2016

Bulan	INMJ008	INMJ009	INMJ011	INMJ012
Jan-14	510	582	78	294
Feb-14	662	719	89	435
Mar-14	762	391	69	291
Apr-14	671	282	75	330
Mei-14	973	897	72	429
Jun-14	1.175	912	99	482
Jul-14	1.249	950	121	694
Agust-14	941	550	72	309
Sep-14	627	511	63	219
Okt-14	835	614	82	296
Nop-14	918	733	83	329
Des-14	1.295	835	96	476
Jan-15	978	634	80	435
Feb-15	838	776	54	422
Mar-15	735	683	31	212
Apr-15	820	693	71	302
Mei-15	937	726	89	524
Jun-15	1.554	1.028	107	673
Jul-15	1.432	973	126	619
Agust-15	719	812	85	528
Sep-15	847	602	74	519
Okt-15	782	613	75	402
Nop-15	739	701	86	534
Des-15	871	713	72	406
Jan-16	1.231	891	121	511
Feb-16	972	772	115	302
Mar-16	710	629	124	493
Apr-16	910	832	99	502
Mei-16	929	902	145	494
Jun-16	1.409	1.099	181	581
Jul-16	1.163	990	193	628
Agust-16	910	835	120	592
Sep-16	912	710	109	391
Okt-16	923	812	108	439
Nop-16	1.013	733	94	452
Des-16	1.072	622	135	480
Total	34.024	26.757	3.493	16.025

Data untuk harga produk biaya pesan dan biaya simpan didapat dari perhitungan yang berdasarkan pada hasil wawancara kepada pihak perusahaan. Adapun perhitungan untuk biaya-biaya yang dibutuhkan sebagai berikut.

1. Biaya Order

- Biaya Telfon = Rp. 100.000/pesan
- Biaya Administrasi dan pencatatan = Rp. 100.000/pesan
- Total Biaya Order = Biaya Telfon + Administrasi
= 100.000 + 100.000
= Rp. 200.000,-/pesan

2. Biaya Simpan

- Depresiasi gudang = Rp. 800.000.000 /10 tahun
= Rp. 80.000.000/tahun
- Biaya Listrik dan Perawatan Gudang = Rp 1.000.000 / bulan
= Rp. 12.000.000 / tahun
- Biaya Tenaga Kerja = Jumlah karyawan * Gaji
= 12 * Rp 1.500.000
= Rp. 18.000.000/bulan
= Rp 216.000.000/tahun
- Total Biaya Simpan = Depresiasi Gudang + Biaya Listrik dan Perawatan Gudang + Biaya Tenaga Kerja
= Rp. 80.000.000 + 12.000.000
+ 216.000.000
= 308.000.000/tahun

3. Perhitungan Kapasitas Gudang

- Data :
 - Luas Gudang A = 21.420.000 cm²
 - Luas Gudang B = 42.500.000 cm²
 - Dimensi Produk = 1.500 cm²

- Total Kapasitas Gudang

$$= \frac{\text{Kapasitas Gudang} \times \text{Prosentase pemakaian gudang}}{\text{dimensi produk}} \times \text{maksimal tumpukan}$$

$$\circ \text{ Gudang A} = \frac{21.420.000 \times 75\%}{1.500} \times 8$$

$$= 85.680 \text{ kardus}$$

$$\circ \text{ Gudang B} = \frac{42.500.000 \times 75\%}{1.500} \times 8$$

$$= 170.000 \text{ kardus}$$

$$\text{Total Kapasitas Gudang} = \text{Kapasitas Gudang A} + \text{Kapasitas Gudang B}$$

$$= 85.680 + 170.000$$

$$= 255.680 \text{ Kardus}$$

4. Perhitungan Biaya Simpan Tiap Produk

$$- \text{ INMJ008} = 42,4\% \times 308.000.000$$

$$= \text{Rp. } 130.592.000$$

$$- \text{ INMJ009} = 33,3\% \times 308.000.000$$

$$= \text{Rp. } 102.564.000$$

$$- \text{ INMJ011} = 4,3\% \times 308.000.000$$

$$= \text{Rp. } 13.244.000$$

$$- \text{ INMJ012} = 20\% \times 308.000.000$$

$$= \text{Rp. } 61.600.000$$

5. Perhitungan Prosentase Biaya Simpan

$$- \text{ Kapasitas Gudang} = 255.680 \text{ kardus}$$

Biaya Simpan yang terpakai untuk tiap produk :

$$- \text{ INMJ008} = (42,2\% \times 255.680) \times \text{Rp. } 135.504,-$$

$$= \text{Rp. } 14.689.175.616,-$$

$$- \text{ INMJ009} = (33,3\% \times 255.680) \times \text{Rp. } 111.768,-$$

$$= \text{Rp. } 9.516.039.288,-$$

$$- \text{ INMJ011} = (4,3\% \times 255.680) \times \text{Rp. } 200.192,-$$

$$= \text{Rp. } 2.200.910.848,-$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ INMJ012} &= (20\% \times 255.680) \times \text{Rp. } 137.016,- \\
 &= \text{Rp. } 7.006.450.176,-
 \end{aligned}$$

Prosentase biaya simpan untuk tiap produk :

$$\begin{aligned}
 - \text{ INMJ008} &= \frac{130.592.000}{14.689.175.616} \\
 &= 0,0089 \\
 &= 0,89\% \approx 1\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ INMJ009} &= \frac{102.564.000}{9.516.039.288} \\
 &= 0,0108 \\
 &= 1,08\% \approx 1\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ INMJ011} &= \frac{13.244.000}{2.200.910.848} \\
 &= 0,0060 \\
 &= 0,60\% \approx 1\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ INMJ012} &= \frac{61.600.000}{7.006.450.176} \\
 &= 0,0088 \\
 &= 0,88\% \approx 1\%
 \end{aligned}$$

Rekap hasil perhitungan untuk biaya yang ada selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 Tabel biaya pesan dan simpan

Biaya Pesan (k)		
1. Biaya Telfon/pesan	Rp. 100.000	
2. Biaya Administrasi/pesan	Rp. 100.000	
Total		Rp. 200.000
Biaya Simpan		
1. Depresiasi Gudang/thn	Rp. 80.000.000	
2. Biaya Tenaga Kerja Gudang 12 Karyawan (@ Rp1.500.000)/thn	Rp. 216.000.000	
3. Listrik dan Perawatan Gudang/thn	Rp. 12.000.000	
Total		Rp. 308.000.000

Table 5 Rekap hasil perhitungan biaya-biaya

Uraian	INMJ008	INMJ009	INMJ011	INMJ012
Harga Produk / Kardus (C_i)	Rp 135.504	Rp 111.768	Rp 200.192	Rp 137.016
Biaya simpan / Kardus / Tahun (h_i)	1%	1%	1%	1%
Biaya pemesanan / Pemesanan (k)	Rp 200.000			

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Peramalan Permintaan

a. Agregasi

Agregasi data dilakukan dengan cara merubah data kedalam satuan yang sama, dalam hal ini menggunakan satuan kardus. Hasil agregasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Agregasi data order produk

Bulan	Agregasi Permintaan				Total Permintaan
	INMJ008	INMJ009	INMJ011	INMJ012	
Jan-14	510	582	78	294	1.464
Feb-14	662	719	89	435	1.905
Mar-14	762	391	69	291	1.513
Apr-14	671	282	75	330	1.358
Mei-14	973	897	72	429	2.371
Jun-14	1.175	912	99	482	2.668
Jul-14	1.249	950	121	694	3.014
Agust-14	941	550	72	309	1.872
Sep-14	627	511	63	219	1.420
Okt-14	835	614	82	296	1.827
Nop-14	918	733	83	329	2.063
Des-14	1.295	835	96	476	2.702
Jan-15	978	634	80	435	2.127
Feb-15	838	776	54	422	2.090
Mar-15	735	683	31	212	1.661
Apr-15	820	693	71	302	1.886
Mei-15	937	726	89	524	2.276
Jun-15	1.554	1.028	107	673	3.362

Tabel 6 Agregasi data order produk (Lanjutan)

Bulan	Agregasi Permintaan				Total Permintaan
	INMJ008	INMJ009	INMJ011	INMJ012	
Jul-15	1.432	973	126	619	3.150
Agust-15	719	812	85	528	2.144
Sep-15	847	602	74	519	2.042
Okt-15	782	613	75	402	1.872
Nop-15	739	701	86	534	2.060
Des-15	871	713	72	406	2.062
Jan-16	1.231	891	121	511	2.754
Feb-16	972	772	115	302	2.161
Mar-16	710	629	124	493	1.956
Apr-16	910	832	99	502	2.343
Mei-16	929	902	145	494	2.470
Jun-16	1.409	1.099	181	581	3.270
Jul-16	1.163	990	193	628	2.974
Agust-16	910	835	120	592	2.457
Sep-16	912	710	109	391	2.122
Okt-16	923	812	108	439	2.282
Nop-16	1.013	733	94	452	2.292
Des-16	1.072	622	135	480	2.309
Total	34.024	26.757	3.493	16.025	80.299
Prosentase	42,4%	33,3%	4,3%	20%	100%

