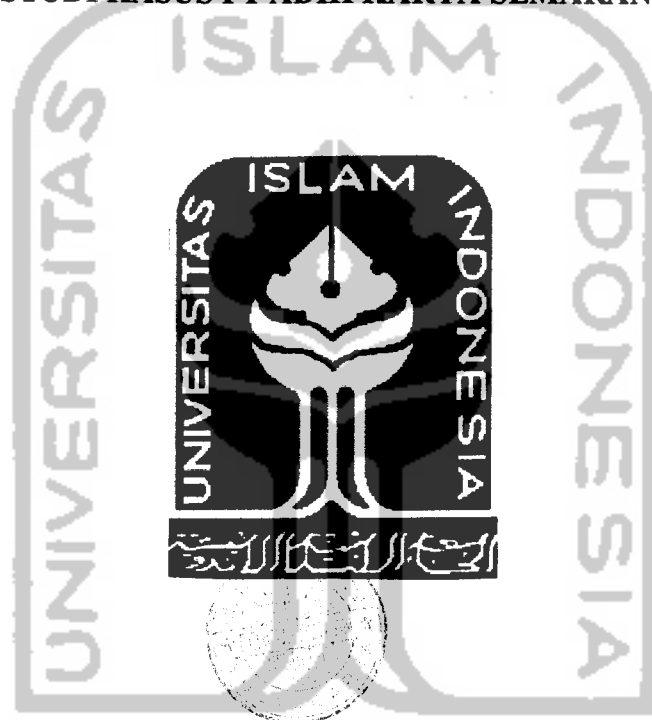


PERKUSIPALAN
KEMENTERIAN RI
KEMENTERIAN RI
TEL. 021-20000000
NO. 00000000
NO. 00000000
NO. 00000000

TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI PERSEDIAAN BAHAN BAKU PADA INDUSTRI BETON JADI MENGGUNAKAN METODE PERAMALAN DAN METODE ECONOMIC ORDER QUANTITY DENGAN PROGRAM EXCEL

STUDI KASUS PT ADHI KARYA SEMARANG



HILYATI RIVAI BUNGSU

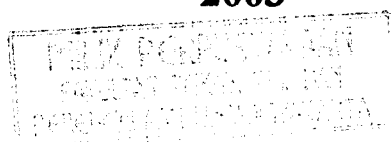
No. Mhs. 97 511 047

ULFAHDEWI KARTIKA RAHMAWATI

No. Mhs. 97 511 414

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

2003



TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI PERSEDIAAN BAHAN BAKU PADA INDUSTRI BETON JADI MENGGUNAKAN METODE PERAMALAN DAN METODE ECONOMIC ORDER QUANTITY DENGAN PROGRAM EXCEL

Disusun oleh :

NAMA : HILYATI RIVAI BUNGSU

NO MHS : 97 511 047

NAMA : ULFAHDEWI KARTIKA RAHMAWATI

NO MHS : 97 511 414

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Hj. TUTI SUMARNINGSIH, ST, MT.

DOSEN PEMBIMBING I

DR. Ir. EDY PURWANTO, Ces, DEA.

DOSEN PEMBIMBING II

Tuti Sumarningsih

Tanggal : 10-7-03

Edy Purwanto

Tanggal : 10-07-2003

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan inayah-Nya, sholawat dan salam semoga senantiasa ditetapkan atas Nabi Muhammad SAW, keluarganya, para sahabat, dan seluruh pengikut setianya sampai akhir zaman, yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga pada saat ini penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir, yang merupakan salah satu syarat kelengkapan untuk menyelesaikan program S-1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan baik dari segi materi maupun susunan bahasanya yang membuat tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik yang membangun dan saran yang dapat memberikan manfaat dan dorongan bagi peningkatan kemampuan penulis.

Untuk itu tidak berlebihan kiranya jika pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Widodo, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Ir. Hj Tuti Sumarningsih, MT, selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak. DR. Ir. Edy Purwanto, Ces, DEA, selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Ir. H. Tadjuddin BM Aris, MT, selaku Dosen Penguji.
6. Semua pihak yang telah membantu penyusun selama pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir.

Akhirnya besar harapan penulis semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis secara pribadi dan bagi siapa saja yang membacanya. Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna dan penulis terbuka menerima kritik dan saran serta untuk berdiskusi dengan pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Juli 2003

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
ABSTRAKSI	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Maksud dan tujuan	2
1.3 Manfaat	3
1.4 Batasan masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Assaf et al (1995)	5

2.2	Penelitian Buana HSH (2000).....	5
2.3	Penelitian Kushartanto Ahmad S dan Rahmad Junaedik (2000).....	5
2.4	Penelitian Liana Ningsih S (2000).....	6
2.5	Penelitian Tri Vadli (2000).....	6
2.6	Penelitian Nugroho Hari W dan Dwianto Wahyu R (2002).....	7

BAB III LANDASAN TEORI

3.1	Sistem manajemen logistik.....	9
3.2	Perencanaan	9
3.2.1	Perencanaan produksi.....	9
3.2.2	Perencanaan sumber daya manusia	11
3.3	Pengadaan.....	12
3.3.1	Proses produksi	12
3.3.2	Sistem produksi.....	12
3.3.3	Siklus produksi.....	13
3.4	Teori peramalan.....	13
3.4.1	Metode peramalan	14
3.4.2	Pendekatan peramalan	15
3.4.3	Pemilihan penggunaan metode peramalan	23
3.4.4	Keakuratan dan kontrol peramalan	24
3.5	Metode EOQ.....	27

BAB IV METODA PENELITIAN

4.1	Lokasi pengambilan data.....	31
4.2	Bahan-bahan dan data penelitian	31
4.3	Langkah-langkah penelitian.....	33

BAB V ANALISIS MODEL PERSEDIAAN

5.1	Pembacaan material	35
5.2	Pengolahan data	37
5.2.1	Peramalan pemakaian untuk material semen.....	39
5.2.2	Peramalan pemakaian untuk material pasir	49
5.2.3	Peramalan pemakaian untuk material split	60
5.2.4	Pemantauan akurasi hasil peramalan.....	71
5.3	Analisis biaya satuan persediaan	81
5.3.1	Kapasitas tempat penyimpanan.....	81
5.3.2	Biaya pembelian.....	81
5.3.3	Biaya pemesanan.....	81
5.3.4	Biaya penyimpanan	82
5.4	Penentuan jumlah pemesanan optimal	82
5.4.1	Semen	82
5.4.2	Pasir	82
5.4.3	Split.....	83
5.5	Penentuan cadangan penyangga	83
5.5.1	Perhitungan standar deviasi	84

5.5.2	Perhitungan cadangan penyangga	84
5.6	Penentuan titik pemesanan kembali	88
5.6.1	Semen	88
5.6.2	Pasir	89
5.6.3	Split.....	89
5.7	Siklus pemesanan kembali.....	91
5.7.1	Siklus semen	91
5.7.2	Siklus pasir.....	91
5.7.3	Siklus split.....	91
5.8	Penentuan biaya persediaan total	91
5.8.1	Biaya persediaan total material semen	91
5.8.2	Biaya persediaan total material pasir.....	92
5.8.3	Biaya persediaan total material split	92
5.9	Perbandingan alternatif <i>lead time</i>	92
5.9.1	<i>Lead time</i> 1 hari.....	92
5.9.2	<i>Lead time</i> 6 hari.....	93
5.9.3	<i>Lead time</i> 9 hari.....	93
5.10	Perbandingan biaya total persediaan	94

BAB VI PEMBAHASAN

6.1	Umum.....	98
6.2	Orientasi obyek penelitian.....	98
6.3	Analisis data.....	99

6.3.1	Peramalan.....	99
6.3.2	Pemantauan hasil peramalan.....	100
6.3.3	Analisis model persediaan	100
6.4	Pengendalian persediaan material pada perusahaan	
	PT. Adhi Karya Semarang.....	102

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

7.1	Kesimpulan.....	104
7.2	Saran.....	105

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

- Gambar 3.1 Sistem produksi industri beton jadi
- Gambar 3.2 Pembagian kategori Metode Peramalan
- Gambar 3.3 Grafik metode deret berkala
- Gambar 3.4 Kurva nilai batas kontrol penilaian *tracking signal*
- Gambar 3.5 Model persediaan
- Gambar 4.1 *Flowchart* penelitian
- Gambar 5.1 Hasil plot pemakaian semen PT. Adhi Karya, Semarang
- Gambar 5.2 Hasil plot pemakaian split PT. Adhi Karya, Semarang
- Gambar 5.3 Hasil plot pemakaian pasir PT. Adhi Karya, Semarang
- Gambar 5.4 Hasil plot kontrol *tracking signal* semen
- Gambar 5.5 Hasil plot kontrol *tracking signal* pasir
- Gambar 5.6 Hasil plot kontrol *tracking signal* split
- Gambar 5.7 Grafik tingkat sediaan untuk material semen
- Gambar 5.8 Grafik tingkat sediaan untuk material pasir
- Gambar 5.9 Grafik tingkat sediaan untuk material split
- Gambar 5.10 Grafik perbandingan *lead time*
- Gambar 6.1 Grafik perbandingan *lead time* dan biaya total persediaan

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Panduan pemilihan teknik peramalan
Tabel 5.1	Data pemakaian material bahan baku 1998-2002 PT. Adhi Karya, Semarang
Tabel 5.2	<i>Forecast</i> semen <i>Weight Moving Average</i> selama 60 bulan
Tabel 5.3	Perhitungan alpha dan beta <i>Exponential Smoothing with Linear Trend</i> untuk material semen
Tabel 5.4	<i>Forecast</i> semen <i>Exponential Smoothing with Linear Trend</i> selama 60 bulan
Tabel 5.5	Perhitungan alpha dan beta <i>Double Exponential Smoothing with Linear Trend</i> untuk material semen
Tabel 5.6	<i>Forecast</i> semen <i>Double Exponential Smoothing with Linear Trend</i> selama 60 bulan
Tabel 5.7	Perbandingan fungsi peramalan pemakaian semen
Tabel 5.8	Nilai peramalan semen untuk tahun 2003
Tabel 5.9	Peramalan pemakaian material semen
Tabel 5.10	<i>Forecast</i> pasir <i>Weight Moving Average</i> selama 60 bulan
Tabel 5.11	Perhitungan alpha dan beta <i>Exponential Smoothing with Linear Trend</i> untuk material pasir

- Tabel 5.12 *Forecast pasir Exponential Smoothing with Linear Trend* selama 60 bulan
- Tabel 5.13 Perhitungan alpha dan beta *Double Exponential Smoothing with Linear Trend* untuk material pasir
- Tabel 5.14 *Forecast pasir Double Exponential Smoothing with Linear Trend* selama 60 bulan
- Tabel 5.15 Perbandingan fungsi peramalan pemakaian pasir
- Tabel 5.16 Nilai peramalan pasir untuk tahun 2003
- Tabel 5.17 Peramalan pemakaian material pasir
- Tabel 5.18 *Forecast split Weight Moving Average* selama 60 bulan
- Tabel 5.19 Perhitungan alpha dan beta *Exponential Smoothing with Linear Trend* untuk material split
- Tabel 5.20 *Forecast split Exponential Smoothing with Linear Trend* selama 60 bulan
- Tabel 5.21 Perhitungan alpha dan beta *Double Exponential Smoothing with Linear Trend* untuk material split
- Tabel 5.22 *Forecast split Double Exponential Smoothing with Linear Trend* selama 60 bulan
- Tabel 5.23 Perbandingan fungsi peramalan pemakaian split
- Tabel 5.24 Nilai peramalan split untuk tahun 2003
- Tabel 5.25 Peramalan pemakaian material split
- Tabel 5.26 Perhitungan nilai *tracking signal* material semen
- Tabel 5.27 Perhitungan nilai *tracking signal* material pasir

- Tabel 5.28 Perhitungan nilai *tracking signal* material split
- Tabel 5.29 *Check* jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 95% dengan waktu tunggu 3 hari
- Tabel 5.30 *Check* jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 90% dengan waktu tunggu 3 hari
- Tabel 5.31 *Check* jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 85% dengan waktu tunggu 3 hari
- Tabel 5.32 Biaya persediaan total terhadap siklus dengan waktu tunggu 3 hari
- Tabel 5.33 *Check* jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 95% dengan waktu tunggu 1 hari
- Tabel 5.34 *Check* jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 90% dengan waktu tunggu 1 hari
- Tabel 5.35 *Check* jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 85% dengan waktu tunggu 1 hari
- Tabel 5.36 *Check* jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 95% dengan waktu tunggu 6 hari
- Tabel 5.37 *Check* jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 90% dengan waktu tunggu 6 hari
- Tabel 5.38 *Check* jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 85% dengan waktu tunggu 6 hari
- Tabel 5.39 *Check* jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 95% dengan waktu tunggu 9 hari

- Tabel 5.40 *Check* jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 90%
dengan waktu tunggu 9 hari
- Tabel 5.41 *Check* jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 85%
dengan waktu tunggu 9 hari
- Tabel 5.42 Perbandingan biaya persediaan total terhadap 3 *lead time*
- Tabel 6.1 Pengaturan persediaan material beton jadi



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Kartu Peserta Tugas Akhir
- Lampiran 2 : Data Material perusahaan PT. Adhi Karya, Semarang
- Lampiran 3 : Hasil perhitungan standar deviasi untuk material
- Tabel nilai kritis untuk uji *Liliefors*



ABSTRAK

Pengelolaan material sangat besar peranannya dalam pelaksanaan proyek. Pada industri beton jadi (*readymix*), diperlukan mekanisme tertentu yang mencakup aspek perencanaan dan pengadaan material, sebagai fungsi dari manajemen logistik. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung persediaan material bahan baku yang optimal dengan biaya yang ekonomis menggunakan metode peramalan (*forecasting*) dan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) pada industri beton jadi.

Data perusahaan industri beton jadi yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari PT. Adhi Karya, Semarang. Material yang digunakan adalah semen, pasir, dan split dengan data pemakaian material selama 5 tahun terakhir (1998-2002).

Analisis model persediaan menggunakan metode peramalan dan Analisis model biaya total persediaan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ). Peneliti menganalisis empat *lead time* (waktu tunggu), dengan membatasi *service level* 85% sehingga diperoleh jumlah material yang optimal dengan biaya yang paling ekonomis. *Lead time* 6 hari ternyata mampu memberikan jumlah yang optimum untuk material semen sebesar 81,772 ton dengan biaya total persediaan sebesar Rp 148.727,219 dan material pasir 189,134 m³, sedangkan *lead time* 9 hari mampu memberikan jumlah optimum untuk material split sebesar 179,24 m³ dengan dengan biaya total persediaan sebesar Rp 1.731.556.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pembangunan nasional yang dilakukan oleh bangsa Indonesia dewasa ini meliputi berbagai bidang kehidupan dan keberhasilannya perlu didukung dengan kemampuan manajemen yang lebih baik. Pembangunan memerlukan penggunaan sains dan teknologi, keterampilan dan kemampuan yang professional. Salah satu manajemen di dalam dunia jasa konstruksi adalah manajemen logistik. Manajemen logistik ini sangat diperlukan sekali guna menunjang tercapainya tujuan pelaksanaan suatu proyek yang meliputi, perencanaan, pengadaan dan pengendalian material atau bahan tepat waktu sesuai dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan yang telah ditentukan sehingga tercapai biaya hemat dan mutu yang cermat.

Dalam pelaksanaan pekerjaan, baik pekerjaan bangunan gedung maupun bangunan sipil, material merupakan bahan utama pembentuk bangunan dan sangat menentukan mutu bangunan tersebut. Tentunya diharapkan umur bangunan sesuai dengan umur yang telah direncanakan pada tahap perencanaan dan dituangkan pada spesifikasi teknis yang menjadi dasar pada dokumen surat perjanjian (kontrak) yang telah disetujui dan ditandatangani oleh pemberi tugas (*owner*) dan pelaksana pekerjaan (kontraktor).

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengadaan bahan baku adalah masalah pengendalian persediaan. Dalam hal ini sering terjadi penumpukan bahan baku (*over stock material*) atau kekurangan bahan baku (*under stock material*), yang disebabkan karena terbatasnya sumber daya yang ada antara lain kapasitas tempat penyimpanan, ketersediaan material yang diperlukan. 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 resiko keterlambatan atau bahkan kemacetan kegiatan, sehingga tidak mustahil perusahaan kehilangan kesempatan mendapatkan keuntungan karena tidak dapat memenuhi pesanan konsumen.

Untuk mendukung pengadaan material dengan mutu yang lebih baik diperlukan suatu sistem manajemen logistik yang mengatur pengendalian material baik pengendalian dalam perencanaan kebutuhan material, pengangkutan material dan pada saat penerimaan serta penyimpanan material di lokasi pekerjaan.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan yang ingin dicapai dari penulisan tugas akhir ini adalah menyusun persediaan material bahan baku yang optimal dengan biaya yang ekonomis menggunakan metode peramalan (*forecasting*) dan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) pada industri beton jadi.

1.3 Manfaat

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini bagi penyusun antara lain :

1. Untuk mendapatkan pengetahuan tentang industri beton jadi (*readymix*)
2. Dapat mengetahui cara pengendalian persediaan material bahan baku yang optimal pada industri beton jadi, agar nantinya hal tersebut bisa digunakan sebagai pedoman bila bekerja pada bidang yang sama.

Sedangkan manfaat bagi perusahaan beton jadi antara lain :

1. Mendapatkan metode pengendalian persediaan material optimal
2. Kebutuhan material bahan baku industri beton *readymix* dapat selalu terpenuhi dengan biaya seminimal mungkin.
3. Harga beton *readymix* untuk setiap unitnya (m^3) dapat diproduksi dengan biaya ekonomis dan mutu produksinya dapat bersaing di pasaran.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian dapat terarah sesuai dengan maksud dan tujuan penulisan tugas akhir ini maka diperlukan batasan-batasan, antara lain :

1. Penulisan tugas akhir ini menggunakan data material bahan baku semen, pasir, dan split sebagai komponen yang dominan dalam beton.
2. Penentuan distribusi material bahan baku diperoleh dari data dalam kurun waktu 5 tahun.
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 variable adalah harga yang berlaku pada kontrak saat itu.
6. Peramalan (*forecasting*) jumlah material yang akan dibutuhkan pada waktu yang akan datang menggunakan program Microsoft Excel XP.
7. Metode optimasi menggunakan metode Jumlah Pemesanan Ekonomis (*Economic Order Quantity = EOQ*).
8. Data-data yang digunakan adalah dari industri beton jadi PT. Adhi Karya, Semarang.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Assaf et al (1995)

Penelitian yang dilakukan oleh Assaf et al berjudul *Causes of Delay in Large Building Construction Projects*, mengambil topik mengenai keterlambatan suatu proyek yang disebabkan antara lain lambatnya pengiriman bahan, kerusakan material akibat penyimpanan dan kekurangan bahan, kekurangan tenaga kerja, kekurangan keahlian kerusakan peralatan dan kekurangan peralatan dan produktivitas alat rendah.

2.2 Penelitian Buana HSH (2000)

Judul Tesis “Praktek Manajemen Perencanaan dan Pengendalian Material Proyek Konstruksi di DIY”. Penelitian ini mengambil topik perencanaan dan pengendalian material dengan hasil analisis adalah kegiatan yang paling penting dalam merencanakan pelaksanaan pekerjaan adalah menentukan tingkat detail perencanaan/pengendalian dan memperhatikan penyusunan milestone *schedule*.

2.3 Penelitian Kushartanto Ahmad S. dan Rahmad Junaedik (2000)

Judul penelitian “ Manajemen Persediaan Material Pada Industri Beton Jadi “ dengan mengambil objek penelitian pada PT. Jaya Ready Mix, Yogyakarta. Penelitian dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Operation Research*. Data

dianalisis dengan metode yang lazim dipakai di dunia manajemen untuk menentukan titik pemesanan kembali (*reorder point*), cadangan penyangga (*buffer stock*), jumlah pesanan optimum dan siklus pemesanan optimum dengan menggunakan metode jumlah pesanan ekonomis ($EOQ = \text{Economic Order Quantity}$).

Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah 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.

2.4 Penelitian Liana Ningsih S (2000)

Judul Penelitian “Pengendalian Biaya Konstruksi Studi Kasus di Indonesia”. Penelitian ini mengambil topik mengenai pengendalian material dimana faktor-faktor dominan yang berpengaruh dalam sistem pengendalian biaya di Indonesia antara lain : (a) waktu penyelesaian proyek; (b) keahlian dan pengalaman tenaga kerja; (c) biaya dan jenis material; (d) proses pengadaan material; (e) ketepatan waktu pemantauan proyek. Sistem pengendalian yang biasa digunakan di Indonesia adalah identifikasi analisis varian, kriteria sistem pengendalian biaya dan jadwal, konsep nilai hasil dan rekayasa nilai.

2.5 Penelitian Tri Vadli (2000)

Judul penelitian “Analisis Faktor Keterlambatan Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Menurut Persepsi Pengguna Jasa dan Penyedia Jasa di DIY”. Penelitian ini mengambil topik mengenai penyebab-penyebab keterlambatan dengan hasil penelitian adalah faktor-faktor keterlambatan sebuah proyek disebabkan oleh

beberapa hal antara lain kekurangan bahan/material konstruksi, kelangkaan material di pasaran dan *force majeure* (gempa, banjir, kebakaran). Selain itu disebabkan oleh keterlambatan pembayaran termin oleh *owner*.

2.6 Penelitian Nugroho Hari W. dan Dwianto Wahyu R. (2002)

Judul penelitian “Optimalisasi Persediaan Material Pada Beton Jadi pada PT. Karya Beton, Yogyakarta”, Penelitian ini mengambil topik tentang penggunaan metode peramalan dalam mengoptimalkan persediaan material pada industri beton jadi. Data yang digunakan diambil dari PT. Karya Beton, Yogyakarta dan dianalisis berdasarkan rata-rata pemakaian material setiap bulan dalam 4 tahun sebelumnya dan diolah menggunakan program QS (*Quantitative System*) ver. 3.

Hasil analisis berupa susunan suatu perencanaan pengendalian persediaan sehingga dalam persediaan tidak terjadi overstock maupun understock material, dan lebih jauh lagi dapat mempengaruhi efisiensi dan efektivitas biaya produksi dari PT. Karya Beton, Yogyakarta.

Pada penelitian ini, penulis ingin meneliti manajemen logistik pada perusahaan industri beton jadi di dalam melakukan persediaan bahan baku agar tercapai persediaan yang optimal serta biaya yang paling ekonomis menggunakan metode peramalan (*Forecasting*) dan metode *Economic Order Quantity* (EOQ). Penelitian ini merupakan gabungan dari dua penelitian sebelumnya, yaitu penelitian Kushartanto Ahmad S dan Rahmad Junaedik (2000) serta penelitian Nugroho Hari W dan Dwianto Wahyu R (2002). Penggunaan metode peramalan disebabkan oleh beberapa faktor antara lain meningkatnya kompleksitas perusahaan dan lingkungannya. Dengan meningkatnya ukuran sebuah perusahaan, maka bobot suatu

keputusan meningkat pula. Sehubungan dengan hal tersebut, pengembangan metode peramalan dan pengetahuan yang menyangkut aplikasinya memungkinkan adanya penerapan secara langsung oleh para praktisi daripada hanya dilakukan oleh para teknisi ahli. Penggunaan metode EOQ karena metode tersebut mempunyai prinsip pengaturan persediaan yang paling ekonomis, dengan cara memperhitungkan cadangan penyangga, jumlah pesanan optimum, dan titik pemesanan kembali.



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Sistem Manajemen Logistik

Pelaksanaan proyek sangat tergantung pada kelancaran penyediaan sumber daya material dalam volume yang cukup, mutu sesuai dengan persyaratan spesifikasi dan waktu yang sesuai dengan jadwal pengadaan material di proyek. Pengelolaan material sangat besar peranannya dalam pelaksanaan proyek, diperlukan mekanisme tertentu yang mencakup aspek perencanaan material, pengadaan material, sebagai fungsi dari manajemen logistik proyek. Sistem manajemen logistik yang diterapkan di sini meliputi perencanaan dan pengadaan.

3.2 Perencanaan

Pengelolaan logistik yang cenderung makin kompleks dalam pelaksanaannya akan sangat sulit bila dikaitkan dengan pengendalian mutu apabila tidak didasari dengan perencanaan yang matang. Cakupan dalam perencanaan adalah perencanaan produksi dan perencanaan sumber daya manusia

3.2.1 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. Perencanaan untuk kebutuhan material yang akan datang terkadang diharapkan kepada hal-hal atau masalah-masalah yang tidak pasti.

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 resiko 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.

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.

3.2.2 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 administratif

Tenaga yang dibutuhkan dalam kantor, untuk menangani pekerjaan catatan, arsip-arsip dan semua pekerjaan administratif 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 Pengadaan

Pengadaan adalah semua kegiatan dan usaha untuk menambah dan memenuhi kebutuhan bahan berdasarkan perencanaan yang berlaku dengan menciptakan sesuatu yang tadinya belum ada menjadi ada. Dalam proses pengadaan ini dilakukan proses pelaksanaan rencana pengadaan dari proses perencanaan dan penentuan kebutuhan bahan serta rencana biaya yang diperlukan. Proses pengadaan ini merupakan salah satu mata rantai dari proses-proses lainnya.

