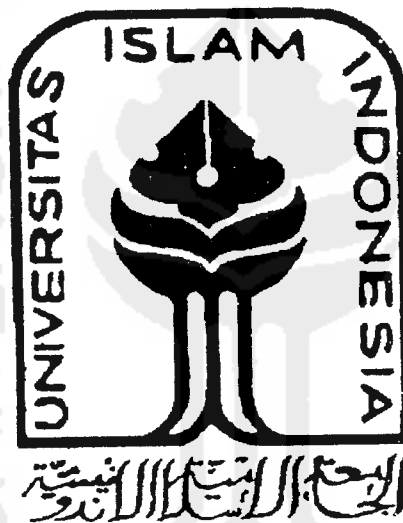


**MANAJEMEN PERSEDIAAN MATERIAL DENGAN  
METODE *ECONOMIC ORDER QUANTITY* (EOQ) DIDUKUNG  
METODE PERAMALAN (*Forecasting*) PADA INDUSTRI  
BETON JADI (*Readymix*)  
(Studi Kasus pada PT. Varia Usaha Beton Semarang)**



Disusun Oleh :

SUGIARTO 96 310 299

HARRY YUDHO P. 97 511 393

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

**2003**

**MANAJEMEN PERSEDIAAN MATERIAL DENGAN METODE  
ECONOMIC ORDER QUANTITY (EOQ) DIDUKUNG METODE  
PERAMALAN (*Forecasting*) PADA INDUSTRI  
BETON JADI (*Readymix*)  
(Studi Kasus pada PT. Varia Usaha Beton Semarang)**

Disusun Oleh :

Nama : Sugiarto

Nama : Harry Yudho Pratomo

No. Mhs : 96 310 299

No. Mhs: 97 511 393

Nirm : 960051013114120258

Nirm : 970051013114120318

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Ir. Harbi Hadi, MT

Dosen Pembimbing I

Tanggal: 29/12/03

Ir. Zaenal Arifin, MT

Dosen Pembimbing II

Tanggal: 29/12/03

*SKRIPSI INI KAMI PERSEMBAHKAN*

*Bismillahirrahmanirrahiim*

*Kepada  
Bapak dan Ibu Kami tercinta  
atas segala kasih sayang, do'a dan pengorbanan yang diberikan selama ini  
Keluarga besar Kami dan semua pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan  
satu persatu  
Atas segala bantuan dan motivasi yang diberikan*

*Wassalam*

|         |   |    |
|---------|---|----|
| BAB III | LANDASAN TEORI  |    |
| 3.1     | Umum  | 9  |
| 3.1.1   | Persediaan  | 10 |
| 3.1.2   | Manajemen Persediaan                                      | 11 |
| 3.2     | Perencanaan Produksi                                      | 11 |
| 3.2.1   | Faktor-faktor yang mempengaruhi -<br>Perencanaan Produksi | 12 |
| 3.2.2   | Perencanaan Bahan Baku                                    | 14 |
| 3.2.3   | Perencanaan Peralatan                                     | 14 |
| 3.2.4   | Perencanaan Sumber Daya Manusia                           | 15 |
| 3.3     | Proses Produksi   | 16 |
| 3.3.1   | Sistem Produksi   | 16 |
| 3.3.2   | Siklus Produksi   | 17 |
| 3.4     | Teori Persediaan  | 18 |
| 3.4.1   | Manajemen Persediaan Pada Perusahaan Beton Jadi           | 18 |
| 3.5     | Teori Peramalan   | 20 |
| 3.5.1   | Metode Peramalan  | 21 |
| 3.5.2   | Pendekatan Peramalan                                      | 23 |
| 3.5.2.1 | Pendekatan Kualitatif                                     | 23 |
| 3.5.2.2 | Pendekatan Kuantitatif                                    | 23 |
| 3.5.3   | Pemilihan Penggunaan Metode Peramalan                     | 32 |
| 3.5.4   | Keakuratan dan Kontrol Peramalan                          | 34 |
| 3.6     | Metode Economic Order Quantity                            | 36 |



|                    |  |     |
|--------------------|--|-----|
| 5.7.2              | Biaya Pemesanan  | 70  |
| 5.7.3              | Biaya Penyimpanan  | 70  |
| 5.8                | Penentuan Jumlah Pesanan Optimum   | 71  |
| 5.9                | Penentuan Cadangan Penyangga   | 72  |
| 5.9.1              | Perhitungan Standar Deviasi  | 72  |
| 5.9.2              | Perhitungan Cadangan Penyangga   | 72  |
| 5.10               | Penentuan Titik Pemesanan Kembali  | 78  |
| 5.11               | Penentuan Siklus Pemesanan   | 79  |
| 5.12               | Penentuan Total Biaya Pemesanan  | 79  |
| 5.12.1             | Total Biaya Persediaan Material Semen  | 80  |
| 5.12.2             | Total Biaya Persediaan Material Pasir  | 82  |
| 5.12.3             | Total Biaya Persediaan Material Split  | 85  |
| BAB VI. PEMBAHASAN |  |     |
| 6.1                | Umum   | 89  |
| 6.2                | Obyek Penelitian   | 89  |
| 6.3                | Analisis Data  | 90  |
| 6.3.1              | Peramalan  | 90  |
| 6.3.2              | Kontrol Hasil Peramalan  | 91  |
| 6.3.3              | Analisa Persediaan   | 92  |
| 6.4                | Pengendalian Persediaan Material Pada -<br>Perusahaan PT. Varia Usaha Beton Semarang | 102 |

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 3.1 Sistem Produksi Industri Beton Jadi
- Gambar 3.2 Grafik Metode Deret Berkala
- Gambar 3.3 Peta Kontrol Peramalan
- Gambar 3.4 Bagan Alir Sistem Pemesanan Jumlah Tetap
- Gambar 4.1 Flowchart Metodologi Penelitian
- Gambar 5.1 Hasil Plot Data Pemakaian Material Semen
- Gambar 5.2 Hasil Plot Data Pemakaian Material Pasir
- Gambar 5.3 Hasil Plot Data Pemakaian Material Split
- Gambar 5.4 Peta Kontrol Kesalahan Peramalan Semen
- Gambar 5.5 Peta Kontrol Kesalahan Peramalan Pasir
- Gambar 5.6 Peta Kontrol Kesalahan Peramalan Split
- Gambar 6.1 Tingkat Persediaan Material Semen
- Gambar 6.2 Tingkat Persediaan Material Pasir
- Gambar 6.3 Tingkat Persediaan Material Split

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Kartu Peserta Tugas akhir
- Lampiran 2 Perhitungan Peramalan
- Lampiran 3 Surat Keterangan Penelitian
- Lampiran 4 Tabel Distribusi t



## INTISARI

Dunia konstruksi sebagai bagian dari perekonomian Indonesia yang mendukung tumbuhnya berbagai sarana dan prasarana dituntut untuk terus meningkatkan kualitasnya dalam segala hal, tidak terkecuali industri beton jadi yang merupakan bagian dari dunia konstruksi. Salah satu aspek penting dalam industri beton jadi adalah aspek pengendalian persediaan material bahan baku beton jadi sebagai fungsi dari manajemen logistik.

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung persediaan bahan baku beton jadi yang optimal dengan biaya seminimal mungkin menggunakan metode peramalan (*forecasting*) dan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) di PT. Varia Usaha Beton Semarang.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pemakaian material selama 5 tahun terakhir (1998-2002) di PT. Varia Usaha Beton Semarang. Terdapat dua pertanyaan mewakili terjaminnya persediaan yang optimal, yaitu kapan mengadakan pemesanan (*reorder point*) dan seberapa banyak material yang akan dibutuhkan di masa yang akan datang. Untuk menjawab dua pertanyaan itu, maka dimulai dari menganalisis seberapa banyak material yang akan dibutuhkan dimasa yang akan datang dengan dibantu metode peramalan program *Quantitative System* ver. 3.0. analisis tersebut menghasilkan peramalan yang diasumsikan sebagai laju rata-rata pemakaian material per bulan selama satu tahun ke depan, yaitu untuk semen sebesar 456,8009 ton, untuk pasir sebesar 1801,325 m<sup>3</sup> dan split sebesar 2826,352 m<sup>3</sup>. Data ini kemudian dianalisis dengan metode EOQ untuk menentukan jumlah cadangan penyangga, jumlah pesanan optimum, titik pemesanan kembali dan siklus pemesanan.

Dari hasil penelitian untuk masa pengendalian material satu tahun ke depan, untuk material semen jumlah cadangan penyangga 533,215 ton, pesanan optimum sebesar 69,100 ton, titik pemesanan kembali sebesar 563,668 ton dengan siklus pemesanan 84 kali, untuk material pasir jumlah cadangan penyangga 1983,543 m<sup>3</sup>, pesanan optimum sebesar 181,019 m<sup>3</sup>, titik pemesanan kembali sebesar 2160,408 m<sup>3</sup> dengan siklus pemesanan 108 kali, untuk material split jumlah cadangan penyangga 3417,432 m<sup>3</sup>, pesanan optimum sebesar 170,258 m<sup>3</sup>, titik pemesanan kembali sebesar 3710,132 m<sup>3</sup> dengan siklus pemesanan 180 kali. Hasil tersebut dapat memberikan biaya total persediaan yang minimal, sehingga dapat disimpulkan metode EOQ dapat digunakan untuk menentukan metode pengaturan material di perusahaan beton jadi PT. Varia Usaha Beton Semarang.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Dunia konstruksi dewasa ini semakin menunjukkan kemajuan yang signifikan, baik dari segi kuantitas maupun kualitas konstruksi yang dihasilkan oleh para teknisi sipil. Pertumbuhan ekonomi Indonesia setelah krisis moneter mulai membaik, keadaan ini mendukung persaingan di segala bidang semakin kompetitif. Dunia konstruksi sebagai bagian dari perekonomian Indonesia mendukung tumbuhnya berbagai sarana dan prasarana dituntut pula untuk terus meningkatkan kualitasnya dalam segala hal.

Industri beton jadi (*readymix*) merupakan terobosan dari pakar-pakar konstruksi dalam pengelolaan beton yang mampu melayani kebutuhan beton yang diinginkan saat ini, yaitu kualitas adukan beton yang terjamin dan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Salah satu aspek yang sangat penting dalam industri beton jadi adalah pengadaan bahan baku (*inventory*), karena masalah *inventory* mempunyai efek langsung terhadap keuntungan perusahaan, dalam hal ini adanya penanaman investasi dalam *inventory* yang berupa pembelian material dan proses penyimpanan. Perusahaan beton jadi merupakan perusahaan yang bersifat *made to order*, yaitu perusahaan yang melakukan proses produksi hanya pada saat ada

pemesanan. Dengan kondisi seperti itu, maka pengaturan penyediaan material bahan baku sangat penting untuk diperhatikan.

Yang perlu diperhatikan dalam aspek pengadaan material adalah pengendalian persediaan material. Dalam hal ini sering terjadi penumpukan material (*over stock material*) atau kekurangan material (*under stock material*), yang disebabkan oleh terbatasnya sumber daya yang ada antara lain: kapasitas tempat penyimpanan / gudang yang dimiliki, ketersediaan material yang dibutuhkan. Kondisi *under stock* akan mengakibatkan perusahaan tidak dapat memenuhi pesanan yang datang, sehingga dapat saja perusahaan jadi kehilangan konsumen. Sedang kondisi *over stock*, akan mengakibatkan beban pembiayaan perusahaan hanya terkonsentrasi pada penyimpanan material bahan baku. Belum lagi apabila diperhitungkan dengan resiko kerusakan material, maka kerugian akan berlipat.

Berdasarkan hal diatas, maka perlu kiranya suatu manajemen persediaan material yang baik, sehingga diharapkan kebijaksanaan persediaan bahan baku/sistem persediaan dapat digunakan untuk menetapkan dan menjamin tersedianya bahan baku dalam kuantitas dan waktu yang tepat, sehingga kebutuhan bahan baku dapat selalu terpenuhi dengan biaya persediaan minimal.

## 1.2 Pokok Masalah

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

### 1.3 Tujuan Penelitian

Mendapatkan besarnya jumlah cadangan penyangga (*buffer stock*), titik pemesanan kembali (*reorder point*), jumlah pesanan optimal dan siklus pemesanan kembali untuk material semen, pasir dan kerikil pada industri beton jadi dengan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) yang didukung metode peramalan (*forecasting*).

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- A. Bagi penyusun:
  - 1. Mendapatkan pengetahuan tentang industri beton jadi
  - 2. Dapat mengetahui cara pengendalian persediaan material bahan baku yang optimal pada industri beton jadi, yang berguna pada saat bekerja dalam bidang yang sama.
- B. Bagi perusahaan beton jadi
  - 1. Mendapatkan metode pengendalian persediaan yang optimal.
  - 2. Kebutuhan material bahan baku untuk industri beton jadi dapat selalu terpenuhi dengan biaya seminimal mungkin.
  - 3. Harga beton jadi untuk tiap unitnya ( $m^3$ ) dapat ditekan sehingga hasil produksi beton jadi dapat bersaing di pasaran.

C. Bagi pendidikan teknik sipil:

1. Memberi masukkan khususnya dalam bidang manajemen konstruksi bahwa metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dapat dipakai untuk pengendalian persediaan material.
2. Mendapatkan pengetahuan bahwa dalam industri beton jadi bukan hanya hal teknis yang terutama berkaitan dengan beton itu sendiri tetapi ada hal lain yang mendukung proses produksi yaitu mengenai metode pengendalian persediaan material.

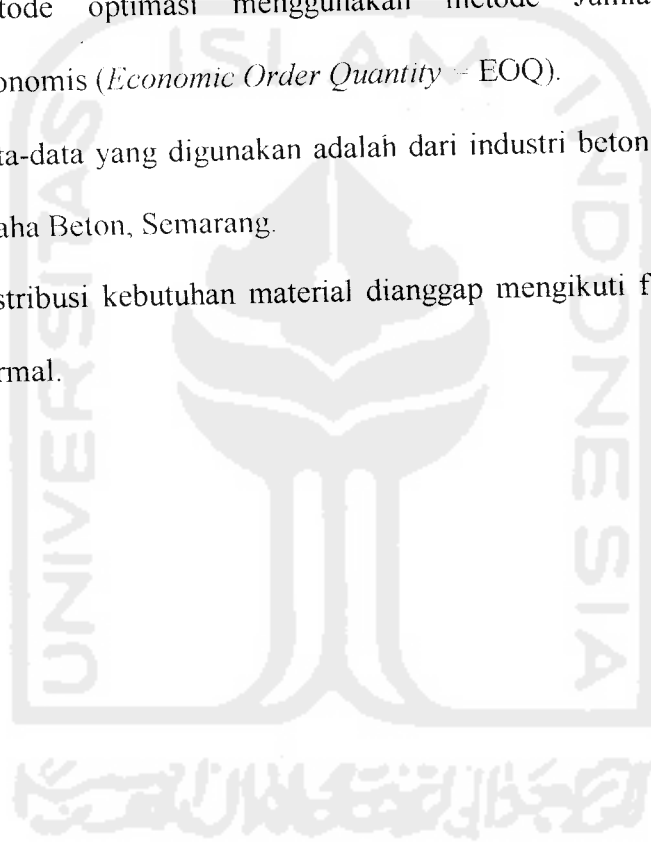
### **1.5 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini diberikan batasan masalah yang akan dibahas agar tidak terlalu luas sehingga tidak akan menyimpang dari tujuan penelitian itu sendiri. Batasan-batasannya adalah :

- a. Material yang ditinjau hanya semen, pasir dan split sebagai komponen yang dominan dalam beton.
- b. Penentuan distribusi material diperoleh dari data pemakaian material untuk menghasilkan beton dalam jangka waktu 5 tahun, antara tahun 1998-2002.
- c. Ketersediaan material yang dibutuhkan diperhitungkan berdasarkan selang waktu antara pemesanan dengan pengiriman material atau material tiba sampai di tempat penyimpanan.
- d. Material bahan baku diasumsikan selalu tersedia di pasaran.



- e. Harga satuan yang digunakan sebagai variabel adalah harga yang berlaku pada kontrak saat ini.
- f. Peramalan jumlah material yang akan dibutuhkan pada waktu yang akan datang menggunakan program QS (*Quantitative System*) ver. 3.0.
- g. Metode optimasi menggunakan metode Jumlah Pemesanan Ekonomis (*Economic Order Quantity* - EOQ).
- h. Data-data yang digunakan adalah dari industri beton jadi PT. Varia Usaha Beton, Semarang.
- i. Distribusi kebutuhan material dianggap mengikuti fungsi distribusi normal.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini juga digunakan tinjauan pustaka dari penelitian-penelitian yang pernah dilakukan yaitu, Kushartanto dan Junaedik (2000), Nugroho Hari Wisuda dan Dwianto Wahyu Rachmawan (2002), Dave Piasecki (2001) yang terdapat dalam majalah *Solutions* dan penelitian oleh John Christian dan Daniel Hachey yang terdapat dalam jurnal ASCE (1992).

##### 1. Kushartanto dan Junaedik (2000)

Penelitian ini mengambil topik “Manajemen persediaan material pada industri beton jadi (*Readymix*)” . Penelitian tersebut yang merupakan studi kasus di PT. Jaya Ready Mix Jogjakarta dan memakai data-data pemakaian material selama tiga tahun (1997-1999). Penelitian tersebut membuktikan bahwa pengendalian persediaan material bahan baku pada PT. Jaya Ready Mix Jogjakarta yang optimal dapat dicapai dengan menerapkan metode *Economic Order Quantity* (EOQ).

## 2. Nugroho dan Dwianto (2002)

Penelitian ini mengambil topik “Penggunaan metode peramalan dalam optimalisasi pengaturan persediaan material pada perusahaan beton jadi (*Readymix*)”. Penelitian tersebut yang merupakan studi kasus di PT. Karya Beton Jogjakarta dan menggunakan data-data pemakaian material selama 4 tahun (1998-2001) yang kemudian data-data tersebut dimasukkan dalam program *Quantitative System*. Penelitian tersebut membuktikan bahwa persediaan material bahan baku pada PT. Karya Beton Jogjakarta yang optimal dapat dicapai dengan menerapkan metode *Economic Order Quantity (EOQ)*.

- ◆ Perbedaan antara penelitian-penelitian yang diatas dengan penelitian yang akan di lakukan adalah, bahwa terdapat perbedaan dalam hal obyek penelitian dan rentang waktu data penelitian yang diambil.

