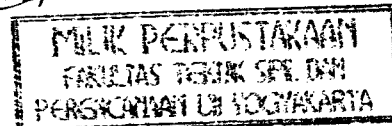


TUGAS AKHIR

**PENGGUNAAN METODE PERAMALAN DALAM OPTIMALISASI
PENGATURAN PERSEDIAAN MATERIAL
PADA PERUSAHAAN BETON JADI (*READYMIX*)**

(Kasus pada PT Karya Beton Yogyakarta)



Disusun Oleh :

NUGROHO HARI WISUDA

94 310 023

DWIANTO WAHYU RACHMAWAN

94 310 026

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

2002

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGGUNAAN METODE PERAMALAN DALAM OPTIMALISASI
PENGATURAN PERSEDIAAN MATERIAL
PADA PERUSAHAAN BETON JADI (*READYMIX*)
(Kasus pada PT Karya Beton Yogyakarta)**


Nama : Nugroho Hari Wisudo
No. Mhs. : 94 310 023

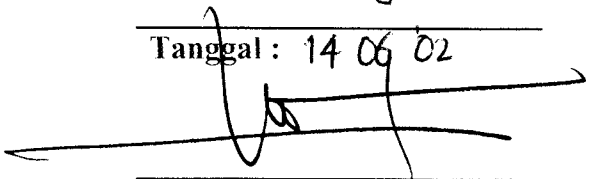
Nama : Dwianto Wahyu Rachmawan
No. Mhs. : 94 310 026

Telah diperiksa dan disetujui oleh

Ir. Harbi Hadi, MT.
Dosen Pembimbing I

Ir. Lalu Makrup, MT.
Dosen Pembimbing Pengganti


Tanggal : 14 06 02


Tanggal : 14-6-2002

MOTTO

Dalam hidup manusia, terdapat tiga hal
yang apabila kita memahaminya dan melakukannya
niscaya hal tersebut akan membawa kebahagiaan
dalam kehidupan dunia dan akhirat kelak...

Satu

Keyakinan yang berasal dari Cahaya Illahi
yang selalu membawa kebenaran dalam hati nurani kita...

Dua

Niat kuat dalam Asma Allah melakukan hal yang diyakini
dengan sungguh-sungguhnya dalam hati yang bersih dan tulus ikhlas...

Tiga

Pasrah kepada Sang Khalik atas hasil yang akan tercapai
karena hanya Dia yang Maha Tahu yang terbaik untuk hamba-Nya...

Yogyakarta, 2002

PERSEMBAHAN

Satu proses dari kehidupanku telah dapat kuselesaikan, selangkah demi selangkah untuk raih impian, dan sepinggal kebahagiaan ini kupersembahkan untuk :

- Bapak dan Ibu H. Soeratman Mw. tercinta, kasih dan sayangmu ada di sepanjang hidupku.
- Kakakku Kartika Rachmawati tersayang, selamat menempuh hidup baru, *your new life has just begun*
- Yang terkasih Diah Wahyu Nuraeni, terima kasih atas kesetiaan dan kesabaranmu untuk menunggu, dan yakinlah kamu adalah juga bagian dari impianku.
- Kaweco Tugas Wibowo, terima kasih atas semua bantuan serta telah mengajari memandang kehidupan dengan cara yang benar-benar berbeda.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur Alhamdulillah, setelah melewati masa yang cukup panjang akhirnya tugas akhir ini dapat juga terselesaikan. Banyak permasalahan yang timbul selama proses penyusunan, yang tak jarang hal tersebut hampir membuat penyusun putus asa untuk terus melanjutkannya. Berkat peitolongan Allah SWT, yang Maha Pemurah dan Pengasih kepada semua umat-Nya, yang senantiasa terus-menerus mengingatkan kepada penyusun tentang ayat-ayat-Nya, juga atas bantuan serta dorongan dari semua pihak, pada akhirnya penyusun berupaya untuk terus-menerus memaksa diri berusaha dan bekerja sampai pada batas maksimal kemampuan penyusun sebagai manusia biasa agar sesegera mungkin menyelesaikan tugas akhir yang sudah agak terlambat ini.

Tugas akhir ini dilaksanakan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan Program Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama melaksanakan penyusunan tugas akhir ini, penyusun sangat menyadari bahwa segalanya tidak akan berjalan lancar tanpa adanya bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak yang telah diberikan kepada penyusun, untuk itu terucap terima kasih serta penghormatan penyusun kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya tugas akhir, dengan tanpa mengecilkan arti dari bantuan pihak-pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu-persatu. :

1. Bapak Ir. H Widodo, MSCE., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H Munadhir, M.S., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Harbi Hadi, M.T., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Albany Musyafa, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Lalu Makrup, M.T., selaku Dosen Pembimbing Pengganti.
6. Bapak Ir. Hani Santosa, selaku Pimpinan PT Karya Beton Sudhira.
7. Bapak Ir. Suroso, selaku Kepala Teknis PT Karya Beton Sudhira Yogyakarta.
8. Semua pihak yang telah berperan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Segala daya upaya telah penyusun curahkan untuk menyelesaikan tugas akhir ini, namun tak urung kekurangan dan kesalahan tetap terselip di banyak hal dalam penyusunan ini. Hal tersebut tidak terlepas dari kekurangan ilmu dan ketidakmengertian dari penyusun semata. Penyusun sangat mengharapkan saran serta kritik yang membangun dari semua pihak, agar pengetahuan dan ilmu penyusun dapat bertambah.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian, sehingga segala sesuatu yang telah dilaksanakan akan menjadi bekal yang berguna dan bermanfaat kelak di kemudian hari. Amin yaa Robbal'alam.

Wa billahitaufiq wal hidayah

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 8 Juni 2002

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
INTISARI.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Pokok Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Pembatasan Masalah.....	5

BAB II	TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1	Beton Jadi	7
2.2	Perencanaan Produksi.....	7
2.3	Proses Produksi.....	8
2.4	Peramalan	8
2.5	Persediaan.....	8
2.6	Penelitian Kushartanto dan Junaedik 2000.....	9
BAB III	LANDASAN TEORI.....	11
3.1	Teori Tentang Beton Jadi (<i>Readymix</i>).....	11
3.1.1	Spesifikasi Beton Jadi (<i>Readymix</i>).....	11
3.1.2	Campuran Menggunakan Semen Portland Biasa.....	14
3.1.3	Adukan Beton	15
3.2	Perencanaan Produksi.....	15
3.2.1	Faktor yang Mempengaruhi Perencanaan Produksi.....	17
3.2.2	Perencanaan Bahan Baku.....	18
3.2.3	Perencanaan Peralatan	19
3.2.4	Perencanaan Sumber Daya Manusia.....	20
3.3	Proses Produksi.....	21
3.3.1	Sistem Produksi	21
3.3.2	Siklus produksi.....	22
3.3.3	Persiapan Material	22

3.3.4	Persiapan Peralatan.....	28
3.3.5	Penakaran Material (<i>Batching</i>).....	28
3.3.6	Pengadukan Beton.....	29
3.3.7	Pengangkutan.....	30
3.4	Teori Peramalan.....	30
3.4.1	Metode Peramalan.....	32
3.4.2	Pendekatan Peramalan.....	33
3.4.3	Horison Waktu Peramalan.....	40
3.4.4	Pemilihan Penggunaan Metode Peramalan.....	41
3.4.5	Keakuratan dan Kontrol Peramalan.....	42
3.5	Teori Persediaan.....	45
3.5.1	Tujuan Persediaan.....	46
3.5.2	Bahan Baku.....	49
3.5.3	Manajemen Persediaan Perusahaan Beton <i>Readymix</i> ...	49
3.5.4	Pengawasan Persediaan.....	52
3.5.5	Komponen Pemodelan.....	53
3.5.6	Model Persediaan.....	55
BAB IV PENERAPAN MODEL PERSEDIAAN.....		60
4.1	Kapasitas Produksi.....	60
4.2	Pengadaan Material.....	61
4.2.1	Semen.....	61

4.2.2	Agregat.....	61
4.3	Penentuan Model Persediaan.....	62
4.4	Batasan dan Anggaran.....	65
4.5	Analisa Pemodelan	66
4.5.1	Pembacaan Data Pemakaian Material	67
4.5.2	Analisis Biaya Satuan Inventory	68
4.5.3	Penentuan Cadangan Penyangga (<i>Buffer stock - Bm</i>)..	68
4.5.4	Penentuan Jumlah Pesanan Optimum.....	69
4.5.5	Penentuan Titik Pemesanan Kembali (<i>Reorder point</i>)..	69
4.5.6	Penentuan Siklus Pemesanan.....	69
BAB V	ANALISIS MODEL PERSEDIAAN.....	70
5.1	Pembacaan Pemakaian Material.....	70
5.2	Pengolahan Data	71
5.2.1	Peramalan Kebutuhan Material Bahan Baku.....	71
5.2.2	Pemantauan Akurasi Hasil Peramalan.....	81
5.3	Kapasitas Tempat Penyimpanan.....	88
5.4	Analisis Biaya Satuan Persediaan	88
5.4.1	Biaya Pembelian	88
5.4.2	Biaya Pemesanan (Km).....	88
5.4.3	Biaya Penyimpanan (Hm).....	89
5.5	Penentuan Jumlah Pesanan Optimal.....	89

5.6	Penentuan Cadangan Penyangga	90
	5.6.1 Perhitungan Standar Deviasi.....	90
	5.6.2 Perhitungan Cadangan Penyangga (<i>Bufferstock</i>).....	91
5.7	Penentuan Titik Pemesanan Kembali (Reorder Point).....	96
5.8	Penentuan Siklus Pemesanan.....	99
5.9	Penentuan Biaya Persediaan Total.....	99
	5.9.1 Biaya Persediaan Total Material Semen	100
	5.9.2 Biaya Persediaan Total Material Pasir.....	102
	5.9.3 Biaya Persediaan Total Material Split	105
5.10	Percencanaan Pengendalian Persediaan Material.....	107
	5.10.1 Pengendalian Persediaan Material Semen	107
	5.10.2 Pengendalian Persediaan Material Pasir	108
	5.10.3 Pengendalian Persediaan Material Split.....	109
BAB VI PEMBAHASAN		110
6.1	Orientasi Obyek Penelitian	110
6.2	Analisis Data	111
	6.2.1 Pengujian Data	111
	6.2.2 Peramalan.....	111
	6.2.3 Pemantauan Hasil Peramalan	113
	6.2.4 Analisis Model Persediaan.....	113
6.3	Pengendalian Persediaan Material pada P1 Karya Beton.....	119

4.2.2	Agregat	61
4.3	Penentuan Model Persediaan.....	62
4.4	Batasan dan Anggaran	65
4.5	Analisis Pemodelan	66
4.5.1	Pembacaan Data Pemakaian Material.....	67
4.5.2	Analisis Biaya Satuan Inventory	68
4.5.3	Penentuan Cadangan Penyangga (<i>Buffer stock</i> + <i>Bm</i>) ..	68
4.5.4	Penentuan Jumlah Pesanan Optimum	69
4.5.5	Penentuan Titik Pemesanan Kembali (<i>Reorder point</i>)...	69
4.5.6	Penentuan Siklus Pemesanan.....	69
BAB V	ANALISIS MODEL PERSEDIAAN	70
5.1	Pembacaan Pemakaian Material	70
5.2	Pengolahan Data.....	71
5.2.1	Peramalan Kebutuhan Material Bahan Baku	71
5.2.2	Pemantauan Akurasi Hasil Peramalan	81
5.3	Kapasitas Tempat Penyimpanan	88
5.4	Analisis Biaya Satuan Persediaan	88
5.4.1	Biaya Pembelian	88
5.4.2	Biaya Pemesanan (<i>Km</i>)	88
5.4.3	Biaya Penyimpanan (<i>Hm</i>).....	89
5.5	Penentuan Jumlah Pesanan Optimal	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Sistem Produksi Industri Beton Readymix.....	22
Gambar 3.2	Perkembangan-kekuatan kelas semen yang berbeda.....	24
Gambar 3.3	Grafik metode deret berkala.....	35
Gambar 3.4	Peta kontrol peramalan.....	44
Gambar 3.5	Model persediaan.....	56
Gambar 3.6	Sistem pemesanan jumlah tetap.....	59
Gambar 4.1	Flow Chart Pemodelan persediaan.....	67
Gambar 5.1	Hasil plot data pemakaian material semen.....	71
Gambar 5.2	Hasil plot data pemakaian material pasir.....	72
Gambar 5.3	Pola data pemakaian material split.....	72
Gambar 5.4	Peta kontrol tracking signal semen.....	78
Gambar 5.5	Peta kontrol tracking signal pasir.....	80
Gambar 5.6	Peta kontrol tracking signal split.....	82
Gambar 5.7	Grafik tingkat sediaan untuk material semen.....	91
Gambar 5.8	Grafik tingkat sediaan untuk material pasir.....	92
Gambar 5.9	Grafik tingkat sediaan untuk material split.....	93

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Kuat tekan beton minimum pada umur 7 dan 28 hari.....	12
Tabel 3.2	Proporsi campuran beton.....	13
Tabel 3.3	Perbandingan agregat kering dari 50 kg semen.....	13
Tabel 3.4	Campuran Beton dengan menggunakan semen portland.....	14
Tabel 3.5	Campuran Adukan Beton dengan 50,8 kg semen	15
Tabel 3.6	Pengelompokan semen berdasar kelas kuat awal	24
Tabel 3.7	Jenis bahan kimia tambahan yang sering digunakan beserta tujuannya	27
Tabel 3.8	Pengelompokkan teknik smoothing dan karakteristiknya.....	41
Tabel 4.1	Hasil perhitungan Variant Coefficient	64
Tabel 5.1	Data pemakaian material bahan baku selama 4 tahun	70
Tabel 5.2	Perbandingan Fungsi Peramalan Permintaan semen.....	73
Tabel 5.3	Data semen 12 bulan pertama	74
Tabel 5.4	Peramalan permintaan material semen	75
Tabel 5.5	Perbandingan Fungsi Peramalan Permintaan pasir	76
Tabel 5.6	Data pasir 12 bulan pertama.....	76
Tabel 5.7	Peramalan permintaan material pasir.....	78
Tabel 5.8	Perbandingan Fungsi Peramalan Permintaan split.....	79

Tabel 5.9	Data split 12 bulan pertama	79
Tabel 5.10	Peramalan permintaan material split.....	81
Tabel 5.8	Data tracking signal pemakaian semen.....	82
Tabel 5.9	Data tracking signal pemakaian pasir	84
Tabel 5.10	Data tracking signal pemakaian split	86
Tabel 5.11	Jumlah persediaan total dengan service level 5 %.....	92
Tabel 5.12	Jumlah persediaan total dengan service level 10 %.....	94
Tabel 5.13	Jumlah persediaan total dengan service level 15%.....	95
Tabel 5.14	Tabel siklus pemesanan optimal	99
Tabel 5.15	Biaya persediaan total material semen dengan variasi siklus	102
Tabel 5.16	Biaya persediaan total material pasir dengan variasi siklus.....	104
Tabel 5.17	Biaya persediaan total material split dengan variasi siklus.....	107
Tabel 6.1	Pengaturan persediaan material bahan baku	113
Tabel 6.2	Biaya persediaan total semen dari berbagai alternatif	114
Tabel 6.3	Biaya persediaan total pasir dari berbagai alternatif.....	116
Tabel 6.4	Biaya persediaan total split dari berbagai alternatif.....	117
Tabel 6.5	Perbedaan hasil penelitian.....	121

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lembar Konsultasi TA
- Lampiran 2 Surat Keterangan Penelitian
- Lampiran 3 Perhitungan Peramalan
- Lampiran 4 Uji kenormalan Data
- Lampiran 5 Grafik dan Tabel Distribusi Normal

INTISARI

Industri beton jadi (*Readymix*) merupakan industri yang bersifat *Made to Order*, yaitu industri yang melakukan proses produksi hanya pada saat datang pesanan. Masalah persediaan material bahan baku, menjadi sangat penting mengingat bahwa permintaan mendatang tidak dapat dipastikan. Di samping itu, masalah persediaan akan mempengaruhi dari efisiensi dan efektivitas biaya produksi secara keseluruhan.

Data yang dipergunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, adalah data pemakaian material bahan baku beton jadi selama 4 tahun terakhir dari PT Karya Beton Yogyakarta. Terdapat dua pertanyaan mewakili terjaminnya persediaan yang optimal, yaitu kapan mengadakan pemesanan dan seberapa banyak jumlah pesanan yang optimum. Untuk dapat menjawab dua pertanyaan di atas, maka akan dimulai dari menganalisis seberapa banyak material yang akan dibutuhkan di masa yang akan datang dengan dibantu metode peramalan (*Forecasting*) program *Quantitative System ver 3.0*. Analisis tersebut menghasilkan peramalan, yang diasumsikan sebagai laju rata-rata pemakaian material per bulan selama satu tahun ke depan, yaitu untuk semen sebesar 261 m^3 , untuk pasir sebesar $1060,5 \text{ m}^3$, untuk split sebesar $1569,914 \text{ m}^3$.

Data ini kemudian dianalisis dengan menggunakan metode EOQ (*Economic Order Quantity = Jumlah Pesanan Ekonomis*) untuk menentukan jumlah pesanan ekonomis, titik pemesanan ulang, siklus pemesanan, dan cadangan penyangga.

Dengan penerapan metode EOQ, maka diperoleh hasil penelitian dalam masa pengendalian satu tahun ke depan, untuk material semen dengan pesanan optimum sebesar 47 m^3 dengan siklus pemesanan 59 kali, untuk material pasir sebesar 178 m^3 dengan siklus 64 kali, untuk material split sebesar 130 m^3 dengan siklus pemesanan 128 kali. Hasil tersebut dapat memberikan biaya total persediaan yang minimal, sehingga dapat disimpulkan metode EOQ dapat digunakan untuk menentukan metode pengaturan persediaan material di perusahaan beton jadi (*Readymix*) PT Karya Beton Yogyakarta.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dunia konstruksi dewasa semakin menunjukkan kemajuan yang sangat signifikan. Baik dari segi kuantitas maupun kualitas konstruksi yang dihasilkan oleh para teknisi sipil. Pertumbuhan manusia yang tidak sesuai dengan ketersediaan luas lahan, pada akhirnya menuntut manusia untuk bertempat tinggal di daerah-daerah yang sangat mempengaruhi dari struktur itu sendiri. Sebagai contoh, manusia yang bertempat tinggal di daerah rawan gempa. Konstruksi pada daerah tersebut mempunyai ketentuan khusus bila dibandingkan dengan konstruksi pada daerah yang tidak rawan gempa. Juga pada lahan-lahan lain yang mempunyai keragaman yang sangat banyak. Belum lagi pada penggunaan konstruksi itu sendiri yang saat ini dapat dikatakan hampir digunakan pada semua fasilitas-fasilitas yang digunakan oleh manusia. Hal tersebut tentu saja mempunyai pengaruh yang amat besar pada penggunaan adukan beton. Selain dibutuhkan dalam volume yang besar, sesuai besar konstruksi yang dihasilkan juga dari segi kualitasnya. Untuk volume, tentu saja bahwa adukan beton tersebut harus dapat memenuhi jumlah yang ditentukan, dan juga dalam waktu yang relatif cepat. Pada kualitas, konstruksi dibangun sesuai

dengan beban yang telah direncanakan. Adakalanya beban yang direncanakan sangat besar, sedangkan untuk dimensi tidak memungkinkan untuk diperbesar lagi. Untuk itu dibutuhkan kualitas adukan beton yang terjamin, dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Industri beton jadi (*readymix*) merupakan teknologi pengolahan beton yang mampu melayani kebutuhan yang menjadi tuntutan konsumen tersebut. Pengadukan dengan proses secara pabrikasi tentu saja memberikan mutu yang terjamin dan relatif lebih homogen, karena proses pencampuran bahan-bahan dilakukan secara otomatis serta di bawah pengawasan yang sangat ketat. Proses pencampuran dan pengadukan dengan menggunakan mesin yang otomatis juga sangat mempengaruhi besar kapasitas produksi, sehingga dapat memenuhi hampir seluruh volume yang diinginkan oleh konsumen.

Salah satu aspek yang sangat penting dalam industri beton *readymix* adalah masalah pengadaan bahan baku (*inventory*), karena masalah tersebut mempunyai efek langsung terhadap efektivitas biaya produksi pada perusahaan tersebut. Dalam hal ini adanya penanaman investasi pada inventarisasi. Perusahaan beton jadi (*Readymix*) merupakan perusahaan yang bersifat *made to order*, yaitu perusahaan yang melakukan proses produksi hanya pada saat ada pemesanan. Dengan kondisi seperti itu, maka pengaturan penyediaan material bahan baku sangat penting untuk diperhatikan. Pada suatu perusahaan, yang ideal terjadi adalah persediaan yang ada dapat memenuhi pesanan yang datang biarpun itu dalam volume besar. Demikian juga sebaliknya, pada saat pesanan tidak sesuai dengan yang diharapkan, persediaan tidak mengalami *over stock*. Kedua kondisi *extrem* di atas adalah suatu kondisi yang

apabila terjadi akan sangat merugikan bagi perusahaan. Kondisi *under stock* akan mengakibatkan perusahaan tidak dapat memenuhi pesanan yang datang, sehingga dapat saja perusahaan jadi kehilangan konsumen. Sedang kondisi *over stock*, akan mengakibatkan beban pembiayaan perusahaan hanya terkonsentrasi pada penyimpanan material bahan baku. Belum lagi apabila diperhitungkan dengan risiko kerusakan material, maka kerugian akan berlipat.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengadaan bahan baku adalah masalah pengendalian persediaan. Dalam hal ini sering terjadi penumpukan material bahan baku (*over stock material*) atau kekurangan material bahan baku (*under stock material*), yang disebabkan karena terbatasnya sumber daya yang ada antara lain: kapasitas tempat penyimpanan, ketersediaan material yang dibutuhkan. Penumpukan pada industri beton *readymix* ini akan mengakibatkan beberapa kerugian, misalnya borosnya pemakaian tempat penyimpanan, memperbesar beban bunga, memperbesar kemungkinan kerusakan material yang mengakibatkan turunnya kualitas barang produksi. Demikian juga sebaliknya, apabila terjadi kekurangan persediaan material dapat mengakibatkan perusahaan mengalami risiko keterlambatan atau bahkan kemacetan kegiatan, sehingga tidak mustahil terjadi perusahaan kehilangan kesempatan mendapatkan keuntungan karena tidak dapat memenuhi pesanan konsumen.

Di wilayah Yogyakarta ini, ada beberapa perusahaan beton jadi (*Readymix*) yang saat ini kapasitas produksinya dianggap relatif cukup besar. Dari beberapa kali mengadakan *survey* di lapangan, ternyata didapati suatu kondisi di mana pernah

terjadi *over stock* selama beberapa bulan. Bila dicermati, keadaan tersebut jelas-jelas sangat merugikan. Akumulasi dari biaya penyimpanan dan juga perawatan material bahan baku akan sangat menjadi besar. Hal tersebut terjadi karena belum adanya suatu manajemen penyediaan material bahan baku yang baik. Seandainya pun telah ada, metode yang digunakan terbukti kurang ampuh untuk mengatasi keadaan tersebut. Ada kecenderungan untuk memilih menimbun material bahan baku, agar sewaktu-waktu ada pesanan dalam jumlah besar dapat terpenuhi. Kerugian akibat menimbun material kurang diperhitungkan.

Berdasarkan hal di atas, maka perlu kiranya ada suatu metode pengendalian persediaan material bahan baku yang baik, sehingga diharapkan dengan metode pengendalian ini nanti kebutuhan bahan baku akan dapat selalu terpenuhi, dengan biaya penyediaan seminimal mungkin.

1.2 Pokok Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka timbul pemikiran untuk mengoptimalkan persediaan material bahan baku pada perusahaan beton jadi (*Readymix*) yang bersangkutan, agar kebutuhan bahan baku dapat selalu terpenuhi dengan biaya seminimal mungkin.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyusun penyediaan material bahan baku yang optimal pada industri beton jadi (*Readymix*)

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan penyusunan tugas akhir yang berupa studi kasus ini dapat memberikan manfaat, antara lain :

A. Bagi penyusun :

1. Mendapatkan pengetahuan tentang industri beton jadi (*Readymix*).
2. Dapat mengetahui cara pengendalian persediaan material bahan baku yang optimal pada industri beton jadi (*Readymix*), agar pada nantinya hal tersebut dapat digunakan sebagai pedoman bilamana bekerja pada bidang yang sama.

B. Bagi perusahaan beton jadi (*Readymix*) :

1. Mendapatkan metode pengendalian persediaan material yang optimal.
2. Kebutuhan material bahan baku untuk industri beton *readymix* dapat selalu terpenuhi dengan biaya seminimal mungkin.
3. Harga beton *readymix* untuk tiap unitnya (m^3) dapat ditekan sehingga hasil produksi beton *readymix* dapat bersaing di pasaran.

1.5 Pembatasan Penelitian

Penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini, akan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Material bahan baku yang ditinjau hanya semen, pasir, dan split sebagai komponen yang dominan dalam beton.
2. Penentuan distribusi material diperoleh dari data pemakaian material untuk menghasilkan beton dalam jangka waktu 4 tahun, antara 1998-2001.

3. Ketersediaan material yang dibutuhkan diperhitungkan berdasarkan selang waktu antara pemesanan dengan pengiriman material atau material tiba sampai di tempat penyimpanan.
4. Material bahan baku diasumsikan selalu tersedia di pasaran.
5. Harga satuan yang digunakan sebagai variabel adalah harga yang berlaku pada kontrak saat ini.
6. Peramalan (*Forecasting*) jumlah material yang akan dibutuhkan pada waktu yang akan datang menggunakan program QS (*Quantitative System*) ver. 3.0.
7. Metode optimasi menggunakan metode Jumlah Pemesanan Ekonomis (*Economic Order Quantity = EOQ*),
8. Data-data yang digunakan adalah dari industri beton jadi (*Readymix*) PT. Karya Beton, Yogyakarta.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Beton jadi (*Readymix*) pada dasarnya tetap merupakan komposit agregat campuran (halus dan kasar) dan ditambah dengan pasta semen untuk mengikat pasir dan bahan-bahan agregat lain (batu kerikil, basalt, dan lain-lain), sama seperti halnya dengan adukan beton yang biasa digunakan pada proyek konstruksi perumahan (Gideon,1993).

Perencanaan adalah proses berpikir tentang tindakan-tindakan yang ditujukan untuk masa yang akan datang. Fungsi perencanaan produksi adalah merencanakan strategi yang berhubungan dengan tingkat permintaan. Kebutuhan permintaan atau penjualan merupakan peramalan penjualan produksi perusahaan untuk suatu periode perencanaan di masa yang akan datang. Permintaan yang bervariasi menyebabkan perencanaan produksi menjadi penting karena strategi produksi yang tersusun dapat meminimalkan risiko yang diakibatkan oleh kondisi tersebut (Hantoro, 1993).

Proses produksi adalah suatu proses atau usaha lanjutan dari perencanaan yang akan mewujudkan tujuan dari perusahaan yang dilakukan dengan tujuan untuk menciptakan atau menambah nilai suatu barang atau jasa. Usaha dalam produksi adalah membuat, merubah, atau merakit komponen-komponen atau bahan mentah

sehingga dihasilkan produk yang memiliki nilai yang lebih baik dari pada nilai barang sebelum diproses (Ahyari, 1986)

Peramalan adalah prediksi, proyeksi, atau estimasi tingkat kejadian yang tidak pasti di masa yang akan datang. Ketepatan secara mutlak dalam memprediksi peristiwa dan tingkat kegiatan yang akan datang sangat sulit dicapai, bahkan dapat dikatakan mustahil. Peramalan pada umumnya digunakan untuk memprediksi pendapatan, biaya, keuntungan, harga, perubahan teknologi, dan berbagai variabel lainnya. (Untung Sus A. dkk, 1995).

Persediaan (*Inventory*) adalah suatu istilah umum yang menunjukkan segala sesuatu atau sumber daya-sumber daya perusahaan yang disimpan sebagai antisipasi terhadap pemenuhan permintaan (Handoko, 1993). Papiion (dalam Silver, 1985) arti persediaan adalah (diadaptasikan) "Persediaan atau harta dari perusahaan yang tidak hanya berupa uang, tetapi juga komoditi dan juga bahan mentah serta material-material penting lainnya". Sementara itu Within (dalam Silver, 1985) memberikan pengertian bahwa "Persediaan senantiasa dijelaskan sebagai penimbunan sia-sia, sebagai persediaan yang berlebihan dan penyebab kegagalan serius dalam bisnis. Persediaan berlebihan juga menyebabkan ketidakstabilan dalam daur perusahaan. Pengembangan bisnis menemui jurang dalam persediaan yang gagal".

Tujuan pengadaan persediaan pada prinsipnya mempunyai persamaan fungsi dasar yaitu sebagai fungsi cadangan dan karena itu hendaknya dapat digunakan secara efisien (Assauri, 1980).

Masalah manajemen persediaan material merupakan permasalahan yang banyak diangkat sebagai obyek penelitian. Salah satu penelitian yang mengangkat tema yang sama adalah penelitian yang dilakukan oleh Kushartanto Ahmad S dan Rahmad Junaedik pada tahun 2000, dengan judul “*Manajemen Persediaan Material Pada Industri Beton Jadi (Readymix)*” dengan mengambil obyek penelitian pada PT Jaya Readymix Yogyakarta. Penelitian dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Operation Research*, dan data dianalisa dengan menggunakan metode yang lazim dipakai dalam dunia manajemen untuk menentukan titik pemesanan kembali (*Reorder point*), cadangan penyangga (*Buffer Stock*), jumlah pesanan optimum dan siklus pemesanan optimum, yaitu metode Jumlah Pesanan Ekonomis (*Economic Order Quantity (EOQ)*) untuk mendapatkan biaya total persediaan yang paling minimum (Kushartanto, 2000).

Hasil yang didapat dari penelitian yang berupa studi kasus tersebut adalah, bahwa biaya total persediaan yang minimal dicapai pada saat melakukan pesanan material dengan jumlah optimal dan dilakukan sesuai dengan siklus yang terencana. Biaya total persediaan yang paling minimal menunjukkan bahwa pengaturan persediaan yang optimal telah tercapai.

Adapun model persediaan material bahan baku yang didapatkan untuk PT Jaya Readymix adalah sebagai berikut :

a. Semen

Jumlah pesanan optimum 61,358 ton dengan siklus pemesanan selama satu tahun sebanyak 69 kali pada selang waktu 5 hari.

b. Pasir

Jumlah pesanan optimum $165,914 \text{ m}^3$ dengan siklus pemesanan selama satu tahun sebanyak 72 kali pada selang waktu 5 hari.

c. Split

Jumlah pesanan optimum $82,247 \text{ m}^3$ dengan siklus pemesanan selama satu tahun sebanyak 98 kali pada selang waktu 4 hari.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Teori Tentang Beton Jadi (*Readymix*)

Beton jadi (*Readymix*) pada dasarnya tetap merupakan komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat, dibentuk dari agregat campuran (halus dan kasar) dan ditambah dengan pasta semen, mengikat pasir dan bahan-bahan agregat lain (batu kerikil, basalt, dan lain-lain), sama seperti halnya dengan adukan beton yang biasa digunakan pada proyek konstruksi perumahan. Hanya pada beton jadi karakteristik tersebut dapat diatur melalui perbandingan yang sesuai dengan “*Mix design*” yang direncanakan dan volume beton yang diinginkan, dicampur dalam keadaan segar dan siap dipakai.

