

Sistem Persediaan Material: Perbandingan antara Metode EOQ dan Metode POQ

Studi Kasus Pada Industri Beton di PT. Jaya Ready Mix, Yogyakarta

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia



Disusun oleh :

M.M. Yusuf Fadlun H

96 310 273

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2004**

TUGAS AKHIR

SISTEM PERSEDIAAN MATERIAL: PERBANDINGAN ANTARA METODE EOQ DAN METODE POQ

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
derajat Sarjana Teknik Sipil**

Disusun oleh:

Nama : M.M Yusuf Fadlun H
No. MHS : 96 310 273
Nirm : 960051013114120229

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2004**


TUGAS AKHIR

SISTEM PERSEDIAAN MATERIAL: PERBANDINGAN ANTARA METODE EOQ DAN METODE POQ

Nama : M.M Yusuf Fadlun H
No. MHS : 96 310 273
Nirm : 960051013114120229

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Fitri Nugraheni, ST, MT
Dosen Pembimbing I



Tanggal : 27/8/04

Tugas akhir ini kupersembahkan kepada:

*Ibunda dan Ayahanda tercinta,
Alhamdulillah akhirnya Ananda bisa menyelesaikan kuliah ini berkat doa
Ibunda dan Ayahanda.*

*Dan buat adik-adikku yang sangat kusayangi,
Peldi, Ledy, Lani dan Rexi yang tak henti-hentinya memintaku menyelesaikan
kuliah ini, sekarang keinginan kalian semua baru bisa kakak penuhi. Semoga
kalian sukses semua ya.....*

*Buat seseorang yang sedang berada di benua lain di belahan bumi ini,
semoga selalu dalam lindungan Allah dan sukses selalu.*

*Buat teman-temanku seperjuangan, Ustad Rasuld, karkun Anung, Ihsan, Erda
, Herman dan lain-lainnya, terima kasih atas spirit dari kalian.
Viva Islam forever.*

*Buat Andi yang tak bosan-bosannya membantuku, thanks berat for all.
Buat Ucek, Nuzul, Zarkasih dan anak-anak joker, sukses buat kalian semua.
Akhirnya buat semua teman-teman yang entah ada dimana saat ini,
keep in touch, good luck for all.*

MOTTO

*Mintalah pertolongan Allah SWT dengan
sabar dan sholat.*

*Berlakulah jujur dalam sikap dan
perbuatan walaupun akibatnya tidak
menyenangkan.*

*Doing the right things
and
doing things right*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.WB.

Segala puja dan puji bagi Allah SWT karena atas rahmat-Nya sehingga kami berhasil menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul: Sistem Persediaan Material: Perbandingan antara Metode EOQ dan Metode POQ, pada Industri Beton Siap Pakai di PT. Jaya *Ready Mix*, Yogyakarta. Dan sholawat serta salam selalu teruntuk Nabi Muhammad SAW, semoga Allah selalu merahmati beliau, keluarganya serta para sahabat yang diridhoi Allah SWT.

Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selama menyusun tugas akhir ini, kami mendapatkan bimbingan, arahan serta dukungan dari pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kami sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Fitri Nugraheni, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing yang telah sangat sabar memberikan arahan-arahan dalam penulisan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Tadjudin BMA, MT, selaku Dosen Penguji.

5. Ibu Ir. Tuti Sumarningsih, MT, selaku Dosen Penguji.
6. Pihak-pihak PT. Jaya Ready Mix, selaku narasumber yang telah membantu memberikan data-data yang kami perlukan untuk penulisan tugas akhir ini.
7. Keluarga besar di Palembang yang tak henti-hentinya memberikan dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teman-teman kami yang telah membantu kami untuk lebih mendekatkan diri kepada Allah “Azza wa Jalla dan juga turut membantu penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kategori bagus apalagi sempurna. Oleh karena itu kami memohon maaf apabila masih banyak kekurangan di dalam tugas akhir ini. Namun demikian, kami juga berharap, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak lain.

Wassalamu’alaikum Wr.Wb.

Penyusun

Agustus 2004

ABSTRAK

Industri beton ready mix merupakan terobosan para pakar konstruksi dalam pengolahan beton yang diinginkan konsumen. Salah satu aspek penting dalam industri beton ini adalah masalah persediaan barang (inventory). Masalah inventory mempunyai efek langsung terhadap keuntungan perusahaan yang dalam hal ini adanya penanaman modal dalam inventory yang berupa pembelian material dan proses penyimpanan material.

Untuk menjamin tingkat persediaan optimum, ada dua pertanyaan penting yang harus dijawab yaitu berapa jumlah barang yang dipesan dan kapan melakukan pemesanan. Untuk mengusahakan tingkat persediaan yang optimum adalah dengan meminimalkan fungsi dari komponen-komponen persediaan yang antara lain adalah biaya penyimpanan dan biaya pemesanan untuk memperoleh total biaya persediaan per tahun yang minimum.

Pengendalian persediaan yang digunakan untuk menganalisis data pemakaian material adalah sistem pemesanan jumlah tetap (EOQ) dan sistem pemesanan intercal tetap (POQ).

Dari hasil perhitungan dengan sistem EOQ diperoleh hasil total biaya persediaan minimum per tahun untuk material semen adalah Rp. 958.510.540,00, untuk material pasir adalah Rp. 195.143.522,00 dan untuk material split adalah Rp. 394.760.259,00. sementara itu dengan sistem POQ diperoleh hasil total biaya persediaan minimum per tahun untuk material semen adalah Rp. 958.510.048,00, untuk material pasir adalah Rp. 195.146.909,00 dan untuk material split adalah Rp. 394.760.422,00. Dari perhitungan total biaya persediaan minimum tersebut, diketahui bahwa sistem EOQ lebih baik dari sistem POQ.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Pembimbing	ii
Halaman Persembahan	iii
Halaman Motto	iv
Kata Pengantar	v
Abstrak	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Pokok Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengendalian Material di PT. Srijaya Plasindo, Palembang	6
2.2 Pengendalian Material di PT. Kusumahadi Santosa, Surakarta	6
2.3 Pengendalian Material di PT. Wijaya Karya Beton	6
2.4 Pengendalian Material di PT. Jaya Ready Mix	7
2.5 Keaslian Penelitian	8
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1 Teori tentang Beton Siap Pakai	9
3.2 Perencanaan Produksi	10
3.2.1 Hal-hal yang Mempengaruhi Perencanaan Produksi	11
3.2.2 Sistem Produksi	12
3.2.3 Siklus Produksi	13
3.3 Teori Persediaan	16
3.3.1 Manajemen Persediaan	16

3.3.2	Pengendalian Persediaan	18
3.3.3	Fungsi Persediaan	20
3.3.4	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Persediaan	20
3.3.5	Biaya-biaya Persediaan	23
3.3.6	Struktur Persoalan Persediaan	24
3.4	Menentukan Rencana Kebutuhan Material	26
3.4.1	Peramalan (<i>Forecasting</i>)	26
3.4.2	Klasifikasi Metode Peramalan	29
3.4.3	Tahapan dalam Proses Peramalan	31
3.4.4	Metode Peramalan	31
3.4.5	Kontrol Peramalan	35
3.4.6	Pola Data Metode Deret Berkala	39
3.5	Model-model Persediaan	40
3.5.1	Sistem Pemesanan Jumlah Tetap	40
3.5.1.1	Pesanan Standar	45
3.5.1.2	Cadangan Penyangga	45
3.5.1.3	Masa tenggang dan Tingkat <i>Replenishment</i>	47
3.5.1.4	Titik Pemesanan Kembali	47
3.5.2	Sistem Pemesanan Interval Tetap	49

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1	Penelitian Pendahuluan	54
4.2	Pengumpulan Data	54
4.3	Teknik Pengumpulan Data	55
4.4	Pengolahan Data	55
4.5	Penggunaan Metode Sediaan	57
4.6	Bagan Alir Penelitian	57
4.7	Pengendalian Persediaan dengan Sistem EOQ	57
4.8	Titik Pemesanan Ulang	59
4.9	Penentuan Cadangan Penyangga	59
4.10	Pengendalian Persediaan dengan Sistem POQ	59

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1	Kapasitas Produksi	61
-----	--------------------------	----

5.2	Pengadaan Material pada PT. Jaya Ready Mix	62
5.2.1	Semen	62
5.2.2	Agregat	62
5.3	Pembacaan Pemakaian Material	63
5.4	Peramalan Kebutuhan Material	64
5.5	Analisis Biaya Satuan Persediaan	68
5.5.1	Biaya Pembelian	68
5.5.2	Biaya Pemesanan.....	68
5.5.3	Biaya Penyimpanan	69
5.6	Perhitungan Biaya Total Persediaan	69
5.6.1	Perhitungan Biaya Total Persediaan dengan Sistem EOQ	69
5.6.1.1	Perhitungan Standar Deviasi	73
5.6.1.2	Perhitungan Cadangan Penyangga	73
5.6.1.3	Perhitungan Titik Pemesanan Kembali	74
5.6.2	Perhitungan Biaya Total Persediaan dengan Sistem POQ	76
5.7	Pembahasan	80
5.7.1	Analisis Peramalan	80
5.7.2	Analisis Persediaan dengan Sistem EOQ	81
5.7.3	Analisis Persediaan dengan Sistem POQ	82
5.7.4	Perbandingan Total Biaya Persediaan	82
5.7.5	Hasil Pembahasan	83

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan	85
6.2	Saran	85

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Prosentas			13
Data pem	Gambar 3.1	Sistem produksi industri beton siap pakai.....	39
Perbandir	Gambar 3.2	Pola horizontal	39
Hasil pera	Gambar 3.3	Pola musiman	39
Hasil pera	Gambar 3.4	Pola siklus	39
Hasil pera	Gambar 3.5	Pola trend	42
Jumlah pe	Gambar 3.6	Gambar sistem Pemesanan jumlah tetap	43
Frekwensi	Gambar 3.7	Grafik kurva biaya <i>inventory</i>	45
Biaya pers	Gambar 3.8	Siklus sistem pemesanan jumlah tetap	50
Cadangan	Gambar 3.9	Sistem pemesanan interval tetap	52
Titik peme	Gambar 3.10	Total biaya persediaan POQ	53
Interval pe	Gambar 3.11	Siklus sistem pemesanan interval tetap	58
Tingkat pe	Gambar 4.1	Bagan alir penelitian	60
Jumlah pe	Gambar 4.2	Bagan alir metode EOQ	60
Biaya pers	Gambar 4.2	Bagan alir metode POQ	64
Hasil perh	Gambar 5.1	Grafik pola data pemakaian semen	65
Total biaya	Gambar 5.2	Grafik pola data pemakaian split.....	65
Hasil perhi	Gambar 5.3	Grafik pola data pemakaianasir	65
Total biaya			
Perbanding			
Hasil perar			
Data pema			
Mix, Yogya			

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Prosentase penghematan biaya dengan EOQ	7
Tabel 5.1	Data pemakaian material	32
Tabel 5.2	Perbandingan nilai MSD	66
Tabel 5.3	Hasil peramalan kebutuhan material semen	67
Tabel 5.4	Hasil peramalan kebutuhan material split	67
Tabel 5.5	Hasil peramalan kebutuhan material pasir	68
Tabel 5.6	Jumlah pesanan optimum EOQ	70
Tabel 5.7	Frekwensi pemesanan EOQ	71
Tabel 5.8	Biaya persediaan minimum per tahun EOQ	73
Tabel 5.9	Cadangan penyangga	74
Tabel 5.10	Titik pemesanan kembali	76
Tabel 5.11	Interval pemesanan POQ	77
Tabel 5.12	Tingkat persediaan maksimum POQ	78
Tabel 5.13	Jumlah pemesanan POQ	79
Tabel 5.14	Biaya persediaan minimum per tahun POQ	80
Tabel 5.15	Hasil perhitungan untuk tiap-tiap material	81
Tabel 5.16	Total biaya persediaan minimum pertahun	81
Tabel 5.17	Hasil perhitungan untuk tiap-tiap material	82
Tabel 5.18	Total biaya persediaan minimum pertahun	82
Tabel 5.19	Perbandingan total biaya persediaan	82
Tabel 5.20	Hasil peramalan pemakaian material tahun 1999	83
Tabel 5.21	Data pemakaian material tahun 1999 di PT. Jaya Ready Mix, Yogyakarta	84 83

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan ekonomi Indonesia setelah krisis moneter mulai membaik, keadaan ini mendukung persaingan di segala bidang semakin kompetitif. Dunia konstruksi sebagai bagian dari perekonomian Indonesia mendukung tumbuhnya berbagai sarana dan prasarana dituntut pula untuk terus meningkatkan kualitasnya dalam segala hal. Dan khususnya di daerah Jogjakarta, pasca krisis moneter ini terlihat banyak adanya pembangunan, baik itu berupa gedung perkantoran, gedung perkuliahan, jalan dan jembatan maupun perumahan. Oleh karena itu, pemakaian beton bukan lagi dibutuhkan dalam partai kecil yang dibuat di lapangan, tetapi juga memerlukan jumlah beton yang besar dengan kualitas yang tinggi dan waktu yang singkat dan tepat.

Industri beton siap pakai (*ready mix concrete*) merupakan terobosan dari pakar-pakar konstruksi dalam pengolahan beton yang mampu melayani kebutuhan beton dewasa ini.

Salah satu aspek penting dalam industri beton siap pakai adalah persediaan (*inventory*). Karena adanya penanaman investasi dalam persediaan yang berupa pembelian material dan proses penyimpanan, maka masalah persediaan mempunyai efek yang langsung terhadap keuntungan perusahaan. Kesalahan di

dalam menetapkan besarnya investasi dalam persediaan akan menimbulkan masalah-masalah yang antara lain; (1) jumlah total sediaan naik lebih cepat daripada jumlah yang dibutuhkan, (2) terjadi kehabisan barang tertentu yang menyebabkan interupsi produksi atau penundaan penyerahan barang kepada pelanggan, (3) terlalu banyak mata sediaan tertentu dan terlalu sedikit mata sediaan yang lain, (4) mata sediaan yang hilang atau salah letak dan keusangan terlalu tinggi.

Pada dasarnya, yang perlu diperhatikan dalam aspek pengadaan material adalah pengendalian material. Dalam hal ini sering terjadi penumpukan material (*overstock material*) atau kekurangan material (*understock material*) yang disebabkan oleh terbatasnya sumber daya yang ada antara lain : kapasitas tempat penyimpanan/gudang yang dimiliki dan ketersediaan material yang dibutuhkan.

Penumpukan material pada industri beton ini mengakibatkan beberapa kerugian. Penumpukan material akan mengakibatkan terjadinya penborosan dalam penggunaan gudang sehingga gudang ini harus diatur sedemikian rupa agar semua jenis material yang diperlukan dapat ditempatkan. Selain itu, penumpukan material juga dapat memperbesar beban bunga, memperbesar kerugian karena kerusakan dan turunnya kualitas material.

Selain terjadi penumpukan material, kekurangan material dapat mengakibatkan perusahaan menghadapi resiko keterlambatan atau kemacetan kegiatan sehingga perusahaan bisa kehilangan kesempatan memperoleh keuntungan karena tidak dapat memenuhi pesanan.

Berdasarkan hal-hal yang disebutkan di atas, maka diperlukan suatu manajemen persediaan yang baik sehingga diharapkan kebijaksanaan persediaan material/sistem persediaan dapat diterapkan untuk menetapkan dan menjamin tersedianya material dalam kualitas dan waktu yang tepat.

Adapun metode yang sering dipakai di dalam manajemen persediaan adalah metode jumlah pesanan ekonomis (EOQ) dan metode periode pesanan ekonomis (POQ). Kedua metode ini adalah metode-metode yang dapat meminimumkan total biaya persediaan. Dengan penerapan metode-metode tersebut, diharapkan kebutuhan material dapat selalu terpenuhi dengan persediaan minimal dan biaya yang minimal pula.

1.2 Pokok Masalah

- a. Bagaimana pengendalian terhadap persediaan material yang baik untuk menjamin terdapatnya persediaan pada tingkat yang optimal agar dapat memenuhi kebutuhan material dalam jumlah dan waktu yang tepat serta dengan biaya persediaan yang minimal?
- b. Berapa besarnya persediaan material pada saat pemesanan kembali dilakukan dan berapa besarnya persediaan tambahan yang disediakan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan material?

1.3 Tujuan

Tujuan dari studi untuk penulisan tugas akhir ini adalah untuk membandingkan Metode EOQ (*Economic Order Quantity*) dengan Metode POQ (*Periodic Order Quantity*) untuk mendapatkan biaya persediaan yang minimal.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Kebutuhan material untuk industri beton siap pakai dapat selalu terpenuhi dengan biaya persediaan yang minimal.
- b. Harga beton untuk tiap unitnya dapat ditekan sehingga hasil produksi beton siap pakai dapat bersaing dipasaran.

1.5 Batasan Bahasan

Pembahasan yang dilakukan akan dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut :

- a. Metode optimasi yang ditinjau adalah metode optimasi jumlah pesanan ekonomis (EOQ) dan metode jumlah periode pesanan (POQ).
- b. Metode peramalan yang digunakan adalah metode *simple average* dan metode *moving average with linear trend*.
- c. Ketersediaan material yang dibutuhkan diperhitungkan berdasarkan selang waktu antara pemesanan dengan pengiriman material atau material sampai di gudang (*lead time*).
- d. Data yang digunakan sebagai bahan untuk studi kasus berasal dari industri beton siap pakai PT. Jaya Ready Mix, Yogyakarta.
- e. Material yang ditinjau hanya material semen, pasir, dan batu pecah (split) sebagai komponen dasar beton.
- f. Penentuan distribusi kebutuhan material diperoleh dari data pemakaian material untuk menghasilkan beton dalam jangka waktu selama 1 tahun, yaitu tahun 1998.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengendalian Material di PT. Srijaya Plasindo, Palembang

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Denny Wahyuni dari Universitas Islam Indonesia, tahun 2003, pengendalian dengan menggunakan sistem EOQ untuk bahan baku *polypropylene* (PP), menghasilkan jumlah pesanan optimal sebanyak 165.297,43 kg, persediaan pengaman yang tersedia harus sebanyak 93.371,56 kg, pemesanan dilakukan ketika persediaan yang tersisa tinggal 92.285,89 kg, kemungkinan akan terjadi kekurangan bahan baku sebanyak 1.085,67 kg dan total biaya persediaan sebesar Rp. 11.201.062.560,00 sehingga terjadi penghematan sebesar 2,7496% dari total biaya persediaan kebijaksanaan perusahaan. Dengan metode POQ didapat waktu pemesanan tiap 25 hari sekali, pemesanan dilakukan sebanyak 250.542,49 kg dikurangi jumlah *inventory* yang ada di gudang ketika dilakukan *review*, rata-rata kehabisan persediaan sebanyak 6,69 kg, persediaan pengaman 250.549,18 kg dan total biaya persediaan sebesar Rp. 11.199.520.880,00 dan terjadi penghematan sebesar 2,7630%. Untuk bahan baku *polyethylene* (PE) dengan sistem EOQ didapat jumlah pemesanan optimal sebanyak 97.210,05427 kg, pemesanan dilakukan ketika persediaan yang tersisa tinggal 40.861,1266 kg, kemungkinan terjadi kekurangan bahan baku sebanyak 2.578,19566 kg, persediaan pengaman sebanyak 43.439,32226 kg dan total biaya persediaan sebesar Rp. 6.349.988.134,00 sehingga terjadi penghematan sebesar

2,7760%. Dengan sistem POQ didapat bahwa pemesanan dilakukan setiap 26 hari sekali, pemesanan dilakukan sebanyak 142.521,2103 kg dikurangi jumlah persediaan di gudang ketika dilakukan *review*, rata-rata kehabisan persediaan sebanyak 11,03 kg, persediaan pengaman sebanyak 142.532,2403 kg dan total biaya persediaan sebesar Rp. 6.341.900.911,00 dan terjadi penghematan sebesar 2,7620%.