## 3. Dave Piasecki (2001)

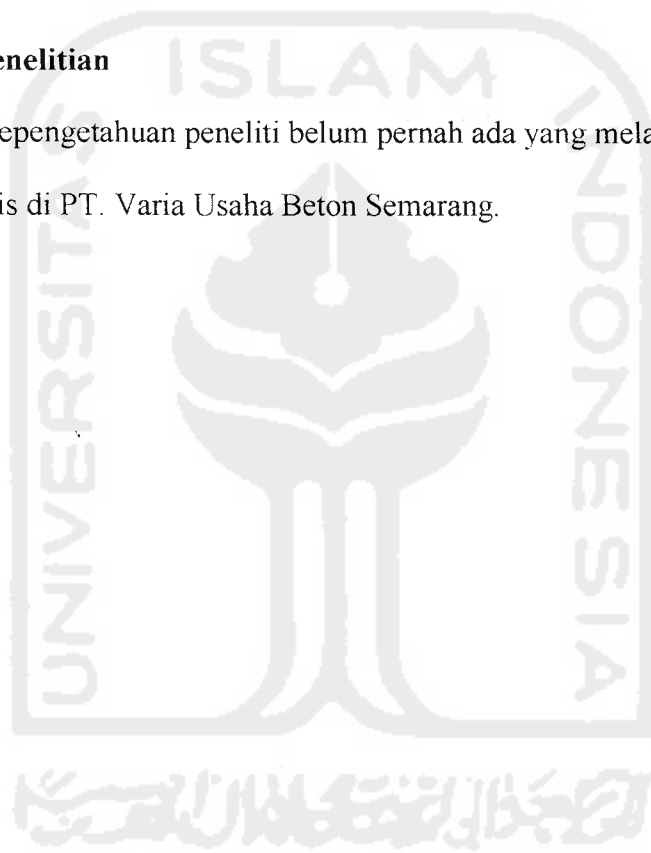
Penelitian tersebut mengambil pokok bahasan “*Optimizing Economic Order Quantity (EOQ)*”. Pada pokok bahasan ini penulis yang merupakan pemilik dari perusahaan *Inventory Operations Consulting LLC* yang bergerak dalam bidang manajemen persediaan material, menjelaskan mengenai metode optimasi yang dipakai untuk pengendalian persediaan material yaitu *Economic Order Quantity (EOQ)*.

4. John Christian dan Daniel Hachey (1992)

Penelitian tersebut mengambil pokok bahasan "*Effects of delay times on production rates in construction*". Pada pokok bahasan ini penulis hanya sekedar memperkenalkan bahwa waktu tunggu dan waktu tunda berpengaruh dalam inefisiensi waktu tingkat produksi dalam proyek konstruksi.

## 2.2 Keaslian Penelitian

Dalam sepengetahuan peneliti belum pernah ada yang melakukan penelitian sejenis di PT. Varia Usaha Beton Semarang.



## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Umum**

Beton jadi pada dasarnya merupakan komposit agregat campuran (halus dan kasar) dan ditambah dengan pasta semen untuk mengikat pasir dan bahan-bahan agregat lain (batu kerikil, basalt dan lain-lain), sama sepertinya halnya dengan adukan beton yang biasa digunakan pada proyek konstruksi perumahan (Gideon, 1996).

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

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

bahan mentah sehingga dihasilkan produk yang memiliki nilai yang lebih baik daripada nilai barang sebelum diproses (Ahyari, 1986).

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

### **3.1.1 Persediaan (*Inventory*)**

Persediaan adalah suatu istilah umum yang menunjukkan segala sesuatu atau sumber daya-sumber daya perusahaan yang disimpan sebagai antisipasi terhadap pemenuhan permintaan (Handoko, 1984). Persediaan senantiasa dijelaskan sebagai penimbunan sia-sia, sebagai persediaan yang berlebihan dan penyebab kegagalan serius dalam bisnis. Persediaan berlebihan juga menyebabkan ketidakstabilan dalam daur perusahaan, pengembangan bisnis menemui jurang dalam persediaan yang gagal.

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

### 3.1.2 Manajemen Persediaan

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

Penyelesaian dengan dua kondisi ekstrim diatas memerlukan biaya yang lebih besar. Karena itu manajemen persediaan perlu dilakukan untuk menganalisa serta mendapatkan tingkat persediaan yang optimum sehingga dapat menekan biaya seminimum mungkin tanpa harus menyimpan persediaan barang yang berlimpah.

### 3.2 Perencanaan Produksi

Perencanaan produksi ini merupakan acuan untuk kegiatan yang harus dilakukan pada proses produksi. Dengan adanya perencanaan yang baik maka

seluruh kegiatan dalam proses produksi dapat dianalisa dan hal-hal yang dapat menghambat ataupun menunjang lancarnya produksi dapat diperkirakan dan dikontrol.

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

### **3.2.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Perencanaan Produksi**

Hal-hal yang dapat mempengaruhi perencanaan produksi :

a. Volume Produksi

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

b. Kapasitas Produksi

Volume yang dihasilkan untuk memenuhi permintaan pasar, perlu pertimbangan mengenai kapasitas produksi perusahaan. Hal ini



sehubungan dengan terbatasnya kemampuan sumber daya yang ada. Dengan pertimbangan kapasitas produksi maka perusahaan akan selalu melihat kemampuan produksinya sebelum menerima atau meluaskan pasarnya. Dengan demikian maka tidak ada pemesan yang dirugikan akibat pelayanan yang kurang memuaskan.

c. Jarak Lokasi Proyek

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

d. Ketersediaan Sumber Material

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

e. Metode Produksi

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

### 3.2.2 Perencanaan Bahan Baku

Bahan baku dari industri beton terdiri dari agregat, semen, air dan bahan tambahan. Kualitas material direncanakan tergantung pada kekuatan yang diminta serta sifat-sifat yang diinginkan. Perencanaannya meliputi penentuan prosedur pemeliharaan untuk menjaga kualitas bahan dan penentuan jenis pengujian bahan.

Sedangkan kuantitas material direncanakan berdasarkan pada volume produksi yang akan dilaksanakan meliputi penentuan stock material, siklus pemesanan dan besarnya jumlah pemesanan.

### 3.2.3 Perencanaan Peralatan

Perencanaan yang dilakukan adalah untuk penentuan jenis peralatan yang dipakai, prosedur pengoperasian, banyaknya peralatan yang akan digunakan dan pemeliharaan peralatan. Penentuan jenis peralatan tergantung pada proyek yang ditangani serta metode produksi yang digunakan, meliputi :

a. Peralatan Penakar (*batcher equipment*)

Peralatan ini berfungsi untuk menampung dan mengukur material beton sebelum dituang ke dalam *mixer*.

b. Peralatan Pencampur Beton (*concrete mixer equipment*)

Peralatan ini terdiri dari silinder yang dapat berputar terhadap porosnya dan didalam silinder ini terdapat sejumlah dayung (*paddle*) yang akan mengaduk campuran beton bila silinder ini berputar. Peralatan pencampur ini dapat berupa peralatan yang bersatu dengan *batcher* yang dikenal

dengan *sentral-mix*, *truck mixer*, atau yang dapat dioperasikan dilokasi proyek.

c. Peralatan Pengangkutan Beton Jadi

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

d. *Loader*

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

Prosedur pengoperasian dimaksudkan untuk menuntun pengoperasian dan pemeliharaan yang berdasarkan rekomendasi dari pembuatnya dan kondisi lingkungan dimana peralatan dioperasikan. Dengan adanya kerusakan peralatan, kecelakaan dan keterlambatan program pelaksanaan dapat dihindari.

### 3.2.4 Perencanaan Sumber Daya Manusia

Salah satu sumber daya perusahaan beton jadi yang paling penting adalah sumber daya manusia, yang meliputi :

a. Operator

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

b. Pengawas Lapangan

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

c. Tenaga Administrasi

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

Sumber daya manusia yang disebutkan diatas merupakan tenaga kerja yang berhubungan langsung dengan proses produksi, meskipun tenaga dibidang lain masih ada., misalnya tenaga keamanan, bagian umum, dan lain-lain.

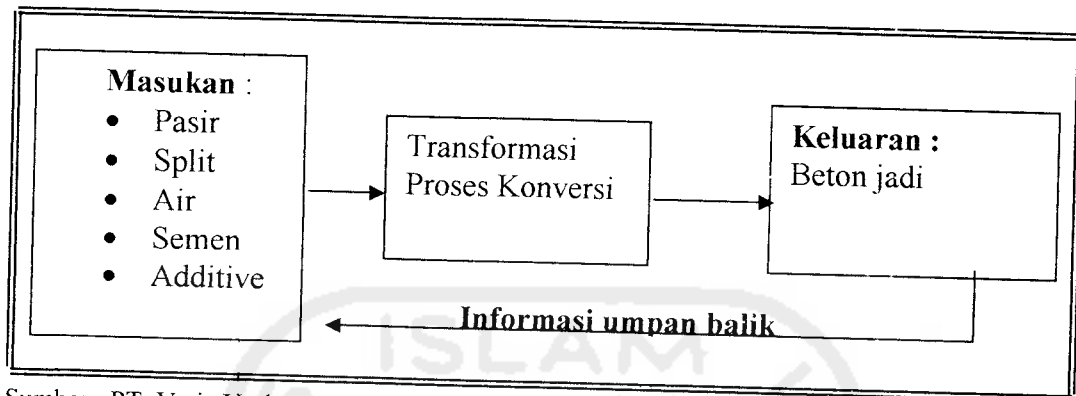
### 3.3 Proses Produksi

Proses produktivitas 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 menagani indusrtri beton jadi .

#### 3.3.1 Sistem Produksi

Sistem produksi merupakan suatu rangkaian rantai produksi yang saling terkait, saling mempengaruhi satu dengan lainnya yang merupakan satu kesatuan pelaksanaan kegiatan, suatu keterkaitan unsur-unsur yang berbeda-beda secara terpadu, menyatu dan menyeluruh dalam menstranformasikan masukan menjadi

keluaran. Secara umum sistem produksi industri beton jadi dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Sumber : PT. Varia Usaha Beton

**Gambar 3.1** Sistem Produksi Industri Beton Jadi

### 3.3.2 Siklus produksi

Siklus produksi dari beton jadi sederhana, sesuai dengan sistem yang digunakan. Dimulai dari persiapan bahan baku (pasir, kerikil, semen, air, bahan penambah serta persiapan peralatan yang 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 Persediaan

#### 3.4.1 Manajemen Persediaan Pada Perusahaan Beton Jadi

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

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

Faktor ketidakpastian waktu datangnya material bahan baku dari *supplier* menyebabkan perusahaan membutuhkan persediaan, agar tidak menghambat proses produksi maupun keterlambatan pengiriman kepada konsumen. Persediaan material bahan baku sangat tergantung kepada *supplier*, persediaan barang dalam proses produksi terikat kepada bagian produksi, sedang persediaan barang jadi terikat pada konsumen. Ketidakpastian waktu datang mengharuskan perusahaan

membuat jadwal operasi secara lebih teliti dan rinci di setiap *level* proses produksi agar dapat terhindar dari resiko keterlambatan *supply* material bahan baku.

Faktor ketidakpastian penggunaan material bahan baku dari dalam perusahaan disebabkan oleh kesalahan-kesalahan dalam peramalan permintaan, kerusakan mesin, keterlambatan dari jadwal operasional secara global ataupun per item, dan kondisi lainnya.

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

Faktor-faktor tersebut diatas juga merupakan dasar pemikiran pengadaan persediaan pada perusahaan beton jadi.

Pada perusahaan persediaan material bahan baku mempunyai fungsi antara lain :

a. Fungsi *Decoupling*

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

b. Fungsi *Economic Lot Sizing*

Melalui penyimpanan persediaan, perusahaan dapat mudah membeli sumber daya dalam kuantitas yang dapat mengurangi biaya per unit.

c. Fungsi Antisipasi

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

### 3.5 Teori Peramalan

Sebelum menentukan pemodelan manajemen persediaan material bahan baku, perusahaan beton jadi 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 merupakan alat bantu yang penting dalam perencanaan yang efektif dan efisien. Peramalan mempunyai peranan langsung pada peristiwa eksternal yang pada umumnya berada di luar kendali manajemen, seperti : ekonomi, sosial, politik, perubahan teknologi, budaya, pemerintahan, pelanggan, pesaing dan lain sebagainya.

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



kecil agar mereka dapat memiliki kekuatan untuk menarik kesimpulan terhadap kejadian yang akan datang.

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

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

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

### **3.5.1 Metode Peramalan**

Banyak jenis metode peramalan yang tersedia untuk manajemen. Namun yang lebih penting adalah bagaimana memahami karakteristik suatu model peramalan agar sesuai bagi pengambilan keputusan. Peramalan yang baik adalah peramalan yang dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah atau prosedur yang

baik. Pada dasarnya ada tiga langkah peramalan yang penting (Assauri, S., 1984), yaitu :

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

### 3.5.2 Pendekatan Peramalan

Pada dasarnya pendekatan peramalan dapat diklasifikasikan menjadi dua pendekatan, yaitu: pendekatan/teknik kualitatif dan pendekatan/teknik kuantitatif.

#### 3.5.2.1 Pendekatan Kualitatif

Pendekatan kualitatif 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 sedikitpun data historis. Yang termasuk pendekatan kualitatif antara lain *market research, consumer surveys, delphi method, sales force composites, executive opinions, historical analogy, panel consensus*.

#### 3.5.2.1 Pendekatan Kuantitatif

Pendekatan kuantitatif meliputi metode deret berkala (*times series*) dan metode kausal. Pendekatan kuantitatif dapat diterapkan dengan syarat:

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

##### a. Metode Deret Berkala (*Time Series*)

Metode deret berkala melakukan prediksi masa yang akan datang berdasarkan data masa lalu. Tujuan peramalan deret berkala ini adalah untuk menentukan pola data masa lalu dan mengekstrakpolasikannya untuk masa yang akan datang.

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 Horizontal

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.

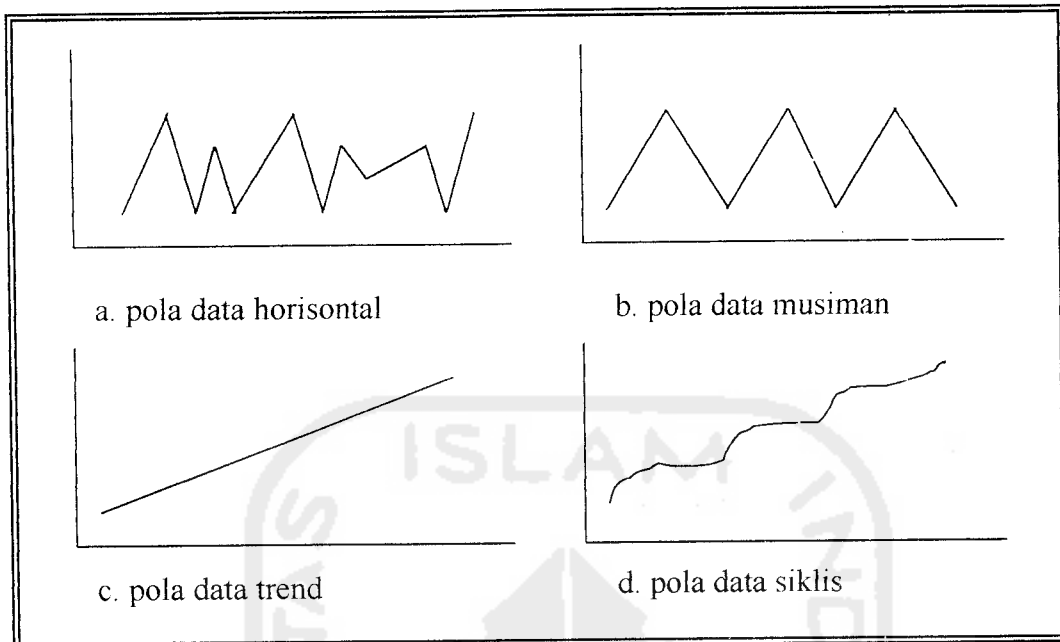
3. Pola Data Trend

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

4. Pola Data Siklus (*Cycle*)

Pola data ini terjadi apabila datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Pola seperti pada pola data musiman. Perbedaannya, pada pola data ini fluktuasi terjadi di sekitar data yang ada.

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



**Gambar 3.2** Grafik metode deret berkala

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

**a. Simple Average**

Persamaan simple average :

$$F_t = A, \text{ atau } F_t = \frac{\sum_{t=1}^n A_t}{n} \dots\dots\dots(3.1)$$

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

Keterangan:  $F_t$  = nilai smoothing untuk periode t

$A_t$  = data aktual untuk periode t

t = waktu/periode tertentu

n = jumlah data waktu

Simple average ini cocok untuk data stasioner dan tidak mengandung unsur trend dan musiman atau pola-pola sistematis lainnya.

### b. Weight Moving Average

Persamaan simple weight moving average :

$$F_t = \frac{\sum W_i A_i}{\sum W_i}, \text{ dimana : } i = t - m + 1 \text{ to } t \dots\dots\dots(3.2)$$

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

Keterangan:  $F_t$  = nilai smoothing untuk periode t

$A_i$  = data aktual untuk periode i

t = waktu/periode tertentu

m = periode rata-rata bergerak

$W_i$  = bobot untuk periode i

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

### c. Moving Average With Linear trend

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

Persamaannya :

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

$$T_t = 12 \sum \left\{ i \cdot A_{t - \left[ \frac{m-1}{2} \right] + i} / m / (m^2 - 1) \right\}, \text{ dimana : } i = -(m-1)/2 \text{ to } (m-1)/2$$

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

Keterangan:  $F_t$  = nilai smoothing untuk periode t

A = rata-rata data aktual

|         |                                    |
|---------|------------------------------------|
| $\tau$  | = waktu dari t                     |
| $\beta$ | = parameter <i>trend smoothing</i> |
| $T_t$   | = <i>trend</i> untuk periode t     |
| m       | = periode rata-rata bergerak       |
| $f_t$   | = peramalan untuk periode t        |

#### d. Single Exponential Smoothing

Persamaan single exponential smoothing :

$$F_o = A_1$$

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

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

|                   |  |
|-------------------|--|
| Keterangan: $F_t$ | = nilai <i>smoothing</i> untuk periode t |
| $A_1$             | = data aktual untuk periode ke-1         |
| t                 | = waktu/periode tertentu                 |
| $f_t$             | = peramalan untuk periode t              |
| $\alpha$          | = parameter <i>smoothing</i> pertama     |

Karakteristik smoothing ini dikendalikan dengan menggunakan faktor smoothing  $\alpha$  yang bernilai antara 0 sampai 1.

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

Metode ini cocok digunakan pada data yang berpola stasioner, tidak mengandung trend atau faktor musiman.

### e. Exponential Smoothing With Linear trend

Persamaan :

$$F_0 = A_1; T_0 = 0$$

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

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

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

Keterangan:  $F_t$  = nilai *smoothing* untuk periode t

$A_t$  = data aktual untuk periode ke-t

t = waktu/periode tertentu

$\alpha$  = parameter *smoothing* pertama

$T_t$  = *trend* untuk periode t

$\beta$  = parameter *trend smoothing*

$f_t$  = peramalan untuk periode t

Konstanta pemulusan ( $\beta$ ) digunakan untuk memuluskan *trend*. Dan pada prinsipnya menyerupai konstanta pemulusan ( $\alpha$ ).