3.1.1 Spesifikasi Beton Jadi (*Readymix*)

Terdapat beberapa kelas beton jadi yang dikeluarkan oleh perusahaan tersebut agar dapat memenuhi semua kebutuhan konsumen. Spesifikasi beton dengan kelas yang lebih rendah umumnya digunakan pada konstruksi perumahan, sedangkan kelas dengan mutu yang lebih tinggi umumnya digunakan pada konstruksi gedung utilitas, gelagar jembatan dan lain-lainnya yang rata-rata menggunakan beban rencana yang

besar. Sebelum proses pencampuran, material bahan baku beton harus melalui penakaran agar sesuai dengan kelas beton seperti yang tersebutkan di bawah ini :

1. Beton kelas A

Mengandung kurang lebih 1 cwt semen (timbangan berat berdasarkan ratusan, 100 pon), 2 ft³ pasir (setara $5,66 \times 10^{-2} \text{ m}^3$) dan 4 ft³ agregat ukuran $\frac{3}{4}$ inch (setara $1,13 \times 10^{-1} \text{ m}^3$) dengan perbandingan 1:1,6:3,2 (perbandingan volume).

2. Beton kelas B

Mengandung kurang lebih 1 cwt semen, 10,5 ft³ pasir (setara $7,08 \times 10^{-2} \text{ m}^3$) dan 5 ft³ agregat ukuran $\frac{3}{4}$ inch (setara $1,42 \times 10^{-1} \text{ m}^3$) dengan perbandingan 1:2:4.

3. Beton kelas C,

Mengandung kurang lebih 1 cwt semen, 5 ft³ pasir (setara $1,42 \times 10^{-1}$) dan 10 ft³ agregat ukuran 5,5 inch (setara $2,83 \times 10^{-1} \text{ m}^3$) dengan perbandingan 1:4:8.

(Data PT Karya Beton Yogyakarta)

W/C ratio (FAS)= 0,53 untuk kelas A dan W/C ratio (FAS)= 0,58 untuk kelas B dan C. dari masing-masing kelas beton tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.1 Kuat tekan beton minimum pada umur 7 dan 28 hari

Kelas	Setelah 7 hari 1 lbs per in ²		Setelah 28 hari 1 lbs per in ²	
	Tes Laboratorium	Tes Lapangan	Tes Laboratorium	Tes Lapangan
Kelas A	2480	2500	4375	3300
Keias B	2275	2000	3500	3000
Kelas C	-	950	-	1400

Sumber : Advances in Readymix Concrete Teknologi

Spesifikasi tambahan :

- Harus ada sertifikat tes dari semen yang dikirim sebelum digunakan.
- Pasir yang digunakan harus bersih.
- Tidak ada beton yang mempunyai *slump* kurang dari 7,5 cm.

Campuran beton dalam perbandingan 1:2:4 mempunyai kekuatan tekan minimum pada umur 28 hari tidak kurang dari 3000 lbs per in² atau setara $1,07 \times 10^7$ N/m², dan beton dengan perbandingan 1:2:3 mempunyai kekuatan tekan minimum pada umur 28 hari tidak kurang dari 3750 lbs per in² atau sekitar $2,59 \times 10^7$ N/m². Untuk lebih jelas mengenai campuran beton di atas dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.2 Proporsi campuran beton

No	Campuran Beton Perbandingan Volume	Volume agregat per 50 kg semen (m ³)		Ukuran agregat maks (mm)	Nilai slump Bila digetarkan dikurangi 50 % (mm)	Daya tahan terhadap tekanan N/mm ²			
		Agregat halus	Agregat kasar			T _{cst} laboratorium		Test lapangan	
						7 hr	28 hr	7 hr	28 hr
A	1:2:3	0,035	0,07	19	100	26,7	40	20	30
B	1:1,5:3	0,05	0,10	19	100	22,7	34	17	25,5
C	1:2:4	0,07	0,14	38	100	18,9	28	14	21

Sumber : Advance in Readymix Concrete Technology

Tabel 3.3 Perbandingan agregat kering dari 50 kg semen

Campuran nominal	Standart test N/mm ²	Berat agregat halus (kg)	Berat agregat kasar (kg)	Ukuran nominal maks (mm)
1:1:2	30	65	110	19
1:1,5:3	25,5	80	135	19
1:2:4	21	90	155	19

Sumber : Advance in Readymix Concrete Technology

3.1.2 Campuran Semen Dengan Menggunakan Semen Portland Biasa

Tabel 3.4 Campuran Beton dengan menggunakan semen portland

Campuran	Ukuran agregat halus	Volume agregat kering dari 50 kg semen (m ³)		Kekuatan kubus minimum (N/mm ²)	
		Halus	Kasar	7 hari	28 hari
BETON BIASA DAN BETON PRATEGANG					
1:5,5:3	19	0,05	0,10	17,22	25,75
1:2:4	12	0,07	0,14	13,78	20,6
1:2:4	19	0,07	0,14	13,78	20,6
1:3:6	38	0,07	0,14	13,78	20,6
1:8	38	0,28	0,28	5,5	7,6

Sumber : Advance in Readymix Concrete Technology

Campuran beton biasa dan beton prategang menggunakan semen portland dapat dilihat pada Tabel 3.4. Faktor air-semen untuk beton dengan perbandingan campuran 1:2:4 maksimum 0,6. Sedangkan faktor air-semen untuk beton dengan perbandingan campuran 1:5,5:3 maksimum adalah 0,5.

Sedangkan nilai *slump* tergantung pada fas (faktor air-semen) pada pengerjaannya, dengan mengikuti beberapa batasan :

- Untuk *footing*, pengerjaan konstruksi beton dengan memakai alat penggetar, mempunyai *slump* antara 25 mm sampai dengan 75 mm.
- Untuk beton bertulang yang pengerjaannya memakai alat penggetar, mempunyai nilai *slump* antara 75 mm sampai dengan 100 mm.
- Untuk beton bertulang yang pengerjaannya tidak memakai alat penggetar, mempunyai nilai *slump* antara 100 mm sampai dengan 150 mm.

(T.Y LIN dan NED H. BURNS, 200)

3.1.3 Adukan Beton

Berbagai perbandingan volume dalam beton dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 3.5 Campuran Adukan Beton dengan 50,8 kg semen

Campuran biasa (perbandingan volume)	Semen (kg)	Agregat per 50,80 kg semen (m ³)		Ukuran agregat kasar (mm)
		Halus	Kasar	
1:3:6	50,8	0,11	0,21	38
1:2:4	50,8	0,07	0,14	19

Sumber : Advance in Readymix Concrete Teknologi

Tabel 3.5 di atas menggambarkan perbandingan adukan beton untuk 50.8 kg semen pada campuran biasa. Beton yang dicampur sesuai proporsi/perbandingan di atas, diukur dengan ukuran volume. Pasir dan agregat juga merupakan bagian yang perlu diukur secara cermat, seperti dimensinya.

3.2 Perencanaan Produksi

Sebelum membahas perencanaan produksi, terlebih dahulu perlu diketahui apa yang dimaksud dengan perencanaan dan produksi itu sendiri. Perencanaan adalah proses berpikir tentang tindakan-tindakan yang ditujukan untuk masa yang akan datang, berdasarkan jalan pikiran itu sendiri. Jadi dalam perencanaan ada 4 pokok masalah yang menjadi pertimbangan, yaitu : proses berpikir, tindakan-tindakan, masa yang akan datang, dan jalan pikiran Fungsi perencanaan produksi adalah untuk merencanakan strategi yang berhubungan dengan tingkat permintaan. Kebutuhan

permintaan atau penjualan merupakan peramalan penjualan produksi perusahaan untuk suatu periode perencanaan di masa yang akan datang, dengan kata lain kebutuhan permintaan adalah peramalan potensi pasar produk. Permintaan yang bervariasi menyebabkan perencanaan produksi menjadi penting karena strategi produksi yang tersusun dapat meminimalkan risiko yang diakibatkan oleh kondisi tersebut.

Di dalam persiapan perencanaan produksi terdapat tiga sumber :

1. Produksi yang ada atau yang sedang dilakukan.
2. Persediaan yang ada atau yang masih di gudang.
3. Produksi dan persediaan yang masih ada.

Dalam pembuatan rencana produksi, ada hal yang perlu diperhatikan dan bahkan menjadi suatu tuntutan agar rencana tersebut dinilai baik, yaitu :

1. Konsistensi dengan kebijaksanaan produksi.
2. Memenuhi permintaan yang ada.
3. Berada dalam batas kapasitas.
4. Meminimumkan biaya produksi.

Keputusan-keputusan dan masalah pokok dalam produksi, adalah sebagai berikut :

1. Peramalan permintaan sebagai dasar perencanaan dan pembuatan jadwal.
2. Rencana dan jadwal produksi gabungan yang menyangkut alokasi kapasitas mesin.
3. Penjadwalan rinci dari karyawan dan peralatan,
4. Pengendalian persediaan yang kontinyu.

Pada industri beton jadi (*Readymix*), perencanaan proses produksi memegang peranan penting untuk dapat mencapai tujuan perusahaan. Perencanaan produksi ini merupakan acuan untuk kegiatan yang harus dilakukan pada proses produksi dalam industri. Dengan adanya perencanaan yang baik maka seluruh kegiatan dalam proses industri dapat dianalisa dan hal-hal yang dapat menghambat atau menunjang lancarnya produksi dapat diperkirakan dan dikendalikan.

3.2.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perencanaan Produksi

Hal-hal yang dapat mempengaruhi perencanaan produksi adalah :

a. Volume Produksi

Keputusan dalam perencanaan produksi banyak didasarkan pada seberapa banyak volume produksi yang akan dihasilkan, dan selama berapa periode waktu jumlah tersebut akan diproduksi. Dasar penentuan volume dan laju produksi ini adalah peramalan penjualan untuk jangka panjang dan juga 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 pertimbangan kapasitas produksi maka perusahaan akan selalu melihat kemampuan

Pada industri beton jadi (*Readymix*), perencanaan proses produksi memegang peranan penting untuk dapat mencapai tujuan perusahaan. Perencanaan produksi ini merupakan acuan untuk kegiatan yang harus dilakukan pada proses produksi dalam industri. Dengan adanya perencanaan yang baik maka seluruh kegiatan dalam proses industri dapat dianalisa dan hal-hal yang dapat menghambat atau menunjang lancarnya produksi dapat diperkirakan dan dikendalikan.

3.2.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perencanaan Produksi

Hal-hal yang dapat mempengaruhi perencanaan produksi adalah :

a. Volume Produksi

Keputusan dalam perencanaan produksi banyak didasarkan pada seberapa banyak volume produksi yang akan dihasilkan, dan selama berapa periode waktu jumlah tersebut akan diproduksi. Dasar penentuan volume dan laju produksi ini adalah peramalan penjualan untuk jangka panjang dan juga 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 pertimbangan kapasitas produksi maka perusahaan akan selalu melihat kemampuan

c. Peralatan Pengangkut Beton

Terdiri dari beberapa jenis alat pengangkut, yaitu *concrete dump truck*, *concrete pump truck*, *truck agitator*.

d. Alat Pengangkut (*Loader*)

Digunakan untuk pemuatan material pada *batcher*, pemindahan material dalam hal ini mengatur penempatan material.

Prosedur pengoperasian dimaksudkan untuk menuntun pengoperasian dan pemeliharaan yang berdasarkan rekomendasi dari pembuatnya dan kondisi lingkungan di mana peralatan dioperasikan. Dengan adanya prosedur pengoperasian yang baik maka kerusakan peralatan, kecelakaan dan keterlambatan program pelaksanaan dapat ditekan seminimal mungkin.

3.2.4 Perencanaan Sumber Daya Manusia

Salah satu sumber daya perusahaan beton jadi (*Readymix*) yang paling penting adalah sumber daya manusia, yang meliputi :

a. Operator

Tenaga yang dibutuhkan untuk mengoperasikan seluruh sistem peralatan yang digunakan dalam industri tersebut, bertanggungjawab untuk menjalankan peralatan agar bekerja dan beroperasi sesuai dengan yang diinginkan.

b. Pengawas Lapangan

Tenaga yang bertugas mengawasi dan mengontrol semua prosedur pekerjaan yang dilaksanakan. Terdiri dari pengawas di *batching plant* dan lokasi proyek.

c. Tenaga Administrasi

Tenaga yang dibutuhkan di dalam kantor, untuk menangani pekerjaan catatan, arsip-arsip, dan semua pekerjaan administrasi lainnya.

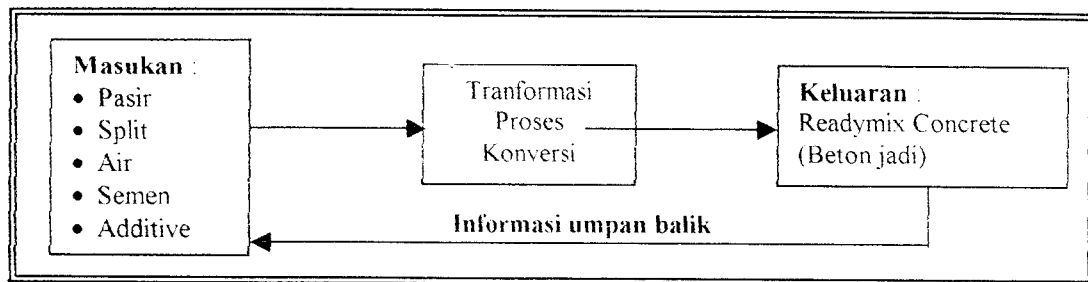
Sumber daya manusia yang disebutkan di atas merupakan tenaga yang langsung bersinggungan dengan proses produksi, meskipun tenaga di bidang lain masih ada. Misalnya tenaga keamanan, bagian umum, dan lain-lain.

3.3 Proses Produksi

Proses produksi merupakan aktifitas lanjutan dari perencanaan yang akan mewujudkan tujuan dari perusahaan, mengikuti metode dan alur tertentu sesuai dengan jenis dan sistem yang dianut oleh perusahaan. Pertimbangan pengambilan sistem dan metode-metode yang diterapkan mengacu pada kelayakan usaha serta pengalaman dalam menangani industri beton jadi (*Readymix*).

3.3.1 Sistem Produksi

Sistem produksi merupakan suatu rangkaian rantai produksi yang saling terkait, saling mempengaruhi satu dengan lainnya yang merupakan satu kesatuan pelaksanaan kegiatan, suatu keterkaitan unsur-unsur yang berbeda-beda secara terpadu, menyatu dan menyeluruh dalam mentransformasikan masukan menjadi keluaran. Secara umum sistem produksi industri beton jadi (*Readymix*) dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Sumber : PT Karya Beton Yogyakarta

Gambar 2.1 Sistem Produksi Industri Beton Readymix

3.3.2 Siklus produksi

Siklus produksi dari beton jadi (*Readymix*) sangat sederhana, sesuai dengan sistem yang digunakan. Dimulai dari persiapan bahan baku (pasir, kerikil, semen, air, bahan penambah serta persiapan peralatan yang akan dipakai). Kemudian dilakukan penakaran (penimbangan) untuk masing-masing jenis material sesuai desain yang direncanakan. Setelah itu material tersebut dicampur pada *mixer* (*Mixer-truck*) dengan pencampuran mengikuti aturan yang ditentukan. Pengadukan selesai apabila pengontrolan adukan secara visual menyatakan baik, dan selanjutnya beton yang sudah jadi diangkut ke lokasi pemesanan.

3.3.3 Persiapan Material

A. Semen

Semen yang dipergunakan sebagai bahan baku beton pada umumnya menggunakan semen portland. Semen portland merupakan salah satu bahan *hidrolik*, yaitu semen bereaksi dengan air dan membentuk suatu batuan massa, menghasilkan

produk yang keras (batuan-semen) yang kedap air. Mengalami proses hanya sekali, yang artinya sekali beraksi dengan air, mengeras setelah itu tidak dapat lagi dikembalikan ke bentuk semula. Semen merupakan produk yang dihasilkan secara pabrikasi, dan diproduksi dalam berbagai macam jenis semen serta dengan sifat-sifat dan karakter yang berbeda-beda.

Semen dibedakan dalam dua kelompok utama yang berbeda :

1. Semen dari bahan klinker-semen-Portland, yang masih dibedakan lagi :

- semen Portland
- semen Portland *Fly-ash*
- semen Portland berkadar besi
- semen tanur tinggi (*Hongovencement*)
- semen Portland *tras/pozzolan*
- semen Portland putih

2. Semen-semen lain :

- Aluminium semen
- Sulfat semen

Perbedaan di atas berdasarkan karakter dari reaksi pengerasan kimiawi. Semen-semen dari kelompok 1, antara satu dan yang lain tidak saling bereaksi (membentuk senyawa lain). Semen dari kelompok 2 bila saling bercampur atau dicampur dengan semen pada kelompok 1 akan membentuk suatu senyawa baru. Ini berarti semen dari kelompok 2 tidak boleh dicampur. Semen Portland dan semen Portland *Fly-ash* yang paling banyak digunakan di Indonesia.

Dalam hal kecepatan perkembangan kekuatan, jenis-jenis semen dibedakan dalam tiga kelas :

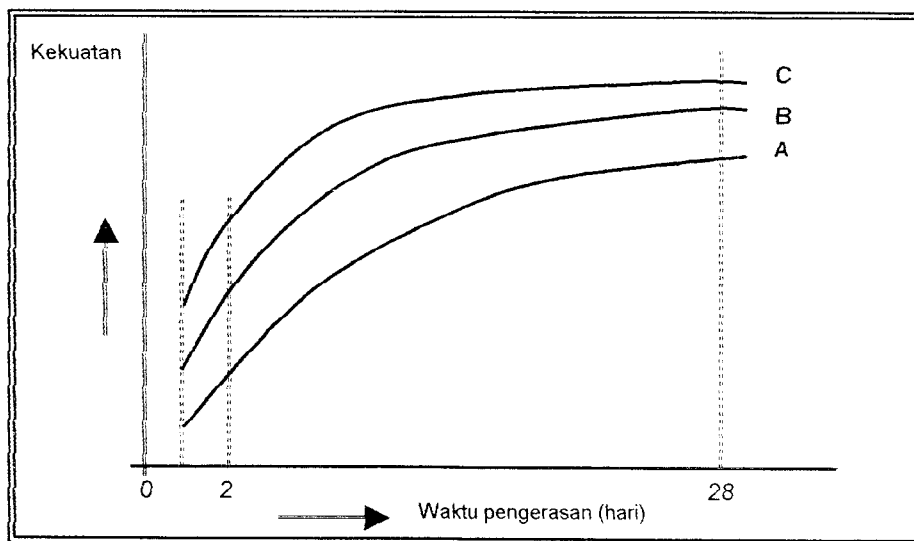
1. Kelas A : semen dengan kekuatan awal yang normal
2. Kelas B : semen dengan kekuatan awal yang tinggi
3. Kelas C : semen dengan kekuatan yang sangat tinggi

Dibawah ini tabel serta gambar yang menunjukkan kelas kuat awal semen :

Tabel 3.6 Pengelompokan semen berdasar kelas kuat awal

Jenis Semen	Kelas			Warna
	A	B	C	
Semen Portland	•	•	•	Abu-abu
Semen Portland Fly-ash	•			Abu-abu
Semen Portland putih			•	Putih

Sumber : Pedoman Pengerjaan Beton, R. Sagel, P. Kole, Gideon K, 1994



Sumber : Pedoman Pengerjaan Beton, R. Sagel, P. Kole, Gideon K, 1994

Gambar 3.2 Perkembangan-kekuatan kelas semen yang berbeda

B. Agregat

Agregat (bahan yang tidak bereaksi) adalah butiran material alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton yang diikat oleh semen. Jenis agregat ini terdiri dari agregat kasar (batu-batu pecah) dan agregat halus (kerikil dan pasir). Penggunaan agregat dalam beton memiliki porsi terbesar yaitu sebesar 60% - 80% dari volume totalnya. Oleh karena itu gradasi diupayakan saling mengisi menjadi satu-kesatuan massa yang utuh, homogen dan kompak, yaitu agregat berdiameter kecil mengisi ruang kosong di antara agregat besar. Disamping itu harga agregat di pasaran relatif lebih murah. Maka penggunaan agregat yang banyak pada campuran beton akan sangat menguntungkan, sehingga beton yang dihasilkan akan ekonomis.

Pemilihan agregat tergantung dari :

- syarat-syarat yang ditentukan beton
- persediaan lokasi pembuatan beton
- perbandingan yang telah dibuat antara biaya dan mutu

Dari pemakaian agregat yang spesifik, sifat-sifat beton dapat dipengaruhi. Suatu pembagian yang sepiantas lalu (kasar) dapat dilakukan sebagai berikut :

- agregat normal (kuarsif, pasir, kerikil, basalt)
- agregat halus (puing batu, terak lahar, serbuk batu/*bims*)
- agregat kasar (bariet, bijih besi magnetiet dan limonier)

Kecuali agregat alami dapat juga digunakan produk alami atau terbakar, beton gilas atau puing tembok batu bata.

C. Air

Fungsi air dalam campuran beton adalah untuk terjadinya hidratisasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran menjadi keras setelah lewat beberapa waktu. Penambahan air pada pencampuran juga bertujuan ekonomis, yaitu dengan banyaknya air maka penggunaan agregat akan lebih banyak pula, namun akan dapat mengurangi kekuatan beton setelah mengeras.

Karena perkerasan beton berdasarkan reaksi anatara semen dan air, maka sangat diperlukan untuk memeriksa air yang akan digunakan memenuhi syarat atau tidak. Air tawar yang dapat diminum, tanpa diragukan dapat digunakan. Apabila tidak ada disarankan untuk mengamati apakah air tersebut mengandung bahan-bahan yang dapat merusak beton/baja. Apabila ada beberapa kotoran yang terapung, maka air tidak layak digunakan. Di samping pemeriksaan visual, juga harus diamati apakah air mengandung bahan perusak. Contohnya Fosfat, minyak, asam, alkali, bahan-bahan organis dan garam-garam. Penelitian semacam ini dilakukan di dalam laboratorium. Metode perawatan selanjutnya dengan cara membasahi beton yang baru dituang terus-menerus atau direndam air. Air untuk perawatan selanjutnya, keasaman tidak boleh $\text{pH} \geq 6$, juga tidak boleh terlalu sedikit mengandung kapur .

D. Bahan Kimia Tambahan (*Additive*)

Bahan kimia tambahan ini digunakan bilamana diperlukan. Bahan tambahan adalah suatu bahan produksi di samping bahan semen yang berupa serbuk ataupun cairan yang ditambahkan ke dalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu dengan tujuan mengubah beberapa sifat. Takaran bahan kimia tambahan ini

sangat sedikit apabila dibanding dengan bahan utama, sehingga takaran bahan tambahan ini dapat diabaikan dan tidak dapat mengoreksi komposisi spesi beton yang buruk. Karenanya diusahakan komposisi beton yang seoptimal mungkin dengan bahan-bahan yang cocok. Dari berbagai macam bahan tambahan kimia yang ada, harus diadakan percobaan awal terlebih dahulu, untuk mengetahui apakah takarannya memenuhi sifat-sifat yang dituju.

Ide dari bahan ini sering berdasarkan efek *Ball-bearing*. Gelembung udara kecil dibentuk dalam massa spesi dan bekerja sebagai pelumas, sehingga dapat membantu pengerjaan beton agar didapatkan hasil yang lebih baik.

Bahan kimia tambahan yang biasa dipakai adalah seperti tersebut di bawah ini, beserta tujuan yang ingin dicapai dengan pemakaian bahan itu.

Tabel 3.7 Jenis bahan kimia tambahan yang sering digunakan beserta tujuannya

Bahan Kimia Tambahan	Tujuan
Super Plasticizer	Mempertinggi kelecakan (zona konsistensi dipertinggi), mengurangi jumlah air pencampur.
Pembentuk gelembung udara	Meninggikan sifat kedap air, meninggikan Kelecakannya
Retarder	Memperlambat awal pengikatan/pengerasan, memperpanjang waktu pengerjaan. Digunakan pada siar cor, membatasi panas hidrasi (struktur tingkat berat)
Bahan warna	Memberi warna permukaan

Sumber : Pedoman Pengerjaan Beton, R. Sagel, P. Kole, Gideon K, 1994

3.3.4 Persiapan Peralatan

a. *Batcher*

Metode yang digunakan dalam pembuatan beton ini adalah menggunakan penakar berat. Keakuratan penimbangan bahan campuran akan sangat menentukan kualitas dari beton yang dihasilkan.

b. *Mixer*

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

c. Truk pengangkut

Truk dalam hal ini berfungsi sebagai alat pengangkut dan *agitator* harus dalam kondisi baik, sehingga tidak dimungkinkan rusak di jalan.

3.3.5 Penakaran Material (*Batching*)

Untuk pembuatan beton berkualitas sedang dan tinggi, di dalam PB 1989 4.2.4 mensyaratkan bahwa proporsi campuran beton harus dilakukan dengan penakaran berat (*Weight batching*). Ada dua cara penakaran dilakukan, tergantung dari peralatan yang digunakan, yaitu :

a. *Single Material Batcher*

Single material batcher merupakan batcher yang paling sederhana. Untuk mengisi *batcher* dengan jumlah yang sesuai, operator membuka *gate* yang terdapat di bagian bawah *batcher* dengan bukaan yang sesuai. Jika *gate* ini dioperasikan secara *manual*, maka operator harus memperhatikan skala bukaan dengan hati-hati, untuk

menghindari terlalu banyaknya material yang diambil dalam *batcher*. Keuntungan dari penggunaan *batcher* ini adalah masing-masing material diukur dan ditimbang sendiri.

b. *Multiple* atau *Cumulative Batcher*

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

3.3.6 Pengadukan Beton

Pengadukan beton dilakukan dalam *mixer* yang sekaligus sebagai pengangkut *agitator*. Kapasitas pengadukan ini maksimum adalah 8 m^3 beton untuk tiap *mixer*. Bahan baku yang telah ditimbang dalam *batcher* dicampur dengan cara seperti yang dijabarkan berikut ini.

Agregat diangkut melalui *belt conveyour* masuk ke dalam *mixer* bersamaan dengan semen, dengan proporsi sepertiga dari jumlah material yang direncanakan. Setelah itu air dimasukkan dengan volume sepertiga dari desain yang ditetapkan. Setelah sepertiga campuran pertama kemudian dilanjutkan dengan sepertiga campuran yang kedua dan ketiga, sampai mencapai volume yang ditentukan. Selama proses pemasukkan bahan baku, *mixer* harus tetap bekerja hingga pengawas pengadukan menyatakan campuran telah siap untuk diangkut.

3.3.7 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 produk beton tersebut. Faktor itu adalah keterlambatan pengangkutan, mengeringnya beton, segregasi, pemadatan.

Pengangkutan beton dilakukan dengan menggunakan truk jenis *agitator*. Truk ini berfungsi untuk mengurangi terjadinya segregasi, adanya pemadatan beton, menjaga keseragaman beton saat dituangkan pada proses pengecoran. Semua yang tersebut di atas dimulai dari tahap persiapan material serta peralatannya hingga pengangkutan.

3.4 Teori Peramalan

Sebelum menentukan pemodelan manajemen persediaan material bahan baku, perusahaan beton jadi (*Readymix*) yang akan melaksanakan proses produksi harus dapat menentukan jumlah penggunaan material bahan baku yang akan datang. Kegiatan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang disebut peramalan. Peramalan (*Forecasting*) merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien. Peramalan mempunyai peranan langsung pada peristiwa eksternal yang pada umumnya berada di luar kendali manajemen. Seperti : ekonomi, sosial, politik, perubahan teknologi, budaya, pemerintahan, pelanggan, pesaing dan lain sebagainya.

Peramalan adalah prediksi, proyeksi atau estimasi tingkat kejadian yang tidak pasti di masa yang akan datang. Ketepatan secara mutlak dalam memprediksi peristiwa dan tingkat kegiatan yang akan datang sangat sulit dicapai, bahkan dapat dikatakan mustahil. Oleh karena itu ketika perusahaan tidak dapat melihat kejadian yang akan datang secara pasti, diperlukan waktu dan tenaga yang tidak kecil agar mereka dapat memiliki kekuatan untuk menarik kesimpulan terhadap kejadian yang akan datang.

Peramalan pada umumnya digunakan untuk memprediksi pendapatan, biaya, keuntungan, harga, perubahan teknologi dan berbagai variabel lainnya. Dalam lingkungan perusahaan beton jadi (*Readymix*) ini, peramalan digunakan untuk memprediksi atau mengestimasi penggunaan material bahan baku yang akan datang (Untung Sus A. dkk, 1995).

Banyak faktor lingkungan yang mempengaruhi permintaan, namun tidak mungkin mengidentifikasi semua faktor dan menghitung kemungkinan pengaruhnya terhadap perusahaan. Beberapa faktor umum lingkungan yang mempengaruhi peramalan, antara lain :

1. Kondisi umum bisnis dan ekonomi
2. Reaksi dan tindakan pesaing
3. Tindakan pemerintah
4. Kecenderungan pasar
5. Inovasi teknologi

3.4.1 Metode Peramalan

Banyak jenis metode peramalan yang tersedia untuk manajemen. Namun yang lebih penting adalah bagaimana memahami karakteristik suatu model peramalan agar sesuai bagi pengambilan keputusan. Peramalan yang baik adalah peramalan yang dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah atau prosedur yang baik. Pada dasarnya ada tiga langkah peramalan yang penting (Assauri, S 1984), yaitu :

1. Menganalisa data masa lalu. Analisa dilakukan dengan cara membuat tabulasi dari data masa lalu. Dengan tabulasi data, maka dapat diketahui pola dari data tersebut.
2. Menentukan metode yang digunakan. Masing-masing metode akan memberikan hasil peramalan yang berbeda. Suatu metode mungkin sangat cocok untuk membuat peramalan mengenai suatu hal, tetapi tidak cocok untuk membuat peramalan tentang hal lain. Metode peramalan yang baik adalah yang menghasilkan penyimpangan antara hasil peramalan dengan nilai kenyataan sekecil mungkin.
3. Memproyeksikan data yang lai dengan menggunakan metode yang digunakan dan mempertimbangkan adanya beberapa faktor perubahan. Faktor perubahan tersebut antara lain terdiri dari perubahan kebijakan-kebijakan yang mungkin terjadi, termasuk perubahan kebijaksanaan pemerintah, perkembangan potensi masyarakat, perkembangan teknologi dan penemuan-penemuan baru, dan perbedaan antara hasil ramalan yang ada dengan kenyataan. Dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut, maka akan dapat ditentukan hasil ramalan

yang terakhir. Hasil inilah yang dipergunakan sebagai dasar untuk perencanaan dan pengambilan keputusan.

3.4.2 Pendekatan Peramalan

Secara umum metode peramalan dapat diklasifikasikan dalam dua kategori utama yaitu metode kuantitatif dan metode kualitatif.