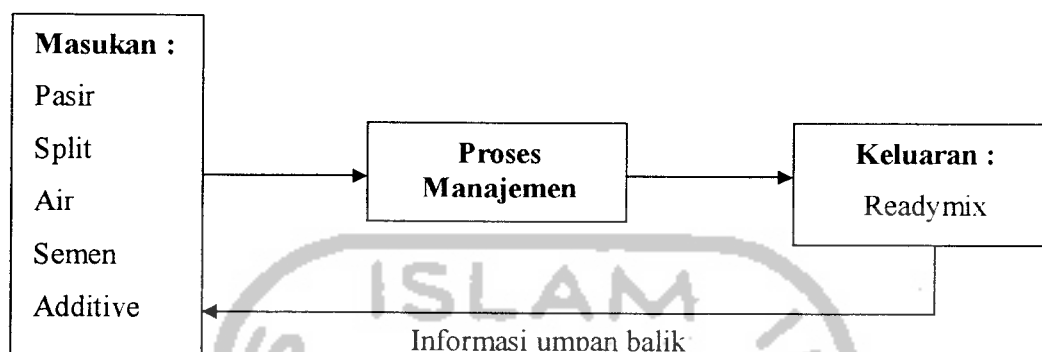
3.3.1 Proses Produksi

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*).

3.3.2 Sistem produksi

Sistem produksi merupakan suatu rangkaian 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 3.1.



Gambar 3.1 Sistem Produksi Industri beton jadi

3.3.3 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.

3.4 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.

3.4.1 Metode Peramalan

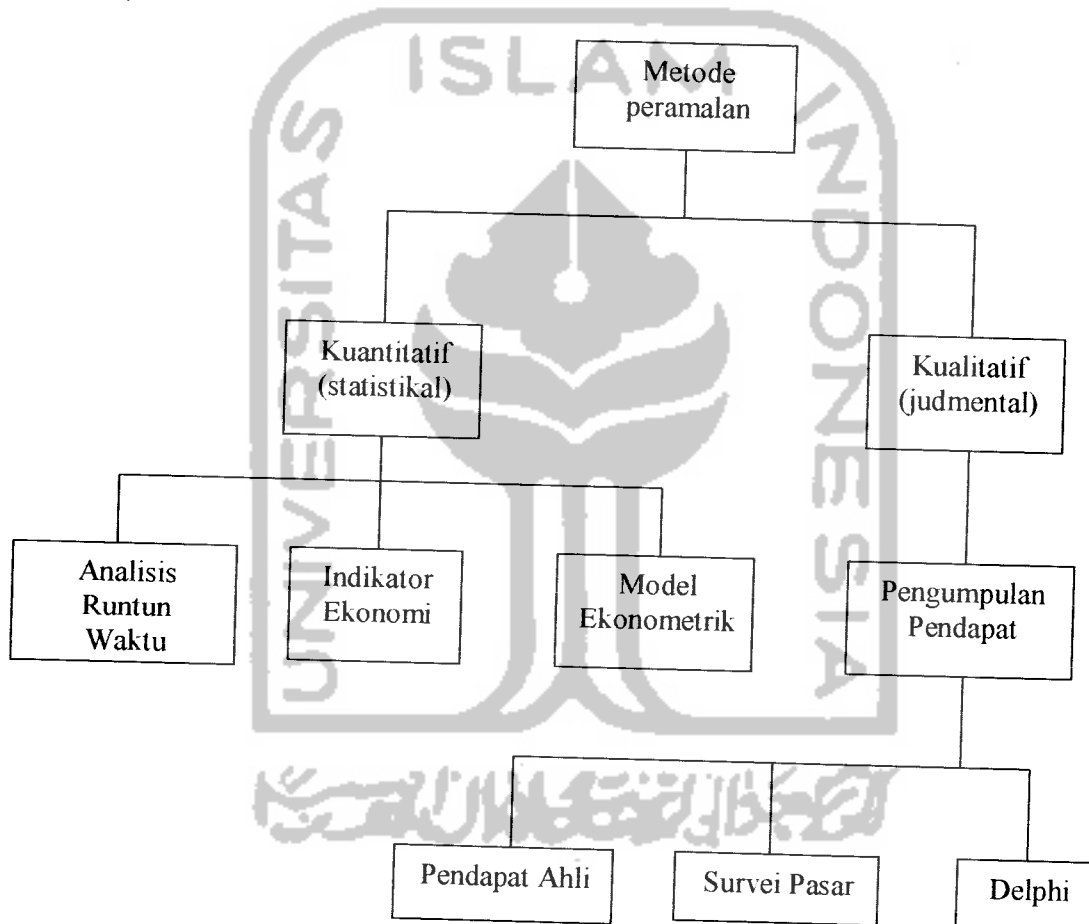
Banyak jenis metode peramalan yang tersedia untuk manajemen. Namun yang lebih penting adalah bagaimana memahami karakteristik suatu model peramalan agar sesuai bagi pengambilan keputusan. Peramalan yang baik adalah peramalan yang dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah atau prosedur yang baik. Pada 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. Memproyeksi data yang lalu dengan menggunakan metode yang digunakan dan mempertimbangkan adanya beberapa faktor perubahan.

Faktor perubahan tersebut antara lain perubahan kebijakan yang mungkin terjadi, termasuk kebijakan pemerintah dan perkembangan teknologi.

3.4.2 Pendekatan peramalan

Secara umum metode peramalan dapat diklasifikasikan dalam dua kategori utama, yaitu metode kuantitatif dan metode kualitatif seperti terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Pembagian kategori metode peramalan

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 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*.

a. Metode deret berkala (*time series*)

Pada metode ini, perkiraan masa yang akan datang dapat dilakukan berdasarkan nilai dari masa lalu dari suatu variabel. Langkah penting dalam memilih metode deret berkala yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data. Pola datanya dibedakan atas :

1. Pola data horisontal

Pola data yang terjadi jika nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Suatu produk yang permintaannya tidak meningkat atau menurun selama kurun waktu tertentu, termasuk dalam pola data seperti ini.

2. Pola data musiman

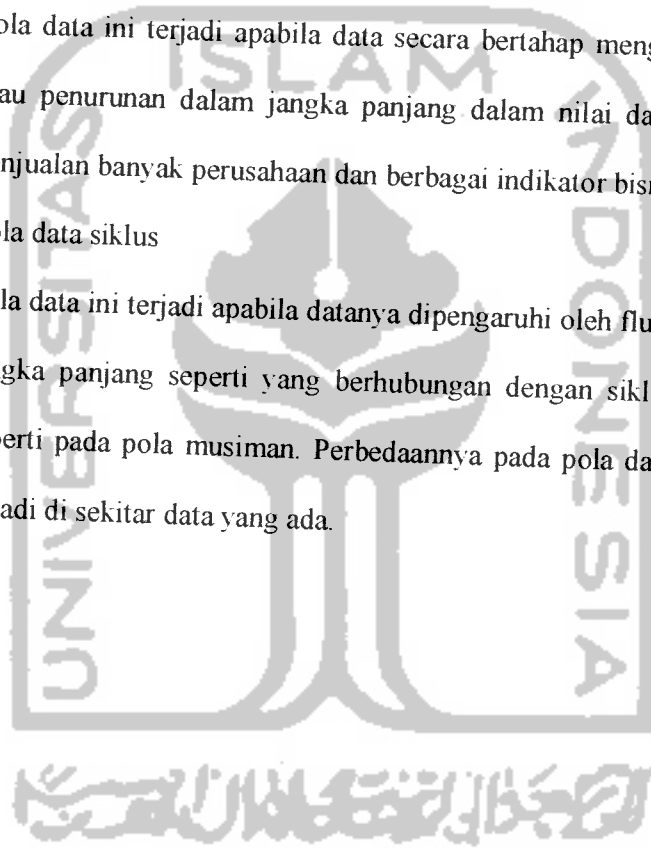
Pola data ini terjadi jika fluktuasi nilai dasarnya membentuk suatu siklus yang hampir sama pada beberapa periode tertentu dan terus berulang di periode berikutnya. Dipengaruhi faktor musiman, misalnya tahunan, bulanan atau harian.

3. Pola data tren

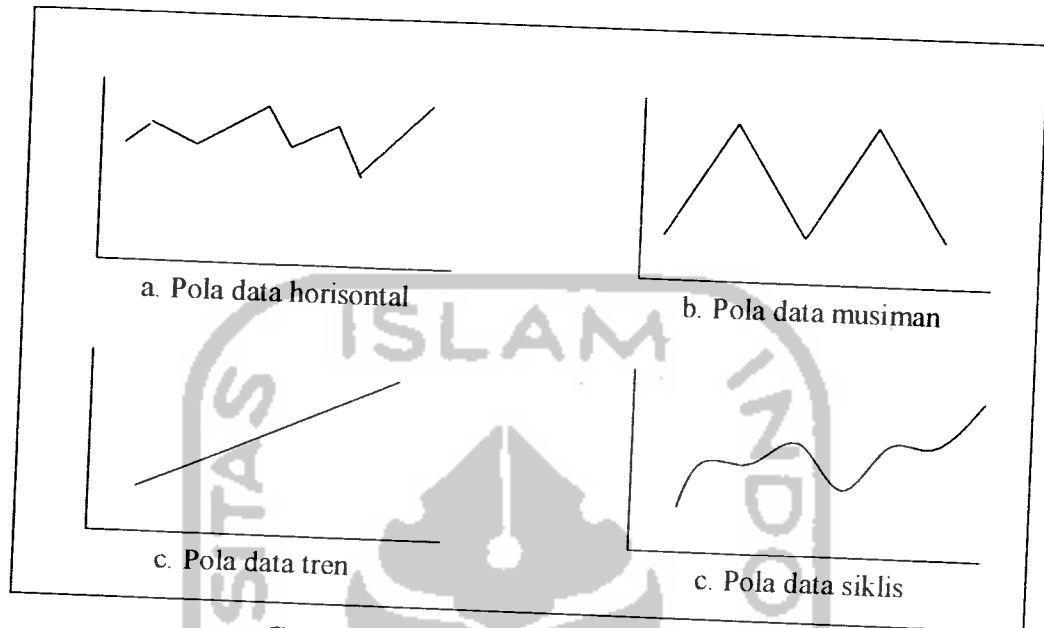
Pola data ini terjadi apabila data secara bertahap mengalami kenaikan atau penurunan dalam jangka panjang dalam nilai data. Seperti data penjualan banyak perusahaan dan berbagai indikator bisnis.

4. Pola data siklus

Pola data ini terjadi apabila datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Pola seperti pada pola 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 3.3.



Gambar 3.3 Grafik metode deret berkala

Metode peramalan deret berkala antara lain (Yhi-Long Chang, 1995) :

a. *Simple Average*

$$F_t = A, \text{ atau } F_t = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} \quad (3.1)$$

$$f_{(t+\tau)} = F_t \quad (3.2)$$

dimana :

F_t = nilai *smoothing* untuk periode t

A_t = data aktual dalam periode t

n = jumlah data waktu

t = waktu atau periode, $t = 1, 2, 3, 4, \dots, n$

τ = waktu dari t

f_t = peramalan untuk periode t

b. *Weight Moving Average*

$$F_t = \frac{\sum A_t}{m} \dots \dots \dots (3.3)$$

dimana :

F_t = nilai *smoothing* untuk periode t

A_t = data aktual dalam periode t

m = periode rata-rata bergerak per bulan atau panjang perputaran *seasonal*

Metode ini sesuai untuk pola data stasioner dimana data mengandung unsur trend maupun musiman.

c. *Moving Average With Linear trend*

Metode ini efektif apabila trend *linear* dan faktor *Random Error* tidak besar. Persamaannya :

$$F_t = \frac{\sum W_i A_t}{\sum W_i}, \text{ dimana } W_i = 1 - m(1 \text{ to } t) \dots \dots \dots (3.4)$$

$$T_t = n \sum \left\{ i \cdot A_{t - \left(\frac{m-1}{2} \right) - i} / m(m^2 - 1) \right\}, \text{ dimana :}$$

$$i = \frac{-(m-1)}{2} \text{ to } \frac{(m-1)}{2} \dots \dots \dots (3.5)$$

dimana :

F_t = nilai *smoothing* untuk periode t

A_t = data aktual dalam periode t

W_i = pemberat untuk periode t

m = periode rata-rata bergerak per bulan atau panjang perputaran *seasonal*

T_t = trend untuk periode t

d. *Ekspensial Smoothing With Linear Trend*

$$F_o = A_t; T_o = 0 \dots\dots\dots (3.6)$$

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \dots\dots\dots (3.7)$$

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \dots\dots\dots (3.8)$$

Dengan :

$$\beta = \frac{n \sum TY - (\sum T * \sum Y)}{n \sum T^2 - (\sum T)^2} \dots\dots\dots (3.9)$$

$$\alpha = \frac{\sum Y - \beta \sum T}{n} \dots\dots\dots (3.10)$$

dimana :

F_t = nilai *smoothing* untuk periode t

A_t = data aktual dalam periode t

T_t = trend untuk periode t

α = parameter *smoothing* pertama

β = parameter trend *smoothing*

T = tahun ke

Y = jumlah material

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

e. *Double Ekspensial Smoothing With Linear Trend*

$$F_o = F'_o = A_t \dots\dots\dots (3.11)$$

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)F_{t-1} \dots\dots\dots (3.12)$$

$$F_{t+1} = \alpha F_t + (1 - \alpha)F_{t+1} \dots\dots\dots (3.13)$$

$$T_t = A_t - F_t \dots\dots\dots (3.14)$$

dengan :

$$\beta = \frac{n \sum TY - (\sum T * \sum Y)}{n \sum T^2 - (\sum T)^2} \dots\dots\dots (3.15)$$

$$\alpha = \frac{\sum Y - \beta \sum T}{n} \dots\dots\dots (3.16)$$

dimana :

F_t = nilai forecast untuk periode t

A_t = data aktual dalam periode t

T_t = trend untuk periode t

α = parameter *smoothing* pertama

β = parameter trend *smoothing*

T = tahun ke

Y = jumlah material

f. *Winter's Model*

Metode ini merupakan metode peramalan yang sering dipilih untuk menagani 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.

$$F_t = \frac{\alpha A_t}{I_{t-m}} + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \dots\dots\dots (3.17)$$

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) - (1 - \beta)T_{t-1} \dots\dots\dots (3.18)$$

$$f_{t+\tau} = (T_t + F_t)I_{t-m+1} \dots\dots\dots (3.19)$$

dimana :

F_t = nilai *forecast* untuk periode t

t = waktu atau periode, $t=1, 2, 3, 4, \dots, n$

τ = waktu dari t

m = periode rata-rata bergerak atau panjang perputaran seasional

α = parameter *smoothing* pertama

β = parameter *trend smoothing*

A_t = data aktual dalam periode t

f_t = nilai *smoothing* untuk periode

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. Metode peramalan ini bersifat subjektif dimana 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.

3.4.3 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 suatu pola data yang berbeda. Sebagai contoh, teknik *moving average* sangat sesuai dengan pola data yang tidak berubah jika diterapkan pada pola data yang lain. Teknik ini akan mempunyai derajat akurasi yang lebih rendah. Panduan dalam pemilihan teknik-teknik peramalan pada metode *time series forecasting* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Panduan pemilihan teknik peramalan

NO	Metode	Pola Data	Waktu	Jumlah Data Musiman	
				Non Musiman	Musiman
1	<i>Simple Average</i>	St	Pdk	30	
2	<i>Weigth Moving Average</i>	St	Pdk	4-20	
3	<i>Moving Average with Linear</i>	Tr	Pdk	4-20	
4	<i>Single Exponensial Smoothing</i>	St	Pdk	20	
5	<i>Exponensial Smoothing with Linear Trend</i>	Tr	Pdk	20	
6	<i>Double Exponensial Smoothing</i>	St, Tr	Pdk	20	
7	<i>Double Exponensial Smoothing with Linear Trend</i>	Tr	Pdk	20	
8	<i>Winter's Model</i>	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 = Seasional
 Horison waktu : Pdk = Pendek; Mnh = Menengah
 Musiman : 2*L = Dua kali panjang musim

3.4.4 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 lain yang terjadi dan nilai yang diprediksikan. Pengukuran kesalahan sering digunakan untuk mengestimasi apakah model peramalan yang digunakan sesuai dengan pola permintaan. Berikut kesalahan peramalan :

$$e_t = A_t - F_t \dots\dots\dots (3.20)$$

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, 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.

$$MAD = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{n} \dots\dots\dots (3.21)$$

dengan : e_t = kesalahan peramalan periode ke-t

n = jumlah data waktu

t = waktu atau periode

2. Mean Square Deviation (MSD)

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

$$MSD = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|^2}{n} \dots\dots\dots (3.22)$$

dengan : e_t = kesalahan peramalan periode ke-t

n = jumlah data waktu

t = waktu atau periode

3. Mean Error Deviation (Bias)

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

$$Bias = \sum_{t=1}^n \frac{e_t}{n} \dots\dots\dots (3.23)$$

dengan : e_t = kesalahan peramalan periode ke-t

n = jumlah data waktu

t = waktu atau periode

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.

4. Pendekatan Peta Kontrol (*tracking signal*)

Tracking Signal 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 :

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

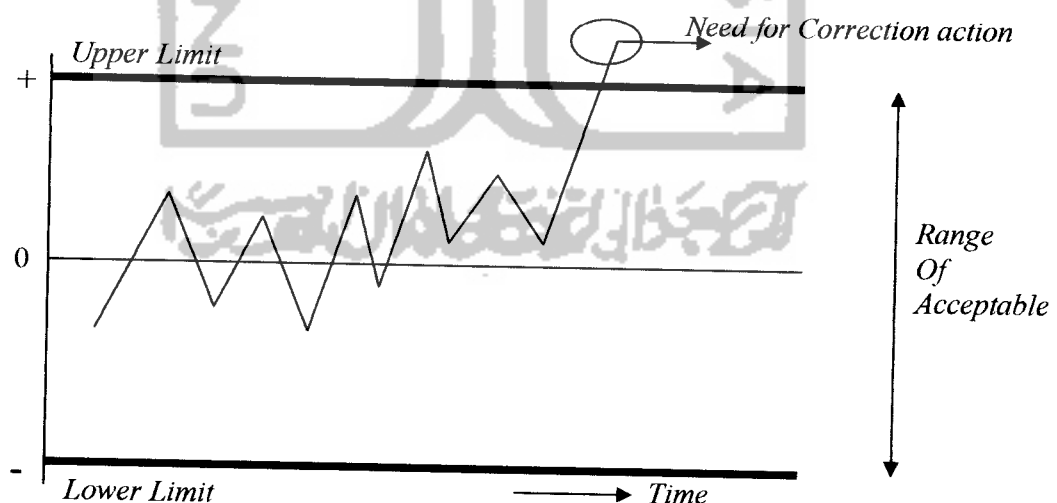
$$\sigma = \sqrt{MAD} \dots\dots\dots (3.24)$$

dimana :

σ = harga estimasi *Standart deviation* dari penyebaran *error*

pengambilan nilai batas kontrol *tracking signal* terlihat pada Gambar 3.4 dengan ketentuan :

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

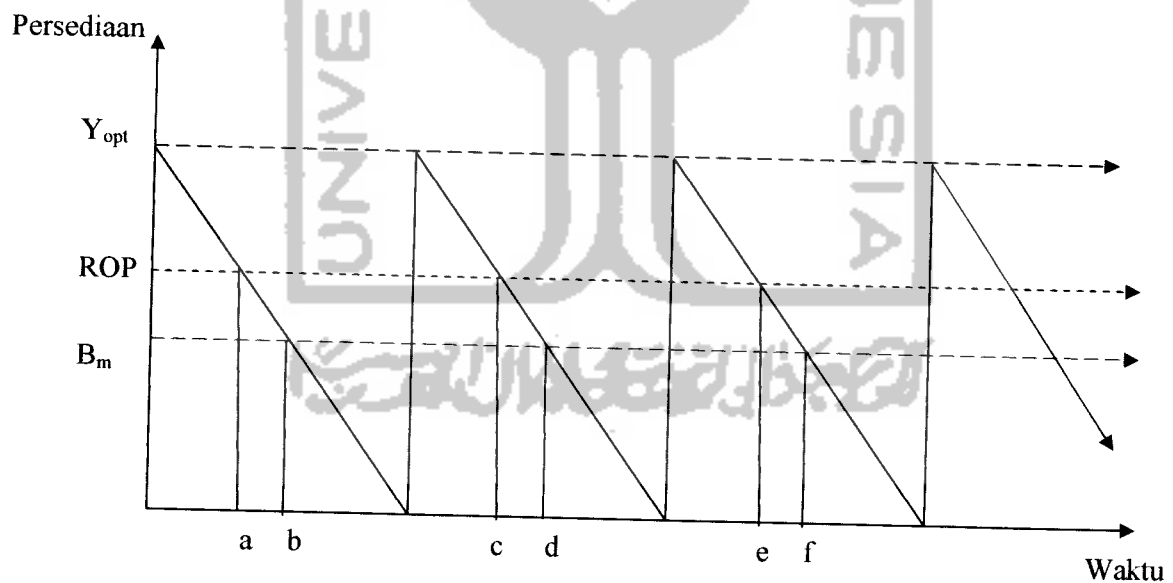


Gambar 3.4 Kurva nilai batas kontrol penilaian *tracking signal*
(sumber :Sudjana, metoda statistika)

3.5 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. 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.



Keterangan : Y_{opt} = jumlah pemesanan ; B_m = cadangan penyangga ; ROP = pemesanan titik ulang
 $ac = ce$ = interval pemesanan ; $ab = cd = ef$ = tenggang waktu

Gambar 3.5 Model Persediaan

a. Analisa 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.

$$R = B + \beta L \dots\dots\dots (3.25)$$

dimana : R = titik pemesanan

B = cadangan penyangga

βL = pemakaian kebutuhan selama 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 Koenigsberg, 1963, perhitungan cadangan penyangga diperoleh dengan cara menentukan suatu tingkat resiko atau tingkat pelayanan yang diinginkan oleh perusahaan dalam memproduksi beton.

$$B_m = \mu_m + (1-p) \cdot \sigma_m - \beta L \dots\dots\dots (3.26)$$

dimana : p = tingkat resiko 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

$$Y_{optimum} = \sqrt{\frac{2 * K_m * (\mu_m * n)}{H_m}} \quad (3.27)$$

dimana : Y_{opt} = jumlah pesanan optimum

K_m = besarnya biaya untuk satu kali pemesanan

H_m = besar biaya penyimpanan

μ_m = rata-rata kebutuhan material

n = waktu pengendalian

d. Penentuan siklus pemesanan

$$N = \frac{\mu_m * n - B_m}{Y_{optimum}} \quad (3.28)$$

dimana : N = siklus pemesanan

μ_m = rata-rata kebutuhan material

n = jangka waktu pengendalian

B_m = cadangan penyangga

$Y_{optimum}$ = jumlah pesanan optimum

e. 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 :

Service level = 100% - resiko 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.



BAB IV

METODA PENELITIAN

4.1 Lokasi Pengambilan Data

Data pada penelitian ini diambil dari PT. Adhi Karya, Semarang, sebagai perusahaan konstruksi yang juga memproduksi beton jadi dengan kapasitas yang cukup besar setiap bulannya.

4.2 Bahan-bahan dan Data Penelitian

Data yang diperlukan pada penelitian ini adalah :

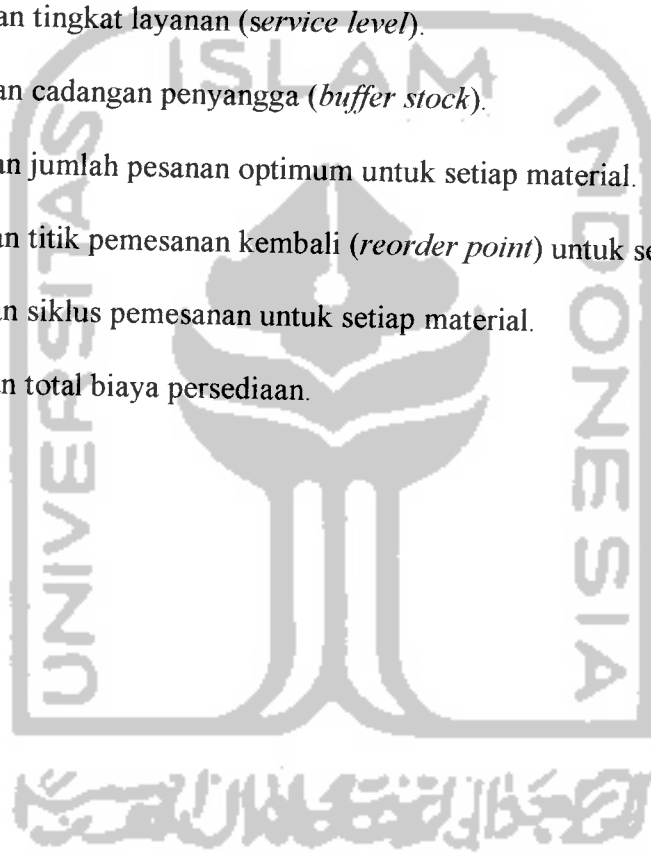
1. Data pemakaian material bahan baku periode 1998-2002 meliputi semen, pasir, dan split.
2. Data pengadaan material.
 - a. pasokan semen dari Semen Nusantara dan Semen Gresik.
 - b. pasokan split dari ex Kalikuto dengan ukuran $\frac{3}{4}$ " dan 1.5".
 - c. pasokan pasir dari Pasir Muntiran.
3. Jumlah tempat penyimpanan semen (*silo*) ada 4 buah dengan kapasitas masing-masing 50 ton.
4. Kapasitas tempat penyimpanan split dan pasir sebesar 2500 m³.
5. Kemampuan produksi *readymix* setiap bulan berkisar 3000-6000 m³.