### f. Double Exponential Smoothing

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

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)(F_{t-1}) \dots\dots\dots(3.6)$$

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

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

Keterangan:  $F_t$  = nilai *smoothing* untuk periode t

$A_t$  = data aktual untuk periode ke-t



|          |                               |
|----------|-------------------------------|
| t        | = waktu/periode tertentu      |
| ft       | = peramalan untuk periode t   |
| $\alpha$ | = parameter smoothing pertama |

**g. Double Exponential Smoothing With Linear Trend**

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

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

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

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

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

Keterangan:

|          |  |
|----------|--|
| $F_t$    | = nilai <i>smoothing</i> untuk periode t |
| $A_t$    | = data aktual untuk periode ke-1         |
| t        | = waktu/periode tertentu                 |
| $\tau$   | = waktu dari t                           |
| $\gamma$ | = parameter seasonal <i>smoothing</i>    |
| ft       | = peramalan untuk periode t              |
| $\beta$  | = parameter <i>trend smoothing</i>       |

**h. Adaptive Exponential Smoothing**

$$F'_0 = A_1$$

$$f_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) (F_{t-1}) \dots\dots\dots(3.8)$$

Keterangan:

|       |  |
|-------|--|
| $F_t$ | = nilai <i>smoothing</i> untuk periode t |
| $A_t$ | = data aktual untuk periode ke-1         |
| t     | = waktu/periode tertentu                 |

$f_t$  = peramalan untuk periode t

$\alpha$  = parameter smoothing pertama

### i. Linear Regression

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

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

$$f_t = a + b \cdot t \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan: a = *intersep* dari persamaan garis lurus

b = slope dari garis kecenderungan (dalam kasus ini menunjukkan tingkat perubahan dalam permintaan)

$A_1$  = data aktual untuk periode ke-1

t = waktu/periode tertentu

n = jumlah data waktu

$f_t$  = peramalan untuk periode t

A = rata-rata dari data aktual

### j. Winter's Models

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

dengan metode *Holt*, dengan satu persamaan tambahan untuk mengatasi musiman.

Persamaan tersebut adalah :

$$F_t = \frac{\alpha A_t}{I_{t-m}} + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \dots\dots\dots(3.10)$$

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

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

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

Keterangan:

|          |  |
|----------|--|
| $F_t$    | = nilai <i>smoothing</i> untuk periode t |
| $A_t$    | = data aktual untuk periode t            |
| t        | = waktu/periode tertentu                 |
| $f_t$    | = peramalan untuk periode t              |
| $\alpha$ | = parameter <i>smoothing</i> pertama     |
| $\beta$  | = <i>parameter trend smoothing</i>       |
| $T_t$    | = <i>trend</i> untuk periode t           |
| $\gamma$ | = <i>parameter seasonal smoothing</i>    |
| m        | = <i>periode rata-rata bergerak</i>      |
| $I_t$    | = Indeks <i>seasonal</i> untuk periode t |

#### b. Metode kausal

Mengamsusikan faktor yang diramal memiliki hubungan sebab akibat terhadap beberapa variabel *Independent*. Tujuan metode kausal ini adalah untuk

menentukan hubungan antar faktor dan menggunakan hubungan tersebut untuk meramal nilai-nilai variabel *Dependent* (Assauri S., 1984).

### 3.5.3 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 pola data yang berbeda. Sebagai contoh, teknik *moving average* sangat sesuai untuk pola data yang tidak berubah jika diterapkan pada pola data yang lain. Ia akan mempunyai derajat akurasi yang lebih rendah. Berikut panduan dalam pemilihan teknik-teknik peramalan pada metode *Time Series Forecasting*.

**Tabel 3.6** Panduan pemilihan metode peramalan

|   | Metode   | Pola Data  | Horizon Waktu | Jumlah Data Minimum |         |
|---|--|------------|---------------|---------------------|---------|
|   |  |            |               | Non Musim           | Musiman |
| 1 | Simple Average                                 | St         | Pdk           | 30                  |         |
| 2 | Weighted Moving Average                        | St         | Pdk           | 4 – 20              |         |
| 3 | Moving Average with Linear                     | Tr         | Pdk           | 4 – 20              |         |
| 4 | Single Exponential Smoothing                   | St         | Pdk           | 20                  |         |
| 5 | Exponential Smoothing with Linear trend        | Tr         | Pdk           | 20                  |         |
| 6 | Double Exponential Smoothing                   | St, Tr     | Pdk           | 20                  |         |
| 7 | Double Exponential Smoothing with Linear Trend | Tr         | Pdk           | 20                  |         |
| 8 | Linear Regression                              | Tr         | Mnh           | 20                  |         |
| 9 | Winter's Model                                 | St, Tr, St | Mnh           |                     | 2*L     |

Sumber : Yhi-Long Chang, 1995, Quantitative System 3.0, 5<sup>th</sup> edition, Prentice hall International Inc., Englewood Cliffs, new Jersey.

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

### 3.5.4 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 nilai yang terjadi dan nilai yang diprediksikan. Pengukuran kesalahan sering digunakan untuk mengestimasi apakah metode peramalan yang digunakan sesuai dengan pola permintaan. Berikut rumus kesalahan peramalan :

$$e_t = A_t - F_t \dots\dots\dots(3.11)$$

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

Pengukuran akurasi peramalan dapat dilakukan dengan beberapa cara, sebagai berikut:

#### 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.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|}{n} \dots\dots\dots(3.12)$$

## 2. Mean Square Deviation (MSD)

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

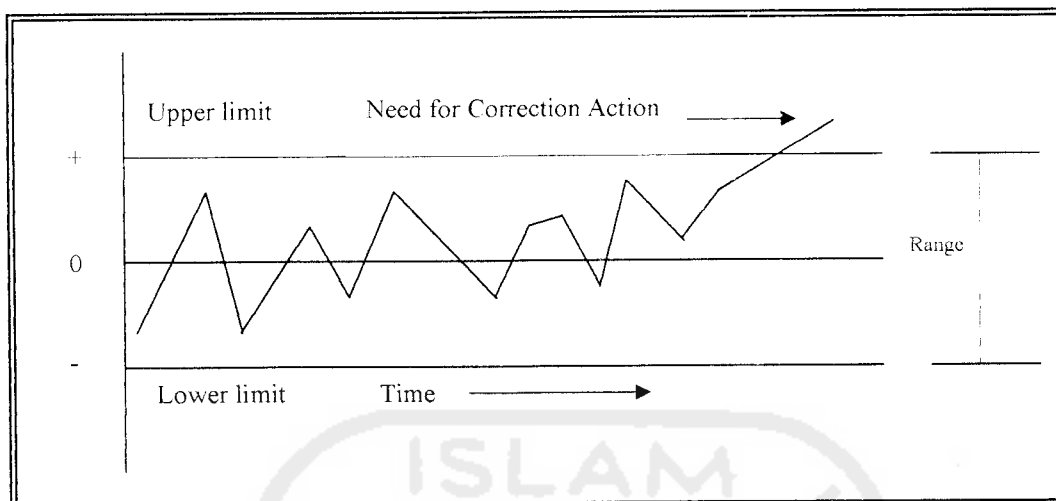
$$\text{MSD} = \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|^2}{n} \dots\dots\dots(3.13)$$

## 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 Bias (Kesalahan rata-rata).

$$\text{Bias} = \sum_{t=1}^n \frac{e_t}{n} \dots\dots\dots(3.14)$$

Memonitor kesalahan peramalan merupakan kegiatan yang perlu dilakukan untuk meyakinkan bahwa peramalan tersebut cukup baik. Setelah nilai kesalahan dihitung, kemudian dipetakan ke dalam peta kontrol, seperti yang terlihat di bawah ini :



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

**Gambar 3.3** Peta kontrol kesalahan peramalan

Pendekatan peta kontrol ini meliputi pasangan batas kontrol, yaitu batas kontrol atas (*Upper limit*) dan batas kontrol bawah (*Lower limit*). Batasan tersebut diperoleh dari pengandaan nilai akar dari MSD. Metode ini mengandung asumsi sebagai berikut :

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

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

$$s = \sqrt{\text{MSD}}$$

sedangkan batas kendali dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\text{UL/LL} = 0 \pm z.s$$

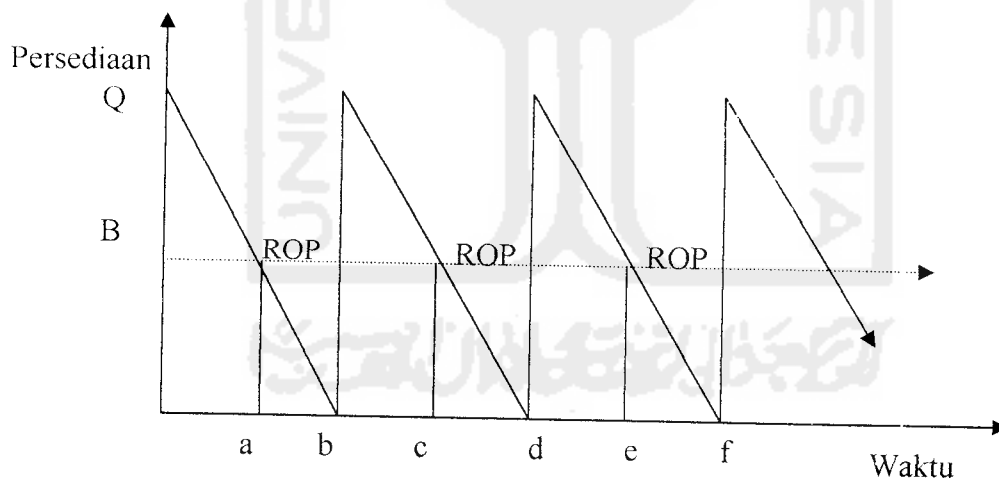
Dengan ketentuan :

- Untuk  $z = 3$ , maka 99% nilai kesalahan diharapkan berada dalam batas kendali
- Untuk  $z = 2$ , maka 95% nilai kesalahan diharapkan berada dalam batas kendali

### 3.6 Metode *Economic Order Quantity* (EOQ)

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 3.4 dibawah ini, dimana  $Q$  adalah jumlah pembelian dan ketika pesanan diterima jumlah persediaan sama dengan  $Q$ . Dengan tingkat penggunaan tetap, persediaan akan habis dalam waktu tertentu dan ketika persediaan hanya tinggal sebanyak kebutuhan selama tenggang waktu, pemesanan kembali (*Reorder Point* = ROP) harus dilakukan.



Dimana :  $Q$  = jumlah pemesanan,  $B$  = reorder point,  
 $ac = ce =$  interval pemesanan,  $ab = cd = ef =$  tenggang waktu

**Gambar 3.4** Model Persediaan



a. Penentuan Titik Pemesanan Kembali (*Reorder Point*)

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 waktu pemesanan dan waktu datangnya material tersebut.

$$\mathbf{ROP = B_m + \beta.L} \dots\dots\dots(3.15)$$

dimana : ROP = titik pemesanan kembali  
 $B_m$  = cadangan penyangga  
 $\beta.L$  = pemakaian kebutuhan selama masa tenggang waktu

b. Cadangan penyangga (*Buffer Stock*)

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.

$$\mathbf{B_m = \beta + (1-p).S_d - \beta L} \dots\dots\dots(3.16)$$

dimana : p = tingkat resiko yang diijinkan  
 $B_m$  = cadangan penyangga  
 $\beta L$  = konsumsi material selama waktu L  
 L = lead time, yaitu selang waktu antara pemesanan dan tiba dilokasi  
 $\beta$  = rata-rata kebutuhan  
 $S_d$  = standar deviasi

c. Penentuan Jumlah Pesanan Optimum

$$\mathbf{Y_{opt} = \sqrt{\frac{2 * S_m * (\beta * n)}{H_m}}} \dots\dots\dots(3.17)$$

dimana :  $Y_{opt}$  = jumlah pesanan optimum  
 $S_m$  = besar biaya untuk satu kali pemesanan  
 $H_m$  = Besar biaya penyimpanan

$\beta$  = Rata-rata kebutuhan  
 $n$  = Waktu pengendalian

d. Penentuan Siklus Pemesanan

$$N = \frac{\beta * n - Bm}{Y_{opt}} \dots \dots \dots (3.18)$$

dimana :  $N$  = siklus pemesanan  
 $\beta$  = kebutuhan rata-rata  
 $n$  = waktu tertentu  
 $Bm$  = cadangan penyangga

e. Tingkat Layanan (*Service Level*)

*Service level* dapat di definisikan sebagai probabilitas dimana 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

### 3.6.1 Sistem Pemesanan Jumlah Tetap

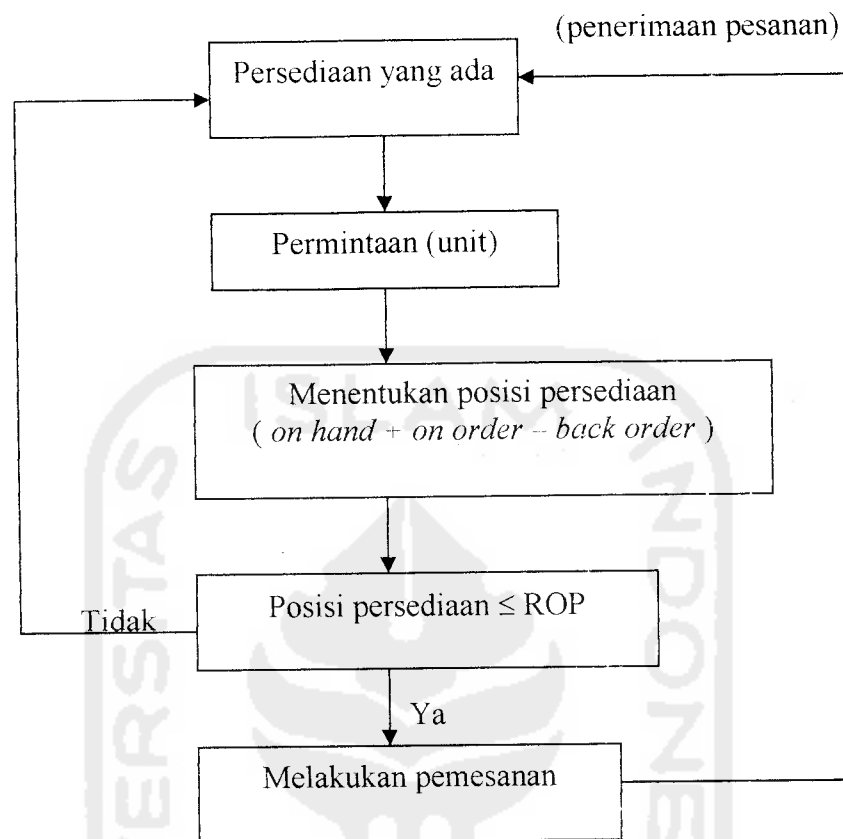
Informasi yang dibutuhkan untuk menentukan kebijakan persediaan optimum adalah parameter sebagai berikut: Permintaan, Biaya persediaan, Tenggang waktu.

Dalam sistem jumlah pemesanan tetap ini, semua parameter diatas dapat diasumsikan secara pasti, dengan kata lain jumlah permintaan dan biaya

persediaan diasumsikan secara pasti. Demikian pula halnya terhadap tenggang waktu pemesanan juga konstan.

Pertanyaan mendasar yang harus dijawab dalam sistem persediaan adalah “Berapa banyak?” dan “Kapan?” melakukan pemesanan kembali. Untuk menjawab pertanyaan tersebut sangat tergantung pada parameter-parameter diatas ( Tersine, J. Richard, 1994).





Gambar 3.5 Bagan alir sistem pemesanan jumlah tetap

## BAB IV

### METODA PENELITIAN

#### 4.1 Data Penelitian

##### 1. Data Primer

- a. Observasi yaitu pengamatan langsung ke lapangan pada proyek yang diamati.
- b. Wawancara yaitu dengan cara tanya jawab secara langsung dilapangan.

##### 2. Data Sekunder

- a. Kapasitas gudang yang tersedia.
- b. Data mengenai pemakaian material selama lima tahun, mulai tahun 1998-2002.
- c. Waktu pemesanan sampai tiba dilokasi (*lead time*).
- d. Harga material.
- e. Jenis material
- f. Studi Literatur

#### 4.2 Pengumpulan Data Penelitian

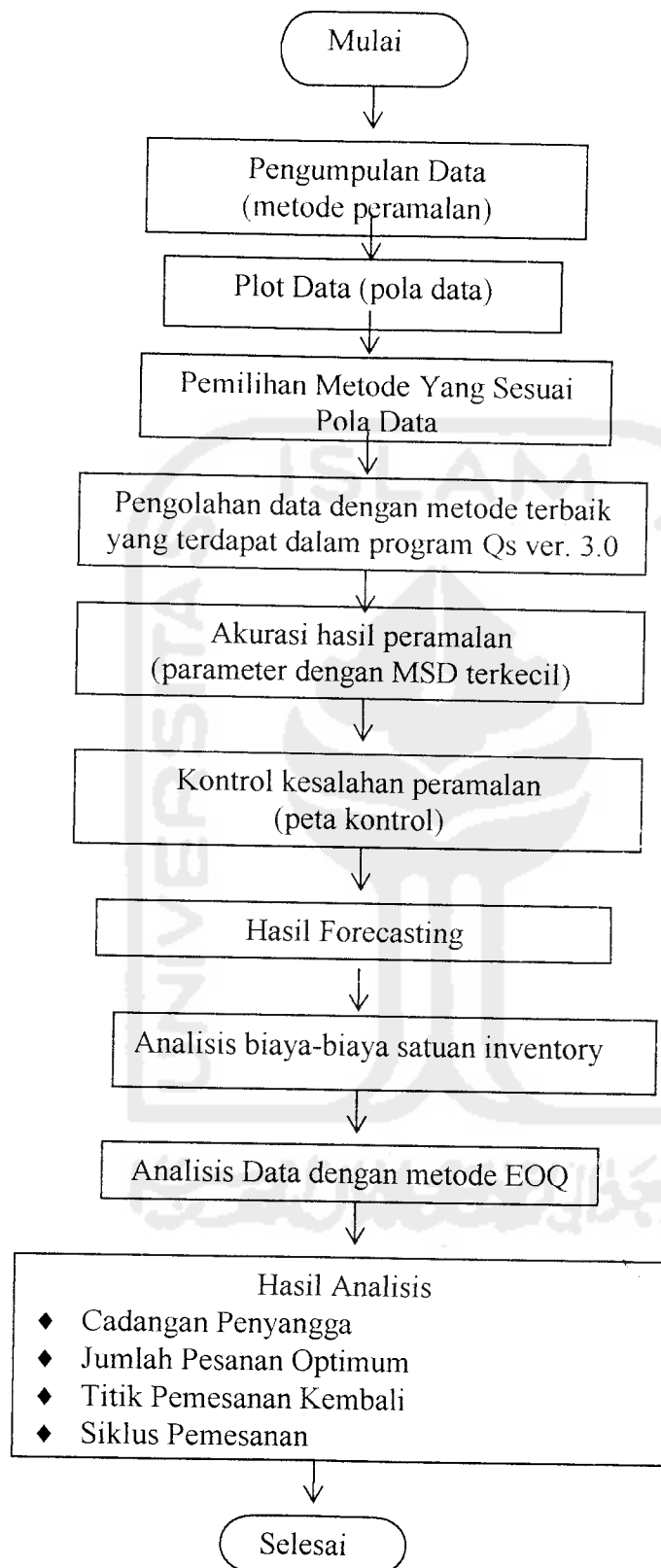
Pengumpulan data adalah suatu cara atau proses pengadaan data bagi kepentingan penelitian. Pengumpulan data ini sangat penting karena data yang terkumpul itu akan dibuat analisis, evaluasi dan diambil kesimpulan sebagai hasil dari suatu penelitian.

Pengumpulan data diperoleh melalui informasi dari orang-orang yang berkaitan dengan industri beton jadi, dalam hal ini karyawan PT. Varia Usaha Beton Semarang.