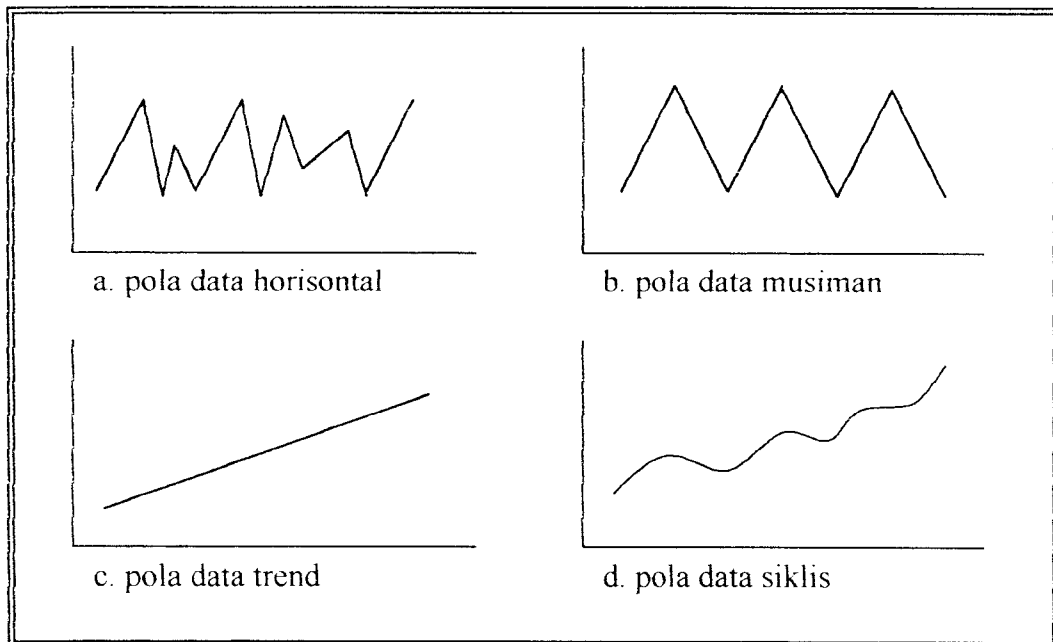
Metode Kuantitatif sangat beragam dan setiap teknik memiliki sifat, ketepatan dan biaya yang harus dipertimbangkan dalam memilih metode tertentu. Metode kuantitatif didasarkan atas prinsip-prinsip statistik yang memiliki tingkat ketepatan tinggi atau dapat meminimumkan kesalahan (*error*), lebih sistematis, dan lebih populer dalam penggunaannya. Untuk menggunakan metode kuantitatif terdapat tiga kondisi yang harus terpenuhi :

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

Untuk metode kuantitatif sendiri meliputi beberapa metode, antara lain metode deret berkala (*Time series*) , yang melakukan prediksi di masa yang akan datang berdasarkan masa lalu. Metode yang lain yaitu metode kausal, yang mengasumsikan faktor yang diramalkan memiliki hubungan sebab-akibat terhadap beberapa variabel *Independent* (Assauri,S. ,1984)

pada pola data musiman. Perbedaannya, pada pola data ini fluktuasi terjadi di sekitar data yang ada.

Untuk lebih jelasnya mengenai grafik dari pola-pola data di atas dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.3 Grafik metode deret berkala

Metode Peramalan Deret Berkala (*Time Series*) antara lain (Yhi-Long Chang, 1995) :

a. Simple Average

Persamaan simple average :

$$F_t = A, \text{ atau } F_t = \frac{\sum_{t=1}^n A_t}{n}$$

$$f_{(t+i)} = F_t$$

Karakteristik smoothing ini dikendalikan dengan menggunakan faktor smoothing α yang bernilai antara 0 sampai 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 trend atau faktor musiman.

e. Exponential Smoothing With Linear Trend

Persamaan :

$$F_0 = A_1; T_0 = 0$$

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

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$$

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

Konstanta pemulusan (β) digunakan untuk memuluskan trend. Dan pada prinsipnya menyerupai konstanta pemulusan (α).

f. Double Exponential Smoothing

$$F_0 = F'_0 = A_1;$$

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

$$F'_t = \alpha F_t + (1-\alpha)F'_{t-1}$$

$$f_{(t+\tau)} = F'_t$$

g. Double Exponential Smoothing With Linear Trend

$$F_0 = F'_0 = A_1;$$

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

$$F'_t = \alpha F_t + (1-\alpha)F'_{t-1}$$

$$\gamma = \tau\alpha/\beta$$

$$f_{(t+\tau)} = (2+\gamma)F_t - (1+\gamma)F'_t$$

h. Adaptive Exponential Smoothing

$$F'_0 = A_1$$

$$f_t = \alpha A_t + (1-\alpha)(F_{t-1})$$

i. Linear Regression

$$b = \frac{\left\{ \sum_i [A_i i] - \left[\frac{n \cdot A(n+1)}{2} \right] \right\}}{\left(\sum_i i^2 \right) - \left(\frac{n(n+1)^2}{4} \right)}; \quad \text{di mana } i = 1 \text{ to } n$$

$$a = A - \left\{ b \frac{(n+1)^2}{2} \right\}$$

$$ft = a + b.t$$

j. Winter's Model

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

konstan, unsur trend, dan unsur musiman. Hal ini serupa dengan metode *Holt*, dengan satu persamaan tambahan untuk mengatasi musiman.

Persamaan tersebut adalah :

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

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

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

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

Keterangan simbol rumus-rumus :

- t = waktu atau periode, $t = 1, 2, 3, \dots, n$.
- τ = waktu dari t
- m = periode rata-rata bergerak atau panjang perputaran seasional
- W = Pembeda untuk periode t
- n = jumlah data waktu
- α = parameter smoothing pertama
- β = parameter trend smoothing
- γ = parameter seasional smoothing
- A_t = data aktual dalam periode t
- A = rata-rata dari data aktual
- f_t = peramalan untuk periode t
- T_t = trend untuk periode t
- F_t = nilai smoothing untuk periode t
- e_t = error (deviasi) untuk periode t , (pada QS ver. 3,0 $e_t = f_t - A_t$)

b. Metode Kausal

Metode ini mengasumsikan bahwa faktor yang diramalkan menunjukkan suatu hubungan sebab akibat dengan satu atau lebih variabel yang berpengaruh dan

digunakan untuk meramalkan nilai masa depan. Keuntungan dari model kausal adalah dapat digunakan dengan keberhasilan yang lebih besar untuk pengambilan keputusan dan kebijaksanaan.

Metode-metode yang termasuk dalam peramalan kausal :

1. Metode peramalan regresi
2. Metode peramalan ekonometrik

Selain metode peramalan kuantitatif seperti yang telah dijabarkan di atas, diklasifikasikan juga Metode Peramalan Kualitatif. Metode Kualitatif atau pertimbangan lebih mengandalkan pada pengamatan-pengamatan empirik dan intuisi dari para pembuat keputusan.

Metode peramalan ini bersifat subyektif di mana peramalan dilakukan berdasarkan pertimbangan, pendapat, pengalaman dan prediksi peramal (*Forecaster*), pengambil keputusan, atau para ahli. Pendekatan ini digunakan pada saat tidak tersedia sedikit pun data historis.

Metode yang termasuk peramalan kualitatif :

- Metode Delphi
- Survey pasar
- Analogi historis dan analisa siklus hidup

3.4.3 Horison Waktu Peramalan

Peramalan juga diklasifikasikan berdasar horison waktu peramalan, yaitu :

a. Peramalan Jangka Pendek (*Short-range Forecast*)

Peramalan ini mempunyai jangka waktu harian, mingguan, atau bulanan yang biasanya berjangka waktu sampai 1 tahun. Contoh peramalan jangka pendek adalah perencanaan pembelian (*Planning purchasing*), dan penjadwalan kerja.

b. Peramalan Jangka Menengah (*Medium-range Forecast*)

Jangka waktu peramalan berkisar antara 1 tahun sampai dengan 3 tahun. Peramalan ini berguna untuk perencanaan penjualan (*Sales planning*), perencanaan produksi dan anggaran, dsb.

c. Peramalan Jangka Panjang (*Long-range Forecast*)

Jangka waktu peramalan lebih dari 3 tahun. Peramalan tersebut digunakan dalam perencanaan produk baru, ekspansi, analisis fasilitas, dan *Research and Development*.

3.4.4 Pemilihan Penggunaan Metode Peramalan

Pada prinsipnya penggunaan metode-metode peramalan harus memahami benar setiap karakteristik dari metode-metode tersebut. Suatu metode dengan karakteristik tertentu tidak dapat dipastikan memiliki tingkat akurasi yang sama untuk pola data yang berbeda. Sebagai contoh, teknik *moving average* sangat sesuai untuk pola data yang tidak berubah jika diterapkan pada pola data yang lain. Ia akan mempunyai derajat akurasi yang lebih rendah. Berikut panduan dalam pemilihan teknik-teknik peramalan pada metode *Time Series Forecasting*.

Tabel 3.8 Panduan pemilihan teknik peramalan

No	Metode	Pola Data	Horison Waktu	Jumlah Data Minimum	
				Non Musiman	Musiman
1	Simple Average	St	Pdk	30	
2	Weighted Moving Average	St	Pdk	4-20	
3	Moving Average with Linear	Tr	Pdk	4-20	
4	Single Exponential Smoothing	St	Pdk	20	
5	Exponential Smoothing with Linear Trend	Tr	Pdk	20	
6	Double Exponential Smoothing	St, Tr	Pdk	20	
7	Double Exponential Smoothing with Linear Trend	Tr	Pdk	20	
8	Linear Regression	Tr	Mnh	20	
9	Winter's Model	St, Tr, Se	Mnh		2*L

Sumber : Yhi-Long Chang, 1995, Quantitative System 3.0, 5th Edition, Prentice Hall International Inc., Englewood Cliffs, New Jersey

Keterangan : Pola data : St = Stasioner; Tr = Trend; Se = Seasonal
 Horison waktu : Pdk = Pendek; Mnh = Menengah
 Musiman : 2*L = Dua kali panjang musiman

3.4.5 Keakuratan dan Kontrol Peramalan

Hal yang sangat vital dalam peramalan adalah tingkat 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 model peramalan yang digunakan sesuai dengan pola permintaan. Berikut rumus kesalahan peramalan :

$$e_t = A_t - F_t$$

Dengan :

e_t	=	kesalahan peramalan periode ke- t
A_t	=	data aktual periode ke- t
F_t	=	peramalan periode ke- t

Menurut *Dilworth (1985)*, terdapat 4 alat untuk pengukuran yang berguna untuk pengukuran kesalahan peramalan atau keakuratan peramalan, yaitu :

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.

$$MAD = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{n}$$

2. Mean Square Deviation (MSD)

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

$$MSD = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|^2}{n}$$

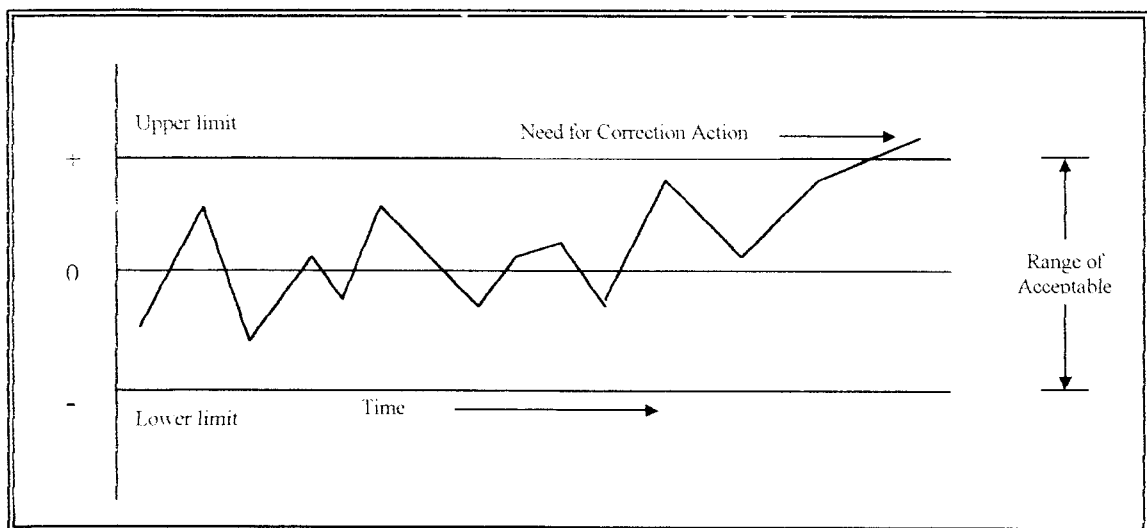
3. Mean Error Deviation (Bias)

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. MFE sering disebut juga BIAS (Kesalahan rata-rata).

$$Bias = \sum_{t=1}^n \frac{e_t}{n}$$

Memonitor kesalahan peramalan merupakan kegiatan yang perlu dilakukan untuk meyakinkan bahwa peramalan tersebut cukup baik. Hal ini diselesaikan dengan membandingkan kesalahan peramalan dengan nilai yang telah ditetapkan sebelumnya. *Tracking signal* yang termasuk dalam kisaran batas yang ditetapkan sebelumnya dapat diterima, sedangkan *Tracking signal* yang keluar dari batas kontrol memerlukan tindakan korektif. Tindakan korektif tersebut dapat berupa penambahan data lagi, dapat juga berupa penghilangan data-data yang nilainya berada di luar batas, hanya saja hal tersebut mempunyai kekurangan karena data menjadi lebih sedikit

Setelah *tracking signal* dihitung, kemudian dipetakan ke dalam peta kontrol *tracking signal*, seperti yang terlihat di bawah ini.



Sumber : Sudjana, 1992, *Metoda Statistika*, Tarsito, Bandung

Gambar 3.4 Peta kontrol peramalan

Berikut penjelasan dari pendekatan peta kontrol yang digunakan sebagai kontrol peramalan pada penelitian ini.

Pendekatan peta kontrol ini meliputi pasangan batas kontrol, yaitu batas kontrol atas (*Upper limit*) dan batas kontrol bawah (*Lower limit*). Batasan tersebut diperoleh dari penggandaan nilai akar dari *MAD* (lihat lampiran perhitungan peramalan). Metode ini mengandung asumsi sebagai berikut :

- a. Nilai kesalahan peramalan tersebar secara acak di sekitar nilai nol.
- b. Penyebaran *error* peramalan dianggap mengikuti distribusi normal.

Akar nilai *MAD* merupakan harga estimasi *Standart deviation* dari penyebaran *error*, sehingga :

$$s = \sqrt{MAD}$$

Dengan ketentuan :

- 95 % nilai *tracking signal* diharapkan di dalam batas kontrol sebesar $0 \pm 2.s$
- 99 % nilai *tracking signal* diharapkan di dalam batas kontrol sebesar $0 \pm 3.s$.

3.5 Teori Persediaan

Istilah persediaan (*Inventory*) adalah suatu istilah umum yang menunjukkan segala sesuatu atau sumber daya-sumber daya perusahaan yang disimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintaan (Handoko, 1993). Papon (dalam Silver, 1985) arti persediaan adalah (diadaptasikan) “Persediaan atau harta dari perusahaan yang tidak hanya berupa uang, tetapi juga komoditi dan juga bahan



mentah serta material-material penting lainnya”. Sementara itu Within (dalam Silver, 1985) memberikan pengertian bahwa “Persediaan senantiasa dijelaskan sebagai penimbunan sia-sia, sebagai persediaan yang berlebihan dan penyebab kegagalan serius dalam bisnis. Persediaan berlebihan juga menyebabkan ketidakstabilan dalam daur perusahaan. Pengembangan bisnis menemui jurang dalam persediaan yang gagal”.

3.5.1 Tujuan Persediaan

Proses produksi merupakan serangkaian item-item pekerjaan yang berkesinambungan, saling terkait dan tergantung. Proses yang simultan tersebut harus diusahakan agar terus-menerus berjalan tanpa hambatan yang berarti, karena apabila terjadi satu item pekerjaan terhambat maka dapat dipastikan seluruh pekerjaan akan terganggu. Banyak sebab terjadinya hambatan-hambatan pekerjaan tersebut, salah satu di antaranya adalah masalah manajemen persediaan material bahan baku dari proses produksi tersebut, terutama apabila terjadi kekurangan material bahan baku (*Understock material*). Tidak mustahil seluruh proses akan terhenti total. Kerugian yang diderita adalah waktu penyelesaian tidak tepat sehingga akumulasi biaya operasional akan sangat tinggi. Untuk menghindari terjadinya kondisi tersebut, lazimnya persediaan material akan ditimbun sebanyak mungkin (*Overstock material*). Namun kondisi ini juga akan terkendala oleh kapasitas gudang penyimpanan yang tersedia, juga pemborosan akibat dari investasi atau dana yang menganggur (*Idle resources*). Masalahnya adalah bagaimana menentukan jumlah dan waktu yang tepat

untuk memesan material sehingga proyek tidak kekurangan material bahan baku serta tidak tertimbun material yang berlebihan.

Pengendalian dan pemeliharaan sediaan barang fisik merupakan masalah yang lazim di semua perusahaan. Ada beberapa alasan untuk mengadakan persediaan material bahan baku. Tujuan pengadaan persediaan antara satu perusahaan yang satu dengan perusahaan yang lain dapat berbeda. Ada perusahaan yang menggunakan pengadaan persediaan terutama untuk menyesuaikan bagi produk musiman dan ada perusahaan yang menggunakannya sebagai pusat operasi. Namun pada prinsipnya terdapat persamaan fungsi dasar yaitu sebagai fungsi cadangan dan karena itu hendaknya dapat digunakan secara efisien (Assauri, 1980).

Pengadaan persediaan material bahan baku merupakan proteksi terhadap perubahan permintaan, menjaga arus produksi yang merata (*Smooth*) dengan menyediakan fungsi pemutus antara tahap-tahap dalam proses produksi, dan menekan biaya material bahan baku total dengan memanfaatkan diskon kuantitas. Selain itu sediaan dapat membantu dalam meningkatkan laju produksi dan menurunkan biaya produksi, jika melalui pemanfaatan yang cermat

Ada dua kondisi ekstrem yang dapat terjadi akibat dari tidak efektifnya manajemen persediaan yang berlaku, yaitu :

- a. *Understocking*, yaitu keadaan di mana jumlah barang persediaan dalam jumlah terbatas untuk memenuhi kebutuhan dalam jangka waktu yang relatif pendek. Karakteristik dari kondisi semacam ini adalah pembelian barang dalam jumlah

kecil dan dalam frekwensi yang sering. Biaya penyimpanan pada kondisi ini menjadi kecil.

- b. *Overstocking*, yaitu keadaan di mana jumlah persediaan material yang disimpan dalam jumlah yang sangat besar untuk memenuhi permintaan dalam jangka waktu yang relatif lebih panjang. Penyelesaian dengan kondisi ini mempunyai karakteristik bahwa pembelian material dilakukan dalam jumlah yang besar dengan frekwensi yang jarang. Hal tersebut akan mengakibatkan biaya penyimpanan (*Holding cost*) akan menjadi besar, namun dengan risiko kekurangan material menjadi lebih kecil.

Untuk mengatasi dua kemungkinan kondisi yang terlanjur terjadi seperti yang tersebut di atas akan membutuhkan biaya yang sangat besar. Karena itu dibutuhkan manajemen persediaan material bahan baku yang optimal untuk menghindari keadaan tersebut, sehingga biaya penyimpan dapat ditekan seminim mungkin, dan efektifitas biaya dari proses produksi dapat tercapai.

Sistem manajemen dapat juga memberikan penghematan yang relatif besar bagi perusahaan yang bersangkutan. Penghematan tersebut dapat tercapai dalam berbagai bentuk, tergantung kepada situasi yang berlaku pada perusahaan tersebut. Beberapa sumber penghematan demikian adalah biaya-biaya pembelian yang lebih rendah biaya bunga yang lebih rendah atau meningkatnya ketersediaan dana internal, biaya operasional yang lebih rendah, biaya produksi per unit yang lebih rendah, dan pelayanan pelanggan yang lebih baik.

3.5.2 Bahan Baku

Berkaitan dengan aspek persediaan ini, bahan baku merupakan salah satu unsur yang paling aktif dalam proses produksi. Menurut (Assauri, 1994) bahan baku memiliki pengertian “Meliputi semua bahan yang dipergunakan dalam perusahaan kecuali terhadap bahan-bahan yang secara fisik akan digabungkan dengan produk yang akan dihasilkan oleh perusahaan tersebut “.

Menurut Reksohadiprodjo (1993) persediaan bahan baku diperlukan karena :

1. Bahan-bahan dan komponen-komponen tidak dapat satu per satu datang pada waktu bahan-bahan dan komponen-komponen tersebut dibutuhkan, namun datang dalam jumlah yang banyak.
2. Perlunya menghindari kekurangan persediaan supaya kualitas produksi terjamin.

Pengendalian ini mutlak diperlukan, karena bahan baku merupakan investasi terbesar dalam pos aktiva lancar, maka pengendalian persediaan disebut sebagai suatu fungsi manajerial yang sangat penting dan perlu mendapatkan perhatian yang sungguh-sungguh. Bagi perusahaan yang menanamkan terlalu banyak dana dalam persediaan, menyebabkan biaya penyimpanan yang berlebihan dan mungkin mempunyai *opportunity cost*. Demikian pula bila persediaan tidak mencukupi dapat menimbulkan biaya-biaya karena kekurangan bahan.

3.5.3 Manajemen Persediaan Pada Perusahaan Beton *Readymix*

Masalah penyediaan material bahan baku yang timbul pada perusahaan beton jadi disebabkan oleh tidak adanya kesesuaian antara permintaan dengan penyediaan

dan waktu yang digunakan untuk memproses materi bahan baku. Pada perusahaan tersebut proses produksi dilaksanakan hanya pada saat datang pemesanan. Untuk menjaga keseimbangan permintaan dengan penyediaan material bahan baku dan waktu untuk proses produksi dibutuhkan persediaan. Oleh karena itu, terdapat empat faktor yang dijadikan sebagai fungsi perlunya persediaan, yaitu faktor waktu, ketidakpastian waktu datang, ketidakpastian penggunaan, dan faktor ekonomis.

Faktor waktu menyangkut lamanya proses produksi dan distribusi sebelum barang sampai kepada konsumen. Waktu diperlukan untuk membuat skedul produksi, mengolah bahan baku, pengiriman bahan baku, produksi, dan pengiriman barang jadi ke konsumen. Persediaan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan selama waktu tunggu (*Lead time*).

Faktor ketidakpastian waktu datangnya material bahan baku dari *supplier* menyebabkan perusahaan membutuhkan persediaan, agar tidak menghambat proses produksi maupun keterlambatan pengiriman kepada konsumen. Persediaan material bahan baku sangat terikat kepada *supplier*, persediaan barang dalam proses produksi terikat kepada bagian produksi, sedang persediaan barang jadi (*Product*) terikat kepada konsumen. Ketidakpastian waktu datang mengharuskan perusahaan membuat jadwal operasi secara lebih teliti dan rinci di setiap level proses produksi agar dapat terhindar dari risiko keterlambatan *supply* material bahan baku.

Faktor ketidakpastian penggunaan material bahan baku dari dalam perusahaan disebabkan oleh kesalahan-kesalahan dalam peramalan permintaan (*Forecasting*), kerusakan mesin, keterlambatan dari jadwal operasional secara global atau pun per

item, material bahan baku yang cacat, dan berbagai kondisi yang berpengaruh lainnya. Persediaan dilakukan untuk mengantisipasi ketidaktepatan peramalan maupun akibat lainnya tersebut.

Faktor ekonomis adalah adanya keinginan perusahaan untuk mendapatkan alternatif biaya rendah dalam memproduksi atau membeli item dengan menentukan jumlah paling ekonomis. Pembelian dalam jumlah besar memungkinkan perusahaan mendapatkan potongan harga yang dapat menurunkan biaya pembelian, biaya transportasi per unit menjadi lebih rendah. Persediaan dibutuhkan untuk menjaga stabilitas produksi dan fluktuasi bisnis.

Faktor-faktor yang tersebut di atas juga merupakan dasar pemikiran pengadaan persediaan pada perusahaan beton jadi (*Readymix*).

Pada perusahaan persediaan material bahan baku mempunyai fungsi antara lain :

a. Fungsi *Decoupling*

Fungsi penting *decouples* ini memungkinkan operasi-operasi perusahaan internal dan eksternal mempunyai kebebasan, dan persediaan 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 kuantitas yang dapat mengurangi biaya per unit.

c. Fungsi Antisipasi

Fluktuasi permintaan dapat diperkirakan dan diramalkan berdasarkan pengalaman atau data masa lalu. Dalam hal ini perusahaan melakukan persediaan musiman.

3.5.4 Pengawasan Persediaan

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

- a. Menjaga pembelian kecil-kecilan perlu dihindari, mengakibatkan ongkos pesan menjadi besar.
- b. Menjaga agar tidak kehabisan persediaan, yang dapat mengakibatkan terhentinya proses produksi.
- c. Menjaga supaya penyimpanan dalam gudang tidak dilakukan secara besar-besaran, yang dapat mengakibatkan biaya penyimpanan menjadi besar.

Dari keterangan di atas dapatlah dinyatakan bahwa tujuan pengawasan persediaan untuk memperoleh kualitas dan jumlah yang tepat dari bahan-bahan yang tersedia pada waktu yang dibutuhkan dengan biaya yang minimum untuk keuntungan atau kepentingan perusahaan. Dengan kata lain, pengawasan bertujuan untuk menjamin terdapatnya persediaan pada tingkat yang optimal agar produksi dapat berjalan dengan lancar dengan biaya persediaan yang minimal.

Pengaturan persediaan bahan baku yang dapat menjamin kelancaran proses produksi secara efektif dan efisien, perlu kiranya diterapkan kebijaksanaan yang berkenaan dengan masalah persediaan. Pemesanan barang harus ditentukan berapa

jumlah yang akan dipesan agar pesanan ekonomis, dan juga kapan pemesanan dilakukan. Perlu juga ditentukan berapa besarnya persediaan penyangga (*Buffer stock*) yang merupakan persediaan minimum.

Dalam suatu perusahaan yang membutuhkan cadangan persediaan, pemesanan material bahan baku yang dibutuhkan dapat dilakukan dengan dua macam cara (Agus Ahyary, 1986) yaitu :

- a. Pemesanan pada saat persediaan mencapai titik tertentu.

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

- b. Pemesanan dilakukan pada saat waktu tertentu dicapai.

Suatu sistem atau cara pemesanan material bahan baku di mana jarak waktu atau interval pemesanan yang tetap. Jadi cara ini ditentukan waktu pemesanan dengan jarak yang tetap. Cara ini dapat digunakan untuk mengawasi persediaan barang-barang yang banyak jenisnya serta tinggi nilainya.

3.5.5 Komponen Pemodelan

Analisa pemodelan persediaan untuk mendapatkan kuantitas pesanan dan titik pemesanan ulang, yang akan menentukan besar kecilnya biaya total penyediaan stock

(inventarisasi). Biaya total inventarisasi adalah fungsi dari komponen-komponen biaya berikut:

a. Biaya Pembelian (*Purchasing Cost*)

Adalah biaya yang dikeluarkan untuk pembelian material. Harga ini semakin murah bila material yang dibeli semakin banyak, dengan adanya potongan harga (*discount*). Sehingga muncul kecenderungan untuk membeli material dalam jumlah besar dalam frekuensi lebih jarang.

b. Biaya Pemesanan (*Setup Cost*)

Biaya yang dikeluarkan bila melakukan pemesanan. Semakin sering melakukan pemesanan ulang maka biaya yang dikeluarkan pun akan semakin besar.

c. Biaya Penyimpanan (*Holding Cost*)

Biaya yang harus dikeluarkan akibat penyimpanan material, biaya ini sangat berpengaruh pada bunga dari modal yang diinvestasikan untuk pengadaan material.

d. Biaya Kekurangan (*Shortage Cost*)

Biaya akibat habisnya material bahan baku, sehingga tidak dapat memenuhi pesanan yang mengakibatkan hilangnya konsumen.

Hal lain yang dapat mempengaruhi pemodelan masalah pengaturan persediaan, yaitu :

a. Pengisian kembali persediaan

Pengisian barang terjadi segera setelah dilakukan pemesanan atau pengisian stock dilakukan pada waktu yang tetap atau seragam karena terikat kontrak.

b. Horison waktu

Periode perencanaan tingkat persediaan. Horison waktu tergantung dari jangka waktu pemakaian kebutuhan yang sudah dapat diperkirakan.

c. Jumlah dan tipe barang

Menyatakan banyaknya jenis barang yang ditinjau dalam permodelan. Hal ini kadang-kadang berpengaruh pada tersedianya tempat penyimpanan, sehingga kendala terbatasnya tempat dalam permodelan harus diperhitungkan.

d. Jeda pengantaran

Waktu antara pemesanan dan penerimaan bahan baku sampai di tempat penyimpanan. Hal ini sangat berhubungan dengan tersedianya material yang dibutuhkan.

3.5.6 Model Persediaan

Informasi yang dibutuhkan untuk menentukan kebijakan persediaan optimum adalah parameter sebagai berikut : Permintaan, Biaya persediaan, Tenggang waktu

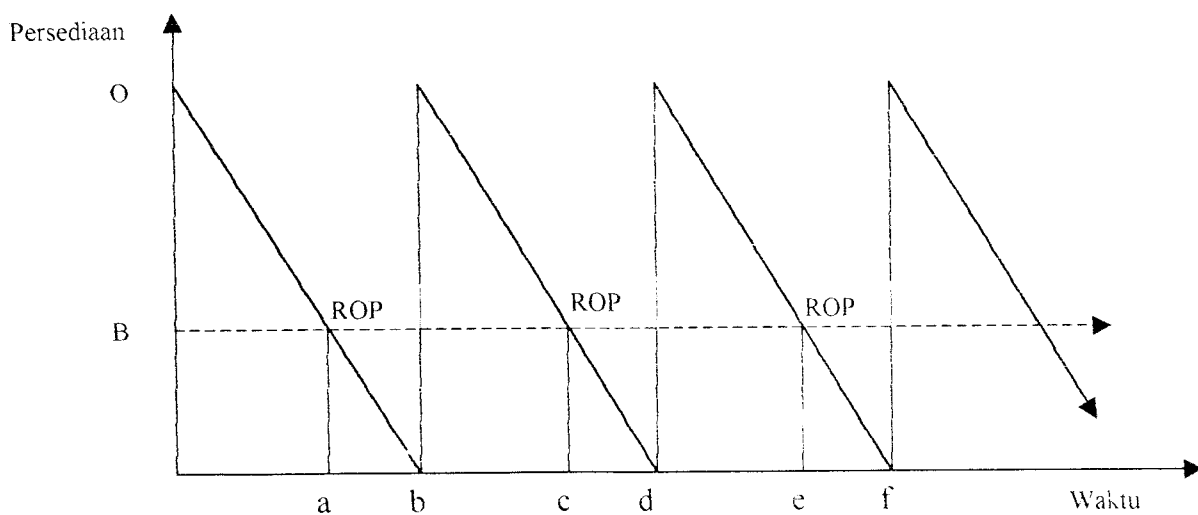
Dalam pemodelan ini, semua parameter di atas dapat diasumsikan secara pasti, dengan kata lain jumlah permintaan dan biaya persediaan diasumsikan secara pasti. Demikian pula halnya terhadap tenggang waktu pemesanan juga konstan.