Prosentase tiap produk didapat dengan menggunakan perhitungan :

$$\text{Prosentase} = \frac{\text{Total jumlah tiap produk}}{\text{Total jumlah semua produk}}$$

$$\begin{aligned} \text{a. INMJ008} &= \frac{34.024}{80.299} \\ &= 0,424 = 42,4\% \end{aligned}$$

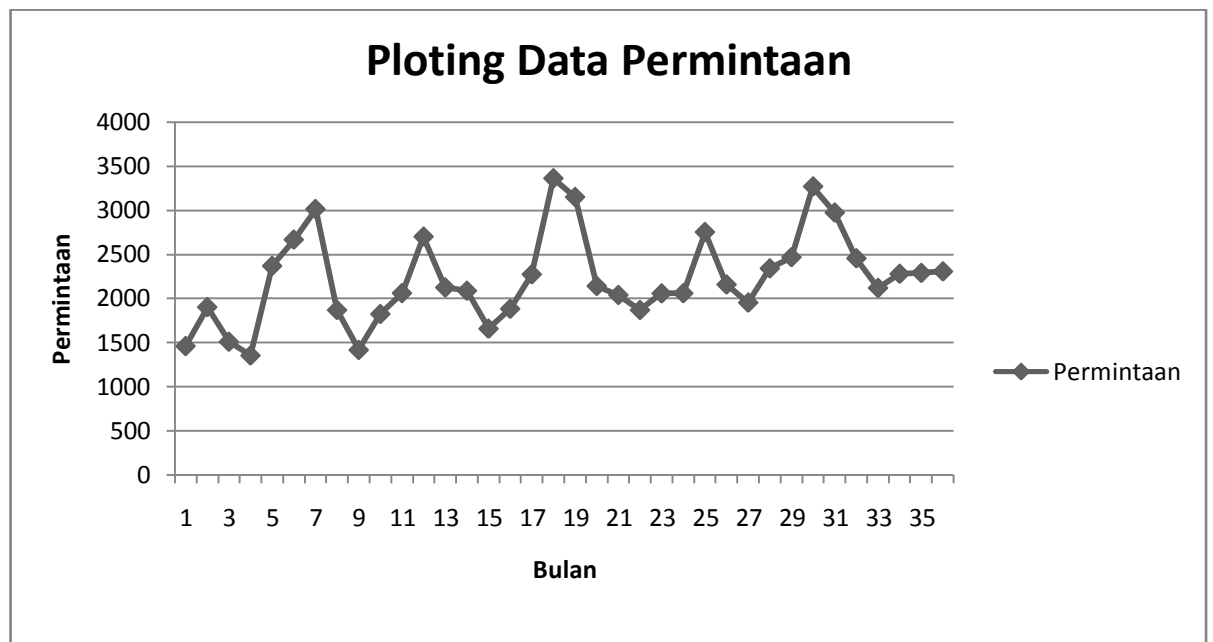
$$\begin{aligned} \text{b. INMJ009} &= \frac{26.757}{80.299} \\ &= 0,333 = 33,3\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. INMJ011} &= \frac{3.493}{80.299} \\ &= 0,043 = 4,3\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. INMJ012} &= \frac{16.025}{80.299} \\ &= 0,2 = 20\% \end{aligned}$$

b. Peramalan

Peramalan bertujuan untuk mengetahui perkiraan jumlah permintaan produk dimasa yang akan datang. Sebelum melakukan peramalan, harus diketahui terlebih dahulu pola data yang terjadi agar dapat disesuaikan dengan metode peramalan yang akan digunakan. Plot data dilakukan dengan cara dengan membuat diagram pencar dari data yang telah diagregasi.



Gambar 5 Plot data permintaan tahun 2014-2016

Dari Gambar 5 menunjukkan bahwa data permintaan berpola Trend. Oleh sebab itu metode peramalan yang digunakan antara lain metode Trend Linear, metode *Winter* dan metode *Exponential Smoothing*. Perhitungan peramalan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

Hasil perhitungan kesalahan peramalan untuk metode-metode yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil perhitungan kesalahan peramalan

Metode Peramalan	MAD	MSE	MAPE
<i>Trend Linear</i>	374,08	233.802	18%
<i>Winter</i>	168,42	46.704	8%
<i>Exponential Smoothing</i>	411,59	262.380	19%

Berdasarkan hasil perhitungan uji kesalahan untuk tiap metode peramalan, didapatkan metode peramalan *Winter* merupakan metode peramalan dengan tingkat kesalahan terkecil dengan nilai MAD sebesar 168,42 dan MSE sebesar 46,704. Hasil peramalan dengan menggunakan metode *Winter* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil peramalan menggunakan metode *Winter*

bulan	2014		2015		2016	
	Permintaan (D _t)	Peramalan (F)	Permintaan (D _t)	Peramalan (F)	Permintaan (D _t)	Peramalan (F)
Jan	1.464	1.875	2.127	2.079	2.754	2.296
Feb	1.905	1.847	2.090	2.051	2.161	2.267
Mar	1.513	1.534	1.661	1.701	1.956	1.879
Apr	1.358	1.656	1.886	1.832	2.343	2.023
Mei	2.371	2.142	2.276	2.374	2.470	2.624
Jun	2.668	2.788	3.362	3.093	3.270	3.417
Jul	3.014	2.759	3.150	3.074	2.974	3.378
Agst	1.872	1.940	2.144	2.159	2.457	2.367
Sep	1.420	1.667	2.042	1.850	2.122	2.035
Okt	1.827	1.794	1.872	1.991	2.282	2.191
Nov	2.063	1.932	2.060	2.144	2.292	2.359
Des	2.702	2.151	2.062	2.385	2.309	2.622

c. Verifikasi Hasil Peramalan

Verifikasi bertujuan untuk mengetahui apakah metode peramalan yang digunakan sudah cukup baik. Verifikasi dilakukan dengan menggunakan peta *Tracking Signal* (TS). Perhitungan TS bulan Januari 2014 yaitu :

- Error (e_t) = permintaan – peramalan
 $= 1.464 - 1875$
 $= -411$
- Kumulatif error = error bulan sebelumnya + error pada bulan tersebut
 $= 0 + (-411)$
 $= -411$
- Kumulatif absolute error = $|e_t|$ bulan sebelumnya + $|e_t|$ pada bulan tersebut
 $= 0 + 411$
 $= 411$
- MAD = $\frac{\text{kumulatif error}}{\text{jumlah data}}$
 $= \frac{411}{1}$
 $= 411$
- TS = $\frac{\text{kumulatif error}}{\text{MAD}}$
 $= \frac{-411}{411}$
 $= -1$

Hasil perhitungan TS selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

Dari hasil perhitungan nilai *Tracking Signal* seluruh data peramalan dengan metode *Winter* berkisar antara -3,50 sampai 4,68. Sehingga metode peramalan tersebut layak digunakan.

d. Peramalan Permintaan Tahun 2017

Untuk mendapatkan data permintaan tahun 2017 dilakukan peramalan dengan menggunakan metode *Winter*. Hasil perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Winter* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil peramalan tahun 2017 menggunakan metode *Winter*

Bulan	Peramalan
Jan-17	2.507
Feb-17	2.469
Mar-17	2.045
Apr-17	2.204
Mei-17	2.850
Jun-17	3.699
Jul-17	3.655
Agust-17	2.562
Sept-17	2.199
Okt-17	2.365
Nov-17	2.543
Des-17	2.825
Total	31.924

e. Disagregasi

Hasil peramalan menggunakan metode *Winter* tersebut merupakan data dalam *family*, sehingga perlu dilakukan disagregasi untuk menentukan jumlah permintaan masing-masing produk. Perhitungan hasil peramalan permintaan masing-masing ukuran bulan Januari 2017 adalah sebagai berikut :

- INMJ008 = peramalan x prosentase ukuran
 = 2.507 x 42,4%
 = 1.063 kardus
- INMJ009 = peramalan x prosentase ukuran
 = 2.507 x 33,3%
 = 835 kardus
- INMJ011 = peramalan x prosentase ukuran
 = 2.507 x 4,3%
 = 108 kardus
- INMJ012 = peramalan x prosentase ukuran
 = 2.507 x 20%
 = 501 kardus

Hasil perhitungan untuk disagregasi selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil peramalan permintaan tiap produk (Kardus)

Hasil Peramalan			INMJ008	INMJ009	INMJ011	INMJ012
No	Bulan	Peramalan	42,4%	33,3%	4,3%	20%
1	Jan-17	2.507	1.063	858	111	501
2	Feb-17	2.469	1.047	847	109	494
3	Mar-17	2.045	867	701	91	409
4	Apr-17	2.204	935	754	97	441
5	Mei-17	2.850	1.208	977	126	570
6	Jun-17	3.699	1.569	1.267	164	740
7	Jul-17	3.655	1.550	1.252	162	731
8	Agust-17	2.562	1.086	876	113	512
9	Sep-17	2.199	933	751	97	440
10	Okt-17	2.365	1.003	808	104	473
11	Nop-17	2.543	1.078	869	112	509
12	Des-17	2.825	1.198	967	125	565
Total		31.924	13.536	10.631	1.373	6.385

Permintaan produk diharapkan sama dengan jumlah hasil peramalan sehingga kebutuhan produk sama dengan hasil peramalan dalam satuan kardus.