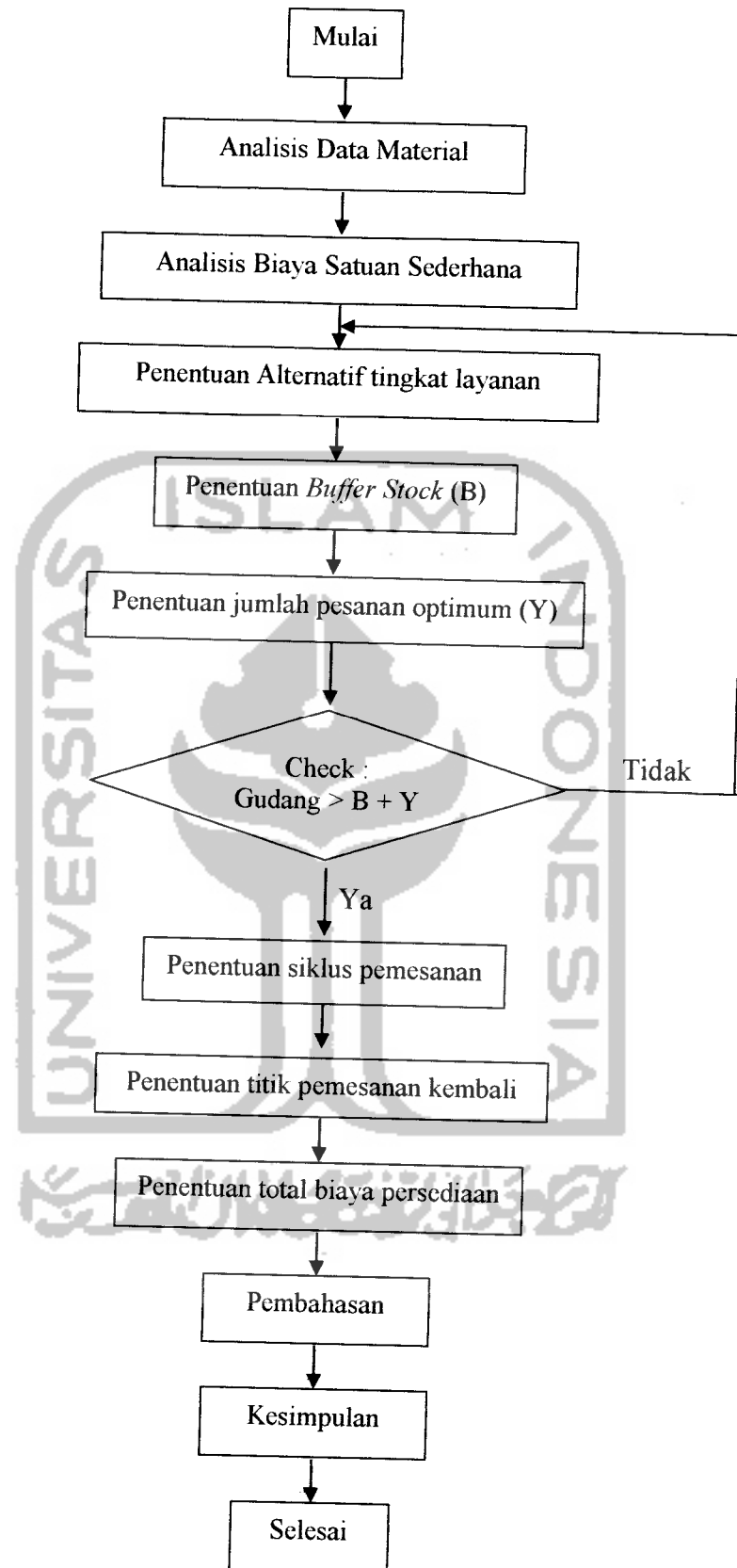
6. Jumlah dan kapasitas truk mixer yang dimiliki sebanyak 10 buah dengan kapasitas 7 m^3 .
7. Analisis biaya satuan inventory (sumber KWSG dan PT. Adhi Karya, Semarang)
 - a. Biaya pembelian material menurut harga kontrak.
 - semen = Rp 592/kg atau Rp. 23700/zak
 - pasir = Rp 32.000/ m^3
 - split = Rp 47.500/ m^3
 - b. Biaya penyimpanan
 - semen = 1% dari harga kontrak.
 - pasir = 3% Rp/ m^3
 - split = 3% Rp/ m^3
 - c. Biaya pemesanan
 - semen = Rp. 10.000/pemesanan
 - pasir = Rp. 10.000/pemesanan
 - split = Rp. 13.000/pemesanan
8. Cadangan penyangga (*buffer stock*)
 - a. Semen mempunyai *lead time* (waktu tunggu) sebesar 3 hari.
 - b. Agregat mempunyai *lead time* sebesar 3 hari.

4.3 Langkah-langkah Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian yang kami tempuh adalah sebagai berikut:

1. Analisis data pemakaian material bahan baku penyusun beton.
2. Analisis biaya-biaya per satuan persediaan.
3. Penentuan tingkat layanan (*service level*).
4. Penentuan cadangan penyangga (*buffer stock*).
5. Penentuan jumlah pesanan optimum untuk setiap material.
6. Penentuan titik pemesanan kembali (*reorder point*) untuk setiap material.
7. Penentuan siklus pemesanan untuk setiap material.
8. Penentuan total biaya persediaan.





Gambar 4.1 *Flowchart* penelitian

BAB V

ANALISIS MODEL PERSEDIAAN

5.1 Pembacaan Material

Data pemakaian material bahan baku yang digunakan dalam analisa ini adalah pemakaian dalam jangka waktu lima tahun 1998-2002. Dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Data pemakaian material bahan baku (1998-1999)

Tahun	Bulan	Semen (Ton)	Split (m ³)	Pasir (m ³)
1998	Januari	720	1800	2100
	Februari	504	1428	1470
	Maret	720	2040	2100
	April	672	1904	1960
	Mei	720	2040	2100
	Juni	768	1920	2240
	Juli	600	1700	1750
	Agustus	600	1700	1750
	September	648	1835	1890
	Oktober	480	1360	1400
	November	480	1360	1400
	Desember	1200	3400	3500
1999	Januari	240	680	700
	Februari	360	1020	1050
	Maret	720	2040	2100
	April	720	2040	2100
	Mei	600	1700	1750
	Juni	480	1360	1400
	Juli	480	1360	1400
	Agustus	600	1700	1750
	September	888	2615	2590
	Oktober	480	1360	1400
	November	720	2040	2100
	Desember	600	1700	1750

Tabel 5.1 Lanjutan Data pemakaian material bahan baku (200-2002)

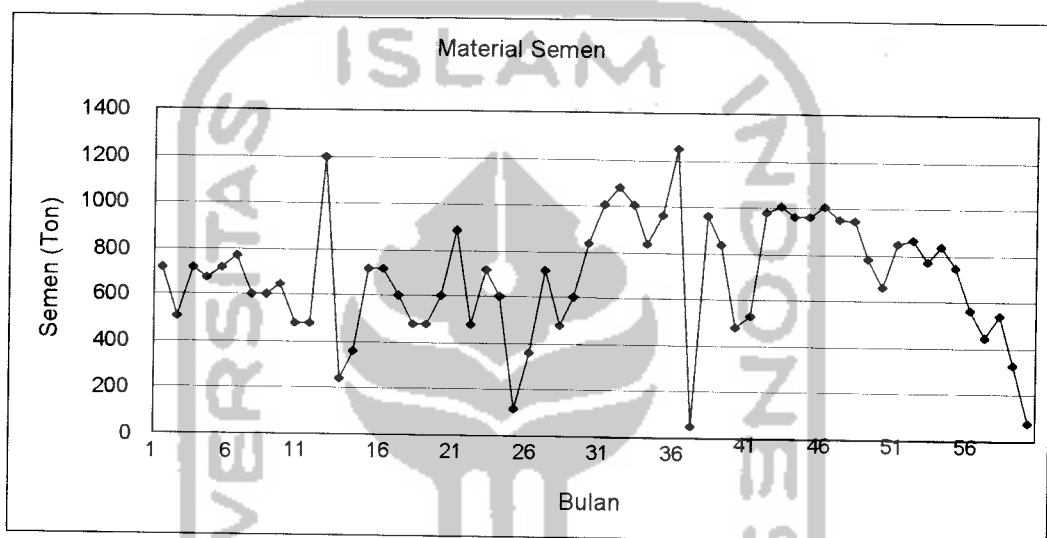
2000	Januari	120	340	350
	Februari	360	1020	1050
	Maret	720	2040	2100
	April	480	1360	1400
	Mei	600	1700	1750
	Juni	840	2380	2450
	Juli	1008	2856	2940
	Agustus	1080	3060	3150
	September	1008	2856	2940
	Oktober	840	2380	2450
	November	960	2720	2800
	Desember	1248	3536	3640
2001	Januari	48	1360	1400
	Februari	960	2720	2800
	Maret	840	2380	2450
	April	480	1360	1400
	Mei	528	1496	1540
	Juni	980	2720	2800
	Juli	1008	2856	2940
	Agustus	960	2720	2800
	September	960	2720	2800
	Oktober	1008	3060	3150
	November	950	3740	3850
	Desember	945	3400	3500
2002	Januari	780	1360	1400
	Februari	660	1700	1750
	Maret	850	2040	2100
	April	864	1836	1890
	Mei	768	2380	2450
	Juni	840	2380	2450
	Juli	750	2516	2310
	Agustus	656	2720	2275
	September	445	2720	2360
	Oktober	542	3610	1996
	November	327	3350	1768
	Desember	92	2184	1756

Sumber : PT Adhi Karya, Semarang

5.2 Pengolahan Data

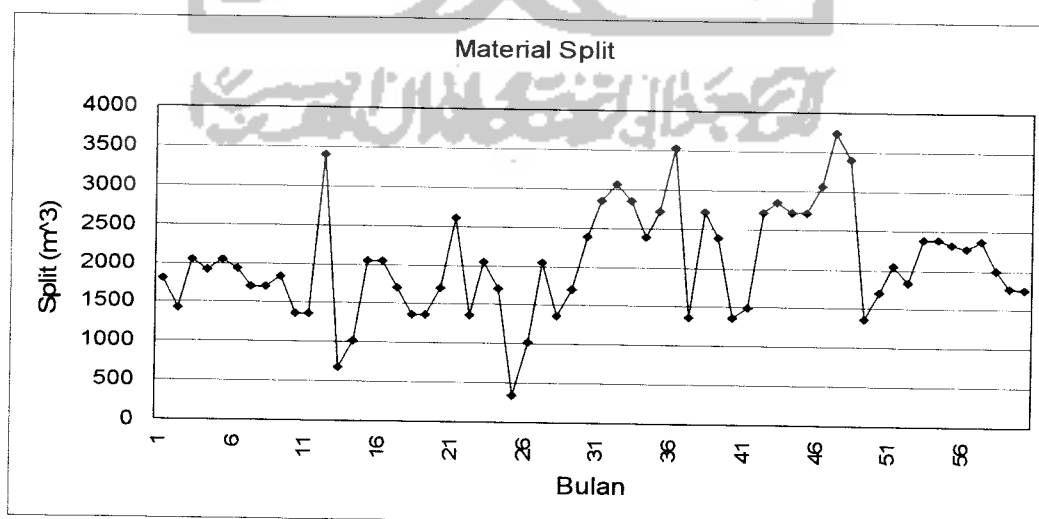
Pada tabel di atas dapat dibuat plot data untuk mengetahui jenis pola datanya, apakah mengandung unsur trend, musiman, siklus atau horisontal. Hasil plot data pemakaian material tahun sebelumnya ini dapat dilihat pada grafik di bawah ini.

A. Pola data untuk meterial semen



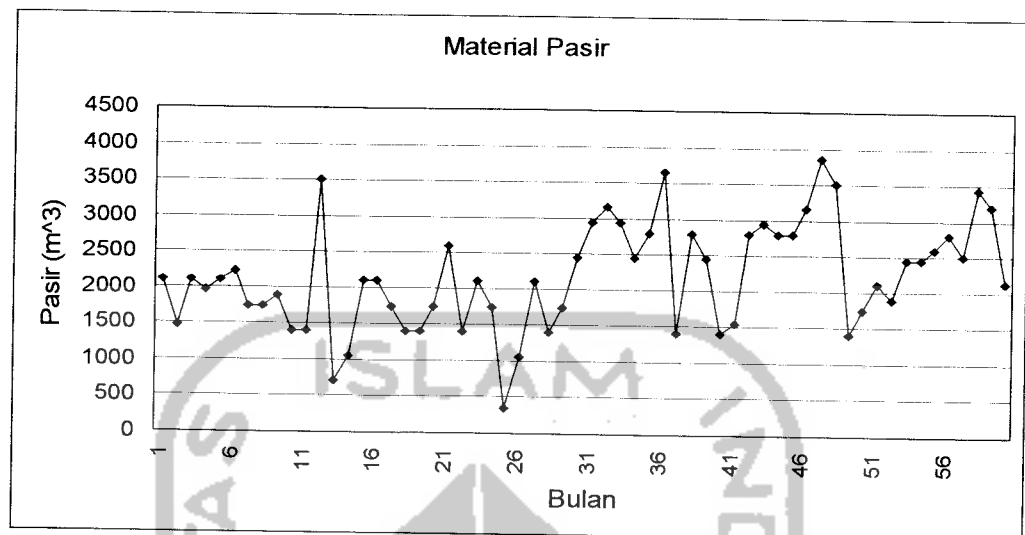
Gambar 5.1 Hasil plot pemakaian semen (sumber PT.Adhi Karya)

B. Pola data untuk material split



Gambar 5.2 Hasil plot pemakaian Split (sumber PT.Adhi Karya)

C. Pola data untuk pasir



Gambar 5.3 Hasil plot pemakaian pasir (sumber PT.Adhi Karya)

Dari pola di atas, dapat diketahui terdapat fluktuasi data secara trend, dan juga faktor musiman. Proses peramalan akan dilakukan dengan menggunakan program Microsoft Excel XP. Karena pola data sudah diketahui, maka ketiga macam metode sebagai perbandingan untuk meminimalkan kesalahan dalam melakukan peramalan

Ketiga metode tersebut adalah :

1. *Weight Moving Average*
2. *Exponential Smoothing with Linear Trend*
3. *Double Exponential Smoothing with Linear Trend*

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 merupakan rata-rata kesalahan absolut,

sedangkan MSD merupakan rata-rata dari kesalahan yang dikuadratkan. Jadi MAD dipilih karena lebih mudah pengerjaannya. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

5.2.1 Peramalan pemakaian untuk material semen

- a. Contoh perhitungan menggunakan metode *Weight Moving Average* (rumus 3.3)

$$F_t = \frac{\sum A_t}{m}$$

perhitungan F_t

$$F_{t(\text{Feb})} = \frac{720 + 504}{2} = 612$$

$$F_{t(\text{Mar})} = \frac{504 + 720}{2} = 612$$

perhitungan *forecast*

$$\text{Forecast Maret} = F_{t(\text{Feb})} = 612$$

$$\text{Forecast April} = F_{t(\text{Mar})} = 612$$

Perhitungan *error* (e_t)

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

$$e_{t(\text{Mar})} = 720 - 612 = 108$$

$$e_{t(\text{Apr})} = 672 - 696 = -24$$

Dengan cara analogi, perhitungan untuk bulan berikutnya hasil dipresentasikan seperti pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 *Forecast Semen Weight Moving Average selama 60 bulan*

Tahun		Bulan	Semen (Ton)	Ft	Forecast	Error
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
1998	1	Januari	720			
	2	Februari	504	612		
	3	Maret	720	612	612	108
	4	April	672	696	612	-24
	5	Mei	720	696	696	24
	6	Juni	768	744	696	24
	7	Juli	600	684	744	-84
	8	Agustus	600	600	684	0
	9	September	648	624	600	24
	10	Oktober	480	564	624	-84
	11	November	480	480	564	0
	12	Desember	1200	840	480	360
1999	13	Januari	240	720	840	-480
	14	Februari	360	300	720	60
	15	Maret	720	540	300	180
	16	April	720	720	540	0
	17	Mei	600	660	720	-60
	18	Juni	480	540	660	-60
	19	Juli	480	480	540	0
	20	Agustus	600	540	480	60
	21	September	888	744	540	144
	22	Oktober	480	684	744	-204
	23	November	720	600	684	120
	24	Desember	600	660	600	-60
2000	25	Januari	120	360	660	-240
	26	Februari	360	240	360	120
	27	Maret	720	540	240	180
	28	April	480	600	540	-120
	29	Mei	600	540	600	60
	30	Juni	840	720	540	120
	31	Juli	1008	924	720	84
	32	Agustus	1080	1044	924	36
	33	September	1008	1044	1044	-36
	34	Oktober	840	924	1044	-84
	35	November	960	900	924	60
	36	Desember	1248	1104	900	144

Lanjutan Tabel 5.2

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
2001	37	Januari	48	648.00	1104.00	-600.00
	38	Februari	960	504.00	648.00	456.00
	39	Maret	840	900.00	504.00	-60.00
	40	April	480	660.00	900.00	-180.00
	41	Mei	528	504.00	660.00	24.00
	42	Juni	980	754.00	504.00	226.00
	43	Juli	1008	994.00	754.00	14.00
	44	Agustus	960	984.00	994.00	-24.00
	45	September	960	960.00	984.00	0.00
	46	Oktober	1008	984.00	960.00	24.00
	47	November	950	979.00	984.00	-29.00
	48	Desember	945	947.50	979.00	-2.50
2002	49	Januari	780	862.50	947.50	-82.50
	50	Februari	660	720.00	862.50	-60.00
	51	Maret	850	755.00	720.00	95.00
	52	April	864	857.00	755.00	7.00
	53	Mei	768	816.00	857.00	-48.00
	54	Juni	840	804.00	816.00	36.00
	55	Juli	750	795.00	804.00	-45.00
	56	Agustus	564	657.00	795.00	-93.00
	57	September	445	504.50	657.00	-59.50
	58	Oktober	542	493.50	504.50	48.50
	59	November	327	434.50	493.50	-107.50
	60	Desember	92	209.50	434.50	-117.50
					209.50	5883.00

Perhitungan MAD

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} = \frac{5883.06}{60} = 98.05$$

b. Contoh perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Exponential*

Smoothing with Linear Trend (rumus 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 dan 3.10).

$$F_o = A_t; T_o = 0$$

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

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

Tabel 5.3 Perhitungan Alfa dan Beta untuk Semen *Exponential Smoothing* with Linear Trend

Tahun (T)	Jumlah Semen(Y) * 10 ⁴ (Ton)	T*Y	T ²	Y ²
1	0.8112	0.8112	1	0.65804544
2	0.7632	1.5264	4	0.58247424
3	0.7488	2.2464	9	0.56070144
4	0.7488	2.9952	16	0.56070144
5	0.7536	3.768	25	0.56791296
Total = 15	3.8256	11.3472	55	2.92983552

$$\beta = \frac{n \sum TY - (\sum T * \sum Y)}{n \sum T^2 - (\sum T)^2} = \frac{5 * 11.3472 - 15 * 3.8256}{5 * 55 - 15^2} = -0.01296$$

$$\alpha = \frac{\sum Y - \beta \sum T}{n} = \frac{3.8256 - (-0.01296 * 15)}{5} = 0.804$$

perhitungan F_t

$$F_{t(\text{Jan})} = 720 \text{ dan } T_{\text{Jan}} = 0$$

$$F_{t(\text{Feb})} = (0.804 * 504) + ((1 - 0.804) * (720 + 0)) = 546.34$$

$$T_{t(\text{Feb})} = -0.01296(546.34 - 720) + (1 - (-0.01296)) * 0 = 2.25$$

perhitungan Forecast

$$\text{Forecast Februari} = 720 + 0 = 720$$

$$\text{Forecast Maret} = 504 + 2.25 = 506.250$$

perhitungan *Error* (e_t)

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

$$e_{t(\text{Feb})} = 504 - 546.34 = -42.34$$

$$e_{t(\text{Mar})} = 720 - 686.40 = -33.60$$

Dengan cara analogi, perhitungan untuk bulan berikutnya hasil dipresentasikan seperti pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 *Forecasting Semen Exponential Smoothing with Linear Trend*
Selama 60 bulan

Tahun		Bulan	Semen (Ton)	Tt	Ft	Forecast	Error
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
1998	1	Januari	720	0.00	720.00		
	2	Februari	504	2.25	546.34	720.00	-42.34
	3	Maret	720	0.46	686.40	506.25	33.60
	4	April	672	0.62	674.91	720.46	-2.91
	5	Mei	720	0.16	711.28	672.62	8.72
	6	Juni	768	-0.43	756.91	720.16	11.09
	7	Juli	600	1.20	630.67	767.57	-30.67
	8	Agustus	600	1.53	606.25	601.20	-6.25
	9	September	648	1.11	640.12	601.53	7.88
	10	Oktober	480	2.79	511.60	649.11	-31.60
	11	November	480	3.15	486.74	482.79	-6.74
	12	Desember	1200	-4.25	1060.82	483.15	139.18
1999	13	Januari	240	4.26	400.05	1195.75	-160.05
	14	Februari	360	4.72	368.68	244.26	-8.68
	15	Maret	720	1.11	652.07	364.72	67.93
	16	April	720	0.41	706.90	721.11	13.10
	17	Mei	600	1.53	621.03	720.41	-21.03
	18	Juni	480	3.02	507.94	601.53	-27.94
	19	Juli	480	3.34	486.07	483.02	-6.07
	20	Agustus	600	2.19	578.32	483.34	21.68
	21	September	888	-1.02	827.73	602.19	60.27
	22	Oktober	480	2.59	547.96	886.98	-67.96
	23	November	720	0.83	686.79	482.59	33.21
	24	Desember	600	1.74	617.17	720.83	-17.17
2000	25	Januari	120	6.94	217.79	601.74	-97.79
	26	Februari	360	5.53	333.49	126.94	26.51
	27	Maret	720	1.56	645.33	365.53	74.67
	28	April	480	3.30	512.71	721.56	-32.71
	29	Mei	600	2.42	583.54	483.30	16.46
	30	Juni	840	-0.22	790.21	602.42	49.79
	31	Juli	1008	-2.49	965.27	839.78	42.73
	32	Agustus	1080	-3.72	1057.02	1005.51	22.98
	33	September	1008	-3.24	1016.88	1076.28	-8.88
	34	Oktober	840	-1.43	874.03	1004.76	-34.03
	35	November	960	-2.34	942.87	838.57	17.13
	36	Desember	1248	-5.55	1187.73	957.66	60.27

Lanjutan Tabel 5.4

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
2001	37	Januari	48	6.27	270.30	1242.45	-222.30
	38	Februari	960	-0.85	826.05	54.27	133.95
	39	Maret	840	-1.01	837.10	959.15	2.90
	40	April	480	2.70	549.79	838.99	-69.79
	41	Mei	528	2.96	532.80	482.70	-4.80
	42	Juni	980	-1.67	892.93	530.96	87.07
	43	Juli	1008	-2.89	985.12	978.33	22.88
	44	Agustus	960	-2.65	964.36	1005.11	-4.36
	45	September	960	-2.64	960.33	957.35	-0.33
	46	Oktober	1008	-3.16	998.14	957.36	9.86
	47	November	950	-2.69	958.82	1004.84	-8.82
	48	Desember	945	-2.58	947.18	947.31	-2.18
2002	49	Januari	780	-0.86	812.26	942.42	-32.26
	50	Februari	660	0.72	689.67	779.14	-29.67
	51	Maret	850	-0.95	818.72	660.72	31.28
	52	April	864	-1.43	854.94	849.05	9.06
	53	Mei	768	-0.54	784.76	862.57	-16.76
	54	Juni	840	-1.12	829.07	767.46	10.93
	55	Juli	750	-0.31	765.28	838.88	-15.28
	56	Agustus	564	1.79	603.39	749.69	-39.39
	57	September	445	3.46	476.40	565.79	-31.40
	58	Oktober	542	2.81	529.82	448.46	12.18
	59	November	327	4.95	367.30	544.81	-40.30
	60	Desember	92	-6.21	146.93	331.95	-54.93
						85.79	$\sum e_i = 2202.72$

Perhitungan MAD

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} = \frac{2207.72}{60} = 36.711$$

c. Contoh perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Double Exponential*

Smoothing with Linear Trend (rumus 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15 dan 3.16).

$$F_o = F'_o = A_t, \quad F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)F_{t-1}, \quad F'_t = \alpha F_t + (1 - \alpha)F'_{t-1}, \quad T_t = A_t - F'_t,$$

$$\beta = \frac{n \sum TY - (\sum T * \sum Y)}{n \sum T^2 - (\sum T)^2}, \quad \alpha = \frac{\sum Y - \beta \sum T}{n}$$

Tabel 5.5 Perhitungan Alfa dan Beta untuk Semen *Double Exponential Smoothing with Linear Trend*

Tahun (T)	Jumlah Semen(Y) * 10 ⁴ (Ton)	T*Y	T ²	Y ²
1	0.8112	0.8112	1	0.65804544
2	0.7632	1.5264	4	0.58247424
3	0.7488	2.2464	9	0.56070144
4	0.7488	2.9952	16	0.56070144
5	0.7536	3.768	25	0.56791296
Total = 15	3.8256	11.3472	55	2.92983552

$$\beta = \frac{n \sum TY - (\sum T * \sum Y)}{n \sum T^2 - (\sum T)^2} = \frac{5 * 11.3472 - 15 * 3.8256}{5 * 55 - 15^2} = -0.01296$$

$$\alpha = \frac{\sum Y - \beta \sum T}{n} = \frac{3.8256 - (-0.01296 * 15)}{5} = 0.804$$

Perhitungan F_t

$$F_{t(\text{Jan})} = 720 \text{ dan } T_{t(\text{Jan})} = 0$$

$$F_{t(\text{Feb})} = (0.804 * 504) + ((1 - 0.804) * (720 + 0)) = 546.34$$

$$F_{t(\text{Feb})}' = (0.804 * 546.34) + ((1 - 0.804) * (720)) = 580.37$$

$$T_{t(\text{Feb})} = 504 - 580.37 = -76.37$$

Perhitungan *forecast*

$$\text{Forecast Februari} = 720 + 0 = 720$$

$$\text{Forecast Maret} = 504 + (-76.37) = 427.63$$

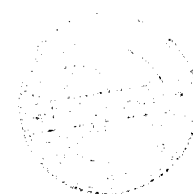
Perhitungan *error* (e_t)

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

$$e_{t(\text{Feb})} = 504 - 546.34 = -42.34$$

$$e_{t(\text{Mar})} = 720 - 685.96 = -34.04$$

Dengan cara analogi, perhitungan untuk bulan berikutnya hasil dipresentasikan seperti pada tabel 5.6.