#### **4.3 Analisis Data**

Analisis data dilakukan setelah data yang diperoleh terkumpul seluruhnya. Kemudian dari data-data yang terkumpul tadi dianalisis dengan metode peramala dengan menggunakan program *Quantitative System Ver. 3.0* untuk menentukan perkiraan kebutuhan rata-rata material selama jangka waktu 1 tahun ke depan yang dilanjutkan dengan metode *Economic Order Quantity* untuk menentukan ; titik pemesanan kembali, cadangan penyangga, jumlah pesanan optimum dan siklus pemesanan material.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada flowchart dibawah ini :



**Gambar 4.1** Flowchart Metoda Penelitian

## BAB V

### ANALISIS DATA

#### 5.1 Kapasitas Produksi

Produksi beton yang dihasilkan PT. Varia Usaha Beton terdiri dari beberapa kualitas. Sampai saat ini kualitas beton jadi yang bisa dilayani adalah sampai kualitas K-500.

Kemampuan produksi dari PT. Varia Usaha Beton, menurut keterangan dari pihak perusahaan adalah rata-rata sebesar 15000 m<sup>3</sup> per bulan, kemampuan produksi sebesar itu dirasakan masih dapat memenuhi pesanan untuk memasok kebutuhan beton jadi dengan jumlah besar untuk beberapa proyek dalam waktu yang bersamaan.

Untuk tempat penyimpanan semen (silo) mempunyai kapasitas 600 ton yang terdiri dari 6 buah silo. Kapasitas tersebut sudah dapat memenuhi kebutuhan semen yang diperlukan dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan untuk material agregat (pasir dan split), tidak memerlukan gudang penyimpanan, hanya merupakan lahan terbuka sebagai media penyimpanan dengan kapasitas maksimum tempat penyimpanan untuk material pasir adalah 3000 m<sup>3</sup> dan material split adalah 4000 m<sup>3</sup>.



Adapun kapasitas dari peralatan yang digunakan cukup memenuhi untuk menghasilkan beton jadi dalam jumlah yang besar, karena sistem yang digunakan pada proses produksinya adalah pengadukan dengan menggunakan *mixer truck*, sehingga kapasitasnya dipengaruhi oleh banyaknya jumlah *mixer truck* yang dimiliki oleh perusahaan yang bersangkutan sebanyak 15 buah dengan kapasitas masing-masing  $5 \text{ m}^3$ -  $7,5 \text{ m}^3$ , sedangkan peralatan yang digunakan pada proses produksinya adalah :

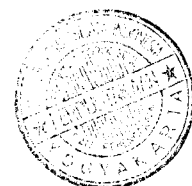
- a. 1 buah *batching plant* dengan sistem *single material batcher*, kapasitasnya dipengaruhi oleh kapasitas silo.
- b. 1 buah *loader* untuk mempersiapkan material agregat di *batching plant*.

## 5.2 Pengadaan Material

### 5.2.1 Semen

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

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



### 5.2.2 Agregat

Kebutuhan pasir untuk produksi ini dipasok dari penyalur PT. Langsa, sedangkan kebutuhan split dipasok dari penyalur PT. Musika. Adapun jenis agregat yang digunakan adalah pasir, split dengan ukuran diameter minimum 0,5 mm, maksimum 30 mm. Agregat tersebut diambil dari dua tempat yaitu pasir dari Muntilan, split dari Jepara.

### 5.3 Analisis Biaya-biaya Satuan Inventory

#### 1. Biaya pembelian material menurut harga kontrak (C)

Semen : Rp. 265.000,00 / ton.

Pasir : Rp. 30.000,00 / m<sup>3</sup>

Split : Rp. 55.000,00 / m<sup>3</sup>

#### 2. Biaya pemesanan (Sm)

Biaya pemesanan material termasuk didalamnya biaya untuk telepon, angkutan dan tenaga, selama proses pengangkutan material sampai tiba di tempat.

Semen : Rp. 55.000,00

Pasir : Rp. 15.000,00

Split : Rp. 15.000,00

#### 3. Biaya Penyimpanan (Hm)

Diasumsikan bahwa bunga yang berlaku selama masa pengendalian sebesar 5% per bulan.

$$Hm = 5\% * C \dots\dots\dots (5.1)$$

### 5.3.1 Cadangan Penyangga (Bm)

$$B_m = \beta + (1-p).SD - \beta L \dots\dots\dots(5.2)$$

dimana : p = tingkat resiko yang diijinkan  
 B<sub>m</sub> = cadangan penyangga  
 βL = konsumsi material selama waktu L  
 L = lead time, yaitu selang waktu antara pemesanan dan tiba dilokasi  
 β = rata-rata kebutuhan  
 SD = standar deviasi

### 5.3.2 Penentuan Jumlah Pesanan Optimum (y<sub>opt</sub>)

$$Y_{opt} = \sqrt{\frac{2 * S_m * (\beta * n)}{H_m}} \dots\dots\dots(5.3)$$

dimana : Y<sub>opt</sub> = jumlah pesanan optimum  
 S<sub>m</sub> = besar biaya untuk satu kali pemesanan  
 H<sub>m</sub> = besar biaya penyimpanan  
 β = rata-rata kebutuhan  
 n = waktu pengendalian

### 5.3.3 Penentuan Titik Pemesanan Kembali (ROP)

$$ROP = B_m + \beta.L \dots\dots\dots(5.4)$$

dimana : ROP = titik pemesanan kembali  
 B<sub>m</sub> = cadangan penyangga  
 β.L = pemakaian kebutuhan selama masa tenggang waktu

### 5.3.4 Penentuan Siklus Pemesanan

$$N = \frac{\beta * n - B_m}{Y_{opt}} \dots\dots\dots(5.5)$$

dimana : N = siklus pemesanan  
 β = kebutuhan rata-rata  
 n = waktu pengendalian  
 B<sub>m</sub> = cadangan penyangga

### 5.3.5 Tingkat Layanan (*Service Level*)

Service Level = 100% - resiko kehabisan persediaan (*Stock out risk*)

### 5.4 Pembacaan Pemakaian Material

Data pemakaian material bahan baku yang digunakan dalam analisa ini adalah pemakaian dalam jangka waktu lima tahun yaitu tahun 1998, 1999, 2000, 2001 dan 2002.

**Tabel 5.1. Data pemakaian material bahan baku selama 5 tahun**

| Tahun | Bulan     | Semen (ton) | Split (m <sup>3</sup> ) | Pasir (m <sup>3</sup> ) |
|-------|-----------|-------------|-------------------------|-------------------------|
| 1998  | Januari   | 396         | 1658                    | 1356                    |
|       | Februari  | 423         | 1869                    | 1654                    |
|       | Maret     | 487         | 2054                    | 1896                    |
|       | April     | 530         | 2325                    | 1986                    |
|       | Mei       | 462         | 1865                    | 1753                    |
|       | Juni      | 385         | 1569                    | 1285                    |
|       | Juli      | 353         | 1427                    | 1157                    |
|       | Agustus   | 321         | 1376                    | 1128                    |
|       | September | 294         | 1368                    | 1048                    |
|       | Oktober   | 336         | 1536                    | 1239                    |
|       | November  | 389         | 1635                    | 1327                    |
|       | Desember  | 370         | 1526                    | 1269                    |
| 1999  | Januari   | 243         | 1347                    | 1117                    |
|       | Februari  | 256         | 2146                    | 1428                    |
|       | Maret     | 262         | 2365                    | 1437                    |
|       | April     | 237         | 2622                    | 1460                    |
|       | Mei       | 349         | 2775                    | 1638                    |
|       | Juni      | 280         | 2635                    | 1520                    |
|       | Juli      | 328         | 2774                    | 1627                    |
|       | Agustus   | 298         | 2439                    | 1548                    |
|       | September | 385         | 2852                    | 1726                    |
|       | Oktober   | 540         | 2863                    | 1937                    |
|       | November  | 310         | 2539                    | 1583                    |
|       | Desember  | 211         | 1359                    | 903                     |

|      |           |     |      |      |
|------|-----------|-----|------|------|
| 2000 | Januari   | 431 | 984  | 904  |
|      | Februari  | 440 | 1240 | 1188 |
|      | Maret     | 497 | 1634 | 1410 |
|      | April     | 438 | 1325 | 1526 |
|      | Mei       | 560 | 2025 | 1815 |
|      | Juni      | 365 | 1680 | 1457 |
|      | Juli      | 636 | 1618 | 2172 |
|      | Agustus   | 562 | 2992 | 2173 |
|      | September | 635 | 3524 | 2274 |
|      | Oktober   | 478 | 2898 | 2478 |
|      | November  | 463 | 2534 | 2145 |
|      | Desember  | 573 | 2734 | 2156 |
| 2001 | Januari   | 427 | 1865 | 1563 |
|      | Februari  | 524 | 2568 | 1862 |
|      | Maret     | 571 | 2963 | 2035 |
|      | April     | 532 | 2463 | 1865 |
|      | Mei       | 493 | 2784 | 1961 |
|      | Juni      | 672 | 3754 | 2679 |
|      | Juli      | 622 | 3259 | 2383 |
|      | Agustus   | 436 | 1968 | 1684 |
|      | September | 725 | 3867 | 2773 |
|      | Oktober   | 564 | 2438 | 2035 |
|      | November  | 635 | 3258 | 2439 |
|      | Desember  | 486 | 2653 | 1859 |
| 2002 | Januari   | 380 | 2285 | 1463 |
|      | Februari  | 413 | 2635 | 1638 |
|      | Maret     | 685 | 3852 | 2856 |
|      | April     | 487 | 2814 | 1897 |
|      | Mei       | 243 | 1968 | 1276 |
|      | Juni      | 374 | 2341 | 1498 |
|      | Juli      | 627 | 3427 | 2493 |
|      | Agustus   | 558 | 3369 | 2281 |
|      | September | 365 | 1888 | 1336 |
|      | Oktober   | 381 | 2184 | 1443 |
|      | November  | 402 | 2568 | 1650 |
|      | Desember  | 524 | 3286 | 2039 |

Sumber : PT. Varia Usaha Beton Semarang

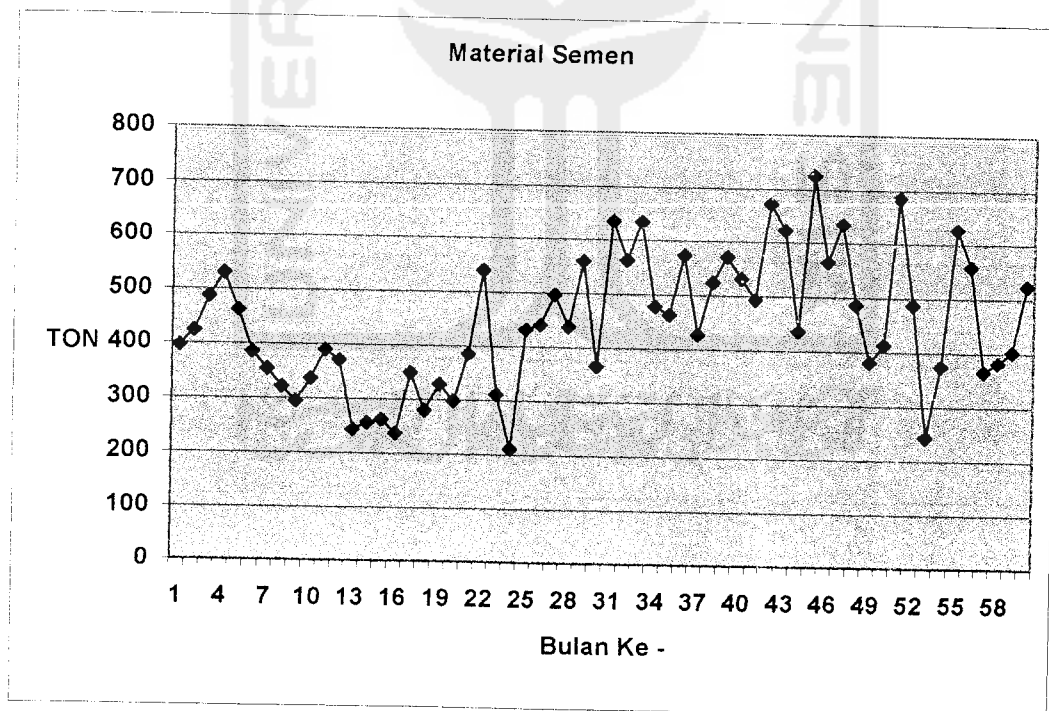
## 5.5 Pengolahan Data

Pada pengolahan data ini menggunakan metode deret berkala (*time series*) untuk meramalkan kebutuhan material bahan baku beton jadi yang kemudian dilanjutkan dengan metode EOQ.

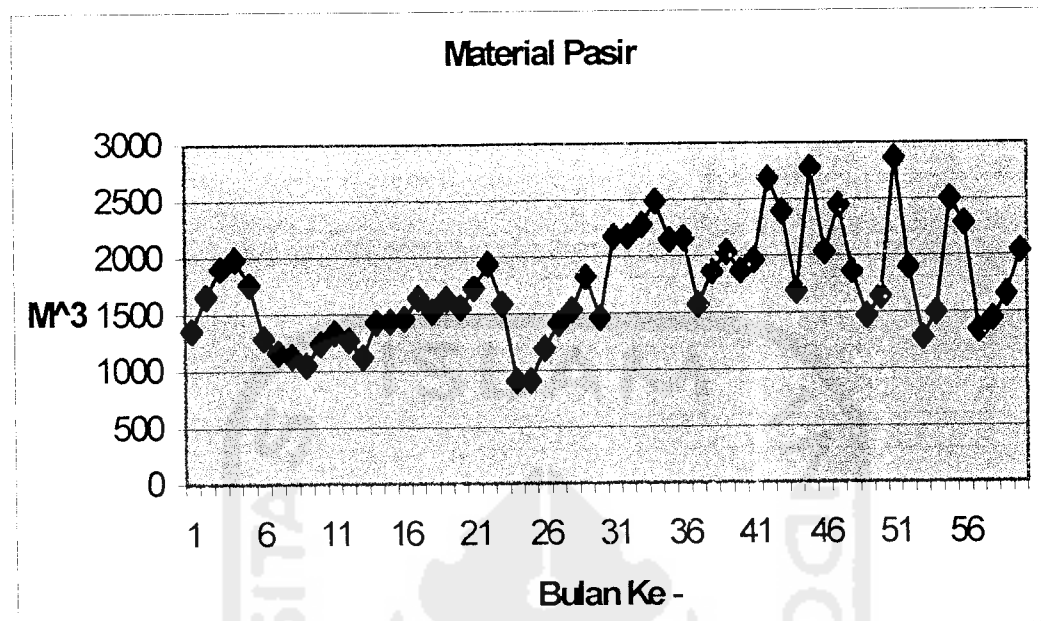
### 5.5.1 Peramalan Kebutuhan Material Bahan Baku

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

#### A. Pola data untuk material semen :

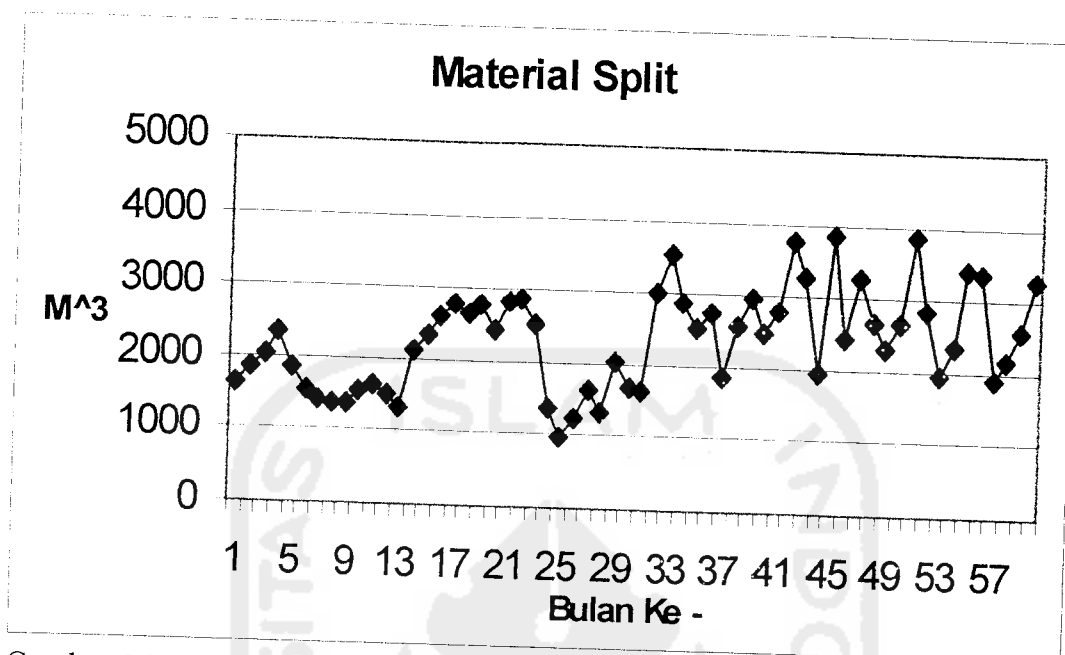


Gambar. 5.1. Hasil plot data pemakaian material semen

**B. Pola data untuk material pasir :**

Gambar 5.2. Hasil plot data pemakaian material pasir

C. Pola data untuk material split :



Gambar 5.3. Hasil plot data pemakaian material split

Dari pola data di atas, dapat diketahui terdapat fluktuasi data secara horisontal dan juga faktor musiman. Proses peramalan dilakukan dengan menggunakan program QS ver. 3.0.