4.2.2 Perhitungan Total Biaya Persediaan Aktual Perusahaan

PT. Budimas Makmur Mulia dalam pengadaan persediaan produk biasanya melakukan pemesanan berdasarkan jumlah dari permintaan bulan sebelumnya. Dari hasil wawancara dengan pihak perusahaan didapatkan bahwa pemesanan biasanya dilakukan sekitar 2 kali dalam satu bulan atau 24 kali dalam setahun. Saat satu produk dalam gudang menumpuk maka pada bulan berikutnya tidak dilakukan pemesanan, sehingga dilakukan pemesanan hanya produk yang hampir habis saja. Hal ini akan menyebabkan biaya pemesanan meningkat karena pemesanan dilakukan berulang-ulang untuk produk dengan supplier yang sama.

a. Pembelian Rata-Rata Produk

1. Pembelian rata-rata produk INMJ008 (Q) dapat diperhitungkan berdasarkan kebijakan perusahaan, dengan rincian sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{\text{Total Kebutuhan Bahan Baku}}{\text{Frekuensi Pemesanan (kebijakan)}} \\
 &= \frac{13.536}{24} \\
 &= 564 \text{ kardus}
 \end{aligned}$$

Jadi besarnya jumlah pembelian rata-rata produk setiap kali pesan adalah 564 kardus. Karena jumlah pembelian melebihi minimal jumlah kena diskon sehingga harga beli menggunakan harga setelah diskon.

2. Pembelian rata-rata produk INMJ009 (Q) dapat diperhitungkan berdasarkan kebijakan perusahaan, dengan rincian sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{\text{Total Kebutuhan Bahan Baku}}{\text{Frekuensi Pemesanan (kebijakan)}} \\
 &= \frac{10.631}{24} \\
 &= 443 \text{ kardus}
 \end{aligned}$$

Jadi besarnya jumlah pembelian rata-rata produk setiap kali pesan adalah 443 kardus. Karena jumlah pembelian kurang dari minimal jumlah kena diskon sehingga harga beli menggunakan harga sebelum diskon.

3. Pembelian rata-rata produk INMJ011 (Q) dapat diperhitungkan berdasarkan kebijakan perusahaan, dengan rincian sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{\text{Total Kebutuhan Bahan Baku}}{\text{Frekuensi Pemesanan (kebijakan)}} \\
 &= \frac{1.373}{24} \\
 &= 57 \text{ kardus}
 \end{aligned}$$

Jadi besarnya jumlah pembelian rata-rata produk setiap kali pesan adalah 57 kardus. Karena jumlah pembelian kurang dari minimal jumlah kena diskon sehingga harga beli menggunakan harga sebelum diskon.

4. Pembelian rata-rata produk INMJ012 (Q) dapat diperhitungkan berdasarkan kebijakan perusahaan, dengan rincian sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{\text{Total Kebutuhan Bahan Baku}}{\text{Frekuensi Pemesanan (kebijakan)}} \\
 &= \frac{6.385}{24} \\
 &= 266 \text{ kardus}
 \end{aligned}$$

Jadi besarnya jumlah pembelian rata-rata produk setiap kali pesan adalah 266 kardus. Karena jumlah pembelian kurang dari minimal jumlah kena diskon sehingga harga beli menggunakan harga sebelum diskon.

b. Perhitungan Total Cost (TC)

Untuk menghitung total biaya aktual perusahaan, didapat :

$$\begin{aligned}
 \text{TC} &= \text{Total Biaya Pembelian} + \text{Total Biaya Pesan} \\
 &\quad + \text{Total Biaya Simpan} \\
 - \text{ Total Biaya Pembelian} \\
 &= \sum(\text{Permintaan produk} - i * \text{Harga Beli Produk} - i) \\
 &= (135.368 * 13.536) + (111.768 * 10.631) + (200.192 * 1.373) + \\
 &\quad (137.016 * 6.385) \\
 &= \text{Rp. 4.170.257.632,-} \\
 - \text{ Total Biaya Pesan} \\
 &= \text{Biaya yang dikeluarkan/pesan} * \text{jarak pemesanan} \\
 &= 200.000 * 24 \\
 &= \text{Rp. 4.800.000,-}
 \end{aligned}$$

- Total Biaya Simpan

$$\begin{aligned}
 &= (\sum(C * h * D))/2 \\
 &= ((135.368*0,01*13.536) + (111.768*0,01*10.631) + \\
 &\quad (200.192*0,01*1.373) + (137.016*0,01*6.385)) / 2 \\
 &= \text{Rp.}20.851.288,-
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{TC} &= 4.170.257.632 + 4.800.000 + 20.851.288 \\
 &= \text{Rp.} 4.195.908.920,-
 \end{aligned}$$

4.2.3 Perhitungan *EOQ Multi Item* dengan *All Unit Discount*

Untuk menentukan jumlah pemesanan optimal Q_i^* yang harus dilakukan pertama adalah menentukan jarak pemesanan optimal (t^*) untuk *item-i* pada *price break* harga j (t_{ij}^*) (Djunaidi, Nandiroh and Marzuki, 2005). Berdasarkan hasil wawancara kepada perusahaan pemberian diskon dari *supplier* untuk tiap produk dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Data pemberian diskon dari *supplier*

no	Produk	Jumlah Pemesanan	Harga	Diskon (%)
1	INMJ008	$Q < 500$	135.504	1%
		$Q \geq 500$	135.368	
2	INMJ009	$Q < 500$	111.768	1%
		$Q \geq 500$	111.656	
3	INMJ011	$Q < 100$	200.192	2%
		$Q \geq 100$	199.792	
4	INMJ012	$Q < 500$	137.016	1%
		$Q \geq 500$	136.879	

Perhitungan Jarak Pemesanan Optimal (t^*)

Untuk menentukan nilai jarak pemesanan optimal (t^*) pada *price break* harga j digunakan persamaan (2.15). Pemilihan *price break* harga

berdasarkan hasil *total cost* terkecil. Rekap *total cost* untuk tiap kemungkinan *price break* dapat dilihat pada lampiran 2.

$$t_{ij}^* = \sqrt{\frac{2k}{\sum_{i=1}^n D_i h_i C_{ij}}}, j \in (1, 2, 3, \dots, r)$$

Diketahui :

k : 200.000/pesan	h ₃ : 1%
D ₁ : 13.536 kardus	h ₄ : 1%
D ₂ : 10.631 kardus	C _{1j} : 135.368
D ₃ : 1.373 kardus	C _{2j} : 111.656
D ₄ : 6.365 kardus	C _{3j} : 199.792
h ₁ : 1%	C _{4j} : 136.879
h ₂ : 1%	

Berdasarkan persamaan 2.15 didapatkan nilai t_{ij}^* sebagai berikut :

$$t_{ij}^* = \sqrt{\frac{2(200.000)}{(13.536 \times 1\% \times 135.368) + (10.631 \times 1\% \times 111.656) + (1.373 \times 1\% \times 199.792) + (6.385 \times 1\% \times 136.879)}}$$

$$t_{ij}^* = \sqrt{\frac{2(200.000)}{(18.323.412) + (11.870.149) + (2.743.144) + (8.739.724)}}$$

$$t_{ij}^* = \sqrt{\frac{400.000}{41.676.430}}$$

$$t_{ij}^* = \sqrt{0,009598}$$

$$t_{ij}^* = 0,0979681 \text{ tahun}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa jarak pemesanan optimal (t_{ij}^*) untuk keempat produk adalah 0,0979681 tahun atau 30 hari. Jadi perusahaan harus melakukan pemesanan setiap 30 hari sekali.

a. Perhitungan Jumlah Pemesanan Optimal (Q^*)

Selanjutnya untuk menentukan jumlah pemesanan optimal Q_i^* dapat dihitung menggunakan persamaan 2.16.

$$Q_i^* = D_i \sqrt{\frac{2k}{\sum_{i=1}^n D_i h_i C_{ij}}}, j \in (1, 2, 3, \dots, r)$$

Karena $t_{ij}^* = \sqrt{\frac{2k}{\sum_{i=1}^n D_i h_i C_{ij}}}$, sehingga didapatkan persamaan untuk mencari nilai Q_i^* adalah :

$$Q_i^* = D_i \cdot t_{ij}^*$$

Perhitungan jumlah pemesanan optimal (Q^*) untuk tiap *item-i* diperoleh :

1. INMJ008

$$\begin{aligned} Q_i^* &= D_i \cdot t_{ij}^* \\ &= 13.536 \times 0,0979681 \\ &= 1.326 \text{ kardus} \end{aligned}$$

Didapatkan jumlah pemesanan optimal (Q_i^*) untuk produk INMJ008 sebesar 1.326 kardus tiap kali pemesanan.