Tabel 5.6 *Forecast Semen Double Exponential Smoothing with Linear Trend Selama 60 bulan*

Tahun		Bulan	Semen (Ton)	Ft	Ft'	Tt	Forecast	Error
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
1998	1	Januari	720	720	720	0		
	2	Februari	504	546.34	580.37	-76.37	720.00	-42.34
	3	Maret	720	685.96	665.27	54.73	427.63	34.04
	4	April	672	674.74	672.88	-0.88	774.73	-2.74
	5	Mei	720	711.13	703.63	16.37	671.12	8.87
	6	Juni	768	756.85	746.42	21.58	736.37	11.15
	7	Juli	600	630.74	653.42	-53.42	789.58	-30.74
	8	Agustus	600	606.03	615.31	-15.31	546.58	-6.03
	9	September	648	639.77	634.98	13.02	584.69	8.23
	10	Oktober	480	511.32	535.55	-55.55	661.02	-31.32
	11	November	480	486.14	495.82	-15.82	424.45	-6.14
	12	Desember	1200	1060.08	949.49	250.51	464.18	139.92
1999	13	Januari	240	400.74	508.29	-268.29	1450.51	-160.74
	14	Februari	360	367.98	395.48	-35.48	-28.29	-7.98
	15	Maret	720	651.00	600.92	119.08	324.52	69.00
	16	April	720	706.48	685.79	34.21	839.08	13.52
	17	Mei	600	620.87	633.59	-33.59	754.21	-20.87
	18	Juni	480	507.61	532.30	-52.30	566.41	-27.61
	19	Juli	480	485.41	494.60	-14.60	427.70	-5.41
	20	Agustus	600	577.54	561.28	38.72	465.40	22.46
	21	September	888	827.15	775.04	112.96	638.72	60.85
	22	Oktober	480	548.04	592.53	-112.53	1000.96	-68.04
	23	November	720	686.30	667.92	52.08	367.47	33.70
	24	Desember	600	616.91	626.91	-26.91	772.08	-16.91
2000	25	Januari	120	217.40	297.66	-177.66	573.09	-97.40
	26	Februari	360	332.05	325.31	34.69	-57.66	27.95
	27	Maret	720	643.96	581.51	138.49	394.69	76.04
	28	April	480	512.14	525.73	-45.73	858.49	-32.14
	29	Mei	600	582.78	571.60	28.40	434.27	17.22
	30	Juni	840	789.58	746.86	93.14	628.40	50.42
	31	Juli	1008	965.19	922.40	85.60	933.14	42.81
	32	Agustus	1080	1057.50	1031.02	48.98	1093.60	22.50
	33	September	1008	1017.70	1020.31	-12.31	1128.98	-9.70
	34	Oktober	840	874.83	903.34	-63.34	995.69	-34.83
	35	November	960	943.31	935.47	24.53	776.66	16.69
	36	Desember	1248	1188.28	1138.73	109.27	984.53	59.72

Lanjutan Tabel 5.6

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
2001	37	Januari	48	271.49	441.47	-393.47	1357.27	-223.49
	38	Februari	960	825.05	749.87	210.13	-345.47	134.95
	39	Maret	840	837.07	819.98	20.02	1170.13	2.93
	40	April	480	549.99	602.90	-122.90	860.02	-69.99
	41	Mei	528	532.31	546.15	-18.15	357.10	-4.31
	42	Juni	980	892.25	824.42	155.58	509.85	87.75
	43	Juli	1008	985.31	953.78	54.22	1135.58	22.69
	44	Agustus	960	964.96	962.77	-2.77	1062.22	-4.96
	45	September	960	960.97	961.32	-1.32	957.23	-0.97
	46	Oktober	1008	998.78	991.44	16.56	958.68	9.22
	47	November	950	959.56	965.81	-15.81	1024.56	-9.56
	48	Desember	945	947.85	951.37	-6.37	934.19	-2.85
2002	49	Januari	780	812.90	840.04	-60.04	938.63	-32.90
	50	Februari	660	689.97	719.38	-59.38	719.96	-29.97
	51	Maret	850	818.63	799.18	50.82	600.62	31.37
	52	April	864	855.11	844.15	19.85	900.82	8.89
	53	Mei	768	785.07	796.65	-28.65	883.85	-17.07
	54	Juni	840	829.23	822.85	17.15	739.35	10.77
	55	Juli	750	765.53	776.76	-26.76	857.15	-15.53
	56	Agustus	564	603.50	637.46	-73.46	723.24	-39.50
	57	September	445	476.07	507.70	-62.70	490.54	-31.07
	58	Oktober	542	529.08	524.89	17.11	382.30	12.92
	59	November	327	366.61	397.63	-70.63	559.11	-39.61
	60	Desember	92	145.82	195.18	-103.18	256.37	-53.82
							-11.18	2213.09

Perhitungan MAD

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} = \frac{2213.09}{60} = 38.88$$

Tabel 5.7 Perbandingan fungsi peramalan pemakaian Semen

NO	Metode Peramalan	Nilai MAD
1	Weight Moving Average	98.05
2	Exponential Smoothing with Linear Trend	36.71
3	Double Exponential Smoothing with Linear Trend	38.88

Dengan melihat hasil MAD setiap teknik metode peramalan pada Tabel 5.7, maka metode yang terpilih untuk permintaan material semen adalah *Exponential Smoothing with Linear Trend*, kerana memberikan nilai MAD terkecil dari ketiga rumus metode peramalan.

Untuk selanjutnya adalah meramalkan pemakaian material semen dengan memakai angka pada Tabel 5.4 (kolom 7 dan baris terakhir), terdapat nilai *forecast* 85.79, nilai ini adalah anggapan sebagai nilai peramalan bulan Januari periode 2003. Sedangkan untuk bulan Februari sampai dengan Desember dapat dilihat pada Tabel 5.8. Langkah perhitungan sama dengan point b 5.2.1.

Tabel 5.8 Nilai peramalan semen untuk tahun 2003

Tahun		Bulan	Semen (Ton)	Tt	Ft	Forecast	Error
2003	1	Januari	85.79	-3.43	74.38	82.36	11.41
	2	Februari	82.36	1.55	80.12	82.36	2.24
	3	Maret	82.36	-4.09	82.22	83.90	0.14
	4	April	83.90	1.49	82.77	78.27	1.13
	5	Mei	78.27	-4.17	79.44	85.39	-1.17
	6	Juni	85.39	1.50	83.41	74.10	1.98
	7	Juli	74.10	-4.18	76.22	86.90	-2.12
	8	Agustus	86.90	1.47	83.99	69.93	2.91
	9	September	69.93	-4.14	72.97	88.37	-3.04
	10	Oktober	88.37	1.39	84.54	65.79	3.83
	11	November	65.79	-4.05	69.74	89.76	-3.95
	12	Desember	89.76	1.26	85.04	61.74	4.72
						948.88	

Tabel 5.9 di bawah menunjukkan hasil peramalan untuk keseluruhan data pemakaian material yang kemudian diasumsikan sebagai laju pemakaian per bulan selama 12 bulan mendatang (tahun 2003).

Tabel 5.9 Peramalan pemakaian material Semen

NO	Bulan	Pemakaian Material (Ton)
1	Januari	82.36
2	Februari	82.36
3	Maret	83.90
4	April	78.27
5	Mei	85.39
6	Juni	74.10
7	Juli	86.90
8	Agustus	69.93
9	September	88.37
10	Oktober	65.79
11	November	89.76
12	Desember	61.74
Perkiraan jumlah pemakaian total		948.88
Rata-rata pemakaian		79.0732

5.2.2 Peramalan pemakaian untuk material pasir

- a. Contoh perhitungan menggunakan metode *Weight Moving Average* (rumus 3.3)

$$F_t = \frac{\sum A_t}{m}$$

perhitungan F_t

$$F_{t(\text{Feb})} = \frac{2100 + 1470}{2} = 1785$$

$$F_{t(\text{Mar})} = \frac{1470 + 2100}{2} = 1785$$

perhitungan Forecast

$$\text{Forecast Maret} = F_{t(\text{Feb})} = 1785$$

$$\text{Forecast April} = F_{t(\text{Mar})} = 1785$$

perhitungan *Error* (e_t)

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

$$e_{t(\text{Mar})} = 2100 - 1785 = 315$$

$$e_{t(\text{Apr})} = 1960 - 2030 = -70$$

Dengan cara analogi, perhitungan untuk bulan berikutnya hasil dipresentasikan seperti pada tabel 5.10.



Tabel 5.10 *Forecast Pasir Weight Moving Average selama 60 bulan*

Tahun		Bulan	Pasir (m³)	Ft	Forecast	Error
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
1998	1	Januari	2100			
	2	Februari	1470	1785		
	3	Maret	2100	1785	1785	315
	4	April	1960	2030	1785	-70
	5	Mei	2100	2030	2030	70
	6	Juni	2240	2170	2030	70
	7	Juli	1750	1995	2170	-245
	8	Agustus	1750	1750	1995	0
	9	September	1890	1820	1750	70
	10	Oktober	1400	1645	1820	-245
	11	November	1400	1400	1645	0
	12	Desember	3500	2450	1400	1050
1999	13	Januari	700	2100	2450	-1400
	14	Februari	1050	875	2100	175
	15	Maret	2100	1575	875	525
	16	April	2100	2100	1575	0
	17	Mei	1750	1925	2100	-175
	18	Juni	1400	1575	1925	-175
	19	Juli	1400	1400	1575	0
	20	Agustus	1750	1575	1400	175
	21	September	2590	2170	1575	420
	22	Oktober	1400	1995	2170	-595
	23	November	2100	1750	1995	350
	24	Desember	1750	1925	1750	-175
2000	25	Januari	350	1050	1925	-700
	26	Februari	1050	700	1050	350
	27	Maret	2100	1575	700	525
	28	April	1400	1750	1575	-350
	29	Mei	1750	1575	1750	175
	30	Juni	2450	2100	1575	350
	31	Juli	2940	2695	2100	245
	32	Agustus	3150	3045	2695	105
	33	September	2940	3045	3045	-105
	34	Oktober	2450	2695	3045	-245
	35	November	2800	2625	2695	175
	36	Desember	3640	3220	2625	420

Lanjutan Tabel 5.10

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
2001	37	Januari	1400	2520.00	3220.00	-1120.00
	38	Februari	2800	2100.00	2520.00	700.00
	39	Maret	2450	2625.00	2100.00	-175.00
	40	April	1400	1925.00	2625.00	-525.00
	41	Mei	1540	1470.00	1925.00	70.00
	42	Juni	2800	2170.00	1470.00	630.00
	43	Juli	2940	2870.00	2170.00	70.00
	44	Agustus	2800	2870.00	2870.00	-70.00
	45	September	2800	2800.00	2870.00	0.00
	46	Oktober	3150	2975.00	2800.00	175.00
	47	November	3850	3500.00	2975.00	350.00
	48	Desember	3500	3675.00	3500.00	-175.00
2002	49	Januari	1400	2450.00	3675.00	-1050.00
	50	Februari	1750	1575.00	2450.00	175.00
	51	Maret	2100	1925.00	1575.00	175.00
	52	April	1890	1995.00	1925.00	-105.00
	53	Mei	2450	2170.00	1995.00	280.00
	54	Juni	2450	2450.00	2170.00	0.00
	55	Juli	2590	2520.00	2450.00	70.00
	56	Agustus	2250	2420.00	2520.00	-170.00
	57	September	2135	2192.50	2420.00	-57.50
	58	Oktober	2000	2067.50	2192.50	-67.50
	59	November	1945	1972.50	2067.50	-27.50
	60	Desember	1564	1754.50	1972.50	-190.50
					1754.50	16473.00

Perhitungan MAD

$$MAD = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{n} = \frac{16473.0}{60} = 274.55$$

b. Contoh perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Exponential**Smoothing with Linear Trend* (rumus 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 dan 3.10).

$$F_o = A_t; T_o = 0$$

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

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

Tabel 5.11 Perhitungan Alfa dan Beta untuk Pasir *Exponential Smoothing with Linear Trend*

Tahun (T)	Jumlah Pasir (Y) * 10 ⁴ (Ton)	T*Y	T ²	Y ²
1	0.2366	0.2366	1	0.05597956
2	0.2226	0.4452	4	0.04955076
3	0.2184	0.6552	9	0.04769856
4	0.2184	0.8736	16	0.04769856
5	0.2198	1.099	25	0.04831204
Total = 15	1.1158	3.3096	55	0.24923948

$$\beta = \frac{n \sum TY - (\sum T * \sum Y)}{n \sum T^2 - (\sum T)^2} = \frac{5 * 3.3096 - 15 * 1.1158}{5 * 55 - 15^2} = -0.00378$$

$$\alpha = \frac{\sum Y - \beta \sum T}{n} = \frac{1.1158 - (-0.00378 * 15)}{5} = 0.2345$$

perhitungan F_t

$$F_{t(\text{Jan})} = 2100 \text{ dan } T_{\text{Jan}} = 0$$

$$F_{t(\text{Feb})} = (0.2345 * 1470) + ((1 - 0.2345) * (2100 + 0)) = 1952.27$$

$$T_{t(\text{Feb})} = -0.00378(1952.27 - 2100) + (1 - (-0.00378)) * 0 = 0.56$$

perhitungan Forecast

$$\text{Forecast Februari} = 2100 + (1 * 0) = 2100$$

$$\text{Forecast Maret} = 1952.27 + (2 * 0.56) = 1953.38$$

perhitungan *Error* (e_t)

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

$$e_{t(\text{Feb})} = 1470 - 1952.27 = -482.27$$

$$e_{t(\text{Mar})} = 2100 - 1987.37 = 112.66$$

Dengan cara analogi, perhitungan untuk bulan berikutnya hasil dipresentasikan seperti pada tabel 5.12.

Tabel 5.12 *Forecast Pasir Exponential Smoothing with Linear Trend selama 60 bulan*

Tahun		Bulan	Pasir (m ³)	Tt	Ft	Forecast	Error
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
1998	1	Januari	2100	0.00	2100.00		
	2	Februari	1470	0.56	1952.27	2100.00	-482.27
	3	Maret	2100	0.43	1987.34	1953.38	112.66
	4	April	1960	0.45	1981.25	1988.62	-21.25
	5	Mei	2100	0.35	2009.45	1983.06	90.55
	6	Juni	2240	0.14	2063.78	2011.18	176.22
	7	Juli	1750	0.42	1990.31	2064.64	-240.31
	8	Agustus	1750	0.64	1934.28	1993.26	-184.28
	9	September	1890	0.68	1924.38	1939.36	-34.38
	10	Oktober	1400	1.14	1801.93	1930.46	-401.93
	11	November	1400	1.50	1708.55	1813.34	-308.55
	12	Desember	3500	-0.09	2129.79	1725.03	1370.21
1999	13	Januari	700	1.18	1794.44	2128.73	-1094.44
	14	Februari	1050	1.84	1620.77	1809.76	-570.77
	15	Maret	2100	1.42	1734.56	1646.52	365.44
	16	April	2100	1.09	1821.34	1755.80	278.66
	17	Mei	1750	1.16	1805.45	1838.83	-55.45
	18	Juni	1400	1.52	1711.26	1825.13	-311.26
	19	Juli	1400	1.80	1639.43	1738.58	-239.43
	20	Agustus	1750	1.70	1666.73	1673.54	83.27
	21	September	2590	0.88	1884.54	1700.71	705.46
	22	Oktober	1400	1.31	1771.59	1903.06	-371.59
	23	November	2100	1.02	1849.61	1800.46	250.39
	24	Desember	1750	1.11	1827.03	1873.12	-77.03
2000	25	Januari	350	2.42	1481.52	1853.71	-1131.52
	26	Februari	1050	2.81	1382.18	1542.07	-332.18
	27	Maret	2100	2.17	1552.66	1455.15	547.34
	28	April	1400	2.31	1518.52	1611.32	-118.52
	29	Mei	1750	2.11	1574.57	1583.20	175.43
	30	Juni	2450	1.33	1781.47	1635.67	668.53
	31	Juli	2940	0.31	2054.17	1821.46	885.83
	32	Agustus	3150	-0.66	2311.38	2063.69	838.62
	33	September	2940	-1.22	2458.28	2290.13	481.72
	34	Oktober	2450	-1.22	2455.40	2417.96	-5.40
	35	November	2800	-1.52	2535.28	2414.07	264.72
	36	Desember	3640	-2.50	2793.17	2482.01	846.83

Lanjutan Tabel 5.12

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
2001	37	Januari	1400	-1.27	2464.56	2703.07	-1064.56
	38	Februari	2800	-1.57	2542.25	2417.57	257.75
	39	Maret	2450	-1.49	2519.41	2482.64	-69.41
	40	April	1400	-0.50	2255.77	2461.38	-855.77
	41	Mei	1540	0.14	2087.54	2235.89	-547.54
	42	Juni	2800	-0.49	2254.72	2093.15	545.28
	43	Juli	2940	-1.10	2415.04	2233.95	524.96
	44	Agustus	2800	-1.44	2504.47	2367.63	295.53
	45	September	2800	-1.71	2572.66	2440.90	227.34
	46	Oktober	3150	-2.22	2706.74	2495.81	443.26
	47	November	3850	-3.24	2973.14	2604.57	876.86
	48	Desember	3500	-3.71	3094.21	2821.02	405.79
2002	49	Januari	1400	-2.21	2694.08	2916.30	-1294.08
	50	Februari	1750	-1.37	2471.00	2585.89	-721.00
	51	Maret	2100	-1.05	2382.95	2402.35	-282.95
	52	April	1890	-0.61	2266.55	2329.64	-376.55
	53	Mei	2450	-0.77	2309.11	2234.87	140.89
	54	Juni	2450	-0.90	2341.55	2268.16	108.45
	55	Juli	2590	-1.12	2399.13	2293.06	190.87
	56	Agustus	2250	-0.99	2363.30	2337.58	-113.30
	57	September	2135	-0.79	2309.01	2307.98	-174.01
	58	Oktober	2000	-0.51	2235.94	2264.18	-235.94
	59	November	2160	-0.45	2217.74	2206.18	-57.74
	60	Desember	1564	0.13	2064.10	2191.41	-500.10
						2072.06	23270.41

Perhitungan MAD

$$MAD = \sum_{i=1}^n \frac{|e_i|}{n} = \frac{23270.41}{60} = 387.84$$

c. Contoh perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Double Exponential*

Smoothing with Linear Trend (rumus 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15 dan 3.16).

$$F_o = F'_o = A_1, \quad F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)F_{t-1}, \quad F'_t = \alpha F_t + (1 - \alpha)F'_{t-1}, \quad T_t = A_t - F'_t,$$

$$\beta = \frac{n \sum TY - (\sum T * \sum Y)}{n \sum T^2 - (\sum T)^2}, \quad \alpha = \frac{\sum Y - \beta \sum T}{n}$$

Tabel 5.13 Perhitungan Alfa dan Beta untuk Pasir *Double Exponential Smoothing with Linear Trend*

Tahun (T)	Jumlah Pasir (Y) * 10 ⁴ (Ton)	T*Y	T ²	Y ²
1	0.2366	0.2366	1	0.05597956
2	0.2226	0.4452	4	0.04955076
3	0.2184	0.6552	9	0.04769856
4	0.2184	0.8736	16	0.04769856
5	0.2198	1.099	25	0.04831204
Total = 15	1.1158	3.3096	55	0.24923948

$$\beta = \frac{n \sum TY - (\sum T * \sum Y)}{n \sum T^2 - (\sum T)^2} = \frac{5 * 3.3096 - 15 * 1.1158}{5 * 55 - 15^2} = -0.00378$$

$$\alpha = \frac{\sum Y - \beta \sum T}{n} = \frac{1.1158 - (-0.00378 * 15)}{5} = 0.2345$$

Perhitungan F_t

$$F_{t(\text{Jan})} = 2100 \text{ dan } T_{t(\text{Jan})} = 0$$

$$F_{t(\text{Feb})} = (0.2345 * 1470) + ((1 - 0.2345) * (2100)) = 1952.27$$

$$F_{t(\text{Feb})}' = (0.2345 * 1952.27) + ((1 - 0.2345) * (2100)) = 2065.36$$

$$T_{t(\text{Feb})} = 1470 - 2065.36 = -595.36$$

Perhitungan *forecast*

$$\text{Forecast february} = 2100 + 0 = 2100$$

$$\text{Forecast maret} = 1470 + (-595.36) = 874.64$$

Perhitungan *error* (e_r)

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

$$e_{t(\text{Feb})} = 1470 - 1952.27 = -482.27$$

$$e_{t(\text{Mar})} = 2100 - 1986.91 = 113.09$$

Dengan cara analogi, perhitungan untuk bulan berikutnya hasil dipresentasikan seperti pada tabel 5.14.

Tabel 5.14 *Forecast Pasir Double Exponential Smoothing with Linear Trend*
selama 60 bulan

Tahun		Bulan	Pasir (m ³)	Ft	Ft'	Tt	Forecast	Error
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
1998	1	Januari	2100	2100.00	2100.00	0.00		
	2	Februari	1470	1952.27	2065.36	-595.36	2100.00	-482.27
	3	Maret	2100	1986.91	2046.96	53.04	874.64	113.09
	4	April	1960	1980.60	2031.40	-71.40	2153.04	-20.60
	5	Mei	2100	2008.60	2026.05	73.95	1888.60	91.40
	6	Juni	2240	2062.86	2034.68	205.32	2173.95	177.14
	7	Juli	1750	1989.50	2024.09	-274.09	2445.32	-239.50
	8	Agustus	1750	1933.33	2002.81	-252.81	1475.91	-183.33
	9	September	1890	1923.17	1984.13	-94.13	1497.19	-33.17
	10	Oktober	1400	1800.49	1941.07	-541.07	1795.87	-400.49
	11	November	1400	1706.57	1886.08	-486.08	858.93	-306.57
	12	Desember	3500	2127.13	1942.61	1557.39	913.92	1372.87
1999	13	Januari	700	1792.47	1907.40	-1207.40	5057.39	-1092.47
	14	Februari	1050	1618.36	1839.62	-789.62	-507.40	-568.36
	15	Maret	2100	1731.31	1814.22	285.78	260.38	368.69
	16	April	2100	1817.76	1815.05	284.95	2385.78	282.24
	17	Mei	1750	1801.87	1811.96	-61.96	2384.95	-51.87
	18	Juni	1400	1707.63	1787.50	-387.50	1688.04	-307.63
	19	Juli	1400	1635.49	1751.85	-351.85	1012.50	-235.49
	20	Agustus	1750	1662.35	1730.86	19.14	1048.15	87.65
	21	September	2590	1879.88	1765.81	824.19	1769.14	710.12
	22	Oktober	1400	1767.35	1766.17	-366.17	3414.19	-367.35
	23	November	2100	1845.36	1784.74	315.26	1033.83	254.64
	24	Desember	1750	1822.99	1793.71	-43.71	2415.26	-72.99
2000	25	Januari	350	1477.58	1719.58	-1369.58	1706.29	-1127.58
	26	Februari	1050	1377.31	1639.31	-589.31	-1019.58	-327.31
	27	Maret	2100	1546.78	1617.62	482.38	460.69	553.22
	28	April	1400	1512.36	1592.93	-192.93	2582.38	-112.36
	29	Mei	1750	1568.09	1587.11	162.89	1207.07	181.91
	30	Juni	2450	1774.90	1631.14	818.86	1912.89	675.10
	31	Juli	2940	2048.11	1728.92	1211.08	3268.86	891.89
	32	Agustus	3150	2306.51	1864.37	1285.63	4151.08	843.49
	33	September	2940	2455.06	2002.88	937.12	4435.63	484.94
	34	Oktober	2450	2453.87	2108.64	341.36	3877.12	-3.87
	35	November	2800	2535.04	2208.63	591.37	2791.36	264.96
	36	Desember	3640	2794.15	2345.94	1294.06	3391.37	845.85

Lanjutan Tabel 5.14

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
2001	37	Januari	1400	2467.22	2374.38	-974.38	4934.06	-1067.22
	38	Februari	2800	2545.26	2414.45	385.55	425.62	254.7399
	39	Maret	2450	2522.92	2439.89	10.11	3185.55	-72.9216
	40	April	1400	2259.60	2397.61	-997.61	2460.11	-859.597
	41	Mei	1540	2090.85	2325.67	-785.67	402.39	-550.851
	42	Juni	2800	2257.15	2309.60	490.40	754.33	542.8535
	43	Juli	2940	2417.28	2334.85	605.15	3290.40	522.7243
	44	Agustus	2800	2507.02	2375.23	424.77	3545.15	292.9755
	45	September	2800	2575.73	2422.24	377.76	3224.77	224.2727
	46	Oktober	3150	2710.39	2489.82	660.18	3177.76	439.6058
	47	November	3850	2977.63	2604.21	1245.79	3810.18	872.3682
	48	Desember	3500	3100.13	2720.50	779.50	5095.79	399.8729
2002	49	Januari	1400	2701.45	2716.03	-1316.03	4279.50	-1301.45
	50	Februari	1750	2478.33	2660.29	-910.29	83.97	-728.333
	51	Maret	2100	2389.61	2596.82	-496.82	839.71	-289.614
	52	April	1890	2272.45	2520.76	-630.76	1603.18	-382.454
	53	Mei	2450	2314.09	2472.29	-22.29	1259.24	135.9112
	54	Juni	2450	2345.96	2442.67	7.33	2427.71	104.04
	55	Juli	2590	2403.19	2433.41	156.59	2457.33	186.8126
	56	Agustus	2250	2367.26	2417.90	-167.90	2746.59	-117.265
	57	September	2135	2312.80	2393.25	-258.25	2082.10	-177.799
	58	Oktober	2000	2239.45	2357.19	-357.19	1876.75	-239.447
	59	November	2160	2220.82	2325.21	-165.21	1642.81	-60.8171
	60	Desember	1564	2066.79	2264.61	-700.61	1994.79	-502.793
							863.39	20354.86

Perhitungan MAD

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} = \frac{20354.86}{60} = 339.25$$

Tabel 5.15 Perbandingan fungsi peramalan pemakaian Pasir

NO	Metode Peramalan	Nilai MAD
1	Weight Moving Average	274.55
2	Exponential Smoothing with Linear Trend	387.84
3	Double Exponential Smoothing with Linear Trend	339.25

Dengan melihat hasil MAD setiap teknik metode peramalan pada Tabel 5.15, maka metode yang terpilih untuk permintaan material semen adalah *Weight Moving Average*, kerana memberikan nilai MAD terkecil dari ketiga rumus metode peramalan.