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

Keempat metode tersebut adalah :

1. *Weighted Moving Average* .....(3.2)
2. *Single Exponential Smoothing* .....(3.4)
3. *Double Exponential Smoothing* .....(3.6)
4. *Winters Model* .....(3.9)



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

#### A. Peramalan pemakaian untuk material semen

**Tabel 5.2.** Hasil Kesalahan Peramalan Semen untuk 60 Periode

| T  | KESALAHAN PERAMALAN |           |           |           |
|----|---------------------|-----------|-----------|-----------|
|    | WMA                 | SES       | DES       | WM        |
| 1  |                     |           |           |           |
| 2  |                     | -27       | -27       | -27       |
| 3  | -77.5               | -83.76361 | -85.92313 | -84.33661 |
| 4  | -75                 | -104.3138 | -111.1383 | -106.5214 |
| 5  | 46.5                | -8.35614  | -16.53571 | -73.96002 |
| 6  | 111                 | 70.88342  | 72.10709  | 49.00583  |
| 7  | 70.5                | 83.88562  | 94.28339  | 132.7648  |
| 8  | 48                  | 93.40305  | 105.4038  | 172.0134  |
| 9  | 43                  | 95.36966  | 105.8868  | 51.91635  |
| 10 | -28.5               | 27.8092   | 35.47061  | 11.8653   |
| 11 | -74                 | -32.64407 | -33.31433 | 2.737122  |
| 12 | -7.5                | -4.894989 | -13.11365 | 52.65231  |
| 13 | 136.5               | 123.4169  | 116.7373  | 74.74655  |
| 14 | 50.5                | 77.33939  | 82.70145  | 59.4747   |
| 15 | -12.5               | 50.6113   | 54.40308  | 80.31143  |
| 16 | 22                  | 62.04672  | 62.02069  | 108.31    |
| 17 | -99.5               | -66.5827  | -67.21707 | -100.7529 |
| 18 | 13                  | 20.26242  | 8.892365  | 9.013885  |
| 19 | -13.5               | -33.16821 | -38.49911 | -2.928375 |
| 20 | 6                   | 5.721344  | -1.06485  | 48.3869   |
| 21 | -72                 | -82.81207 | -85.47986 | -116.2074 |
| 22 | -198.5              | -215.6172 | -223.5777 | -234.5146 |

|    |        |           |           |           |
|----|--------|-----------|-----------|-----------|
| 23 | 152.5  | 72.17133  | 53.88394  | 103.1435  |
| 24 | 214    | 151.8284  | 157.9767  | 196.4109  |
| 25 | -170.5 | -108.8639 | -90.09433 | -130.2026 |
| 26 | -119   | -88.68677 | -91.15829 | -91.66763 |
| 27 | -61.5  | -121.9174 | -128.4719 | -103.0516 |
| 28 | 30.5   | -30.24176 | -39.00006 | -6.891602 |
| 29 | -92.5  | -144.1365 | -143.8921 | -176.2189 |
| 30 | 134    | 89.49417  | 83.65213  | 77.31229  |
| 31 | -173.5 | -205.4916 | -192.6377 | -186.5573 |
| 32 | -61.5  | -76.41684 | -84.11246 | -61.37478 |
| 33 | -36    | -128.936  | -130.2216 | -162.555  |
| 34 | 120.5  | 62.62073  | 59.8902   | 29.36917  |
| 35 | 93.5   | 60.83746  | 74.25049  | 90.8413   |
| 36 | -102.5 | -65.46786 | -49.9162  | -46.14581 |
| 37 | 91     | 98.07849  | 100.9253  | 78.7608   |
| 38 | -24    | -25.20798 | -13.49887 | -56.01782 |
| 39 | -95.5  | -65.45187 | -63.54993 | -41.88898 |
| 40 | 15.5   | -8.90979  | -13.57922 | 13.27014  |
| 41 | 58.5   | 32.47815  | 31.49329  | 8.21344   |
| 42 | -159.5 | -155.2264 | -151.4805 | -181.3631 |
| 43 | -39.5  | -63.62347 | -74.27203 | -35.74567 |
| 44 | 211    | 139.4285  | 134.4214  | 160.8684  |
| 45 | -196   | -186.9404 | -172.5746 | -210.0323 |
| 46 | 16.5   | 24.16235  | 15.10229  | 8.143188  |
| 47 | 9.5    | -53.31354 | -50.18005 | -23.57568 |
| 48 | 113.5  | 109.9753  | 110.0895  | 116.7787  |
| 49 | 180.5  | 186.5003  | 199.0042  | 176.502   |
| 50 | 20     | 103.5155  | 123.1044  | 90.06516  |
| 51 | -288.5 | -196.2281 | -185.8045 | -167.2904 |
| 52 | 62     | 54.36383  | 35.29309  | 48.88971  |
| 53 | 343    | 283.7935  | 280.0661  | 263.9638  |
| 54 | -9     | 76.73273  | 96.65262  | 64.60583  |
| 55 | -318.5 | -196.8328 | -191.3343 | -154.8782 |
| 56 | -57.5  | -75.0787  | -97.58035 | -83.02588 |
| 57 | 227.5  | 138.0435  | 121.7084  | 95.39432  |
| 58 | 80.5   | 85.04581  | 91.2562   | 68.00751  |
| 59 | -29    | 41.25229  | 48.46112  | 97.73685  |
| 60 | -132.5 | -91.80392 | -89.64252 | -85.81015 |

**Tabel 5.3.** Hasil Peramalan Semen untuk masing-masing metode selama 12 Periode

| WMA | SES      | DES      | WM       |
|-----|----------|----------|----------|
| 463 | 456.8009 | 446.0475 | 415.738  |
| 463 | 456.8009 | 446.0475 | 429.3116 |
| 463 | 456.8009 | 446.0475 | 494.5281 |
| 463 | 456.8009 | 446.0475 | 469.4037 |
| 463 | 456.8009 | 446.0475 | 415.7843 |
| 463 | 456.8009 | 446.0475 | 429.3595 |
| 463 | 456.8009 | 446.0475 | 494.5832 |
| 463 | 456.8009 | 446.0475 | 469.456  |
| 463 | 456.8009 | 446.0475 | 415.8307 |
| 463 | 456.8009 | 446.0475 | 429.4073 |
| 463 | 456.8009 | 446.0475 | 494.6383 |
| 463 | 456.8009 | 446.0475 | 469.5083 |

**Tabel 5.4.** Akurasi Peramalan Semen

| Metode Peramalan | MAD   | MSD      | Metode Terbaik |
|------------------|-------|----------|----------------|
| WMA              | 95.62 | 15426.33 | SES            |
| SES              | 89.31 | 11431.15 |                |
| DES              | 90.02 | 11488.27 |                |
| WM               | 91.39 | 12230.31 |                |

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

Keterangan:

T : Periode

WMA : *Weighted Moving Average*

SES : *Single Exponential Smoothing*

DES : *Double Exponential Smoothing*

WM : *Winters Model*

Metode peramalan yang terpilih untuk permintaan material semen adalah *Single Exponential Smoothing*, karena memberikan nilai MSD terkecil dari keempat metode peramalan di atas.

Contoh perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*.

$$F_0 = A_1$$

$$F_t = A_1 + (1-\alpha) F_{t-1} ; \text{dimana } F_t : \text{peramalan untuk periode } t$$

$$\alpha = (0 < \alpha < 1)$$

Perhitungan  $F_t$

$$F_t = 0,26801 * 423 + (1 - 0,26801) * 396$$

$$= 403,2364$$

Untuk perhitungan bulan-bulan berikutnya sama seperti contoh perhitungan di atas (lihat lampiran).

Perhitungan **Error** ( $e_t$ )

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

$$e_{t(\text{Maret})} = 403,2364 - 487 = -83,76361$$

$$e_{t(\text{April})} = 425,6862 - 530 = -104,3138$$

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

Perhitungan **MSD** (*Mean Square Deviation*)

$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|^2}{n} = \frac{27^2 + 83.764^2 + 104.314^2 + 8.356^2 + 70.883^2 + 83.886^2 + 93.403^2 + 95.370^2 + 27.809^2 + 32.644^2 + 4.895^2 + 77.339^2 + 50.611^2 + 62.047^2 + 66.583^2 + 20.262^2 + 33.168^2 + 5.721^2 + 82.812^2 + 215.617^2 + 72.171^2 + 151.837^2 + 108.863^2 + 88.687^2 + 121.917^2 + 30.242^2 + 144.137^2 + 89.494^2 + 205.492^2 + 76.427^2 + 129.945^2 + 62.621^2 + 60.846^2 + 65.468^2 + 98.078^2 + 25.208^2 + 65.451^2 + 8.910^2 + 32.478^2 + 155.226^2 + 63.623^2 + 139.421^2 + 186.940^2 + 24.162^2 + 53.313^2 + 109.975^2 + 186.500^2 + 103.525^2 + 196.228^2 + 54.364^2 + 283.794^2 + 76.733^2 + 196.832^2 + 75.079^2 + 138.044^2 + 85.046^2 + 41.252^2 + 91.804^2}{59}$$

$$= 11431,15$$

Tabel 5.5 di bawah menunjukkan hasil peramalan untuk keseluruhan data pemakaian material semen selama 60 bulan, yang kemudian diasumsikan sebagai rata-rata laju pemakaian per bulan selama 12 bulan mendatang.

**Tabel 5.5.** Peramalan pemakaian material semen

| No                                      | Bulan     | Pemakaian Material (ton) |
|---|-----------|--------------------------|
| 1                                       | JANUARI   | 456.8009                 |
| 2                                       | FEBRUARI  | 456.8009                 |
| 3                                       | MARET     | 456.8009                 |
| 4                                       | APRIL     | 456.8009                 |
| 5                                       | MEI       | 456.8009                 |
| 6                                       | JUNI      | 456.8009                 |
| 7                                       | JULI      | 456.8009                 |
| 8                                       | AGUSTUS   | 456.8009                 |
| 9                                       | SEPTEMBER | 456.8009                 |
| 10                                      | OKTOBER   | 456.8009                 |
| 11                                      | NOVEMBER  | 456.8009                 |
| 12                                      | DESEMBER  | 456.8009                 |
| <b>Perkiraan jumlah pemakaian total</b> |           | <b>5481.6108</b>         |

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

#### A. Peramalan pemakaian untuk material pasir

**Tabel 5.6.** Hasil Kesalahan Peramalan Pasir untuk 60 Periode

| T  | KESALAHAN PERAMALAN |           |           |           |
|----|---------------------|-----------|-----------|-----------|
|    | WMA                 | SES       | DES       | WM        |
| 1  |                     |           |           |           |
| 2  |                     | -298      | -298      | 1209.158  |
| 3  | -391                | -444.7339 | -436.2108 | 809.9141  |
| 4  | -211                | -392.5592 | -356.8512 | 636.4529  |
| 5  | 188                 | -34.06396 | 28.88257  | 203.406   |
| 6  | 584.5               | 444.8258  | 512.478   | 1183.342  |
| 7  | 362                 | 430.6217  | 464.6088  | 511.7721  |
| 8  | 93                  | 321.9585  | 302.2511  | 285.656   |
| 9  | 94.5                | 299.0332  | 244.8387  | -480.3082 |
| 10 | -151                | 12.43677  | -54.51636 | -215.5309 |
| 11 | -183.5              | -79.53906 | -141.7296 | 26.40112  |

|    |         |           |           |           |
|----|---------|-----------|-----------|-----------|
| 12 | 14      | 3.888428  | -34.23511 | 376.8275  |
| 13 | 181     | 154.6454  | 138.0022  | -219.9877 |
| 14 | -235    | -205.7924 | -217.6627 | -769.603  |
| 15 | -164.5  | -149.0037 | -158.3563 | -41.9675  |
| 16 | -27.5   | -124.3694 | -114.7295 | 271.3101  |
| 17 | -189.5  | -262.6104 | -241.5795 | -615.346  |
| 18 | 29      | -60.65784 | -30.849   | 535.0632  |
| 19 | -48     | -148.2665 | -111.5287 | 357.9326  |
| 20 | 25.5    | -21.86792 | 10.73621  | 876.5679  |
| 21 | -138.5  | -192.8771 | -163.7358 | -803.22   |
| 22 | -300    | -342.2172 | -317.1163 | 30.39941  |
| 23 | 248.5   | 121.1844  | 157.0092  | 641.6414  |
| 24 | 857     | 762.4436  | 802.5027  | 1570.012  |
| 25 | 339     | 517.7019  | 516.2063  | 184.488   |
| 26 | -284.5  | 68.20044  | 4.497437  | -600.688  |
| 27 | -364    | -175.6022 | -257.3175 | -796.838  |
| 28 | -227    | -235.4648 | -290.3851 | 33.1886   |
| 29 | -347    | -449.1903 | -464.3179 | -940.003  |
| 30 | 213.5   | 52.40906  | 74.72546  | 415.4702  |
| 31 | -536    | -679.3453 | -635.8904 | 310.8542  |
| 32 | -358.5  | -463.1689 | -414.6824 | -1360.15  |
| 33 | -101.5  | -416.1008 | -333.9298 | -784.999  |
| 34 | -254.5  | -487.0797 | -391.0977 | 972.1611  |
| 35 | 231     | 1.632324  | 102.7795  | 1054.397  |
| 36 | 155.5   | -9.889404 | 83.00562  | 204.4124  |
| 37 | 587.5   | 586.272   | 645.6221  | 708.281   |
| 38 | -2.5    | 99.84973  | 116.6575  | -776.957  |
| 39 | -322.5  | -105.0707 | -135.6    | -522.351  |
| 40 | 83.5    | 98.5188   | 68.31458  | 670.8428  |
| 41 | -11     | -28.9762  | -45.78174 | -436.022  |
| 42 | -766    | -737.7129 | -750.8763 | -929.304  |
| 43 | -63     | -205.8772 | -191.189  | 643.5139  |
| 44 | 847     | 558.9387  | 618.6912  | 1700.448  |
| 45 | -739.5  | -708.7456 | -667.1655 | -1808.62  |
| 46 | 193.5   | 255.8296  | 270.1326  | 1280.241  |
| 47 | -35     | -229.9553 | -194.4744 | -623.452  |
| 48 | 378     | 423.5579  | 443.0781  | 387.4319  |
| 49 | 686     | 684.1528  | 694.4275  | 566.0471  |
| 50 | 23      | 290.4395  | 253.2711  | -506.495  |
| 51 | -1305.5 | -1020.41  | -1097.646 | -1294.72  |
| 52 | 350     | 264.7998  | 221.3223  | 709.7271  |
| 53 | 1100.5  | 801.1472  | 825.7031  | 1241.256  |
| 54 | 88.5    | 323.0326  | 313.3308  | -291.791  |
| 55 | -1106   | -775.2361 | -839.572  | -1187.98  |

|    |        |           |           |          |
|----|--------|-----------|-----------|----------|
| 56 | -285.5 | -315.4048 | -361.684  | -516.42  |
| 57 | 1051   | 730.4253  | 753.9468  | 1611.247 |
| 58 | 365.5  | 389.9193  | 413.0188  | 107.7612 |
| 59 | -260.5 | 58.26794  | 22.87708  | -363.069 |
| 60 | -492.5 | -349.3595 | -404.8531 | -1252.41 |

**Tabel 5.7.** Hasil Peramalan Pasir untuk masing-masing metode selama 12 Periode

| WMA    | SES      | DES      | WM       |
|--------|----------|----------|----------|
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 1594.38  |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 2373.804 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 3345.679 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 2749.811 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 2078.392 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 3043.596 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 4227.491 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 3429.767 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 2562.403 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 3713.387 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 5109.303 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 4109.724 |

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

**Tabel 5.8.** Akurasi Peramalan Pasir

| Metode Peramalan | MAD    | MSD      | Metode Terbaik |
|------------------|--------|----------|----------------|
| WMA              | 332.28 | 203757.4 | SES            |
| SES              | 320.43 | 163048.5 |                |
| DES              | 326.38 | 170178.6 |                |
| WM               | 454.33 | 315875.9 |                |

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

Keterangan:

T : Periode

WMA : *Weighted Moving Average*

SES : *Single Exponential Smoothing*

DES : *Double Exponential Smoothing*

WM : *Winters Model*

Metode peramalan yang terpilih untuk permintaan material pasir adalah *Single Exponential Smoothing*, karena memberikan nilai MSD terkecil dari keempat metode peramalan di atas.

|    |        |           |           |          |
|----|--------|-----------|-----------|----------|
| 56 | -285.5 | -315.4048 | -361.684  | -516.42  |
| 57 | 1051   | 730.4253  | 753.9468  | 1611.247 |
| 58 | 365.5  | 389.9193  | 413.0188  | 107.7612 |
| 59 | -260.5 | 58.26794  | 22.87708  | -363.069 |
| 60 | -492.5 | -349.3595 | -404.8531 | -1252.41 |

**Tabel 5.7.** Hasil Peramalan Pasir untuk masing-masing metode selama 12 Periode

| WMA    | SES      | DES      | WM       |
|--------|----------|----------|----------|
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 1594.38  |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 2373.804 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 3345.679 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 2749.811 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 2078.392 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 3043.596 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 4227.491 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 3429.767 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 2562.403 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 3713.387 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 5109.303 |
| 1844.5 | 1801.325 | 1768.646 | 4109.724 |

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

**Tabel 5.8.** Akurasi Peramalan Pasir

| Metode Peramalan | MAD    | MSD      | Metode Terbaik |
|------------------|--------|----------|----------------|
| WMA              | 332.28 | 203757.4 | SES            |
| SES              | 320.43 | 163048.5 |                |
| DES              | 326.38 | 170178.6 |                |
| WM               | 454.33 | 315875.9 |                |

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

Keterangan:

T : Periode

WMA : *Weighted Moving Average*

SES : *Single Exponential Smoothing*

DES : *Double Exponential Smoothing*

WM : *Winters Model*

Metode peramalan yang terpilih untuk permintaan material pasir adalah *Single Exponential Smoothing*, karena memberikan nilai MSD terkecil dari keempat metode peramalan di atas.



Contoh perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *SingleExponential Smoothing*

$$F_0 = A_1$$

$$F_t = \alpha A_1 + (1 - \alpha) F_{t-1} ; \text{dimana } F_t : \text{peramalan untuk periode } t$$

$$\alpha = ( 0 < \alpha < 1 )$$

Perhitungan  $F_t$

$$\begin{aligned} F_t &= (0,31968 * 1654) + (1 - 0,31968) * 1356 \\ &= 1451,266 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan bulan-bulan berikutnya sama seperti contoh perhitungan di atas (lihat lampiran).

Perhitungan **Error ( $e_t$ )**

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

$$e_{t(\text{Feb})} = 1356 - 1654 = - 298$$

$$e_{t(\text{Mar})} = 1451,266 - 1896 = - 444,7339$$

Untuk perhitungan nilai *error* selanjutnya, sama seperti contoh perhitungan di atas (lihat lampiran).

Perhitungan **MSD** (Mean Square Deviation)

$$\begin{aligned}
 \text{MSD} &= \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|^2}{n} = \frac{298^2 + 444.7339^2 + 392.5592^2 + 34.06396^2 + 444.8258^2 + \\
 &430.6217^2 + 321.9585^2 + 299.0332^2 + 12.43677^2 + 79.53906^2 + \\
 &3.888428^2 + 154.6454^2 + 205.7924^2 + 149.0037^2 + 124.3694^2 + \\
 &262.6104^2 + 60.65784^2 + 148.2665^2 + 21.86792^2 + 192.8771^2 + \\
 &342.2172^2 + 121.1844^2 + 762.4436^2 + 517.7019^2 + 68.20044^2 + \\
 &175.6022^2 + 235.4648^2 + 449.1903^2 + 52.40906^2 + 679.3453^2 + \\
 &463.1689^2 + 416.1008^2 + 487.0797^2 + 1.632324^2 + 9.889404^2 + \\
 &586.272^2 + 99.84973^2 + 105.0707^2 + 98.5188^2 + 28.9762^2 + \\
 &737.7129^2 + 205.8772^2 + 558.9387^2 + 708.7456^2 + 255.8296^2 \\
 &+ 229.9553^2 + 423.5579^2 + 684.1528^2 + 290.4395^2 + 1020.41^2 \\
 &+ 264.7998^2 + 801.1472^2 + 323.0326^2 + 775.2361^2 + 315.4048^2 \\
 &+ 730.4253^2 + 389.9193^2 + 58.26794^2 + 349.3595^2}{59} \\
 &= 163048,5
 \end{aligned}$$

Tabel 5.9 di bawah menunjukkan hasil peramalan untuk keseluruhan data pemakaian material pasir selama 60 bulan, yang kemudian diasumsikan sebagai rata-rata laju pemakaian per bulan selama 12 bulan mendatang.