Pertanyaan mendasar yang harus dijawab dalam sistem persediaan adalah “Berapa banyak?” dan “Kapan?” melakukan pemesanan kembali. Untuk menjawab pertanyaan tersebut sangat tergantung pada parameter-parameter di atas.

Metode EOQ (*Economic Order Quantity*)

Jumlah pemesanan yang dapat meminimumkan total biaya persediaan disebut *Economic Order Quantity* (EOQ). Penjabaran sederhananya adalah, bahwa metode tersebut mempunyai prinsip pengaturan persediaan dengan cara jumlah pemesanan yang paling ekonomis, dengan cara memperhitungkan cadangan penyangga, jumlah pesanan optimum, dan titik pemesanan kembali.

Secara klasik model persediaan yang ideal adalah seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 3.5 di bawah ini, di mana Q adalah jumlah pembelian dan ketika pesanan diterima jumlah persediaan sama dengan Q . Dengan tingkat penggunaan tetap, persediaan akan habis dalam waktu tertentu dan ketika persediaan hanya tinggal sebanyak kebutuhan selama tenggang waktu, pemesanan kembali (*Reorder point = ROP*) harus dilakukan.



Dimana : Q = jumlah pemesanan, B = reorder point.

$ac = ce$ = interval pemesanan, $ab = cd = ef$ = tenggang waktu

Gambar 3.5 Model persediaan

a. Analisis penentuan titik pemesanan ulang

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

$$R = B + \beta L \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana : R = titik pemesanan
 B = cadangan penyangga
 βL = pemakaian kebutuhan selama masa tenggang waktu

b. Cadangan penyangga

Cadangan penyangga disiapkan untuk memenuhi kebutuhan bila sewaktu-waktu kebutuhan tersebut melebihi dari yang diperkirakan. Besarnya cadangan penyangga tergantung dari pemesanan ulang dan pemakaian selama tenggang waktu. Menurut Buchan and Koenigsbreg, 1963, perhitungan cadangan penyangga diperoleh dengan cara menentukan suatu tingkat risiko atau tingkat pelayanan yang diinginkan oleh perusahaan dalam memproduksi beton.

$$B_m = \mu_m + (1-p) \cdot \sigma_m - \beta L \dots\dots\dots (3.2)$$

dimana : p = tingkat risiko yang diijinkan
 B_m = cadangan penyangga
 βL = konsumsi material selama waktu L
 L = lead time, yaitu selang waktu antara pemesanan dan tiba di lokasi
 μ_m = rata-rata kebutuhan
 σ_m = standar deviasi

c. Penentuan Jumlah Pesanan Optimum

$$Y_{optimum} = \sqrt{\frac{2 * K_m * (\beta_m * n)}{H_m}} \dots\dots\dots (3.3)$$

dimana : Y_{opt} Jumlah pesanan optimum
 K_m Besar biaya untuk satu kali pemesanan
 H_m Besar biaya penyimpanan
 β_m Rata-rata kebutuhan material
 n Waktu pengendalian

d. Penentuan Siklus Pemesanan

$$N = \frac{\beta * n - B_m}{Y_{opt}} \dots\dots\dots (3.4)$$

dimana : N Siklus pemesanan
 β kebutuhan rata-rata
 n jangka waktu pengendalian
 B_m cadangan penyangga
 Y_{opt} jumlah pesanan optimum

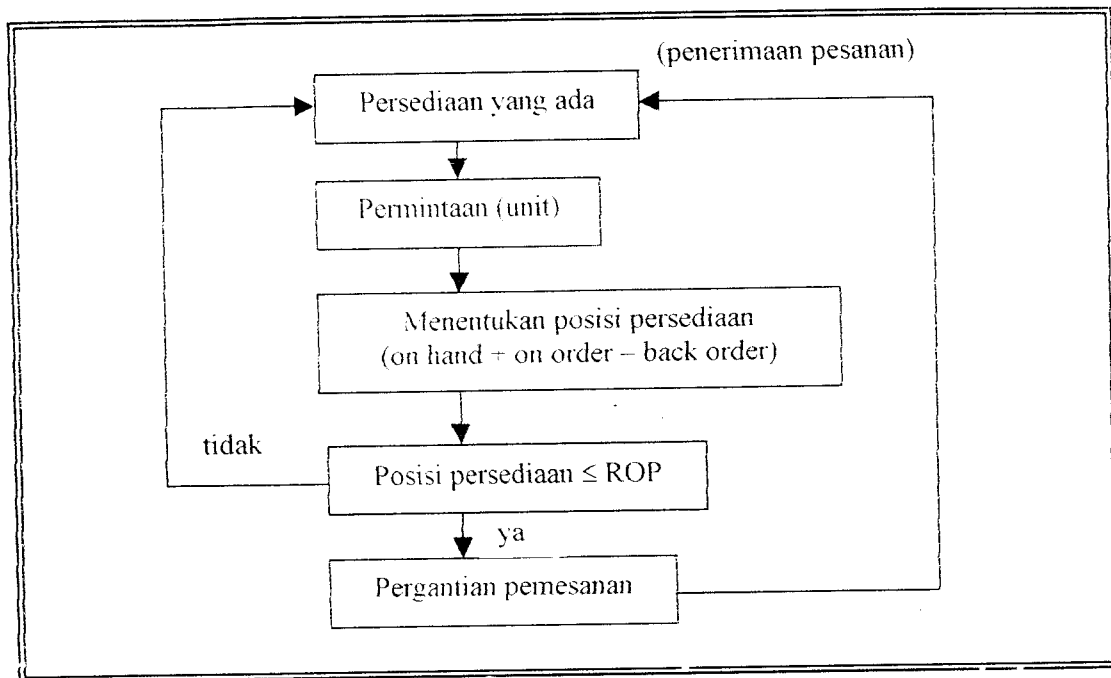
d. Tingkat Layanan (*Service Level*)

Service level dapat didefinisikan sebagai probabilitas di mana permintaan tidak akan melebihi persediaan selama *lead time* (dengan kata lain jumlah persediaan *on hand* cukup untuk memenuhi permintaan), sehingga :

$$\text{Service level} = 100\% - \text{risiko kehabisan persediaan (stock out risk)}$$

Jumlah cadangan penyangga tergantung pada faktor-faktor berikut ini :

1. Rata-rata persediaan
2. Rata-rata *lead time*
3. Tingkat *service level* yang diinginkan



Gambar 3.6 Sistem pemesanan jumlah tetap

BAB IV

PENERAPAN MODEL PERSEDIAAN

(KASUS PADA PT KARYA BETON YOGYAKARTA)

4.1 Kapasitas Produksi

Produksi beton yang dihasilkan PT Karya beton terdiri dari beberapa kualitas. Sampai saat ini kualitas tertinggi beton yang dapat dilayani adalah K-500.

Kemampuan produksi dari PT Karya beton, menurut keterangan dari pihak yang bersangkutan adalah sebesar 18.000 m³ per bulan, kemampuan produksi sebesar itu dirasakan masih dapat memenuhi pesanan untuk memasok kebutuhan beton dengan jumlah besar untuk beberapa proyek dalam waktu yang bersamaan.

Untuk tempat penyimpanan semen (*silo*) mempunyai kapasitas 250 m³ yang terdiri dua buah *silo*. Kapasitas tersebut sudah dapat memenuhi kebutuhan semen yang diperlukan dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan untuk material agregat (pasir dan split), tidak memerlukan gudang penyimpanan, hanya merupakan lahan terbuka sebagai media penyimpanan dengan kapasitas maksimum tempat penyimpanan untuk material pasir adalah 1600 m³ dan material split adalah 2500 m³.

Adapun kapasitas dari peralatan yang digunakan cukup memenuhi untuk menghasilkan beton dalam jumlah yang besar, karena sistem yang digunakan pada

proses produksinya adalah pengadukan dengan menggunakan *Mixertruck*, sehingga kapasitasnya dipengaruhi oleh banyaknya jumlah *mixertruck* yang dimiliki perusahaan dan jarak lokasi proyek yang dipasok. Jumlah *mixertruck* yang dimiliki oleh perusahaan yang bersangkutan sebanyak 12 buah dengan kapasitas masing-masing 5 m³. Sedangkan peralatan yang digunakan pada proses produksinya adalah :

- a. 1 buah *batching* dengan sistem *cumulative batcher*, kapasitasnya dipengaruhi oleh kapasitas *silo*.
- b. 2 buah *loader* untuk mempersiapkan material agregat di *batching plant*.

4.2 Pengadaan Material

4.2.1 Semen

Semen yang digunakan adalah semen portland. Kebutuhan semen terutama dipasok oleh PT Semen Gresik dengan berdasarkan kontrak yang telah disepakati. Harga kontrak semen, berdasarkan keterangan pihak yang bersangkutan sebesar harga patokan standar.

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

4.2.2 Agregat

Kebutuhan agregat untuk produksi ini dipasok dari penyalur PT Rakhmat, UD Budi Harto, UD Suradi Sejahtera Raya. Adapun jenis agregat yang digunakan

adalah pasir, split dengan ukuran diameter minimum 0,5 mm, maksimum 30 mm dan koral. Agregat tersebut diambil dari dua tempat yaitu pasir dari sungai Progo, split dari Clereng, Wates.

Harga kontrak untuk agregat tersebut dari sumber sampai tiba di lokasi penyimpanan material adalah :

- | | |
|----------|-----------------------------|
| a. Pasir | = Rp. 25.000/m ³ |
| b. Split | = Rp. 55.000/m ³ |
| c. Koral | = Rp. 40.000/m ³ |

4.3 Penentuan Model Persediaan

Model persediaan akan ditentukan berdasarkan data pemakaian yang diperoleh dari perusahaan. Model yang digunakan adalah model EOQ (*Economic Order Quantity*), apabila variasi kebutuhan relatif kecil. Dengan mengasumsikan tingkat kebutuhan horizon waktu adalah nilai rata-rata. Untuk mengetahui variasi suatu pola kebutuhan maka dicari Koeffisien variasi (*VC*) yaitu pembagian nilai varian kebutuhan tiap periode dibagi kwadrat rata-rata kebutuhan tiap periode, yang diturunkan dalam persamaan di bawah ini :

$$VC = \frac{\text{Varian kebutuhan per periode}}{\text{Kuadrat dari rata - rata kebutuhan per periode}} \dots\dots\dots (4.1)$$

Rata-rata kebutuhan per periode didapatkan dari persamaan :

$$E(D) = \frac{1}{N} [D(1) + D(2) + \dots + D(N)]$$

$$E(D) = \frac{1}{N} \sum D(i) \dots\dots\dots (4.2)$$

Varian kebutuhan per periode didapatkan dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \text{Var}(D) &= \frac{1}{N} [D(1)]^2 + \frac{1}{N} [D(2)]^2 + \dots + \frac{1}{N} [D(N)]^2 - [E(D)]^2 \\ \text{Var}(D) &= \frac{1}{N} \sum [D(i)]^2 - [E(D)]^2 \dots \dots \dots (4.3) \end{aligned}$$

Dengan mensubstitusikan kedua persamaan di atas, seperti pada persamaan (4.1) maka akan didapatkan persamaan :

$$VC = \frac{N * \sum [D(i)]^2}{[\sum D(i)]^2} - 1 \dots \dots \dots (4.4)$$

- bila : a. $VC < 0,20$ maka pola kebutuhan mempunyai variasi yang kecil,
disarankan menggunakan metode EOQ.
b. $VC \geq 0,20$ maka pola kebutuhan mempunyai variasi yang besar,
disarankan menggunakan metode Heuritsk Silver-Meal.

Dimana : VC = Variant Coefficient
 N = Jumlah data
 $\sum [D(i)]^2$ = Jumlah dari kuadrat nilai data
 $[\sum D(i)]^2$ = Kuadrat dari jumlah nilai data

Contoh perhitungan VC dari material semen adalah sebagai berikut :

Semen, N = 48 periode bulan

$\sum [D(i)]^2$ = 7.634.672

$[\sum D(i)]^2$ = 328.044.544

$$VC = \frac{N * \sum [D(i)]^2}{[\sum D(i)]^2} - 1 = \frac{48 * 7.634.672}{328.044.544} - 1 = 0,1171174$$

Tabel 4.1 Hasil perhitungan Variant Coefficient

Tahun	Bulan	Semen (m ³)	Pasir (m ³)	Split (m ³)
1998	Januari	335	1341	2007
	Februari	545	2180	3270
	Maret	600	2412	3566
	April	330	1320	1914
	Mei	434	1745	2627
	Juni	375	1571	2252
	Juli	340	1367	2118
	Agustus	287	1148	1855
	September	270	1087	1790
	Oktober	320	1264	1957
	November	432	1728	2576
	Desember	322	1288	1934
1999	Januari	201	923	1374
	Februari	211	951	1377
	Maret	245	1103	1507
	April	200	824	1482
	Mei	361	1529	1828
	Juni	272	1224	1711
	Juli	330	1648	2107
	Agustus	374	1696	2467
	September	593	1992	3864
	Oktober	392	1724	2522
	November	295	1315	1936
	Desember	191	998	1293
2000	Januari	338	1158	1857
	Februari	235	825	1233
	Maret	387	1388	2129
	April	409	1458	2248
	Mei	518	1858	2529
	Juni	419	1438	2315
	Juli	431	1590	2370
	Agustus	453	1586	2582
	September	455	1585	2498
	Oktober	723	2323	3674
	November	657	2296	3537
	Desember	702	2690	3848
2001	Januari	435	1786	2697
	Februari	385	1617	2382
	Maret	448	1869	2764
	April	456	1894	2877
	Mei	465	1915	2882
	Juni	384	1651	2381
	Juli	320	1384	1946
	Agustus	280	1154	1723
	September	220	924	1348
	Oktober	215	903	1333
	November	268	1126	1676
	Desember	254	1061	1572
Jml Periode (N)		48	48	48
$\sum [D_{(i)}]^2$		7634672	116621931	264323317
$\{ \sum [D_{(i)}] \}^2$		328044544	5163428449	11608985025
VC		0.1171174	0.08413484	0.092905124

Sumber : PT Karya Beton Yogyakarta

Dari hasil perhitungan di atas VC bernilai $< 0,20$ sehingga variasi kebutuhan relatif kecil, untuk itu disarankan menggunakan metode EOQ.

4.4 Batasan dan Anggapan

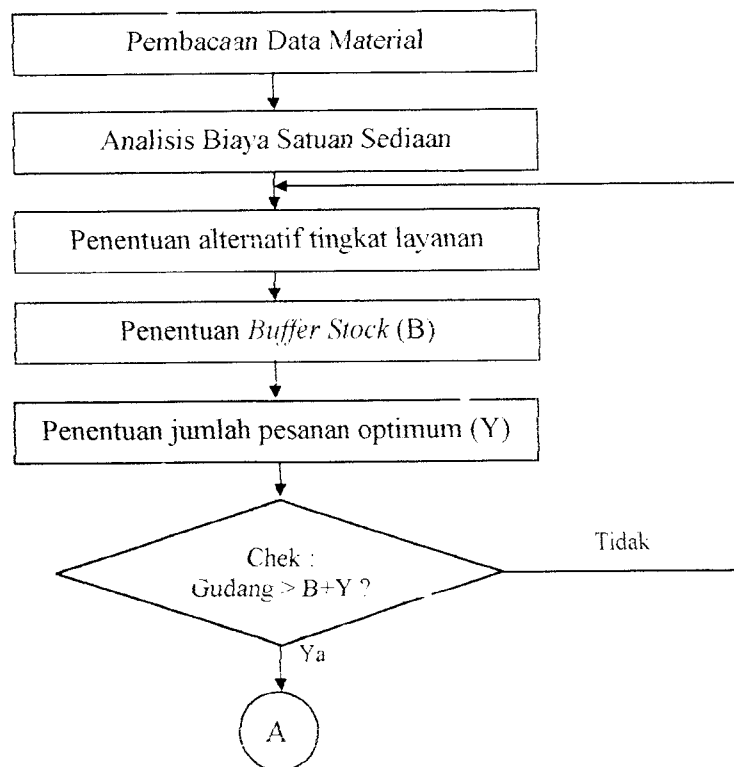
Untuk menyederhanakan pemodelan, maka anggapan dan batasan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Material yang digunakan adalah meliputi semen, pasir dan split.
- b. Tidak ada perhitungan biaya kekurangan material.
- c. Biaya yang diperhitungkan hanya biaya pembelian dan pemesanan.
- d. Tidak ada potongan harga (*Discount*) untuk pembelian dalam jumlah tertentu.
- e. Harga pembelian diasumsikan konstan sesuai dengan kontrak awal antara perusahaan dengan pemasok.
- f. Biaya penyimpanan diperhitungkan pada bunga yang harus dikeluarkan untuk melakukan pemesanan dengan harga konstan selama waktu pengendalian.
- g. Kebutuhan material dianggap bersifat konstan
- h. Ketersediaan material di pasaran diperhitungkan berdasarkan waktu antara pemesanan sampai material tiba di gudang.
- i. Tempat penyimpanan material semen dianggap selalu memenuhi.
- j. Pengisian kembali satu jenis persediaan tidak mempengaruhi pengisian kembali jenis persediaan material yang lain.
- k. Distribusi kebutuhan material dianggap mengikuti fungsi distribusi normal selama waktu pengendalian.

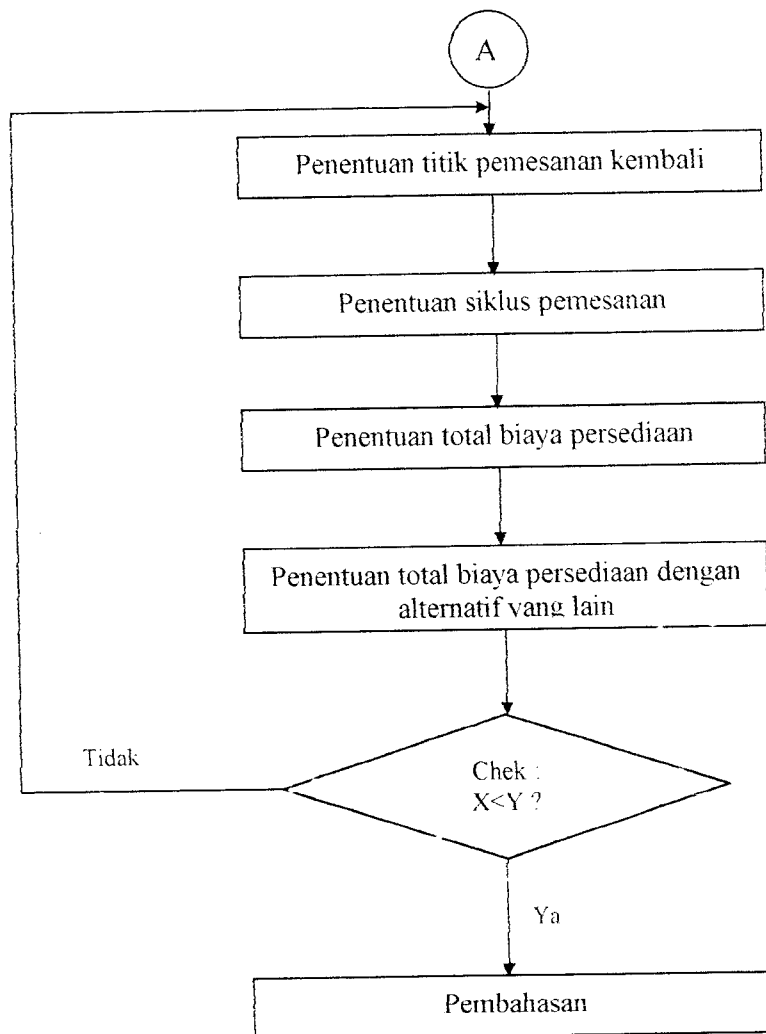
4.5 Analisa Pemodelan

Pemodelan yang dibuat dimaksudkan untuk menjelaskan langkah-langkah pengerjaan secara umum. Adapun analisa pemodelan adalah sebagai berikut :

- a. Pembacaan data pemakaian material bahan baku penyusun beton.
- b. Analisis biaya-biaya per satuan persediaan.
- c. Penentuan tingkat layanan (*Service level*).
- d. Penentuan cadangan penyangga (*Buffer stock*).
- e. Penentuan jumlah pesanan optimum untuk setiap material.
- f. Penentuan titik pemesanan kembali (*Reorder point*) untuk setiap material.
- g. Penentuan siklus pemesanan untuk setiap material.



Gambar 4.1 Flowchart pemodelan persediaan



Gambar 4.1 Flowchart Pemodelan persediaan (lanjutan)

4.5.1 Pembacaan Data Pemakaian Material

Data pemakaian material bahan baku untuk campuran beton yang digunakan adalah data mulai bulan Januari 1998 sampai dengan bulan Desember 2001. Data tersebut digunakan untuk mengetahui jumlah permintaan konsumen selama waktu itu.

4.5.2 Analisis Biaya Satuan Inventory

1. Biaya pembelian material menurut harga kontrak (C)

Semen : Rp. 260.000,00 / m³

Pasir : Rp. 20.000,00 / m³

Split : Rp. 55.000,00 / m³

2. Biaya pemesanan untuk setiap kali melakukan pemesanan material (K_m)

Semen : Rp. 55.000,00 / pemesanan

Pasir : Rp. 15.000,00 / pemesanan

Split : Rp. 15.000,00 / pemesanan

3. Biaya penyimpanan (H_m)

Diasumsikan bahwa biaya penyimpanan dalam gudang yang berlaku selama masa pengendalian sebesar 5 % dari harga pembelian material bahan baku per satuan barang.

$$H_m = 5\% * C \dots\dots\dots (4.5)$$

4.5.3 Penentuan Cadangan Penyangga (*Buffer stock = B_m*)

$$B_m = \beta_m + (1-\rho) * \sigma_m - \beta L \dots\dots\dots (4.6)$$

Dimana :

- β_m = Rata-rata kebutuhan
- ρ = Tingkat resiko yang diijinkan
- σ_m = Standar deviasi
- βL = Konsumsi material selama waktu L
- L = Lead time, yaitu waktu antara pemesanan sampai tiba di lokasi
- H_m = Biaya penyimpanan

4.5.2 Penentuan Jumlah Pesanan Optimum

$$Y_m = \sqrt{\frac{2 * K_m * (\beta_m * n)}{H_m}} \dots\dots\dots (4.7)$$

Dengan :

- Y_m = Jumlah pesanan optimum untuk masing-masing material
- K_m = Besarnya pemesanan untuk 1 kali pesan
- β_m = Rata-rata kebutuhan material tiap bulan
- n = Jumlah bulan dalam satu waktu pengendalian

4.5.3 Penentuan Titik Pemesanan Kembali (Reorder point)

$$RP_m = B_m + \frac{(\beta_m * n) * L_m}{LT} \dots\dots\dots (4.8)$$

Dengan :

- RP_m = Reorder point
- B_m = Lead time
- LT = Banyaknya waktu untuk tiap waktu pengendalian

4.5.4 Penentuan Siklus Pemesanan

$$Siklus (N) = \frac{\beta * n - B}{Y_{optimum}} \text{ kali / tahun} \dots\dots\dots (4.9)$$

Dengan :

- β = Rata-rata kebutuhan
- n = Waktu pengendalian
- B = Cadangan penyangga (Buffer stock)
- Y_{opt} = Jumlah pemesanan optimum

BAB V

ANALISIS MODEL PERSEDIAAN

5.1 Pembacaan Pemakaian Material

Data pemakaian material bahan baku yang digunakan dalam analisa ini adalah pemakaian dalam jangka waktu empat tahun 1998, 1999, 2000, dan 2001.

Tabel 5.1 Data pemakaian material bahan baku selama 4 tahun

Tahun	Bulan	Semen (m ³)	Pasir (m ³)	Split (m ³)
1998	Januari	335	1341	2007
	Februari	545	2180	3270
	Maret	600	2412	3566
	April	330	1320	1914
	Mei	434	1745	2627
	Juni	375	1571	2252
	Juli	340	1367	2118
	Agustus	287	1148	1855
	September	270	1087	1790
	Oktober	320	1264	1957
	November	432	1728	2576
	Desember	322	1288	1934
1999	Januari	201	923	1374
	Februari	211	951	1377
	Maret	245	1103	1507
	April	200	824	1482
	Mei	361	1529	1828
	Juni	272	1224	1711
	Juli	330	1648	2107
	Agustus	374	1696	2467
	September	593	1992	3864
	Oktober	392	1724	2522
	November	295	1315	1936
	Desember	191	998	1293
2000	Januari	338	1158	1867
	Februari	235	825	1233
	Maret	387	1388	2129
	April	409	1458	2248
	Mei	518	1858	2529

	Juni	419	1438	2315
	Juli	431	1590	2370
	Agustus	453	1586	2582
	September	455	1585	2498
	Oktober	723	2323	3674
	November	657	2296	3537
	Desember	702	2690	3848
2001	Januari	435	1786	2697
	Februari	385	1617	2382
	Maret	448	1869	2764
	April	456	1894	2877
	Mei	465	1915	2882
	Juni	384	1651	2381
	Juli	320	1384	1946
	Agustus	280	1154	1723
	September	220	924	1348
	Oktober	215	903	1333
	November	268	1126	1676
	Desember	254	1061	1572

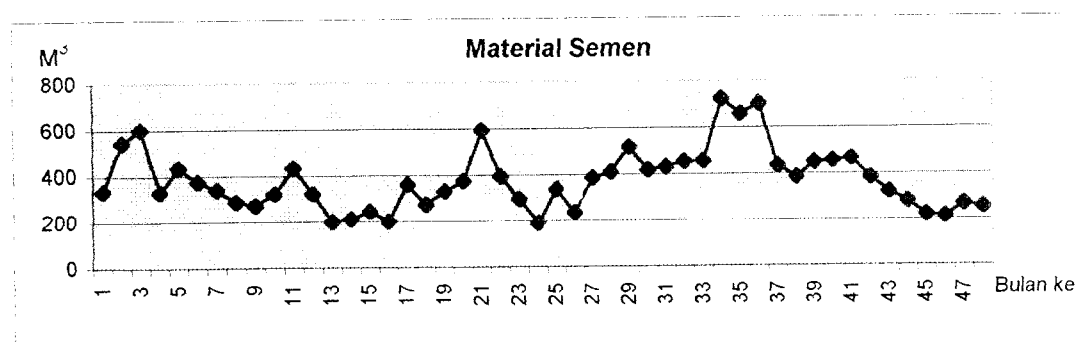
Sumber : PT Karya Beton Yogyakarta

5.2 Pengolahan Data

5.2.1 Peramalan Kebutuhan Material Bahan Baku

Pada tabel di atas dapat dibuat plot data untuk mengetahui jenis pola datanya, apakah mengandung unsur trend, musiman, siklis atau horisontal. Hasil plot data pemakaian material tahun sebelumnya ini dapat dilihat pada grafik di bawah ini.

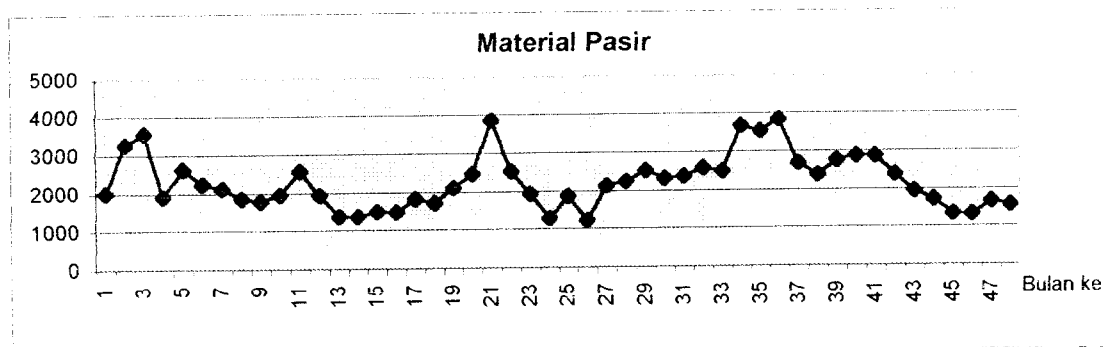
A. Pola data untuk material semen :



Sumber : Tabel 5.1 Data material semen

Gambar 5.1 Hasil plot data pemakaian material semen

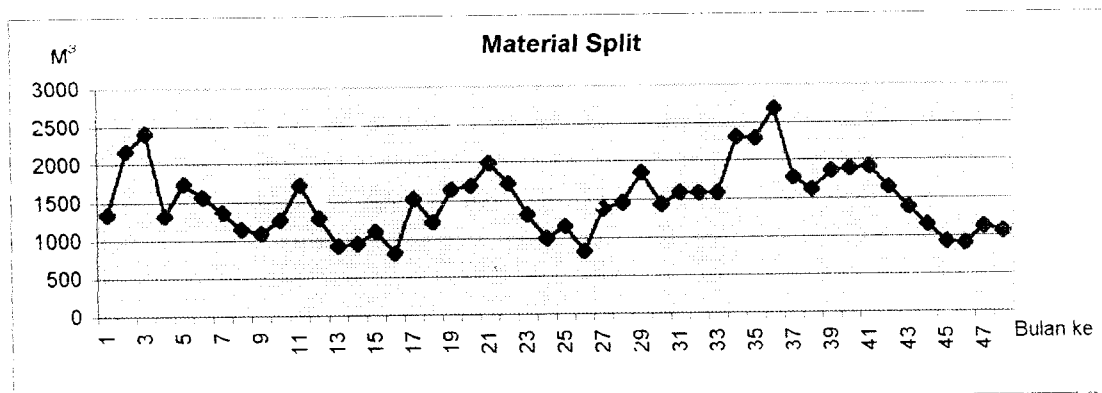
B. Pola data untuk material pasir :



Sumber : Tabel 5.1 Data material pasir

Gambar 5.2 Hasil plot data pemakaian material pasir

C. Pola data untuk material split :



Sumber : Tabel 5.1 Data material split

Gambar 5.3 Pola data pemakaian material split

Dari pola data di atas, dapat diketahui terdapat fluktuasi data secara trend, dan juga faktor musiman. Proses peramalan dilakukan dengan menggunakan program QS ver 3,0.

Karena pola data sudah diketahui, maka pilihan keempat inacam metode sebagai perbandingan untuk meminimalkan kesalahan dalam melakukan peramalan.

Keempat metode tersebut adalah :

1. Weighted Moving Average
2. Exponential Smoothing with Linear Trend
3. Double Exponential Smoothing with Linear Trend
4. Winter

Dari masing-masing fungsi peramalan tersebut akan memberikan nilai peramalan yang berbeda-beda, sedangkan untuk pemilihan metode terbaik akan dicari nilai *MAD* terkecil. Tidak ada kriteria khusus dalam pemilihan *MAD* ataupun *MSD*, perbedaan keduanya adalah *MAD* adalah rata-rata kesalahan absolut, sedangkan *MSD* adalah rata-rata dari kesalahan yang dikuadratkan. Jadi *MAD* dipilih karena lebih mudah pengerjaannya. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

A. Peramalan pemakaian untuk material semen

Tabel 5.2 Perbandingan fungsi peramalan pemakaian semen

No	Metode Peramalan	MAD
1	Weighted Moving Average	85.34
2	Exponential Smoothing with Linear Trend	130.09
3	Double Exponential Smoothing with Linear Trend	85.52
4	Winter	109.05

Sumber : Hasil perhitungan peramalan dengan menggunakan program QS ver 3.0 (Lihat lampiran)

Metode peramalan yang terpilih untuk permintaan material semen adalah *Weighted Moving Average*, karena memberikan nilai *MAD* terkecil dari keempat metode peramalan di atas.