2.2 Pengendalian Material di PT. Kusumahadi Santosa, Surakarta

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Sri Handoko Budi Nugroho dari Universitas Islam Indonesia, tahun 1998, pengendalian dengan menggunakan sistem EOQ memberikan total biaya persediaan sebesar Rp. 124.204.750,00, dengan sistem POQ memberikan total biaya persediaan sebesar Rp. 146.393.703,00 sedangkan kebijaksanaan perusahaan memberikan total biaya persediaan sebesar Rp. 488.431.850,00. Dari penelitian ini terlihat bahwa baik sistem EOQ maupun sistem POQ dapat memberikan penghematan terhadap total biaya persediaan yang dimiliki oleh perusahaan dengan penghematan optimum pada sistem EOQ.

2.3 Pengendalian Material di PT. Wijaya Karya Beton

Penelitian yang dilakukan oleh Rahmad H dan Henny Y pada tahun 2001 dari Universitas Islam Indonesia adalah penerapan metode EOQ permintaan tidak pasti. Perhitungan dan pengolahan data adalah dengan menggunakan metode EOQ permintaan tidak pasti dengan probabilitas kemungkinan kekurangan persediaan sebanyak 5 % dengan *lead time* 3 hari dan *lead time* 4 hari untuk dibandingkan dengan kebijakan perusahaan. Penerapan metode ini menghasilkan persentase

penghematan biaya paling optimal dengan *lead time* 3 hari. Persentase penghematan biaya dapat dilihat pada table 2.1.

Tabel 2.1 Prosentase penghematan biaya dengan EOQ

Material	<i>Lead Time</i> (hari)	Penghematan biaya (%)	
		Tahun 1998	Tahun 1999
Semen	3	22,93	28,65
	4	19,63	26,07
Pasir	3	15,82	20,66
	4	14,72	18,61
Split	3	24,20	31,03
	4	21,57	29,01

Penelitian ini dilakukan di PT. Wijaya Karya Beton, Boyolali yang bergerak pada industri tiang pancang.

2.4 Pengendalian Material di PT. Jaya Ready Mix, Yogyakarta

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Kushartanto dan Ahmad dari Universitas Islam Indonesia, tahun 2000, pengendalian dengan menggunakan sistem EOQ memberikan hasil jumlah pesanan untuk semen adalah 61 ton dengan siklus 69 kali per tahun, untuk pasir 165 m³ dengan siklus 71 kali per tahun dan untuk split 82 m³ dengan siklus 98 kali per tahun.

Penelitian ini dilakukan di PT. Jaya Ready Mix, Yogyakarta menggunakan data pemakaian material selama tiga tahun, yaitu antara tahun 1997 sampai dengan tahun 1999. Penelitian hanya menggunakan metode EOQ untuk

menentukan total biaya persediaannya dan tidak menggunakan metode peramalan untuk menentukan perencanaan pemakaian material pada tahun berikutnya,

2.5 Keaslian Penelitian

Berdasarkan hasil tinjauan beberapa penelitian di atas, khususnya di Universitas Islam Indonesia, Jurusan Teknik Sipil, penelitian yang dilakukan di PT. Jaya Ready Mix, Yogyakarta yang membandingkan sistem EOQ dan sistem POQ di perusahaan tersebut belum dilakukan.

Adapun perbedaan dengan penelitian-penelitian diatas adalah bahwa penelitian ini menggunakan model deterministik yang mengasumsikan tidak ada kekurangan persediaan dan *lead time* yang konstan serta permintaan juga tetap kemudian digunakan metode peramalan untuk memprediksikan pemakaian material untuk periode yang direncanakan..

Selanjutnya, dalam tugas akhir ini akan dibahas dan dibandingkan antara sistem EOQ dengan sistem POQ untuk melengkapi penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Teori tentang Beton Siap Pakai

Beton siap pakai adalah campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa zat/bahan tambahan, dengan perbandingan tertentu sesuai dengan kualitas dan volume beton yang akan dihasilkan yang dicampur dalam keadaan basah (segar) dan siap untuk dipakai.

A. Semen

Semen yang digunakan sebagai bahan campuran beton pada umumnya adalah semen Portland. Semen Portland merupakan salah satu semen hidrolifik, yaitu suatu bahan pengikat yang mengeras apabila bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air. Contoh lainnya adalah semen putih dan semen alumina. Sifat-sifat teknis dari semen Portland tergantung pada : susunan kimianya, kadar gips dan kehalusan butirannya. Hal yang harus diperhatikan dari semen Portland adalah pengikatnya dan pengerasannya. Ada lima (5) tipe semen Portland yaitu tipe I, II, III, IV dan V sesuai dengan klasifikasi yang ditentukan oleh ASTM. Kelima tipe tersebut tergantung pada penggunaannya, karakteristik dan prosentase dari bahan-bahan kimianya.

B. Agregat

Agregat yaitu butiran material alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Jenis agregat ini terdiri dari agregat kasar (kerikil)

dan agregat halus (pasir). Penggunaan agregat dalam beton mempunyai porsi yang paling besar yaitu sebesar 60% - 80% dari volume totalnya. Oleh karena itu, gradasi agregat diupayakan saling mengisi menjadi satu kesatuan massa yang utuh, homogen dan kompak, maksudnya adalah bahwa agregat yang kecil mengisi ruang kosong diantara agregat yang besar. Disamping itu, harga agregat dipasaran relatif lebih murah, maka penggunaan agregat yang banyak pada campuran beton akan sangat menguntungkan sehingga beton yang dihasilkan akan lebih ekonomis.

C. Air

Fungsi air dalam campuran beton adalah untuk terjadinya hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran menjadi keras setelah melewati beberapa waktu. Penambahan air yang berlebihan pada pencampuran akan mengurangi kekuatan beton setelah mengeras.

D. Bahan tambahan (*Additive*)

Bahan tambahan digunakan apabila diperlukan. Bahan tambahan adalah suatu bahan berupa serbuk atau cairan yang ditambahkan ke dalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu dengan tujuan untuk mengubah beberapa sifatnya.

3.2 Perencanaan Produksi

Pada industri beton siap pakai, perencanaan proses produksi memegang peranan penting untuk dapat mencapai tujuan perusahaan. Perencanaan produksi ini merupakan acuan untuk kegiatan yang harus dilakukan pada proses industri. Dengan adanya perencanaan yang baik, maka seluruh kegiatan dalam proses industri dapat dianalisa dan hal-hal yang dapat

menghambat ataupun menunjang lancarnya proses produksi dapat diperkirakan dan dikontrol.

3.2.1 Hal-hal yang Mempengaruhi Perencanaan Produksi

Adapun hal-hal yang mempengaruhi perencanaan produksi pada industri beton siap pakai adalah :

a. Volume produksi

Keputusan dalam perencanaan produksi banyak didasarkan pada berapa banyak volume produksi yang akan dihasilkan dan selama berapa periode waktu jumlah tersebut akan diproduksi. Dasar penentuan volume dan laju produksi ini adalah ramalan penjualan untuk jangka panjang dan jangka pendek, tetapi juga harus merancang proses sehingga dapat diubah atau mengisi pemenuhan kebutuhan di masa yang akan datang dengan mudah, baik volume maupun laju produksi.

b. Kapasitas produksi

Volume yang akan dihasilkan untuk memenuhi permintaan pasar perlu pertimbangan mengenai kapasitas produksi perusahaan. Hal ini sehubungan dengan terbatasnya kemampuan sumber daya yang ada. Dengan adanya pertimbangan kapasitas produksi tersebut, maka perusahaan akan selalu melihat kemampuan produksinya sebelum menerima atau meluaskan pasarnya. Dengan demikian, diharapkan tidak ada lagi pemesan yang dirugikan akibat pelayanan yang kurang memuaskan.

c. Jarak lokasi proyek

Jarak yang jauh untuk pengangkutan beton memerlukan waktu yang lama. Sementara itu, proses pengikatan beton merupakan fungsi dari waktu. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan mengenai campuran yang akan digunakan, rute pengangkutan dan lain-lain untuk mengatasi kendala tersebut.

d. Ketersediaan sumber material

Ketersediaan sumber material menjadi salah satu kendala dalam perencanaan produksi. Material yang tidak memenuhi syarat secara kualitas untuk mencapai kekuatan beton serta kelangkaan suatu jenis material perlu dipertimbangkan bagaimana jalan keluarnya.

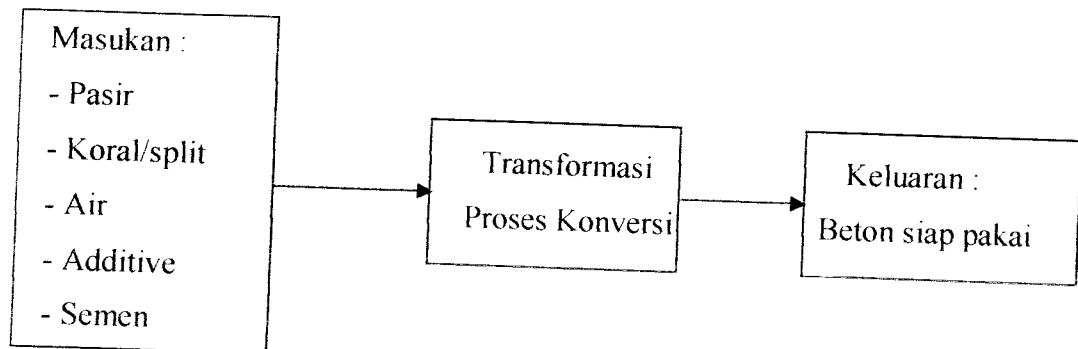
e. Metode produksi

Metode produksi akan menentukan urutan-urutan pekerjaan selama proses produksi. Alat-alat serta sumber daya lainnya ditentukan oleh metode yang dipakai. Keberhasilan suatu proses sangat tergantung pada seberapa jauh metode yang dipakai sesuai dengan seharusnya.

3.2.2 Sistem Produksi

Sistem produksi adalah merupakan suatu rangkaian unsur-unsur yang saling terkait dan tergantung serta saling pengaruh mempengaruhi satu dengan lainnya yang secara keseluruhan adalah satu kesatuan bagi pelaksanaan kegiatan. Produksi diartikan sebagai suatu kegiatan atau proses yang mentransformasikan masukan (*input*) menjadi hasil keluaran (*output*). Jadi, sistem produksi adalah suatu keterkaitan unsur-unsur yang berbeda secara terpadu, menyatu dan menyeluruh dalam mentransformasikan masukan menjadi keluaran.

Secara umum, sistem produksi industri beton siap pakai dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Sistem Produksi industri beton siap pakai

3.2.3 Siklus Produksi

Siklus produksi pada industri beton siap pakai sangat sederhana sesuai dengan sistem yang digunakan. Dimulai dari persiapan material (semen, split, pasir, zat tambahan serta persiapan peralatan yang akan digunakan), kemudian dilanjutkan dengan penakaran (penimbangan) untuk tiap-tiap jenis material sesuai dengan desain yang direncanakan. Setelah itu material tersebut dicampur pada *mixer* dengan pencampuran mengikuti aturan yang ditentukan. Pengadukan selesai apabila pengontrolan adukan secara visual dinyatakan baik oleh pengawas dan selanjutnya beton diangkut ke lokasi pemesanan.

1. Persiapan Peralatan

A. *Batcher*

Metode yang digunakan dalam pembuatan beton ini adalah menggunakan penakaran berat. Keakuratan penimbangan bahan campuran akan sangat menentukan keberhasilan kualitas beton yang diproduksi.

B. Mixer

Mixer yang dipakai dibersihkan dari kotoran-kotoran maupun sisa-sisa pengadukan beton sebelumnya, juga perlu diperiksa berfungsinya alat tersebut.

C. Truk pengangkut

Truk dalam hal ini berfungsi sebagai pengangkut dan agitator harus dalam kondisi baik sehingga tidak dimungkinka kendaraan mengalami kerusakan diperjalanan.

2. Penakaran Material (*Batching*)

Untuk pembuatan beton berkualitas sedang dan tinggi, PUBLI 1989 mensyaratkan bahwa proporsi campuran beton harus dilakukan dengan penakaran berat (*weight batching*). Ada dua (2) cara penakaran dilakukan, tergantung dari peralatan yang digunakan, yaitu :

A. *Single material batcher*

Single material batcher merupakan *batcher* paling sederhana. Untuk mengisi *batcher* dengan jumlah yang sesuai, operator membuka *gate* yang terdapat di bagian bawah *batcher* dengan bukaan yang sesuai. Apabila *gate* ini dioperasikan secara manual, maka operator harus memperhatikan skala bukaan dengan hati-hati untuk menghindari terlalu banyaknya material yang diambil dalam *batcher*. Keuntungannya adalah bahwa material diukur dan ditimbang sendiri.

B. *Multiple* atau *Cummulative batcher*

Pada *Multiple cumulative batcher*, sejumlah agregat material beton yang berbeda yang terlebih dahulu ditimbang dimasukkan di bagian atas. Semen dan air yang juga diukur terpisah juga dimasukkan. Pengukuran air dilakukan dalam volume. Agregat pertama ditimbang, kemudian agregat kedua sehingga proporsi beton untuk campuran terpenuhi.

3. Pengadukan beton

Pengadukan beton dilakukan didalam *mixer* yang sekaligus sebagai pengangkut agitator. Kapasitas maksimum pengadukan ini adalah 5 m³ beton untuk tiap *mixer*. Material yang telah ditimbang dalam *batcher* dicampur dengan cara sebagai berikut :

Agregat diangkut melalui *belt conveyor* masuk ke dalam *mixer* bersamaan dengan semen dengan proporsi sepertiga dari desain yang telah ditetapkan. Setelah sepertiga campuran yang kedua dan selanjutnya sepertiga campuran ketiga sampai mencapai volume yang telah ditentukan. Selama proses pemasukan material, *mixer* harus tetap bekerja hingga pengawas pengadukan menyatakan campuran telah siap untuk diangkut.

4. Pengangkutan

Pengangkutan beton dari *batching plant* ke lokasi proyek harus memperhatikan sifat-sifat beton segar. Dalam hal ini, pengangkutan beton dibatasi oleh beberapa faktor yang mempengaruhi produksi beton. Faktor-faktor tersebut adalah keterlambatan pengangkutan, mengeringnya beton, segregasi dan pemadatan.

Pengangkutan beton dilakukan dengan menggunakan truk jenis agitator. Truk ini berfungsi untuk mengurangi terjadinya segregasi, pemadatan beton dan menjaga keseragaman beton ketika dituangkan pada pengecoran.

3.3 Teori Persediaan

3.3.1 Manajemen Persediaan

Pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi, hubungan pekerjaan satu dengan yang lain saling terkait dan tergantung. Proses yang simultan itu harus diusahakan terus menerus tanpa hambatan karena jika salah satu kegiatan terhambat akibat kekurangan material, kemungkinan seluruh sistem akan terhenti. Kerugian yang diderita proyek adalah waktu penyelesaian tidak tepat sehingga pembayaran tenaga kerja akan bertambah, biaya operasi dan sewa alat akan bertambah dan lain-lain. Akibatnya, akumulasi biaya kerugian akan besar. Untuk menghindari kekurangan material (*stock out*), biasanya material akan ditimbun sebanyak mungkin (*overstock material*) dan hal ini akan menjadi kendala pada kapasitas gudang yang tersedia dan pemborosan karena investasi atau dana yang menganggur (*idle resources*). Masalahnya adalah bagaimana menentukan jumlah dan waktu yang tepat untuk memesan material sehingga proyek tidak kekurangan material dan tidak menimbun material.

Untuk mempertahankan tingkat persediaan yang minimum, maka diperlukan jawaban dari pertanyaan yang mendasar yaitu, berapa barang yang harus dipesan dan kapan harus melakukan pemesanan kembali.

Ada dua jenis kondisi ekstrim yang dapat terjadi pada masalah persediaan barang atau material, yaitu :

- a. Kelebihan material (*over stock*), yaitu kondisi ketika jumlah barang yang disimpan terdapat dalam jumlah yang besar untuk memenuhi permintaan dalam jangka waktu yang lama. Penyelesaian dengan kondisi ini mempunyai karakteristik bahwa pembelian dilakukan dalam jumlah yang besar dengan frekuensi yang jarang. Hal ini mengakibatkan biaya penyimpanan (*holding cost*) menjadi besar tetapi resiko kekurangan menjadi kecil.
- b. Kekurangan material (*under stock*), yaitu suatu kondisi ketika persediaan dalam jumlah sedikit/terbatas untuk memenuhi kebutuhan dalam jangka waktu yang pendek. Karakteristik dalam kondisi ini adalah pembelian barang dalam jumlah kecil.

Penyelesaian dua kondisi ekstrim di atas memerlukan biaya yang lebih besar. Oleh karena itu, manajemen persediaan perlu dilakukan untuk menganalisis serta mendapatkan tingkat persediaan yang optimum sehingga dapat menekan biaya seminimum mungkin tanpa harus menyimpan persediaan barang yang berlimpah.

Pengendalian dan pemeliharaan persediaan barang-barang fisik merupakan masalah yang lazim ditemui di semua perusahaan. Ada beberapa alasan untuk menyimpan sediaan. Hal ini meliputi proteksi terhadap perubahan permintaan, menjaga arus produksi yang merata dengan menyediakan fungsi pemutus antara tahap-tahap dalam produksi dan menekan biaya total dengan memanfaatkan diskon kuantitas. Selain itu, sediaan dapat membantu dalam meningkatkan laju produksi dan menurunkan biaya produksi jika melalui pemanfaatan yang cermat.

Sistem manajemen sediaan dapat memberikan penghematan yang besar bagi perusahaan. Penghematan ini terwujud dalam berbagai bentuk tergantung pada kondisi perusahaan. Beberapa sumber penghematan tersebut adalah biaya-biaya pembelian yang lebih rendah, biaya bunga yang lebih rendah atau meningkatnya ketersediaan dana internal, biaya operasi yang lebih rendah dan layanan pelanggan yang lebih baik.

3.3.2 Pengendalian Persediaan

Pengendalian atau pengawasan persediaan merupakan salah satu kegiatan dari urutan kegiatan yang bertautan satu sama lain dalam seluruh operasi produksi perusahaan industri sesuai dengan yang telah direncanakan, baik dalam hal waktu, jumlah, kualitas maupun biaya.

Pengertian pengendalian persediaan menurut *T. Hani Handoko (1984)*, adalah serangkaian kebijakan dan sistem pengendalian yang memonitor tingkat persediaan yang harus dijaga kapan persediaan harus diisi dan berapa pesanan yang harus dilakukan.

Setiap gerak pengaturan yang ada di industri harus mempunyai tujuan agar industri dapat berhasil dengan baik. Pengawasan persediaan dilakukan untuk memelihara terdapatnya keseimbangan antara kerugian dan penghematan dalam suatu persediaan barang di gudang dan adanya biaya atau modal. Oleh karena itu, maka menurut *Agus Ahyari (1986)*, pengawasan persediaan mempunyai tujuan antara lain :

- a. Mengusahakan pembelian secara kecil-kecilan dapat dihindari karena mengakibatkan ongkos pesan menjadi besar.

- b. Mengusahakan agar tidak terjadi kehabisan persediaan yang dapat mengakibatkan terhentinya proses produksi.
- c. Mengusahakan supaya penyimpanan dalam gudang tidak dilakukan secara besar-besaran yang dapat mengakibatkan biaya menjadi tinggi.

Dari keterangan di atas, dapatlah dinyatakan bahwa tujuan pengendalian atau pengawasan persediaan adalah untuk menjamin terdapatnya persediaan pada tingkat yang optimal dengan kualitas dan jumlah yang tepat pada waktu yang dibutuhkan dengan biaya yang minimum untuk keuntungan atau kepentingan perusahaan.

Pengaturan persediaan material agar dapat menjamin kelancaran proses produksi secara efektif perlu ditetapkan kebijaksanaan-kebijaksanaan yang berkenaan dengan persediaan. Pemesanan barang harus ditentukan berapa jumlah barang yang dipesan agar pemesanan ekonomis dan kapan pemesanan dilakukan. Perlu juga ditentukan berapa besarnya persediaan penyelamat (*buffer stock*) yang merupakan persediaan minimum.