Untuk selanjutnya adalah meramalkan pemakaian material pasir dengan memakai angka pada Tabel 5.10 (kolom 6 dan baris terakhir), terdapat nilai *forecast* 1754.50, nilai ini adalah anggapan sebagai nilai peramalan bulan Januari periode 2003. Sedangkan Untuk bulan Februari sampai dengan Desember dapat dilihat pada Tabel 5.16. Langkah perhitungan sama dengan point a 5.2.2.

Tabel 5.16 Nilai peramalan pasir untuk tahun 2003

Tahun		Bulan	Pasir (m ³)	Ft	Forecast	Error
2003	1	Januari	1754.5	1659.3	1754.5	95.3
	2	Februari	1754.5	1754.5	1659.3	0.0
	3	Maret	1659.3	1706.9	1754.5	-47.6
	4	April	1754.5	1706.9	1706.9	47.6
	5	Mei	1706.9	1730.7	1706.9	-23.8
	6	Juni	1706.9	1706.9	1730.7	0.0
	7	Juli	1730.7	1718.8	1706.9	11.9
	8	Agustus	1706.9	1718.8	1718.8	-11.9
	9	September	1718.8	1712.8	1718.8	6.0
	10	Oktober	1718.8	1718.8	1712.8	0.0
	11	November	1712.8	1715.8	1718.8	-3.0
	12	Desember	1718.8	1715.8	1715.8	3.0
					$\Sigma=20604.5$	

Tabel 5.17 di bawah menunjukkan hasil peramalan untuk keseluruhan data pemakaian material yang kemudian diasumsikan sebagai laju pemakaian per bulan selama 12 bulan mendatang (tahun 2003).

Tabel 5.17 Peramalan pemakaian material Pasir

NO	Bulan	Pemakaian Material (m ³)
1	Januari	1754.5
2	Februari	1659.3
3	Maret	1754.5
4	April	1706.9
5	Mei	1706.9
6	Juni	1730.7
7	Juli	1706.9
8	Agustus	1718.8
9	September	1718.8
10	Oktober	1712.8
11	November	1718.8
12	Desember	1715.8
Perkiraan jumlah pemakaian total		20604.5
Rat-rata pemakaian		1717.045

5.2.3 Peramalan pemakaian untuk material split

- a. Contoh perhitungan menggunakan metode *Weight Moving Average* (rumus 3.3)

$$F_t = \frac{\sum A_t}{m}$$

perhitungan F_t

$$F_{t(\text{Feb})} = \frac{1800 + 1428}{2} = 1614$$

$$F_{t(\text{Mar})} = \frac{1428 + 2040}{2} = 1734$$

perhitungan Forecast

$$\text{Forecast Maret} = F_{t(\text{Feb})} = 1614$$

$$\text{Forecast April} = F_{t(\text{Mar})} = 1734$$

perhitungan *Error* (e_t)

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

$$e_{t(\text{Mar})} = 2100 - 1785 = 315$$

$$e_{t(\text{Apr})} = 1960 - 2030 = -70$$

Dengan cara analogi, perhitungan untuk bulan berikutnya hasil dipresentasikan seperti pada tabel 5.18.



Tabel 5.18 *Forecasting Split Weight Moving Average Selama 60 bulan*

Tahun		Bulan	Split (m³)	Ft	Forecast	Error
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
1998	1	Januari	1800			
	2	Februari	1428	1614		
	3	Maret	2040	1734	1614	306
	4	April	1904	1972	1734	-68
	5	Mei	2040	1972	1972	68
	6	Juni	1920	1980	1972	-60
	7	Juli	1700	1810	1980	-110
	8	Agustus	1700	1700	1810	0
	9	September	1835	1767.5	1700	67.5
	10	Oktober	1360	1597.5	1767.5	-237.5
	11	November	1360	1360	1597.5	0
	12	Desember	3400	2380	1360	1020
1999	13	Januari	680	2040	2380	-1360
	14	Februari	1020	850	2040	170
	15	Maret	2040	1530	850	510
	16	April	2040	2040	1530	0
	17	Mei	1700	1870	2040	-170
	18	Juni	1360	1530	1870	-170
	19	Juli	1360	1360	1530	0
	20	Agustus	1700	1530	1360	170
	21	September	2615	2157.5	1530	457.5
	22	Oktober	1360	1987.5	2157.5	-627.5
	23	November	2040	1700	1987.5	340
	24	Desember	1700	1870	1700	-170
2000	25	Januari	340	1020	1870	-680
	26	Februari	1020	680	1020	340
	27	Maret	2040	1530	680	510
	28	April	1360	1700	1530	-340
	29	Mei	1700	1530	1700	170
	30	Juni	2380	2040	1530	340
	31	Juli	2856	2618	2040	238
	32	Agustus	3060	2958	2618	102
	33	September	2856	2958	2958	-102
	34	Oktober	2380	2618	2958	-238
	35	November	2720	2550	2618	170
	36	Desember	3536	3128	2550	408

Lanjutan Tabel 5.18

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
2001	37	Januari	1360	2448.00	3128.00	-1088.00
	38	Februari	2720	2040.00	2448.00	680.00
	39	Maret	2380	2550.00	2040.00	-170.00
	40	April	1360	1870.00	2550.00	-510.00
	41	Mei	1496	1428.00	1870.00	68.00
	42	Juni	2720	2108.00	1428.00	612.00
	43	Juli	2856	2788.00	2108.00	68.00
	44	Agustus	2720	2788.00	2788.00	-68.00
	45	September	2720	2720.00	2788.00	0.00
	46	Oktober	3060	2890.00	2720.00	170.00
	47	November	3740	3400.00	2890.00	340.00
	48	Desember	3400	3570.00	3400.00	-170.00
2002	49	Januari	1360	2380.00	3570.00	-1020.00
	50	Februari	1700	1530.00	2380.00	170.00
	51	Maret	2040	1870.00	1530.00	170.00
	52	April	1836	1938.00	1870.00	-102.00
	53	Mei	2380	2108.00	1938.00	272.00
	54	Juni	2380	2380.00	2108.00	0.00
	55	Juli	2310	2345.00	2380.00	-35.00
	56	Agustus	2275	2292.50	2345.00	-17.50
	57	September	2360	2317.50	2292.50	42.50
	58	Oktober	1996	2178.00	2317.50	-182.00
	59	November	1768	1882.00	2178.00	-114.00
	60	Desember	1756	1762.00	1882.00	-6.00
				1762.00		13703.00

Perhitungan MAD

$$MAD = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{n} = \frac{13703}{60} = 228.383$$

b. Contoh perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Exponential*

Smoothing with Linear Trend (rumus 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 dan 3.10).

$$F_o = A_t; T_o = 0$$

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

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

Tabel 5.19 Perhitungan Alfa dan Beta untuk Split *Exponential Smoothing* with Linear Trend

Tahun (T)	Jumlah Split (Y) * 10 ⁴ (Ton)	T*Y	T ²	Y ²
1	0.22487	0.22487	1	0.050566517
2	0.21367	0.42734	4	0.045654869
3	0.20959	0.62877	9	0.043927968
4	0.20959	0.83836	16	0.043927968
5	0.21095	1.05475	25	0.044499903
Total = 15	1.06867	3.17409	55	0.228577225

$$\beta = \frac{n \sum TY - (\sum T * \sum Y)}{n \sum T^2 - (\sum T)^2} = \frac{5 * 3.17409 - 15 * 1.06867}{5 * 55 - 15^2} = -0.003192$$

$$\alpha = \frac{\sum Y - \beta \sum T}{n} = \frac{1.06867 - (-0.003192 * 15)}{5} = 0.22331$$

perhitungan F_t

$$F_{t(\text{Jan})} = 1800 \text{ dan } T_{\text{Jan}} = 0$$

$$F_{t(\text{Feb})} = (0.2231 * 1428) + ((1 - 0.2231) * (1800 + 0)) = 1717.31$$

$$T_{t(\text{Feb})} = -0.003192(1717.31 - 1800) + (1 - (-0.003192)) * 0 = 0.26$$

perhitungan Forecast

$$\text{Forecast Februari} = 720 + (1 * 0) = 720$$

$$\text{Forecast Maret} = 1717.31 + (2 * 0.26) = 1717.83$$

perhitungan *Error* (e_t)

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

$$e_{t(\text{Feb})} = 1428 - 1717.31 = -289.31$$

$$e_{t(\text{Mar})} = 2040 - 1789.93 = 250.07$$

Dengan cara analogi, perhitungan untuk bulan berikutnya hasil dipresentasikan seperti pada tabel 5.20.

Tabel 5.20 *Forecasting Split Exponential Smoothing with Linear Trend selama 60 bulan*

Tahun		Bulan	Split (m ³)	Tt	Ft	Forecast	Error
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
1998	1	Januari	1800	0.00	1800.00		
	2	Februari	1428	0.26	1717.31	1800.00	-289.31
	3	Maret	2040	0.03	1789.93	1717.83	250.07
	4	April	1904	-0.05	1815.81	1790.03	88.19
	5	Mei	2040	-0.21	1866.21	1815.61	173.79
	6	Juni	1920	-0.25	1878.45	1865.16	41.55
	7	Juli	1700	-0.12	1838.80	1876.95	-138.80
	8	Agustus	1700	-0.03	1808.10	1837.93	-108.10
	9	September	1835	-0.05	1814.46	1807.88	20.54
	10	Oktober	1360	0.28	1713.32	1814.04	-353.32
	11	November	1360	0.53	1634.99	1716.07	-274.99
	12	Desember	3400	-0.73	2029.89	1640.78	1370.11
1999	13	Januari	680	0.23	1728.30	2021.10	-1048.30
	14	Februari	1020	0.73	1570.67	1731.26	-550.67
	15	Maret	2040	0.40	1676.38	1580.92	363.62
	16	April	2040	0.14	1758.24	1682.32	281.76
	17	Mei	1700	0.18	1745.71	1760.42	-45.71
	18	Juni	1360	0.45	1660.08	1748.72	-300.08
	19	Juli	1360	0.66	1593.77	1668.19	-233.77
	20	Agustus	1700	0.59	1618.34	1606.38	81.66
	21	September	2615	-0.12	1841.70	1630.09	773.30
	22	Oktober	1360	0.22	1734.42	1839.11	-374.42
	23	November	2040	0.00	1803.20	1739.23	236.80
	24	Desember	1700	0.07	1780.53	1803.19	-80.53
2000	25	Januari	340	1.10	1459.27	1782.26	-1119.27
	26	Februari	1020	1.41	1362.34	1486.72	-342.34
	27	Maret	2040	0.93	1515.05	1399.02	524.95
	28	April	1360	1.04	1481.46	1540.10	-121.46
	29	Mei	1700	0.88	1531.38	1510.53	168.62
	30	Juni	2380	0.28	1721.89	1556.96	658.11
	31	Juli	2856	-0.53	1975.73	1730.19	880.27
	32	Agustus	3060	-1.31	2217.86	1959.21	842.14
	33	September	2856	-1.76	2359.81	2176.02	496.19
	34	Oktober	2380	-1.78	2363.44	2301.58	16.56
	35	November	2720	-2.04	2442.18	2302.86	277.82
	36	Desember	3536	-2.82	2685.37	2370.82	850.63

Lanjutan Tabel 5.20

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
2001	37	Januari	1360	-1.88	2387.77	2583.79	-1027.77
	38	Februari	2720	-2.12	2461.00	2318.19	259.00
	39	Maret	2380	-2.07	2441.78	2380.43	-61.78
	40	April	1360	-1.30	2199.12	2361.21	-839.12
	41	Mei	1496	-0.80	2041.56	2147.20	-545.56
	42	Juni	2720	-1.28	2192.87	2008.80	527.13
	43	Juli	2856	-1.76	2340.42	2138.91	515.58
	44	Agustus	2720	-2.03	2424.30	2264.75	295.70
	45	September	2720	-2.25	2489.27	2334.85	230.73
	46	Oktober	3060	-2.66	2615.49	2388.15	444.51
	47	November	3740	-3.46	2865.09	2493.27	874.91
	48	Desember	3400	-3.85	2982.45	2702.37	417.55
2002	49	Januari	1360	-2.70	2617.78	2797.76	-1257.78
	50	Februari	1700	-2.05	2411.29	2485.67	-711.29
	51	Maret	2040	-1.78	2327.29	2309.01	-287.29
	52	April	1836	-1.44	2216.68	2236.31	-380.68
	53	Mei	2380	-1.56	2252.50	2141.98	127.50
	54	Juni	2380	-1.65	2280.24	2170.06	99.76
	55	Juli	2310	-1.67	2286.08	2191.19	23.92
	56	Agustus	2275	-1.67	2282.79	2194.07	-7.79
	57	September	2360	-1.73	2299.21	2189.39	60.79
	58	Oktober	1996	-1.51	2230.65	2200.86	-234.65
	59	November	1768	-1.19	2126.63	2142.94	-358.63
	60	Desember	1756	-0.92	2043.39	2056.71	-287.39
						1988.00	23654.54

Perhitungan MAD

$$MAD = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{n} = \frac{23645.54}{60} = 412.86$$

c. Contoh perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing with Linear Trend* (rumus 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15 dan 3.16).

$$F_o = F'_o = A_t, \quad F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)F'_{t-1}, \quad F'_t = \alpha F_t + (1 - \alpha)F'_{t-1}, \quad T_t = A_t - F'_t,$$

$$\beta = \frac{n \sum TY - (\sum T * \sum Y)}{n \sum T^2 - (\sum T)^2}, \quad \alpha = \frac{\sum Y - \beta \sum T}{n}$$

Tabel 5.21 Perhitungan Alfa dan Beta untuk Split *Double Exponential Smoothing with Linear Trend*

Tahun (T)	Jumlah Split (Y) * 10 ⁴ (Ton)	T*Y	T ²	Y ²
1	0.22487	0.22487	1	0.050566517
2	0.21367	0.42734	4	0.045654869
3	0.20959	0.62877	9	0.043927968
4	0.20959	0.83836	16	0.043927968
5	0.21095	1.05475	25	0.044499903
Total = 15	1.06867	3.17409	55	0.228577225

$$\beta = \frac{n \sum TY - (\sum T * \sum Y)}{n \sum T^2 - (\sum T)^2} = \frac{5 * 3.17409 - 15 * 1.06867}{5 * 55 - 15^2} = -0.003192$$

$$\alpha = \frac{\sum Y - \beta \sum T}{n} = \frac{1.06867 - (-0.003192 * 15)}{5} = 0.22331$$

Perhitungan F_t

$$F_{t(\text{Jan})} = 1800 \text{ dan } T_{t(\text{Jan})} = 0$$

$$F_{t(\text{Feb})} = (0.2231 * 1428) + ((1 - 0.2231) * (1800)) = 1717.01$$

$$F_{t(\text{Feb})}' = (0.2231 * 1717.01) + ((1 - 0.2231) * (1800)) = 1781.48$$

$$T_{t(\text{Feb})} = 1428 - 1781.48 = -353.48$$

Perhitungan *forecast*

$$\text{Forecast february} = 1800 + 0 = 1800$$

$$\text{Forecast maret} = 1428 + (-353.48) = 1074.52$$

Perhitungan *error* (e_t)

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

$$e_{t(\text{Feb})} = 1428 - 1717.01 = -289.01$$

$$e_{t(\text{Mar})} = 2040 - 1789.07 = 250.93$$

Dengan cara analogi, perhitungan untuk bulan berikutnya hasil dipresentasikan seperti pada tabel 5.22.

Tabel 5.22 *Forecasting Split Double Exponential Smoothing with Linear*
Trend selama 60 bulan

Tahun		Bulan	Split (m ³)	Ft	Ft'	Tt	Forecast	Error
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
1998	1	Januari	1800	1800.00	1800.00	0.00		
	2	Februari	1428	1717.01	1781.48	-353.48	1800.00	-289.01
	3	Maret	2040	1789.07	1783.18	256.82	1074.52	250.93
	4	April	1904	1814.71	1790.21	113.79	2296.82	89.29
	5	Mei	2040	1864.97	1806.89	233.11	2017.79	175.03
	6	Juni	1920	1877.25	1822.59	97.41	2273.11	42.75
	7	Juli	1700	1837.70	1825.96	-125.96	2017.41	-137.70
	8	Agustus	1700	1806.98	1821.73	-121.73	1574.04	-106.98
	9	September	1835	1813.23	1819.83	15.17	1578.27	21.77
	10	Oktober	1360	1712.12	1795.80	-435.80	1850.17	-352.12
	11	November	1360	1633.56	1759.60	-399.60	924.20	-273.56
	12	Desember	3400	2027.65	1819.41	1580.59	960.40	1372.35
1999	13	Januari	680	1726.99	1798.79	-1118.79	4980.59	-1046.99
	14	Februari	1020	1569.26	1747.58	-727.58	-438.79	-549.26
	15	Maret	2040	1674.28	1731.23	308.77	292.42	365.72
	16	April	2040	1755.87	1736.73	303.27	2348.77	284.13
	17	Mei	1700	1743.41	1738.22	-38.22	2343.27	-43.41
	18	Juni	1360	1657.87	1720.29	-360.29	1661.78	-297.87
	19	Juli	1360	1591.42	1691.54	-331.54	999.71	-231.42
	20	Agustus	1700	1615.64	1674.61	25.39	1028.46	84.36
	21	September	2615	1838.60	1711.19	903.81	1725.39	776.40
	22	Oktober	1360	1731.82	1715.80	-355.80	3518.81	-371.82
	23	November	2040	1800.58	1734.71	305.29	1004.20	239.42
	24	Desember	1700	1778.14	1744.40	-44.40	2345.29	-78.14
2000	25	Januari	340	1457.29	1680.34	-1340.34	1655.60	-1117.29
	26	Februari	1020	1359.73	1608.82	-588.82	-1000.34	-339.73
	27	Maret	2040	1511.50	1587.10	452.90	431.18	528.50
	28	April	1360	1477.70	1562.70	-202.70	2492.90	-117.70
	29	Mei	1700	1527.29	1554.80	145.20	1157.30	172.71
	30	Juni	2380	1717.53	1591.10	788.90	1845.20	662.47
	31	Juli	2856	1971.53	1675.98	1180.02	3168.90	884.47
	32	Agustus	3060	2214.36	1796.09	1263.91	4036.02	845.64
	33	September	2856	2357.51	1921.34	934.66	4323.91	498.49
	34	Oktober	2380	2362.53	2019.77	360.23	3790.66	17.47
	35	November	2720	2442.28	2114.03	605.97	2740.23	277.72
	36	Desember	3536	2686.29	2241.70	1294.30	3325.97	849.71

Lanjutan Tabel 5.22

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
2001	37	Januari	1360	2390.39	2274.88	-914.88	4830.30	-1030.39
	38	Februari	2720	2463.93	2317.05	402.95	445.12	256.0704
	39	Maret	2380	2445.20	2345.65	34.35	3122.95	-65.2049
	40	April	1360	2203.10	2313.84	-953.84	2414.35	-843.096
	41	Mei	1496	2045.34	2253.94	-757.94	406.16	-549.343
	42	Juni	2720	2195.86	2240.98	479.02	738.06	524.1413
	43	Juli	2856	2343.14	2263.77	592.23	3199.02	512.8638
	44	Agustus	2720	2427.21	2300.24	419.76	3448.23	292.7855
	45	September	2720	2492.53	2343.14	376.86	3139.76	227.465
	46	Oktober	3060	2619.14	2404.71	655.29	3096.86	440.8636
	47	November	3740	2869.20	2508.34	1231.66	3715.29	870.7989
	48	Desember	3400	2987.62	2615.27	784.73	4971.66	412.3777
2002	49	Januari	1360	2624.50	2617.33	-1257.33	4184.73	-1264.5
	50	Februari	1700	2418.24	2572.91	-872.91	102.67	-718.244
	51	Maret	2040	2333.86	2519.58	-479.58	827.09	-293.858
	52	April	1836	2222.79	2453.36	-617.36	1560.42	-386.786
	53	Mei	2380	2257.86	2409.75	-29.75	1218.64	122.1398
	54	Juni	2380	2285.11	2381.94	-1.94	2350.25	94.89045
	55	Juli	2310	2290.66	2361.58	-51.58	2378.06	19.33739
	56	Agustus	2275	2287.17	2344.98	-69.98	2258.42	-12.1683
	57	September	2360	2303.42	2335.70	24.30	2205.02	56.58296
	58	Oktober	1996	2234.83	2313.20	-317.20	2384.30	-238.832
	59	November	1768	2130.68	2272.48	-504.48	1678.80	-362.682
	60	Desember	1756	2047.09	2222.20	-466.20	1263.52	-291.09
							1289.80	23302.5

Perhitungan MAD

$$MAD = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{n} = \frac{23302.5}{60} = 388.37$$

Tabel 5.23 Perbandingan fungsi peramalan pemakaian Split

NO	Metode Peramalan	Nilai MAD
1	Weight Moving Average	228.383
2	Exponential Smoothing with Linear Trend	412.86
3	Double Exponential Smoothing with Linear Trend	388.37

Dengan melihat hasil MAD setiap teknik metode peramalan pada Tabel 5.23, maka metode yang terpilih untuk permintaan material semen adalah *Weight Moving Average*, kerana memberikan nilai MAD terkecil dari ketiga rumus metode peramalan.

Untuk selanjutnya adalah meramalkan pemakaian material pasir dengan memakai angka pada Tabel 5.18 (kolom 6 dan baris terakhir) terdapat nilai *forecast* 1762.00, nilai ini adalah anggapan sebagai nilai peramalan bulan Januari periode 2003. Sedangkan untuk bulan Februari sampai dengan Desember dapat dilihat pada Tabel 5.24. Langkah perhitungan sama dengan point a 5.2.3.

Tabel 5.24 Nilai peramalan split untuk tahun 2003

Tahun		Bulan	Split (m³)	Ft	Forecast	Error
2003	1	Januari	1762.00	1759.00	1762.00	3.00
	2	Februari	1762.00	1762.00	1759.00	0.00
	3	Maret	1759.00	1760.50	1762.00	-1.50
	4	April	1762.00	1760.50	1760.50	1.50
	5	Mei	1760.50	1761.25	1760.50	-0.75
	6	Juni	1760.50	1760.50	1761.25	0.00
	7	Juli	1761.25	1760.88	1760.50	0.38
	8	Agustus	1760.50	1760.88	1760.88	-0.38
	9	September	1760.88	1760.69	1760.88	0.19
	10	Oktober	1760.88	1760.88	1760.69	0.00
	11	November	1760.69	1760.78	1760.88	-0.09
	12	Desember	1760.88	1760.78	1760.78	0.09
					$\Sigma=21129.84$	

Tabel 5.25 di bawah menunjukkan hasil peramalan untuk keseluruhan data pemakaian material yang kemudian diasumsikan sebagai laju pemakaian per bulan selama 12 bulan mendatang (tahun 2003).

Tabel 5.25 Peramalan pemakaian material split

NO	Bulan	Pemakaian Material (m ³)
1	Januari	1762.00
2	Februari	1759.00
3	Maret	1762.00
4	April	1760.50
5	Mei	1760.50
6	Juni	1761.25
7	Juli	1760.50
8	Agustus	1760.88
9	September	1760.88
10	Oktober	1760.69
11	November	1760.88
12	Desember	1760.78
Perkiraan jumlah pemakaian total		21129.84
Rata-rata pemakaian		1760.82

5.2.4 Pemantuan akurasi hasil peramalan

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

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

- 99% data *tracking signal* diharapkan berada dalam batas kontrol atas dan batas kontrol bawah sebesar $0 \pm 3.\sigma$.
- 95% data *tracking signal* diharapkan berada dalam batas kontrol atas dan batas kontrol bawah sebesar $0 \pm 2.\sigma$.

Pada Tugas akhir ini, pengambilan batas kontrol 99% didasarkan pada harapan agar nilai error untuk seluruh material 99% berada dalam batas kontrol sehingga hanya diperbolehkan 1% kesalahan. Perhitungan nilai *Tracking Signal* material semen diperlihatkan pada Tabel 5.26.