Contoh perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Weighted Moving Average*.

$$F_t = \frac{\sum W_i A_i}{\sum W_i}, \text{ dimana : } i = t-m+1 \text{ to } t$$

$$f_{(t+\tau)} = F_t$$

Tabel 5.3 Data material semen dari 12 bulan pertama untuk contoh perhitungan

Tahun	Bulan	Semen (m ³)	F _t	W _t	Forecast	Error
1998	Januari	335	-	0,5	-	
	Februari	545	440,0	0,5	-	
	Maret	600	572,5		440,0	- 160,0
	April	330	465,0		572,5	242,5
	Mei	434	382,0		465,0	31,0
	Juni	375	404,5		382,0	7,0
	Juli	340	357,5		404,5	64,5
	Agustus	287	313,5		357,5	70,5
	September	270	278,5		313,5	43,5
	Oktober	320	295,0		278,5	41,5
	November	432	376,0		295,0	137,0
	Desember	322	377,0		376,0	54,0
					377,0	

Sumber : Data PT Karya Beton Yogyakarta

Dengan demikian maka nilai **377** dianggap sebagai nilai peramalan untuk periode berikutnya.

Perhitungan **F_t**

$$F_{t(\text{Jan-Feb})} = \frac{335 + 545}{2} = 440$$

$$F_{t(\text{Feb-Mar})} = \frac{545 + 600}{2} = 572,5$$

Untuk perhitungan bulan-bulan berikutnya sama seperti contoh perhitungan di atas.

Perhitungan **Error (e_t)**

$$e_t = \text{Forecast} - \text{Aktual}$$

$$e_{t(\text{Maret})} = 440 - 600 = -160$$

$$e_{t(\text{April})} = 572,5 - 330 = 242,5$$

Untuk perhitungan nilai *error* selanjutnya, sama seperti contoh perhitungan di atas.

Perhitungan **MAD** (Mean Absolute Deviation)

$$\begin{aligned} MAD &= \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} = \frac{160 + 242,5 + 31 + 7 + 64,5 + 70,5 + 43,5 + 41,5 + 137 + 54}{12} \\ &= \frac{851,5}{12} = 70,96 \end{aligned}$$

Tabel 5.4 di bawah menunjukkan hasil peramalan untuk keseluruhan data pemakaian material semen selama 48 bulan, yang kemudian diasumsikan sebagai rata-rata laju pemakaian per bulan selama 12 bulan mendatang.

Tabel 5.4 Peramalan pemakaian material semen

No	Bulan	Pemakaian Material (m ³)
1	JANUARI	261
2	FEBRUARI	261
3	MARET	261
4	APRIL	261
5	MEI	261
6	JUNI	261
7	JULI	261
8	AGUSTUS	261
9	SEPTEMBER	261
10	OKTOBER	261
11	NOVEMBER	261
12	DESEMBER	261
Perkiraan jumlah pemakaian total		3132

Sumber : Hasil perhitungan peramalan dengan menggunakan program QS ver 3.0 (Lihat lampiran)

B. Peramalan pemakaian untuk material pasir

Tabel 5.5 Perbandingan Fungsi Peramalan Pemakaian pasir

No	Metode Peramalan	MAD
1	Weighted Moving Average	302,62
2	Exponential Smoothing with Linear Trend	322,08
3	Double Exponential Smoothing with Linear Trend	294,85
4	Winter	369,16

Sumber : Hasil perhitungan peramalan dengan menggunakan program QS ver 3.0 (Lihat lampiran)

Metode peramalan yang terpilih untuk permintaan material pasir adalah *Double Exponential Smoothing with Linear Trend*, karena memberikan nilai MAD terkecil dari keempat metode peramalan di atas.

Contoh perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing With Linear Trend*

$$F_0 = F'_0 = A_1; \quad F_t = \alpha A_t + (1-\alpha)(F_{t-1}); \quad F'_t = \alpha F_t + (1-\alpha)F'_{t-1}$$

$$f_{(t-\gamma)} = (2+\gamma)F_t - (1+\gamma)F'_t$$

Tabel 5.6 Data material pasir dari 12 bulan pertama untuk contoh perhitungan

Tahun	Bulan	Pasir (m ³)	F _t	F' _t	T _t	Forecst	Error
1998	Januari	1341	1341	1341	0		
	Februari	2180	2179,502	2179,004	0,9945266	1341	-839
	Maret	2412	2411,862	2411,724	0,2762032	2180,994	-231,0059
	April	1320	1320,648	1321,296	-1,294397	2412,276	1092,2760
	Mei	1745	1744,748	1744,497	0,5023872	1318,706	-426,2941
	Juni	1571	1571,103	1571,206	-0,205688	1745,502	174,502
	Juli	1367	1367,121	1367,242	-0,242044	1570,795	203,7946
	Agustus	1148	1148,130	1148,260	-0,259855	1366,758	218,7579
	September	1087	1087,036	1087,073	-0,072711	1147,740	60,74011
	Oktober	1264	1263,895	1263,790	0,2098363	1086,927	-177,0729
	November	1728	1727,725	1727,449	0,5504544	1264,210	-463,7902
	Desember	1288	1288,261	1288,522	-0,520931	1728,550	440,5504
						1287,479	

Sumber : Data PT Karya Beton Yogyakarta

Dengan demikian maka nilai **1287,479** dianggap sebagai nilai peramalan pemakaian material pasir untuk periode berikutnya.

Perhitungan F_t

$$\begin{aligned} F_t &= (0,99941 * 2180) + (1 - 0,99941)(1341) \\ &= 2178,711 + 0,791 = \mathbf{2179,502} \end{aligned}$$

Perhitungan F'_t

$$\begin{aligned} F'_t &= (0,99941 * 2179,502) + (0,00059 * 1341) \\ &= 2178,213 + 0,791 = \mathbf{2179,004} \end{aligned}$$

Perhitungan T_t

$$T_t = \mathbf{Aktual} - F'_t$$

$$T_{t(Feb)} = 2180 - 2179,004 = \mathbf{0,996}$$

$$T_{t(Mar)} = 2412 - 2411,724 = \mathbf{0,276}$$

Untuk perhitungan bulan-bulan berikutnya sama seperti contoh perhitungan di atas.

Perhitungan *Error* (e_t)

$$e_t = \mathbf{Forecast} - \mathbf{Aktual}$$

$$e_{t(Feb)} = 1341 - 2180 = - \mathbf{839}$$

$$e_{t(Mar)} = 2180,994 - 2412 = - \mathbf{231,0059}$$

Untuk perhitungan nilai *error* selanjutnya, sama seperti contoh perhitungan di atas.

Perhitungan *MAD* (Mean Absolute Deviation)

$$MAD = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{n}$$

$$\begin{aligned}
 & 839 + 231,0059 + 1092,2760 + 426,2941 + 174,502 + 203,7946 + \\
 & = \frac{218,7579 + 60,74011 + 177,0729 + 463,7902 + 440,5504}{12} \\
 & = \frac{4327,78411}{12} = 360,65
 \end{aligned}$$

Perhitungan di atas hanya merupakan contoh perhitungan secara manual dengan mengambil 12 data dari 48 data yang ada. Pada Tabel 5.7 menunjukkan hasil peramalan untuk keseluruhan data pemakaian material pasir selama 48 bulan terakhir, yang kemudian diasumsikan sebagai rata-rata laju pemakaian per bulan selama 12 bulan mendatang.

Tabel 5.7 Peramalan pemakaian material pasir

No	Bulan	Pemakaian Material
1	JANUARI	1060,923
2	FEBRUARI	1060,846
3	MARET	1060,769
4	APRIL	1060,692
5	MEI	1060,615
6	JUNI	1060,539
7	JULI	1060,462
8	AGUSTUS	1060,385
9	SEPTEMBER	1060,308
10	OKTOBER	1060,231
11	NOVEMBER	1060,154
12	DESEMBER	1060,077
Perkiraan jumlah pemakaian total		12.726,001

Sumber : Hasil perhitungan peramalan dengan menggunakan program QS ver 3.0 (Lihat lampiran)

C. Peramalan pemakaian untuk material split

Tabel 5.8 Perbandingan fungsi peramalan pemakaian material split

No	Metode Peramalan	MAD
1	Weighted Moving Average	458,73
2	Exponential Smoothing with Linear Trend	486,05
3	Double Exponential Smoothing with Linear Trend	441,54
4	Winter	586,05

Sumber : Hasil perhitungan peramalan dengan menggunakan program QS ver 3.0 (Lihat lampiran)

Metode peramalan yang terpilih untuk permintaan material split adalah *Double Exponential Smoothing with Linear Trend*, karena memberikan nilai MAD terkecil dari keempat metode peramalan di atas.

Contoh perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing With Linear Trend*

$$F_0 = F'_0 = A_1; \quad F_t = \alpha A_t + (1-\alpha)(F_{t-1}); \quad F'_t = \alpha F_t + (1-\alpha)F'_{t-1}$$

$$\gamma = \tau\alpha/\beta; \quad f_{(t-\tau)} = (2+\gamma)F_t - (1+\gamma)F'_t$$

Tabel 5.9 Data material split dari 12 bulan pertama untuk contoh perhitungan

Tahun	Bulan	Split (m ³)	F _t	F' _t	T _t	Forecst	Error
1998	Januari	2007	2007	2007	0	2007	-1263
	Februari	3270	3268,038	3266,079	3,912369	3273,909	-292,0906
	Maret	3566	3565,537	3565,072	0,9292181	3566,932	1652,932
	April	1914	1916,566	1919,127	-5,114356	1908,890	-718,1096
	Mei	2627	2625,896	2624,798	2,192877	2629,187	377,1873
	Juni	2252	2252,581	2253,159	-1,154941	2250,847	132,8474
	Juli	2118	2118,209	2118,419	-0,418782	2117,581	262,5806
	Agustus	1855	1855,409	1855,818	-0,815869	1854,184	64,18445
	September	1790	1790,102	1790,204	-0,203784	1789,796	-167,2042
	Oktober	1957	1956,741	1956,482	0,516774	1957,516	-618,4838
	November	2576	2575,038	2574,077	1,918889	2577,918	643,9177
	Desember	1934	1934,996	1935,989	-1,982755	1932,02	

Sumber : Data PT Karya Beton Yogyakarta

Dengan demikian maka nilai **1932,02** dianggap sebagai nilai peramalan pemakaian material split untuk periode berikutnya.

Perhitungan F_t

$$F_t = (0,99845 \cdot 3270) + (1 - 0,99845)(2007) = 3264,9315 + 3,2112 = \mathbf{3268}$$

Perhitungan F'_t

$$F'_t = (0,99845 \cdot 3268,038) + (0,00059 \cdot 1341) = 3262,9725 + 3,2112 = \mathbf{3266}$$

Perhitungan T_t

$$T_t = \mathbf{Aktual} - F'_t$$

$$T_{t(Feb)} = 3270 - 3266,079 = \mathbf{3,912369}$$

$$T_{t(Mar)} = 3566 - 3565,072 = \mathbf{0,929181}$$

Untuk perhitungan bulan-bulan berikutnya sama seperti contoh perhitungan di atas.

Perhitungan *Error* (e_t)

$$e_t = \mathbf{Forecast} - \mathbf{Aktual}$$

$$e_{t(Feb)} = 2007 - 3270 = \mathbf{-1263}$$

$$e_{t(Mar)} = 3273,909 - 3566 = \mathbf{-292,0906}$$

Untuk perhitungan nilai *error* selanjutnya, sama seperti contoh perhitungan di atas.

Perhitungan *MAD* (Mean Absolute Deviation)

$$\begin{aligned} MAD &= \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} = \frac{1263 + 292,0906 + 1652,932 + 718,1096 + 377,1873 + 132,8474}{12} \\ &= \frac{6192,53765}{12} = \mathbf{516,0448} \end{aligned}$$

Pada Tabel 5.10 menunjukkan hasil peramalan untuk pemakaian material split selama 48 bulan terakhir, yang kemudian diasumsikan sebagai rata-rata laju pemakaian per bulan selama 12 bulan mendatang.

Tabel 5.10 Peramalan permintaan material split

No	Bulan	Pemakaian Material (m ³)
1	JANUARI	1571,682
2	FEBRUARI	1571,363
3	MARET	1571,045
4	APRIL	1570,726
5	MEI	1570,407
6	JUNI	1570,088
7	JULI	1569,769
8	AGUSTUS	1569,45
9	SEPTEMBER	1569,131
10	OKTOBER	1568,813
11	NOVEMBER	1568,494
12	DESEMBER	1568,175
Perkiraan jumlah pemakaian total		18.838,968

Sumber : Hasil perhitungan peramalan dengan menggunakan program QS ver 3.0 (Lihat lampiran)

5.2.2 Pemantauan Akurasi Hasil Peramalan

Pemantauan keandalan hasil peramalan dilakukan dengan cara memonitor kesalahan dengan menggunakan metode *Tracking Signal*. Data-data yang diperlukan adalah data kesalahan peramalan dan batas kendali yang dipakai adalah :

$$s = \sqrt{MAD}, \text{ dimana BKA/BKB} = 0 \pm z.s$$

Untuk $z = 3$, maka 99 % data *tracking signal* diharapkan berada dalam batas kendali

Untuk $z = 2$, maka 95 % data *tracking signal* diharapkan berada dalam batas kendali

Perhitungan nilai *Tracking Signal* diperlihatkan pada tabel di bawah berikut

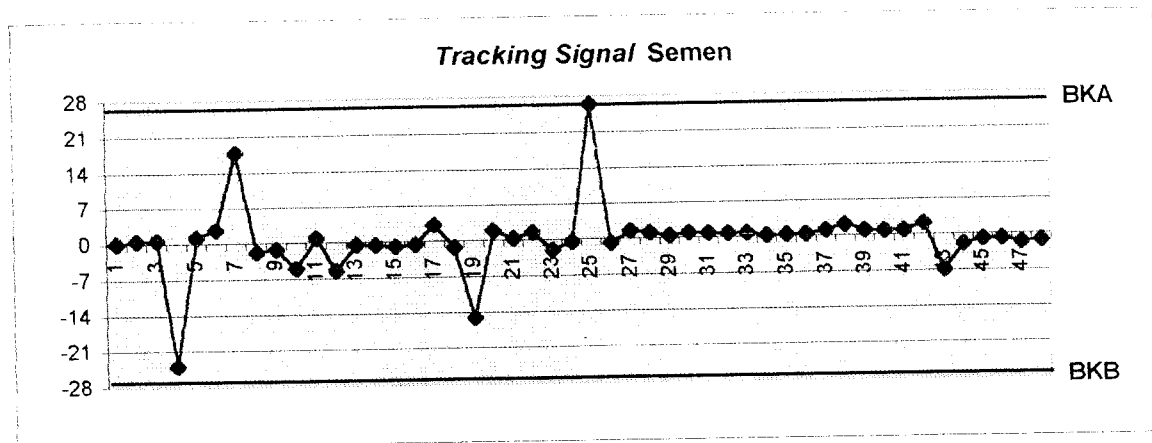
ini :

Tabel 5.11 Data tracking signal pemakaian semen

Periode	Peramalan	Aktual	Error	RSFE	Error Absolute	Kumulatif Error Absolute	MAD	Tracking Signal
(1)	(2)	(3)	(4) = (3)-(2)	(5) = Kum(4)	(6) = Abs(4)	(7) = Kum(6)	(8) = (7)/(1)	(9) = (5)/(8)
1	335	335	0	0	0	0	0	0
2	440	545	105	105	105	105	52.5	0.5
3	572.5	600	27.5	132.5	132.5	237.5	79.16667	0.597484
4	465	330	-135	-2.5	2.5	240	60	-24
5	382	434	52	49.5	49.5	289.5	57.9	1.169697
6	404.5	375	-29.5	20	20	309.5	51.58333	2.579167
7	357.5	340	-17.5	2.5	2.5	312	44.57143	17.82857
8	313.5	287	-26.5	-24	24	336	42	-1.75
9	278.5	270	-8.5	-32.5	32.5	368.5	40.94444	-1.25983
10	295	320	25	-7.5	7.5	376	37.6	-5.01333
11	376	432	56	48.5	48.5	424.5	38.59091	0.795689
12	377	322	-55	-6.5	6.5	431	35.91667	-5.52564
13	261.5	201	-60.5	-67	67	498	38.30769	-0.57176
14	206	211	5	-62	62	560	40	-0.64516
15	228	245	17	-45	45	605	40.33333	-0.8963
16	222.5	200	-22.5	-67.5	67.5	672.5	42.03125	-0.62269
17	280.5	361	80.5	13	13	685.5	40.32353	3.10181
18	316.5	272	-44.5	-31.5	31.5	717	39.83333	-1.26455
19	301	330	29	-2.5	2.5	719.5	37.86842	-15.1474
20	352	374	22	19.5	19.5	739	36.95	1.894872
21	483.5	593	109.5	129	129	868	41.33333	0.320413
22	492.5	392	-100.5	28.5	28.5	896.5	40.75	1.429825
23	343.5	295	-48.5	-20	20	916.5	39.84783	-1.99239
24	243	191	-52	-72	72	988.5	41.1875	-0.57205
25	264.5	338	73.5	1.5	1.5	990	39.6	26.4
26	286.5	235	-51.5	-50	50	1040	40	-0.8
27	311	387	76	26	26	1066	39.48148	1.518519
28	398	409	11	37	37	1103	39.39286	1.064672
29	463.5	518	54.5	91.5	91.5	1194.5	41.18966	0.45016
30	468.5	419	-49.5	42	42	1236.5	41.21667	0.981349
31	425	431	6	48	48	1284.5	41.43548	0.863239
32	442	453	11	59	59	1343.5	41.98438	0.7116
33	454	455	1	60	60	1403.5	42.5303	0.708838
34	589	723	134	194	194	1597.5	46.98529	0.242192
35	690	657	-33	161	161	1758.5	50.24286	0.312067
36	679.5	702	22.5	183.5	183.5	1942	53.94444	0.293975
37	568.5	435	-133.5	50	50	1992	53.83784	1.076757
38	410	385	-25	25	25	2017	53.07895	2.123158
39	416.5	448	31.5	56.5	56.5	2073.5	53.16567	0.941003
40	452	456	4	60.5	60.5	2134	53.35	0.881818
41	460.5	465	4.5	65	65	2199	53.63415	0.825141
42	424.5	384	-40.5	24.5	24.5	2223.5	52.94048	2.160836
43	352	320	-32	-7.5	7.5	2231	51.88372	-6.91783
44	300	280	-20	-27.5	27.5	2258.5	51.32955	-1.86653
45	250	220	-30	-57.5	57.5	2316	51.46667	-0.89507
46	217.5	215	-2.5	-60	60	2376	51.65217	-0.86087
47	241.5	268	26.5	-33.5	33.5	2409.5	51.26596	-1.53033
48	261	254	-7	-40.5	40.5	2450	51.04167	-1.26029

Sumber : Hasil perhitungan dengan menggunakan nilai-nilai kesalahan peramalan.

Nilai-nilai tracking signal di atas apabila ditebarkan dalam peta kontrol akan tampak seperti pada gambar di bawah ini.



Keterangan : BKA : Batas Kontrol Atas
BKB : Batas Kontrol Bawah

Sumber : Hasil plot data Tabel 5.8 nilai *tracking signal* untuk semen

Gambar 5.4 Peta kontrol *tracking signal*

Untuk menentukan batas kontrol atas dan bawah, yaitu :

$$s = \sqrt{MAD} = \sqrt{85,34} = 9,238$$

$$BKA = 0 + 3.9,238 = 27,714$$

$$BKB = 0 - 3.9,238 = -27,714$$

Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa semua data *Tracking signal* berada di dalam batas kontrol. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penggunaan metode *Weighted Moving Average* untuk meramalkan pemakaian material bahan baku dianggap layak, didapat jumlah material semen yang sekurang-kurangnya harus tersedia untuk mengatasi permintaan dari konsumen yang akan datang, yaitu sebesar 3132 m³.

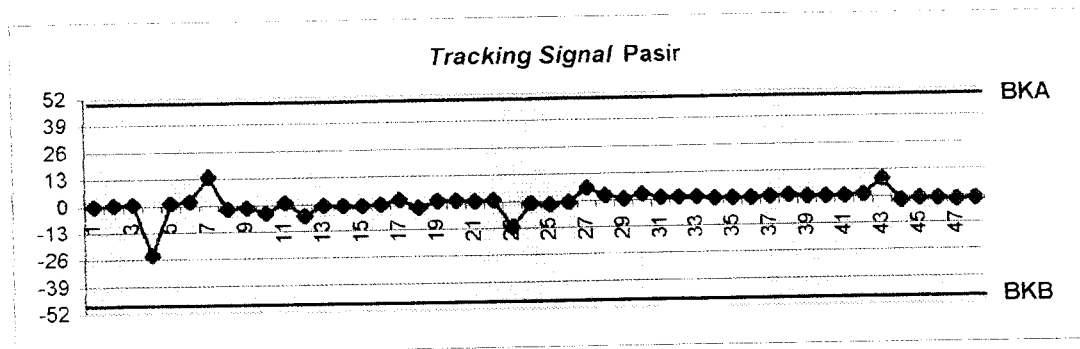
Selanjutnya, untuk *tracking signal* data-data pemakaian material pasir dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 5.12 Data tracking signal pemakaian pasir

Periode	Peramalan	Aktual	Error	RSFE	Error Absolute	Kumulatif Error Absolute	MAD	Tracking Signal
(1)	(2)	(3)	(4) = (3)-(2)	(5) = Kum(4)	(6) = Abs(4)	(7) = Kum(6)	(8) = (7)/(1)	(9) = (5)/(8)
1	1341	1341	0	0	0	0	0	0
2	2179.502	2180	0.498	0.498	0.498	0.498	0.249	0.5
3	2411.862	2412	0.138	0.636	0.636	1.134	0.378	0.59434
4	1320.648	1320	-0.648	-0.012	0.012	1.146	0.2865	-23.875
5	1744.748	1745	0.252	0.24	0.24	1.386	0.2772	1.155
6	1571.103	1571	-0.103	0.137	0.137	1.523	0.253833	1.052703
7	1367.121	1367	-0.121	0.016	0.016	1.539	0.219857	13.74107
8	1148.13	1148	-0.13	-0.114	0.114	1.653	0.206625	-1.8125
9	1087.036	1087	-0.036	-0.15	0.15	1.803	0.200333	-1.33556
10	1263.895	1264	0.105	-0.045	0.045	1.848	0.1848	-4.10667
11	1727.725	1728	0.275	0.23	0.23	2.078	0.188909	0.821344
12	1288.261	1288	-0.261	-0.031	0.031	2.109	0.17575	-5.66935
13	923.2168	923	-0.2168	-0.2478	0.2478	2.3568	0.181292	-0.73161
14	950.9835	951	0.0165	-0.2313	0.2313	2.5881	0.184864	-0.79924
15	1102.91	1103	0.09	-0.1413	0.1413	2.7294	0.18196	-1.28776
16	824.1655	824	-0.1655	-0.3068	0.3068	3.0362	0.189763	-0.61852
17	1528.582	1529	0.418	0.1112	0.1112	3.1474	0.185141	1.664939
18	1224.181	1224	-0.181	-0.0698	0.0698	3.2172	0.178733	-2.56065
19	1647.748	1648	0.252	0.1822	0.1822	3.3994	0.178916	0.981975
20	1695.971	1696	0.029	0.2112	0.2112	3.6106	0.18053	0.854782
21	1991.824	1992	0.176	0.3872	0.3872	3.9978	0.190371	0.491662
22	1724.159	1724	-0.159	0.2282	0.2282	4.226	0.192091	0.841766
23	1315.243	1315	-0.243	-0.0148	0.0148	4.2408	0.184383	-12.4583
24	998.1883	998	-0.1883	-0.2031	0.2031	4.4439	0.185163	-0.91168
25	1157.905	1158	0.095	-0.1081	0.1081	4.552	0.18208	-1.68437
26	825.1976	825	-0.1976	-0.3057	0.3057	4.8577	0.186835	-0.61117
27	1387.666	1388	0.334	0.0283	0.0283	4.886	0.180963	6.394451
28	1457.958	1458	0.042	0.0703	0.0703	4.9563	0.177011	2.517933
29	1857.763	1858	0.237	0.3073	0.3073	5.2636	0.181503	0.590639
30	1438.249	1438	-0.249	0.0583	0.0583	5.3219	0.177397	3.042824
31	1589.91	1590	0.09	0.1483	0.1483	5.4702	0.176458	1.189872
32	1586.002	1586	-0.002	0.1463	0.1463	5.6165	0.175516	1.199697
33	1585.001	1585	-0.001	0.1453	0.1453	5.7618	0.1746	1.201652
34	2322.562	2323	0.438	0.5833	0.5833	6.3451	0.186621	0.319939
35	2296.016	2296	-0.016	0.5673	0.5673	6.9124	0.197497	0.348135
36	2689.766	2690	0.234	0.8013	0.8013	7.7137	0.214269	0.267402
37	1786.536	1786	-0.536	0.2653	0.2653	7.979	0.215649	0.812848
38	1617.101	1617	-0.101	0.1643	0.1643	8.1433	0.214297	1.304305
39	1868.65	1869	0.15	0.3143	0.3143	8.4576	0.216862	0.689983
40	1893.985	1894	0.015	0.3293	0.3293	8.7869	0.219672	0.667089
41	1914.988	1915	0.012	0.3413	0.3413	9.1282	0.222639	0.652326
42	1651.157	1651	-0.157	0.1843	0.1843	9.3125	0.221726	1.203072
43	1384.159	1384	-0.159	0.0253	0.0253	9.3378	0.217158	8.583326
44	1154.137	1154	-0.137	-0.1117	0.1117	9.4495	0.214761	-1.92266
45	924.1366	924	-0.1366	-0.2483	0.2483	9.6978	0.215507	-0.86793
46	903.0126	903	-0.0126	-0.2609	0.2609	9.9587	0.216493	-0.82979
47	1125.868	1126	0.132	-0.1289	0.1289	10.0876	0.21463	-1.66509
48	1061.038	1061	-0.038	-0.1669	0.1669	10.2545	0.213635	-1.28002

Sumber : Hasil perhitungan dengan menggunakan nilai-nilai kesalahan peramalan.

Nilai-nilai tracking signal di atas apabila ditebarkan dalam peta kontrol akan tampak seperti pada gambar di bawah ini.



Keterangan : BKA : Batas Kontrol Atas
BKB : Batas Kontrol Bawah

Sumber : Hasil plot tabel 5.9 data *tracking signal* untuk pasir

Gambar 5.5 Hasil peta kontrol tracking signal

Untuk menentukan batas kontrol atas dan bawah, yaitu :

$$s = \sqrt{MAD} = \sqrt{294,85} = 17,171$$

$$BKA = 0 + 3.17,171 = 51,513$$

$$BKB = 0 - 3.17,171 = - 51,513$$

Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa semua data *Tracking signal* berada di dalam batas kontrol. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penggunaan metode *Double Exponential Smoothing with Linear Trend* untuk meramalkan pemakaian material bahan baku dianggap layak.

Setelah melalui peramalan, maka didapat jumlah material pasir yang sekurang-kurangnya harus tersedia untuk mengatasi permintaan dari konsumen, yaitu sebesar $12.726,001 \text{ m}^3$. Material dengan jumlah sebesar itu, tidak mungkin apabila disimpan di dalam gudang dengan kapasitas 1600 m^3 .

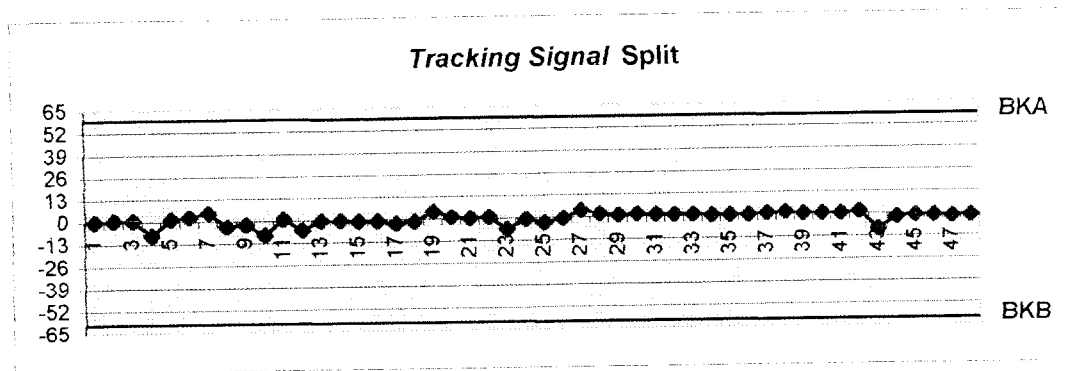
Untuk *Tracking signal* data pemakaian material split dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.13 Data tracking signal pemakaian split

Periode	Peramalan	Aktual	Error	RSFE	Error Absolute	Kumulatif Error Absolute	MAD	Tracking Signal
(1)	(2)	(3)	(4) = (3)-(2)	(5) = Kum(4)	(6) = Abs(4)	(7) = Kum(6)	(8) = (7)/(1)	(9) = (5)/(8)
1	2007	2007	0	0	0	0	0	0
2	3268.038	3270	1.962	1.962	1.962	1.962	0.981	0.5
3	3565.537	3566	0.463	2.425	2.425	4.387	1.462333	0.603024
4	1916.566	1914	-2.566	-0.141	0.141	4.528	1.132	-8.02837
5	2625.896	2627	1.104	0.963	0.963	5.491	1.0982	1.140395
6	2252.581	2252	-0.581	0.382	0.382	5.873	0.978833	2.562391
7	2118.209	2118	-0.209	0.173	0.173	6.046	0.863714	4.992568
8	1855.409	1855	-0.409	-0.236	0.236	6.282	0.78525	-3.32733
9	1790.102	1790	-0.102	-0.338	0.338	6.62	0.735556	-2.1762
10	1956.741	1957	0.259	-0.079	0.079	6.699	0.6699	-8.47975
11	2575.038	2576	0.962	0.883	0.883	7.582	0.689273	0.780603
12	1934.996	1934	-0.996	-0.113	0.113	7.695	0.64125	-5.67478
13	1374.872	1374	-0.872	-0.985	0.985	8.68	0.667692	-0.67786
14	1376.997	1377	0.003	-0.982	0.982	9.662	0.690143	-0.70279
15	1506.798	1507	0.202	-0.78	0.78	10.442	0.696133	-0.89248
16	1482.039	1482	-0.039	-0.819	0.819	11.251	0.703813	-0.85936
17	1827.463	1828	0.537	-0.282	0.282	11.543	0.679	-2.4078
18	1711.181	1711	-0.181	-0.463	0.463	12.006	0.667	-1.4406
19	2106.385	2107	0.615	0.152	0.152	12.158	0.639895	4.209834
20	2466.44	2467	0.56	0.712	0.712	12.87	0.6435	0.903792
21	3861.829	3864	2.171	2.883	2.883	15.753	0.750143	0.260195
22	2524.082	2522	-2.082	0.801	0.801	16.554	0.752455	0.939394
23	1936.914	1936	-0.914	-0.113	0.113	16.667	0.724652	-6.41285
24	1294	1293	-1	-1.113	1.113	17.78	0.740833	-0.66562
25	1866.11	1867	0.89	-0.223	0.223	18.003	0.72012	-3.22924
26	1233.984	1233	-0.984	-1.207	1.207	19.21	0.738846	-0.61213
27	2127.609	2129	1.391	0.184	0.184	19.394	0.718296	3.903784
28	2247.813	2248	0.187	0.371	0.371	19.765	0.705893	1.902676
29	2528.563	2529	0.437	0.808	0.808	20.573	0.709414	0.877987
30	2315.332	2315	-0.332	0.476	0.476	21.049	0.701633	1.47402
31	2369.915	2370	0.085	0.561	0.561	21.61	0.697097	1.242597
32	2581.67	2582	0.33	0.891	0.891	22.501	0.703156	0.789176
33	2498.13	2498	-0.13	0.761	0.761	23.262	0.704909	0.926293
34	3672.173	3674	1.827	2.588	2.588	25.85	0.760294	0.293777
35	3537.21	3537	-0.21	2.378	2.378	28.228	0.806514	0.339157
36	3847.517	3848	0.483	2.861	2.861	31.089	0.863583	0.301847
37	2698.788	2697	-1.788	1.073	1.073	32.162	0.869243	0.810106
38	2382.492	2382	-0.492	0.581	0.581	32.743	0.861658	1.48306
39	2763.407	2764	0.593	1.174	1.174	33.917	0.869667	0.740772
40	2876.823	2877	0.177	1.351	1.351	35.268	0.8817	0.652628
41	2881.992	2882	0.008	1.359	1.359	36.627	0.893341	0.657352
42	2381.778	2381	-0.778	0.581	0.581	37.208	0.885405	1.524793
43	1946.677	1946	-0.677	-0.096	0.096	37.304	0.867535	-9.03682
44	1723.348	1723	-0.348	-0.444	0.444	37.748	0.857909	-1.93223
45	1348.583	1348	-0.583	-1.027	1.027	38.775	0.861667	-0.83901
46	1333.024	1333	-0.024	-1.051	1.051	39.826	0.865783	-0.82377
47	1675.467	1676	0.533	-0.518	0.518	40.344	0.858383	-1.65711
48	1572.161	1572	-0.161	-0.679	0.679	41.023	0.854646	-1.25868

Sumber : Hasil perhitungan dengan menggunakan nilai-nilai kesalahan peramalan.