Pemesanan material yang dibutuhkan dapat dilakukan dengan dua macam cara (*Agus Ahyari, 1986*), yaitu :

- a. Pemesanan pada saat persediaan mencapai titik tertentu

Merupakan suatu sistem atau cara pemesanan material yang dilakukan apabila persediaan telah mencapai suatu titik tertentu. Apabila bahan-bahan terus diproses, maka jumlah persediaan semakin menurun sampai titik batas tertentu dan harus dipesan kembali. Model semacam ini biasanya jumlah yang dipesan selalu sama.

b. Pemesanan dilakukan pada waktu tertentu

Merupakan suatu sistem atau cara pemesanan material yang dilakukan dengan jangka waktu pemesanan tetap. Cara ini dapat dilakukan untuk mengawasi barang-barang yang banyak jenisnya serta tinggi nilainya.

3.3.3 Fungsi Persediaan

a. Fungsi *Decoupling*

Fungsi penting persediaan adalah memungkinkan operasi-operasi perusahaan internal dan eksternal mempunyai kebebasan. Persediaan *decouples* ini memungkinkan perusahaan dapat memenuhi permintaan langganan tanpa tergantung pada supplier.

b. Fungsi *Economic lot Sizing*

Melalui penyimpanan persediaan, perusahaan dapat memproduksi dan membeli sumber daya dalam kualitas yang dapat mengurangi biaya-biaya per-unit.

c. Fungsi Antisipasi

Seiring dengan perusahaan menghadapi fluktuasi permintaan dapat diperkirakan dan diramalkan berdasarkan pengalaman atau data-data masa lalu, yaitu permintaan musiman.

3.3.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Persediaan

Di dalam penyelenggaraan persediaan material untuk kepentingan pelaksanaan proses produksi dari suatu industri, maka akan terdapat beberapa macam faktor yang akan mempunyai pengaruh terhadap persediaan material yang terdiri dari beberapa macam ~~dan akan~~ saling berkaitan antara faktor yang

satu dengan faktor lainnya. Dan secara bersama-sama, faktor-faktor tersebut akan mempengaruhi jumlah persediaan material yang ada dalam suatu industri.

Adapun beberapa macam faktor yang mempengaruhi persediaan material tersebut adalah :

a. Perkiraan pemakaian material

Berapa banyak material yang dipergunakan untuk kepentingan proses produksi dalam suatu periode akan dapat diperkirakan oleh manajemen perusahaan dengan mendasarkan pada perencanaan produksi maupun jadwal produksi yang telah disusun oleh pihak manajemen.

b. Harga material

Semakin tinggi harga material yang dipergunakan, maka untuk mencapai sejumlah persediaan akan diperlukan dana/biaya yang semakin besar pula. Dengan demikian, maka dana/biaya yang akan tertanam di dalam persediaan material tersebut akan menjadi tinggi.

c. Biaya-biaya persediaan

Di dalam hubungannya dengan biaya-biaya persediaan, maka dikenal tiga macam biaya persediaan yaitu biaya pemesanan, biaya penyimpanan dan biaya tetap persediaan. Biaya tetap persediaan adalah biaya yang jumlahnya tidak terpengaruh oleh kualitas material yang disimpan maupun oleh frekuensi pemesanan material yang dilakukan.

d. Kebijakan pembelian

Di dalam pembelanjaan harus diperhitungkan dengan cermat, efisien dan seefektif mungkin agar barang-barang yang dibeli benar-benar sesuai dengan kebutuhan perusahaan dan dapat dipergunakan seoptimal mungkin.

e. Pemakaian bahan

Pemakaian material dengan menggunakan metode peramalan yang sesuai dengan keadaan perusahaan akan dapat membantu penyelenggaraan persediaan material dalam perusahaan.

f. Waktu tunggu (*lead time*)

Yang dimaksud dengan waktu tunggu (*lead time*) adalah waktu tenggang yang diperlukan (yang terjadi) antara saat pemesanan material dilaksanakan sampai dengan datangnya material ke lokasi.

g. Model pembelian bahan

Model pembelian bahan yang dipergunakan akan sangat menentukan besar kecilnya material yang diselenggarakan di dalam suatu industri.

h. Persediaan pengaman

Pada umumnya, untuk menanggulangi adanya kehabisan material, perusahaan akan mengadakan persediaan pengaman (*safety stock*). Persediaan pengaman ini akan digunakan apabila terjadi kekurangan material atau keterlambatan datangnya material yang dipesan.

i. Pembelian kembali

Pembelian kembali yang dilakukan pada waktu yang tepat akan dapat mencegah terjadinya kekurangan material, ataupun terjadi kelebihan material dikarenakan datang terlalu awal.

3.3.5 Biaya-biaya Persediaan

Biaya-biaya inventarisasi, sebagian merupakan variabel dan sebagian lainnya merupakan biaya tetap. Biaya inventarisasi, yang bersifat variabel adalah biaya yang bersifat berubah-ubah karena adanya perubahan jumlah persediaan yang ada di dalam gudang. Biaya tersebut akan naik jika jumlah persediaan yang disimpan ditingkatkan dan akan berkurang jika jumlah persediaan yang disimpan dikurangi. Biaya inventarisasi yang bersifat tetap adalah elemen biaya inventarisasi yang relatif tetap jumlah totalitasnya dalam jangka pendek dengan tidak memandang adanya variasi yang normal dalam jumlah persediaan yang normal dan jumlah persediaan yang disimpan.

Kualitas pesanan dan titik pesanan ulang ditentukan dengan meminimalkan biaya total penyediaan stok (biaya total inventarisasi). Biaya total inventarisasi adalah fungsi dari komponen-komponen biaya berikut :

$$\left[\begin{array}{c} \text{totalbiaya} \\ \text{inventarisasi} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{biaya} \\ \text{pembelian} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{biaya} \\ \text{pemesanan} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{biaya} \\ \text{penyimpanan} \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{biaya} \\ \text{kekurangan} \end{array} \right]$$

1. Biaya pembelian (*purchase cost*)

Biaya pembelian adalah harga per unit apabila item dibeli dari pihak luar, atau biaya produksi per unit apabila item diproduksi dalam perusahaan. Biaya per unit akan selalu menjadi bagian dari item dalam persediaan.

2. Biaya pemesanan (*order cost/setup order*)

Biaya pemesanan adalah biaya yang berasal dari pembelian pesanan dari supplier atau biaya persiapan (*setup cost*) apabila item diproduksi di dalam perusahaan.

3. Biaya simpan

Biaya simpan adalah biaya yang dikeluarkan atas investasi dalam persediaan dan pemeliharaan persediaan.

4. Biaya kekurangan persediaan

Biaya kekurangan persediaan adalah biaya yang dikeluarkan atas kekurangan persediaan, baik dari luar maupun dari dalam perusahaan. Biaya kekurangan persediaan dapat berupa biaya *backorder*, biaya kehilangan kesempatan penjualan dan biaya kehilangan kesempatan memperoleh keuntungan.

3.3.6 Struktur Persolan Persediaan

Persoalan persediaan dapat ditinjau dari dua aspek yang saling berkaitan yaitu aspek adanya permintaan material, baik untuk waktu sekarang ataupun waktu yang akan datang dan aspek yang kedua adalah adanya keharusan untuk mengadakan persediaan agar permintaan dapat selalu terpenuhi.

Adanya permintaan dapat menyebabkan berkurangnya persediaan. Keadaan ini dapat diimbangi dengan penambahan material sehingga persediaan bertambah. Pengetahuan mengenai kebutuhan yang akan datang dapat dibagi dalam tiga kelas, yaitu :

- a. Permintaan bahan untuk waktu yang akan datang diketahui dengan pasti. Oleh karena itu, keadaan ini dapat disebut sebagai persoalan persediaan dengan kepastian (*inventory problem under certainty*).
- b. Permintaan material untuk waktu yang akan datang tidak dapat diketahui dengan pasti tetapi hanya dapat diketahui distribusi kemungkinannya.

Keadaan ini disebut persoalan persediaan dengan resiko (*inventory problem under risk*).

- c. Permintaan material yang akan datang tidak dapat diketahui, baik jumlah ataupun kemungkinannya. Keadaan ini disebut persoalan persediaan ketidakpastian (*inventory problem under uncertainty*).

Ada empat unsur utama yang harus diperhatikan dengan baik dalam melakukan analisa terhadap sistem persediaan :

1. Permintaan adalah sesuatu yang dibutuhkan oleh pemakai yang perlu dikeluarkan dari persediaan. Secara umum, hal ini tidak dapat dikendalikan secara langsung. Beberapa sifat permintaan ini adalah tetap atau berubah-ubah, waktu kedatangannya dapat diketahui atau tidak, jadi dapat bersifat probabilistik atau deterministik. Apabila bersifat probabilistik, maka distribusi permintaan harus diketahui.
2. Penambahan persediaan , yaitu menambahkan pada persediaan dan umumnya dapat dikendalikan. Beberapa sifat penambahan ini adalah ukurannya dapat tetap atau berubah-ubah, periode penjadwalannya dapat tetap atau berubah-ubah dan penambahannya dapat dengan *lead time* atau tidak.
3. Biaya-biaya persediaan, yaitu biaya-biaya yang harus dikeluarkan untuk mengadakan persediaan.
4. Batasan-batasan, yaitu faktor-faktor yang membatasi jumlah persediaan. Seperti keterangan pada unit, baik berupa unit yang diskrip atau kontinyu, keterbatasan tempat karena penambahan, keterbatasan penjadwalan dan tingkat persediaan, keterbatasan permintaan seperti jika terjadi kekurangan

persediaan apakah dapat diatasi dengan segera atau tidak serta keterbatasan dana.

Dari uraian diatas, jelas terlihat bahwa semua itu adalah kendala yang hampir dialami oleh semua perusahaan, baik perusahaan kecil maupun perusahaan besar. Sebagai landasan utama dalam memecahkan persoalan-persoalan tersebut, maka perlu ditetapkan suatu kebijaksanaan terutama dalam hal persediaan.

3.4 Menentukan Rencana Kebutuhan Material

3.4.1 Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan (*forecasting*) merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien khususnya dalam bidang ekonomi. Peramalan mempunyai peranan langsung pada peristiwa eksternal yang pada umumnya berada di luar kendali manajemen seperti ekonomi, sosial, politik, perubahan teknologi, budaya, pemerintah, pelanggan, pesaing dan lain sebagainya.

Peramalan adalah prediksi, proyeksi atau estimasi tingkat kejadian yang tidak pasti dimasa yang akan datang. Ketepatan secara mutlak dalam memprediksikan peristiwa dan tingkat kegiatan yang akan datang adalah tidak mungkin dicapai. Oleh karena itu, ketika perusahaan tidak dapat melihat kejadian yang akan datang secara pasti, diperlukan waktu dan tenaga yang besar agar mereka dapat memiliki kekuatan untuk menarik kesimpulan terhadap kejadian yang akan datang (*Zulian Yamit, 1999*).

Peramalan merupakan bahan informasi yang penting dalam penyusunan rencana produksi. Peramalan ini merupakan tahap awal dari

perencanaan untuk mengetahui bagaimana keadaan pada masa yang akan datang. Untuk sistem pengolahan, jumlah permintaan material untuk keperluan proses harus direncanakan dengan baik, dengan melalui tahap peramalan, maka unsur ketidakpastian permintaan dapat dikurangi atau diperkecil sehingga akan menghasilkan perkiraan kebutuhan yang mendekati keadaan yang sebenarnya.

Kebutuhan untuk meramal meningkat seiring dengan usaha pihak manajemen mengurangi ketergantungan perubahan lingkungan dari satu periode ke periode lainnya. Peranan peramalan di beberapa bagian dalam organisasi menurut *Spyros Makridakis*, 1995, antara lain :

1. Penjadwalan sumber daya yang tersedia. Penggunaan sumber daya yang efisien memerlukan penjadwalan produksi, transportasi, kas, personalia dan sebagainya. Input yang penting untuk penjadwalan seperti itu adalah ramalan tingkat permintaan untuk produk, bahan, tenaga kerja, finansial atau jasa pelayanan.
2. Penyediaan sumber daya tambahan. Waktu tenggang (*lead time*) untuk memperoleh material, menerima pekerja baru atau membeli mesin dan peralatan dapat berkisar antara beberapa hari sampai beberapa tahun. Peramalan diperlukan untuk menentukan sumber daya di masa yang akan datang.

Setiap organisasi harus menentukan sumber daya yang diperlukan dalam jangka panjang. Keputusan ini tergantung pada peluang pasar, faktor lingkungan, finansial, tenaga kerja, produk dan sumber teknologi.

Karakteristik peramalan yang baik, diantaranya adalah :

1. Keakuratan, peramalan yang terlalu rendah dapat mengakibatkan kekurangan persediaan, *backorder*, kehilangan penjualan atau kehilangan pelanggan. Sementara itu, peramalan yang terlalu tinggi akan menghasilkan persediaan yang berlebihan dan biaya operasi tambahan.
2. Biaya, ongkos untuk mengembangkan model peramalan dan melakukan peramalan akan menjadi signifikan apabila jumlah produk dan data lainnya semakin besar.
3. Penyederhanaan, keuntungan utama menggunakan peramalan yang sederhana adalah kemudahan untuk melakukan peramalan dan analisisnya.

Prinsip-prinsip peramalan yang harus dipertimbangkan adalah :

1. Secara umum, teknik peramalan beranggapan bahwa sesuatu yang berlandaskan pada sebab yang sama terjadi di masa lalu akan berlanjut pada masa yang akan datang.
2. Tidak ada peramalan yang sempurna, peramalan hanya mengurangi ketidakpastian dari suatu kondisi yang akan terjadi di masa yang akan datang dan bukan menghilangkannya. Dengan demikian, hasil peramalan masih mengandung nilai kesalahan (*error*).
3. Peramalan jangka pendek mengandung ketidakpastian yang lebih sedikit daripada peramalan untuk jangka waktu yang lebih lama. Hal ini dikarenakan dalam jangka pendek kondisi yang mempengaruhi permintaan cenderung tetap dan berubah lambat.

3.4.2 Klasifikasi Metode Peramalan

Pengambilan keputusan yang bersifat jangka pendek yang berupa keputusan harian, mingguan maupun bulanan yaitu dengan menggunakan ramalan jangka pendek. Metode ramalan jangka pendek yang paling sederhana adalah metode yang menggunakan data masa lalu. Dilihat dari jangka waktu peramalan, peramalan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu peramalan jangka panjang dan jangka pendek.

1. Peramalan jangka panjang

Adalah ramalan yang menyangkut perkiraan tentang penjualan dari produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan selama lima tahun yang akan datang. Ramalan ini biasanya dimaksudkan untuk perkembangan perusahaan, perluasan kapasitas dan penanaman modal yang biasanya terbatas pada perkiraan yang luas tentang volume penjualan.

2. Peramalan jangka pendek

Peramalan yang menyangkut perkiraan tentang penjualan dari produk yang dihasilkan dari suatu perusahaan selama satu tahun atau kurang. Peramalan ini memberi dasar bagi manajer sebagai pedoman perencanaan produksi, pengawasan persediaan barang dan penentuan kebutuhan bahan di masa yang akan datang.

Sementara itu, jika dilihat dari bagaimana sifat penyusun teknik peramalan itu sendiri, maka secara umum klasifikasi peramalan ini dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

1. Peramalan Subyektif

Peramalan yang didasarkan atas perasaan atau intuisi dari seseorang yang menggunakannya. Dalam hal ini pandangan orang yang menyusunnya sangat menentukan baik buruknya ramalan tersebut.

2. Peramalan Obyektif

Peramalan ini didasarkan pada data yang relevan pada masa lalu dengan menggunakan metode tertentu dan penganalisaan data.

Berdasarkan sifat dari peramalan tersebut, dapat diklasifikasikan ke dalam dua macam, yaitu :

1. Peramalan Kualitatif

Adalah peramalan yang didasarkan pada data kualitatif di masa lalu. Hasil ini dibuat tergantung dari orang yang menyusunnya (subyektif), tergantung pada pemikiran yang bersifat intuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman dari penyusunnya.

2. Peramalan Kuantitatif

Adalah peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif di masa lalu. Hasil ramalan yang dibuat sangat tergantung pada metode yang digunakan dalam peramalan tersebut. Metode yang berbeda akan menghasilkan ramalan yang berbeda pula. Ketepatan metode yang digunakan ditentukan oleh perbedaan penyimpangan antara hasil ramalan dengan kenyataan yang terjadi, yaitu penyimpangan yang paling kecil.

Metode peramalan kuantitatif sangat beragam dan setiap teknik memiliki sifat, ketepatan dan biaya yang harus dipertimbangkan dalam memilih metode

tertentu. Metode kuantitatif atau dapat meminimumkan kesalahan (*error*), lebih sistematis dan lebih populer dalam penggunaannya. Untuk menggunakan metode kuantitatif terdapat tiga kondisi yang harus dipenuhi (*Zulian Yamit, 1999*) :

1. Tersedia informasi masa lalu
2. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik
3. Diasumsikan bahwa beberapa pola masa lalu akan terus berlanjut.

3.4.3 Tahapan Dalam Proses Peramalan

Kualitas hasil peramalan sangat ditentukan pada proses pelaksanaan penyusunannya. Pada dasarnya, langkah yang dilakukan dalam peramalan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan tujuan dari peramalan dan kapan peramalan diperlukan. Hal ini akan memberikan suatu indikasi rincian yang detil tentang hal-hal yang diperlukan dalam melakukan peramalan dan jumlah sumber daya (tenaga kerja, waktu penggunaan komputer, biaya) yang dapat dijangkau.
2. Memperkirakan jangka waktu yang harus tercakup oleh peramalan. Harus diingat bahwa pengurangan keakuratan peramalan sejalan dengan penambahan horison waktu.
3. Melakukan plot dari data yang ada sehingga dapat dilihat pola dari deret tersebut di masa lalu.
4. Memilih teknik peramalan yang sesuai dengan pola data yang ada.

3.4.4 Metode Peramalan

Metode peramalan kuantitatif dapat dikelompokkan menjadi :

1. Metode Deret Berkala (*Time Series*)

Pada metode ini diperkirakan masa depan dapat dilakukan berdasarkan nilai masa lalu dari suatu variabel. Tujuan dari peramalan deret waktu ini adalah untuk menentukan pola data masa lalu dan mengasumsikan pola tersebut akan terjadi untuk masa yang akan datang. Teknik-teknik yang termasuk peramalan deret atau runtun waktu antara lain :

a. *Simple average* (rata-rata sederhana)

Metode *simple average* menggunakan sejumlah data aktual dari periode-periode sebelumnya yang kemudian dihitung rata-ratanya untuk meramalkan periode waktu berikutnya.

Persamaannya :

Dimana :

t = periode waktu, $t = 1, 2, 3, \dots, n$

A = rata-rata dari data aktual

A_t = data aktual dalam periode t

f_t = peramalan untuk periode t

F_t = nilai smoothed untuk periode t

N = jumlah data

$$F_t = A$$

$$f_t = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} \quad f_{t-1} = f_t \dots \dots \dots (3.1)$$

Simple average ini cocok untuk data stasioner, trend dan musiman.

b. *Weight moving average*

Metode ini menggunakan satu set data dengan jumlah data yang tetap, sesuai periode pergerakannya (*moving period*), yang kemudian nilai rata-rata dari set data tersebut digunakan untuk meramalkan nilai periode berikutnya.

Persamaannya :

$$f_{t+1} = \{A_t + A_{t-1} + \dots + A_{t-n+1}\} / n \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana :

t = periode waktu, t = 1,2,3, ..., n

A = rata-rata dari data aktual

A_t = data aktual dalam periode t

F_t = peramalan untuk periode t

n = jumlah data.

Metode ini sesuai untuk pola data stasioner trend maupun musiman.

c. *Moving Average With Linear Trend*

Metode ini efektif apabila trend linear dan faktor *random error* tidak besar.

Persamaannya :

$$F_t = \frac{\sum A_{(i)}}{m}, \text{dimana: } i = t - m + 1 \text{ to } t \dots \dots \dots (3.3)$$

dimana: F_t = nilai *smoothing* untuk periode t

A = rata-rata data aktual

m = periode rata-rata bergerak

d. *Single Exponential Smoothing*

Persamaannya:

$$F_0 = A_1$$

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)F_{t-1} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$f_{t-1} = F_t$$

dimana : F_t = nilai *smoothing* untuk periode t

A_t = data aktual untu periode ke t

t = waktu/periode tertentu

f_t = peramalan untuk periode t

α = parameter *smoothing* pertama

Karakteristik *smoothing* ini dikendalikan dengan menggunakan faktor *smoothing* α yang bernilai antara 0 sampai dengan 1.