2. INMJ009

$$\begin{aligned} Q_i^* &= D_i \cdot t_{ij}^* \\ &= 10.631 \times 0,0979681 \\ &= 1.041 \text{ kardus} \end{aligned}$$

Didapatkan jumlah pemesanan optimal (Q_i^*) untuk produk INMJ009 sebesar 1.041 kardus tiap kali pemesanan.

3. INMJ011

$$\begin{aligned} Q_i^* &= D_i \cdot t_{ij}^* \\ &= 1.371 \times 0,0979681 \\ &= 135 \text{ kardus} \end{aligned}$$

Didapatkan jumlah pemesanan optimal (Q_i^*) untuk produk INMJ011 sebesar 135 kardus tiap kali pemesanan.

4. INMJ012

$$\begin{aligned}
 Q_i^* &= D_i \cdot t_{ij}^* \\
 &= 6.385 \times 0,0979681 \\
 &= 626 \text{ kardus}
 \end{aligned}$$

Didapatkan jumlah pemesanan optimal (Q_i^*) untuk produk INMJ012 sebesar 626 kardus tiap kali pemesanan.

4.2.4 Penentuan Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Persediaan pengaman (*safety stock*) adalah persediaan yang selalu disediakan digudang untuk memenuhi kebutuhan ketika barang yang dipesan belum datang tetapi permintaan meningkat. Persediaan pengaman dapat dihitung menggunakan persamaan 2.20.

$$n = \text{MAD} \times \text{Service Level}$$

MAD (*Mean Absolute Deviation*) didapatkan dari hasil peramalan yang telah dilakukan. MAD digunakan sebagai indikator performansi model peramalan (Cahyo et al., 2013). Dari hasil peramalan menggunakan metode Winter didapatkan nilai MAD sebesar 169,325. Sedangkan *Service level* ditentukan sebesar 95%, dengan nilai sebesar 1,64. Sehingga persediaan pengaman dapat dihitung sebagai berikut :

$$n = \text{MAD} \times \text{Service Level}$$

$$\begin{aligned}
 n &= 169,325 \times 1,64 \\
 &= 277,694 \approx 278 \text{ kardus}
 \end{aligned}$$

Penentuan persediaan pengaman untuk tiap produk dapat dihitung dengan mengalikan total persediaan pengaman dengan prosentasi tiap produk.

a. INMJ008

$$\begin{aligned} n_1 &= 42,4\% \times 278 \\ &= 117,9 \approx 118 \text{ kardus} \end{aligned}$$

b. INMJ009

$$\begin{aligned} n_2 &= 33,3\% \times 278 \\ &= 92,6 \approx 93 \text{ kardus} \end{aligned}$$

c. INMJ011

$$\begin{aligned} n_3 &= 4,3\% \times 278 \\ &= 12 \text{ kardus} \end{aligned}$$

d. INMJ012

$$\begin{aligned} n_4 &= 20\% \times 278 \\ &= 56 \text{ kardus} \end{aligned}$$

4.2.5 Penentuan Titik Pemesanan Ulang (*Reorder Point*)

Titik pemesanan ulang (*Reorder Point*) adalah titik waktu dimana dilakukan pemesanan kembali kepada *supplier* sebelum stock habis. Titik pemesanan ulang ini penting untuk mengurangi resiko *stock out* (kehabisan barang digudang) yang mungkin terjadi ketika permintaan tiba-tiba melonjak. Titik pemesanan kembali dengan mempertimpangkan persediaan pengaman dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.21.

$$R = L \frac{D}{308} + n_i$$

Dimana L adalah tenggang waktu dari pemesanan sampai barang datang (*lead time*). Tenggang waktu tersebut didapat dari hasil wawancara kepada pihak perusahaan, dimana nilai L didapatkan rata-rata tenggang waktu

sebesar 2 hari. Sedangkan 308 didapat dari rata-rata jumlah hari kerja dalam satu tahun. Nilai n_i merupakan *safety stock* untuk *item-i*. Sehingga dapat dihitung titik pemesanan ulang untuk tiap produk sebagai berikut :

a. INMJ008

$$R = L \frac{D}{308} + n_1$$

$$R = 2 \frac{13.536}{308} + 118$$

$$R = 206 \text{ kardus}$$

Jadi titik pemesanan ulang untuk produk INMJ008 dilakukan ketika stock tersisa 206 kardus.

b. INMJ009

$$R = L \frac{D}{308} + n_2$$

$$R = 2 \frac{10.631}{308} + 93$$

$$R = 162 \text{ kardus}$$

Jadi titik pemesanan ulang untuk produk INMJ009 dilakukan ketika stock tersisa 162 kardus.

c. INMJ011

$$R = L \frac{D}{308} + n_3$$

$$R = 2 \frac{1.373}{308} + 12$$

$$R = 21 \text{ kardus}$$

Jadi titik pemesanan ulang untuk produk INMJ011 dilakukan ketika stock tersisa 21 kardus.

d. INMJ012

$$R = L \frac{D}{308} + n_4$$

$$R = 2 \frac{6.385}{308} + 56$$

$$R = 97 \text{ kardus}$$

Jadi titik pemesanan ulang untuk produk INMJ008 dilakukan ketika stock tersisa 97 kardus.

4.2.6 Perhitungan *Total Cost EOQ Multi Item dengan All Unit Discount*

Untuk mencari total biaya (TC) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.17, dimana rumus TC adalah :

$$\begin{aligned} TC &= \sum_{i=1}^n C_{ij} D_i + \frac{k}{t} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n t D_i h_i C_{ij}, j \in (1,2,3, \dots, r) \\ &= \{(135.368 * 13.536) + (111.656 * 10.631) + (199.792 * \\ &1.373) + (136.879 * 6.385)\} + \frac{200.000}{0,0979681} + \frac{1}{2} \{(0,0979681 * \\ &13.536 * 0,01 * 135.368) + (0,0979681 * 10.631 * 0,01 * \\ &111.656) + (0,0979681 * 1.373 * 0,01 * 199.792) + \\ &(0,0979681 * 6.385 * 0,01 * 136.879)\} \\ TC &= \text{Rp. } 4.167.643.015 + \frac{200.000}{0,0979681} + \frac{1}{2} (4.082.961) \\ &= \text{Rp. } 4.171.725.976,- \end{aligned}$$

Perhitungan *total cost* di atas merupakan perhitungan dasar yang belum mempertimbangkan biaya yang timbul dari adanya *safety stock*. Biaya yg timbul dari adanya *safety stock* adalah biaya simpan. Untuk mencari biaya simpan dari *safety stock* menggunakan persamaan :

$$\sum_{i=1}^n (SS_i \cdot 12) h_i C_{ij}$$

Konstanta 12 menyatakan frekuensi pengadaan *safety stock* yang dilakukan perusahaan dalam satu tahun yang berdasarkan pada interval pemesanan. Karena pemesanan dilakukan setiap 30 hari sekali, maka dalam satu tahun memesan sebanyak 12 kali.

Sehingga untuk menghitung *Total Cost* dengan mempertimbangkan adanya *Safety Stock* menggunakan rumus :

$$TC = \sum_{i=1}^n C_{ij} D_i + \frac{k}{t} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n t D_i h_i C_{ij} + \sum_{i=1}^n (SS_i \cdot 12) h_i C_{ij}, j \in (1,2,3, \dots, r)$$

$$TC = 4.171.725.976 + \{((118 * 12)0,01 * 135.368) + ((93 * 12)0,01 * 111.656) + ((12 * 12)0,01 * 199.792) + ((56 * 12)0,01 * 136.879)\}$$

$$TC = 4.171.725.976 + \{(1.916.811) + (1.246.081) + (287.700) + (919.827)\}$$

$$TC = 4.171.725.976 + 4.370.419$$

$$TC = \text{Rp.}4.176.096.395,-$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan bahwa total biaya yang harus dikeluarkan perusahaan dalam satu tahun untuk memenuhi permintaan adalah sebesar Rp. 4.176.096.395,-

4.2.7 Perbandingan *Total Cost* Sebelum dan Sesudah *EOQ Multi Item* dengan *All Unit Discount*

Dari perhitungan *total cost* di atas dapat dilihat perbandingan total biaya sebelum dan sesudah penggunaan EOQ selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Perbandingan total biaya sebelum dan sesudah EOQ

Total Biaya dengan Metode EOQ	Rp. 4.176.096.395 ,-
Total Biaya Aktual Perusahaan	Rp. 4.195.908.920,-
Selisih	Rp. 19.812.525,-

4.3 Pembahasan

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan untuk periode 2017 berdasarkan peramalan dengan menggunakan metode *Winter*, diketahui bahwa total biaya yang ada di perusahaan sebelum menggunakan metode *EOQ Multi Item* dengan *All Unit Discount* lebih besar dibandingkan dengan total biaya setelah menggunakan perhitungan *EOQ Multi Item* dengan *All Unit Discount* yaitu Rp.4.195.908.920,- (sebelum menggunakan metode EOQ) dan Rp.4.176.096.395,- (setelah menggunakan metode EOQ). Hal ini disebabkan oleh sistem pemesanan pada perusahaan yang belum optimal, dengan sistem memesan sebanyak 2 kali dalam satu bulan dengan rata-rata jumlah pemesanan untuk produk INMJ008 sebesar 564 kardus, INMJ009 sebesar 443 kardus, INMJ011 sebesar 57 kardus dan INMJ012 sebesar 266 kardus tiap kali pemesanan. Hal tersebut mengakibatkan biaya pemesanan menjadi lebih besar.