Nilai-nilai tracking signal di atas apabila ditebarkan dalam peta kontrol akan tampak seperti pada gambar di bawah ini.



Keterangan : BKA : Batas Kontrol Atas
BKB : Batas Kontrol Bawah

Sumber : Hasil plot Tabel 5.10 data *tracking signal* untuk split

Gambar 5.6 Peta kontrol tracking signal

Untuk menentukan batas kontrol atas dan bawah, yaitu :

$$s = \sqrt{MAD} = \sqrt{441,54} = 21,013$$

$$BKA = 0 + 3.21,013 = 63,039$$

$$BKB = 0 - 3.21,013 = - 63,039$$

Dari gambar peta kontrol di atas, dapat dilihat bahwa semua data *Tracking signal* berada di dalam batas kontrol. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penggunaan metode *Double Exponential Smoothing with Linear Trend* untuk meramalkan pemakaian material bahan baku split dianggap layak

Setelah melalui peramalan pemakaian material bahan baku di waktu yang akan datang, maka dapat diketahui jumlah material split yang sekurang-kurangnya harus tersedia untuk mengatasi permintaan dari konsumen sebesar 18.838,968 m³.

5.3 Kapasitas Tempat Penyimpanan

Kapasitas gudang atau tempat penyimpanan maksimum dari masing-masing material yang ditinjau, adalah :

- a. Semen : 500 m³
- b. Pasir : 1600 m³
- c. Split : 2500 m³

5.4 Analisis Biaya Satuan Persediaan

5.4.1 Biaya Pembelian

Biaya pembelian material menurut harga kontrak yang berlaku pada saat analisis pola persediaan ini disusun, antara pihak perusahaan beton jadi dengan pemasok, adalah sebagai berikut :

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

5.4.2 Biaya Pemesanan (Km)

Biaya pemesanan (K) termasuk di dalamnya biaya untuk menghubungi, angkutan dan tenaga, selama proses pengangkutan sampai tiba ditempat.

- a. Semen : Rp. 55.000,00 / pemesanan
- b. Pasir : Rp. 15.000,00 / pemesanan
- c. Split : Rp. 15.000,00 / pemesanan

5.4.3 Biaya Penyimpanan (Hm)

Diasumsikan bahwa bunga yang berlaku selama pengendalian adalah sebesar 5 % /bulan dari harga pembelian setiap jenis material yang ditinjau. Maka perhitungan biaya penyimpanan selama waktu pengendalian adalah sebagai berikut :

- a. Semen : $5\% \times \text{Rp. } 260.000,00/\text{m}^3 \times 12 = \text{Rp. } 156.000,00/\text{m}^3$
- b. Pasir : $5\% \times \text{Rp. } 20.000,00/\text{m}^3 \times 12 = \text{Rp. } 12.000,00/\text{m}^3$
- c. Split : $5\% \times \text{Rp. } 55.000,00/\text{m}^3 \times 12 = \text{Rp. } 33.000,00/\text{m}^3$

5.5 Penentuan Jumlah Pesanan Optimal

1. Semen :

- a. Km = Rp. 55.000,00/1 kali pemesanan
- b. Hm = Rp. 156.000,00/m³
- c. N = 12
- d. $\beta = 261 \text{ m}^3$

$$\begin{aligned} \text{maka : } y &= \sqrt{\frac{2 * K * (\beta_m * n)}{H_m}} \\ &= \sqrt{\frac{2 * 55.000 * 261 * 12}{156.000}} = 46,994 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Pasir :

- a. Km = Rp. 15.000,00/1 kali pemesanan
- b. Hm = Rp. 12.000,00/m³
- c. N = 12

$$\begin{aligned}
 \text{d. } \beta &= 1060,5 \text{ m}^3 \\
 \text{maka : } y &= \sqrt{\frac{2 * 15.000 * 1060,5 * 12}{12.000}} \\
 &= 178,36 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

3. Split :

- a. Km = Rp. 15.000,00/1 kali pemesanan
- b. Hm = Rp. 33.000,00/m³
- c. N = 12
- d. $\beta = 1569,914 \text{ m}^3$

$$\begin{aligned}
 \text{maka : } y &= \sqrt{\frac{2 * 15.000 * 1569,914 * 12}{33.000}} \\
 &= 130,878 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

5.6 Penentuan Cadangan Penyangga

Untuk material semen mempunyai lead time sebesar 3 hari. Karena waktu pengendalian dihitung dalam satuan waktu bulan, maka lead time semen sebesar 3/30, sedangkan untuk material agregat mempunyai lead time sebesar 2 hari atau 2/30.

5.6.1 Perhitungan Standar Deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

a. Semen :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{48-1} * 800.410,7} = 130,4991$$

b. Pasir :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{48-1} * 9.050.505} = 438,8211$$

c. Split :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{36-1} * 22.469.462} = 691,4287$$

5.6.2 Perhitungan Cadangan Penyangga (Bufferstock)

1. **Alternatif 1** (Dengan tingkat layanan (*Service Level*) 95%)

Maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$S = \Phi^{-1}(1-p) = \Phi^{-1}(1-0.05)$$

$$S = \Phi^{-1}(0.95)$$

Dari tabel normal standar diperoleh : $S = 1,645$

$$B_m = \mu_m + 1,645 * \sigma_m - \beta L$$

Cadangan Penyangga

$$a. \text{ Semen : } B_m = 261 + 1,645 * 130,4991 - 2 * 261 / 30 = 458,271 \text{ m}^3$$

$$b. \text{ Pasir : } B_m = 1060,5 + 1,645 * 438,8211 - 3 * 1060,5 / 30 = 1676,311 \text{ m}^3$$

$$c. \text{ Split : } B_m = 1569,914 + 1,645 * 691,4287 - 3 * 1569,914 / 30 = 2550,323 \text{ m}^3$$

Kendala Kapasitas Gudang

Kapasitas maksimum gudang \geq Jumlah pesanan optimum + Cadangan penyangga

1. Semen : a. Gudang = 500 m³
 b. Pesanan optimum = 46,994 m³
 c. Cadangan penyangga = 458,271 m³
 d. Jumlah sediaan total = 46,994 + 458,271
 = **505,265 m³**
2. Pasir : a. Gudang = 1600 m³
 b. Pesanan optimum = 178,368 m³
 c. Cadangan penyangga = 1676,311 m³
 d. Jumlah sediaan total = **1854,679 m³**
3. Split : a. Gudang = 2500 m³
 b. Pesanan optimum = 130,878 m³
 c. Cadangan penyangga = 2550,323 m³
 d. Jumlah sediaan total = **2681,201 m³**

Tabel 5.14 Jumlah persediaan total dengan tingkat layanan 95 %

Material	Rata-rata	Deviasi	CP	Jml Y _{opt}	CP+Y _{opt}	Maks	Keterangan
Semen	261	130,4991	458,271	46,994	505,265	500	Tidak
Pasir	1060,5	438,8211	1676,311	178,368	1854,679	1600	Tidak
Split	1569,914	691,4287	2550,323	130,878	2681,201	2500	Tidak

Sumber : Hasil perhitungan cadangan penyangga dengan service level 5%

2. Alternatif 2 (Dengan tingkat layanan (*Service Level*) 90%)

Maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$S = \Phi^{-1}(1-0.10) = \Phi^{-1}(0.9)$$

Dari tabel normal standar diperoleh : $S = 1,282$

$$B_m = \mu_m + 1,282 * \sigma_m - \beta L$$

Cadangan Penyangga

- Semen : $B_m = 261 + 1,282 * 130,4991 - 2 * 261 / 30 = 410,9 \text{ m}^3$
- Pasir : $B_m = 1060,5 + 1,282 * 438,8211 - 3 * 1060,5 / 30 = 1517,019 \text{ m}^3$
- Split : $B_m = 1569,914 + 1,282 * 691,4287 - 3 * 1569,914 / 30 = 2299,334 \text{ m}^3$

Kendala Kapasitas Gudang

1. Semen

- Gudang = 500 m^3
- Pesanan optimum = $46,994 \text{ m}^3$
- Cadangan penyangga = $410,9 \text{ m}^3$
- Jumlah sediaan total = **$457,894 \text{ m}^3$**

2. Pasir

- Gudang = 1600 m^3
- Pesanan optimum = $178,368 \text{ m}^3$
- Cadangan penyangga = $1517,019 \text{ m}^3$
- Jumlah sediaan total = **$1695,387 \text{ m}^3$**

3. Split

- a. Gudang = 2500 m³
- b. Pesanan optimum = 130,878 m³
- c. Cadangan penyangga = 2299,334 m³
- d. Jumlah sediaan total = 2430,212 m³

Tabel 5.15 Jumlah persediaan total dengan tingkat layanan 90 %

Material	Rata-rata	Deviasi	CP	Jml Y _{opt}	CP+Y _{opt}	Maks	Keterangan
Semen	261	130,4991	410,9	46,994	457,894	500	Memenuhi
Pasir	1060,5	438,8211	1517,019	178,368	1695,387	1600	Tidak
Split	1569,914	691,4287	2299,334	130,878	2430,212	2500	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan cadangan penyangga dengan service level 10%

3. Alternatif 3 (Dengan tingkat layanan (*Service Level*) 85%)

Maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$S = \Phi^{-1}(1-p) = \Phi^{-1}(1-0.15) = \Phi^{-1}(0.85)$$

Dari tabel normal standar diperoleh : $S = 1,036$

$$B_m = \mu_m + 1,036 * \sigma_m - \beta L$$

Cadangan Penyangga

- a. Semen : $B_m = 261 + 1,036 * 130,4991 - 2 * 261 / 30 = 378,797 \text{ m}^3$
- b. Pasir : $B_m = 1060,5 + 1,036 * 438,8211 - 3 * 1060,5 / 30 = 1409,069 \text{ m}^3$
- c. Split : $B_m = 1569,914 + 1,036 * 691,4287 - 3 * 1569,914 / 30 = 2129,243 \text{ m}^3$

Kendala Kapasitas Gudang

1. Semen

- a. Gudang = 500 m³
- b. Pesanan optimum = 46,994 m³
- c. Cadangan penyangga = 378,797 m³
- d. Jumlah sediaan total = 425,791 m³

2. Pasir

- a. Gudang = 1600 m³
- b. Pesanan optimum = 178,368 m³
- c. Cadangan penyangga = 1409,069 m³
- d. Jumlah sediaan total = 1587,437 m³

3. Split

- a. Gudang = 2500 m³
- b. Pesanan optimum = 130,878 m³
- c. Cadangan penyangga = 2129,243 m³
- d. Jumlah sediaan total = 2260,121 m³

Tabel 5.16 Jumlah persediaan total dengan tingkat layanan 85 %

Material	Rata-rata	Deviasi	CP	Jml Y _{opt}	CP+Y _{opt}	Maks	Keterangan
Semen	261	130,4991	378,797	46,994	425,791	500	Memenuhi
Pasir	1060,5	438,8211	1409,069	178,368	1587,437	1600	Memenuhi
Split	1569,914	691,4287	2129,243	130,878	2260,121	2500	Memenuhi

Sumber : Hasil perhitungan cadangan penyangga dengan service level 15%

5.4 Penentuan Titik Pemesanan Kembali (Reorder Point)

1. Semen :

a. Cadangan penyangga = $378,797 \text{ m}^3$

b. Waktu tunggu = 2 hari

c. Rata-rata kebutuhan = 261 m^3

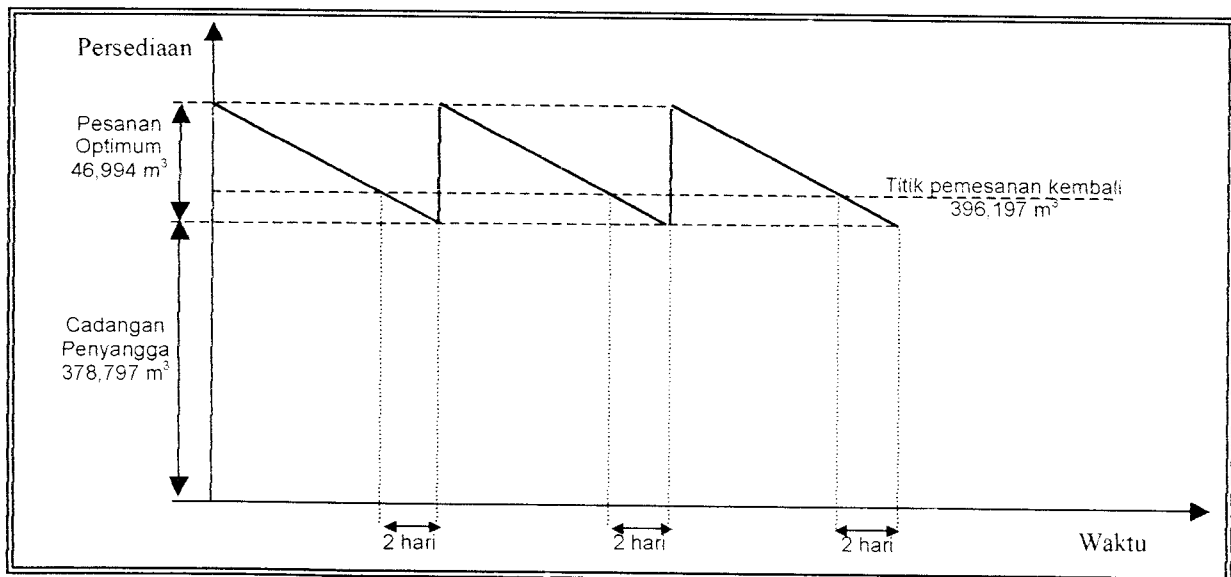
d. Waktu pengendalian = 12 bulan

e. Pesanan optimum = $46,994 \text{ m}^3$

f. Pemesanan kembali = $RP = Bm + \frac{(\beta * n) * L}{LT}$

$$= 378,797 + \frac{261 * 12 * 2}{12 * 30}$$

$$= 396,197 \text{ m}^3$$



Sumber : Hasil perhitungan cadangan penyangga, titik pemesanan ulang, dan pesanan optimum material semen.

Gambar 5.7 Grafik tingkat sediaan untuk material semen

2. Pasir :

a. Cadangan penyangga = $1409,069 \text{ m}^3$

b. Waktu tunggu = 3 hari

c. Rata-rata kebutuhan = $1060,5 \text{ m}^3$

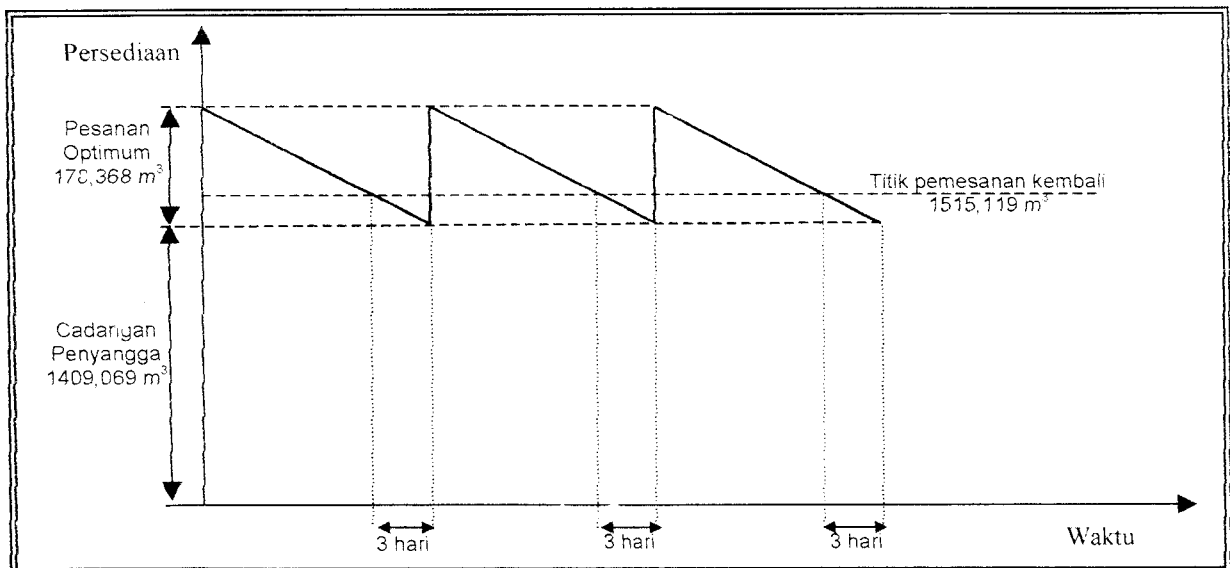
d. Waktu pengendalian = 12 bulan

e. Pesanan optimum = $178,368 \text{ m}^3$

f. Pemesanan kembali = $RP = Bm + \frac{(\beta * n) * L}{LT}$

$$= 1409,069 + \frac{1060,5 * 12 * 3}{12 * 30}$$

$$= 1515,119 \text{ m}^3$$



Sumber : Hasil perhitungan cadangan penyangga, titik pemesanan kembali, dan pesanan optimum material pasir.

Gambar 5.8 Grafik tingkat sediaan untuk material pasir

3. Split :

a. Cadangan penyangga = $2129,243 \text{ m}^3$

b. Waktu tunggu = 3 hari

c. Rata-rata kebutuhan = $1569,914 \text{ m}^3$

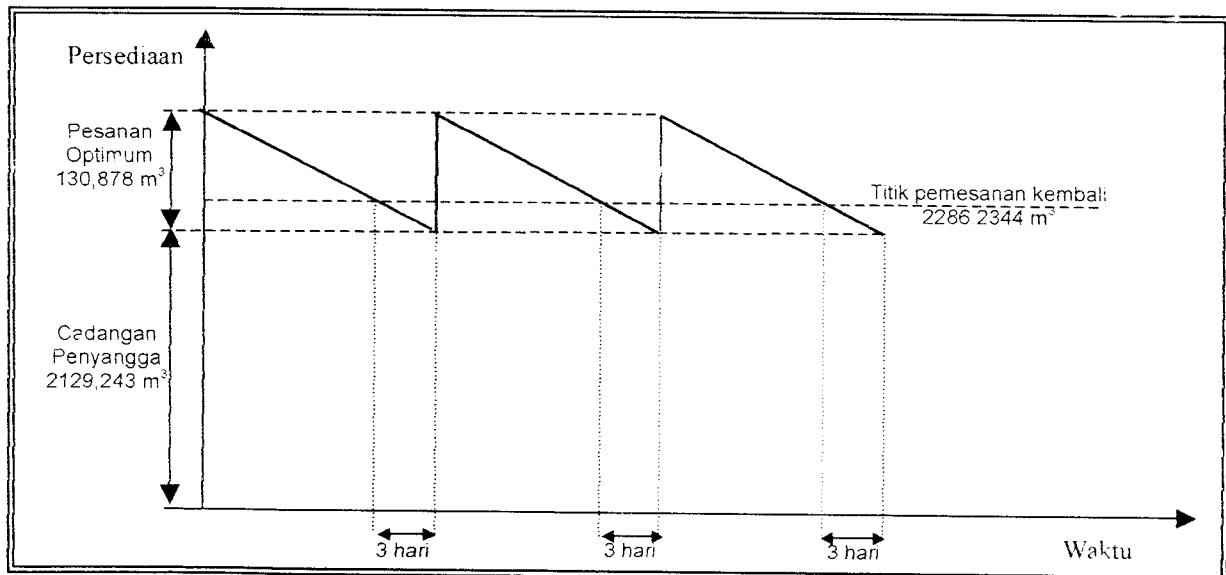
d. Waktu pengendalian = 12 bulan

e. Pesanan optimum = $130,878 \text{ m}^3$

f. Pemesanan kembali = $RP = Bm + \frac{(\beta * n) * L}{LT}$

$$= 2129,243 + \frac{1569,914 * 12 * 3}{12 * 30}$$

$$= 2286,2344 \text{ m}^3$$



Sumber : Hasil perhitungan cadangan penyangga, titik pemesanan kembali, dan pesanan optimum material split.

Gambar 5.9 Grafik tingkat sediaan untuk material split

5.8 Penentuan Siklus Pemesanan

$$\text{Siklus (N)} = \frac{\beta * n - Bm}{Y_{optimum}} \text{ kali/tahun}$$

1. Siklus semen

$$N = \frac{261 * 12 - 378,797}{46,994} = 58,57 \text{ kali} \approx 59 \text{ kali}$$

2. Siklus pasir

$$N = \frac{1060,5 * 12 - 1409,069}{178,368} = 63,45 \text{ kali} \approx 64 \text{ kali}$$

3. Siklus split

$$N = \frac{1569,914 * 12 - 2129,243}{130,878} = 127,67 \text{ kali} \approx 128 \text{ kali}$$

Tabel 4.17 Tabel siklus pemesanan optimum

Jenis material	Pesanan Optimum	Titik Pemesanan Kembali	Siklus Pemesanan
Semen	46,994 m ³	396,197 m ³	59 kali
Pasir	178,368 m ³	1515,119 m ³	64 kali
Split	130,878 m ³	2286,234 m ³	128 kali

Sumber : Hasil perhitungan berdasarkan pesanan optimum dan titik pemesanan kembali

5.9 Penentuan Biaya Persediaan Total

Penentuan biaya persediaan total didasarkan pada akumulasi dari biaya-biaya pemesanan material dengan biaya penyimpanan, ruinus seperti di bawah ini :

$$\text{Biaya persediaan total (TIC)} = \text{Biaya pemesanan total} + \text{Biaya penyimpanan total}$$

5.9.1 Biaya Persediaan Total Material Semen

a. Biaya pemesanan = Rp. 55.000,00/pemesanan

b. Biaya penyimpanan = Rp. 156.000,00/ m³/tahun

1. Alternatif 1

Siklus pemesanan = 24 kali

Jumlah pemesanan = 115,527 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (24 \times \text{Rp. } 55.000,00) + \left(\frac{115,527}{2} \times \text{Rp. } 156.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 1.320.000,00 + \text{Rp. } 9.011.106,00 \\ &= \text{Rp. } 10.331.106,00 \end{aligned}$$

2. Alternatif 2

Siklus pemesanan = 36 kali

Jumlah pemesanan = 77,018 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (36 \times \text{Rp. } 55.000,00) + \left(\frac{77,018}{2} \times \text{Rp. } 156.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 1.980.000,00 + \text{Rp. } 6.007.404,00 \\ &= \text{Rp. } 7.987.404,00 \end{aligned}$$

3. Alternatif 3

Siklus pemesanan = 48 kali

Jumlah pemesanan = 57,764 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (48 \times \text{Rp. } 55.000,00) + \left(\frac{57,764}{2} \times \text{Rp. } 156.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 2.640.000,00 + \text{Rp. } 4.505.592,00 = \text{Rp. } 7.145.592,00 \end{aligned}$$

4. Alternatif 4

Siklus pemesanan = 59 kali

Jumlah pemesanan = 46,994 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (59 \times \text{Rp. } 55.000,00) + \left(\frac{46,994}{2} \times \text{Rp. } 156.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 3.245.000,00 + \text{Rp. } 3.665.532,00 = \text{Rp. } 6.910.532,00 \end{aligned}$$

5. Alternatif 5

Siklus pemesanan = 72 kali

Jumlah pemesanan = 38,51 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (72 \times \text{Rp. } 55.000,00) + \left(\frac{38,51}{2} \times \text{Rp. } 156.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 3.960.000,00 + \text{Rp. } 3.003.780,00 = \text{Rp. } 6.963.780,00 \end{aligned}$$

6. Alternatif 6

Siklus pemesanan = 84 kali

Jumlah pemesanan = 33,01 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (84 \times \text{Rp. } 55.000,00) + \left(\frac{33,01}{2} \times \text{Rp. } 156.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 4.620.000,00 + \text{Rp. } 2.574.780,00 = \text{Rp. } 7.194.780,00 \end{aligned}$$

7. Alternatif 7

Siklus pemesanan = 96 kali

Jumlah pemesanan = 28,88 m³

$$\text{TIC} = (96 \times \text{Rp. } 55.000,00) + \left(\frac{28,88}{2} \times \text{Rp. } 156.000,00 \right)$$

$$= \text{Rp. } 5.280.000,00 + \text{Rp. } 2.252.640,00 = \text{Rp. } 7.532.640,00$$

Tabel 5.18 Biaya persediaan total dengan variasi siklus

Alternatif	Siklus	Juml Pesanan	Biaya Persediaan Total
Alternatif ke 1	24	115,527	10.331.106
Alternatif ke 2	36	77,018	7.987.404
Alternatif ke 3	48	57,764	7.145.592
Alternatif ke 4	59	46,994	6.910.532
Alternatif ke 5	72	38,51	6.963.780
Alternatif ke 6	84	33,01	7.194.780
Alternatif ke 7	96	28,88	7.532.640

Sumber : Hasil perhitungan biaya persediaan total dengan variasi antara siklus dan jumlah pesanan untuk material semen

5.9.2 Biaya Persediaan Total Material Pasir

a. Biaya pemesanan = Rp. 15.000,00/pemesanan

b. Biaya penyimpanan = Rp. 12.000,00/m³/tahun

1. Alternatif 1

Siklus pemesanan = 24 kali

Jumlah pemesanan = 475,65 m³

$$\text{TIC} = (24 \times \text{Rp. } 15.000,00) + \left(\frac{475,65}{2} \times \text{Rp. } 12.000,00 \right)$$

$$= \text{Rp. } 360.000,00 + \text{Rp. } 2.853.900,00 = \text{Rp. } 3.213.900,00$$

2. Alternatif 2

Siklus pemesanan = 36 kali

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pemesanan} &= 317,1 \text{ m}^3 \\ \text{TIC} &= (36 \times \text{Rp. } 15.000,00) + \left(\frac{317,1}{2} \times \text{Rp. } 12.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 540.000,00 + \text{Rp. } 1.902.600,00 = \text{Rp. } 2.442.600,00 \end{aligned}$$

3. Alternatif 3

$$\begin{aligned} \text{Siklus pemesanan} &= 48 \text{ kali} \\ \text{Jumlah pemesanan} &= 237,825 \text{ m}^3 \\ \text{TIC} &= (48 \times \text{Rp. } 15.000,00) + \left(\frac{237,825}{2} \times \text{Rp. } 12.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 720.000,00 + \text{Rp. } 1.426.950,00 = \text{Rp. } 2.146.950,00 \end{aligned}$$

4. Alternatif 4

$$\begin{aligned} \text{Siklus pemesanan} &= 64 \text{ kali} \\ \text{Jumlah pemesanan} &= 178,368 \text{ m}^3 \\ \text{TIC} &= (64 \times \text{Rp. } 15.000,00) + \left(\frac{178,368}{2} \times \text{Rp. } 12.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 960.000,00 + \text{Rp. } 1.070.208,00 \\ &= \text{Rp. } 2.030.208,00 \end{aligned}$$

5. Alternatif 5

$$\begin{aligned} \text{Siklus pemesanan} &= 72 \text{ kali} \\ \text{Jumlah pemesanan} &= 158,55 \text{ m}^3 \\ \text{TIC} &= (72 \times \text{Rp. } 15.000,00) + \left(\frac{158,55}{2} \times \text{Rp. } 12.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 1.080.000,00 + \text{Rp. } 951.300,00 = \text{Rp. } 2.031.300,00 \end{aligned}$$

6. Alternatif 6

Siklus pemesanan = 84 kali

Jumlah pemesanan = 135,9 m³

$$\text{TIC} = (84 \times \text{Rp. } 15.000,00) + \left(\frac{135,9}{2} \times \text{Rp. } 12.000,00 \right)$$

$$= \text{Rp. } 1.260.000,00 + \text{Rp. } 815.400,00$$

$$= \text{Rp. } 2.075.400,00$$

7. Alternatif 7

Siklus pemesanan = 96 kali

Jumlah pemesanan = 118,91 m³

$$\text{TIC} = (96 \times \text{Rp. } 15.000,00) + \left(\frac{118,91}{2} \times \text{Rp. } 12.000,00 \right)$$

$$= \text{Rp. } 1.440.000,00 + \text{Rp. } 713.460,00 = \text{Rp. } 2.153.460,00$$

Tabel 5.19 Biaya persediaan total dengan variasi siklus

Alternatif	Siklus	Juml Pesanan (m ³)	Biaya Persediaan Total
Alternatif ke 1	24	475,65	3.213.400
Alternatif ke 2	36	317,1	2.442.600
Alternatif ke 3	48	237,825	2.146.750
Alternatif ke 4	64	178,368	2.030.208
Alternatif ke 5	72	158,55	2.031.300
Alternatif ke 6	84	135,9	2.075.450
Alternatif ke 7	96	118,91	2.153.460

Sumber : Hasil perhitungan biaya persediaan total dengan variasi antara siklus dan jumlah pesanan untuk material pasir

5.9.3 Biaya Persediaan Total Material Split

a. Biaya pemesanan = Rp. 15.000,00/pemesanan

b. Biaya penyimpanan = Rp. 33.000,00/ m³/tahun

1. Alternatif 1

Siklus pemesanan = 24 kali

Jumlah pemesanan = 698,02 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (24 \times \text{Rp. } 15.000,00) + \left(\frac{698,02}{2} \times \text{Rp. } 33.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 360.000,00 + \text{Rp. } 11.517.330,00 = \text{Rp. } 11.877.330,00 \end{aligned}$$

2. Alternatif 2

Siklus pemesanan = 48 kali

Jumlah pemesanan = 349,01 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (48 \times \text{Rp. } 15.000,00) + \left(\frac{349,01}{2} \times \text{Rp. } 33.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 720.000,00 + \text{Rp. } 5.758.665,00 = \text{Rp. } 6.478.665,00 \end{aligned}$$

3. Alternatif 3

Siklus pemesanan = 96 kali

Jumlah pemesanan = 174,505 m³

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (96 \times \text{Rp. } 15.000,00) + \left(\frac{174,505}{2} \times \text{Rp. } 33.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 1.440.000,00 + \text{Rp. } 2.879.333,00 = \text{Rp. } 4.319.333,00 \end{aligned}$$

4. Alternatif 4 (Jumlah pesanan optimum)

Siklus pemesanan = 128 kali

$$\text{Jumlah pemesanan} = 130,878 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (128 \times \text{Rp. } 15.000,00) + \left(\frac{130,878}{2} \times \text{Rp. } 33.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 1.920.000,00 + \text{Rp. } 2.159.487,00 = \text{Rp. } 4.079.487,00 \end{aligned}$$

5. Alternatif 5

$$\text{Siklus pemesanan} = 156 \text{ kali}$$

$$\text{Jumlah pemesanan} = 107,39 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (156 \times \text{Rp. } 15.000,00) + \left(\frac{107,39}{2} \times \text{Rp. } 33.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 2.340.000,00 + \text{Rp. } 1.771.935,00 = \text{Rp. } 4.111.935,00 \end{aligned}$$

6. Alternatif 6

$$\text{Siklus pemesanan} = 168 \text{ kali}$$

$$\text{Jumlah pemesanan} = 99,72 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (168 \times \text{Rp. } 15.000,00) + \left(\frac{99,72}{2} \times \text{Rp. } 33.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 2.520.000,00 + \text{Rp. } 1.645.380,00 = \text{Rp. } 4.160.380,00 \end{aligned}$$

7. Alternatif 7

$$\text{Siklus pemesanan} = 180 \text{ kali}$$

$$\text{Jumlah pemesanan} = 93,072 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= (180 \times \text{Rp. } 15.000,00) + \left(\frac{93,072}{2} \times \text{Rp. } 33.000,00 \right) \\ &= \text{Rp. } 2.700.000,00 + \text{Rp. } 1.535.688,00 = \text{Rp. } 4.235.688,00 \end{aligned}$$

Tabel 5.20 Biaya persediaan total dengan variasi siklus

Alternatif	Siklus	Juml Pesanan (m ³)	Biaya Persediaan Total
Alternatif ke 1	24	698,02	11.877.330
Alternatif ke 2	48	344,01	6.478.665
Alternatif ke 3	96	174,505	4.319.333
Alternatif ke 4	128	130,878	4.079.487
Alternatif ke 5	156	107,39	4.111.435
Alternatif ke 6	168	99,72	4.160.380
Alternatif ke 7	180	93,072	4.235.688

Sumber : Hasil perhitungan biaya persediaan total dengan variasi antara siklus dan jumlah pesanan untuk material split.