- Jika α mendekati 1, maka ramalan yang baru akan mencakup penyesuaian kesalahan yang besar pada ramalan sebelumnya.
- Jika α mendekati 0, maka ramalan yang baru akan mencakup penyesuaian kesalahan yang kecil pada ramalan sebelumnya.

Metode ini cocok digunakan pada data yang berpola stasioner, tidak mengandung unsur trend ataupun musiman.

e. *Double Exponential Smoothing*

Persamaannya :

$$F_0 = F_0^1 = A_1$$

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)(F_{t-1}) \dots\dots\dots(3.5)$$

$$F_t^s = \alpha A_t + (1 - \alpha)F_{t-1}^s$$

$$f_{(t-1)} = F_t^s$$

dimana: F_t = nilai *smoothing* untuk periode t

A_t = data aktual untuk periode ke-t

t = waktu/periode tertentu

f_t = peramalan untuk periode t

α = parameter *smoothing* pertama

Metode ini cocok digunakan pada data yang berpola stasioner, tidak mengandung unsur trend ataupun musiman.

f. *Winter`s Models*

Metode ini merupakan metode peramalan yang sering dipilih untuk menangani data permintaan yang mengandung variasi musiman ataupun trend. Metode ini mengolah tiga asumsi untuk modelnya, yaitu: unsur konstan, unsur trend dan unsur musiman.

Persamaannya :

$$F_t = \frac{\alpha A_t}{I_{t-m}} + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta[(F_t - F_{t-1}) - (1 - \beta)T_{t-1}] \dots\dots\dots(3.6)$$

$$I_t = \frac{\gamma A_t}{F_t} + (1 - \gamma)I_{t-m}$$

$$f_{t+\tau} = (T_t + F_t)I_{t-m+\tau}$$

dimana : F_t = nilai *smoothing* untuk periode t

A_t = data aktual untuk periode t

t	= waktu/periode tertentu
f_t	= peramalan untuk periode t
α	= parameter untuk <i>smoothing</i> pertama
β	= parameter trend <i>smoothing</i>
T_t	= trend untuk periode t
γ	= parameter <i>seasonal smoothing</i>
m	= periode rata-rata bergerak
I_t	= Indeks <i>seasonal</i> untuk periode t

2. Metode Kausal

Metode ini mengasumsikan bahwa faktor yang diramal memiliki hubungan sebab akibat terhadap beberapa variabel *independent*. Tujuan metode kausal ini adalah untuk menentukan hubungan antar faktor dan menggunakan hubungan tersebut untuk meramal nilai-nilai variabel *dependent*.

3.4.5 Kontrol Peramalan

Hal yang sangat vital dalam peramalan adalah keakuratan dan kontrol peramalan. Dalam berbagai situasi, peramalan sangat diharapkan dapat dihitung secara tepat pada setiap saat. Tetapi dalam kenyataannya, peramalan yang dilakukan jarang sekali memberikan suatu hasil yang tepat. Kesalahan peramalan merupakan perbedaan antara nilai yang terjadi dan nilai yang diprediksikan. Pengukuran kesalahan sering digunakan untuk mengestimasi apakah metode peramalan yang digunakan sesuai dengan pola permintaan.

Berikut rumus kesalahan peramalan :

$$e_t = A_t - F_t \dots\dots\dots (3.7)$$

Dengan : e_t = kesalahan peramalan periode ke-t
 A_t = data actual periode ke-t
 F_t = peramalan periode ke-t

Pengukuran akurasi peramalan dapat dilakukan dengan beberapa cara:

1. *Mean Absolute Deviation (MAD)*

MAD adalah rata-rata nilai dari kesalahan peramalan tanpa menghiraukan tanda positif atau tanda negatif atau nilai tengah dari kesalahan mutlak.

$$MAD = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{n} \dots\dots\dots (3.8)$$

2. *Mean Square Deviation (MSD)*

MSD adalah nilai tengah kesalahan kuadrat, sering disebut Mean Square Error (MSE).

$$MSD = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|^2}{n} \dots\dots\dots (3.9)$$

3. *Mean Error Deviation (Bias)*

Hasil ramalan jarang sekali tepat dengan permintaan aktual karena adanya variasi random dalam permintaan tersebut. MED dihitung dengan menjumlahkan kesalahan peramalan dibagi dengan jumlah data. MED sering disebut Bias (Kesalahan Rata-Rata).

$$Bias = \sum_{t=1}^n \frac{e_t}{n} \dots\dots\dots (3.10)$$

Memonitor kesalahan peramalan merupakan kegiatan yang perlu dilakukan untuk meyakinkan bahwa peramalan tersebut cukup baik. Dan formulasi yang paling sering digunakan dalam menghitung kesalahan peramalan adalah MAD dan MSD (MSE).

Setelah kesalahan peramalan diperoleh, maka diperlukan suatu peta kendali untuk menunjukkan bahwa titik kesalahan nilai peramalan yang masuk dalam kisaran batas kendali yang ditetapkan sebelumnya, sedangkan nilai kesalahan yang diluar batas kendali perlu tindakan koreksi.

Pendekatan peta kendali meliputi pasangan batas atas dan batas bawah untuk kesalahan peramalan secara individu (per periode), bukan kesalahan secara kumulatif. Batasan tersebut merupakan penggandaan akar MSE. Metode tersebut mengandung asumsi kesalahan peramalan akan tersebar secara acak di sekitar garis nol dan penyebaran kesalahan dianggap terdistribusi normal.

Akar dari nilai MSE merupakan harga estimasi standar deviasi (s) dari penyebaran kesalahan sehingga :

$$s = \sqrt{MSE} \dots\dots\dots(3.11)$$

Berdasarkan ketentuan pada distribusi normal, tingkat kepercayaan sebesar 95 % diharapkan akan berada pada batasan:

$$BKA = 0 + 2s$$

$$BKB = 0 - 2s \dots\dots\dots(3.12)$$

Dan dengan tingkat kepercayaan sebesar 99 %, diharapkan kan berada pada batasan:

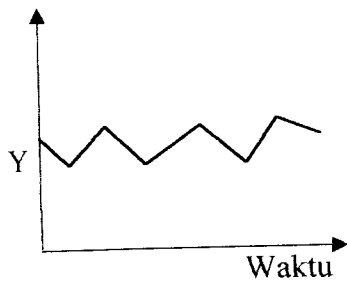
$$BKA = 0 + 3s$$

$$BKB = 0 - 3s \dots\dots\dots(3.13)$$

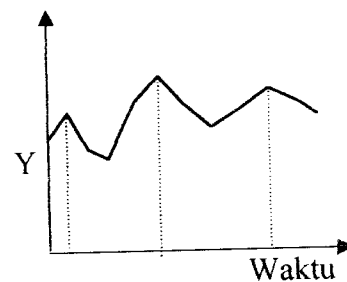
3.4.6 Pola Data Metode Deret Berkala

Langkah penting dalam memilih metode-metode deret berkala atau runtun waktu adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis siklus (*Makridakis dan Wheelwright, 1983*) yaitu :

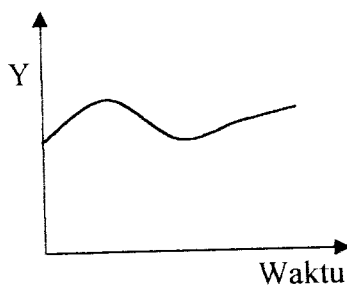
1. Pola horisontal, terjadi bilamana nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan.
2. Pola musiman, terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman.
3. Pola siklus, terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang.
4. Pola trend, terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data.



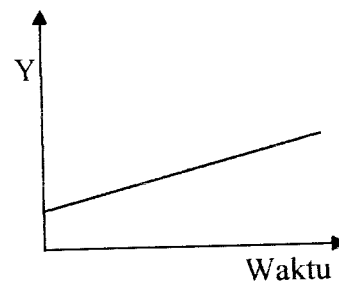
Gambar 3.2 Pola horizontal



Gambar 3.3 Pola musiman



Gambar 3.4 Pola siklus



Gambar 3.5 Pola trend

3.5 Model-Model Persediaan

3.5.1 Sistem Pemesanan Jumlah Tetap (EOQ)

EOQ atau lebih dikenal dengan *Economic Order Quantity* merupakan model persediaan yang sederhana. Menurut *Zulian Yamit, 1999*, konsep EOQ digunakan untuk menjawab pertanyaan “berapa jumlah yang harus dipesan”. Kategori biaya yang berkaitan dengan persediaan terdapat dua kategori yang perlu dipertimbangkan, yaitu biaya pesan dan biaya simpan. Sementara itu, untuk kategori yang lain tidak relevan karena *stock out* dan biaya perubahan kapasitas tidak akan terjadi apabila permintaan konstan (salah satu asumsi EOQ) dan harga material diasumsikan tidak mengalami perubahan. Oleh karena itu, ketiga kategori biaya tersebut tidak akan mempengaruhi keputusan berapa jumlah yang harus dipesan maupun kapan melakukan pemesanan.

Menurut *Zulian Yamit, 1999*, model EOQ tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan asumsi-asumsi sebagai berikut :

1. Kebutuhan material dapat ditentukan, relatif tetap dan terus menerus.
2. Tenggang waktu (*lead time*) pemesanan dapat ditentukan dan relatif tetap.
3. Tidak diperkenankan adanya kekurangan persediaan.
4. Struktur biaya tidak berubah atau konstan dan tidak ada potongan harga.
5. Kapasitas gudang dan model cukup untuk menampung dan membeli pesanan.

Dengan asumsi-asumsi tersebut, sistem *inventory* dapat ditunjukkan dalam gambar 3.6, dimana Q adalah jumlah pembelian dan ketika pesanan diterima jumlah pesanan yang diterima sama dengan Q . Apabila tingkat penggunaan tetap, persediaan akan habis dalam waktu tertentu dan ketika persediaan hanya tinggal

sebanyak kebutuhan selama tenggang waktu, maka pemesanan kembali (*reorder point* = ROP) harus dilakukan.

Pada model ini, jika D adalah permintaan pertahun dan Q adalah kuantitas/jumlah pesanan, maka biaya pemesanan per tahun dapat dirumuskan :

$$\text{Biaya pesan per tahun} = \frac{D}{Q}S \dots\dots\dots (3.14)$$

dimana : S = biaya pesan per sekali pesan

Kemudian, biaya simpan tahunan dapat dihitung dengan menjadikan jumlah rata-rata persediaan dengan biaya simpan per unit/tahun. Rata-rata persediaan secara sederhana dihitung sebanyak setengah kali jumlah pesanan dibagi banyaknya persediaan dan akan berkurang secara terus menerus hingga mencapai nol.

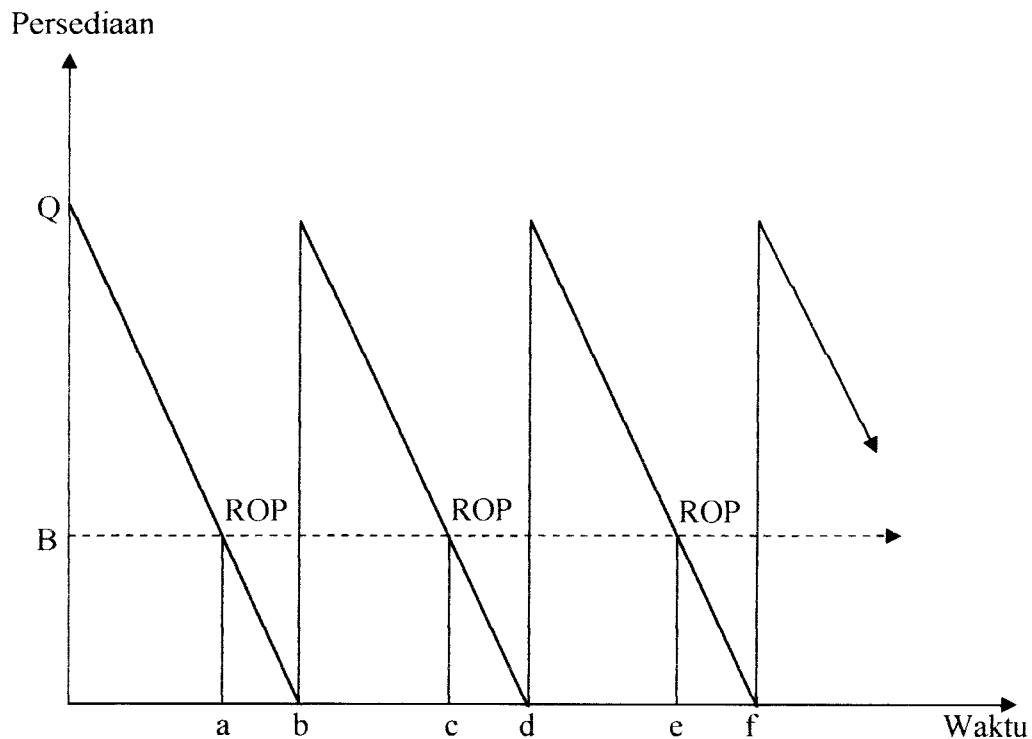
Dengan demikian, biaya simpan tahunan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Biaya simpan per tahun} = H \frac{Q}{2} \dots\dots\dots (3.15)$$

dimana : H = biaya simpan per unit

Sehingga biaya yang ditimbulkan dalam persediaan adalah hasil penjumlahan antara biaya simpan per tahun dengan biaya pesan per tahun dan dirumuskan sebagai berikut :

$$TC = H \frac{Q}{2} + S \frac{D}{Q} \dots\dots\dots (3.16)$$



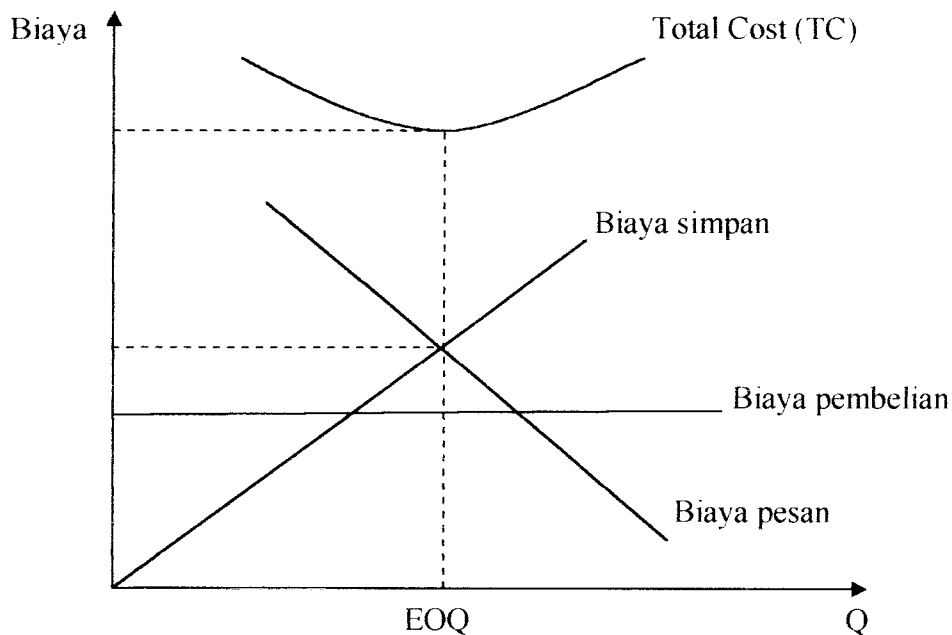
Gambar 3.6. Sistem pemesanan jumlah tetap

(Sumber : "Manajemen Persediaan", Zulian Yamit, 1999)

Hubungan antara biaya-biaya dalam persediaan tersebut dapat dilihat dalam gambar 3.7. Dari gambar grafik kurva biaya inventory tersebut, total biaya (TC) akan mencapai nilai maksimal pada saat biaya simpan sama dengan biaya pesan sehingga titik minimal kurva biaya total dapat dicari dengan diferensial TC terhadap Q, yaitu :

$$\frac{\partial TC}{\partial Q} = \frac{\partial HQ}{\partial 2Q} + \frac{\partial SD}{\partial Q^2} \dots \dots \dots (3.17)$$

$$\frac{H}{2} - \frac{SD}{Q^2} = 0 \dots \dots \dots (3.18)$$



Gambar 3.7. Grafik kurva biaya inventory
(Sumber : "Manajemen Persediaan", Zulian Yamit, 1999)

$$\frac{H}{2} = \frac{SD}{Q^2} \dots\dots\dots (3.19)$$

$$Q^2 = \frac{2SD}{H} \text{ atau } Q = \sqrt{\frac{2SD}{i.c}} \dots\dots\dots (3.20)$$

dimana :

D = jumlah pemesanan

H = biaya simpan per tahun

S = biaya pesan per tahun

Q = jumlah pesanan yang optimal

c = harga satuan unit

i = biaya simpan dalam prosentase persediaan

Apabila tidak terjadi kekurangan persediaan (*stockout*), maka total biaya persediaan pertahun ditunjukkan dengan rumus 3.21 sebagai berikut :

Total biaya = biaya pembelian + biaya pemesanan + biaya simpan

$$TC(Q) = PR + \frac{CR}{Q} + \frac{HQ}{2} \dots\dots\dots (3.21)$$

Dimana :

R = jumlah kebutuhan dalam unit

P = biaya pembelian per unit

C = biaya pemesanan

H = biaya simpan per unit per tahun

Q = jumlah pemesanan dalam unit

Untuk memperoleh biaya minimum setiap kali pemesanan (EOQ), ditentukan dengan rumus EOQ di bawah ini :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = EOQ \dots\dots\dots (3.22)$$

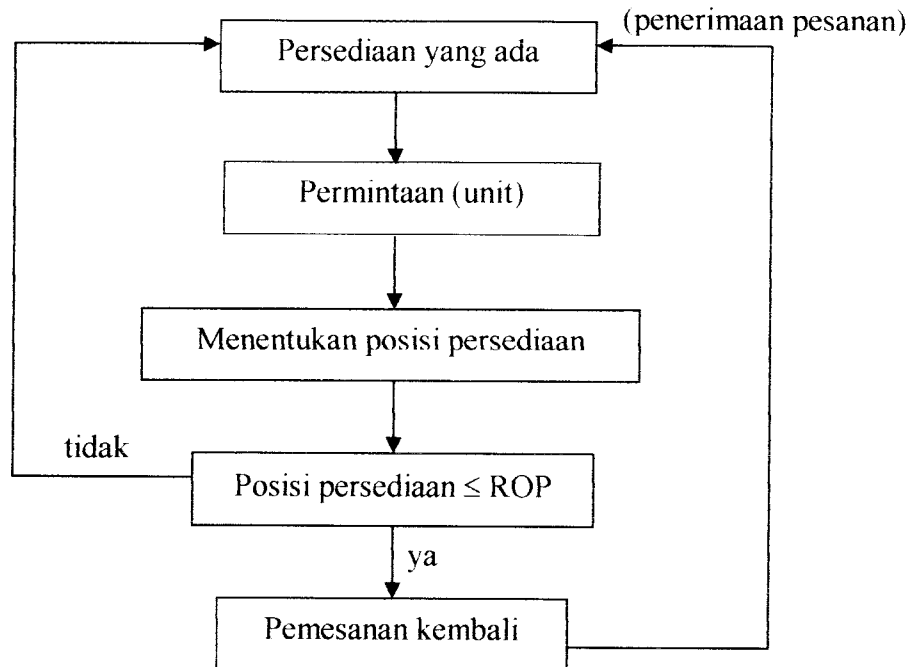
Dari EOQ tersebut dapat diketahui jumlah frekwensi pemesanan selama satu tahun dengan cara sebagai berikut :

Frekwensi pemesanan selama satu tahun :

$$F = \frac{R}{Q^*} = \sqrt{\frac{HR}{2C}} \dots\dots\dots (3.23)$$

Total biaya minimum per tahun dapat ditentukan dengan mengganti Q dengan Q* yang terdapat dalam rumus *total annual cost*. Rumus total biaya minimum pertahun adalah sebagai berikut :

$$TC(Q^*) = PR + HQ^* \dots\dots\dots (3.24)$$



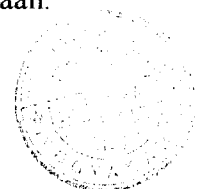
Gambar 3.8. Siklus sistem pemesanan jumlah tetap
(Sumber : "Manajemen Persediaan", Zulian Yamit, 1999)

3.5.1.1 Pesanan Standar

Pengertian pesanan standar adalah banyaknya material yang dipesan dengan jumlah yang telah ditetapkan untuk suatu periode tertentu, misalnya satu bulan atau satu tahun. Besarnya pesanan standar ini sering juga disebut dengan jumlah pesanan yang paling ekonomis (*economic order quantity*) yang bermaksud meminimalkan biaya yang terkandung dalam persediaan, seperti biaya pemesanan (*ordering cost*) dan biaya penyimpanan (*holding cost*). Idealnya biaya persediaan yang minimal harus memiliki biaya pemesanan sama dengan biaya penyimpanan.