**Tabel 5.9.** Peramalan pemakaian material pasir

| No                                      | Bulan     | Pemakaian Material (m <sup>3</sup> ) |
|---|-----------|--------------------------------------|
| 1                                       | JANUARI   | 1801.325                             |
| 2                                       | FEBRUARI  | 1801.325                             |
| 3                                       | MARET     | 1801.325                             |
| 4                                       | APRIL     | 1801.325                             |
| 5                                       | MEI       | 1801.325                             |
| 6                                       | JUNI      | 1801.325                             |
| 7                                       | JULI      | 1801.325                             |
| 8                                       | AGUSTUS   | 1801.325                             |
| 9                                       | SEPTEMBER | 1801.325                             |
| 10                                      | OKTOBER   | 1801.325                             |
| 11                                      | NOVEMBER  | 1801.325                             |
| 12                                      | DESEMBER  | 1801.325                             |
| <b>Perkiraan jumlah pemakaian total</b> |           | <b>21615.9</b>                       |

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

### C. Peramalan pemakaian untuk material split

**Tabel 5.10.** Hasil Kesalahan Peramalan Split untuk 60Periode

| T  | KESALAHAN PERAMALAN |           |           |           |
|----|---------------------|-----------|-----------|-----------|
|    | WMA                 | SES       | DES       | WM        |
| 1  |                     |           |           |           |
| 2  |                     | -211      | -211      | 1497.086  |
| 3  | -290.5              | -304.5048 | -301.3754 | 1113.034  |
| 4  | -363.5              | -443.4634 | -426.8959 | 649.5664  |
| 5  | 324.5               | 208.8342  | 240.4236  | 617.6431  |
| 6  | 526                 | 414.2781  | 451.2258  | 985.7532  |
| 7  | 290                 | 376.636   | 381.5734  | 617.1127  |
| 8  | 122                 | 264.3165  | 238.3586  | 285.656   |
| 9  | 33.5                | 157.7018  | 118.2725  | -480.3082 |
| 10 | -164                | -78.68188 | -116.7443 | -215.5309 |
| 11 | -183                | -143.5634 | -170.702  | 26.40112  |
| 12 | 59.5                | 27.68958  | 19.76563  | 376.8275  |
| 13 | 233.5               | 194.6826  | 198.7911  | -219.9877 |
| 14 | -709.5              | -688.737  | -689.356  | -769.603  |
| 15 | -618.5              | -609.082  | -608.936  | -41.9675  |
| 16 | -366.5              | -601.968  | -560.181  | 271.3101  |
| 17 | -281.5              | -493.939  | -428.6    | -615.346  |

|    |         |          |          |          |
|----|---------|----------|----------|----------|
| 18 | 63.5    | -139.754 | -65.3379 | 535.0632 |
| 19 | -69     | -218.153 | -150.675 | 357.9326 |
| 20 | 265.5   | 211.4441 | 257.7522 | 876.5679 |
| 21 | -245.5  | -293.244 | -262.827 | -803.22  |
| 22 | -217.5  | -177.085 | -167.699 | 30.39941 |
| 23 | 318.5   | 223.7036 | 243.0876 | 641.6414 |
| 24 | 1342    | 1306.7   | 1323.543 | 1570.012 |
| 25 | 965     | 1115.08  | 1094.127 | 184.488  |
| 26 | -68.5   | 375.5514 | 281.5042 | -600.688 |
| 27 | -522    | -181.298 | -299.476 | -796.838 |
| 28 | 112     | 206.3177 | 123.4236 | 33.1886  |
| 29 | -545.5  | -583.147 | -619.498 | -940.003 |
| 30 | -5      | 14.72107 | -1.36267 | 415.4702 |
| 31 | 234.5   | 70.33765 | 91.05237 | 310.8542 |
| 32 | -1343   | -1334.16 | -1320.46 | -1360.15 |
| 33 | -1219   | -1287.63 | -1264.38 | -784.999 |
| 34 | 360     | -103.282 | -7.19019 | 972.1611 |
| 35 | 677     | 305.5042 | 428.9087 | 1054.397 |
| 36 | -18     | -26.9707 | 44.42822 | 204.4124 |
| 37 | 769     | 853.7246 | 873.3738 | 708.281  |
| 38 | -268.5  | -219.473 | -225.669 | -776.957 |
| 39 | -746.5  | -519.304 | -562.681 | -522.351 |
| 40 | 302.5   | 205.8804 | 195.9854 | 670.8428 |
| 41 | -71     | -204.395 | -184.681 | -436.022 |
| 42 | -1130.5 | -1085.76 | -1078.37 | -929.304 |
| 43 | 10      | -119.948 | -91.439  | 643.5139 |
| 44 | 1538.5  | 1223.065 | 1294.246 | 1700.448 |
| 45 | -1253.5 | -1206.29 | -1174.84 | -1808.62 |
| 46 | 479.5   | 745.7903 | 718.8218 | 1280.241 |
| 47 | -105.5  | -397.604 | -372.837 | -623.452 |
| 48 | 195     | 379.8076 | 369.7219 | 387.4319 |
| 49 | 670.5   | 583.1128 | 586.9272 | 566.0471 |
| 50 | -166    | -19.7405 | -42.7395 | -506.495 |
| 51 | -1392   | -1228.18 | -1271.09 | -1294.72 |
| 52 | 429.5   | 342.3914 | 335.7029 | 709.7271 |
| 53 | 1365    | 1039.921 | 1093.219 | 1241.256 |
| 54 | 50      | 215.9836 | 220.301  | -291.791 |
| 55 | -1272.5 | -963.673 | -1019.05 | -1187.98 |
| 56 | -485    | -487.798 | -520.779 | -516.42  |
| 57 | 1510    | 1204.724 | 1241.81  | 1611.247 |
| 58 | 444.5   | 386.3235 | 419.6362 | 107.7612 |
| 59 | -532    | -165.197 | -209.968 | -363.069 |
| 60 | -910    | -811.563 | -860.606 | -1252.41 |

**Tabel 5.11.** Hasil Peramalan Split untuk masing-masing metode selama 12 Periode

| WMA  | SES      | DES     | WM       |
|------|----------|---------|----------|
| 2927 | 2826.352 | 2818.69 | 2938.609 |
| 2927 | 2826.352 | 2818.69 | 3519.308 |
| 2927 | 2826.352 | 2818.69 | 4150.204 |
| 2927 | 2826.352 | 2818.69 | 3903.753 |
| 2927 | 2826.352 | 2818.69 | 3681.318 |
| 2927 | 2826.352 | 2818.69 | 4355.922 |
| 2927 | 2826.352 | 2818.69 | 5081.45  |
| 2927 | 2826.352 | 2818.69 | 4733.172 |
| 2927 | 2826.352 | 2818.69 | 4424.027 |
| 2927 | 2826.352 | 2818.69 | 5192.536 |
| 2927 | 2826.352 | 2818.69 | 6012.697 |
| 2927 | 2826.352 | 2818.69 | 5562.591 |

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

**Tabel 5.12.** Akurasi Peramalan Split

| Metode Peramalan | MAD    | MSD      | Metode Terbaik |
|------------------|--------|----------|----------------|
| WMA              | 504.38 | 451348.1 | SES            |
| SES              | 474.62 | 378277.6 |                |
| DES              | 477.52 | 387752.4 |                |
| WM               | 701.56 | 689689.8 |                |

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

Metode peramalan yang terpilih untuk permintaan material split adalah *Single Exponential Smoothing*, karena memberikan nilai MSD terkecil dari keempat metode peramalan di atas.

Contoh perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*.

$$F_0 = A_1$$

$$F_t = \alpha A_1 + (1 - \alpha) F_{t-1} \quad \alpha \text{ dimana } F_t : \text{ peramalan untuk periode } t$$

$$\alpha = (0 < \alpha < 1)$$

Perhitungan  $F_t$

$$\begin{aligned} F_t &= (0,43363 \cdot 1869) + (1 - 0,43363) \cdot 1658 \\ &= 1749,495 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan bulan-bulan berikutnya sama seperti contoh perhitungan di atas (lihat lampiran).

Perhitungan **Error** ( $e_t$ )

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

$$e_{t(\text{Maret})} = 1749,495 - 2054 = -304,505$$

$$e_{t(\text{April})} = 1881,537 - 2325 = -443,4634$$

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

Perhitungan **MSD** (*Mean Square Deviation*)

$$\begin{aligned} &211^2 + 304.5048^2 + 443.4634^2 + 208.8342^2 + 414.2781^2 \\ &+ 376.636^2 + 264.3165^2 + 157.7018^2 + 78.68188^2 + 143.5634^2 \\ &+ 27.68958^2 + 194.6826^2 + 688.7369^2 + 609.0822^2 + 601.9679^2 + \\ &493.9385^2 + 139.7537^2 + 218.1528^2 + 211.4441^2 + 293.2437^2 + \\ &177.0854^2 + 223.7036^2 + 1306.7^2 + 1115.08^2 + 2^2 + \\ &375.5514^2 + 181.2977^2 + 206.3177^2 + 583.1471^2 + 14.72107^2 + \\ &70.33765^2 + 1334.163^2 + 1287.634^2 + 103.2815^2 + 305.5042^2 + \\ &26.9707^2 + 853.7246^2 + 219.4731^2 + 519.3037^2 + 205.8804^2 + \\ &204.3948^2 + 1085.764^2 + 119.9475^2 + 1223.065^2 + 1206.289^2 \\ &+ 745.7903^2 + 397.6042^2 + 379.8076^2 + 583.1128^2 + 19.74048^2 \\ &+ 1228.18^2 + 342.3914^2 + 1039.921^2 + 215.9836^2 + 963.6726^2 \\ &+ 487.7983^2 + 1204.724^2 + 386.2335^2 + 165.1968 + 811.563 \end{aligned}$$

$$\text{MSD} = \frac{\sum_{t=1}^n |e_t|^2}{n} = \frac{378277,6}{59}$$

Pada tabel 5.13 menunjukkan hasil peramalan untuk pemakaian material split selama 60 bulan terakhir, yang kemudian diasumsikan sebagai rata-rata laju pemakaian per bulan selama 12 bulan mendatang.

**Tabel 5.13.** Peramalan pemakaian material split

| No                                      | Bulan     | Pemakaian Material (m <sup>3</sup> ) |
|---|-----------|--------------------------------------|
| 1                                       | JANUARI   | 2826.352                             |
| 2                                       | FEBRUARI  | 2826.352                             |
| 3                                       | MARET     | 2826.352                             |
| 4                                       | APRIL     | 2826.352                             |
| 5                                       | MEI       | 2826.352                             |
| 6                                       | JUNI      | 2826.352                             |
| 7                                       | JULI      | 2826.352                             |
| 8                                       | AGUSTUS   | 2826.352                             |
| 9                                       | SEPTEMBER | 2826.352                             |
| 10                                      | OKTOBER   | 2826.352                             |
| 11                                      | NOVEMBER  | 2826.352                             |
| 12                                      | DESEMBER  | 2826.352                             |
| <b>Perkiraan jumlah pemakaian total</b> |           | <b>33916.224</b>                     |

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

### 5.5.2 Kontrol Hasil Peramalan

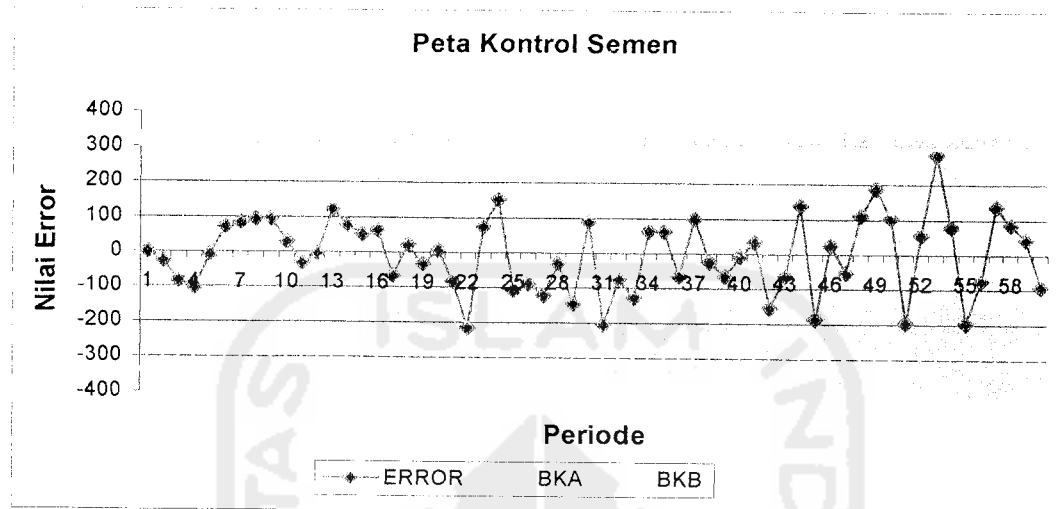
Pemantauan keandalan hasil peramalan dilakukan dengan cara memonitor kesalahan dengan memakai data kesalahan peramalan dari metode terbaik dari masing-masing material. Data-data yang diperlukan adalah data kesalahan peramalan dan batas kendali yang dipakai adalah :

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

Untuk  $z = 3$ , maka 99% nilai kesalahan diharapkan berada dalam batas kendali

Untuk  $z = 2$ , maka 95% nilai kesalahan diharapkan berada dalam batas kendali

Nilai-nilai kesalahan peramalan semen dengan metode *Single Exponential Smoothing* di atas apabila ditebarkan dalam peta kontrol akan tampak seperti ini:



**Gambar 5.5** Peta kontrol kesalahan peramalan Semen

Untuk menentukan batas kontrol atas dan bawah, yaitu :

$$s = \sqrt{\text{MSD}} = \sqrt{11431,15} = 106,917$$

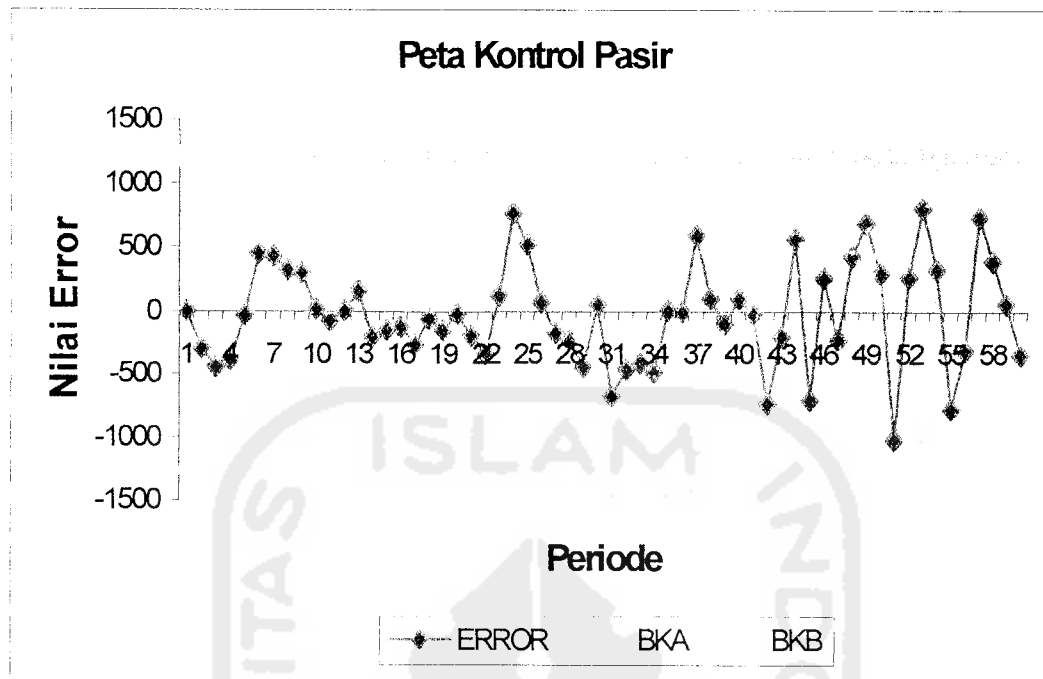
$$\text{BKA} = 0 + 3 \cdot 106,917 = 320,751$$

$$\text{BKB} = 0 - 3 \cdot 106,917 = -320,751$$

Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa semua data kesalahan peramalan berada di dalam batas kontrol. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penggunaan metode *Single Exponential Smoothing* untuk meramalkan pemakaian material bahan baku dianggap layak, didapat jumlah material semen yang sekurang-kurangnya harus tersedia untuk mengatasi permintaan dari konsumen yang akan datang, yaitu sebesar 5481,6108 ton.

Nilai-nilai kesalahan peramalan pasir dengan metode *Single Exponential Smoothing* di atas apabila ditebarkan dalam peta kontrol akan tampak seperti ini:





**Gambar 5.6** Hasil peta kontrol kesalahan peramalan Pasir

Untuk menentukan batas kontrol atas dan bawah, yaitu :

$$s = \sqrt{\text{MSD}} = \sqrt{163048.5} = 403.793$$

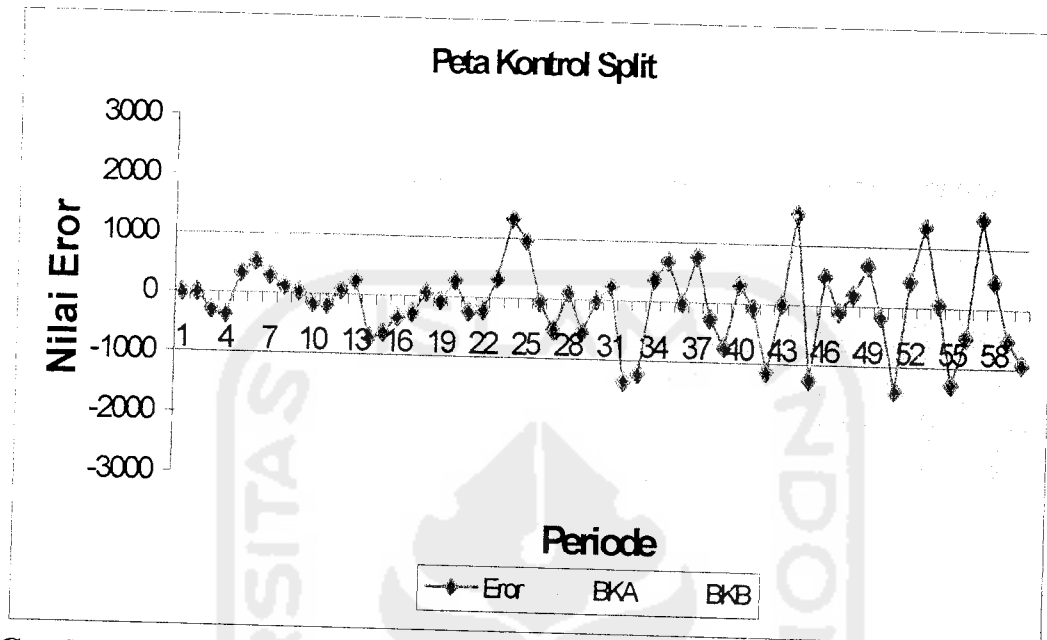
$$\text{BKA} = 0 + 3.403,793 = 1211,379$$

$$\text{BKB} = 0 - 3.403,793 = -1211,379$$

Dari gambar di atas, dapat dilihat bahwa semua data kesalahan peramalan berada di dalam batas kontrol. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penggunaan metode *Single Exponential Smoothing* 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 21615,9 m<sup>3</sup>.