5.10 Perencanaan Pengendalian Persediaan Material

Berdasarkan hasil perhitungan persediaan material dalam jangka waktu pengendalian selama 4 tahun, maka dapat disusun suatu perencanaan pengendalian persediaan material yang optimal untuk jangka waktu satu tahun ke depan.

5.10.3 Pengendalian Persediaan Material Semen

- a. Kebutuhan rata-rata = 261 m³
- b. Cadangan penyangga = 378,797 m³
- c. Pesanan optimum = 46,994 m³
- d. Pemesanan kembali = 396,197 m³
- e. Jangka waktu pengendalian = 12 bulan

dengan asumsi tempat penyimpanan dalam keadaan tidak ada persediaan material, maka model persediaan dilakukan dengan :

1. Siklus pemesanan = 59 kali
2. Awal pesanan = Cadangan penyangga + pesanan optimum
 $= 378,797 \text{ m}^3 + 49,994 \text{ m}^3$
 $= 428,791 \text{ m}^3$
3. Pesanan selanjutnya = $49,994 \text{ m}^3$ sebanyak 58 kali
4. Selang pemesanan = 6 hari

5.10.3 Pengendalian Persediaan Material Pasir

- a. Kebutuhan rata-rata = $1060,5 \text{ m}^3$
- b. Cadangan penyangga = $1409,069 \text{ m}^3$
- c. Pesanan optimum = $178,368 \text{ m}^3$
- d. Pemesanan kembali = $1515,119 \text{ m}^3$
- e. Jangka waktu pengendalian = 12 bulan

dengan asumsi tempat penyimpanan dalam keadaan tidak ada persediaan material, maka model persediaan dilakukan dengan :

1. Siklus pemesanan = 59 kali
2. Awal pesanan = Cadangan penyangga + pesanan optimum
 $= 1409,069 \text{ m}^3 + 178,368 \text{ m}^3$
 $= 1587,437 \text{ m}^3$
3. Pesanan selanjutnya = $178,368 \text{ m}^3$ sebanyak 63 kali
4. Selang pemesanan = 5-6 hari

5.10.3 Pengendalian Persediaan Material Split

- a. Kebutuhan rata-rata = 1569,914 m³
- b. Cadangan penyangga = 2129,243 m³
- c. Pesanan optimum = 130,878 m³
- d. Pemesanan kembali = 2286,2344 m³
- e. Jangka waktu pengendalian = 12 bulan

dengan asumsi tempat penyimpanan dalam keadaan tidak ada persediaan material, maka model persediaan dilakukan dengan :

- 1. Siklus pemesanan = 128 kali
- 2. Awal pesanan = Cadangan penyangga + pesanan optimum
= 2129,243 m³ + 130,878 m³
= 2260,121 m³
- 3. Pesanan selanjutnya = 130,878 m³ sebanyak 128 kali
- 4. Selang pemesanan = 2-3 hari

BAB VI

PEMBAHASAN

Untuk mengetahui bahwa pengaturan persediaan material bahan baku merupakan hal yang penting dalam manajemen suatu perusahaan, maka dilakukan analisa terhadap masalah penyediaan material pada perusahaan beton jadi (*Readymix*) yaitu PT Karya Beton Yogyakarta. Diharapkan dalam analisa dengan menggunakan EOQ (*Economic Order Quantity*), maka dapat diperoleh jumlah pemesanan ekonomis (Y_{optimum}), jumlah cadangan penyangga (*Buffer stock*), titik pemesanan kembali (*Reorder point*), dan siklus pemesanan untuk material semen, pasir, dan split, yang dapat meminimumkan biaya persediaan secara total, dan akan didapatkan model persediaan yang optimal. Pembahasan permasalahan persediaan tersebut disusun sebagai berikut :

6.1 Orientasi Obyek Penelitian

Penelitian untuk penyusunan tugas akhir yang berupa studi kasus ini memilih obyek penelitian sebuah perusahaan beton jadi (*Readymix*) di Yogyakarta, yaitu PT Karya Beton.

Pemilihan perusahaan tersebut sebagai obyek penelitian didasarkan pada beberapa hal tersebut di bawah ini :

1. Perusahaan tersebut dalam beberapa waktu sebelumnya mengalami *overstocking*.
2. Manajemennya lebih memberikan keleluasaan dan keterbukaan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan.
3. Perusahaan tersebut di wilayah Yogyakarta termasuk perusahaan yang mempunyai kemampuan produksi yang cukup tinggi.

6.2 Analisa Data

6.2.1 Pengujian Data

Sebelum data yang diperoleh dari perusahaan diolah, terlebih dahulu data diuji kenormalan datanya dengan menggunakan uji *Lilliefors* (Lihat Lampiran 2). Dari uji data tersebut didapatkan hasil bahwa hipotesa data terdistribusi secara normal dapat diterima.

6.2.2 Peramalan

Data yang didapat dari perusahaan diplotkan ke dalam bentuk grafik garis untuk mendapatkan pola data yang akan digunakan untuk menentukan metode peramalan yang akan digunakan.

Dari hasil plot data material (Semen, pasir dan split) didapatkan pola data yang mengandung unsur trend dan musiman, dengan demikian maka metode yang terpilih untuk analisa peramalan yaitu :

1. Weighted Moving Average
2. Exponential Smoothing with Linear Trend
3. Double Exponential Smoothing with Linear Trend
4. Winter's Model

Keempat metode peramalan di atas memberikan besar nilai kesalahan peramalan yang berbeda-beda, dicari nilai *MAD* yang terkecil yang kemudian hasil peramalan tersebut yang digunakan.

Hasil peramalan dari keempat metode tersebut adalah :

A. Material Semen

Menggunakan metode *Weighted Moving Average*, dengan rata-rata pemakaian/bulan dalam satu tahun ke depan 261 ton.

B. Material Pasir

Metode yang terpilih *Double Exponential Smoothing with Linear Trend*, dengan rata-rata pemakaian/bulan dalam satu tahun ke depan 1060,5 m³.

C. Material Split

Metode yang terpilih *Double Exponential Smoothing with Linear Trend*, dengan rata-rata pemakaian/bulan dalam satu tahun ke depan 1569,914 m³.

6.2.3 Pemantauan Hasil Peramalan

Pemantauan hasil peramalan dengan menggunakan metode *Tracking Signal*, data yang dibutuhkan adalah data kesalahan peramalan yang dikuadratkan. Data yang telah berbentuk *Tracking Signal* tersebut untuk selanjutnya ditebarkan ke dalam peta kontrol yang dalam penelitian ini, digunakan batas-batas kontrol atas dan bawah :

$$s = \sqrt{MAD}, \text{ dimana BKA/BKB} = 0 \pm z.s$$

Untuk $z = 3$, maka 99 % data *tracking signal* diharapkan berada dalam batas kendali

Untuk $z = 2$, maka 95 % data *tracking signal* diharapkan berada dalam batas kendali

Dari hasil pemantauan hasil peramalan ketiga material tersebut, semua data *Tracking Signal* dari ketiga material, 100 % berada dalam batas kendali. Dapat dikatakan bahwa metode peramalan untuk meramalkan pemakaian material yang akan datang adalah layak digunakan.

6.2.4 Analisa Model Persediaan

Dari perhitungan persediaan dengan menggunakan EOQ (*Economic Order Quantity*), maka dapat diperoleh jumlah pemesanan ekonomis ($Y_{optimum}$), jumlah cadangan penyangga (*Buffer stock*), titik pemesanan kembali (*Reorder point*), dan siklus pemesanan untuk material semen, pasir, dan split, yang dapat meminimumkan biaya persediaan secara total.

Tabel 6.1 Pengaturan persediaan material bahan baku beton

No	Material	Cadangan Penyangga	Jml Pesanan optimum	Titik Pemesanan Kembali	Kapasitas Gudang	Siklus Pemesanan
1	Semen (ton)	378,797	46,994	396,197	Memenuhi	59
2	Pasir (m ³)	1409,069	178,368	1515,119	1600	64
3	Split (m ³)	2129,243	130,878	2286,2344	2500	128

Sumber : Hasil lengkap perhitungan cadangan penyangga, jumlah pesanan optimum, titik pemesanan Kembali, dan siklus pemesanan dari masing-masing material bahan baku beton jadi.

Hasil di atas masih berupa relativitas yang masih harus diuji untuk membuktikan apakah jumlah pesanan optimum yang diperoleh dari perhitungan tersebut benar-benar optimal. Pengujian dilakukan dengan mencoba alternatif jumlah pesanan dan siklus pemesanan yang berbeda.

Di dalam pengujian ini, dicari besar biaya persediaan total untuk setiap alternatif jumlah pesanan dan siklus pemesanan tersebut. Di mana setiap alternatif jumlah pesanan dan siklus pemesanan akan memberikan hasil yang berbeda-beda, sebagai akibat dari akumulasi biaya pemesanan total dan biaya penyimpanan total. Jumlah pesanan dapat dikatakan optimum apabila dapat meminimalkan biaya persediaan total. Berdasarkan hasil perhitungan biaya persediaan total dari berbagai alternatif untuk material semen, pasir, dan split, maka dapat disusun pembahasan sebagai berikut :

A. Material Semen

Hasil total perhitungan biaya persediaan material semen dari berbagai alternatif dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 6.2 Biaya persediaan total semen dari berbagai alternatif

No	Alter-natif	Siklus Pemesanan (ton)	Jumlah Pesanan (ton)	Biaya Pemesanan Total (TOC) (Rp)	Biaya Penyimpanan Total (TCC) (Rp)	Biaya Persediaan Total (TIC=TOC+TCC) (Rp)
1	1	24	115,527	1.320.000	9.011.106	10.331.106
2	2	36	77,018	1.980.000	6.007.404	7.987.404
3	3	48	57,764	2.640.000	4.505.592	7.145.592
4	4	59	46,994	3.300.000	3.665.532	6.910.532
5	5	72	38,51	3.960.000	3.003.780	6.963.780
6	6	84	33,01	4.620.000	2.574.780	7.194.780
7	7	96	28,88	5.280.000	2.252.640	7.532.640

Sumber : Hasil perhitungan dengan Siklus dan jumlah pemesanan berbeda.

Pada hasil perhitungan alternatif I, perusahaan melakukan pemesanan material semen dua kali dalam sebulan, sehingga untuk satu tahun perusahaan melakukan pemesanan total sebanyak 24 kali dengan jumlah pesanan sebesar 115,5 ton untuk setiap kali pesan. Dapat dikatakan perusahaan melakukan pemesanan dalam jumlah yang besar dengan frekwensi yang kecil. Hal tersebut menyebabkan biaya pemesanan kecil, namun sebaliknya akan menyebabkan biaya penyimpanan yang sangat besar. Di samping itu untuk melakukan pembelian dalam jumlah yang sangat besar, dibutuhkan biaya yang sangat besar. Dalam kondisi tersebut, apabila perusahaan tidak mempunyai modal yang cukup, maka akan mengambil kemungkinan untuk meminjam kredit ke perusahaan keuangan ataupun mencari investor. Namun permasalahan tidak akan selesai hanya sampai di situ, karena bunga atas modal yang ditanam dalam bentuk persediaan akan menjadi tinggi dan akan terakumulasi ke dalam biaya persediaan total.

Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa biaya persediaan total yang dihasilkan oleh alternatif I jauh lebih besar daripada biaya persediaan total yang dihasilkan oleh alternatif berikutnya. Hal ini menunjukkan bahwa pemesanan material semen dalam jumlah yang besar belum tentu akan menghasilkan biaya persediaan total yang lebih kecil, atau lebih minimum.

Untuk alternatif berikutnya, siklus pemesanan ditentukan dengan menurunkan jumlah rata-rata siklus pemesanan tiap bulan dari alternatif sebelumnya. Siklus pemesanan semakin jarang akan menyebabkan jumlah pesanan untuk setiap kali pemesanan akan menjadi sangat besar. Biaya penyimpanan akan semakin besar karena rata-rata persediaan menjadi lebih banyak dan biaya pemesanan menjadi lebih kecil karena frekwensi pemesanan berkurang. Dari hasil perhitungan juga menunjukkan biaya persediaan total yang dihasilkan 5, 6, 7 lebih besar dari biaya persediaan total pada alternatif 4.

Berdasarkan biaya persediaan total dari ketujuh alternatif tersebut menunjukkan bahwa jumlah pemesanan semen pada alternatif 4 adalah jumlah pemesanan yang optimal, karena biaya persediaan total yang dihasilkan paling minimal.

B. Material Pasir

Hasil total perhitungan biaya persediaan material pasir dari berbagai alternatif dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 6.3 Biaya persediaan total pasir dari berbagai alternatif

No	Alter-natif	Siklus Pemesanan (m ³)	Jumlah Pesanan (m ³)	Biaya Pemesanan Total (TOC) (Rp)	Biaya Penyimpanan Total (TCC) (Rp)	Biaya Persediaan Total (TIC=TOC+TCC) (Rp)
1	1	24	475,65	360.000	2.853.900	3.213.900
2	2	36	317,1	540.000	1.902.600	2.442.600
3	3	48	237,825	720.000	1.426.950	2.146.950
4	4	64	178,368	960.000	1.070.208	2.030.208
5	5	72	158,55	1.080.000	951.300	2.031.300
6	6	84	135,9	1.260.000	815,400	2.075.400
7	7	96	118,91	1.440.000	713,460	2.153.460

Sumber : Hasil perhitungan dengan Siklus dan jumlah pemesanan berbeda.

Pada hasil perhitungan alternatif I, perusahaan melakukan pemesanan material pasir dua kali dalam sebulan, sehingga untuk satu tahun perusahaan melakukan pemesanan total sebanyak 24 kali dengan jumlah pesanan sebesar 475,65 m³ untuk setiap kali pesan. Perusahaan melakukan pemesanan dalam jumlah yang besar dengan frekwensi yang kecil. Hal tersebut menyebabkan biaya pemesanan kecil, namun sebaliknya akan menyebabkan biaya penyimpanan yang sangat besar.

Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa biaya persediaan total yang dihasilkan oleh alternatif I menjadi sangat ekstrem, jauh lebih besar daripada biaya persediaan total yang dihasilkan oleh alternatif berikutnya. Hal ini menunjukkan bahwa pemesanan material semen dalam jumlah yang besar belum tentu akan menghasilkan biaya persediaan total yang lebih kecil, atau lebih minimum. Jumlah pesanan material yang sangat besar akan mempengaruhi biaya penyimpanan totalnya, juga akan mempengaruhi dari kualitas material selama penyimpanan.

Berdasarkan biaya persediaan total dari ketujuh alternatif tersebut di atas, menunjukkan bahwa jumlah pemesanan material pasir pada alternatif 4 adalah jumlah pemesanan yang optimal, karena biaya persediaan total yang dihasilkan paling minimal. Penjumlahan dari biaya pemesanan total dengan biaya penyimpanan memberikan biaya persediaan total paling optimal.

C. Material Split

Hasil total perhitungan biaya persediaan material semen dari berbagai alternatif dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 6.4 Biaya persediaan split total dari berbagai alternatif

No	Alter-natif	Siklus Pemesanan (m ³)	Jumlah Pesanan (m ³)	Biaya Pemesanan Total (TOC) (Rp)	Biaya Penyimpanan Total (TCC) (Rp)	Biaya Persediaan Total (TIC=TOC+TCC) (Rp)
1	1	24	698,02	360.000	11.517.330	11.877.330
2	2	48	349,01	720.000	5.758.665	6.478.665
3	3	96	174,505	1.440.000	2.879.333	4.319.333
4	4	128	130,878	1.920.000	2.159.487	4.079.487
5	5	156	107,39	2.340.000	1.771.935	4.111.935
6	6	168	99,72	2.520.000	1.645.380	4.160.380
7	7	180	93,072	2.700.000	1.535.688	4.235.688

Sumber : Hasil perhitungan dengan Siklus dan jumlah pemesanan berbeda.

Berdasarkan biaya persediaan total dari ketujuh alternatif tersebut di atas, menunjukkan bahwa jumlah pemesanan semen pada alternatif 4 adalah jumlah pemesanan yang optimal, karena biaya persediaan total yang dihasilkan paling minimal.

6.3 Pengendalian Persediaan Material pada Perusahaan PT Karya Beton

Sistem persediaan hasil analisis sangat berbeda dengan sistem persediaan dalam praktek pada PT Karya Beton Yogyakarta. Pada prakteknya tidak terdapat perencanaan dan sistem pengendalian persediaan material yang tepat guna. Jumlah persediaan, jumlah pesanan, serta berapa kali harus melakukan pemesanan tidak terencana. Perusahaan tersebut lebih cenderung menimbun persediaan dalam jumlah yang cukup menurut perkiraan, yang tak jarang persediaan material menjadi sangat berlebihan. Perusahaan kurang memperhatikan serta kurang memperhitungkan akumulasi biaya dari penimbunan tersebut. Penimbunan tersebut akan menimbulkan biaya penyimpanan yang besar, yang pada nantinya akan mempengaruhi biaya persediaan total. Penurunan kualitas juga tidak mustahil terjadi pada material yang ditimbun, dikarenakan tempat penyimpan hanya berupa lahan terbuka saja yang tentunya akan sangat dipengaruhi oleh cuaca.

Pemesanan material pun dilakukan tanpa adanya penjadwalan, padahal apabila ditilik dari perhitungan di atas setiap variasi dari jumlah pesanan, maupun siklus pemesanan akan memberikan pengaruh yang sangat signifikan dari biaya persediaan secara keseluruhan.

Hasil analisis ini dimaksudkan untuk menyusun suatu perencanaan pengendalian persediaan sehingga dalam persediaan tidak terjadi *overstock* maupun *understock* material, dan lebih jauh lagi akan dapat mempengaruhi dari efisiensi dan efektivitas biaya produksi dari perusahaan yang bersangkutan, yang dalam hal ini adalah PT Karya Beton Yogyakarta.

6.4 Perbedaan Hasil Penelitian

Hasil penelitian pada PT Karya Beton memberikan hasil yang berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Kushartanto dan Junaedik yang mengambil obyek penelitian di PT Jaya Readymix. Hal tersebut dapat terjadi karena beberapa hal penting yang dapat mempengaruhi dari hasil penelitian itu sendiri :

1. Obyek Penelitian

Penelitian tersebut mengambil obyek yang berbeda, sehingga dengan sendirinya masing-masing perusahaan mempunyai data tentang pemakaian material sebelumnya yang berbeda.

2. Rentang Waktu Data yang Digunakan

Data yang digunakan pada masing-masing penelitian mempunyai rentang waktu yang berbeda. Pada penelitian ini mengambil data pemakaian material sebelumnya pada rentang waktu selama 4 tahun, sedangkan rentang waktu yang dipakai oleh Kushartanto dan Junaedik selama 3 tahun.

3. Penentuan Penggunaan material yang akan datang

Pada penelitian ini dengan menggunakan metode peramalan yang memperhitungkan faktor trend dan musiman, sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Kushartanto dan Junaedik hanya didasarkan pada rata-rata pemakaian material yang sebelumnya.

Ketiga hal penting yang tersebut di atas ternyata memberikan hal yang berbeda pada masing-masing penelitian, namun pada dasarnya tetap dapat memberikan biaya total persediaan yang paling minimal.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan model, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Model persediaan material bahan baku pada PT Karya Beton Yogyakarta yang optimal dapat dicapai dengan menerapkan Model Jumlah Pesanan Ekonomis (*EOQ*).
2. Perkiraan jumlah pemakaian material satu tahun ke depan diramalkan dengan menggunakan Metode Peramalan Kuantitatif, dibantu dengan program *QS (Quantitatives System) ver. 3,0*, yang hasilnya diasumsikan sebagai laju rata-rata pemakaian material per bulan.
3. Kapasitas gudang PT Karya Beton Yogyakarta hanya mampu memberikan tingkat layanan 85 % dari seluruh pesanan yang datang.
4. Optimasi persediaan material untuk PT Karya Beton Yogyakarta :
 - a. Semen

Jumlah pesanan ekonomis 47 ton dengan siklus pemesanan 59 kali dalam satu tahun pada selang 6 hari.

b. Pasir

Jumlah pesanan ekonomis 170 m^3 dengan siklus pemesanan 64 kali dalam satu tahun pada selang 5-6 hari.

c. Split

Jumlah pesanan ekonomis 130 m^3 pada siklus pemesanan 128 kali dalam satu tahun pada selang 2-3 hari.

6.2 Saran

1. Masalah manajemen persediaan material dalam industri beton jadi (*Readymix*) sangat penting, maka sebaiknya pihak dari perusahaan yang bersangkutan dalam merencanakan dan mengendalikan material menggunakan metode yang sistematis dan terarah agar persediaan material bahan baku dapat optimal.
2. Untuk dapat meningkatkan tingkat layanan produksi, perlu dipertimbangkan dalam memperbesar kapasitas gudang penyimpanan.
3. Metode EOQ adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menetapkan jumlah persediaan optimal pada kasus ini. Sehingga perlu kiranya dicoba metode lain untuk menentukan jumlah persediaan optimal.
4. Pada studi kasus ini mengambil obyek PT Karya Beton Yogyakarta, namun tidak menutup kemungkinan terjadi kasus yang sama pada perusahaan yang lain yang membutuhkan suatu manajemen persediaan material yang optimal, maka metode EOQ perlu dicoba pada perusahaan lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyari, Agus, 1986, Manajemen Produksi : Perencanaan Sistem Produksi, Buku 1, BPFE, Yogyakarta
- Assauri, Sofyan, 1984, Teknik dan Metode Peramalan Penerapannya Dalam Ekonomi dan Dunia Usaha, Edisi Satu, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta
- Buffa, Elwood, 1972, Manajemen Produksi/Operasi, Erlangga, Jakarta
- Conover, W.J., 1973, Practical Non-parametric Statistica, John Wiley & Sons Inc., New York
- Dhir, R. K., 1990, Advances in Readymix Concrete Technology, Pergamon Perss.
- Gideon, 1996, Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang, Seri Beton 1, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta
- Gideon, 1994, Pedoman Pengerjaan Beton, Seri Beton 2, Erlangga, Jakarta
- Hantoro, Sirod, 1993, Perencanaan dan Pengendalian Produksi, UPP IKIP, Yogyakarta
- Handoko, T. Hani, 1999, Manajemen, Edisi 2, BPFE, Yogyakarta
- Kushartanto, Junaedik, 2000, Manajemen Persediaan Material Pada Industri Beton Jadi (Readymix), UII, Jogjakarta
- Lukas, S. A., Memahami Statistika Bisnis, Buku 2, Andi, Yogyakarta
- Mulyadi, 1999, Akuntansi Biaya, Edisi 5, Aditya Media, Yogyakarta
- Saleh, Samsubar, 1988, Statistik Induktif, Edisi 2, Liberty, Yogyakarta
- Spyros Makidavis – Steven C Wright-Victor E Mc Geof (alih bahasa Untung Sus Andriyanto-Abdul Basith), 1995, Metode dan Aplikasi Peramalan, Erlangga, Jakarta

- Sudjana, 1992, Metode Statistika, Edisi 5, Tarsito, Bandung
- Tersine R.J, 1994, Principle of Inventory and Material Management, 4th Edition, Prentice Hall International Inc., Englewood Cliffs, New Jersey
- T.Y Lin, Ned H. Burns, 1999, Design of Prestressed Concrete Structures, John Wiley & Sons Inc., New York
- Yhi-Long Chang, 1995, Quantitative System 3.0, 5th Edition, Prentice Hall International Inc., Englewood Cliffs, New Jersey
- Zulian Yamit, 1999, Manajemen Persediaan, EKONISIA Fakultas Ekonomi UII, Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	NAMA	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Nugroho Hari W.	94 310 023	Men'on
2	Dwianto Wahyu R.	94 310 026	Men'on

JUDUL TUGAS AKHIR :

.....
 Penggunaan Metode Peramalan dalam Optimalisasi Pendatutan persediaan
 Material Pada Perusahaan Beton Jadi.

**PERIODE III : MARET - AGUSTUS
 TAHUN : 2001 / 2002**

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Mar.	Apr.	Mei.	Jun.	Jul.	Aug.
1.	Pendaftaran	■					
2.	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3.	Pembuatan Proposal		■				
4.	Seminar Proposal		■	■			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.		■	■	■	■	
6.	Sidang-Sidang					■	■
7.	Pendadaran.						■

DOSEN PEMBIMBING I : Ir. Harbi Hadi, MT.
 DOSEN PEMBIMBING II : Ir. Lalu Mat-rup, MT.

Yogyakarta, 27 Maret 2002

a.n. Dekan,

(Ir. H. Munadhir, MS.)



Catatan.

Seminar :
 Sidang :
 Pendadaran :

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	NAMA	NO. MHS.	BID. STUDI
1	NUGROHO HARIW	96 310 146	MANKON
2	DWIANTO WAHYU R.	96 310 288	MANKON

JUDUL TUGAS AKHIR :

~~PEKERJAAN BATU BATA~~ ~~PRODUKSI INDUSTRI BETON BERDITING~~

PERIODE III : MARET - AGUSTUS

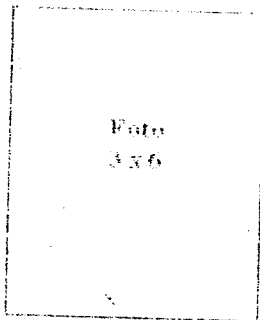
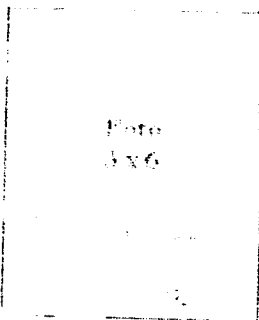
TAHUN : 2000 / 2001

↳ Penggunaan metode Peramalan dlm optimalisasi Pengaturan Persediaan Material Pd Perstiaan beton pada

No.	Kegiatan	Bulan					
		Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus
1.	Pendalaman						
2.	Pemenuhan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Konsultasi Perencanaan P.A.						
6.	Sidang Sidang						
7.	Pendaftaran						

DIREKTOR PEMBINAAN I
DIREKTOR PEMBINAAN II

IR. HARBI HADI, MT
IR. ALBANI MUSYAFAR



Yogyakarta, 09 MEI 2001
A.n. Dekan.

IR. H. TADJUDDIN BM ARIS, MS

Catatan :

Seminar :
Sidang :
Pendaftaran :

TA ini dianggap sudah batal
karena lewat 1 th. dan dapat
mendaftar lagi dg dosen pen-
bimbing I Pale Harbi
28/3 II Pale Malerup
2002 A@@. Seljuw. TS
Wt. Malerup

SURAT KETERANGAN

Nomor : 022 / I / SK / KBS / 2002

Yang bertandatangan di bawah ini menerangkan bahwa :

Nama : Nugroho Hari Wisudo
No mhs : 94 310 023
Nama : Dwianto Wahyu Rachmawan
No mhs : 94 310 026

Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta, telah selesai melaksanakan pengumpulan informasi/data tentang PT Karya Beton Jogjakarta.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan, untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jogjakarta, Desember 2001

A.N. Kepala Pimpinan
PT Karya Beton Jogjakarta

PT. KARYA BETON BUDHIRA

YOGYAKARTA

(.....Suroso.....)