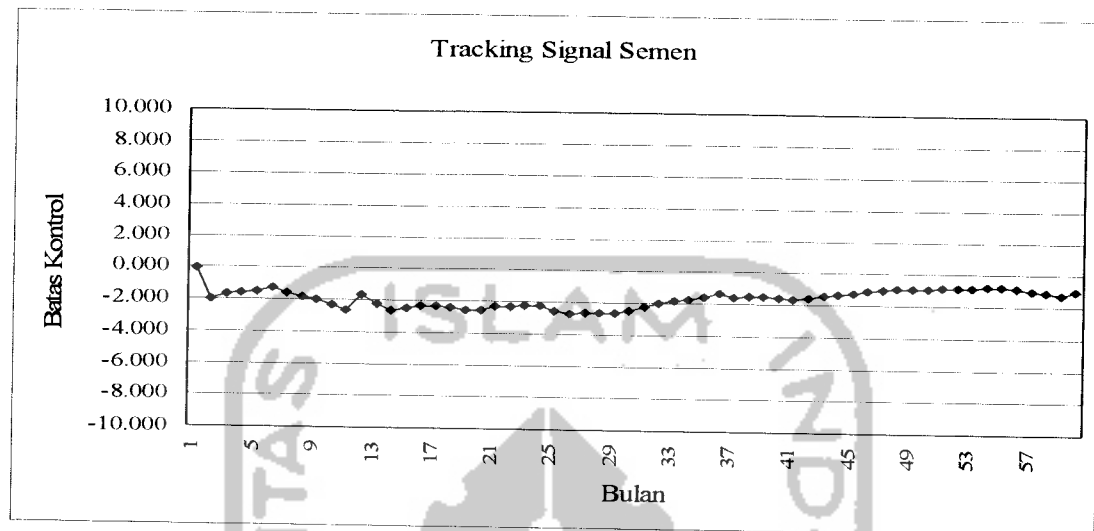
Tabel 5.26 Data Tracking Signal pemakaian Semen

Periode	Peramalan	Aktual	Error	RSFE	Error Absolute	KUM Error Absolute	MAD	Tracking Signal
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
-	-	-	[3]-[2]	kum [4]	Abs[5]	Kum [6]	[7]/[1]	[5]/[8]
1	720.00	720	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
2	506.25	504	-2.25	-2.25	2.25	2.25	1.13	-2.000
3	720.46	720	-0.46	-2.72	2.72	4.97	1.66	-1.640
4	672.62	672	-0.62	-3.33	3.33	8.30	2.08	-1.607
5	720.16	720	-0.16	-3.49	3.49	11.79	2.36	-1.480
6	767.57	768	0.43	-3.06	3.06	14.85	2.47	-1.236
7	601.20	600	-1.20	-4.26	4.26	19.10	2.73	-1.559
8	601.53	600	-1.53	-5.78	5.78	24.89	3.11	-1.859
9	649.11	648	-1.11	-6.89	6.89	31.78	3.53	-1.952
10	482.79	480	-2.79	-9.68	9.68	41.47	4.15	-2.335
11	483.15	480	-3.15	-12.83	12.83	54.30	4.94	-2.600
12	1195.75	1200	4.25	-8.58	8.58	62.89	5.24	-1.638
13	244.26	240	-4.26	-12.84	12.84	75.73	5.83	-2.204
14	364.72	360	-4.72	-17.56	17.56	93.29	6.66	-2.635
15	721.11	720	-1.11	-18.67	18.67	111.95	7.46	-2.501
16	720.41	720	-0.41	-19.08	19.08	131.03	8.19	-2.330
17	601.53	600	-1.53	-20.61	20.61	151.64	8.92	-2.310
18	483.02	480	-3.02	-23.63	23.63	175.27	9.74	-2.426
19	483.34	480	-3.34	-26.96	26.96	202.23	10.64	-2.533
20	602.19	600	-2.19	-29.15	29.15	231.38	11.57	-2.520
21	886.98	888	1.02	-28.13	28.13	259.51	12.36	-2.276
22	482.59	480	-2.59	-30.72	30.72	290.24	13.19	-2.329
23	720.83	720	-0.83	-31.55	31.55	321.79	13.99	-2.255
24	601.74	600	-1.74	-33.29	33.29	355.08	14.80	-2.250
25	126.94	120	-6.94	-40.23	40.23	395.32	15.81	-2.544
26	365.53	360	-5.53	-45.77	45.77	441.08	16.96	-2.698
27	721.56	720	-1.56	-47.33	47.33	488.41	18.09	-2.616
28	483.30	480	-3.30	-50.63	50.63	539.04	19.25	-2.630
29	602.42	600	-2.42	-53.05	53.05	592.09	20.42	-2.598
30	839.78	840	0.22	-52.83	52.83	644.91	21.50	-2.457

Lanjutan Tabel 5.26

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
31	1005.51	1008	2.49	-50.33	50.33	695.25	22.43	-2.244
32	1076.28	1080	3.72	-46.62	46.62	741.87	23.18	-2.011
33	1004.76	1008	3.24	-43.38	43.38	785.24	23.80	-1.823
34	838.57	840	1.43	-41.94	41.94	827.19	24.33	-1.724
35	957.66	960	2.34	-39.60	39.60	866.78	24.77	-1.599
36	1242.45	1248	5.55	-34.05	34.05	900.83	25.02	-1.361
37	54.27	48	-6.27	-40.32	40.32	941.15	25.44	-1.585
38	959.15	960	0.85	-39.47	39.47	980.61	25.81	-1.529
39	838.99	840	1.01	-38.46	38.46	1019.07	26.13	-1.472
40	482.70	480	-2.70	-41.16	41.16	1060.24	26.51	-1.553
41	530.96	528	-2.96	-44.12	44.12	1104.36	26.94	-1.638
42	978.33	980	1.67	-42.45	42.45	1146.81	27.31	-1.555
43	1005.11	1008	2.89	-39.57	39.57	1186.38	27.59	-1.434
44	957.35	960	2.65	-36.91	36.91	1223.29	27.80	-1.328
45	957.36	960	2.64	-34.28	34.28	1257.57	27.95	-1.227
46	1004.84	1008	3.16	-31.12	31.12	1288.69	28.01	-1.111
47	947.31	950	2.69	-28.43	28.43	1317.11	28.02	-1.014
48	942.42	945	2.58	-25.85	25.85	1342.96	27.98	-0.924
49	779.14	780	0.86	-24.99	24.99	1367.95	27.92	-0.895
50	660.72	660	-0.72	-25.71	25.71	1393.66	27.87	-0.922
51	849.05	850	0.95	-24.76	24.76	1418.42	27.81	-0.890
52	862.57	864	1.43	-23.33	23.33	1441.75	27.73	-0.842
53	767.46	768	0.54	-22.79	22.79	1464.54	27.63	-0.825
54	838.88	840	1.12	-21.68	21.68	1486.22	27.52	-0.788
55	749.69	750	0.31	-21.37	21.37	1507.59	27.41	-0.780
56	565.79	564	-1.79	-23.16	23.16	1530.75	27.33	-0.847
57	448.46	445	-3.46	-26.62	26.62	1557.37	27.32	-0.974
58	544.81	542	-2.81	-29.43	29.43	1586.79	27.36	-1.076
59	331.95	327	-4.95	-34.38	34.38	1621.17	27.48	-1.251
60	85.79	92	6.21	-28.17	28.17	1649.34	27.49	-1.025

Nilai-nilai tracking signal di atas apabila diplotkan dalam peta kontrol akan tampak seperti Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Hasil plot kontrol tracking signal

Untuk memenuhi batas kontrol atas dan bawah, yaitu :

$$\sigma = \sqrt{MAD} = \sqrt{36.711} = 6.058$$

$$BKA = 0 + 3 \times 6.058 = 18.177$$

$$BKB = 0 - 3 \times 6.058 = -18.177$$

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

Setelah melalui peramalan, maka didapat jumlah material semen yang sekurang-kurangnya harus tersedia untuk mengatasi permintaan dari konsumen, yaitu sebesar 948.88 Ton.

Selanjutnya, untuk *tracig signal* data-data pemakaian material pasir dapat dilihat pada Tabel 5.27.

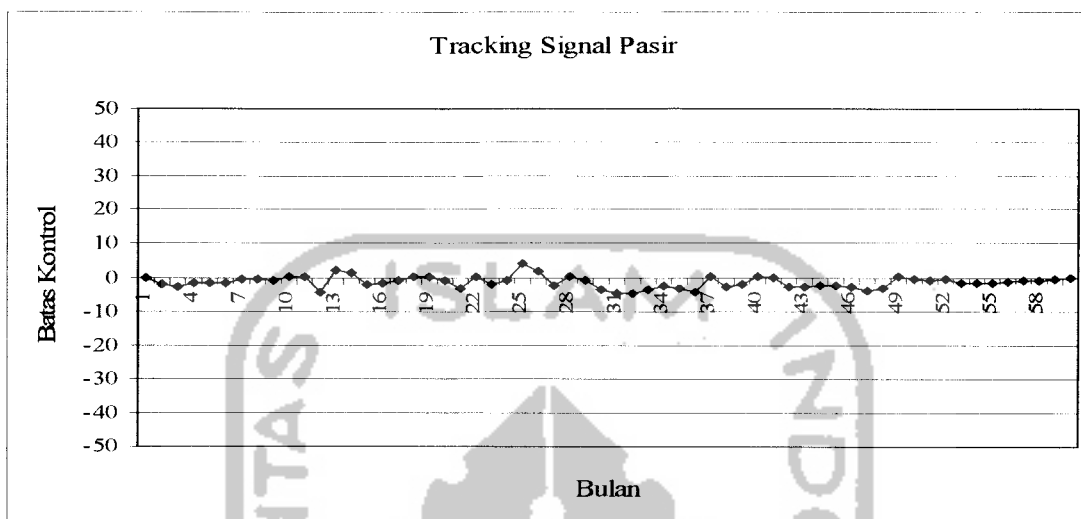
Tabel 5.27 Data Tracking Signal pemakaian Pasir

Periode	Peramalan	Aktual	Error	RSFE	Error Absolute	KUM Error Absolute	MAD	Tracking Signal
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
-	-	-	[3]-[2]	kum [4]	Abs[5]	Kum [6]	[7]/[1]	[5]/[8]
1	2100.00	2100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00000
2	1785.00	1470	-315.00	-315.00	315.00	315.00	157.50	-2.00000
3	1785.00	2100	315.00	0.00	0.00	315.00	105.00	0.00000
4	2030.00	1960	-70.00	-70.00	70.00	385.00	96.25	-0.72727
5	2030.00	2100	70.00	0.00	0.00	385.00	77.00	0.00000
6	2170.00	2240	70.00	70.00	70.00	455.00	75.83	0.92308
7	1995.00	1750	-245.00	-175.00	175.00	630.00	90.00	-1.94444
8	1750.00	1750	0.00	-175.00	175.00	805.00	100.63	-1.73913
9	1820.00	1890	70.00	-105.00	105.00	910.00	101.11	-1.03846
10	1645.00	1400	-245.00	-350.00	350.00	1260.00	126.00	-2.77778
11	1400.00	1400	0.00	-350.00	350.00	1610.00	146.36	-2.39130
12	2450.00	3500	1050.00	700.00	700.00	2310.00	192.50	3.63636
13	2100.00	700	-1400.00	-700.00	700.00	3010.00	231.54	-3.02326
14	875.00	1050	175.00	-525.00	525.00	3535.00	252.50	-2.07921
15	1575.00	2100	525.00	0.00	0.00	3535.00	235.67	0.00000
16	2100.00	2100	0.00	0.00	0.00	3535.00	220.94	0.00000
17	1925.00	1750	-175.00	-175.00	175.00	3710.00	218.24	-0.80189
18	1575.00	1400	-175.00	-350.00	350.00	4060.00	225.56	-1.55172
19	1400.00	1400	0.00	-350.00	350.00	4410.00	232.11	-1.50794
20	1575.00	1750	175.00	-175.00	175.00	4585.00	229.25	-0.76336
21	2170.00	2590	420.00	245.00	245.00	4830.00	230.00	1.06522
22	1995.00	1400	-595.00	-350.00	350.00	5180.00	235.45	-1.48649
23	1750.00	2100	350.00	0.00	0.00	5180.00	225.22	0.00000
24	1925.00	1750	-175.00	-175.00	175.00	5355.00	223.13	-0.78431
25	1050.00	350	-700.00	-875.00	875.00	6230.00	249.20	-3.51124
26	700.00	1050	350.00	-525.00	525.00	6755.00	259.81	-2.02073
27	1575.00	2100	525.00	0.00	0.00	6755.00	250.19	0.00000
28	1750.00	1400	-350.00	-350.00	350.00	7105.00	253.75	-1.37931
29	1575.00	1750	175.00	-175.00	175.00	7280.00	251.03	-0.69712
30	2100.00	2450	350.00	175.00	175.00	7455.00	248.50	0.70423

Lanjutan Tabel 5.27

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
31	2695.00	2940	245.00	420.00	420.00	7875.00	254.03	1.65333
32	3045.00	3150	105.00	525.00	525.00	8400.00	262.50	2.00000
33	3045.00	2940	-105.00	420.00	420.00	8820.00	267.27	1.57143
34	2695.00	2450	-245.00	175.00	175.00	8995.00	264.56	0.66148
35	2625.00	2800	175.00	350.00	350.00	9345.00	267.00	1.31086
36	3220.00	3640	420.00	770.00	770.00	10115.00	280.97	2.74048
37	2520.00	1400	-1120.00	-350.00	350.00	10465.00	282.84	-1.23746
38	2100.00	2800	700.00	350.00	350.00	10815.00	284.61	1.22977
39	2625.00	2450	-175.00	175.00	175.00	10990.00	281.79	0.62102
40	1925.00	1400	-525.00	-350.00	350.00	11340.00	283.50	-1.23457
41	1470.00	1540	70.00	-280.00	280.00	11620.00	283.41	-0.98795
42	2170.00	2800	630.00	350.00	350.00	11970.00	285.00	1.22807
43	2870.00	2940	70.00	420.00	420.00	12390.00	288.14	1.45763
44	2870.00	2800	-70.00	350.00	350.00	12740.00	289.55	1.20879
45	2800.00	2800	0.00	350.00	350.00	13090.00	290.89	1.20321
46	2975.00	3150	175.00	525.00	525.00	13615.00	295.98	1.77378
47	3500.00	3850	350.00	875.00	875.00	14490.00	308.30	2.83816
48	3675.00	3500	-175.00	700.00	700.00	15190.00	316.46	2.21198
49	2450.00	1400	-1050.00	-350.00	350.00	15540.00	317.14	-1.10360
50	1575.00	1750	175.00	-175.00	175.00	15715.00	314.30	-0.55679
51	1925.00	2100	175.00	0.00	0.00	15715.00	308.14	0.00000
52	1995.00	1890	-105.00	-105.00	105.00	15820.00	304.23	-0.34513
53	2170.00	2450	280.00	175.00	175.00	15995.00	301.79	0.57987
54	2450.00	2450	0.00	175.00	175.00	16170.00	299.44	0.58442
55	2520.00	2590	70.00	245.00	245.00	16415.00	298.45	0.82090
56	2420.00	2250	-170.00	75.00	75.00	16490.00	294.46	0.25470
57	2192.50	2135	-57.50	17.50	17.50	16507.50	289.61	0.06043
58	2067.50	2000	-67.50	-50.00	50.00	16557.50	285.47	-0.17515
59	1972.50	1945	-27.50	-77.50	77.50	16635.00	281.95	-0.27487
60	1754.50	1564	-190.50	-268.00	268.00	16903.00	281.72	-0.95131

Nilai-nilai tracking signal di atas apabila diplotkan dalam peta kontrol akan tampak seperti Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Hasil plot kontrol tracking signal

Untuk memenuhi batas kontrol atas dan bawah, yaitu :

$$\sigma = \sqrt{MAD} = \sqrt{274.55} = 16.58$$

$$BKA = 0 + 3 \cdot 16.58 = 49.71$$

$$BKB = 0 - 3 \cdot 16.58 = -49.71$$

Dari Gambar di atas, dapat dilihat bahwa semua data *tracking signal* berada di dalam batas kontrol. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penggunaan metode *Weight Moving Average* 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 20604.5 m³.

Selanjutnya, untuk *tracig signal* data-data pemakaian material split dapat dilihat pada Tabel 5.28.

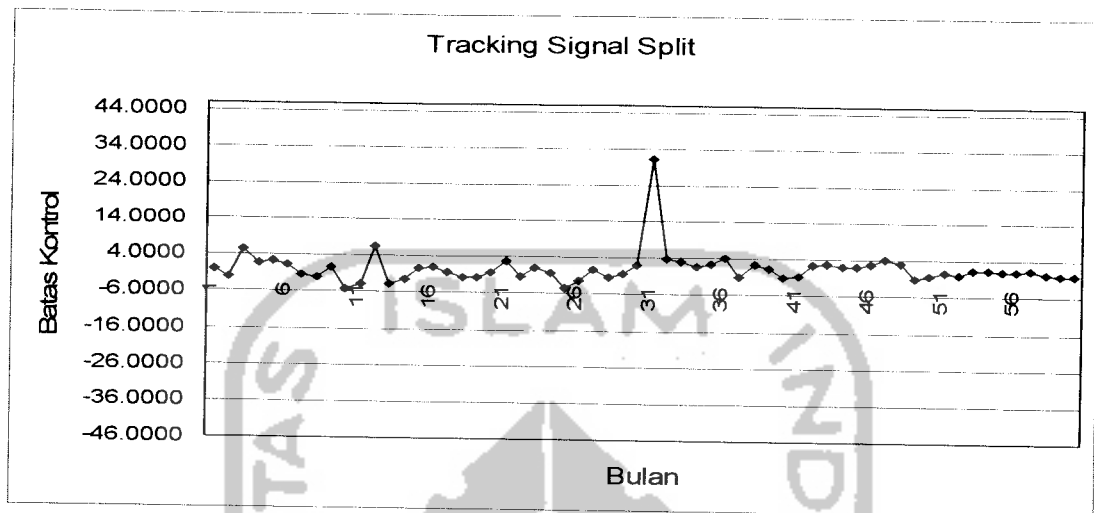
Tabel 5.28 Data Tracking Signal pemakaian Split

Periode	Peramalan	Aktual	Error	RSFE	Error Absolute	KUM Error Absolute	MAD	Tracking Signal
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
-	-	-	[3]-[2]	kum [4]	Abs[5]	Kum [6]	[7]/[1]	[5]/[8]
1	1800.00	1800	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
2	1614.00	1428	-186.00	-186.00	186.00	186.00	93.0000	-2.0000
3	1734.00	2040	306.00	120.00	-120.00	66.00	22.0000	5.4545
4	1972.00	1904	-68.00	52.00	52.00	118.00	29.5000	1.7627
5	1972.00	2040	68.00	120.00	120.00	238.00	47.6000	2.5210
6	1980.00	1920	-60.00	60.00	60.00	298.00	49.6667	1.2081
7	1810.00	1700	-110.00	-50.00	-50.00	248.00	35.4286	-1.4113
8	1700.00	1700	0.00	-50.00	-50.00	198.00	24.7500	-2.0202
9	1767.50	1835	67.50	17.50	17.50	215.50	23.9444	0.7309
10	1597.50	1360	-237.50	-220.00	220.00	435.50	43.5500	-5.0517
11	1360.00	1360	0.00	-220.00	220.00	655.50	59.5909	-3.6918
12	2380.00	3400	1020.00	800.00	800.00	1455.50	121.2917	6.5957
13	2040.00	680	-1360.00	-560.00	560.00	2015.50	155.0385	-3.6120
14	850.00	1020	170.00	-390.00	390.00	2405.50	171.8214	-2.2698
15	1530.00	2040	510.00	120.00	-120.00	2285.50	152.3667	0.7876
16	2040.00	2040	0.00	120.00	-120.00	2165.50	135.3438	0.8866
17	1870.00	1700	-170.00	-50.00	50.00	2215.50	130.3235	-0.3837
18	1530.00	1360	-170.00	-220.00	220.00	2435.50	135.3056	-1.6259
19	1360.00	1360	0.00	-220.00	220.00	2655.50	139.7632	-1.5741
20	1530.00	1700	170.00	-50.00	50.00	2705.50	135.2750	-0.3696
21	2157.50	2615	457.50	407.50	407.50	3113.00	148.2381	2.7490
22	1987.50	1360	-627.50	-220.00	220.00	3333.00	151.5000	-1.4521
23	1700.00	2040	340.00	120.00	-120.00	3213.00	139.6957	0.8590
24	1870.00	1700	-170.00	-50.00	50.00	3263.00	135.9583	-0.3678
25	1020.00	340	-680.00	-730.00	730.00	3993.00	159.7200	-4.5705
26	680.00	1020	340.00	-390.00	390.00	4383.00	168.5769	-2.3135
27	1530.00	2040	510.00	120.00	-120.00	4263.00	157.8889	0.7600
28	1700.00	1360	-340.00	-220.00	220.00	4483.00	160.1071	-1.3741
29	1530.00	1700	170.00	-50.00	50.00	4533.00	156.3103	-0.3199
30	2040.00	2380	340.00	290.00	-290.00	4243.00	141.4333	2.0504

Lanjutan Tabel 5.28

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
31	2618.00	2856	238.00	528.00	528.00	4771.00	16.9200	31.2057
32	2958.00	3060	102.00	630.00	630.00	5401.00	168.7813	3.7326
33	2958.00	2856	-102.00	528.00	528.00	5929.00	179.6667	2.9388
34	2618.00	2380	-238.00	290.00	290.00	6219.00	182.9118	1.5855
35	2550.00	2720	170.00	460.00	460.00	6679.00	190.8286	2.4105
36	3128.00	3536	408.00	868.00	868.00	7547.00	209.6389	4.1405
37	2448.00	1360	-1088.00	-220.00	-220.00	7327.00	198.0270	-1.1110
38	2040.00	2720	680.00	460.00	460.00	7787.00	204.9211	2.2448
39	2550.00	2380	-170.00	290.00	290.00	8077.00	207.1026	1.4003
40	1870.00	1360	-510.00	-220.00	-220.00	7857.00	196.4250	-1.1200
41	1428.00	1496	68.00	-152.00	-152.00	7705.00	187.9268	-0.8088
42	2108.00	2720	612.00	460.00	460.00	8165.00	194.4048	2.3662
43	2788.00	2856	68.00	528.00	528.00	8693.00	202.1628	2.6118
44	2788.00	2720	-68.00	460.00	460.00	9153.00	208.0227	2.2113
45	2720.00	2720	0.00	460.00	460.00	9613.00	213.6222	2.1533
46	2890.00	3060	170.00	630.00	630.00	10243.00	222.6739	2.8292
47	3400.00	3740	340.00	970.00	970.00	11213.00	238.5745	4.0658
48	3570.00	3400	-170.00	800.00	800.00	12013.00	250.2708	3.1965
49	2380.00	1360	-1020.00	-220.00	-220.00	11793.00	240.6735	-0.9141
50	1530.00	1700	170.00	-50.00	-50.00	11743.00	234.8600	-0.2129
51	1870.00	2040	170.00	120.00	120.00	11863.00	232.6078	0.5159
52	1938.00	1836	-102.00	18.00	18.00	11881.00	228.4808	0.0788
53	2108.00	2380	272.00	290.00	290.00	12171.00	229.6415	1.2628
54	2380.00	2380	0.00	290.00	290.00	12461.00	230.7593	1.2567
55	2345.00	2310	-35.00	255.00	255.00	12716.00	231.2000	1.1029
56	2292.50	2275	-17.50	237.50	237.50	12953.50	231.3125	1.0267
57	2317.50	2360	42.50	280.00	280.00	13233.50	232.1667	1.2060
58	2178.00	1996	-182.00	98.00	98.00	13331.50	229.8534	0.4264
59	1882.00	1768	-114.00	-16.00	-16.00	13315.50	225.6864	-0.0709
60	1762.00	1756	-6.00	-22.00	-22.00	13293.50	221.5583	-0.0993

Nilai-nilai tracking signal di atas apabila diplotkan dalam peta kontrol akan tampak seperti Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Hasil plot kontrol tracking signal

Untuk memenuhi batas kontrol atas dan bawah, yaitu :

$$\sigma = \sqrt{MAD} = \sqrt{228.38} = 15.112$$

$$BKA = 0 + 3 \cdot 15.112 = 45.336$$

$$BKB = 0 - 3 \cdot 15.112 = -45.336$$

Dari Gambar di atas, dapat dilihat bahwa semua data *tracking signal* berada di dalam batas kontrol. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penggunaan metode *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 21129.84 m³.

5.3 Analisis Biaya Satuan Persediaan

5.3.1 Kapasitas tempat penyimpanan

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

a. Semen : $4 * 50 \text{ Ton} = 200 \text{ Ton}$

b. Pasir : 2500 m^3

c. Split : 2500 m^3

5.3.2 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 :

a. Semen : Rp.592/Kg atau Rp. 23700/Zak

b. Pasir : Rp 32.000/m³

c. Split : Rp 47.500/m³

5.3.3 Biaya pemesanan

Biaya pemesanan (Km) termasuk didalamnya biaya untuk menghubungi, angkutan dan tenaga, selama proses pengangkutan samapai tiba di tempat.

a. Semen : Rp.10.000/pemesanan

b. Pasir : Rp 10.000/ pemesanan

c. Split : Rp 13.000/ pemesanan

5.3.4 Biaya penyimpanan

Diasumsikan bahwa bunga yang berlaku selama pengendalian adalah sebesar 1 %/bulan untuk semen dan 3%/bulan untuk pasir dan split dari harga pembelian.