Dengan menggunakan metode EOQ didapatkan jumlah pemesanan untuk produk INMJ008 sebesar 1.326 kardus, INMJ009 sebesar 1.041 kardus, INMJ011 sebesar 135 kardus dan INMJ012 sebesar 626 kardus. Dengan total jumlah pemesanan yang optimal sebesar 3.128 kardus. *Safety stock* digunakan sebagai stock pengaman untuk memenuhi permintaan bila terjadi pelonjakan permintaan pada saat produk yang dipesan belum datang, besarnya *safety stock* untuk produk INMJ008 sebesar 118 kardus, INMJ009 sebesar 93 kardus, INMJ011 sebesar 12

kardus dan INMJ012 sebesar 56 kardus. Dengan total *safety stock* sebesar 278 kardus. Dari perhitungan diatas didapatkan *reorder point* (titik pemesanan ulang) dengan mempertimbangkan *safety stock* untuk produk INMJ008 saat persediaan tersisa 206 kardus, INMJ009 saat persediaan tersisa 162 kardus, INMJ011 saat persediaan tersisa 21 kardus dan INMJ012 saat persediaan tersisa 97 kardus.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisa pada bab sebelumnya dapat disimpulkan antara lain :

1. Dari hasil pengolahan data diperoleh pemesanan yang optimal untuk tahun periode 2017 untuk produk :
 - a. INMJ008 yaitu sebesar 1.326 kardus.
 - b. INMJ009 yaitu sebesar 1.041 kardus.
 - c. INMJ011 yaitu sebesar 135 kardus.
 - d. INMJ012 yaitu sebesar 626 kardus.
2. Persediaan pengaman (*Safety stock*) yang harus disediakan PT. Budimas Makmur Mulia untuk tiap produk sebagai berikut :
 - a. INMJ008 sebesar 118 kardus.
 - b. INMJ009 sebesar 93 kardus.
 - c. INMJ011 sebesar 12 kardus.
 - d. INMJ012 sebesar 56 kardus.
3. Dari hasil pengolahan data diperoleh titik pemesanan kembali dengan mempertimbangkan *safety stock* untuk masing-masing produk dengan rincian sebagai berikut :
 - a. Produk INMJ008 melakukan pemesanan kembali saat stok tersisa sebesar 206 kardus.

- b. Produk INMJ009 melakukan pemesanan kembali saat stok tersisa sebesar 162 kardus.
 - c. Produk INMJ0011 melakukan pemesanan kembali saat stok tersisa sebesar 21 kardus.
 - d. Produk INMJ012 melakukan pemesanan kembali saat stok tersisa sebesar 97 kardus.
4. Dari perhitungan yang telah dilakukan didapatkan total biaya (Total Cost) dengan menggunakan kebijakan yang ada pada perusahaan saat ini sebesar Rp.4.195.908.920,-, sedangkan total biaya dengan menggunakan metode EOQ sebesar Rp.4.176.096.395,-. Dengan menggunakan metode *EOQ Multi Item* dengan *All Unit Discount* total biaya dapat diturunkan sebesar Rp.19.812.525,-/tahun.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya dapat dipertimbangkan kapasitas gudang dan kapasitas truck untuk meminimalkan biaya pemesanan untuk jumlah pemesanan yang banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyo, A.D., Priadythama, I., Christi, R. and Sari, H.W.S., 2013. Analisis Peramalan Kebutuhan, Penentuan Safety Stock Dan Reorder Point Material Mcb Bidang Distribusi Pt. Pln (Persero) Distribusi Jakarta Raya Dan Tangerang Area Pondok Gede, Jakarta.
- Djunaidi, M., Nandiroh, S. and Marzuki, I.O., 2005, Pengaruh Perencanaan Pembelian Bahan Baku Dengan Model Eoq Untuk Multi Item Dengan All Unit Discount, Jurnal Ilmiah Teknik Industri, vol. IV, Desember, 86-94.
- Ginting, R., 2007, Sistem Produksi, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Nasution, A.H. and Prasetyawan, Y., 2008, Perencanaan & Pengendalian Produksi, Graha Ilmu, Surabaya.
- Tersine, R.J. (1994) Principle of Inventory and Material Management, Elsevier Science Publishing, New York.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Perhitungan Peramalan

- Data Awal

Tabel Data awal

Bulan	no (t)	permintaan (d_t)	t²	t.d_t
Jan-14	1	1464	1	1464
Feb-14	2	1905	4	3810
Mar-14	3	1513	9	4539
Apr-14	4	1358	16	5432
Mei-14	5	2371	25	11855
Jun-14	6	2668	36	16008
Jul-14	7	3014	49	21098
Agust-14	8	1872	64	14976
Sep-14	9	1420	81	12780
Okt-14	10	1827	100	18270
Nop-14	11	2063	121	22693
Des-14	12	2702	144	32424
Jan-15	13	2127	169	27651
Feb-15	14	2090	196	29260
Mar-15	15	1661	225	24915
Apr-15	16	1886	256	30176
Mei-15	17	2276	289	38692
Jun-15	18	3362	324	60516
Jul-15	19	3150	361	59850
Agust-15	20	2144	400	42880
Sep-15	21	2042	441	42882
Okt-15	22	1872	484	41184
Nop-15	23	2060	529	47380
Des-15	24	2062	576	49488
Jan-16	25	2754	625	68850
Feb-16	26	2161	676	56186
Mar-16	27	1956	729	52812
Apr-16	28	2343	784	65604
Mei-16	29	2470	841	71630
Jun-16	30	3270	900	98100
Jul-16	31	2974	961	92194
Agust-16	32	2457	1024	78624
Sep-16	33	2122	1089	70026
Okt-16	34	2282	1156	77588
Nop-16	35	2292	1225	80220
Des-16	36	2309	1296	83124
∑	666	80299	16206	1555181
Rata-rata	18,5	2230,5	450,17	43199,472

1. Menghitung Trend dan Level dengan menggunakan persamaan :
Trend (b)

$$b = \frac{n \sum td_t - \sum t \sum d_t}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$b = \frac{(36 * 1.555.181) - (666 * 80299)}{(36 * 16.206) - (666)^2}$$

$$b = 17,928$$

Level (a)

$$\begin{aligned} a &= \bar{Dt} - b\bar{t} \\ &= 2230,5 - (17,928 * 18,5) \\ &= 1898,9 \end{aligned}$$

2. Peramalan

- a. Peramalan Metode Trend Linear

$$\text{Level (a)} = 1898,9$$

$$\text{Trend (b)} = 17,928$$

Menentukan F_t (peramalan untuk waktu t) dengan menggunakan persamaan 2.24

$$F_t = a + bt$$

$$F_1 = 1898,9 + (17,92 * 1)$$

$$= 1916,79$$

Perhitungan peramalan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel Perhitungan Peramalan

No (t)	bulan	Peramalan (F_t)	No (t)	bulan	Peramalan (F_t)	No (t)	bulan	Peramalan (F_t)
1	Jan-14	1916,791	13	Jan-15	2131,925	25	Jan-16	2347,058
2	Feb-14	1934,719	14	Feb-15	2149,853	26	Feb-16	2364,986
3	Mar-14	1952,647	15	Mar-15	2167,78	27	Mar-16	2382,914
4	Apr-14	1970,575	16	Apr-15	2185,708	28	Apr-16	2400,842
5	Mei-14	1988,502	17	Mei-15	2203,636	29	Mei-16	2418,77
6	Jun-14	2006,43	18	Jun-15	2221,564	30	Jun-16	2436,697

Tabel Perhitungan Peramalan (Lanjutan)

No (t)	bulan	Peramalan (F _t)	No (t)	bulan	Peramalan (F _t)	No (t)	bulan	Peramalan (F _t)
7	Jul-14	2024,358	19	Jul-15	2239,492	31	Jul-16	2454,625
8	Agust-14	2042,286	20	Agust-15	2257,419	32	Agust-16	2472,553
9	Sep-14	2060,214	21	Sep-15	2275,347	33	Sep-16	2490,481
10	Okt-14	2078,141	22	Okt-15	2293,275	34	Okt-16	2508,409
11	Nop-14	2096,069	23	Nop-15	2311,203	35	Nop-16	2526,336
12	Des-14	2113,997	24	Des-15	2329,131	36	Des-16	2544,264