Tabel Hasil Perhitungan Peramalan

A. Material Semen dengan metode *Weighted Moving Average*

----- Forecast Results for Material Semen -----						
01-03-2002 20:39:10			Page: 1 of 5			
Period	Actual	F(t)	W(t)	Forecast	Error	
1	335		.5			
2	545	440	.5			
3	600	572.5		440	-160	
4	330	465		572.5	242.5	
5	434	392		465	31	
6	375	404.5		392	7	
7	340	357.5		404.5	64.5	
8	297	313.5		357.5	70.5	
9	270	278.5		313.5	43.5	
10	320	295		278.5	-41.5	
11	432	376		295	-137	
12	322	377		376	54	

Weighted moving average: CPU Seconds = 0						
MAD = 85.34 MSD = 12250.89 Bias = 7.05 R-square = .27						
M = 2						
----- Forecast Results for Material Semen -----						
01-03-2002 20:38:42			Page: 2 of 5			
Period	Actual	F(t)	W(t)	Forecast	Error	
13	201	261.5		377	176	
14	211	206		261.5	50.5	
15	245	228		206	-39	
16	200	222.5		228	28	
17	361	280.5		222.5	-138.5	
18	272	316.5		280.5	8.5	
19	330	301		316.5	-13.5	
20	374	352		301	-73	
21	593	483.5		352	-241	
22	392	492.5		483.5	91.5	
23	295	343.5		492.5	197.5	
24	191	243		343.5	152.5	

Weighted moving average: CPU Seconds = 0						
MAD = 85.34 MSD = 12250.89 Bias = 7.05 R-square = .27						
M = 2						
----- Forecast Results for Material Semen -----						
01-03-2002 20:39:08			Page: 3 of 5			
Period	Actual	F(t)	W(t)	Forecast	Error	
25	338	264.5		243	-95	
26	235	286.5		264.5	29.5	
27	397	311		286.5	-100.5	

Lampiran 1

28	409	398		311	-98
29	518	463.5		398	-120
30	419	468.5		463.5	44.5
31	431	425		468.5	37.5
32	453	442		425	-28
33	455	454		442	-13
34	723	589		454	-269
35	657	690		589	-68
36	702	679.5		690	-12

Weighted moving average: CPU Seconds = 0
MAD = 85.34 MSD = 12250.89 Bias = 7.05 R-square = .27
M = 2

Forecast Results for Material Semen -----
01-03-2002 20:39:26 Page: 4 of 5

Period	Actual	F(t)	W(t)	Forecast	Error
37	435	568.5		679.5	244.5
38	385	410		568.5	183.5
39	448	416.5		410	-38
40	456	452		416.5	-39.5
41	465	460.5		452	-13
42	384	424.5		460.5	76.5
43	320	352		424.5	104.5
44	280	300		352	72
45	220	250		300	80
46	215	217.5		250	35
47	268	241.5		217.5	-50.5
48	254	261		241.5	-12.5

Weighted moving average: CPU Seconds = 0
MAD = 85.34 MSD = 12250.89 Bias = 7.05 R-square = .27
M = 2

Forecast Results for Material Semen -----
01-03-2002 20:39:49 Page: 5 of 5

Period	Actual	F(t)	W(t)	Forecast	Error
49				261	
50				261	
51				261	
52				261	
53				261	
54				261	
55				261	
56				261	
57				261	
58				261	
59				261	
60				261	

Weighted moving average: CPU Seconds = 0
MAD = 85.34 MSD = 12250.89 Bias = 7.05 R-square = .27
M = 2

B. Material Pasir dengan metode *Double Exponential Smoothing with Linear Trend*

----- Forecast Results for Material Pasir -----
 01-07-2002 22:27:05 Page: 1 of 5

Period	Actual	F(t)	F'(t)	T(t)	Forecast	Error
1	1341	1341	1341	0		
2	2190	2179.502	2179.004	.9945266	1341	-839
3	2412	2411.862	2411.724	.2762032	2180.994	-231.0059
4	1320	1320.648	1321.296	-1.294397	2412.276	1092.276
5	1745	1744.748	1744.497	.5023872	1318.706	-426.2941
6	1571	1571.103	1571.206	-.2056884	1745.502	174.502
7	1367	1367.121	1367.242	-.2420438	1570.795	203.7946
8	1148	1148.13	1148.26	-.2598554	1366.758	218.7579
9	1087	1087.036	1087.073	-0.0727107	1147.74	60.74011
10	1264	1263.895	1263.79	.2098363	1086.927	-177.0729
11	1728	1727.725	1727.449	.5504544	1264.21	-463.7902
12	1288	1288.261	1288.522	-.5209309	1728.55	440.5504

Double exponential smoothing with linear trend: CPU Seconds = .06
 MAD = 294.85 MSD = 146007.4 Bias = 5.95 R-square = .24
 Alpha = .99941 Beta = .50000 Search criterion: MAD

< PageDown > < PageUp > < Hardcopy > < Cancel >

Modules-1 Modules-2 Input Data Solution Options Help - TSFC

----- Forecast Results for Material Pasir -----
 01-07-2002 22:28:09 Page: 2 of 5

Period	Actual	F(t)	F'(t)	T(t)	Forecast	Error
13	923	923.2168	923.4336	-.4333364	1287.479	364.4795
14	951	950.9835	950.9672	0.03269542	922.5667	-28.43335
15	1103	1102.91	1102.82	.1803128	951.0326	-151.9674
16	824	824.1655	824.3309	-.3306142	1103.18	279.1803
17	1529	1528.582	1529.164	.8354414	823.6695	-705.3305
18	1224	1224.181	1224.361	-.3606257	1529.835	305.8351
19	1648	1647.748	1647.497	.5021432	1223.64	-424.3602
20	1696	1695.971	1695.943	0.05758299	1648.502	-47.49817
21	1992	1991.824	1991.649	.3511099	1696.058	-295.9423
22	1724	1724.159	1724.318	-.3171945	1992.351	268.3511
23	1315	1315.243	1315.486	-.4853075	1723.683	408.6831
24	998	998.1883	998.3766	-.3763634	1314.515	316.5146

Double exponential smoothing with linear trend: CPU Seconds = .06
 MAD = 294.85 MSD = 146007.4 Bias = 5.95 R-square = .24
 Alpha = .99941 Beta = .50000 Search criterion: MAD

----- Forecast Results for Material Pasir -----
 01-07-2002 22:28:41 Page: 3 of 5

Period	Actual	F(t)	F'(t)	T(t)	Forecast	Error
25	1158	1157.905	1157.81	.1893407	997.6237	-160.3763
26	825	825.1976	825.395	-.3945411	1158.189	333.1892
27	1388	1387.666	1387.332	.6670843	824.6057	-563.3943
28	1458	1457.958	1457.916	0.08369053	1388.667	-69.33313

Lampiran 1

29	1859	1857.763	1857.525	.4743277	1458.084	-399.9161
30	1438	1438.249	1438.498	-.4972633	1858.474	420.4742
31	1590	1589.91	1589.82	.1795809	1437.503	-152.4969
32	1586	1586.002	1586.005	-0.0046359	1590.179	4.179321
33	1585	1585.001	1585.001	-0.0012199	1585.995	.9953613
34	2323	2322.562	2322.124	.8749687	1584.999	-738.0012
35	2296	2296.016	2296.031	-0.0307434	2323.875	27.87476
36	2690	2689.766	2689.532	.4670078	2295.97	-394.0303

Double exponential smoothing with linear trend: CPU Seconds = .06
MAD = 294.85 MSD = 146007.4 Bias = 5.95 R-square = .24
Alpha = .99941 Beta = .50000 Search criterion: MAD

Forecast Results for Material Pasir
01-07-2002 22:29:12

Page: 4 of 5

Period	Actual	F(t)	F'(t)	T(t)	Forecast	Error
37	1786	1786.536	1787.072	-1.071141	2690.467	904.4668
38	1617	1617.101	1617.201	-.2015405	1784.929	167.9293
39	1869	1868.85	1868.701	.2984068	1616.798	-252.2018
40	1894	1893.955	1893.97	0.03001147	1869.298	-24.70178
41	1915	1914.988	1914.975	0.02488756	1894.03	-20.96985
42	1651	1651.157	1651.313	-.3130465	1915.025	264.0249
43	1384	1384.159	1384.317	-.3169505	1650.687	266.687
44	1154	1154.137	1154.273	-.2730312	1383.683	229.6831
45	924	924.1366	924.2732	-.2730312	1153.727	229.7269
46	903	903.0126	903.0252	-0.0252535	923.727	20.72699
47	1126	1125.868	1125.735	.2642474	902.9747	-223.0253
48	1061	1061.038	1061.077	-0.0768586	1126.264	65.26416

Double exponential smoothing with linear trend: CPU Seconds = .06
MAD = 294.85 MSD = 146007.4 Bias = 5.95 R-square = .24
Alpha = .99941 Beta = .50000 Search criterion: MAD

Forecast Results for Material Pasir
01-07-2002 22:29:40

Page: 5 of 5

Period	Actual	F(t)	F'(t)	T(t)	Forecast	Error
49					1060.923	
50					1060.846	
51					1060.769	
52					1060.692	
53					1060.615	
54					1060.539	
55					1060.462	
56					1060.385	
57					1060.308	
58					1060.231	
59					1060.154	
60					1060.077	

Double exponential smoothing with linear trend: CPU Seconds = .06
MAD = 294.85 MSD = 146007.4 Bias = 5.95 R-square = .24
Alpha = .99941 Beta = .50000 Search criterion: MAD

C. Material Split dengan metode *Double Exponential Smoothing with Linear Trend*

Forecast Results for Material split						
01-07-2002 22:36:40			Page: 1 of 5			
Period	Actual	F(t)	F'(t)	T(t)	Forecast	Error
1	2007	2007	2007	0		
2	3270	3268.038	3266.079	3.912369	2007	-1263
3	3566	3565.537	3565.072	.9292181	3273.909	-292.0906
4	1914	1916.566	1919.127	-5.114356	3566.932	1652.932
5	2627	2625.896	2624.798	2.192877	1908.89	-718.1096
6	2252	2252.581	2253.159	-1.154941	2629.187	377.1873
7	2118	2118.209	2118.419	-.4187819	2250.847	132.8474
8	1855	1855.409	1855.818	-.8158691	2117.581	262.5806
9	1790	1790.102	1790.204	-.2037845	1854.184	64.18445
10	1957	1956.741	1956.482	.516774	1789.796	-167.2042
11	2576	2575.038	2574.077	1.918889	1957.516	-618.4838
12	1934	1934.996	1935.989	-1.982755	2577.918	643.9177
Double exponential smoothing with linear trend: CPU Seconds = 0 MAD = 441.54 MSD = 357917.8 Bias = 9.23 R-square = .25 Alpha = .99845 Beta = .50000 Search criterion: MAD						
Forecast Results for Material split						
01-07-2002 22:37:51			Page: 2 of 5			
Period	Actual	F(t)	F'(t)	T(t)	Forecast	Error
13	1374	1374.872	1375.743	-1.740943	1932.02	558.0203
14	1377	1376.997	1376.995	0.00390018	1372.259	-4.741211
15	1507	1506.798	1506.596	.4026937	1377.003	-129.9974
16	1482	1482.039	1482.077	-0.0762972	1507.402	25.40234
17	1828	1827.463	1826.926	1.071575	1481.924	-346.0759
18	1711	1711.181	1711.361	-.3590604	1829.071	118.0707
19	2107	2106.385	2105.771	1.225632	1710.642	-396.3579
20	2467	2466.44	2465.879	1.118864	2108.224	-358.7756
21	3864	3861.829	3859.66	4.330664	2468.119	-1395.881
22	2522	2524.082	2526.156	-4.143455	3868.328	1346.328
23	1936	1936.914	1937.829	-1.82821	2517.863	581.863
24	1293	1294	1295.001	-1.99738	1934.17	641.1699
Double exponential smoothing with linear trend: CPU Seconds = 0 MAD = 441.54 MSD = 357917.8 Bias = 9.23 R-square = .25 Alpha = .99845 Beta = .50000 Search criterion: MAD						
Forecast Results for Material split						
01-07-2002 22:38:09			Page: 3 of 5			
Period	Actual	F(t)	F'(t)	T(t)	Forecast	Error
25	1867	1866.11	1865.222	1.771901	1291.003	-575.9973
26	1233	1233.984	1234.964	-1.958378	1868.769	635.7689
27	2129	2127.609	2126.222	2.769616	1231.045	-897.9554
28	2248	2247.813	2247.624	.3773425	2131.766	-116.2341
29	2529	2528.563	2528.127	.8716905	2248.379	-280.6206
30	2315	2315.332	2315.662	-.6601056	2529.871	214.8713
31	2379	2369.915	2369.831	.1681953	2314.341	-55.65894

Lampiran 1

32	2582	2581.67	2581.341	.6571805	2370.167	-211.8325
33	2498	2498.13	2498.259	-.258387	2582.657	84.65674
34	3674	3672.173	3670.349	3.642282	2497.742	-1176.258
35	3537	3537.21	3537.417	-.4129317	3677.639	140.6394
36	3848	3847.517	3847.035	.9618822	3536.59	-311.4097

Double exponential smoothing with linear trend: CPU Seconds = 0
MAD = 441.54 MSD = 357917.8 Bias = 9.23 R-square = .25
 Alpha = .99845 Beta = .50000 Search criterion: MAD

Forecast Results for Material split

01-07-2002 22:38:26

Page: 4 of 5

Period	Actual	F(t)	F'(t)	T(t)	Forecast	Error
37	2697	2698.789	2700.572	-3.562328	3848.961	1151.961
38	2382	2382.492	2382.986	-.9867458	2693.441	311.4414
39	2764	2763.407	2762.816	1.180292	2381.011	-382.9888
40	2877	2876.823	2876.646	.3539414	2765.178	-111.8215
41	2882	2881.992	2881.984	0.01657576	2877.355	-4.645264
42	2381	2381.778	2382.555	-1.551785	2882.017	501.0168
43	1946	1946.677	1947.354	-1.352388	2379.449	433.4495
44	1723	1723.349	1723.696	-.6949635	1944.647	221.6473
45	1346	1346.583	1349.166	-1.163717	1722.305	374.3046
46	1333	1333.024	1333.049	-0.0499710	1346.837	13.83667
47	1678	1675.467	1674.935	1.062312	1332.949	-343.0508
48	1572	1572.161	1572.32	-.3188398	1677.061	105.0614

Double exponential smoothing with linear trend: CPU Seconds = 0
MAD = 441.54 MSD = 357917.8 Bias = 9.23 R-square = .25
 Alpha = .99845 Beta = .50000 Search criterion: MAD

Forecast Results for Material split

01-07-2002 22:38:44

Page: 5 of 5

Period	Actual	F(t)	F'(t)	T(t)	Forecast	Error
49					1571.682	
50					1571.363	
51					1571.045	
52					1570.726	
53					1570.407	
54					1570.088	
55					1569.769	
56					1569.45	
57					1569.131	
58					1568.813	
59					1568.494	
60					1568.175	

Double exponential smoothing with linear trend: CPU Seconds = 0
MAD = 441.54 MSD = 357917.8 Bias = 9.23 R-square = .25
 Alpha = .99845 Beta = .50000 Search criterion: MAD

Peguian Kenormalan Data

Penguian kenormalan data ini dengan menggunakan Uji Liliefors..

Langkah-langkah penguian kenormalan adalah sebagai berikut :

1. Material Semen

- a. Rata-rata kebutuhan :

$$\bar{X} = 261 \text{ ton}$$

- b. Simpangan data :

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \\ &= \sqrt{\frac{1}{48-1} * 800.410,7} = 130,4991 \end{aligned}$$

- c. Mencari nilai :

$$Z_i = \frac{(X_i - \bar{x})}{\sigma}$$

$$S_{(z_i)} = \frac{\text{Banyak } Z \leq Z_i}{n}$$

$F_{(z_i)} = P(Z \leq Z_i)$, hasil pembacaan tabel Normal Standar

- d. Dihitung selisih $F_{(z_i)} - S_{(z_i)}$, kemudian tentukan harga mutlak nya.
- e. Ambil harga terbesar di antara harga mutlak tersebut, sebutlah harga ini sebagai L_0 .

(Sudjana, 1992)

Lampiran 2

f. Untuk menerima atau menolak hipotesa nol (H_0), kita bandingkan harga L_0 ini dengan nilai kritis L yang diambil dari Tabel nilai kritis.

Kriterianya adalah :

- H_0 (Distribusi normal) ditolak bila $L_0 \geq L$.
- H_0 (Distribusi normal) diterima bila $L_0 \leq L$.

g. Hasil perhitungan Uji Kenormalan Data dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

No	Data	Zi	F(xi)	S(xi)	[F(xi)-S(xi)]
1	191	-1.43	0.0778	0.020833	0.056967
2	200	-1.36	0.0869	0.041667	0.045233
3	201	-1.35	0.0885	0.0625	0.026
4	211	-1.27	0.102	0.083333	0.018667
5	215	-1.24	0.1075	0.104167	0.003333
6	220	-1.21	0.1131	0.125	0.0119
7	235	-1.09	0.1379	0.145833	0.007933
8	245	-1.01	0.1562	0.166667	0.010467
9	254	-0.94	0.1736	0.1875	0.0139
10	268	-0.84	0.2004	0.208333	0.007933
11	270	-0.82	0.2061	0.229167	0.023067
12	272	-0.84	0.209	0.25	0.041
13	280	-0.75	0.2266	0.270833	0.044233
14	287	-0.69	0.2451	0.291667	0.046567
15	295	-0.63	0.2643	0.3125	0.0482
16	320	-0.44	0.33	0.333333	0.003333
17	320	-0.44	0.33	0.354167	0.024167
18	322	-0.42	0.3372	0.375	0.0378
19	330	-0.36	0.3594	0.395833	0.036433
20	330	-0.36	0.3594	0.416667	0.057267
21	335	-0.32	0.3707	0.4375	0.0668
22	338	-0.30	0.3821	0.458333	0.076233
23	340	-0.29	0.3936	0.479167	0.085567
24	361	-0.12	0.4522	0.5	0.0478
25	374	-0.02	0.492	0.520833	0.028833
26	375	-0.02	0.492	0.541667	0.049667

Lampiran 2

27	384	0.05	0.5199	0.5625	0.0426
28	385	0.06	0.5239	0.583333	0.059433
29	387	0.07	0.5279	0.604167	0.076267
30	392	0.11	0.5438	0.625	0.0812
31	409	0.24	0.5948	0.645833	0.051033
32	419	0.32	0.6255	0.666667	0.041167
33	431	0.41	0.6591	0.6875	0.0284
34	432	0.42	0.6628	0.708333	0.045533
35	434	0.43	0.6664	0.729167	0.062767
36	435	0.44	0.67	0.75	0.08
37	448	0.54	0.7054	0.770833	0.065433
38	453	0.58	0.719	0.791667	0.072667
39	455	0.59	0.7224	0.8125	0.0901
40	456	0.60	0.7258	0.833333	0.107533
41	465	0.67	0.7486	0.854167	0.105567
42	518	1.08	0.8599	0.875	0.0151
43	545	1.28	0.8997	0.895833	0.003867
44	593	1.65	0.9505	0.916667	0.033833
45	600	1.71	0.9564	0.9375	0.0189
46	657	2.14	0.9838	0.958333	0.025467
47	702	2.49	0.9936	0.979167	0.014433
48	723	2.65	0.996	1	0.004

Tabel L2-1 Hasil Uji Kenormalan Data material semen

Dengan $n = 48$

Untuk $\alpha = 0,01$; $L = 0,1487$

$\alpha = 0,05$; $L = 0,1279$

$\alpha = 0,10$; $L = 0,1162$

$\alpha = 0,15$; $L = 0,1107$

Dari perhitungan di atas didapat L_0 terbesar $0,1075 \leq L_{(\alpha = 0,15)} = 0,1107$

Dengan demikian H_0 diterima, data terdistribusi normal.

Lampiran 2

2. Material Pasir

a. Rata-rata kebutuhan :

$$\bar{X} = 1060,5 \text{ ton}$$

b. Simpangan data :

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \\ &= \sqrt{\frac{1}{48-1} * 9.050.505} = 438,8211\end{aligned}$$

c. Mencari nilai :

$$Z_i = \frac{(X_i - \bar{x})}{\sigma}$$

$$S(z_i) = \frac{\text{Banyak } Z \leq Z_i}{n}$$

$F(z_i) = P(Z \leq Z_i)$, hasil pembacaan tabel Normal Standar

Hasil perhitungan kenormalan data dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

No	Data	Zi	F(xi)	S(xi)	[F(xi)-S(xi)]
1	824	-1.53	0.063	0.020833	0.042167
2	825	-1.53	0.063	0.041667	0.021333
3	903	-1.35	0.0885	0.0625	0.026
4	923	-1.30	0.0918	0.083333	0.008467
5	924	-1.31	0.0951	0.104167	0.009067
6	951	-1.24	0.1075	0.125	0.0175
7	998	-1.14	0.1271	0.145833	0.018733
8	1061	-0.99	0.1611	0.166667	0.005567
9	1087	-0.93	0.1762	0.1875	0.0113
10	1103	-0.90	0.1841	0.208333	0.024233
11	1126	-0.85	0.2004	0.229167	0.028767
12	1148	-0.79	0.2148	0.25	0.0352

Lampiran 2

13	1154	-0.78	0.2177	0.270833	0.053133
14	1158	-0.77	0.2206	0.291667	0.071067
15	1224	-0.62	0.2676	0.3125	0.0449
16	1264	-0.53	0.2981	0.333333	0.035233
17	1288	-0.48	0.3156	0.354167	0.038567
18	1315	-0.41	0.3409	0.375	0.0341
19	1320	-0.40	0.3446	0.395833	0.051233
20	1341	-0.35	0.3632	0.416667	0.053467
21	1367	-0.30	0.3821	0.4375	0.0554
22	1384	-0.26	0.3974	0.458333	0.060933
23	1388	-0.25	0.4013	0.479167	0.077867
24	1438	-0.13	0.4483	0.5	0.0517
25	1458	-0.09	0.4641	0.520833	0.056733
26	1529	0.07	0.5279	0.541667	0.013767
27	1571	0.17	0.5675	0.5625	0.005
28	1585	0.20	0.5793	0.583333	0.004033
29	1586	0.20	0.5793	0.604167	0.024867
30	1590	0.21	0.5823	0.625	0.0427
31	1617	0.27	0.6026	0.645833	0.043233
32	1648	0.34	0.6331	0.666667	0.033567
33	1651	0.35	0.6368	0.6875	0.0507
34	1696	0.45	0.6736	0.708333	0.034733
35	1724	0.52	0.6985	0.729167	0.030667
36	1728	0.53	0.7019	0.75	0.0481
37	1745	0.56	0.7123	0.770833	0.058533
38	1786	0.66	0.7454	0.791667	0.046267
39	1858	0.82	0.7939	0.8125	0.0186
40	1869	0.85	0.8023	0.833333	0.031033
41	1894	0.90	0.8159	0.854167	0.038267
42	1915	0.95	0.8289	0.875	0.0461
43	1992	1.13	0.8708	0.895833	0.0025
44	2180	1.56	0.9406	0.916667	0.023933
45	2296	1.82	0.9656	0.9375	0.0281
46	2323	1.88	0.9699	0.958333	0.011567
47	2412	2.08	0.9812	0.979167	0.002033
48	2690	2.72	0.9967	1	0.0033

Tabel L2-2 Hasil perhitungan uji kenormalan data

L_0 terbesar = $0.0779 \leq L_{(n=0,15)} = 0,1107$

H_0 diterima, data terdistribusi normal

Lampiran 2

3. Material Split

a. Rata-rata kebutuhan :

$$\bar{X} = 1060,5 \text{ ton}$$

b. Simpangan data :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{36-1} * 22.469.462} = 691,4287$$

c. Mencari nilai :

$$Z_i = \frac{(X_i - \bar{x})}{\sigma}$$

$$S(z_i) = \frac{\text{Banyak } Z \leq Z_i}{n}$$

$F(z_i) = P(Z \leq Z_i)$, hasil pembacaan tabel Normal Standar

Hasil perhitungan kenormalan data dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

No	Data	Zi	F(xi)	S(xi)	[F(xi)-S(xi)]
1	1233	-1.46	0.0721	0.020833	0.051267
2	1293	-1.38	0.0838	0.041667	0.042133
3	1333	-1.32	0.0934	0.0625	0.0309
4	1348	-1.30	0.0968	0.083333	0.013467
5	1374	-1.26	0.2038	0.104167	0.099633
6	1377	-1.26	0.1056	0.125	0.0194
7	1482	-1.10	0.1357	0.145833	0.010133
8	1507	-1.07	0.1423	0.166667	0.024367
9	1572	-0.97	0.166	0.1875	0.0215
10	1676	-0.82	0.2061	0.208333	0.002233
11	1711	-0.77	0.2206	0.229167	0.008567
12	1723	-0.75	0.2266	0.25	0.0234

Lampiran 2

13	1790	-0.66	0.2546	0.270833	0.016233
14	1828	-0.60	0.242	0.291667	0.049667
15	1855	-0.56	0.2877	0.3125	0.0248
16	1867	-0.55	0.2912	0.333333	0.042133
17	1914	-0.48	0.3156	0.354167	0.038567
18	1934	-0.45	0.3264	0.375	0.0486
19	1936	-0.45	0.3264	0.395833	0.069433
20	1946	-0.43	0.3336	0.416667	0.083067
21	1957	-0.42	0.3372	0.4375	0.1003
22	2007	-0.34	0.3669	0.458333	0.091433
23	2107	-0.20	0.4207	0.479167	0.058467
24	2118	-0.18	0.4286	0.5	0.0714
25	2129	-0.17	0.4325	0.520833	0.088333
26	2248	0.01	0.504	0.541667	0.037667
27	2252	0.01	0.504	0.5625	0.0585
28	2315	0.10	0.504	0.583333	0.079333
29	2370	0.18	0.5714	0.604167	0.032767
30	2381	0.20	0.5793	0.625	0.0457
31	2382	0.20	0.5793	0.645833	0.066533
32	2467	0.32	0.6255	0.666667	0.041167
33	2498	0.37	0.6443	0.6875	0.0432
34	2522	0.40	0.6554	0.708333	0.052933
35	2529	0.41	0.6591	0.729167	0.070067
36	2576	0.48	0.6844	0.75	0.0656
37	2582	0.49	0.6879	0.770833	0.082933
38	2627	0.55	0.7088	0.791667	0.082867
39	2697	0.65	0.7422	0.8125	0.0703
40	2764	0.75	0.7734	0.833333	0.059933
41	2877	0.91	0.8186	0.854167	0.035567
42	2882	0.92	0.8212	0.875	0.0538
43	3270	1.48	0.9306	0.895833	0.034767
44	3537	1.87	0.9693	0.916667	0.052633
45	3566	1.91	0.9719	0.9375	0.0344
46	3674	2.07	0.9778	0.958333	0.019467
47	3848	2.32	0.9896	0.979167	0.010433
48	3864	2.34	0.9904	1	0.0095

Tabel L3-2 Hasil perhitungan uji kenormalan data

Dari perhitungan diatas didapat L_0 terbesar = $0.1003 \leq L_{(\alpha = 0,15)} = 0,1107$

Dengan demikian H_0 diterima, data terdistribusi normal.

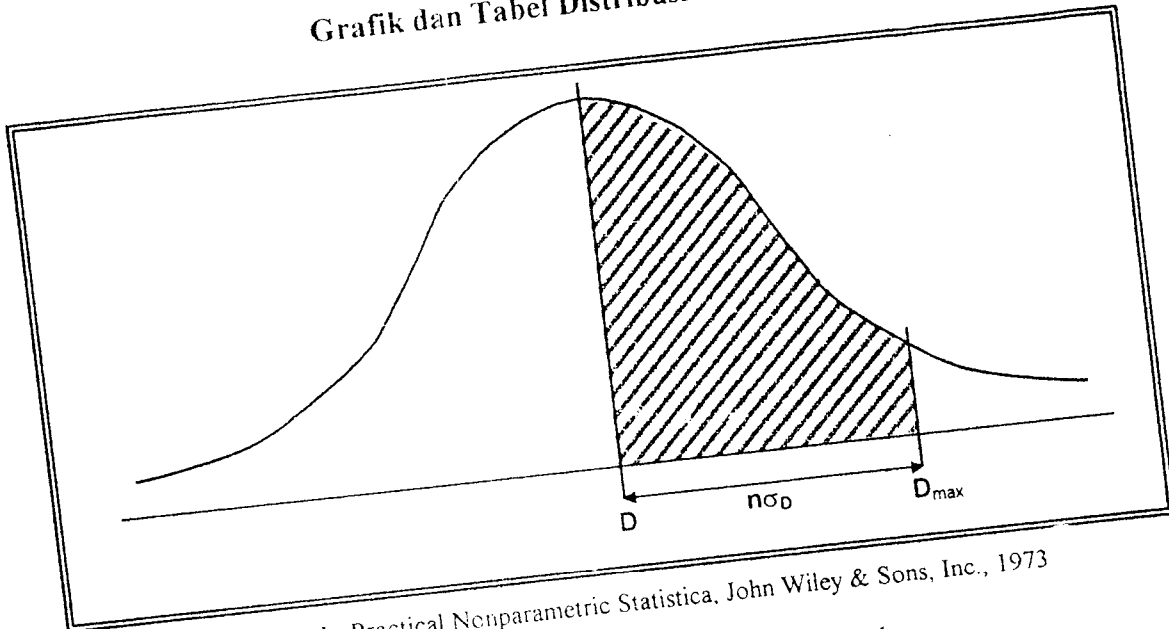
Tabel nilai kritis untuk uji Liliefors

Ukuran Sampel	Taraf Signifikansi (α)			
	0,01	0,05	0,10	0,15
N = 4	0,417	0,381	0,352	0,300
5	0,405	0,337	0,315	0,285
6	0,364	0,319	0,294	0,265
7	0,348	0,300	0,276	0,247
8	0,331	0,285	0,261	0,233
9	0,311	0,271	0,249	0,223
10	0,294	0,258	0,239	0,215
11	0,284	0,249	0,230	0,206
12	0,275	0,242	0,223	0,199
13	0,268	0,242	0,214	0,190
14	0,261	0,227	0,207	0,183
15	0,257	0,220	0,201	0,177
16	0,250	0,213	0,195	0,173
17	0,245	0,206	0,189	0,169
18	0,239	0,200	0,184	0,166
19	0,235	0,195	0,179	0,163
20	0,231	0,190	0,174	0,160
25	0,200	0,172	0,158	0,142
30	0,187	0,161	0,144	0,131
n > 30	1,031	0,886	1,031	1,031
	\sqrt{n}	\sqrt{n}	\sqrt{n}	\sqrt{n}

Sumber : Conover, W. J., Practical Nonparametric Statistic, John Wiley & Sons, Inc., 1973.

Tabel L2-4 Tabel nilai kritis Uji Liliefors

Grafik dan Tabel Distribusi Normal



Sumber : Conover, W. J., Practical Nonparametric Statistica, John Wiley & Sons, Inc., 1973

Gambar L3.1 Grafik Distribusi Normal

$B = D + n\sigma_D$	Probabilitas
$D + 3,090 n\sigma_D$	0,001
$D + 2,576 n\sigma_D$	0,005
$D + 2,236 n\sigma_D$	0,010
$D + 1,960 n\sigma_D$	0,025
$D + 1,645 n\sigma_D$	0,050
$D + 1,282 n\sigma_D$	0,100
$D + 1,038 n\sigma_D$	0,150
$D + 0,842 n\sigma_D$	0,200
$D + 0,674 n\sigma_D$	0,250
$D + 0,524 n\sigma_D$	0,300
$D + 0,385 n\sigma_D$	0,350
$D + 0,253 n\sigma_D$	0,400
$D + 0,128 n\sigma_D$	0,450
D	0,500

Sumber : Conover, W. J., Practical Nonparametric Statistica, John Wiley & Sons, Inc., 1973

Tabel L3-1 Tabel Distribusi Normal