Maka perhitungan biaya penyimpanan selama waktu pengendalian adalah :

a. Semen : $1\% \times \text{Rp}23.700/\text{Zak} \times 12 = \text{Rp } 2.841,6/\text{Zak}$

b. Pasir : $3\% \times \text{Rp } 32.000/\text{m}^3 \times 12 = \text{Rp } 11.520/\text{m}^3$

c. Split : $3\% \times \text{Rp } 47.500/\text{m}^3 \times 12 = \text{Rp } 17.100/\text{m}^3$

5.4 Penentuan Jumlah Pesanan Optimal

5.4.1 Semen

a. $K_m = \text{Rp } 10.000/1 \text{ kali pemesanan}$

b. $H_m = \text{Rp } 2.841,6/\text{Zak}$

c. $n = 12$

d. $\mu_m = 79,0732 \text{ Ton}$

Maka : $y_{opt} = \sqrt{\frac{2 * K_m * (\mu_m * n)}{H_m}}$

$$y_{opt} = \sqrt{\frac{2 * 10.000 * (79.0732 * 12)}{2.841,6}} = 81,722 \text{ Ton}$$

5.4.2 Pasir

a. $K_m = \text{Rp } 10.000/1 \text{ kali pemesanan}$

b. $H_m = \text{Rp } 11.520/\text{m}^3$

c. $n = 12$

d. $\mu_m = 1.717,045 \text{ m}^3$

$$\text{Maka : } y_{opt} = \sqrt{\frac{2 * Km * (\mu_m * n)}{Hm}}$$

$$y_{opt} = \sqrt{\frac{2 * 10.000 * (1.717,045 * 12)}{11.520}} = 189,134 \text{ m}^3$$

5.4.3 Split

a. Km= Rp 13.000/1 kali pemesanan

b. Hm= Rp 17.100/Kg

c. n = 12

d. $\mu_m = 1.760,82 \text{ m}^3$

$$\text{Maka : } y_{opt} = \sqrt{\frac{2 * Km * (\mu_m * n)}{Hm}}$$

$$y_{opt} = \sqrt{\frac{2 * 13.000 * (1.760,82 * 12)}{17.100}} = 179,24 \text{ m}^3$$

5.5 Penentuan Cadangan Penyangga

Untuk material semen mempunyai *lead time* (waktu tunggu) 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 3 hari atau 3/30 (data dari PT Adhi Karya, Semarang).

5.5.1 Perhitungan standar deviasi

a. Semen

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{N}}{N}} = 31,87402$$

b. Pasir

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{N}}{N}} = 686,899$$

c. Split

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{N}}{N}} = 704,328$$

Untuk perhitungan standar deviasi dapat dilihat pada lampiran 2. (sumber rumus *The Civil Engineering Handbook by W.F.Chen*)

5.5.2 Perhitungan cadangan penyangga (*buffer stock*)

1. **Alternatif 1** (Dengan tingkat layanan (*service level*) diambil 95 %)

maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$S = \phi^{-1}(1 - \alpha) = \phi^{-1}(1 - 0,05) = \phi^{-1}(0,95)$$

dari tabel uji normal distribusi t dengan $\alpha = 0,05$ dan jumlah data (n) = 60 maka diperoleh $S = 1,645$

Cadangan penyangga dengan menggunakan rumus (3.22) adalah $B_m = \mu_m + 1,645 * \sigma_m - \mu_m L$, sehingga diperoleh cadangan penyangga material material :

a. Semen = $B_m = 79,0732 + 1,645 * 31,87402 - 3 * 79,07362 / 30 = 123,593 \text{ Ton}$

b. Pasir = $B_m = 1.717,045 + 1,645 * 686,899 - 3 * 1.717,045 / 30 = 2.675,289 \text{ m}^3$

c. Split = $B_m = 1.760,82 + 1,645 * 707,328 - 3 * 1.760,82 / 30 = 2.748,293 \text{ m}^3$

Kapasitas maksimum gudang \geq Jumlah pesanan optimum + Cadangan penyangga.

- a. Semen
1. Gudang = 200 ton
 2. Pesanan optimum = 81,722 Ton
 3. Cadangan penyangga = 123,593 Ton
 4. Jumlah sediaan total = 81,722 Ton + 123,593 Ton = 205,315 Ton

- b. Pasir
1. Gudang = 2.500 m³
 2. Pesanan optimum = 189,134 m³
 3. Cadangan penyangga = 2.675,289 m³
 4. Jumlah sediaan total = 189,134 m³ + 2.678,289 m³ = 2.864,423 m³

- c. Split
1. Gudang = 2.500 m³
 2. Pesanan optimum = 179,24 m³
 3. Cadangan penyangga = 2.748,293 m³
 4. Jumlah sediaan total = 179,24 m³ + 2.748,293 m³ = 2.927,533 m³

Tabel 5.29 Check jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 95%

Material	Rata-Rata	CP	Jml OPT	CP + OPT	Gudang	Check
Semen	79,0732 Ton	123,593 Ton	81,722 Ton	205,315 Ton	200 Ton	Tidak
Pasir	1717,045 m ³	2675,289 m ³	189,134 m ³	2864,423 m ³	2.500 m ³	Tidak
Split	1760,82 m ³	2748,293 m ³	179,24m ³	2927,533 m ³	2.500 m ³	Tidak

2. Alternatif 2 (Dengan tingkat layanan (*service level*) diambil 90 %)

maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$S = \phi^{-1}(1 - \alpha) = \phi^{-1}(1 - 0,1) = \phi^{-1}(0,90)$$

dari tabel uji normal distribusi t dengan $\alpha = 0.1$ dan jumlah data (n) = 60 maka diperoleh $S = 1,282$

Cadangan penyangga dengan menggunakan rumus (3.22) adalah

$B_m = \mu_m + 1,282 * \sigma_m - \mu_m L$, sehingga diperoleh cadangan penyangga material material :

a. Semen = $B_m = 79,0732 + 1,282 * 31,87402 - 3 * 79,07362 / 30 = 112,024$ Ton

b. Pasir = $B_m = 1.717,045 + 1,282 * 686,899 - 3 * 1.717,045 / 30 = 2.425,945$ m³

c. Split = $B_m = 1.760,82 + 1,282 * 707,328 - 3 * 1.760,82 / 30 = 2.491,532$ m³

Kapasitas maksimum gudang \geq Jumlah pesanan optimum + Cadangan penyangga.

a. Semen 1. Gudang = 200 ton

2. Pesanan optimum = 79,0732 Ton

3. Cadangan penyangga = 112,024 Ton

4. Jumlah sediaan total = 81,722 Ton + 112,024 Ton = 193,746 Ton

b. Pasir 1. Gudang = 2.500 m³

2. Pesanan optimum = 189,134 m³

$$3. \text{ Cadangan penyangga} = 2.425,945 \text{ m}^3$$

$$4. \text{ Jumlah sediaan total} = 189,134 \text{ m}^3 + 2.425,945 \text{ m}^3 = 2.615,029 \text{ m}^3$$

c. Split

$$1. \text{ Gudang} = 2.500 \text{ m}^3$$

$$2. \text{ Pesanan optimum} = 179,24 \text{ m}^3$$

$$3. \text{ Cadangan penyangga} = 2.491,532 \text{ m}^3$$

$$4. \text{ Jumlah sediaan total} = 179,24 \text{ m}^3 + 2.491,532 \text{ m}^3 = 2.927,533 \text{ m}^3$$

Tabel 5.30 Check jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 90%

Material	Rata-Rata	CP	Jml OPT	CP + OPT	Gudang	Check
Semen	79,0732 Ton	112,024 Ton	81,722 Ton	193,746 Ton	200 Ton	Ya
Pasir	1717,045 m ³	2425,945 m ³	189,134 m ³	2615,029 m ³	2.500 m ³	Tidak
Split	1760,82 m ³	2491,532 m ³	179,24 m ³	2927,533 m ³	2.500 m ³	Tidak

3. Alternatif 3 (Dengan tingkat layanan (*service level*) diambil 85 %)

maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$S = \phi^{-1}(1 - \alpha) = \phi^{-1}(1 - 0,15) = \phi^{-1}(0,85)$$

dari tabel uji normal distribusi t dengan $\alpha = 0,15$ dan jumlah data (n) = 60 maka diperoleh $S = 1,036$

Cadangan penyangga dengan menggunakan rumus (3.22) adalah

$B_m = \mu_m + 1,036 * \sigma_m - \mu_m L$, sehingga diperoleh cadangan penyangga material material :

$$a. \text{ Semen} = B_m = 79,0732 + 1,036 * 31,87402 - 3 * 79,07362 / 30 = 107,141 \text{ Ton}$$

$$b. \text{ Pasir} = B_m = 1.717,045 + 1,036 * 686,899 - 3 * 1.717,045 / 30 = 2.290,677 \text{ m}^3$$

$$c. \text{ Split} = B_m = 1.760,82 + 1,036 * 707,328 - 3 * 1.760,82 / 30 = 2.315,484 \text{ m}^3$$

Kapasitas maksimum gudang \geq Jumlah pesanan optimum + Cadangan penyangga.

- a. Semen
1. Gudang = 200 ton
 2. Pesanan optimum = 79,0732 Ton
 3. Cadangan penyangga = 107,141 Ton
 4. Jumlah sediaan total = 81,722 Ton + 107,141 Ton = 192,261 Ton
- b. Pasir
1. Gudang = 2.500 m³
 2. Pesanan optimum = 189,134 m³
 3. Cadangan penyangga = 2.290,677 m³
 4. Jumlah sediaan total = 189,134 m³ + 2.290,677 m³ = 2.481,863 m³
- c. Split
1. Gudang = 2.500 m³
 2. Pesanan optimum = 179,24 m³
 3. Cadangan penyangga = 2.315,484 m³
 4. Jumlah sediaan total = 179,24 m³ + 2.315,484 m³ = 2.491,303 m³

Tabel 5.31 Check jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 85%

Material	Rata-Rata	CP	Jml OPT	CP + OPT	Gudang	Check
Semen	79,0732 Ton	107,141 Ton	81,722 Ton	192,261 Ton	200 Ton	Ya
Pasir	1717,045 m ³	2290,677 m ³	189,134 m ³	2481,863 m ³	2.500 m ³	Ya
Split	1760,82 m ³	2315,484 m ³	179,24m ³	2491,303 m ³	2.500 m ³	Ya

5.6 Penentuan Titik Pemesanan Kembali (*Reorder Point*)

5.6.1 Semen

- a. Cadangan penyangga = 107,141 Ton
- b. Waktu tunggu (LT) = 3 hari
- c. Rata-rata kebutuhan = 79,0732 Ton
- d. Waktu pengendalian (n) = 12 bulan
- e. Pesanan optimum = 81,722 Ton

f. Pemesanan kembali $RP = B_m + \frac{(\mu_m * n) * LT}{n * 30}$

$$= 107,141 + \frac{79,0732 * 12 * 3}{12 * 30} = 115,048 \text{ Ton}$$

5.6.2 Pasir

a. Cadangan penyangga = 2.290,677 m³

b. Waktu tunggu (LT) = 3 hari

c. Rata-rata kebutuhan = 1717,045 m³

d. Waktu pengendalian (n) = 12 bulan

e. Pesanan optimum = 189,134 m³

f. Pemesanan kembali $RP = B_m + \frac{(\mu_m * n) * LT}{n * 30}$

$$= 2.290,677 + \frac{1.717,045 * 12 * 3}{12 * 30} = 2.462,382 \text{ m}^3$$

5.6.3 Split

a. Cadangan penyangga = 2.315,484 m³

b. Waktu tunggu (LT) = 3 hari

c. Rata-rata kebutuhan = 1.760,82 m³

d. Waktu pengendalian (n) = 12 bulan

e. Pesanan optimum = 179,24 m³

f. Pemesanan kembali $RP = B_m + \frac{(\mu_m * n) * LT}{n * 30}$

$$= 2.315,484 + \frac{1.760,82 * 12 * 3}{12 * 30} = 2.491,066 \text{ m}^3$$

5.7 Siklus Pemesanan Kembali

Dengan menggunakan rumus (3.24) adalah $N = \frac{\mu_m * n - B_m}{Y_{optimum}}$ kali/tahun

5.7.1 Siklus semen

$$N = \frac{79,0732 * 12 - 107,141}{81,722} = 10,30 \approx 11 \text{ kali}$$

5.7.2 Siklus pasir

$$N = \frac{1.717,045 * 12 - 2.290,677}{189,134} = 93,83 \approx 97 \text{ kali}$$

5.7.3 Siklus split

$$N = \frac{1.760,82 * 12 - 2.2315,484}{179,24} = 104,96 \approx 105 \text{ kali}$$

5.8 Penentuan Biaya Persediaan Total

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

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

5.8.1 Biaya persediaan total material semen

a. Biaya pemesanan = Rp 10.000/pemesanan

b. Biaya penyimpanan = Rp 2.841,6/Zak/tahun

$$TIC = (11 * 10.000) + \left(\frac{81,722}{3} * 2.841,6 \right) = Rp.187.407,078$$

5.8.2 Biaya persediaan total material pasir

a. Biaya pemesanan = Rp 10.000/pemesanan

b. Biaya penyimpanan = Rp 11.520/m³/tahun

$$TIC = (97 * 10.000) + \left(\frac{189,134}{3} * 11.520 \right) = Rp. 1.696.274,56$$

5.8.3 Biaya persediaan total material split

a. Biaya pemesanan = Rp 13.000/pemesanan

b. Biaya penyimpanan = Rp 17.100/m³/tahun

$$TIC = (105 * 13.000) + \left(\frac{179,24}{3} * 17.100 \right) = Rp. 2.386.668$$

Tabel 5.32 Biaya Persediaan total terhadap siklus

Material	Siklus (kali)	Jumlah Pesanan	Biaya Persediaan
Semen	11	81,722 Ton	Rp. 187.407,078
Pasir	97	189,134 m ³	Rp. 1.696.274,56
Split	105	179,24 m ³	Rp. 2.386.668

5.9 Perbandingan Alternatif Lead Time

Dengan cara analogi yang sama (poin 5.3 sampai dengan 5.7), penulis mencoba memberikan alternatif pembandingan agar diperoleh biaya produksi beton jadi yang paling ekonomis dengan menggunakan *lead time* sebesar 1 hari, 6 hari dan 9 hari untuk masing-masing material.

5.9.1 Lead Time 1 Hari

Tabel 5.33 Check jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 95%

Lead Time	Material	Rata-rata	CP	Jumlah Optimum	CP + OPT	Gudang	Check
1	Semen	79,0732	128,8702	81,772	210,6422	200	Ya
	Pasir	1.717,45	2.790,151	189,134	2.979,285	2.500	Tidak
	Split	1.760,82	2.865,681	179,24	3.044,921	2.500	Tidak

Tabel 5.34 Check jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 90%

Lead Time	Material	Rata-rata	CP	Jumlah Optimum	CP + OPT	Gudang	Check
1	Semen	79,0732	117,2999	81,772	199,0719	200	Ya
	Pasir	1.717,45	2.540,806	189,134	2.729,94	2.500	Tidak
	Split	1.760,82	2.608,92	179,24	2.788,16	2.500	Tidak

Tabel 5.35 Check jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 85%

Lead Time	Material	Rata-rata	CP	Jumlah Optimum	CP + OPT	Gudang	Check
1	Semen	79,0732	109,4589	81,772	191,2309	200	Ya
	Pasir	1.717,45	2.371,829	189,134	2.560,963	2.500	Tidak
	Split	1.760,82	2.434,918	179,24	2.614,158	2.500	Tidak

Pada *lead time* 1 hari, dengan tingkat layanan sampai dengan 85% ternyata *check* jumlah persediaan (CP+OPT) terhadap gudang untuk material pasir dan split masih belum dapat terpenuhi sehingga penulis tidak melanjutkan perhitungan biaya total persediaan menggunakan *lead time* 1 hari.

5.9.2 *Lead Time* 6 hari

Dengan cara analogi yang sama (poin 5.3 sampai dengan 5.7), maka dapat dilihat pada Tabel 5.36, 5.37, dan 5.38 hasil *check* jumlah persediaan total terhadap gudang.

Tabel 5.36 Check jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 95%

Lead Time	Material	Rata-rata	CP	Jumlah Optimum	CP + OPT	Gudang	Check
6	Semen	79,0732	115,6913	81,772	197,4633	200	Ya
	Pasir	1.717,45	2.503,909	189,134	2.693,043	2.500	Tidak
	Split	1.760,82	2.538,605	179,24	2.717,845	2.500	Tidak

Tabel 5.37 Check jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 90%

Lead Time	Material	Rata-rata	CP	Jumlah Optimum	CP + OPT	Gudang	Check
6	Semen	79.,732	104,1211	81,772	185,8931	200	Ya
	Pasir	1.717,45	2.254,565	189,134	2.443,699	2.500	Ya
	Split	1.760,82	2.289,261	179,24	2.468,501	2.500	Ya

Tabel 5.38 Check jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 85%

Lead Time	Material	Rata-rata	CP	Jumlah Optimum	CP + OPT	Gudang	Check
6	Semen	79,0732	96,28004	81,772	178,052	200	Ya
	Pasir	1.717,45	2.085,587	189,134	2.274,721	2.500	Ya
	Split	1.760,82	2.120,283	179,24	2.299,523	2.500	Ya

Pada *lead time* 6 hari, *check* jumlah persediaan total (CP+OPT) sudah dapat terpenuhi pada tingkat layanan 90%, tetapi penulis ingin membandingkan biaya total persediaan dengan *lead time* 3 hari yang memiliki tingkat layanan sebesar 85%.

5.9.3 *Lead Time* 9 hari

Dengan cara analogi yang sama (poin 5.3 sampai dengan 5.7), maka dapat dilihat pada Tabel 5.39, 5.40, dan 5.41 hasil *check* jumlah persediaan total terhadap gudang.

Tabel 5.39 Check jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 95%

Lead Time	Material	Rata-rata	CP	Jumlah Optimum	CP + OPT	Gudang	Check
9	Semen	79,0732	107,784	81,772	189,556	200	Ya
	Pasir	1.717,45	2.332,164	189,134	2.521,298	2.500	Tidak
	Split	1.760,82	2.396,129	179,24	2.575,369	2.500	Tidak

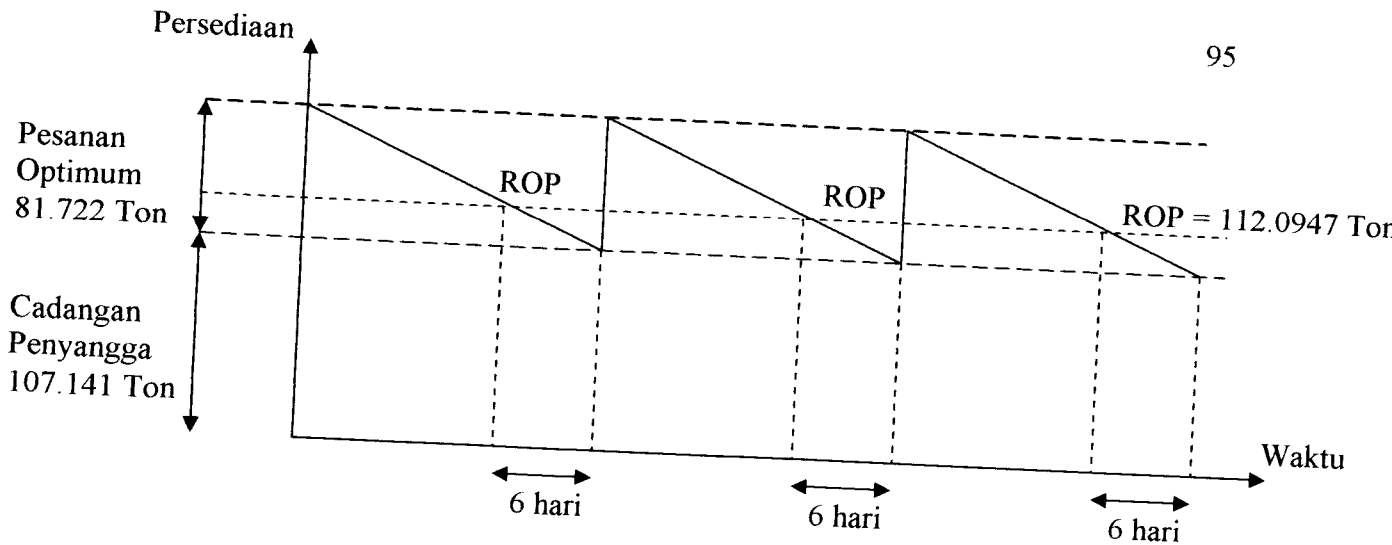
Tabel 5.40 Check jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 90%

Lead Time	Material	Rata-rata	CP	Jumlah Optimum	CP + OPT	Gudang	Check
9	Semen	79,0732	96,21373	81,772	177,9857	200	Ya
	Pasir	1.717,45	2082,82	189,134	2.271,954	2.500	Ya
	Split	1.760,82	2139,368	179,24	2.318,608	2.500	Ya

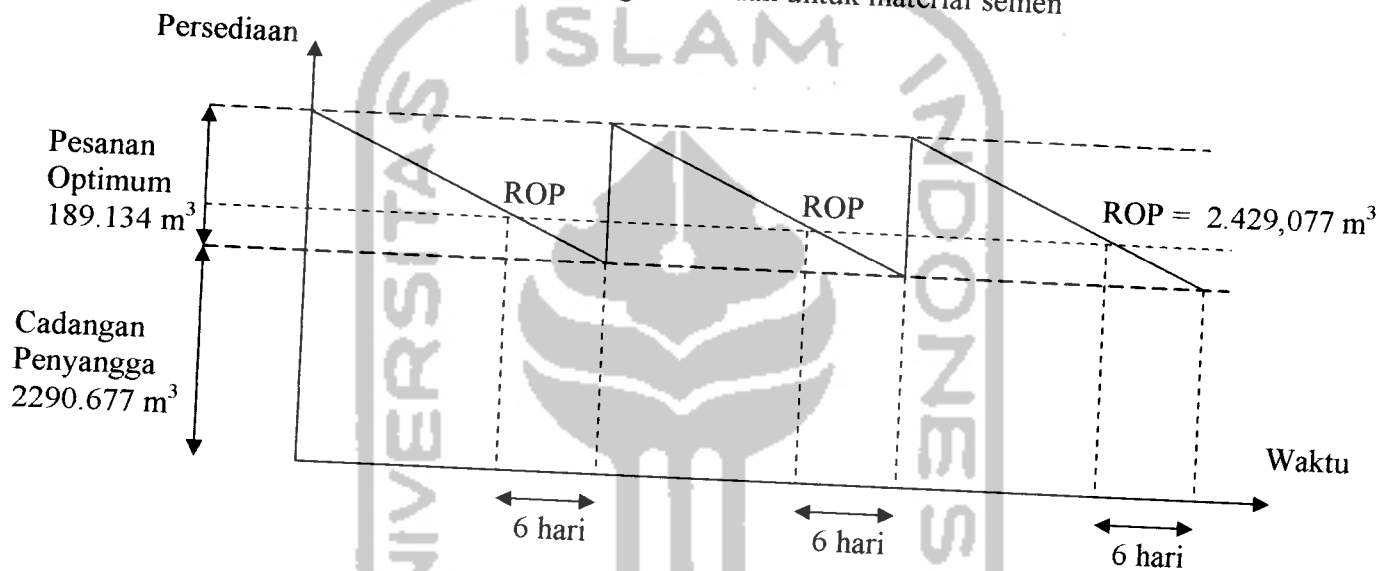
Tabel 5.41 Check jumlah persediaan total terhadap gudang tingkat layanan 85%

Lead Time	Material	Rata-rata	CP	Jumlah Optimum	CP + OPT	Gudang	Check
9	Semen	79,0732	88,37272	81,772	170,1447	200	Ya
	Pasir	1.717,45	1.913,842	189,134	2.102,976	2.500	Ya
	Split	1.760,82	1.965,366	179,24	2.144,606	2.500	Ya

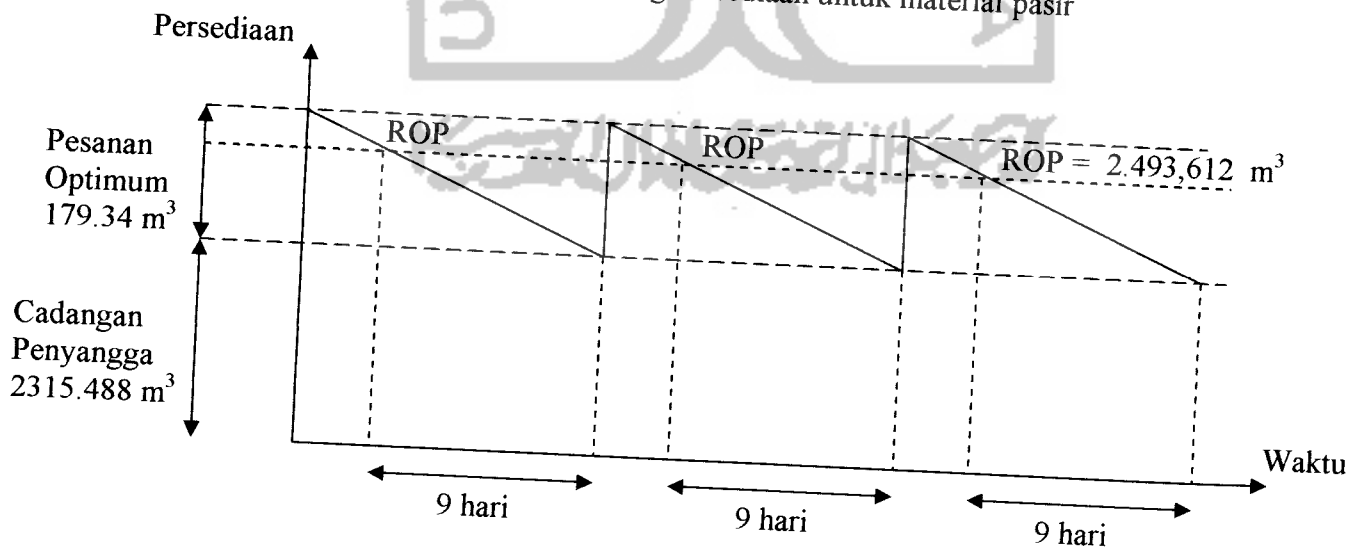
Pada *lead time* 9 hari, *check* jumlah persediaan total (CP+OPT) sudah dapat terpenuhi pada tingkat layanan 90%, tetapi penulis ingin membandingkan biaya total persediaan dengan *lead time* 3 hari yang memiliki tingkat layanan sebesar 85%.