Nilai-nilai kesalahan peramalan split dengan metode *Single Exponential Smoothing* di atas apabila ditebarkan dalam peta kontrol akan tampak seperti ini:



**Gambar 5.7** Peta kontrol kesalahan peramalan split

Untuk menentukan batas kontrol atas dan bawah, yaitu :

$$s = \sqrt{\text{MSD}} = \sqrt{378277.6} = 615.043$$

$$\text{BKA} = 0 + 3.615,043 = 1845,129$$

$$\text{BKB} = 0 - 3.615,043 = -1845,129$$

Dari gambar peta kontrol di atas, dapat dilihat bahwa semua data kesalahan peramalan split berada di dalam batas kontrol. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penggunaan metode *Single Exponential Smoothing* untuk meramalkan pemakaian material bahan baku split dianggap layak.

Setelah melalui peramalan pemakaian material bahan baku di waktu yang akan datang, maka dapat diketahui jumlah material split yang sekurang-kurangnya harus tersedia untuk mengatasi permintaan dari konsumen sebesar 33916,224 m<sup>3</sup>.

## 5.6. Kapasitas Gudang Material Bahan Baku

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

- a. Semen : 600 ton
- b. Pasir : 3000 m<sup>3</sup>
- c. Split : 4000 m<sup>3</sup>

## 5.7. Analisis Biaya Satuan Persediaan

### 5.7.1. Biaya Pembelian

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

- a. Semen : Rp. 320.000,00 /ton.
- b. Pasir : Rp. 30.000,00 /m<sup>3</sup>.
- c. Split : Rp. 55.000,00 /m<sup>3</sup>.

### 5.7.2. Biaya Pemesanan (Sm)

- a. Semen : Rp. 60.000,00 /1 x pesan.
- b. Pasir : Rp. 15.000,00 /1 x pesan.
- c. Split : Rp. 15.000,00 /1 x pesan.

### 5.7.3. Biaya Penyimpanan (Hm)

Diasumsikan bahwa bunga yang berlaku selama pengendalian adalah 5% per bulan. Maka perhitungan biaya penyimpanan sebagai berikut :

Biaya penyimpanan selama waktu pengendalian :

- a. Semen :  $5\% \times 320.000 \times 12 = \text{Rp. } 192.000,00 / \text{ton}$ .
- b. Pasir :  $5\% \times 30.000 \times 12 = \text{Rp. } 18.000,00 / \text{m}^3$ .
- c. Split :  $5\% \times 55.000 \times 12 = \text{Rp. } 33.000,00 / \text{m}^3$ .

### 5.8. Penentuan Jumlah Pesanan Optimum ( $Y_{opt}$ )

1. Semen :

- a. Sm = Rp.60.000,00 /1 x pesan
- b. Hm = Rp.192.000,00 /ton
- c. n = 12 bulan
- d.  $\beta$  = 456.8009 ton

Maka :

$$Y_{opt} = \sqrt{\frac{2 * 60.000 * 456.8009 * 12}{192000}} = 58,532 \text{ ton}$$

2. Pasir :

- a. Sm = 15.000,00 /1 x pesan
- b. Hm = 18.000,00 /m<sup>3</sup>
- c. n = 12 bulan
- d.  $\beta$  = 1801,325 m<sup>3</sup>

Maka :

$$Y_{opt} = \sqrt{\frac{2 * 15.000 * 1801.325 * 12}{18.000}} = 189,806 \text{ m}^3$$

3. Split :

a.  $S_m = 15.000,00 / 1 \times \text{pesen}$

b.  $H_m = 33.000,00 / \text{m}^3$

c.  $n = 12 \text{ bulan}$

d.  $\beta = 2826,352 \text{m}^3$

$$y_{opt} = \sqrt{\frac{2 * 15.000 * 2826,352 * 12}{33.000}} = 204,309 \text{ m}^3$$

### 5.9. Penentuan Cadangan Penyangga (Bm)

Untuk menentukan besarnya cadangan penyangga diasumsikan bahwa kebutuhan material terdistribusi normal. Untuk material semen mempunyai *lead time* sebesar 2 hari. Karena pengendalian dihitung dalam satuan waktu bulan, maka *lead time* semen sebesar 2/30 bulan, sedangkan untuk material pasir dan split mempunyai *lead time* sebesar 3 hari atau 3/30 (data PT. Varia Usaha Beton, Semarang).

#### 5.9.1. Perhitungan Standar Deviasi (SD)

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

a. Semen :

$$SD = \sqrt{\frac{1}{60-1} * 950426,366} = 126,921$$

b. Pasir :

$$SD = \sqrt{\frac{1}{60-1} * 12897618} = 467.551$$

c. Split :

$$SD = \sqrt{\frac{1}{60-1} * 44508800} = 868.554$$

### 5.9.2. Perhitungan Cadangan Penyangga (Bm)

#### 1). Alternatif 1

Dengan tingkat layanan (*service level*) 95 %

Maka perhitungannya adalah :

$$s = \phi^{-1}(p) = -\phi^{-1}(1-p)$$

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

Dari tabel uji normal distribusi t dengan  $\alpha = 0,05$  dan jumlah data ( $n$ ) = 60 maka diperoleh  $S = 1.645$

$$B_m = \beta + 1,645 \cdot SD - \beta L$$

#### ◆ Cadangan Penyangga (Bm)

a. Semen :

$$B_m = 456,8009 + 1,645 * 126,921 - 2 * 456,8009 / 30 = 635,133 \text{ ton}$$

b. Pasir :

$$B_m = 1801,325 + 1,645 * 467,551 - 3 * 1801,325 / 30 = 2390,314 \text{ m}^3$$

c. Split

$$B_m = 2826,352 + 1,645 * 868,554 - 3 * 2826,352 / 30 = 3962,423 \text{ m}^3$$

### Kendala Kapasitas Gudang

Kapasitas maksimum gudang  $\geq$  Jumlah Pesanan Optimum + Cadangan  
Penyangga

#### 1. Semen

a. Gudang = 600 ton

b. Pesanan Optimum = 58,532 ton

c. Cadangan Penyangga = 635,133 ton

(Kapasitas Gudang)  $<$  [Total Persediaan (58,532+ 635,133) ton]

(tidak memenuhi syarat minimum)

#### 2. Pasir

a. Gudang = 3000 m<sup>3</sup>

b. Pesanan Optimum = 189,806 m<sup>3</sup>

c. Cadangan Penyangga = 2390,314 m<sup>3</sup>

(Kapasitas Gudang 3000 m<sup>3</sup>)  $>$  [Total Persediaan (189,806+2390,314) m<sup>3</sup>]

(memenuhi syarat minimum)

#### 3. Split

a. Gudang = 4000 m<sup>3</sup>

b. Pesanan Optimum = 204,309 m<sup>3</sup>

c. Cadangan Penyangga = 3962,423 m<sup>3</sup>

(Kapasitas Gudang 4000 m<sup>3</sup>)  $<$  [Total Persediaan (204,309+3962,423) m<sup>3</sup>]

(tidak memenuhi syarat minimum)

**Tabel 5.14.** Tabel hasil perhitungan persediaan *service level* 95%

| Material | Rata-rata | Deviasi | Bm       | Jml.Y.Opt | Bm+Y.opt | Max  | Check |
|----------|-----------|---------|----------|-----------|----------|------|-------|
| Semen    | 456,8009  | 126,921 | 635,133  | 58,532    | 693,665  | 600  | Tidak |
| Pasir    | 1801,325  | 467,551 | 2390,314 | 189,806   | 2580,120 | 3000 | Ya    |
| Split    | 2826,352  | 868,554 | 3962,423 | 204,309   | 4166,732 | 4000 | Tidak |

## 2). Alternatif 2

Dengan tingkat layanan 90%

Maka perhitungannya adalah :

$$s = \phi^{-1}(p) = -\phi^{-1}(1-p)$$

$$s = \phi^{-1}(1-0,10) = \phi^{-1}(0,90)$$

Dari tabel normal distribusi t dengan  $\alpha = 0,10$  dan jumlah data  $(n) = 60$  maka diperoleh  $s = 1,282$

$$B_m = \beta + 1,282 \cdot SD - \beta L$$

### ◆ Cadangan Penyangga

a. Semen :

$$B_m = 456,8009 + 1,282 * 126,921 - 2 * 456,8009 / 30 = 589,061 \text{ ton}$$

b. Pasir :

$$B_m = 1801,325 + 1,282 * 467,551 - 3 * 1801,325 / 30 = 2220,593 \text{ m}^3$$

c. Split

$$B_m = 2826,352 + 1,282 * 868,554 - 3 * 2826,352 / 30 = 3657,203 \text{ m}^3$$



**Tabel 5.15** Hasil perhitungan persediaan dengan *service level* 90%

| Material | Rata-rata | SD      | Bm       | Jml.Y.opt | Bm+Y.opt | Max  | Check |
|----------|-----------|---------|----------|-----------|----------|------|-------|
| Semen    | 456,8009  | 126,921 | 589,061  | 58,532    | 647,543  | 600  | Tidak |
| Pasir    | 1801,325  | 467,551 | 2220,593 | 189,806   | 2410,158 | 3000 | Ya    |
| Split    | 2826,352  | 868,554 | 3657,203 | 204,309   | 3861,512 | 4000 | Ya    |

**3). Alternatif 3**

Dengan tingkat layanan 85%

Maka perhitungannya adalah :

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

$$s = \Phi^{-1}(1 - 0,15) = \Phi^{-1}(0,85)$$

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

$$B_m = \beta + 1,036 \cdot SD - \beta L$$

◆ **Cadangan Penyangga**

a. Semen :

$$B_m = 456,8009 + 1,036 * 126,921 - 2 * 456,8009 / 30 = 557,838 \text{ ton}$$

b. Pasir :

$$B_m = 1801,325 + 1,036 * 467,551 - 3 * 1801,352 / 30 = 2105,575 \text{ m}^3$$

c. Split

$$B_m = 2826,352 + 1,036 * 868,554 - 3 * 2826,352 / 30 = 3443,539 \text{ m}^3$$

**Tabel 5.16** Hasil perhitungan persediaan dengan *service level* 85%

| Material | Rata-rata | SD      | Bm       | Jml.Y.Opt | Bm+Y.opt | Max  | Check |
|----------|-----------|---------|----------|-----------|----------|------|-------|
| Semen    | 456,8009  | 126,921 | 557,838  | 58,532    | 616,370  | 600  | Tidak |
| Pasir    | 1801,325  | 467,551 | 2105,575 | 189,806   | 2295,381 | 3000 | Ya    |
| Split    | 2826,352  | 868,554 | 3443,539 | 204,309   | 3647,848 | 4000 | Ya    |

#### 4). Alternatif 4

Dengan tingkat layanan 80%

Maka perhitungannya adalah :

$$s = \phi^{-1}(p) = -\phi^{-1}(1-p)$$

$$s = \phi^{-1}(1-0,10) = \phi^{-1}(0,80)$$

Dari tabel uji normal distribusi t dengan  $\alpha = 0,20$  dan jumlah data ( $n$ ) = 60

maka diperoleh  $S = 0,842$

$$B_m = \beta + 0,842 \cdot Sd - \beta L$$

#### ◆ Cadangan Penyangga

a. Semen :

$$B_m = 456,8009 + 0,842 * 126,921 - 2 * 456,8009 / 30 = 533,215 \text{ ton}$$

b. Pasir :

$$B_m = 1801,325 + 0,842 * 467,551 - 3 * 1801,352 / 30 = 2014,870 \text{ m}^3$$

c. Split :

$$B_m = 2826,352 + 0,842 * 868,554 - 3 * 2826,352 / 30 = 3275,039$$

**Tabel 5.17** Hasil perhitungan persediaan dengan *service level* 80%

| Material | Rata-rata | SD      | Bm       | Jml.Y.Opt | Bm+Y.opt | Max  | Check |
|----------|-----------|---------|----------|-----------|----------|------|-------|
| Semen    | 456,8009  | 126,921 | 533,215  | 58,532    | 591,747  | 600  | Ya    |
| Pasir    | 1801,325  | 467,551 | 2014,870 | 189,806   | 2204,676 | 3000 | Ya    |
| Split    | 2826,352  | 868,554 | 3275,039 | 204,309   | 3479,348 | 4000 | Ya    |

### 5.10. Penentuan Titik Pemesanan Kembali

$$ROP = Bm + \frac{(\beta * n)LT}{n * 30}$$

1. Semen :

- a. Cadangan Penyangga = 533,215 ton
- b. *Lead time* (LT) = 2 hari
- c. Rata-rata kebutuhan ( $\beta$ ) = 456,8009 ton / bulan
- d. Lama waktu pengendalian (n) = 12 bulan

$$ROP = 533,215 + \frac{456,8009 * 12 * 2}{12 * 30} = 563,668 \text{ ton}$$

2. Pasir :

- a. Cadangan Penyangga = 2014,870 m<sup>3</sup>
- b. *Lead time* = 3 hari
- c. Rata-rata kebutuhan = 1801,325 m<sup>3</sup> / bulan
- d. Lama waktu pengendalian = 12 bulan

$$ROP = 2014,870 + \frac{1801,325 * 12 * 3}{12 * 30} = 2194,970 \text{ m}^3$$

3. Split :

- a. Cadangan Penyangga = 3257,039 m<sup>3</sup>
- b. *Lead time* = 3 hari
- c. Rata-rata kebutuhan = 2826,352m<sup>3</sup> / bulan
- d. Lama waktu pengendalian = 12 bulan

$$ROP = 3257,039 + \frac{2826,352 * 12 * 3}{12 * 30} = 3557,674 m^3$$

### 5.11. Penentuan Siklus Pemesanan

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

1. Semen :

$$N = \frac{456,8009 * 12 - 533,215}{58,532} = 84,54 \infty 85 \text{ kali / tahun}$$

2. Pasir :

$$N = \frac{1801,325 * 12 - 2014,870}{189,806} = 103,27 \infty 103 \text{ kali}$$

3. Split :

$$N = \frac{2826,352 * 12 - 3275,039}{204,390} = 149,97 \infty 150 \text{ kali}$$

### 5.12. Penentuan Total Biaya Pemesanan

Total biaya persediaan (TIC) = Total biaya pemesanan (TOC) + Total Biaya Penyimpanan (TCC)

### 5.12.1. Total Biaya Persediaan Material Semen

a. Biaya Pemesanan = 60.000,00 / 1 x pesan

b. Biaya Penyimpanan = Rp. 192.000,00 /ton/tahun

a) Alternatif 1

Siklus Pemesanan = 24 kali

Jumlah Pemesanan = 207,301 ton

$$TIC = (24 \times Rp.60.000) + \left( \frac{207,301}{2} \times Rp.192.000 \right)$$

$$= Rp. 21.340.896,00$$

b) Alternatif 2

Siklus Pemesanan = 36 kali

Jumlah Pemesanan = 138,201 ton

$$TIC = (36 \times Rp.60.000) + \left( \frac{138,201}{2} \times Rp.192.000 \right)$$

$$= Rp. 15.427.296,00$$

c) Alternatif 3

Siklus Pemesanan = 48 kali

Jumlah Pemesanan = 103,650 ton

$$TIC = (48 \times Rp.60.000) + \left( \frac{103,650}{2} \times Rp.192.000 \right)$$

$$= Rp. 12.830.400,00$$

d) Alternatif 4

Siklus Pemesanan = 60 kali

Jumlah Pemesanan = 82,920 ton

$$TIC = (60 \times Rp.60.000) + \left(\frac{82,920}{2} \times Rp.192.000\right)$$

$$= Rp. 8.320.320,00$$

e) Alternatif 5

Siklus Pemesanan = 72 kali

s Jumlah Pemesanan = 69,100 ton

$$TIC = (72 \times Rp.60.000) + \left(\frac{69,100}{2} \times Rp.192.000\right)$$

$$= Rp. 7.838.729,00$$

f) Alternatif 6

Siklus Pemesanan = 84 kali

Jumlah Pemesanan = 59,229 ton

$$TIC = (84 \times Rp.60.000) + \left(\frac{59,229}{2} \times Rp.192.000\right)$$

$$= Rp. 10.725.984,00$$

g) Alternatif 7

Siklus Pemesanan = 96 kali

Jumlah Pemesanan = 51,825 ton

$$TIC = (96 \times Rp.60.000) + \left(\frac{51,825}{2} \times Rp.192.000\right)$$

$$= Rp. 10.735.200,00$$

h) Alternatif 8

Siklus Pemesanan = 108 kali

Jumlah Pemesanan = 46,067 ton

$$TIC = (108 \times Rp.60.000) + \left( \frac{46,067}{2} \times Rp.192.000 \right)$$

$$= Rp. 10.902.432,00$$

i) Alternatif 9

Siklus Pemesanan = 120 kali

Jumlah Pemesanan = 41,460 ton

$$TIC = (120 \times Rp.60.000) + \left( \frac{41,460}{2} \times Rp.192.000 \right)$$

$$= Rp. 11.180.160,00$$

### 5.12.2. Total Biaya Persediaan Material Pasir

a. Biaya Pemesanan = 15.000,00 / 1 x pesan

c. Biaya Penyimpanan = Rp. 18.000,00 / m<sup>3</sup>/tahun

a) Alternatif 1

Siklus Pemesanan = 24 kali

Jumlah Pemesanan = 814,584 m<sup>3</sup>

$$TIC = (24 \times Rp.15.000) + \left( \frac{814,584}{2} \times Rp.18.000 \right)$$

$$= Rp. 7.691.256,00$$

b) Alternatif 2

Siklus Pemesanan = 36 kali

Jumlah Pemesanan = 543,056 m<sup>3</sup>

$$TIC = (36 \times Rp. 15.000) + \left( \frac{543,056}{2} \times Rp. 18.000 \right)$$

$$= Rp. 5.427.504,00$$

c) Alternatif 3

Siklus Pemesanan = 48 kali

Jumlah Pemesanan = 407,292 m<sup>3</sup>

$$TIC = (48 \times Rp. 15.000) + \left( \frac{407,292}{2} \times Rp. 18.000 \right)$$

$$= Rp. 4.385.628$$

d) Alternatif 4

Siklus Pemesanan = 60 kali

Jumlah Pemesanan = 325,834 m<sup>3</sup>

$$TIC = (60 \times Rp. 15.000) + \left( \frac{325,834}{2} \times Rp. 18.000 \right)$$

$$= Rp. 3.832.503,00$$

e) Alternatif 5

Siklus Pemesanan = 72 kali

Jumlah Pemesanan = 271,528 m<sup>3</sup>

$$TIC = (72 \times Rp. 15.000) + \left( \frac{271,528}{2} \times Rp. 18.000 \right)$$

$$= Rp. 3.523.752$$



f) Alternatif 6

Siklus Pemesanan = 84 kali

Jumlah Pemesanan = 232,738 m<sup>3</sup>

$$TIC = (84 \times Rp.15.000) + \left( \frac{232,738}{2} \times Rp.18.000 \right)$$

$$= Rp. 3.354.645,00$$

g) Alternatif 7

Siklus Pemesanan = 96 kali

Jumlah Pemesanan = 204,646 m<sup>3</sup>

$$TIC = (96 \times Rp.15.000) + \left( \frac{204,646}{2} \times Rp.18.000 \right)$$

$$= Rp. 3.272.814,00$$

h) Alternatif 8

Siklus Pemesanan = 108 kali

Jumlah Pemesanan = 181,019 m<sup>3</sup>

$$TIC = (108 \times Rp.15.000) + \left( \frac{181,019}{2} \times Rp.18.000 \right)$$

$$= Rp. 3.249.168$$

i) Alternatif 9

Siklus Pemesanan = 120 kali

Jumlah Pemesanan = 162,917 m<sup>3</sup>

$$TIC = (120 \times Rp.15.000) + \left( \frac{162,917}{2} \times Rp.18.000 \right)$$

$$= Rp. 3.266.253,00$$

Alternatif 10

Siklus Pemesanan = 132 kali

Jumlah Pemesanan = 148,106 m<sup>3</sup>

$$TIC = (132 \times Rp. 15.000) + \left( \frac{148,106}{2} \times Rp. 18.000 \right)$$