3.5.1.2 Cadangan Penyangga (Persediaan Pengaman)

Cadangan penyangga didefinisikan sebagai *inventory* yang harus ditinggal dalam gudang untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan. Persediaan pengaman tidak dicadangkan untuk memenuhi permintaan yang terjadi di luar dugaan.



Kontinuitas proses produksi perlu dijaga, kebanyakan perusahaan merasa perlu mempunyai persediaan pengaman.

Cadangan penyangga dimaksudkan sebagai persediaan tambahan untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan bahan (*stock out*). Kemungkinan terjadinya kekurangan bahan dapat disebabkan oleh penggunaan material yang lebih besar dari perencanaan atau perkiraan semula atau keterlambatan dalam penerimaan material yang dipesan.

Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam menentukan besarnya persediaan pengaman adalah :

1. Kebiasaan pemasok menyerahkan material yang dipesan, apakah selalu tepat waktu atau tidak.
2. Jumlah material yang dibeli setiap pemesanan.
3. Dapat atau tidaknya diperkirakan kebutuhan material secara tepat.

Cadangan penyangga ditentukan dengan rumus di bawah ini :

$$Bm = \beta m + (1 - \rho) * \sigma m - \beta L \dots\dots\dots (3.25)$$

Dimana :

βm = rata-rata kebutuhan

ρ = tingkat resiko yang diijinkan

σm = standar deviasi

βL = konsumsi material selama waktu L

L = *lead time*

3.5.1.3 Masa Tenggang (*Lead Time*) dan Tingkat *Replenishment*

Lead time, dalam sistem persediaan didefinisikan sebagai waktu antara mulai dilakukan pemesanan bahan-bahan sampai dengan datangnya pesanan tersebut. *Lead time* biasanya bersifat deterministik, probablistik, konstan dan bervariasi. Biasanya persediaan yang diadakan adalah untuk menutupi kebutuhan penggunaan selama *lead time* yang diperkirakan. Lamanya waktu pada kenyataannya tidaklah sama antara satu pesanan dengan pesanan yang lain. Oleh karena itu, untuk suatu pesanan yang dilakukan, lamanya waktu ini harus diperkirakan.

Di dalam penentuan *lead time* ini dipengaruhi oleh adanya dua macam biaya, yaitu :

1. Biaya penyimpanan tambahan, adalah biaya penyimpanan yang harus dibayar oleh perusahaan karena adanya surplus material.
2. Biaya kekurangan bahan, adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan karena kekurangan bahan untuk keperluan proses produksinya.

Dengan adanya kedua biaya tersebut, maka penentuan *lead time* akan menentukan sekali terhadap kelancaran produksi dengan minimasi biaya yang dikeluarkan.

Sementara itu, tingkat *replenishment* (penggantian) didefinisikan sebagai tingkat atau model penggantian persediaan.

3.5.1.4 Titik Pemesanan Kembali (*Reorder Point/ROP*)

Titik pemesanan kembali adalah suatu titik atau batas dari jumlah persediaannya yang ada pada saat pesanan diadakan kembali. Titik ini

menunjukkan pada bagian pembelian untuk mengadakan pesanan kembali bahan persediaan untuk menggantikan persediaan yang telah digunakan. Dalam menentukan titik ini harus ditentukan besarnya penggunaan bahan selama bahan-bahan yang dipesan belum diterima dan besarnya persediaan minimum.

Pemesanan kembali barang atau material tidak dapat dilakukan secara sembarangan. Dalam pemesanan kembali barang, perlu diperhatikan waktu pemesanan sehingga material yang ada dapat mencukupi kebutuhan sementara material yang dipesan belum sampai. Jadi, dalam hal ini harus diperhatikan tenggang waktu pemesanan dan waktu datangnya material.

Ada dua macam cara peninjauan persediaan yang biasa dilakukan, yaitu peninjauan secara berkala dan peninjauan kontinyu.

1. Peninjauan berkala

Peninjauan berkala adalah suatu cara peninjauan persediaan yang dilakukan dalam jangka waktu tertentu. Apabila menggunakan cara ini, maka pemesanan ulang dilakukan secara berkala berdasarkan interval waktu.

2. Peninjauan kontinyu

Peninjauan kontinyu adalah suatu cara peninjauan persediaan yang dilakukan secara terus menerus. Cara ini biasanya dilakukan bila kebutuhan material sangat vital. Apabila cara ini digunakan, maka pemesanan dilakukan berdasarkan tingkat persediaan tertentu.

Pemesanan kembali (*reorder point = ROP*) ditentukan berdasarkan kebutuhan selama tenggang waktu pemesanan. Apabila posisi persediaan cukup untuk memenuhi permintaan selama tenggang waktu pemesanan, maka

pemesanan kembali harus dilakukan sebanyak Q^* unit. Rumus berikut ini digunakan untuk menentukan kapan pemesanan kembali dilakukan apabila tenggang waktu pemesanan ditentukan dalam bulan maupun minggu.

$$ROP = B_m + \frac{(\beta m * n) * L_m}{LT} \dots\dots\dots (3.26)$$

dimana :

B_m = cadangan penyangga

L_m = *lead time*

n = jumlah bulan dalam satu waktu pengendalian

LT = banyaknya waktu (dalam satuan waktu) untuk tiap waktu pengendalian

3.5.2 Sistem Pemesanan Interval Tetap (POQ)

Sistem pemesanan interval tetap atau sering disebut sistem periodik adalah berdasarkan atas tinjauan periodik terhadap posisi persediaan. Penentuan kapan melakukan pemesanan dan berapa banyak yang harus dipesan tidak terikat pada permintaan melainkan pada tinjauan secara periodik.

Sistem pemesanan interval tetap hanya memuat dua parameter, yaitu periode waktu tetap (W) dan tingkat persediaan maksimum (E). sistem pemesanan interval tetap dikenal pula dengan istilah W -sistem dengan interval pemesanan konstan. Adakalanya interval pemesanan menggunakan minggu dan bulan atau waktu yang dianggap cocok. Tipe sistem pemesanan interval tetap dapat dilihat pada gambar 3.9 dan gambar 3.11.

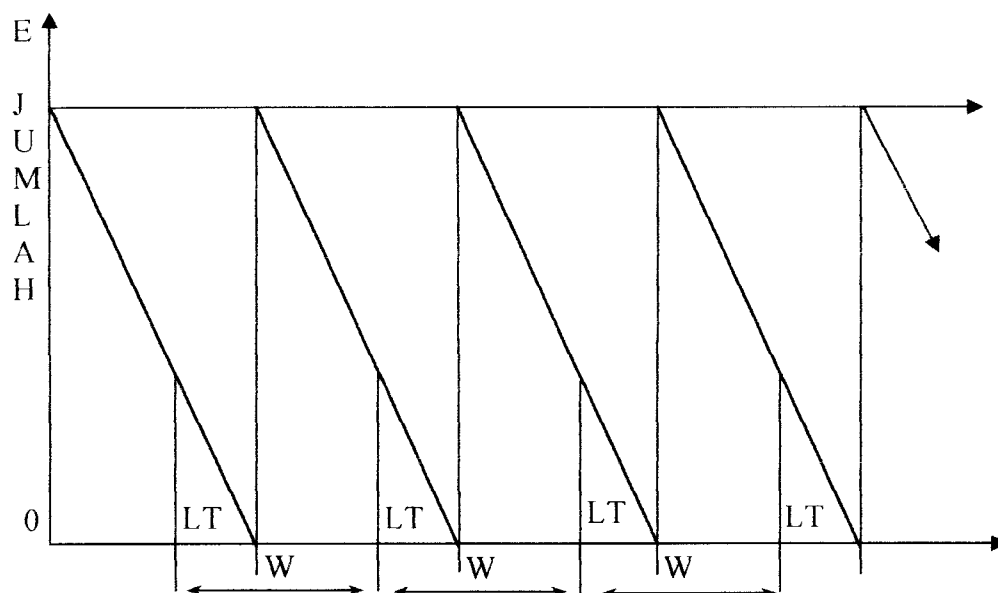
Dasar masalah dalam sistem *Periodic Order Quantity* (POQ) adalah menentukan interval pemesanan (W) dan tingkat persediaan maksimal (E). POQ

atau dapat juga disebut *EOI (Economic Order Interval)* dapat ditentukan dengan meminimumkan total biaya. Jika tidak ada kekurangan persediaan, maka total biaya persediaan dapat dilihat pada gambar 3.10.

Formula yang digunakan untuk menentukan total biaya persediaan pada metode *Periodic Order Quantity* adalah :

Total biaya = biaya pembelian + biaya pemesanan + biaya penyimpanan

$$TC(W) = PR + \frac{C}{W} + \frac{HRW}{2} \dots\dots\dots(3.27)$$



Gambar 3.9. Sistem pemesanan interval tetap
(Sumber : "Manajemen Persediaan", Zulian Yamit, 1999)

Dimana :

$R/2$ = rata-rata persediaan dalam unit

W = interval pemesanan (tahun)

Minimum biaya interval pemesanan yang ekonomis ditentukan oleh rumus

berikut :

$$W^* = \sqrt{\frac{2C}{HR}} = EOI \dots\dots\dots (3.28)$$

Maksimum tingkat persediaan (E) dapat ditentukan dengan rumus berikut ini:

$$E = \frac{RW + RL}{N} = \frac{R(W^* L)}{N} \dots\dots\dots (3.29)$$

dimana :

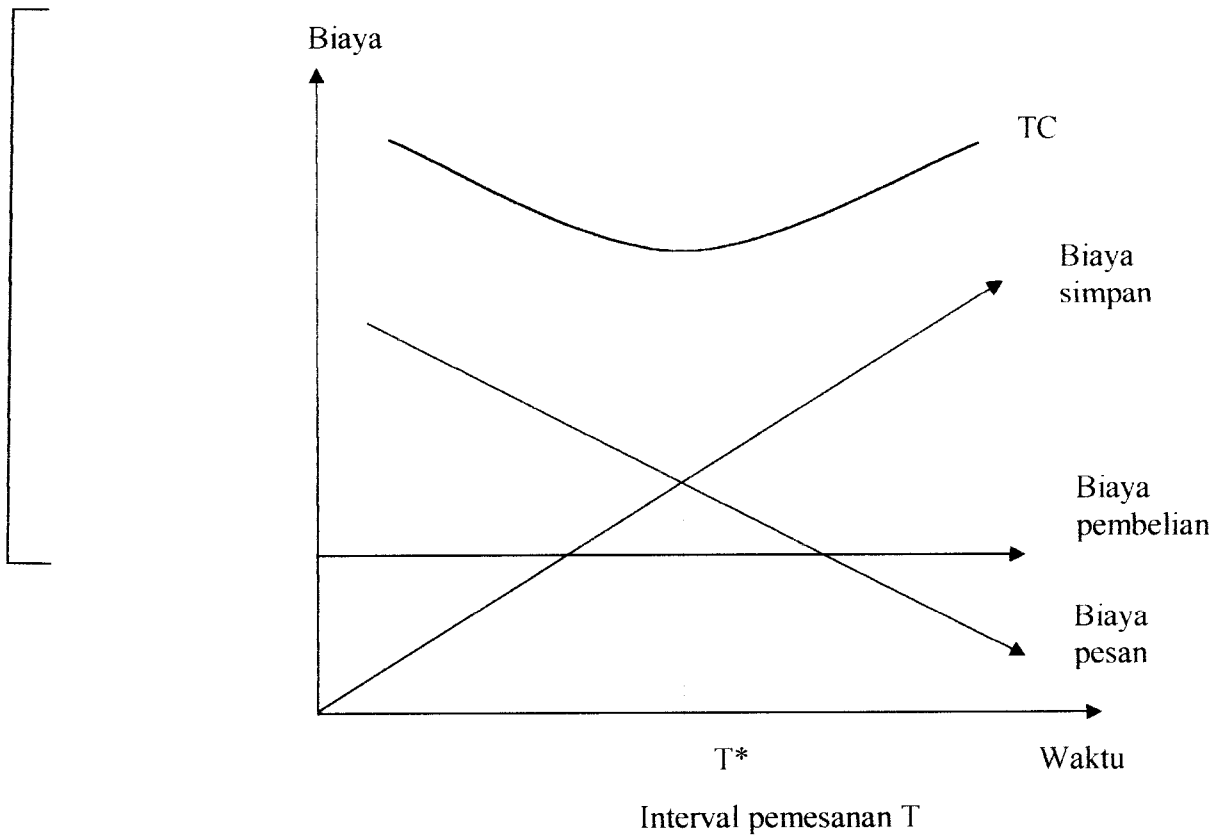
N = waktu periode tinjauan

Jumlah pemesanan untuk interval tetap ditentukan dengan rumus berikut :

$$Q = RW^* \dots\dots\dots (3.30)$$

Total biaya minimum per tahun dapat dihitung dengan mengganti W dengan W* ke dalam persamaan total biaya.

$$TC(W^*) = PR + HRW^* \dots\dots\dots (3.31)$$



Gambar 3.10 Total biaya persediaan POQ
(Sumber : "Manajemen Persediaan", Zulian Yamit, 1999)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan yang dilakukan dalam rangka untuk mengumpulkan data sampai dengan proses penyelesaian masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Identifikasi permasalahan dan menetapkan tujuan yang ingin dicapai dalam pelaksanaan penelitian
2. Studi pustaka dari literatur-literatur yang berkaitan dengan masalah penelitian,.
3. Pengumpulan data yang berkaitan dengan objek penelitian.
4. Analisis data dan pembahasan.
5. Kesimpulan dan saran

4.2 Pengumpulan Data

Untuk mendapatkan hasil pemecahan masalah dalam penelitian ini, maka diperlukan data yang mendukung dan bisa dipergunakan untuk membantu pemecahan masalah yang diteliti.. Adapun data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

1. Data pemakaian material selama satu tahun, yaitu tahun 1998.
2. Data mengenai prosedur pengadaan bahan baku yang dilakukan oleh perusahaan.

3. Data mengenai biaya-biaya yang berkaitan dengan masalah persediaan, seperti biaya pemesanan, biaya penyimpanan dan harga tiap-tiap material.

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini untuk menyelesaikan permasalahan adalah sebagai berikut :

1. Metode survei, yaitu pengumpulan data dengan melihat atau mengamati secara langsung kondisi lapangan atau objek penelitian.
2. Metode wawancara, yaitu pengumpulan data dengan cara bertanya dan berdialog dengan pihak-pihak yang terkait dengan topik penelitian.
3. Metode internal, yaitu pengumpulan data melalui data data tertulis atau arsip yang dimiliki oleh perusahaan.

4.4 Pengolahan Data

Pada bab III telah diuraikan suatu pola pemikiran yang bersifat teoritis dan dari yang bersifat teoritis tersebut akan dikembangkan lebih lanjut dalam pengolahan data untuk menyelesaikan permasalahan persediaan. Dengan demikian, diharapkan akan menghasilkan suatu model yang sistematis dan pemecahan yang lebih analitis yang bisa dipergunakan dalam memecahkan masalah pada penelitian ini.

Dalam rangka untuk memecahkan permasalahan dan menyederhanakan permodelan, maka dibutuhkan asumsi-asumsi yang yang harus dipenuhi berkaitan dengan metode yang akan digunakan, yaitu :

1. Material yang digunakan dalam pembuatan beton adalah semen, pasir dan split.

2. Dalam pengadaan material ini tidak diperkenankan adanya kekurangan persediaan.
3. Biaya-biaya yang diperhitungkan hanyalah biaya-biaya untuk penyimpanan, pembelian dan pemesanan.
4. Tidak ada potongan harga untuk pembelian dengan jumlah pesanan tertentu.
5. Biaya pembelian diperhitungkan sesuai dengan kontrak yang dilakukan oleh pihak perusahaan dengan pihak pemasok dengan harga konstan selama pengendalian.
6. Biaya penyimpanan diperhitungkan pada bunga yang harus dikeluarkan untuk melakukan pemesanan dengan harga konstan selama waktu pengendalian.
7. Kebutuhan material untuk suatu waktu pengendalian dianggap bersifat deterministik.
8. Ketersediaan material dipasaran diperhitungkan berdasarkan waktu antara pemesanan sampai material sampai di gudang (*lead time*).
9. Tempat penyimpanan atau gudang memenuhi.
10. Pengisian kembali satu jenis persediaan tidak mempengaruhi pengisian kembali jenis persediaan lainnya.
11. Distribusi kebutuhan material mengikuti fungsi distribusi normal selama waktu pengendalian.

4.5 Penggunaan Metode Sediaan

Dalam memilih metode persediaan perlu dipelajari perilaku *demand* dan *lead time*. Apabila perilaku *demand* dan atau *lead time* berubah-ubah, maka dalam metode POQ kemungkinan terjadi kekurangan persediaan dapat terjadi setiap saat sehingga cadangan pengaman yang perlu diberikan harus dapat meredam fluktuasi kebutuhan selama periode. Lain halnya dengan metode EOQ, kekurangan persediaan hanya mungkin terjadi selama *lead time* saja sehingga cadangan pengaman yang diperlukan cukup selama *lead time* tersebut saja.

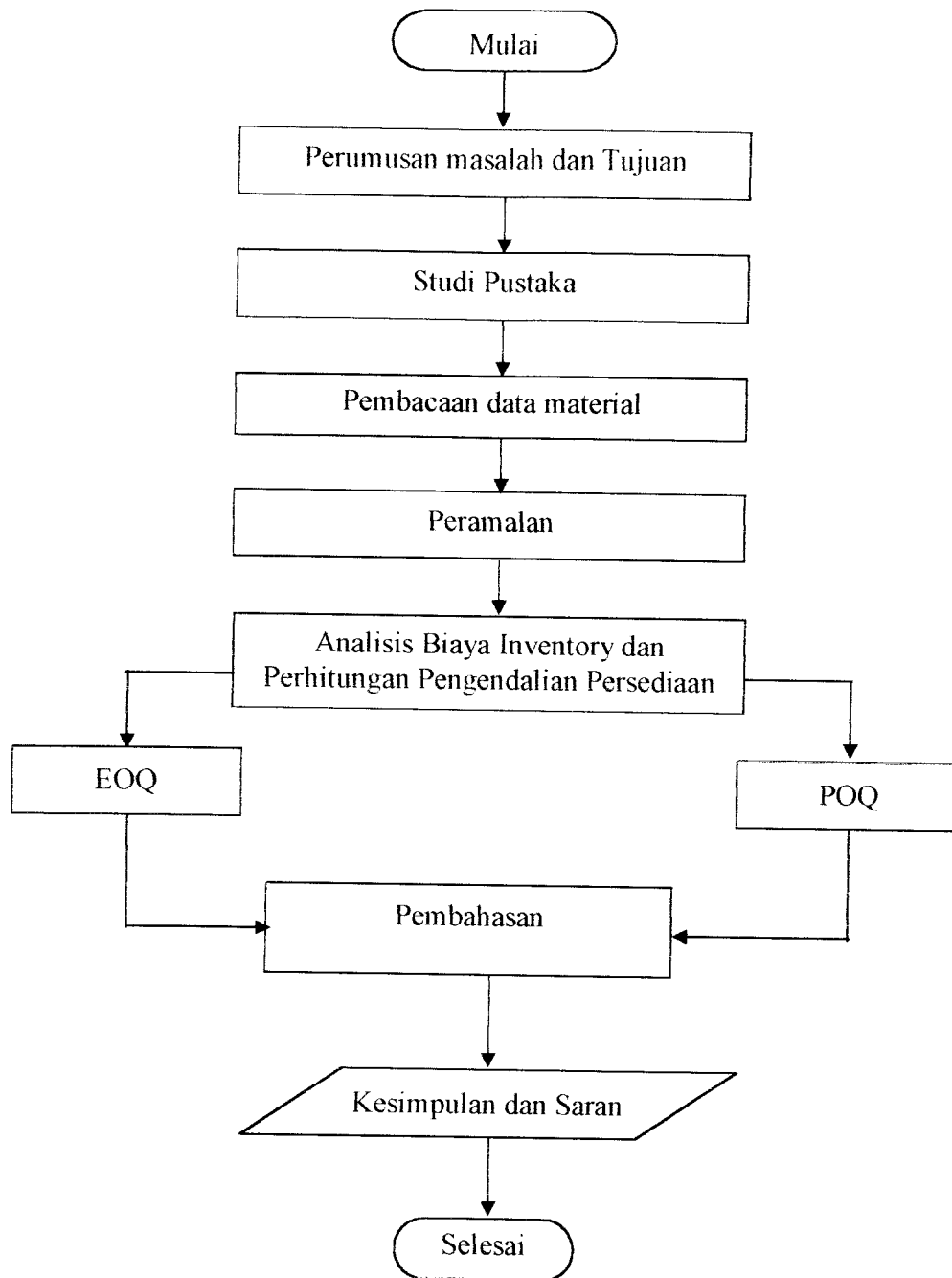
Dengan mempertimbangkan hal tersebut diatas, maka untuk perhitungan dipilih metode persediaan EOQ dan untuk menghitung total biaya persediaan optimal digunakan metode EOQ deterministik.