Verifikasi Hasil Peramalan Metode *Trend Linear*

Tabel Verifikasi hasil peramalan dengan metode *Winter*

No (t)	Bulan	Permintaan (Dt)	Peramalan (Ft)	et	et	et ²	et /Dt
1	Jan-14	1464	1916,791	-452,791	452,7913	205020	0,309284
2	Feb-14	1905	1934,719	-29,7191	29,71909	883,2243	0,015601
3	Mar-14	1513	1952,647	-439,647	439,6469	193289,4	0,29058
4	Apr-14	1358	1970,575	-612,575	612,5747	375247,7	0,451086
5	Mei-14	2371	1988,502	382,4975	382,4975	146304,3	0,161323
6	Jun-14	2668	2006,43	661,5697	661,5697	437674,5	0,247965
7	Jul-14	3014	2024,358	989,6419	989,6419	979391,1	0,328348
8	Agust-14	1872	2042,286	-170,286	170,2859	28997,28	0,090965
9	Sep-14	1420	2060,214	-640,214	640,2137	409873,6	0,450855
10	Okt-14	1827	2078,141	-251,141	251,1415	63072,05	0,137461
11	Nop-14	2063	2096,069	-33,0693	33,06928	1093,578	0,01603
12	Des-14	2702	2113,997	588,0029	588,0029	345747,4	0,217618
13	Jan-15	2127	2131,925	-4,92488	4,924882	24,25446	0,002315
14	Feb-15	2090	2149,853	-59,8527	59,85268	3582,343	0,028638
15	Mar-15	1661	2167,78	-506,78	506,7805	256826,5	0,305106
16	Apr-15	1886	2185,708	-299,708	299,7083	89825,05	0,158912
17	Mei-15	2276	2203,636	72,36392	72,36392	5236,537	0,031794
18	Jun-15	3362	2221,564	1140,436	1140,436	1300595	0,339214
19	Jul-15	3150	2239,492	910,5083	910,5083	829025,4	0,28905
20	Agust-15	2144	2257,419	-113,419	113,4195	12863,98	0,052901
21	Sep-15	2042	2275,347	-233,347	233,3473	54450,95	0,114274
22	Okt-15	1872	2293,275	-421,275	421,2751	177472,7	0,22504
23	Nop-15	2060	2311,203	-251,203	251,2029	63102,88	0,121943
24	Des-15	2062	2329,131	-267,131	267,1307	71358,8	0,129549
25	Jan-16	2754	2347,058	406,9415	406,9415	165601,4	0,147764
26	Feb-16	2161	2364,986	-203,986	203,9863	41610,4	0,094394
27	Mar-16	1956	2382,914	-426,914	426,9141	182255,6	0,218259

Tabel Verifikasi hasil peramalan dengan metode Winter (Lanjutan)

No (t)	Bulan	Permintaan (Dt)	Peramalan (Ft)	et	et	et ²	et /Dt
28	Apr-16	2343	2400,842	-57,8419	57,84187	3345,682	0,024687
29	Mei-16	2470	2418,77	51,23033	51,23033	2624,547	0,020741
30	Jun-16	3270	2436,697	833,3025	833,3025	694393,1	0,254833
31	Jul-16	2974	2454,625	519,3747	519,3747	269750,1	0,174638
32	Agust-16	2457	2472,553	-15,5531	15,55307	241,8979	0,00633
33	Sep-16	2122	2490,481	-368,481	368,4809	135778,1	0,173648
34	Okt-16	2282	2508,409	-226,409	226,4087	51260,88	0,099215
35	Nop-16	2292	2526,336	-234,336	234,3365	54913,58	0,102241
36	Des-16	2309	2544,264	-235,264	235,2643	55349,27	0,10189
666		80299	80299	-5,9E-12	13111,74	7708083	5,934491

$$\begin{aligned}
 - \text{MAD} &= \frac{(\sum |et|)}{36} = \frac{13.111,74}{36} = 364,21 \\
 - \text{MSE} &= \frac{(\sum et^2)}{36} = \frac{7708083}{36} = 214.113 \\
 - \text{MAPE} &= \frac{(|et|/Dt)}{36} = \frac{5,9344912}{36} = 0,1648 = 16,48\%
 \end{aligned}$$

b. Peramalan Metode *Winter*

Menghitung Faktor Musiman dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Deseasonalized demand} = (a + b) * t$$

$$\text{Faktor Musiman} = Dt / \text{Deseasonalized demand}$$

Tabel Faktor musiman

no (t)	Bulan	permintaan (Dt)	Deseasonalized demand	Faktor Musiman
1	Jan-14	1464	1916,791	0,76
2	Feb-14	1905	1934,719	0,98
3	Mar-14	1513	1952,647	0,77
4	Apr-14	1358	1970,575	0,69
5	Mei-14	2371	1988,502	1,19
6	Jun-14	2668	2006,43	1,33
7	Jul-14	3014	2024,358	1,49
8	Agust-14	1872	2042,286	0,92
9	Sep-14	1420	2060,214	0,69
10	Okt-14	1827	2078,141	0,88
11	Nop-14	2063	2096,069	0,98

Tabel Faktor musiman (Lanjutan)

no (t)	Bulan	permintaan (Dt)	Deseasonalized demand	Faktor Musiman
12	Des-14	2702	2113,997	1,28
13	Jan-15	2127	2131,925	1,00
14	Feb-15	2090	2149,853	0,97
15	Mar-15	1661	2167,78	0,77
16	Apr-15	1886	2185,708	0,86
17	Mei-15	2276	2203,636	1,03
18	Jun-15	3362	2221,564	1,51
19	Jul-15	3150	2239,492	1,41
20	Agust-15	2144	2257,419	0,95
21	Sep-15	2042	2275,347	0,90
22	Okt-15	1872	2293,275	0,82
23	Nop-15	2060	2311,203	0,89
24	Des-15	2062	2329,131	0,89
25	Jan-16	2754	2347,058	1,17
26	Feb-16	2161	2364,986	0,91
27	Mar-16	1956	2382,914	0,82
28	Apr-16	2343	2400,842	0,98
29	Mei-16	2470	2418,77	1,02
30	Jun-16	3270	2436,697	1,34
31	Jul-16	2974	2454,625	1,21
32	Agust-16	2457	2472,553	0,99
33	Sep-16	2122	2490,481	0,85
34	Okt-16	2282	2508,409	0,91
35	Nop-16	2292	2526,336	0,91
36	Des-16	2309	2544,264	0,91

Rata-rata Faktor musiman

Faktor musiman diperkirakan terjadi setiap 12 bulan sekali. Karena data permintaan terdiri dari 3 tahun permintaan maka didapat :

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor musiman Januari (S}_1\text{)} &= (\sum \text{Faktor musiman Januari})/3 \\
 &= (0,76+1,00+1,17)/3 \\
 &= 0,98
 \end{aligned}$$

Tabel Rata-rata faktor musiman

Faktor Musiman	
S ₁	0,98
S ₂	0,96
S ₃	0,79
S ₄	0,84
S ₅	1,08
S ₆	1,40
S ₇	1,37
S ₈	0,95
S ₉	0,81
S ₁₀	0,87
S ₁₁	0,93
S ₁₂	1,02

Peramalan (*Forcest*) dan perhitungan *Tracking Signal* (ts)

- Peramalan bulan ke-t (F_t)

$$F_t = (a_{n-1} + b_{n-1}) * s_1$$

Peramalan Januari

$$F_1 = (1898,863 + 17,9278) * 0,98$$

$$F_1 = 1875$$

Hasil Peramalan

Tabel Hasil peramalan

no (t)	Bulan	permintaan (Dt)	Level	Trend	seasonal factor	F
			1898,863	17,9278		
1	Jan-14	1464	1912,588	17,88577	0,98	1875
2	Feb-14	1905	1931,079	17,89181	0,96	1847
3	Mar-14	1513	1948,698	17,88909	0,79	1534
4	Apr-14	1358	1963,037	17,85359	0,84	1657
5	Mei-14	2371	1982,993	17,87461	1,08	2144
6	Jun-14	2668	1999,984	17,86577	1,40	2791
7	Jul-14	3014	2019,687	17,88415	1,37	2762
8	Agust-14	1872	2036,831	17,87675	0,95	1943

Tabel Hasil peramalan (Lanjutan)

no (t)	Bulan	permintaan (Dt)	Level	Trend	seasonal factor	F
9	Sep-14	1420	2051,629	17,84596	0,81	1670
10	Okt-14	1827	2069,819	17,8494	0,87	1797
11	Nop-14	2063	2089,032	17,86304	0,93	1937
12	Des-14	2702	2112,221	17,9163	1,02	2157
13	Jan-15	2127	2130,579	17,92071	0,98	2084
14	Feb-15	2090	2148,857	17,92428	0,96	2056
15	Mar-15	1661	2166,211	17,91858	0,79	1706
16	Apr-15	1886	2184,67	17,92399	0,84	1840
17	Mei-15	2276	2201,601	17,91405	1,08	2383
18	Jun-15	3362	2221,42	17,9331	1,40	3096
19	Jul-15	3150	2239,968	17,93926	1,37	3066
20	Agust-15	2144	2257,818	17,93836	0,95	2153
21	Sep-15	2042	2278,118	17,96198	0,81	1850
22	Okt-15	1872	2294,676	17,94794	0,87	1994
23	Nop-15	2060	2311,706	17,93876	0,93	2145
24	Des-15	2062	2326,491	17,90723	1,02	2385
25	Jan-16	2754	2349,106	17,9543	0,98	2293
26	Feb-16	2161	2365,974	17,94344	0,96	2265
27	Mar-16	1956	2384,923	17,95349	0,79	1877
28	Apr-16	2343	2406,653	17,99126	0,84	2025
29	Mei-16	2470	2423,223	17,97705	1,08	2624
30	Jun-16	3270	2440,229	17,96733	1,40	3406
31	Jul-16	2974	2455,338	17,93875	1,37	3365
32	Agust-16	2457	2474,316	17,94914	0,95	2358
33	Sep-16	2122	2493,446	17,96095	0,81	2026
34	Okt-16	2282	2512,571	17,9726	0,87	2181
35	Nop-16	2292	2529,948	17,96663	0,93	2347
36	Des-16	2309	2544,991	17,9374	1,02	2608