Gambar 5.7 Grafik tingkat sediaan untuk material semen



Gambar 5.8 Grafik tingkat sediaan untuk material pasir



Gambar 5.9 Grafik tingkat sediaan untuk material split

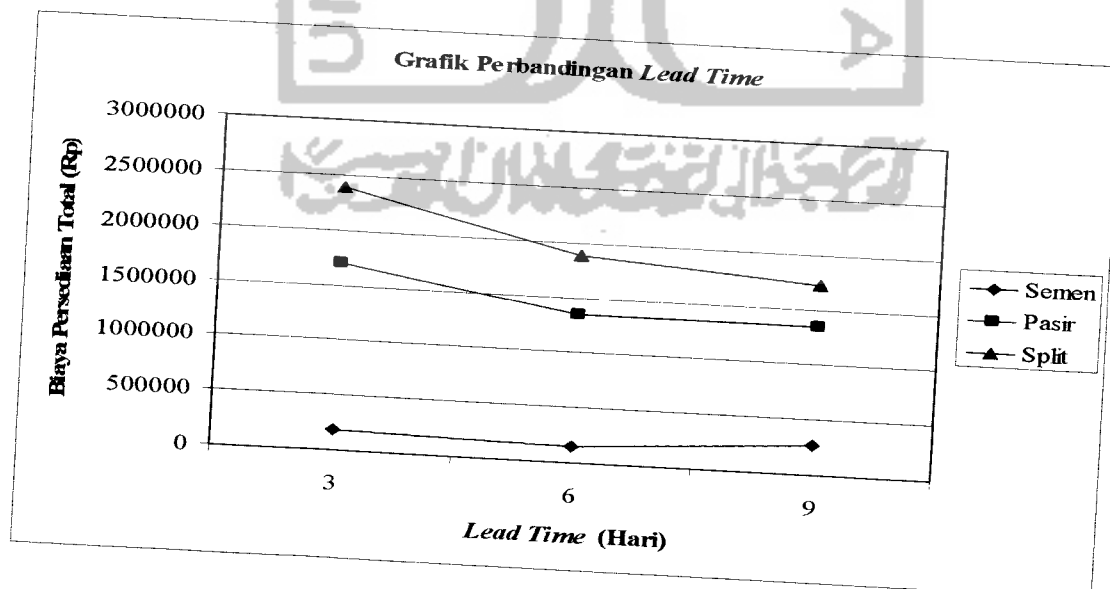
5.10 Perbandingan Biaya Total Persediaan

Dengan cara analogi yang sama (poin 5.8), penulis memberikan alternatif pembanding agar diperoleh biaya produksi beton jadi yang paling ekonomis dengan melihat hasil perhitungan *lead time* 3 hari, 6 hari dan 9 hari untuk masing-masing material.

Tabel 5.42 Perbandingan biaya total persediaan terhadap 3 *lead time*

Lead Time	Material	Rata-rata	CP	Jumlah Optimum	RP	Siklus	Biaya Total Persediaan
3	Semen	79,0732	107,141	81,772	115,0483	11	187.454,44
	Pasir	1.717,45	2.290,677	189,134	2.462,422	97	1.696.274,56
	Split	1.760,82	2.315,484	179,24	2.491,566	105	2.386.668
6	Semen	79,0732	96,28004	81,772	112,0947	11	148.727,22
	Pasir	1.717,45	2.085,587	189,134	2.429,077	98	1.343.137,28
	Split	1.760,82	2.141,448	179,24	2.493,612	106	1.888.834
9	Semen	79,0732	88,37272	81,772	112,0947	11	265.366,8
	Pasir	1.717,45	1.913,842	189,134	2.429,077	99	1.349.354,6
	Split	1.760,82	1.965,366	179,24	2.493,612	107	1.731.556

Agar dapat terlihat perbedaan yang nyata maka penulis memplotkan antara *lead time* terhadap biaya total persediaan seperti pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Grafik Perbandingan Lead Time

Melihat perbandingan pada Tabel 5.42 dan Gambar 5.10, grafik dipengaruhi oleh siklus dan biaya pemesanan, terlihat pada grafik semen yang hampir membentuk garis lurus, hal ini disebabkan pada *lead time* 3, 6 dan 9 hari, biaya pemesanan dan siklus material yang tetap. Tidak demikian halnya untuk grafik pasir, biaya pemesanan dan siklus material yang bertambah akan menyebabkan grafik mengalami penurunan pada *lead time* 3 ke *lead time* 6 hari kemudian akan mengalami kenaikan pada *lead time* 6 hari ke 9 hari, sedangkan grafik split masih terjadi penurunan pada *lead time* 9 hari dan akan terjadi kenaikan pada *lead time* 12 hari.

Sehingga dapat disimpulkan, *lead time* 6 hari menghasilkan biaya total persediaan yang paling ekonomis untuk material semen dan pasir, sedangkan *lead time* 9 hari akan menghasilkan biaya total persediaan yang ekonomis untuk material split.

BAB VI

PEMBAHASAN

6.1 Umum

Untuk mengetahui bahwa pengaturan persediaan material merupakan hal yang penting dalam manajemen suatu perusahaan, maka dilakukan analisa terhadap masalah penyediaan material pada perusahaan beton jadi (*Readymix*) yaitu PT. Adhi Karya, Semarang. Dengan analisa Metode peramalan (*Forecasting*) dan *Economic Order Quantity* (EOQ), dapat diperoleh jumlah pemesanan ekonomis yang optimum (Y_{optimum}), jumlah cadangan penyangga (*Bufferstock*), titik pemesanan ulang (*Reorder point*) dan siklus pemesanan material semen, pasir, dan split yang dapat meminimumkan biaya persediaan secara total, dan akan didapatkan model persediaan yang optimal. Pembahasan keseluruhan metode disusun sebagai berikut

6.2 Orientasi Obyek Penelitian

Pemilihan perusahaan Adhi Karya sebagai obyek penelitian didasarkan pada beberapa hal :

1. Manajemennya lebih memberikan keleluasaan dan keterbukaan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan.
2. Perusahaan termasuk ke dalam kategori perusahaan yang mempunyai kemampuan produksi beton jadi yang cukup tinggi.

6.3 Analisa Data

6.3.1 Peramalan

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

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

1. *Weight Moving Average*
2. *Exponential Smoothing with Linear Trend*
3. *Double Exponential Smoothing with Linear Trend*

Ketiga rumusan metode peramalan di atas memberikan nilai kesalahan peramalan yang berbeda-beda, dicari nilai MAD yang terkecil hasil dari masing-masing peramalan tersebut, yang kemudian hasil peramalan yang didapat itulah yang digunakan.

Hasil peramalan dari ketiga rumus metode tersebut adalah :

a. Material semen

Menggunakan rumus *Exponential Smoothing with Linear Trend*, dengan rata-rata pemakaian/bulan dalam satu tahun ke depan (2003) adalah 79,0732 Ton.

b. Material pasir

Menggunakan rumus *Weight Moving Average*, dengan rata-rata pemakaian/bulan dalam satu tahun ke depan (2003) adalah 1.717,045 m³.

c. Material split

Menggunakan rumus *Weight Moving Average*, dengan rata-rata pemakaian/bulan dalam satu tahun ke depan (2003) adalah 1.760,82 m³.

6.3.2 Pemantauan hasil peramalan

Pemantauan hasil peramalan dengan menggunakan metode *tracking signal*, data yang dibutuhkan adalah data kesalahan peramalan. Data yang telah berbentuk *tracking signal* tersebut untuk selanjutnya diplotkan ke dalam peta kontrol yang dalam penelitian ini digunakan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) yaitu :

$$\sigma = \sqrt{MAD}, \text{ dimana BKA dan BKB} = \mu \pm z.\sigma$$

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.

Pada Tugas akhir ini, pengambilan nilai $z=3$ didasarkan pada harapan agar nilai error untuk seluruh material 99% berada dalam batas kontrol sehingga hanya diperbolehkan 1% kesalahan.

Dari hasil pemantauan peramalan ketiga material, semua data *tracking signal* dari ketiga rumus metode peramalan 100% berada dalam batas kontrol. Dapat dikatakan bahwa metode peramalan untuk meramalkan pemakaian material yang akan datang adalah layak digunakan.

6.3.3 Analisa model persediaan

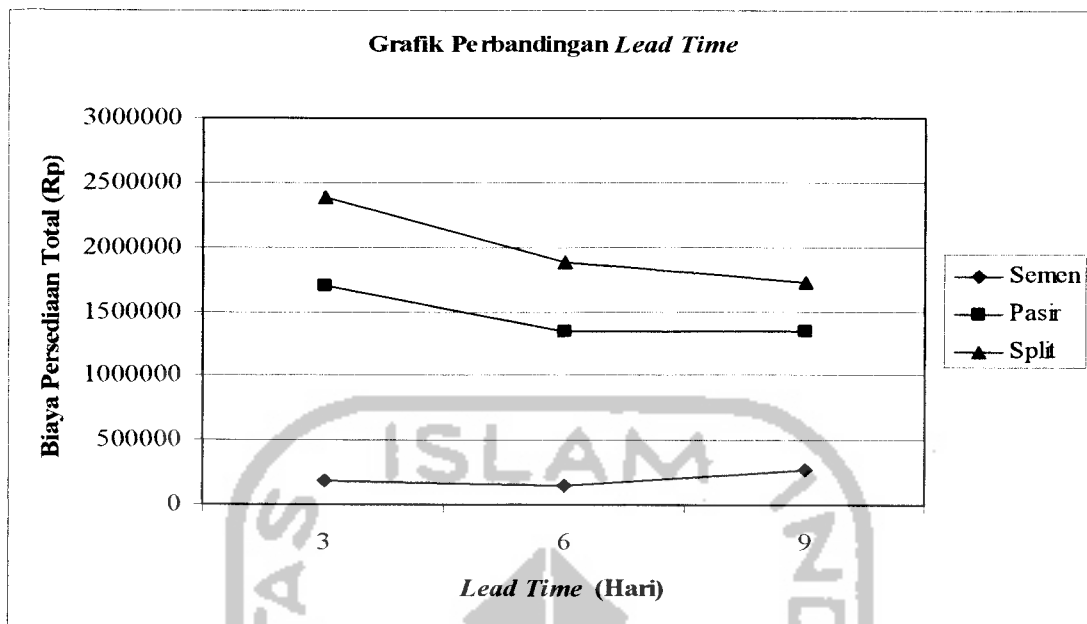
Dari perhitungan persediaan dengan menggunakan EOQ, maka dapat diperoleh jumlah pemesanan ekonomis yang optimum (Y_{optimum}), jumlah cadangan

penyangga (*Bufferstock*), titik pemesanan ulang (*Reorder point*) dan siklus pemesanan material semen, pasir, dan split yang dapat meminimumkan biaya persediaan secara total yang dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Pengaturan persediaan material beton jadi

<i>Lead Time</i>	Material	Rata-rata	CP	Jumlah Optimum	RP	Siklus	Biaya Total Persediaan
3	Semen	79,0732	107,141	81,772	115,0483	11	187.454,44
	Pasir	1.717,45	2.290,677	189,134	2.462,422	97	1.696.274,56
	Split	1.760,82	2.315,484	179,24	2.491,566	105	2.386.668
6	Semen	79,0732	96,28004	81,772	112,0947	11	148.727,22
	Pasir	1.717,45	2.085,587	189,134	2.429,077	98	1.343.137,28
	Split	1.760,82	2.141,448	179,24	2.493,612	106	1.888.834
9	Semen	79,0732	88,37272	81,772	112,0947	11	265.366,8
	Pasir	1.717,45	1.913,842	189,134	2.429,077	99	1.349.354,6
	Split	1.760,82	1.965,366	179,24	2.493,612	107	1.731.556

Didalam pengujian ini dicari besar biaya persediaan total untuk setiap material berdasarkan *lead time*, hal ini terlihat pada perusahaan PT. Adhi Karya, Semarang, penggunaan *lead time* 3 ternyata belum menghasilkan biaya persediaan total yang ekonomis. Jumlah pesanan dikatakan optimum apabila dapat meminimalkan biaya persediaan total. Hasil analisis yang terdapat pada Tabel 6.1 kemudian diplotkan menjadi sebuah grafik yang merupakan perbandingan antara *lead time* dan biaya total persediaan terlihat pada Gambar 6.1



Gambar 6.1 Grafik perbandingan *lead time* dan biaya total persediaan

Berdasarkan Gambar 6.1, grafik material dipengaruhi oleh siklus dan biaya pemesanan, terlihat pada grafik semen yang hampir membentuk garis lurus, hal ini disebabkan pada *lead time* 3, 6 dan 9 hari, biaya pemesanan dan siklus material yang tetap. Tidak demikian halnya untuk grafik pasir, biaya pemesanan dan siklus material yang bertambah akan menyebabkan grafik mengalami penurunan pada *lead time* 3 ke *lead time* 6 hari kemudian akan mengalami kenaikan pada *lead time* 6 hari ke 9 hari, sedangkan grafik split masih terjadi penurunan pada *lead time* 9 hari dan akan terjadi kenaikan pada *lead time* 12 hari.

6.4 Pengendalian Persediaan Material pada Perusahaan PT. Adhi Karya

Sistem pengendalian merupakan hal yang harus diperhatikan dalam sistem manajemen logistik. Sistem persediaan hasil analisis sangat mungkin berbeda dengan sistem dalam praktek pada PT Adhi Karya, Semarang. Pada prakteknya tidak

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

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

1. Model persediaan material pada PT. Adhi Karya, Semarang yang optimal dapat dicapai dengan menerapkan Model Jumlah Pesanan Ekonomis (*Economic Order Quantity*).
2. Jumlah pemakaian material satu tahun ke depan diramalkan dengan menggunakan Metode Peramalan Kuantitatif, dibantu dengan program *Microsoft Excel XP*, yang hasilnya diasumsikan sebagai laju rata-rata pemakaian material per bulan.
3. Kapasitas gudang PT. Adhi Karya, Semarang hanya mampu memberikan tingkat layanan 85% dari seluruh pesanan yang datang.
4. Optimasi persediaan material untuk PT. Adhi Karya, Semarang, sebaiknya menggunakan waktu tunggu (*lead time*) 6 hari untuk material semen dan pasir dimana dapat menghasilkan :
 - Semen, dengan jumlah pesanan ekonomis 81,722 ton dan siklus pemesanan 11 kali dalam satu tahun selang 6 hari

- Pasir, dengan jumlah pesanan ekonomis 189,134 m³ dan siklus pemesanan 98 kali dalam satu tahun selang 5-6 hari

Sedangkan untuk material split sebaiknya menggunakan *lead time* 9 hari dimana dapat menghasilkan :

- Split, dengan jumlah pesanan ekonomis 179,24 m³ dan siklus pemesanan 107 kali dalam satu tahun selang 5-6 hari

7.2 Saran

1. Manajemen PT. Adhi Karya dapat melakukan peninjauan ulang terhadap waktu tunggu (*lead time*) yang dipakai saat ini
2. Masalah manajemen logistik khususnya manajemen persediaan dalam industri beton jadi (*Readymix*) sangat penting, sehingga dari perusahaan perlu merencanakan dan mengendalikan material menggunakan metode yang sistematis dan terarah agar persediaan material dapat optimal.
3. Metode EOQ adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan biaya persediaan yang ekonomis, sehingga perlu dicoba pada perusahaan selain perusahaan beton jadi (*readymix*).
4. Selain Metode EOQ, metode POQ (*Periodic Order Quantity*) dapat menjadi bahan perbandingan bagi perusahaan untuk menentukan biaya ekonomis persediaan barang.

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 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 yang besar, yang nantinya akan mempengaruhi biaya persediaan total. Penurunan kualitas juga tidak mustahil terjadi pada meterial yang ditimbun, dikarenakan tempat penyimpanan 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, siklus pemesanan akan meberikan pengaruh yang sangat signifikan dari biaya persediaan.

Hasil analisa ini dimaksudkan untuk menyusun suatu persediaan material bahan baku yang optimal dengan biaya yang ekonomis menggunakan metode peramalan (*forecasting*) dan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) pada industri beton jadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Assaf et al, 1995, *Causes of Delay in Large Building Construction Projects*, *Journal of Management in Engineering*, ASCE.
- Buana HSH, 2000, **Praktek Manajemen Perencanaan dan Pengendalian Material Proyek Konstruksi di DIY**, Tesis Program Magister Teknik Sipil, UAJY, Yogyakarta.
- Donald J. Bowersox, 2002, **Manajemen Logistik Jilid 1**, Penerbit Bumi Aksara, Yogyakarta.
- Istimawan Dipohusodo, 1996, **Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid 1 dan 2**, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- J. Supranto, 2000, **Statistik Teori dan Aplikasi**, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Junaedik Kushartanto, 2000, **Manajemen Persediaan Material Pada Beton Jadi (Readymix)**, UII, Yogyakarta.
- Liana Ningsih S, 2000, **Sistem Pengendalian Biaya Konstruksi Studi Kasus di Indonesia**, Tesis Program Magister Teknik Sipil, UAJY, Yogyakarta.

Makridahis/Wheelwright/Mcgee, 1999, **Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1**, Interaksara.

Tri Vadli Setia Budi, 2001, **Analisis Faktor Keterlambatan Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Menurut Persepsi Pengguna Jasa dan Penyedia Jasa di DIY**, Tesis Program Magister Teknik Sipil, UII, Yogyakarta.

Walpole/Myers, 1995, **Ilmu peluang dan Statistika untuk Para Insinyur dan Ilmuwan**, Penerbit ITB, Bandung.

W.F.Chen, *The Civil Engineering Handbook*, Penerbit CRC Press, Indiana,

Yhi-Long Chang, 1995, **Quantitive System 3.0**, Penerbit Prentice Hall International, New Jersey.

Zulian Yamit, 1999, **Manajemen Persediaan**, Penerbit Ekonisia UII, Yogyakarta.

———, 1995, **Pedoman Praktik Kerja dan Tugas Akhir**, Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.



LAMPIRAN 1

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Ulfah Dewi Kartika	97511474	Teknik Sipil
2	Hilyati Rivai Bungsu	97511047	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR :

Manajemen logistik untuk meningkatkan mutu pekerjaan

PERIODE II : DESEMBER - MEI
TAHUN : 2002 / 2003

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

DOSEN PEMBIMBING I
DOSEN PEMBIMBING II

.Ir. Hj. Tuti Sumarningsih, MT.
.DR. Ir. Edy Purwanto, Ces, DEA.



Yogyakarta, ..18 Jan 2003.....

a.n. Dekan,

(.....Ir. H. Munadhir, MS.....)

Catatan.

Seminar : 14 Mei 2003
Sidang : 21 Juni 2003
Pendadaran :

SIKHA

LOKAT AGHA

Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten signature



LAMPIRAN 2

Handwritten text in Arabic script

DATA - DATA DARI ADMINX UIN SDR. MUH. IGHEL HUSNI

1. Pemakaian Bahan Baku Periode 1995-2002

Tahun	Bulan	Semen (kg)	Spintim3)	Pasir(m3)
1995	Januari	572.000.00	1.800.00	2.100.00
	Pebruari	572.000.00	1.836.00	1.470.00
	Maret	720.000.00	1.800.00	2.100.00
	April	672.000.00	1.800.00	1.950.00
	Mai	720.000.00	1.800.00	2.100.00
	Juni	768.000.00	1.800.00	2.240.00
	Juli	816.000.00	1.700.00	2.000.00
	Agst	864.000.00	1.700.00	2.000.00
	Sept	912.000.00	1.836.00	1.400.00
	Okto	960.000.00	1.860.00	1.400.00
	Nov	1.008.000.00	1.860.00	1.400.00
	Dek	1.056.000.00	3.400.00	3.400.00
1996	Januari	1.104.000.00	1.800.00	700.00
	Pebruari	1.152.000.00	1.800.00	1.050.00
	Maret	1.200.000.00	2.040.00	2.100.00
	April	1.248.000.00	2.040.00	2.100.00
	Mai	1.296.000.00	1.700.00	1.750.00
	Juni	1.344.000.00	1.700.00	1.400.00
	Juli	1.392.000.00	1.380.00	1.400.00
	Agst	1.440.000.00	1.700.00	1.750.00
	Sept	1.488.000.00	1.800.00	2.590.00
	Okto	1.536.000.00	1.800.00	1.400.00
	Nov	1.584.000.00	2.040.00	2.100.00
	Dek	1.632.000.00	1.700.00	1.750.00
1997	Januari	1.680.000.00	2.040.00	350.00
	Pebruari	1.728.000.00	1.800.00	1.050.00
	Maret	1.776.000.00	2.040.00	2.100.00
	April	1.824.000.00	1.800.00	1.400.00
	Mai	1.872.000.00	1.700.00	1.400.00
	Juni	1.920.000.00	2.360.00	1.400.00
	Juli	1.968.000.00	2.700.00	2.940.00
	Agst	2.016.000.00	2.060.00	3.150.00
	Sept	2.064.000.00	2.836.00	2.940.00
	Okto	2.112.000.00	2.060.00	2.450.00
	Nov	2.160.000.00	2.720.00	2.800.00
	Dek	2.208.000.00	3.536.00	3.640.00
1998	Januari	2.256.000.00	1.380.00	1.400.00
	Pebruari	2.304.000.00	1.800.00	2.800.00
	Maret	2.352.000.00	1.800.00	2.400.00
	April	2.400.000.00	1.800.00	1.400.00
	Mai	2.448.000.00	1.860.00	1.400.00

Jan	960.000,00	3.720,00	2.900,00
Feb	1.000.000,00	3.860,00	2.940,00
Agst	960.000,00	3.720,00	2.800,00
Sept	960.000,00	3.720,00	2.800,00
Ok	1.030.000,00	3.950,00	3.150,00
Nov	1.320.000,00	3.740,00	3.850,00
Des	1.200.000,00	3.400,00	3.500,00

2002 Jan	430.000,00	1.750,00	400,00
Feb	600.000,00	1.700,00	50,00
Mar	720.000,00	2.040,00	2.100,00
Apr	543.000,00	1.836,00	1.200,00
Mei	840.000,00	1.360,00	2.450,00
Juni	640.000,00	2.580,00	2.450,00
Juli	880.000,00	2.516,00	2.500,00
Agst	860.000,00	2.720,00	2.800,00
Sept	60.000,00	2.720,00	2.800,00
Ok	000,00	3.264,00	3.350,00
Nov	000,00	3.400,00	3.800,00
Des	000,00	2.554,00	2.660,00

Isa dan Semen Gresik

yang digunakan 3/4" 1" 1"

1. Untuk ... kapasitas 50 ton
 2. ... 1000 m³
 3. ... antara 2.000 m³ - 6.000 m³
 4. ... kapasitas 7 m³

5. ... menurut harga kontrak
 6. ... pada tahun 1990 rata-rata berkisar antara 5 - 10
 7. ... tahun 1998 rata-rata berkisar antara 5 - 10
 8. ... tahun 1998 rata-rata berkisar antara 5 - 10

9. ... dari harga kontrak
 10. ... Rp/m³
 11. ... Rp/m³

12. ...
 13. ...
 14. ...



LAMPIRAN 3

Lampiran Hasil perhitungan standar deviasi untuk material

Semen		Pasir		Split	
x	x ²	x	x ²	x	x ²
82.3556	6782.4373	1754.5000	3078270.2500	1762.0000	3104644.0000
82.3556	6782.4373	1659.2500	2753110.5625	1759.0000	3094081.0000
83.9023	7039.5988	1754.5000	3078270.2500	1762.0000	3104644.0000
78.2701	6126.2041	1706.8750	2913422.2656	1760.5000	3099360.2500
85.3948	7292.2644	1706.8750	2913422.2656	1760.5000	3099360.2500
74.1044	5491.4637	1730.6875	2995279.2227	1761.2500	3102001.5625
86.8994	7551.5041	1706.8750	2913422.2656	1760.5000	3099360.2500
69.9279	4889.9086	1718.7813	2954208.9854	1760.8750	3100680.7656
88.3721	7809.6299	1718.7813	2954208.9854	1760.8750	3100680.7656
65.7904	4328.3749	1712.8281	2933780.1858	1760.6875	3100020.4727
89.7633	8057.4476	1718.7813	2954208.9854	1760.8750	3100680.7656
61.7420	3812.0791	1715.8047	2943985.7256	1760.7813	3100350.6104
900368.9956	75963.3498	424547029.9781	35385589.9495	446470296.8994	37205864.6924

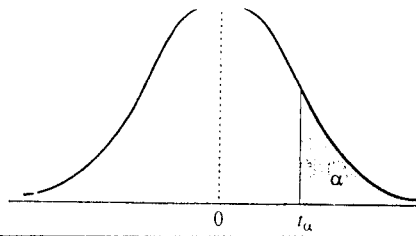
31.87402283

686.8989023

704.3282033



Tabel L.4* Nilai kritis distribusi-t



ν	α				
	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	1,313	1,701	2,048	2,267	2,763
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
inf.	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

*) Dari tabel 4 R.A. Fisher, *Statistical Methods for Research Workers*, diterbitkan oleh Oliver & Boyd, Edinburgh, seizin pengarang dan penerbit.