4.6 Bagan Alir Penelitian

Langkah-langkah atau tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini secara sistematis dapat dilihat pada gambar 4.1.

4.7 Pengendalian Persediaan dengan Sistem EOQ

Tujuan dari pengendalian dengan sistem EOQ atau *Economic Order Quantity* adalah untuk menentukan jumlah pesanan yang optimal dan titik pemesanan kembali yang mencakup penentuan persediaan pengaman selama tenggang waktu. Penentuan kapan melakukan pemesanan dan berapa banyak yang harus dipesan berdasarkan jumlah pesanan ekonomis.



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

4.8 Titik Pemesanan Ulang

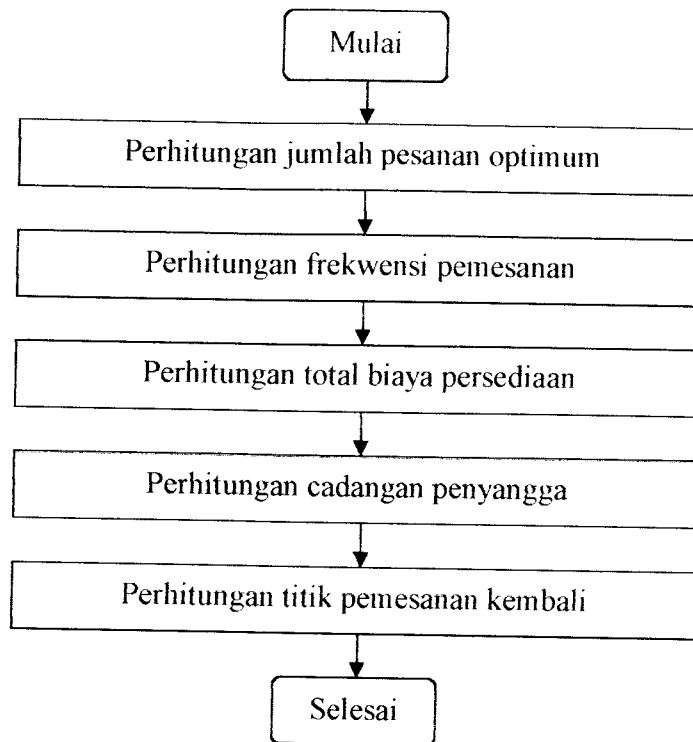
Pemesanan kembali barang atau material tidak dapat dilakukan secara sembarangan. Dalam pemesanan kembali barang, perlu diperhatikan waktu pemesanan sehingga material yang ada dapat mencukupi kebutuhan sementara material yang dipesan belum sampai. Jadi, dalam hal ini harus diperhatikan tenggang waktu pemesanan dan waktu datangnya material. Pemesanan kembali (*reorder point* = ROP) ditentukan berdasarkan kebutuhan selama tenggang waktu pemesanan.

4.9 Penentuan Cadangan Penyangga (Bm)

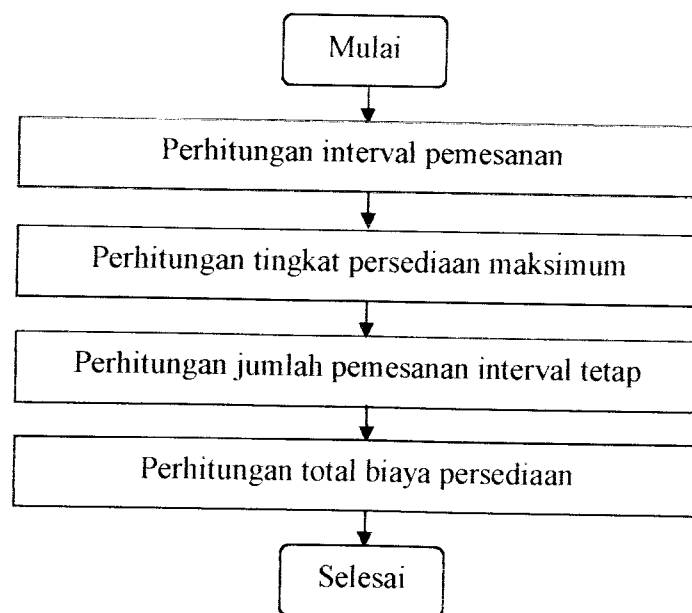
Cadangan penyangga didefinisikan sebagai *inventory* yang harus tinggal dalam gudang untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan. Cadangan penyangga tidak dicadangkan untuk memenuhi permintaan yang terjadi di luar dugaan. Kontinuitas produksi perlu dijaga, kebanyakan perusahaan merasa perlu mempunyai cadangan penyangga atau persediaan pengaman.

4.10 Pengendalian Persediaan dengan Sistem POQ

Sistem pemesanan interval tetap atau sering disebut sistem periodik adalah sebuah sistem pengendalian persediaan yang berdasarkan atas tinjauan periodik terhadap posisi persediaan. Penentuan kapan melakukan pemesanan dan berapa banyak yang harus dipesan tidak terikat pada permintaan melainkan pada tinjauan secara periodik.



Gambar 4.2 Bagan Alir Metode EOQ



Gambar 4.3 Bagan Alir Metode POQ

BAB V

ANALISIS MODEL PERSEDIAAN

5.1 Kapasitas Produksi

Produksi beton yang dihasilkan PT, Jaya Ready Mix terdiri beberapa kualitas dan sampai saat ini kualitas beton yang bisa dilayani adalah sampai kualitas K-500.

Kemampuan produksi dari PT, Jaya Ready Mix, menurut keterangan dari pihak perusahaan adalah rata-rata sebesar 2600 m³ per bulan, dan dirasa cukup memenuhi pesanan atau untuk memasok kebutuhan beton dengan jumlah yang besar untuk beberapa proyek dalam waktu yang bersamaan.

Untuk tempat penyimpanan semen (*silo*) mempunyai kapasitas 110 ton yang terdiri dari 2 buah *silo*. Kapasitas tersebut sudah dapat memenuhi kebutuhan semen yang diperlukan dalam rangka memasok kebutuhan beton dalam jumlah besar.

Sedangkan untuk material agregat (pasir dan split), tidak memerlukan gudang penyimpanan, namun hanya lahan terbuka yang sebagai media penyimpanan dengan kapasitas maksimum tempat penyimpanan untuk material pasir adalah 1500 m³ dan untuk material split adalah 1000 m³.

Adapun kapasitas dari peralatan yang digunakan cukup memenuhi untuk menghasilkan beton dalam jumlah yang besar, karena sistem yang digunakan dalam proses produksinya adalah pengadukan dengan menggunakan *truck mixer*, sehingga

kapasitasnya dipengaruhi oleh banyaknya *truck mixer* yang dimiliki perusahaan dan jarak lokasi proyek yang dipasok. Jumlah *truck mixer* sebanyak 10 buah. Sedangkan peralatan yang digunakan pada produksi adalah :

- a. 1 buah *batching* dengan sistem *cummulative batcher*, yang kapasitasnya dipengaruhi oleh kapasitas *silo*.
- b. 1 buah *loader* untuk mempersiapkan material agregat di *batching plant*.

5.2 Pengadaan Material pada PT. Jaya Ready Mix

5.2.1 Semen

Semen yang digunakan oleh PT, Jaya Ready Mix adalah semen Portland. Kebutuhan semen dipasok oleh PT. Semen Gresik berdasarkan kontrak yang telah disepakati. Harga kontrak semen, berdasarkan keterangan pihak perusahaan sebesar harga patokan standar dan tidak ada potongan harga jika pemesanan dilakukan dalam jumlah besar.

Pengiriman pesanan dengan menggunakan mobil tanki (menggunkan semen curah) yang mempunyai kapasitas maksimum untuk sekali angkut sebesar 15 ton.

5.2.2 Agregat

Kebutuhan agregat untuk produksi dipasok oleh penyalur PT. Rahmat dan UD. Budi Harto dan Suradi Sejahtera Raya, adapun jenis agregat yang digunakan adalah pasir, split dengan ukuran diameter minimum 0,5 mm dan maksimum 30 mm dan koral. Agregat tersebut diambil dari dua tempat yaitu pasir dari Kali Progo dan split dan koral dari Wates Clereng.

5.3 Pembacaan Pemakaian Material

Data pemakaian material yang digunakan dalam analisis ini adalah pemakaian material pada tahun 1998. Adapun data pemakaian material tersebut dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1
Data pemakaian material pada PT. Jaya Ready Mix tahun 1998

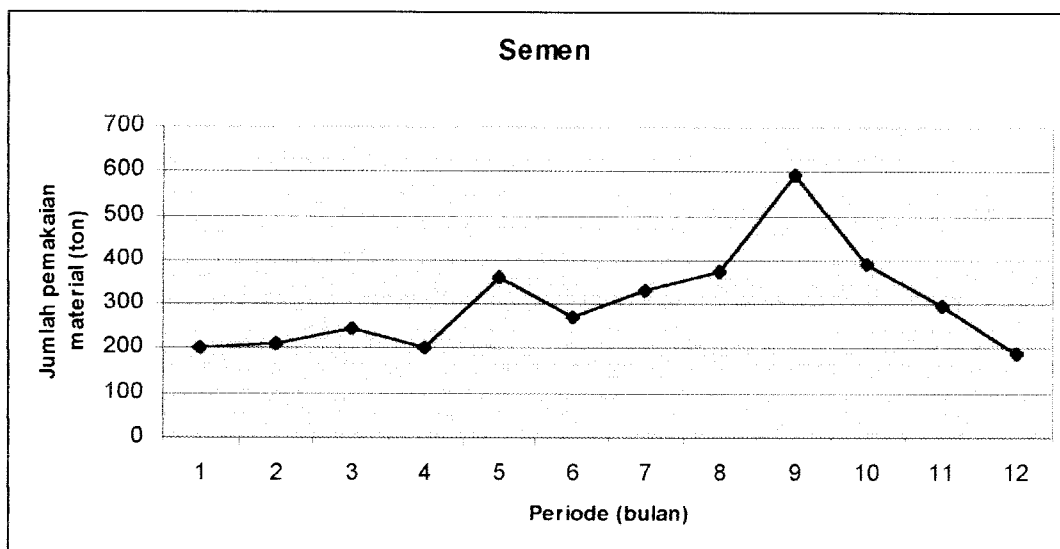
Bulan	Semen (ton)	Split (m ³)	Pasir (m ³)
Januari	200,4	443	674
Febuari	210,67	602,67	576,66
Maret	244,544	350,176	707,45
April	199,886	424,306	481,87
Mei	360,73	159	828
Juni	271,502	402	811
Juli	329,452	628	707
Agustus	373,57	696	867
September	592,652	1002	1085
Oktober	390,82	824	1022
November	295,365	615	736
Desember	190,982	998	1193

(Sumber: "TA: Manajemen Persediaan Material dengan Metode EOQ", Kushartanto dan Ahmad, Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia)

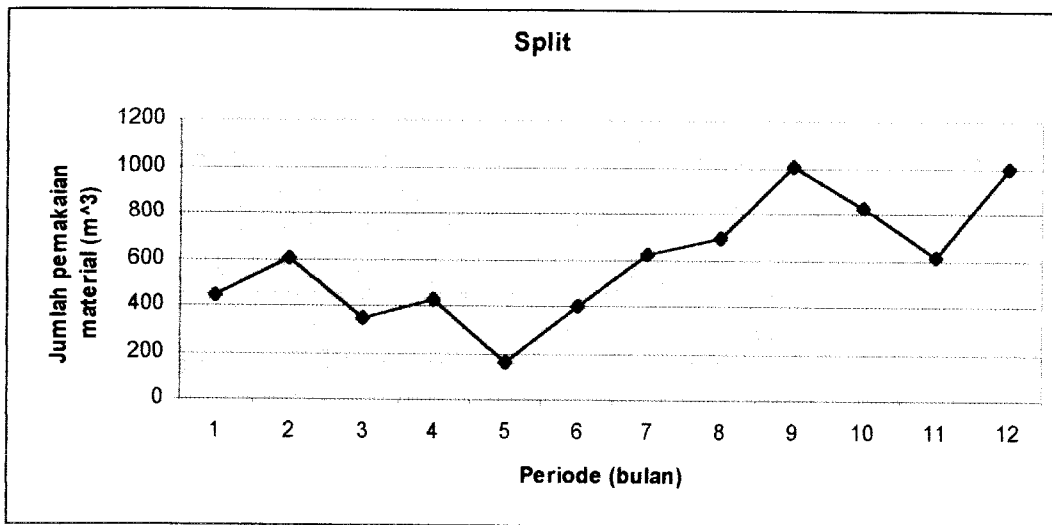
5.4 Peramalan (*Forecasting*) Kebutuhan Material

Setelah data diketahui berdistribusi normal, maka selanjutnya diramalkan kebutuhan material untuk kebutuhan selama 12 bulan ke depan. Adapun data pemakaian material dapat dilihat pada tabel 5.1, sedangkan hasil peramalan dapat dilihat pada lampiran 2.

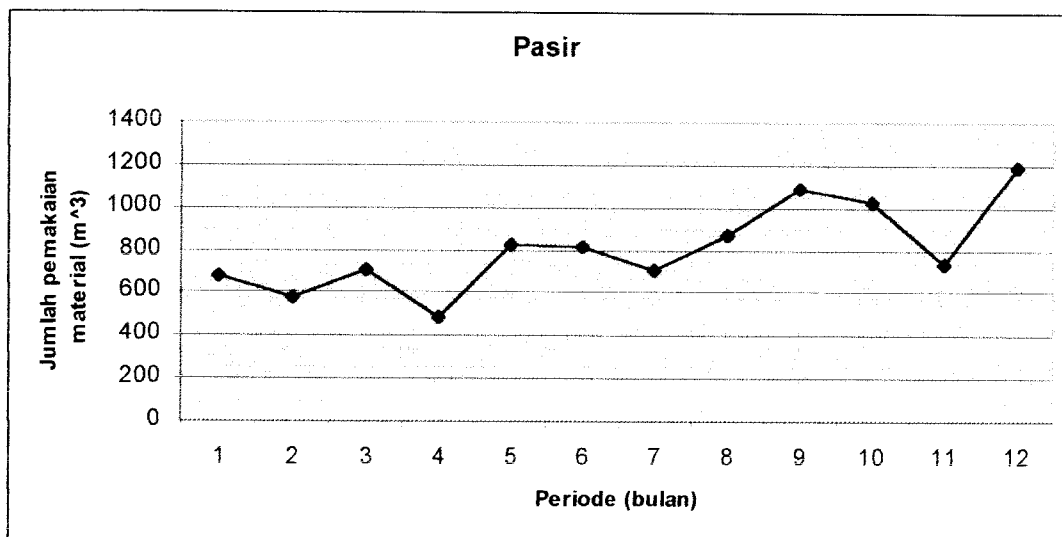
Dari data pemakaian material, dapat dibuat plot data untuk mengetahui pola data yang ada apakah mengandung unsur trend, musiman, siklis atau horisontal. Hasil plot data dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 5.1 Grafik pola data pemakaian semen



Grafik 5.2 Grafik pola data pemakaian material split



Grafik 5.3 Grafik pola data pemakaian material pasir

Dari grafik plot data diatas, diketahui bahwa data berpola musiman. Oleh karena itu, metode peramalan yang digunakan adalah metode *simple average* dan metode *moving average with linear trend*.

Setelah dilakukan peramalan menggunakan software QS.3, didapatkan hasil peramalan (nilai MSD) sebagai berikut :

Tabel 5.2 Perbandingan nilai MSD hasil peramalan

No	Material	<i>Simple average</i>	<i>Moving average with linear trend</i>
1.	Semen	15293,75	28137,13
2.	Split	76951,12	79654,14
3.	Pasir	49859,64	73990,91

Kriteria pemilihan metode peramalan adalah minimasi nilai MSD sehingga metode peramalan yang terpilih adalah metode *Simple Average* untuk semua jenis material. Berdasarkan hasil peramalan dengan menggunakan *software* QS.3, maka hasil peramalan kebutuhan tiap-tiap material untuk 12 bulan ke depan dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

1. Semen

Tabel 5.3 Hasil peramalan kebutuhan material

Tahun	Bulan	Kebutuhan bahan baku (ton)
1999	Januari	305,0477
	Febuari	305,0477
	Maret	305,0477
	April	305,0477
	Mei	305,0477
	Juni	305,0477
	Juli	305,0477
	Agustus	305,0477
	September	305,0477
	Oktober	305,0477
	November	305,0477
	Desember	305,0477
		Total = 3660,5724

(Sumber : Hasil pengolahan data)

2. Split

Tabel 5.4 Hasil peramalan kebutuhan material

Tahun	Bulan	Kebutuhan bahan baku (m ³)
1999	Januari	595,1793
	Febuari	595,1793
	Maret	595,1793
	April	595,1793
	Mei	595,1793
	Juni	595,1793
	Juli	595,1793
	Agustus	595,1793
	September	595,1793
	Oktober	595,1793
	November	595,1793
	Desember	595,1793
		Total = 7142,1526

(Sumber : Hasil pengolahan data)

3. Pasir

Tabel 5.5 Hasil peramalan kebutuhan material

Tahun	Bulan	Kebutuhan bahan baku (m ³)
1999	Januari	807,415
	Febuari	807,415
	Maret	807,415
	April	807,415
	Mei	807,415
	Juni	807,415
	Juli	807,415
	Agustus	807,415
	September	807,415
	Oktober	807,415
	November	807,415
	Desember	807,415
Total =		9688,98

(Sumber : Hasil pengolahan data)

5.5 Analisi Biaya Satuan Persediaan

5.5.1 Biaya Pembelian

Biaya pembelian material menurut harga kontrak pihak perusahaan dengan pemasok adalah sebagai berikut :

- a. Semen : Rp. 260.000,00 /ton
- b. Pasir : Rp. 20.000,00 /m³
- c. Split : Rp. 55.000,00/m³

5.5.2 Biaya Pemesanan

- a. Semen : Rp. 50.000,00/1x pesan
- b. Pasir : Rp.10.000,00/1x pesan
- c. Split : Rp.10.000,00/1x pesan

5.5.3 Biaya Penyimpanan

Diasumsikan bahwa bunga yang berlaku selama pengendalian adalah sebesar 4% per bulan, maka perhitungan biaya penyimpanan adalah sebagai berikut :

Biaya penyimpanan selama waktu pengendalian :

- a. Semen : $4\% \times 260.000 \times 12 = \text{Rp. } 124.800,00/\text{ton/tahun}$
- b. Pasir : $4\% \times 20.000 \times 12 = \text{Rp. } 9.600,00/\text{m}^3/\text{tahun}$
- c. Split : $4\% \times 55.000 \times 12 = \text{Rp. } 26.400,00/\text{m}^3/\text{tahun}$

5.6 Perhitungan Biaya Total Persediaan

5.6.1 Perhitungan Biaya Total Persediaan dengan Sistem EOQ

A. Perhitungan Jumlah Pesanan Optimum

Berdasarkan persamaan 3.22, maka jumlah pesanan optimum dihitung sebagai berikut :

1. Semen

- Biaya pesan (C) = Rp. 50.000,00 / 1x pesan
- Jumlah kebutuhan (R) = 305,0477 ton/bulan
- Biaya simpan (H) = Rp. 124.800,00 / ton/tahun

$$Q^* = \sqrt{\frac{2(305,0477 * 12)(50.000)}{124.000}}$$

$$= 54,159 \text{ ton}$$

2. Pasir

- Biaya pesan (C) = Rp. 10.000,00 / 1x pesan
- Jumlah kebutuhan (R) = 807,415 m³/bulan

- Biaya simpan (H) = Rp. 9.600,00 /m³/tahun

$$Q^* = \sqrt{\frac{2(807,415 * 12)(10.000)}{9.600}}$$

$$= 142,075 \text{ m}^3$$

- 3. Split

- Biaya pesan (C) = Rp. 10.000,00 / 1x pesan

- Jumlah kebutuhan (R) = 595,1793 m³/bulan

- Biaya simpan (H) = Rp. 26.400,00 /m³/tahun

$$Q^* = \sqrt{\frac{2(595,1793 * 12)(10.000)}{26.400}}$$

$$= 73,5576 \text{ m}^3$$

Tabel 5.6 Jumlah pesanan optimum (Q*) EOQ

No	Material	Q*
1.	Semen	54,159 ton
2.	Pasir	142,075 m ³
3.	Split	73,5576 m ³

Tabel

N
1.
2.
3.