Verifikasi Hasil Peramalan

- Error (e_t) = permintaan – peramalan
 $= 1.464 - 1875$
 $= -411$
- Kumulatif error = error bulan sebelumnya + error pada bulan tersebut
 $= 0 + (-411)$
 $= -411$
- Kumulatif absolute error = $|e_t|$ bulan sebelumnya + $|e_t|$ pada bulan tersebut
 $= 0 + 411$
 $= 411$
- MAD = $\frac{\text{kumulatif error}}{\text{jumlah data}}$
 $S = \frac{411}{1}$
 $= 411$
- TS = $\frac{\text{kumulatif error}}{\text{MAD}}$
 $= \frac{-411}{411}$
 $= -1$

Rekap Perhitungan *Tracking Signal***Tabel** Rekap perhitungan *Traking Signal*

no (t)	Bulan	permintaan (Dt)	F	et	kum error	et ²	et /Dt	et	kum abs error	MAD	TS
1	Jan-14	1464	1875	-411,165	-411	169056,6333	0,28085	411,165	411	411	-1,00
2	Feb-14	1905	1847	57,82834	-353	3344,1174	0,030356	57,82834	469	234	-1,51
3	Mar-14	1513	1534	-21,4314	-375	459,3044784	0,014165	21,43139	490	163	-2,29
4	Apr-14	1358	1657	-299,128	-674	89477,71667	0,220271	299,1283	790	197	-3,41
5	Mei-14	2371	2144	227,4296	-446	51724,20456	0,095921	227,4296	1017	203	-2,20
6	Jun-14	2668	2791	-123,245	-570	15189,41659	0,046194	123,2454	1140	190	-3,00
7	Jul-14	3014	2762	251,5462	-318	63275,5059	0,083459	251,5462	1392	199	-1,60
8	Agust-14	1872	1943	-70,5433	-389	4976,36033	0,037683	70,54332	1462	183	-2,13
9	Sep-14	1420	1670	-250,298	-639	62649,33549	0,176267	250,2985	1713	190	-3,36
10	Okt-14	1827	1797	29,87437	-609	892,4782017	0,016352	29,87437	1742	174	-3,50
11	Nop-14	2063	1937	126,4953	-483	16001,05291	0,061316	126,4953	1869	170	-2,84
12	Des-14	2702	2157	545,2504	63	297297,9922	0,201795	545,2504	2414	201	0,31
13	Jan-15	2127	2084	43,12175	106	1859,485443	0,020274	43,12175	2457	189	0,56
14	Feb-15	2090	2056	34,21131	140	1170,413613	0,016369	34,21131	2492	178	0,79
15	Mar-15	1661	1706	-44,9146	95	2017,320033	0,027041	44,91459	2536	169	0,56
16	Apr-15	1886	1840	45,56182	141	2075,879177	0,024158	45,56182	2582	161	0,87
17	Mei-15	2276	2383	-107,481	33	11552,08403	0,047223	107,4806	2690	158	0,21
18	Jun-15	3362	3096	265,7375	299	70616,44297	0,079042	265,7375	2955	164	1,82
19	Jul-15	3150	3066	84,30644	383	7107,576488	0,026764	84,30644	3040	160	2,40
20	Agust-15	2144	2153	-8,60398	375	74,02842591	0,004013	8,603977	3048	152	2,46
21	Sep-15	2042	1850	192,0088	567	36867,36738	0,09403	192,0088	3240	154	3,67
22	Okt-15	1872	1994	-121,909	445	14861,73632	0,065122	121,9087	3362	153	2,91

Tabel Rekap perhitungan *Traking Signal* (Lanjutan)

no (t)	Bulan	permintaan (Dt)	F	et	kum error	et ²	et /Dt	et	kum abs error	MAD	TS
23	Nop-15	2060	2145	-85,1719	359	7254,247737	0,041346	85,17187	3447	150	2,40
24	Des-15	2062	2385	-322,77	37	104180,4443	0,156532	322,77	3770	157	0,23
25	Jan-16	2754	2293	460,5139	497	212073,0497	0,167216	460,5139	4231	169	2,94
26	Feb-16	2161	2265	-103,919	393	10799,06557	0,048088	103,9186	4334	167	2,36
27	Mar-16	1956	1877	79,13297	472	6262,026249	0,040457	79,13297	4414	163	2,89
28	Apr-16	2343	2025	318,2364	791	101274,3896	0,135824	318,2364	4732	169	4,68
29	Mei-16	2470	2624	-153,767	637	23644,20883	0,062254	153,7667	4886	168	3,78
30	Jun-16	3270	3406	-135,518	501	18365,08277	0,041443	135,5178	5021	167	3,00
31	Jul-16	2974	3365	-391,292	110	153109,6145	0,131571	391,2922	5412	175	0,63
32	Agust-16	2457	2358	99,0714	209	9815,1416	0,040322	99,0714	5511	172	1,21
33	Sep-16	2122	2026	96,00568	305	9217,090891	0,045243	96,00568	5607	170	1,80
34	Okt-16	2282	2181	101,1018	406	10221,57911	0,044304	101,1018	5709	168	2,42
35	Nop-16	2292	2347	-55,3127	351	3059,49027	0,024133	55,31266	5764	165	2,13
36	Des-16	2309	2608	-299,204	52	89523,30462	0,129582	299,2045	6063	168	0,31
Σ						1681345,188	2,77698	6063,108		MAX	4,68
										MIN	-3,50

- MAD = $\frac{(\Sigma|et|)}{36} = \frac{6063,108}{36} = 168,4$

- MSE = $\frac{(\Sigma et^2)}{36} = \frac{1681345,188}{36} = 46704,03$

- MAPE = $\frac{(|et|/Dt)}{36} = \frac{2,77698}{36} = 0,077 = 7,7\%$

c. Peramalan Metode *Exponential Smoothing*

Untuk mencari F_t menggunakan persamaan 2.27

$$F_{t+1} = \alpha D_t + (1 - \alpha)F_t, \text{ dengan menggunakan } \alpha = 0,9$$

$$\begin{aligned} F_2 &= \alpha D_1 + (1 - \alpha)F_1 \\ &= 0,9 * 1464 + (1 - 0,9)0 \\ &= 1317,6 \end{aligned}$$

Perhitungan peramalan untuk bulan selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel Hasil peramalan dengan metode *Exponential Smoothing*

No (t)	bulan	Permintaan (Dt)	Peramalan (Ft)
1	Jan-14	1464	0
2	Feb-14	1905	1317,6
3	Mar-14	1513	1846,26
4	Apr-14	1358	1546,326
5	Mei-14	2371	1376,833
6	Jun-14	2668	2271,583
7	Jul-14	3014	2628,358
8	Agust-14	1872	2975,436
9	Sep-14	1420	1982,344
10	Okt-14	1827	1476,234
11	Nop-14	2063	1791,923
12	Des-14	2702	2035,892
13	Jan-15	2127	2635,389
14	Feb-15	2090	2177,839
15	Mar-15	1661	2098,784
16	Apr-15	1886	1704,778
17	Mei-15	2276	1867,878
18	Jun-15	3362	2235,188
19	Jul-15	3150	3249,319

Tabel Hasil peramalan dengan metode *Exponential Smoothing* (Lanjutan)

No (t)	bulan	Permintaan (Dt)	Peramalan (Ft)
20	Agust-15	2144	3159,932
21	Sep-15	2042	2245,593
22	Okt-15	1872	2062,359
23	Nop-15	2060	1891,036
24	Des-15	2062	2043,104
25	Jan-16	2754	2060,11
26	Feb-16	2161	2684,611
27	Mar-16	1956	2213,361
28	Apr-16	2343	1981,736
29	Mei-16	2470	2306,874
30	Jun-16	3270	2453,687
31	Jul-16	2974	3188,369
32	Agust-16	2457	2995,437
33	Sep-16	2122	2510,844
34	Okt-16	2282	2160,884
35	Nop-16	2292	2269,888
36	Des-16	2309	2289,789