B. Perhitungan Frekwensi Pemesanan

Berdasarkan persamaan 3.23, maka frekwensi pemesanan dihitung sebagai berikut :

1. Semen

- Jumlah kebutuhan (R) = 305,0477 ton/bulan
- Jumlah pesanan optimum (Q*) = 54,1586 ton

C. Peri

berikut

1. Semen

- Biaya pembelian (P) = Rp. 260.000,00 /ton
- Jumlah kebutuhan (R) = 305,0477 ton/bulan
- Biaya simpan (H) = Rp. 124.800,00 /ton/tahun
- Jumlah pesanan optimum (Q*) = 54,1586 ton

$$TC = (260.000 * 305,0477 * 12) + (124.800 * 54,1586)$$

$$= \text{Rp. } 958.464.540,00$$

2. Pasir

- Biaya pembelian (P) = Rp. 20.000,00 /m³
- Jumlah kebutuhan (R) = 807,415 m³/bulan
- Biaya simpan (H) = Rp. 9.600,00 /m³/tahun
- Jumlah pesanan optimum (Q*) = 142,0752 m³

$$TC = (20.000 * 807,415 * 12) + (9.600 * 142,0752)$$

$$= \text{Rp. } 195.143.522,00$$

3. Split

- Biaya pembelian (P) = Rp. 55.000,00 /m³
- Jumlah kebutuhan (R) = 595,1793 m³/bulan
- Biaya simpan (H) = Rp. 26.400,00 /m³/tahun
- Jumlah pesanan optimum (Q*) = 73,5567 m³

$$TC = (55.000 * 595,1793 * 12) + (26.400 * 73,5567)$$

$$= \text{Rp. } 394.760.259,00$$

Tabel 5.8 Biaya persediaan minimum (TC) EOQ

No	Material	Biaya (Rp)
1.	Semen	958.464.540,00
2.	Pasir	195.143.522,00
3.	Split	394.760.259,00

5.6.1.1 Perhitungan Standar Deviasi (σ_m)

Berdasarkan hasil pengolahan data historis dengan menggunakan *software* SPSS 10, diperoleh hasil perhitungan standar deviasi (lampiran 1B sampai dengan lampiran 1D) sebagai berikut :

1. Semen

$$\sigma_m = 115,70831$$

2. Pasir

$$\sigma_m = 208,45016$$

3. Split

$$\sigma_m = 257,90126$$

5.6.1.2 Perhitungan Cadangan Penyangga (Bm)

Penentuan cadangan penyangga dengan mengasumsikan bahwa kebutuhan material terdistribusi secara normal. Keabsahan dari distribusi yang diasumsikan dianalisis dengan komputer menggunakan *software* SPSS 10 dapat dilihat pada lampiran 1A sampai dengan lampiran 1D.

Untuk material semen mempunyai *lead time* selama 2 hari dan untuk agregat mempunyai *lead time* selama 3 hari. Oleh karena pengendalian dihitung dalam satuan waktu bulan, maka *lead time* semen adalah 2/30 bulan dan agregat adalah 3/30 bulan.

Dan tingkat resiko (*service level*) yang diijinkan dalam pengendalian ini diasumsikan sebesar 20 % ($\rho = 20\%$).

Berdasarkan persamaan 3.25, maka perhitungan cadangan penyangga adalah sebagai berikut:

1. Semen

$$Bm = 305,0477 + (1 - 0,2) * 115,70831 - 305,0477 * \frac{2}{30} = 377,2779 \text{ ton}$$

2. Pasir

$$Bm = 807,415 + (1 - 0,2) * 208,45016 - 807,415 * \frac{3}{30} = 893,4336 \text{ m}^3$$

3. Semen

$$Bm = 595,1793 + (1 - 0,2) * 257,90126 - 595,1793 * \frac{3}{30} = 741,982 \text{ m}^3$$

Tabel 5.9 Cadangan Penyangga (Bm)

No	Material	Bm
1.	Semen	377,2779 ton
2.	Pasir	893,4336 m ³
3.	Split	741,982 m ³

5.6.1.3 Perhitungan Titik Pemesanan Kembali (ROP)

Berdasarkan persamaan 3.26, maka perhitungan titik pemesanan kembali adalah sebagai berikut:

1. Semen

- Cadangan penyangga = 377,2779 ton
- *Lead time* = 2 hari = 2/30 bulan

- Rata-rata kebutuhan = 305,0477 ton/bulan
- Lama waktu pengendalian = 12 bulan
- Jumlah pesanan optimum = 54,1586 ton

$$ROP = 377,2779 + \frac{305,0477 * 12 * 2}{12 * 30} = 397,614 \text{ ton}$$

2. Pasir

- Cadangan penyangga = 893,4336 m³
- *Lead time* = 3 hari = 3/30 bulan
- Rata-rata kebutuhan = 807,415 m³/bulan
- Lama waktu pengendalian = 12 bulan
- Jumlah pesanan optimum = 142,0752 m³

$$ROP = 893,4336 + \frac{807,1793 * 12 * 3}{12 * 30} = 947,1751 \text{ m}^3$$

3. Split

- Cadangan penyangga = 741,982 m³
- *Lead time* = 3 hari = 3/30 bulan
- Rata-rata kebutuhan = 595,1793 m³/bulan
- Lama waktu pengendalian = 12 bulan
- Jumlah pesanan optimum = 73,5576 m³

$$ROP = 741,982 + \frac{595,1793 * 12 * 3}{12 * 30} = 801,4999 \text{ m}^3$$

Tabel 5.10 Titik pemesanan kembali (ROP)

No	Material	ROP
1.	Semen	397,614 ton
2.	Pasir	947,1751 m ³
3.	Split	801,4999 m ³

5.6.2 Perhitungan Biaya Total Persediaan dengan Sistem POQ

A. Perhitungan Interval Pemesanan

Berdasarkan persamaan 3.28 maka interval pemesanan dihitung sebagai berikut:

1. Semen

- Biaya pesan (C) = Rp. 50.000,00 / 1x pesan
- Jumlah kebutuhan (R) = 305,0477 ton/bulan
- Biaya simpan (H) = Rp. 124.800,00 / ton/tahun

$$W^* = \sqrt{\frac{2(50.000)}{(124.800)(305,0477 * 12)}}$$

$$= 0,0148 \text{ tahun}$$

$$= 5,328 \text{ hari} \sim 5 \text{ hari}$$

2. Pasir

- Biaya pesan (C) = Rp. 10.000,00 / 1x pesan
- Jumlah kebutuhan (R) = 807,415 m³/bulan
- Biaya simpan (H) = Rp. 9.600,00 / m³.tahun

$$W^* = \sqrt{\frac{2(10.000)}{(9.600)(807,415 * 12)}}$$

$$= 0,0147 \text{ tahun}$$

$$= 5,292 \text{ hari} \sim 5 \text{ hari}$$

3. Split

- Biaya pesan (C) = Rp. 10.000,00 / 1x pesan
- Jumlah kebutuhan (R) = 595,1793 m³/bulan
- Biaya simpan (H) = Rp. 26.400,00 /m³/tahun

$$W^* = \sqrt{\frac{2(10.000)}{(26.400)(595,1793 * 12)}}$$

$$= 0,0103 \text{ tahun}$$

$$= 3,708 \text{ hari} \sim 4 \text{ hari}$$

Tabel 5.11 Interval pemesanan (W*) POQ

No	Material	W*
1.	Semen	5 hari
2.	Pasir	5 hari
3.	Split	4 hari

B. Perhitungan Tingkat Persediaan Maksimum

Berdasarkan persamaan 3.29, maka tingkat persediaan maksimum dihitung sebagai berikut:

1. Semen

- Jumlah kebutuhan (R) = 305,0477 ton/bulan
- Interval pemesanan (W*) = 5 hari
- *Lead time* (L) = 2 hari
- Waktu operasi (N) = 360 hari/tahun

$$E = \frac{305,0477 * 12(5 + 2)}{360} = 71,1778 \text{ ton}$$

2. Pasir

- Jumlah kebutuhan (R) = 807,415 m³/bulan
- Interval pemesanan (W*) = 5 hari
- *Lead time* (L) = 3 hari
- Waktu operasi (N) = 360 hari/tahun

$$E = \frac{807,415 * 12(5 + 3)}{360} = 215,3107 \text{ m}^3$$

3. Split

- Jumlah kebutuhan (R) = 595,1793 m³/bulan
- Interval pemesanan (W*) = 4 hari
- *Lead time* (L) = 3 hari
- Waktu operasi (N) = 360 hari/tahun

$$E = \frac{595,1793 * 12(4 + 3)}{360} = 138,8752 \text{ m}^3$$

Tabel 5.12 Tingkat persediaan maksimum (E) POQ

No	Material	E
1.	Semen	71,1778 ton
2.	Pasir	215,3107 m ³
3.	Split	138,8752 m ³

C. Perhitungan Jumlah Pemesanan (Q) Interval Tetap

Berdasarkan persamaan 3.30, maka perhitungan jumlah pemesanan untuk interval tetap adalah sebagai berikut:

1. Semen

$$Q = (305,0477 * 12) / 0,0148 = 54,176 \text{ ton}$$

2. Pasir

$$Q = (807,415 * 12) / 0,0147 = 142,428 \text{ m}^3$$

3. Split

$$Q = (595,1793 * 12) / 0,0103 = 73,564 \text{ m}^3$$

Tabel 5.13 Jumlah pesanan (Q) POQ

No	Material	Q
1.	Semen	54,176 ton
2.	Pasir	142,428 m ³
3.	Split	73,564 m ³

D. Perhitungan Total Biaya Persediaan Minimum per Tahun

Berdasarkan persamaan 3.31, maka perhitungan total biaya persediaan minimum per tahun adalah sebagai berikut:

1. Semen

$$\begin{aligned} TC(W^*) &= 260.000(305,0477 * 12) + 124.800(305,0477 * 12) / 0,0148 \\ &= \text{Rp. } 958.510.048,00 \end{aligned}$$

2. Pasir

$$TC(W^*) = 20.000(807,415 * 12) + 9.600(807,415 * 12) / 0,0147$$

$$= \text{Rp. } 195.146.909,00$$

3. Pasir

$$TC(W^*) = 55.000(595,1793*12) + 26.400(595,1793*12)0,0103$$

$$= \text{Rp. } 394.760.432,00$$

Tabel 5.14 Biaya persediaan minimum per tahun (TC) POQ

No	Material	TC (Rp)
1.	Semen	958.510.048,00
2.	Pasir	195.146.909,00
3.	Split	394.760.432,00

5.7 Pembahasan

5.7.1 Analisis Peramalan (Forecast)

Langkah pertama dari peramalan adalah dengan membuat plot data untuk mengetahui apakah pola data yang ada terdapat unsur trend, musiman, siklis atau horizontal (stasioner). Dari grafik plot data diketahui bahwa data pemakaian ketiga material mengandung unsur musiman. Metode-metode yang digunakan untuk melakukan peramalan ini adalah metode *simple average* dan *moving average with linear trend*.

Dengan pengolahan data menggunakan *software* QS.3, didapatkan hasil peramalan yang berbeda-beda dari kedua metode tersebut. Dengan melihat nilai MSD terkecil, maka terpilih metode *simple average* untuk ketiga jenis material tersebut dengan tiap-tiap nilai MSD adalah untuk semen adalah 15293.75, split adalah 76951.12 dan pasir adalah 49859.64.

Dengan metode *simple average* didapatkan hasil peramalan total pemakaian material untuk 1 tahun yaitu untuk material semen adalah 3660,5274 ton dengan rata-rata pemakaian per bulan sebesar 305,0477 ton, untuk material pasir adalah 9688,98 m³ dengan rata-rata pemakaian per bulan sebesar 807,415 m³, untuk material split adalah 7142,1526 m³ dengan rata-rata pemakaian per bulan sebesar 595,1793 m³.

5.7.2 Analisis Persediaan Dengan Sistem EOQ

Dari hasil perhitungan menggunakan sistem EOQ diperoleh jumlah pesanan ekonomis (Q^*), cadangan penyangga (B_m), frekwensi pemesanan (F) dan titik pemesanan kembali (ROP) untuk tiap-tiap material seperti terlihat pada tabel 5.15 di bawah ini.

Tabel 5.15 Hasil perhitungan untuk tiap-tiap material

Material	Pesanan optimum	Cadangan penyangga	Reorder point	Frekwensi pemesanan
Semen (ton)	54,159	377,2779	397,614	68 kali
Pasir (m ³)	142,075	893,4336	947,1751	69 kali
Split	73,5576	741,982	801,4999	98 kali

Tabel 5.16 Total biaya persediaan minimum per tahun

No	Material	Biaya (Rp)
1.	Semen	958.464.540,00
2.	Pasir	195.143.522,00
3.	Split	394.760.259,00

5.7.3 Analisis Persediaan Dengan Sistem POQ

Dari hasil perhitungan menggunakan sistem POQ, diperoleh interval pemesanan ekonomis (W^*), maksimum tingkat persediaan (E) dan jumlah pesanan untuk tiap-material seperti terlihat pada tabel 3.17 di bawah ini.

Tabel 5.17 Hasil perhitungan untuk tiap-tiap material

Material	Interval pemesanan	Tingkat persediaan maksimum	Jumlah pemesanan
Semen	5 hari	71,1778 ton	54,176 ton
Pasir	5 hari	215,3107 m ³	142,176 m ³
Split	4 hari	138,8752 m ³	73,564 m ³

Tabel 5.18 Total biaya persediaan minimum per tahun

No	Material	TC (Rp)
1.	Semen	958.510.048,00
2.	Pasir	195.146.909,00
3.	Split	394.760.432,00

5.7.4 Perbandingan Total Biaya Persediaan

Perbandingan total biaya persediaan antara sistem EOQ dan sistem POQ dapat dilihat pada table 5.19 di bawah ini:

Tabel 5.19 Perbandingan total biaya persediaan

Material	Metode EOQ	Metode POQ
Semen	958.464.540,00	958.510.048,00
Pasir	195.143.522,00	195.146.909,00
Split	394.760.259,00	394.760.432,00

5.7.5 Hasil Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan di dalam usaha mencari penghematan biaya persediaan per tahun yang minimum dengan menggunakan kedua metode tersebut. Namun demikian, walaupun selisih total biaya persediaan per tahun antara kedua metode tersebut hanya sedikit, ternyata metode EOQ adalah metode yang memberikan biaya persediaan yang minimum dibandingkan dengan metode POQ.

Berikut ini adalah perbandingan penggunaan material antara hasil peramalan material untuk tahun 1999 dengan data penggunaan material di PT. Jaya Ready Mix, Yogyakarta tahun 1999.

Tabel 5.20 Hasil peramalan pemakaian material untuk tahun 1999

Bulan	Semen (Ton)	Split (m ³)	Pasir (m ³)
Januari	305.0477	595.1793	807.415
Februari	305.0477	595.1793	807.415
Maret	305.0477	595.1793	807.415
April	305.0477	595.1793	807.415
Mei	305.0477	595.1793	807.415
Juni	305.0477	595.1793	807.415
Juli	305.0477	595.1793	807.415
Agustus	305.0477	595.1793	807.415
September	305.0477	595.1793	807.415
Oktober	305.0477	595.1793	807.415
November	305.0477	595.1793	807.415
Desember	305.0477	595.1793	807.415

(Sumber: Hasil pengolahan data peramalan)

Tabel 5.21 Data Pemakaian Material Tahun 1999 di PT. Jaya Ready Mix, Yogyakarta

Bulan	Semen (Ton)	Split (m ³)	Pasir (m ³)
Januari	338,052	558	867
Februari	235,562	395	633
Maret	387,652	788	909
April	409,489	758	1009
Mei	518,348	1086	1252
Juni	419,939	738	1915
Juli	431,372	890	1100
Agustus	453,293	862	1059
September	455,906	858	1098
Oktober	723	1323	1674
November	675,312	960	1737
Desember	702,167	1690	1849

(Sumber: "TA: Manajemen Persediaan Material dengan Metode EOQ", Kushartanto dan Ahmad, Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan, maka diketahui bahwa sistem pemesanan jumlah tetap (EOQ) memberikan total biaya persediaan yang lebih minimum dibandingkan dengan sistem pemesanan interval tetap (POQ).

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem pemesana jumlah tetap (EOQ) dapat diimplementasikan di perusahaan karena dapat memberikan total biaya persediaan per tahun yang minimum.

6.2 Saran

Setelah melakukan analisis pada studi ini, maka penulis mempunyai saran-saran sebagai berikut:

1. Untuk kelancaran proses penyelesaian analisis yang berkaitan dengan masalah persediaan, maka diperlukan keterampilan menggunakan program komputer (*software*) QS 3 untuk melakukan peramalan dan program komputer (*software*) SPSS untuk melakukan pengujian kenormalan data.
2. Jumlah pemesanan dan interval pemesanan hendaklah menjadi salah satu variabel yang penting untuk dipertimbangkan di dalam menentukan total biaya persediaan.

3. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan peramalan dengan menggunakan metode *weight moving average* dan metode *winter's models* untuk data yang berpola stationer, trend dan musiman.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, Agus, 1986 , **PENGENDALIAN PRODUKSI**, Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Denny, Wahyuni, 2003, **TUGAS AKHIR: ANALISIS PERENCANAAN KEBUTUHAN BAHAN BAKU UNTUK MENGANTISIPASI PERMINTAAN YANG PROBABILISTIK DENGAN SISTEM Q DAN SISTEM P**, Teknik Manajemen Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Handoko, T.Hani, 1995, **MANAJEMEN PRODUKSI DAN OPERASI**, Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Kushartanto dan Ahmad, 2000, **TUGAS AKHIR: MANAJEMEN PERSEDIAAN MATERIAL DENGAN METODE EOQ**, Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Laboratorium Statistik dan Optimasi, 2000, **MODUL PRAKTIKUM OPTIMASI**, Teknik Manajemen Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Makridakis, 2000, **METODE DAN APLIKASI PERAMALAN**, Jilid 2, Penerbit Interaksara, Batam.
- Rahmad H dan Henny Y, 2001, **TUGAS AKHIR: SISTEM PENGENDALIAN PERSEDIAAN MATERIAL PADA INDUSTRI TIANG PANCANG**, Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Soejoeti, Zanzawi, 1986, **METODE STATISTIKA II**, Penerbit Karunia, Jakarta.
- Taha, Hamdi, 1996, **RISET OPERASI**, Jilid 2, Penerbit Banipura Aksara, Jakarta.
- Tjokrodimulyo, Kardiono, 1992, **TEKNOLOGI BETON**, Teknik Sipil, Univeristas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Zulian Yamit, 1996, **MANAJEMEN PRODUKSI DAN OPERASI**, Penerbit Ekonisia, Fakultas Ekonomi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Zulian Yamit, 1996, **MANAJEMEN PERSEDIAAN**, Penerbit Ekonisia, Fakultas Ekonomi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

KULTAS TEK
KALURANG
KALITUNGGA

F

NA

M Yusuf F

AS AKHII

Manajemen M

PERI

Kegiatan

aran

an Dosen Pe

tan Proposa

Proposal

asi Penyusur

Sidang

aran.

IMBING I

IMBING II

LAMPIRAN

ar : .

g : .

dar : .

Uji kenormalan Data

Nominal nilai z standar untuk tiap item semen, split dan pasir

BULAN	Semen	Split	Pasir	z-Semen	z-Split	z-Pasir
1	200.4	443	674	-0.90441	-0.59007	-0.64003
2	210.67	602.67	576.66	-0.81565	0.02904	-1.107
3	244.544	350.176	707.45	-0.5229	-0.94999	-0.47956
4	199.886	424.306	481.87	-0.90885	-0.66255	-1.56174
5	360.73	159	828	0.48123	-1.69126	0.09875
6	271.502	402	811	-0.28992	-0.74904	0.0172
7	329.452	626	707	0.21091	0.11951	-0.48172
8	373.57	696	867	0.5922	0.39093	0.28585
9	592.652	1002	1085	2.4856	1.57743	1.33166
10	390.82	824	1022	0.74128	0.88724	1.02943
11	295.365	615	736	-0.08368	0.07685	-0.3426
12	190.982	998	1193	-0.9858	1.56192	1.84977

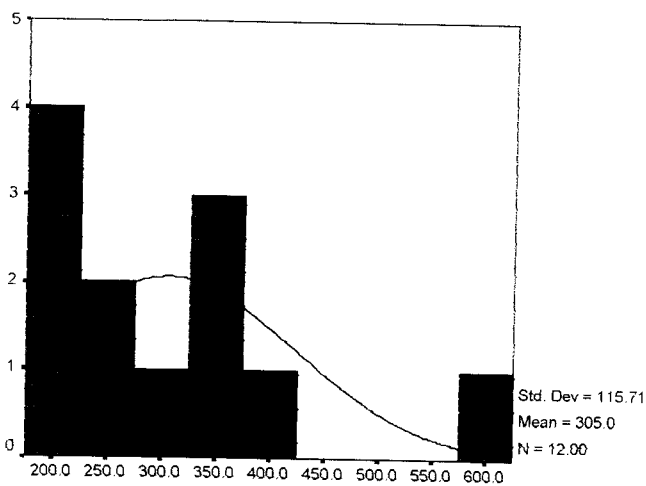
Semen

Descriptives

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
SEMEN	12	190.982	592.652	305.04775	115.70831
Valid N (listwise)	12				

Graph



SEMEN

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		SEMEN
N		12
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	305.04776
	Std. Deviation	115.70831
Most Extreme Differences	Absolute	.162
	Positive	.146
	Negative	-.162
Kolmogorov-Smirnov Z		.562
Asymp. Sig. (2-tailed)		.911

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

- Ho = sampel berasal dari populasi normal H1 = sampel bukan dari populasi normal
- Signifikan level / $\alpha = 0.05$
- Tolak H0 bila P-value < α
- Kesimpulan : terima H0 sebab $0.911 > 0.05$

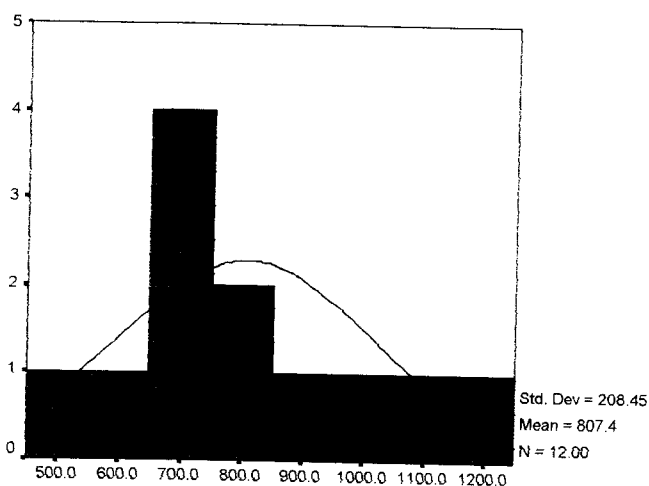
Pasir

Descriptives

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
PASIR	12	481.870	1193.000	807.41500	208.45016
Valid N (listwise)	12				

Graph



PASIR

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		PASIR
N		12
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	807.41498
	Std. Deviation	208.45016
Most Extreme Differences	Absolute	.137
	Positive	.137
	Negative	-.098
Kolmogorov-Smirnov Z		.476
Asymp. Sig. (2-tailed)		.977

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

- Ho = sampel berasal dari populasi normal H1 = sampel bukan dari populasi normal
- Signifikan level / $\alpha = 0.05$
- Tolak H0 bila P-value < α
- Kesimpulan : terima H0 sebab $0.977 > 0.05$

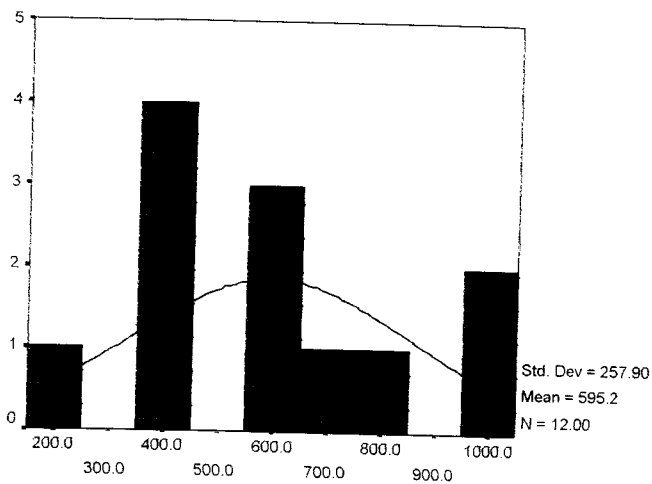
Split

Descriptives

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
SPLIT	12	159.000	1002.000	595.17933	257.90126
Valid N (listwise)	12				

Graph



SPLIT

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		SPLIT
N		12
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	595.17932
	Std. Deviation	257.90128
Most Extreme Differences	Absolute	.139
	Positive	.139
	Negative	-.108
Kolmogorov-Smirnov Z		.482
Asymp. Sig. (2-tailed)		.974

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

- H_0 = sampel berasal dari populasi normal H_1 = sampel bukan dari populasi normal
- Signifikan level / $\alpha = 0.05$
- Tolak H_0 bila P-value < α
- Kesimpulan : terima H_0 sebab $0.974 > 0.05$

Forecast Results for Peramalan Semen						
05-18-2004 20:30:34				Page: 1 of 2		
Period	Actual	F(t)			Forecast	Error
1	200.4	200.4				
2	210.67	205.535			200.4	-10.27
3	244.544	218.538			205.535	-39.009
4	199.886	213.875			218.538	18.65201
5	360.73	243.246			213.875	-146.855
6	271.502	247.9553			243.246	-28.25601
7	329.452	259.5977			247.9553	-81.49667
8	373.57	273.8442			259.5977	-113.9723
9	592.652	309.2673			273.8442	-318.8077
10	390.82	317.4226			309.2673	-81.5527
11	295.365	315.4174			317.4226	22.05759
12	190.982	305.0477			315.4174	124.4354
Simple average: CPU Seconds = 0 MAD = 89.58 MSD = 15293.75 Bias = -59.55 R-square = 0 MAD = 89.58 MSD = 15293.75 Bias = -59.55						

Forecast Results for Peramalan Semen						
05-18-2004 20:30:34				Page: 2 of 2		
Period	Actual	F(t)			Forecast	Error
13					305.0477	
14					305.0477	
15					305.0477	
16					305.0477	
17					305.0477	
18					305.0477	
19					305.0477	
20					305.0477	
21					305.0477	
22					305.0477	
23					305.0477	
24					305.0477	
Simple average: CPU Seconds = 0 MAD = 89.58 MSD = 15293.75 Bias = -59.55 R-square = 0 MAD = 89.58 MSD = 15293.75 Bias = -59.55						

Forecast Results for Peramalan Semen						
05-18-2004 20:44:58				Page: 1 of 2		
Period	Actual	F(t)	T(t)		Forecast	Error
1	200.4					
2	210.67					
3	244.544					
4	199.886	213.875	3.233206			
5	360.73	253.9575	40.55221		221.958	-138.772
6	271.502	269.1655	24.17181		355.338	83.836
7	329.452	290.3925	29.94701		329.595	.1430359
8	373.57	333.8135	9.647026		365.26	-8.309998
9	592.652	391.794	100.7568		357.931	-234.7209
10	390.82	421.6235	40.31867		643.6861	252.8661
11	295.365	413.1017	-43.64461		522.4202	227.0552
12	190.982	367.4547	-130.0464		303.9902	113.0082
Moving average with linear trend: CPU Seconds = 0						
MAD = 132.34 MSD = 26214.42 Bias = 36.89 R-square = 0						
M = 4						

Forecast Results for Peramalan Semen						
05-18-2004 20:44:58				Page: 2 of 2		
Period	Actual	F(t)	T(t)		Forecast	Error
13					42.33875	
14					-87.70764	
15					-217.754	
16					-347.8004	
17					-477.8468	
18					-607.8932	
19					-737.9396	
20					-867.986	
21					-998.0323	
22					-1128.079	
23					-1258.125	
24					-1388.172	
Moving average with linear trend: CPU Seconds = 0						
MAD = 132.34 MSD = 26214.42 Bias = 36.89 R-square = 0						
M = 4						

Forecast Results for Peramalan Pasir						
05-18-2004 20:48:18			Page: 1 of 2			
Period	Actual	F(t)			Forecast	Error
1	674	674				
2	576.66	625.33			674	97.34003
3	707.45	652.7033			625.33	-82.12006
4	481.87	609.995			652.7033	170.8333
5	828	653.596			609.995	-218.005
6	811	679.83			653.596	-157.404
7	707	683.7114			679.83	-27.16998
8	867	706.6225			683.7114	-183.2886
9	1085	748.6644			706.6225	-378.3775
10	1022	775.998			748.6644	-273.3356
11	736	772.3619			775.998	39.99799
12	1193	807.415			772.3619	-420.6381
Simple average: CPU Seconds = 0 MAD = 186.23 MSD = 49859.64 Bias = -130.20 R-square = 0 MAD = 186.23 MSD = 49859.64 Bias = -130.20						

Forecast Results for Peramalan Pasir						
05-18-2004 20:48:18			Page: 2 of 2			
Period	Actual	F(t)			Forecast	Error
13					807.415	
14					807.415	
15					807.415	
16					807.415	
17					807.415	
18					807.415	
19					807.415	
20					807.415	
21					807.415	
22					807.415	
23					807.415	
24					807.415	
Simple average: CPU Seconds = 0 MAD = 186.23 MSD = 49859.64 Bias = -130.20 R-square = 0 MAD = 186.23 MSD = 49859.64 Bias = -130.20						

Forecast Results for Peramalan Pasir						
05-18-2004 20:50:01				Page: 1 of 2		
Period	Actual	F(t)	T(t)		Forecast	Error
1	674					
2	576.66					
3	707.45					
4	481.87	609.995	-44.55999			
5	828	648.495	52.84402		498.595	-329.405
6	811	707.08	65.67801		780.605	-30.39496
7	707	706.9675	65.839		871.275	164.275
8	867	803.25	1.299979		871.5651	4.565063
9	1085	867.5	98.19998		806.4999	-278.5001
10	1022	920.25	116.3		1113	91
11	736	927.5	-45.60002		1211	475
12	1193	1009	3.799979		813.4999	-379.5001
Moving average with linear trend: CPU Seconds = 0 MAD = 219.08 , MSD = 73990.91 Bias = -35.37 R-square = 0 M = 4						

Forecast Results for Peramalan Pasir						
05-18-2004 20:50:01				Page: 2 of 2		
Period	Actual	F(t)	T(t)		Forecast	Error
13					1018.5	
14					1022.3	
15					1026.1	
16					1029.9	
17					1033.7	
18					1037.5	
19					1041.3	
20					1045.1	
21					1048.9	
22					1052.7	
23					1056.5	
24					1060.3	
Moving average with linear trend: CPU Seconds = 0 MAD = 219.08 MSD = 73990.91 Bias = -35.37 R-square = 0 M = 4						

Forecast Results for Peramalan Split						
05-18-2004 20:37:11				Page: 1 of 2		
Period	Actual	F(t)			Forecast	Error
1	443	443				
2	602.67	522.835			443	-159.67
3	350.176	465.282			522.835	172.659
4	424.306	455.038			465.282	40.97598
5	159	395.8304			455.038	296.038
6	402	396.8586			395.8304	-6.169617
7	628	429.8788			396.8586	-231.1414
8	696	463.144			429.8788	-266.1212
9	1002	523.0168			463.144	-538.856
10	824	553.1152			523.0168	-300.9832
11	615	558.7411			553.1152	-61.88483
12	998	595.346			558.7411	-439.2589
Simple average: CPU Seconds = 0 MAD = 228.52 MSD = 76967.54 Bias = -135.86 R-square = 0 MAD = 228.52 MSD = 76967.54 Bias = -135.86						

Forecast Results for Peramalan Split						
05-18-2004 20:37:11				Page: 2 of 2		
Period	Actual	F(t)			Forecast	Error
13					595.346	
14					595.346	
15					595.346	
16					595.346	
17					595.346	
18					595.346	
19					595.346	
20					595.346	
21					595.346	
22					595.346	
23					595.346	
24					595.346	
Simple average: CPU Seconds = 0 MAD = 228.52 MSD = 76967.54 Bias = -135.86 R-square = 0 MAD = 228.52 MSD = 76967.54 Bias = -135.86						

Forecast Results for Peramalan Split						
05-18-2004 20:40:53				Page: 1 of 2		
Period	Actual	F(t)	T(t)		Forecast	Error
1	443					
2	602.67					
3	350.176					
4	424.306	455.038	-30.8576			
5	159	384.038	-125.688		377.894	218.894
6	402	333.8705	-10.9834		69.81801	-332.182
7	628	403.3265	85.40821		306.412	-321.588
8	696	471.25	183.7		616.847	-79.15302
9	1002	682	186.8		930.5001	-71.49994
10	824	787.5	89.40005		1149	325.0001
11	615	784.25	-42.09995		1011	396.0001
12	998	859.75	-22.09995		679.0001	-318.9999
Moving average with linear trend: CPU Seconds = 0 MAD = 257.91 MSD = 79657.24 Bias = -22.94 R-square = 0 M = 4						

Forecast Results for Peramalan Split						
05-18-2004 20:40:53				Page: 2 of 2		
Period	Actual	F(t)	T(t)		Forecast	Error
13					804.5001	
14					782.4001	
15					760.3002	
16					738.2003	
17					716.1003	
18					694.0004	
19					671.9004	
20					649.8005	
21					627.7005	
22					605.6005	
23					583.5006	
24					561.4006	
Moving average with linear trend: CPU Seconds = 0 MAD = 257.91 MSD = 79657.24 Bias = -22.94 R-square = 0 M = 4						

Forecast Result for Peramalan Semen

08-25-2004 16:17:10

Page: 1 of 2

Period	Actual	F(t)	T(t)	I(t)	Forecast	Error
1	443	200.4	0	.9170029		
2	602.67	200.4	0	.9639971	200.4	-10.27
3	350.176	200.4	0	1.119	200.4	-44.14401
4	424.306	200.4	0	.9170029	183.7674	-16.11862
5	159	200.4	0	.9639971	193.185	-167.545
6	402	200.4	0	1.119	224.2476	-47.25446
7	626	200.4	0	.9170029	183.7674	-145.6846
8	696	200.4	0	.9639971	193.185	-180.385
9	1002	200.4	0	1.119	224.2476	-368.4044
10	824	200.4	0	.9170029	183.7674	-207.0525
11	615	200.4	0	.9639971	193.185	-102.18
12	998	200.4	0	1.119	224.2476	33.26556

Winter's Model: CPU Seconds = 0
 MAD = 120.21 MSD = 25138.28 Bias = -114.16 R-square = 0
 Alpha = 0 Beta = 0 Gamma = 0

Forecast Result for Peramalan Semen

08-25-2004 16:17:10

Page: 2 of 2

Period	Actual	F(t)	T(t)	I(t)	Forecast	Error
1					183.7674	
2					193.185	
3					224.2476	
4					183.7674	
5					193.185	
6					224.2476	
7					183.7674	
8					193.185	
9					224.2476	
10					183.7674	
11					193.185	
12					224.2476	

Winter's Model: CPU Seconds = 0
 MAD = 120.21 MSD = 25138.28 Bias = -114.16 R-square = 0
 Alpha = 0 Beta = 0 Gamma = 0

Forecast Result for Peramalan Split

08-25-2004 16:31:26

Page: 1 of 2

Period	Actual	F(t)	T(t)	I(t)	Forecast	Error
1	443	443	0	.9521100		
2	602.67	443	0	1.295279	443	-151.67
3	350.176	443	0	.7526103	443	92.82401
4	424.306	443	0	.9521100	421.7851	-252.0905
5	159	443	0	1.295279	573.8086	414.8086
6	402	443	0	.7526103	333.4063	-68.59366
7	626	443	0	.9521100	421.7851	-204.2149
8	696	443	0	1.295179	573.8086	-122.1914
9	1002	443	0	.7526103	333.4063	-668.5936
10	824	443	0	.9521100	421.7851	-402.2149
11	615	443	0	1.295179	573.8086	-41.19141
12	998	443	0	.7526103	333.4063	-664.5936

MAD = 258.31

Winter's Model: CPU Seconds = 0

MSD = 120047.2 Bias = -166.01

R-square = 0

Alpha = 0 Beta = 0 Gamma = 0

Forecast Result for Peramalan Split

08-25-2004 16:31:26

Page: 2 of 2

Period	Actual	F(t)	T(t)	I(t)	Forecast	Error
1					421.7851	
2					573.8086	
3					333.4063	
4					421.7851	
5					573.8086	
6					333.4063	
7					421.7851	
8					573.8086	
9					333.4063	
10					421.7851	
11					573.8086	
12					333.7851	

MAD = 258.31

Winter's Model: CPU Seconds = 0

MSD = 120047.2 Bias = -166.01

R-square = 0

Alpha = 0 Beta = 0 Gamma = 0

Forecast Result for Peramalan Pasir

08-25-2004 16:56:59

Page: 1 of 2

Period	Actual	F(t)	T(t)	I(t)	Forecast	Error
1	674	674	0	1.032628		
2	576.66	674	0	.8834984	674	97.34003
3	707.45	674	0	1.083877	674	-33.45001
4	482.87	674	0	1.032628	695.9916	214.1216
5	828	674	0	.8834984	595.4755	-231.5245
6	811	674	0	1.083877	730.533	-80.46698
7	707	674	0	1.032628	695.9916	-11.00842
8	867	674	0	.8834984	595.4755	-271.5245
9	1085	674	0	1.083877	730.533	-354.467
10	1022	674	0	1.032628	695.9916	-326.0084
11	736	674	0	.8834984	595.4755	-140.5245
12	1193	674	0	1.083877	730.533	-462.467

Winter's Model: CPU Seconds = 0
MAD = 202.17 MSD = 59671.14 Bias = -145.54 R-square = 0
Alpha = 0 Beta = 0 Gamma = 0

Forecast Result for Peramalan Pasir

08-25-2004 16:56:59

Page: 2 of 2

Period	Actual	F(t)	T(t)	I(t)	Forecast	Error
1					695.9916	
2					595.4755	
3					730.533	
4					695.9916	
5					595.4755	
6					730.533	
7					695.9916	
8					595.4755	
9					730.533	
10					695.9916	
11					595.4755	
12					730.533	

Winter's Model: CPU Seconds = 0
MAD = 202.17 MSD = 59671.14 Bias = -145.54 R-square = 0
Alpha = 0 Beta = 0 Gamma = 0