Verifikasi hasil peramalan Metode *Exponential Smoothing*

Tabel Verifikasi hasil peramalan Metode *Exponential Smoothing*

No (t)	bulan	Permintaan (Dt)	Peramalan (Ft)	et	et	et ²	et /Dt
1	Jan-14	1464					
2	Feb-14	1905	1317,6	587,4	587,4	345038,8	0,308346
3	Mar-14	1513	1846,26	-333,26	333,26	111062,2	0,220264
4	Apr-14	1358	1546,326	-188,326	188,326	35466,68	0,138679
5	Mei-14	2371	1376,833	994,1674	994,1674	988368,8	0,419303
6	Jun-14	2668	2271,583	396,4167	396,4167	157146,2	0,148582
7	Jul-14	3014	2628,358	385,6417	385,6417	148719,5	0,12795
8	Agust-14	1872	2975,436	-1103,44	1103,436	1217571	0,589442
9	Sep-14	1420	1982,344	-562,344	562,3436	316230,3	0,396017
10	Okt-14	1827	1476,234	350,7656	350,7656	123036,5	0,19199

Tabel Verifikasi hasil peramalan Metode *Exponential Smoothing* (Lanjutan)

No (t)	bulan	Permintaan (Dt)	Peramalan (Ft)	et	et	et ²	et /Dt
11	Nop-14	2063	1791,923	271,0766	271,0766	73482,5	0,131399
12	Des-14	2702	2035,892	666,1077	666,1077	443699,4	0,246524
13	Jan-15	2127	2635,389	-508,389	508,3892	258459,6	0,239017
14	Feb-15	2090	2177,839	-87,8389	87,83892	7715,676	0,042028
15	Mar-15	1661	2098,784	-437,784	437,7839	191654,7	0,263566
16	Apr-15	1886	1704,778	181,2216	181,2216	32841,27	0,096088
17	Mei-15	2276	1867,878	408,1222	408,1222	166563,7	0,179316
18	Jun-15	3362	2235,188	1126,812	1126,812	1269706	0,335161
19	Jul-15	3150	3249,319	-99,3188	99,31878	9864,22	0,03153
20	Agust-15	2144	3159,932	-1015,93	1015,932	1032118	0,473849
21	Sep-15	2042	2245,593	-203,593	203,5932	41450,19	0,099703
22	Okt-15	1872	2062,359	-190,359	190,3593	36236,67	0,101688
23	Nop-15	2060	1891,036	168,9641	168,9641	28548,86	0,082021
24	Des-15	2062	2043,104	18,89641	18,89641	357,0742	0,009164
25	Jan-16	2754	2060,11	693,8896	693,8896	481482,8	0,251957
26	Feb-16	2161	2684,611	-523,611	523,611	274168,5	0,2423
27	Mar-16	1956	2213,361	-257,361	257,3611	66234,74	0,131575
28	Apr-16	2343	1981,736	361,2639	361,2639	130511,6	0,154189
29	Mei-16	2470	2306,874	163,1264	163,1264	26610,22	0,066043
30	Jun-16	3270	2453,687	816,3126	816,3126	666366,3	0,249637
31	Jul-16	2974	3188,369	-214,369	214,3687	45953,96	0,072081
32	Agust-16	2457	2995,437	-538,437	538,4369	289914,3	0,219144
33	Sep-16	2122	2510,844	-388,844	388,8437	151199,4	0,183244
34	Okt-16	2282	2160,884	121,1156	121,1156	14669	0,053074
35	Nop-16	2292	2269,888	22,11156	22,11156	488,9212	0,009647
36	Des-16	2309	2289,789	19,21116	19,21116	369,0685	0,00832

$$- \text{MAD} = \frac{\sum |et|}{35} = \frac{14405,83}{35} = 411,595$$

$$- \text{MSE} = \frac{\sum et^2}{35} = \frac{9183306}{35} = 262380$$

$$- \text{MAPE} = \frac{\sum (|et|/Dt)}{35} = \frac{6,51284}{35} = 0,186 = 18,6 \%$$

Lampiran 2 : Perhitungan Total Cost untuk tiap kemungkinan price break

Tabel Pembagian price break

Price Break	1		2	
Produk	Jumlah Pemesanan	Harga	Jumlah Pemesanan	Harga
INMJ008	Q<500	135.504	Q≥500	135.368
INMJ009	Q<500	111.768	Q≥500	111.656
INMJ011	Q<100	200.192	Q≥100	199.792
INMJ012	Q<500	137.016	Q≥500	136.879

Perhitungan total cost untuk tiap kemungkinan price break :

a. Price Break 1.1.1.1

Produk	D	C	t*ij	Q*	TC
INMJ008	13536	Rp 135.504	0,0979157867	1.325	4.171.725.976,770
INMJ009	10631	Rp 111.768		1.041	
INMJ011	1373	Rp 200.192		134	
INMJ012	6385	Rp 137.016		625	

b. Price Break 2.2.2.2

Produk	D	C	t*ij	Q*	TC
INMJ008	13536	Rp 135.368	0,0979681123	1.326	4.171.725.976,188
INMJ009	10631	Rp 111.656		1.041	
INMJ011	1373	Rp 199.792		135	
INMJ012	6385	Rp 136.879		626	

c. Price Break 2.1.1.1

Produk	D	C	t*ij	Q*	TC
INMJ008	13536	Rp 135.368	0,09793739603	1.326	4.171.725.976,388
INMJ009	10631	Rp 111.768		1.041	
INMJ011	1373	Rp 200.192		134	
INMJ012	6385	Rp 137.016		625	

d. Price Break 1.2.1.1

Produk	D	C	t*ij	Q*	TC
INMJ008	13536	Rp 135.504	0,09792976175	1.326	4.171.725.976,501
INMJ009	10631	Rp 111.656		1.041	
INMJ011	1373	Rp 200.192		134	
INMJ012	6385	Rp 137.016		625	

e. Price Break 1.1.2.1

Produk	D	C	t*ij	Q*	TC
INMJ008	13536	Rp 135.504	0,09792223198	1.325	4.171.725.976,636
INMJ009	10631	Rp 111.768		1.041	
INMJ011	1373	Rp 199.792		134	
INMJ012	6385	Rp 137.016		625	

f. Price Break 1.1.1.2

Produk	D	C	t*ij	Q*	TC
INMJ008	13536	Rp 135.504	0,09792605310	1.326	4.171.725.976,564
INMJ009	10631	Rp 111.768		1.041	
INMJ011	1373	Rp 200.192		134	
INMJ012	6385	Rp 136.879		625	

g. Price Break 2.2.1.1

Produk	D	C	t*ij	Q*	TC
INMJ008	13536	Rp 135.368	0,09795138033	1.326	4.171.725.976,247
INMJ009	10631	Rp 111.656		1.041	
INMJ011	1373	Rp 200.192		134	
INMJ012	6385	Rp 137.016		625	

h. Price Break 1.2.2.1

Produk	D	C	t*ij	Q*	TC
INMJ008	13536	Rp 135.504	0,09793620979	1.326	4.171.725.976,404
INMJ009	10631	Rp 111.656		1.041	
INMJ011	1373	Rp 199.792		134	
INMJ012	6385	Rp 137.016		625	

i. Price Break 1.1.2.2

Produk	D	C	t*ij	Q*	TC
INMJ008	13536	Rp 135.504	0,09793250040	1.326	4.171.725.976,458
INMJ009	10631	Rp 111.768		1.041	
INMJ011	1373	Rp 199.792		134	
INMJ012	6385	Rp 136.879		625	

j. Price Break 2.1.1.2

Produk	D	C	t*ij	Q*	TC
INMJ008	13536	Rp 135.368	0,09794766922	1.326	4.171.725.976,277
INMJ009	10631	Rp 111.768		1.041	
INMJ011	1373	Rp 200.192		134	
INMJ012	6385	Rp 136.879		625	

k. Price Break 2.2.2.1

Produk	D	C	t*ij	Q*	TC
INMJ008	13536	Rp 135.368	0,09795783264	1.326	4.171.725.976,210
INMJ009	10631	Rp 111.656		1.041	
INMJ011	1373	Rp 199.792		134	
INMJ012	6385	Rp 137.016		625	

l. Price Break 1.2.2.2

Produk	D	C	t*ij	Q*	TC
INMJ008	13536	Rp 135.504	0,09794648261	1.326	4.171.725.976,287
INMJ009	10631	Rp 111.656		1.041	
INMJ011	1373	Rp 199.792		134	
INMJ012	6385	Rp 136.879		625	

Tabel Rekap Total Cost untuk tiap kemungkinan *Price Brak*

no	Price Break	Total Cost
1	1.1.1.1	4.171.725.976,770
2	2.2.2.2	4.171.725.976,188
3	2.1.1.1	4.171.725.976,388
4	1.2.1.1	4.171.725.976,501
5	1.1.2.1	4.171.725.976,636
6	1.1.1.2	4.171.725.976,564
7	2.2.1.1	4.171.725.976,247
8	1.2.2.1	4.171.725.976,404
9	1.1.2.2	4.171.725.976,458
10	2.1.1.2	4.171.725.976,277
11	2.2.2.1	4.171.725.976,210
12	1.2.2.2	4.171.725.976,287
Min		4.171.725.976,188