= Rp. 3.312.954,00s

### 5.12.3. Total Biaya Persediaan Material Split

a. Biaya Pemesanan = 15.000,00 / 1 x pesan

b. Biaya Penyimpanan = Rp. 33.000,00 /m<sup>3</sup>/tahun

a) Alternatif 1

Siklus Pemesanan = 24 kali

Jumlah Pemesanan = 1276,931 m<sup>3</sup>

$$TIC = (24 \times Rp. 15.000) + \left( \frac{1276,931}{2} \times Rp. 33.000 \right)$$

= Rp. 21.429.366,00

b) Alternatif 2

Siklus Pemesanan = 36 kali

Jumlah Pemesanan = 851,288 m<sup>3</sup>

$$TIC = (36 \times Rp. 15.000) + \left( \frac{851,288}{2} \times Rp. 33.000 \right)$$

= Rp. 14.586.252,00

c) Alternatif 3

Siklus Pemesanan = 48 kali

Jumlah Pemesanan = 638,466 m<sup>3</sup>

$$TIC = (48 \times Rp.15.000) + \left( \frac{638,466}{2} \times Rp.33.000 \right)$$

$$= Rp. 11.254.689,00$$

d) Alternatif 4

Siklus Pemesanan = 60 kali

Jumlah Pemesanan = 510,773 m<sup>3</sup>

$$TIC = (60 \times Rp.15.000) + \left( \frac{510,773}{2} \times Rp.33.000 \right)$$

$$= Rp. 9.327.755,00$$

e) Alternatif 5

Siklus Pemesanan = 72 kali

Jumlah Pemesanan = 426,644 m<sup>3</sup>

$$TIC = (72 \times Rp.15.000) + \left( \frac{426,644}{2} \times Rp.33.000 \right)$$

$$= Rp. 8.103.126$$

f) Alternatif 6

Siklus Pemesanan = 84 kali

Jumlah Pemesanan = 364,838 m<sup>3</sup>

$$TIC = (84 \times Rp.15.000) + \left( \frac{364,838}{2} \times Rp.33.000 \right)$$

$$= Rp. 7.279.827$$

## Alternatif 7

Siklus Pemesanan = 96 kali

Jumlah Pemesanan = 319,233 m<sup>3</sup>

$$TIC = (96 \times Rp.15.000) + \left( \frac{319,233}{2} \times Rp.33.000 \right)$$

$$= Rp. 6.707.345,00$$

## g) Alternatif 8

Siklus Pemesanan = 108 kali

Jumlah Pemesanan = 283,763 m<sup>3</sup>

$$TIC = (108 \times Rp.15.000) + \left( \frac{283,763}{2} \times Rp.33.000 \right)$$

$$= Rp. 6.302.090,00$$

## h) Alternatif 9

Siklus Pemesanan = 120 kali

Jumlah Pemesanan = 255,386 m<sup>3</sup>

$$TIC = (120 \times Rp.15.000) + \left( \frac{255,386}{2} \times Rp.33.000 \right)$$

$$= Rp. 6.013.869,00$$

## i) Alternatif 10

Siklus Pemesanan = 132 kali

Jumlah Pemesanan = 232,169 m<sup>3</sup>

$$TIC = (132 \times Rp.15.000) + \left( \frac{232,169}{2} \times Rp.33.000 \right)$$

$$= Rp. 5.810.789,00$$

j) Alternatif 11

Siklus Pemesanan = 144 kali

Jumlah Pemesanan = 212,822 m<sup>3</sup>

$$TIC = (144 \times Rp. 15.000) + \left( \frac{212,822}{2} \times Rp. 33.000 \right)$$

$$= Rp. 5.671.563,00$$

k) Alternatif 12

Siklus Pemesanan = 156 kali

Jumlah Pemesanan = 196,451 m<sup>3</sup>

$$TIC = (156 \times Rp. 15.000) + \left( \frac{196,451}{2} \times Rp. 33.000 \right)$$

$$= Rp. 5.581.442,00$$

l) Alternatif 13

Siklus Pemesanan = 168 kali

Jumlah Pemesanan = 182,419 m<sup>3</sup>

$$TIC = (168 \times Rp. 15.000) + \left( \frac{182,419}{2} \times Rp. 33.000 \right)$$

$$= Rp. 5.529.914,00$$

m) Alternatif 14

Siklus Pemesanan = 180 kali

Jumlah Pemesanan = 170,258 m<sup>3</sup>

$$TIC = (180 \times Rp. 15.000) + \left( \frac{170,258}{2} \times Rp. 33.000 \right)$$

$$= Rp. 5.509.257,00$$

n) Alternatif 15

Siklus Pemesanan = 196 kali

Jumlah Pemesanan = 156,359 m<sup>3</sup>

$$TIC = (196 \times Rp.15.000) + \left( \frac{156,359}{2} \times Rp.33.000 \right)$$

$$= Rp. 5.519.924,00$$

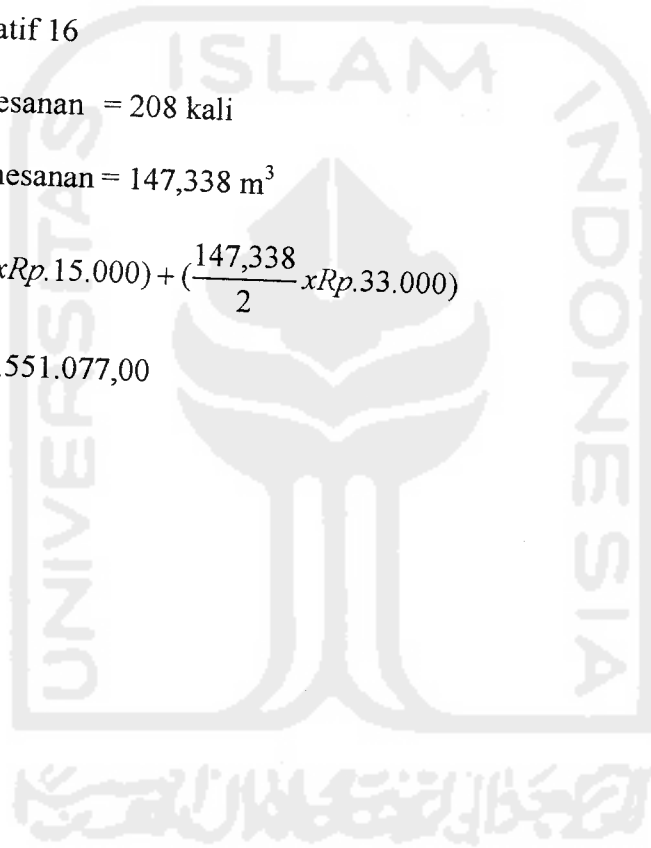
o) Alternatif 16

Siklus Pemesanan = 208 kali

Jumlah Pemesanan = 147,338 m<sup>3</sup>

$$TIC = (208 \times Rp.15.000) + \left( \frac{147,338}{2} \times Rp.33.000 \right)$$

$$= Rp. 5.551.077,00$$



## BAB VI

### PEMBAHASAN

#### 6.1 Umum

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

#### 6.2 Obyek Penelitian

Penelitian untuk penyusunan tugas akhir yang berupa studi kasus ini memilih obyek penelitian sebuah perusahaan beton jadi di Semarang , yaitu PT. Varia Usaha Beton.

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

1. Manajemennya lebih memberikan keleluasaan dan keterbukaan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan.
2. Perusahaan tersebut di wilayah Semarang termasuk perusahaan yang mempunyai kemampuan produksi yang cukup tinggi.

### **6.3 Analisa Data**

#### **6.3.1 Peramalan**

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

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

1. *Weighted Moving Average*
2. *Single Exponential Smoothing*
3. *Double Exponential Smoothing*
4. *Winter's Model*

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



Hasil peramalan dari keempat metode tersebut adalah :

A. Material Semen

Menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*, dengan rata-rata pemakaian/bulan dalam satu tahun ke depan 456,8009 ton.

B. Material Pasir

Metode yang terpilih *Single Exponential Smoothing*, dengan rata-rata pemakaian/bulan dalam satu tahun ke depan 1768,646 m<sup>3</sup>.

C. Material Split

Metode yang terpilih *Single Exponential Smoothing*, dengan rata-rata pemakaian/bulan dalam satu tahun ke depan 2927 m<sup>3</sup>.

### 6.3.2 Kontrol Hasil Peramalan

Pemantauan keandalan hasil peramalan dilakukan dengan cara memonitor kesalahan dengan memakai data kesalahan peramalan dari metode terbaik dari masing-masing material. Data-data yang diperlukan adalah data kesalahan peramalan dan batas kendali yang dipakai adalah :

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

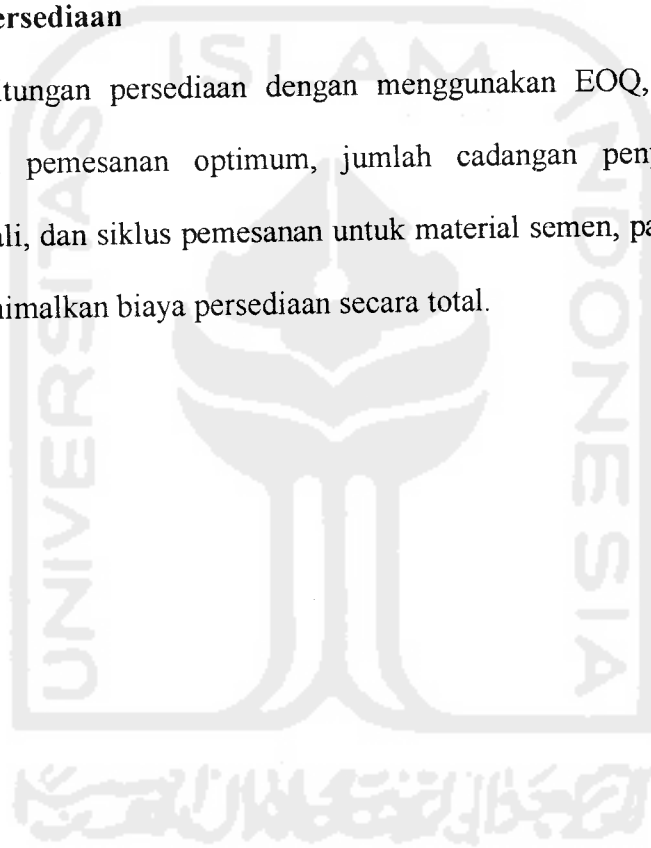
Untuk  $z = 3$ , maka 99% nilai kesalahan diharapkan berada dalam batas kendali

Untuk  $z = 2$ , maka 95% nilai kesalahan diharapkan berada dalam batas kendali

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

### 6.3.3 Analisa Persediaan

Dari perhitungan persediaan dengan menggunakan EOQ, maka dapat diperoleh jumlah pemesanan optimum, jumlah cadangan penyangga, titik pemesanan kembali, dan siklus pemesanan untuk material semen, pasir, dan split, yang dapat meminimalkan biaya persediaan secara total.



**Tabel 6.1.** Pengaturan persediaan material bahan baku beton jadi

| No | Material                | Cadangan Penyangga | Jml.Pesanan Optimum | Titik Pemesanan Kembali | Kapasitas Gudang | Siklus Pemesanan |
|----|-------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|------------------|------------------|
| 1  | Semen (ton)             | 533,215            | 58,532              | 563,668                 | 600              | 85               |
| 2  | Pasir (m <sup>3</sup> ) | 2014,870           | 189,806             | 2194,970                | 3000             | 103              |
| 3  | Split (m <sup>3</sup> ) | 3275,039           | 204,309             | 3557,674                | 4000             | 150              |

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

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

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

### A. Material Semen

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

**Tabel 6.2.** Biaya persediaan total semen dari berbagai alternatif

| No | Alter-natif | Siklus Pemesanan (ton) | Jumlah Pesanan (ton) | Biaya Pemesanan Total (TOC) (Rp) | Biaya Penyimpanan Total (TCC) (Rp) | Biaya Persediaan Total (TIC=TOC+TCC) (Rp) |
|----|-------------|------------------------|----------------------|----------------------------------|------------------------------------|---|
| 1  | 1           | 24                     | 207,301              | 1.440.000                        | 19.900.896                         | 21.340.896                                |
| 2  | 2           | 36                     | 138,201              | 2.160.000                        | 13.267.296                         | 15.427.296                                |
| 3  | 3           | 48                     | 103,650              | 2.880.000                        | 9.950.400                          | 12.830.400                                |
| 4  | 4           | 59                     | 82,920               | 3.600.000                        | 7.960.320                          | 11.560.320                                |
| 5  | 5           | 72                     | 69,100               | 4.320.000                        | 6.633.600                          | 10.953.600                                |
| 6  | 6           | 84                     | 59,229               | 5.040.000                        | 5.685.984                          | 10.725.984                                |
| 7  | 7           | 96                     | 51,825               | 5.760.000                        | 4.975.200                          | 10.735.200                                |
| 8  | 8           | 108                    | 46,067               | 6.480.000                        | 4.422.432                          | 10.902.432                                |
| 9  | 9           | 120                    | 41,460               | 7.200.000                        | 3.980.160                          | 11.180.160                                |

Sumber : Hasil perhitungan dengan Siklus dan jumlah pemesanan berbeda.

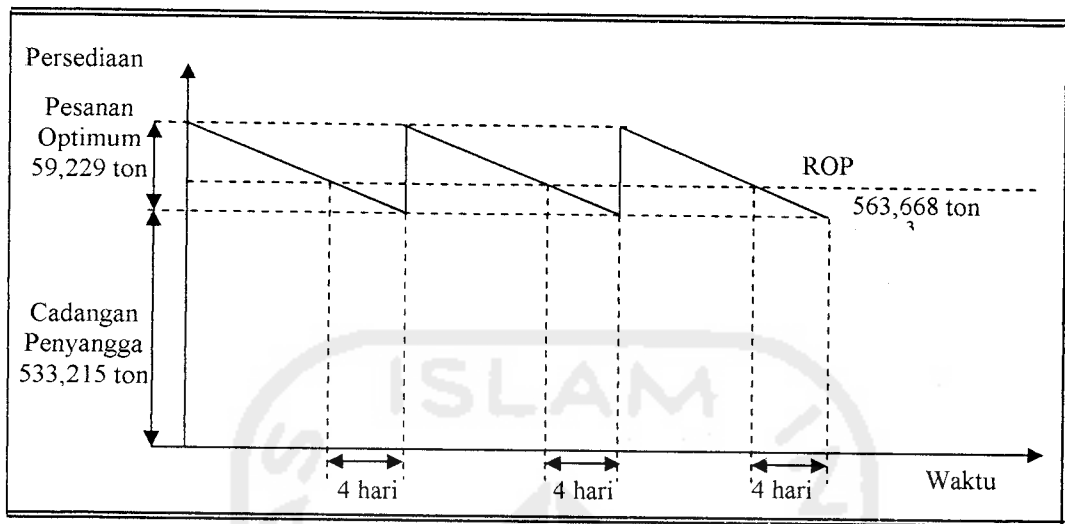
Pada hasil perhitungan alternatif I, perusahaan melakukan pemesanan material semen dua kali dalam sebulan, sehingga untuk satu tahun perusahaan melakukan pemesanan total sebanyak 24 kali dengan jumlah pesanan sebesar 207,301 ton untuk setiap kali pesan. Dapat dikatakan perusahaan melakukan pemesanan dalam jumlah yang besar dengan frekwensi yang kecil. Hal tersebut menyebabkan biaya pemesanan kecil, namun sebaliknya akan menyebabkan biaya penyimpanan yang sangat besar. Di samping itu untuk melakukan pembelian dalam jumlah yang sangat besar, dibutuhkan biaya yang sangat besar. Dalam kondisi tersebut, apabila perusahaan tidak mempunyai modal yang cukup, maka akan mengambil kemungkinan untuk meminjam kredit ke perusahaan keuangan

ataupun mencari investor. Namun permasalahan tidak akan selesai hanya sampai di situ, karena bunga atas modal yang ditanam dalam bentuk persediaan akan menjadi tinggi dan akan terakumulasi ke dalam biaya persediaan total.

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

Untuk alternatif berikutnya, siklus pemesanan ditentukan dengan menurunkan jumlah rata-rata siklus pemesanan tiap bulan dari alternatif sebelumnya. Siklus pemesanan semakin jarang akan menyebabkan jumlah pesanan untuk setiap kali pemesanan akan menjadi sangat besar. Biaya penyimpanan akan semakin besar karena rata-rata persediaan menjadi lebih banyak dan biaya pemesanan menjadi lebih kecil karena frekwensi pemesanan berkurang. Dari hasil perhitungan juga menunjukkan biaya persediaan total yang dihasilkan 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 lebih besar dari biaya persediaan total pada alternatif 6.

Berdasarkan biaya persediaan total dari ketujuh alternatif tersebut menunjukkan bahwa jumlah pemesanan semen pada alternatif 6 adalah jumlah pemesanan yang optimal, karena biaya persediaan total yang dihasilkan paling minimal.



**Gambar 6.1** Tingkat Persediaan Material Semen

## B. Material Pasir

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

**Tabel 6.3. Biaya persediaan total pasir dari berbagai alternatif**

| No | Alter-natif | Siklus Pemesanan (m <sup>3</sup> ) | Jumlah Pesanan (m <sup>3</sup> ) | Biaya Pemesanan Total (TOC) (Rp) | Biaya Penyimpanan Total (TCC) (Rp) | Biaya Persediaan Total (TIC=TOC+TCC) (Rp) |
|----|-------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---|
| 1  | 1           | 24                                 | 814,584                          | 360.000                          | 7.331.256                          | 7.691.256                                 |
| 2  | 2           | 36                                 | 543,056                          | 540.000                          | 4.887.504                          | 5.427.504                                 |
| 3  | 3           | 48                                 | 407,292                          | 720.000                          | 3.665.628                          | 4.385.628                                 |
| 4  | 4           | 64                                 | 325,834                          | 900.000                          | 2.932.506                          | 3.832.503                                 |
| 5  | 5           | 72                                 | 271,528                          | 1.080.000                        | 2.443.752                          | 3.523.752                                 |
| 6  | 6           | 84                                 | 232,738                          | 1.260.000                        | 2.094.642                          | 3.354.645                                 |
| 7  | 7           | 96                                 | 204,646                          | 1.440.000                        | 1.841.814                          | 3.272.814                                 |
| 8  | 8           | 108                                | 181,019                          | 1.620.000                        | 1.629.171                          | 3.249.169                                 |
| 9  | 9           | 120                                | 162,917                          | 1.800.000                        | 1.466.253                          | 3.266.253                                 |
| 10 | 7           | 132                                | 148,106                          | 1.980.000                        | 1.332.954                          | 3.312.954                                 |

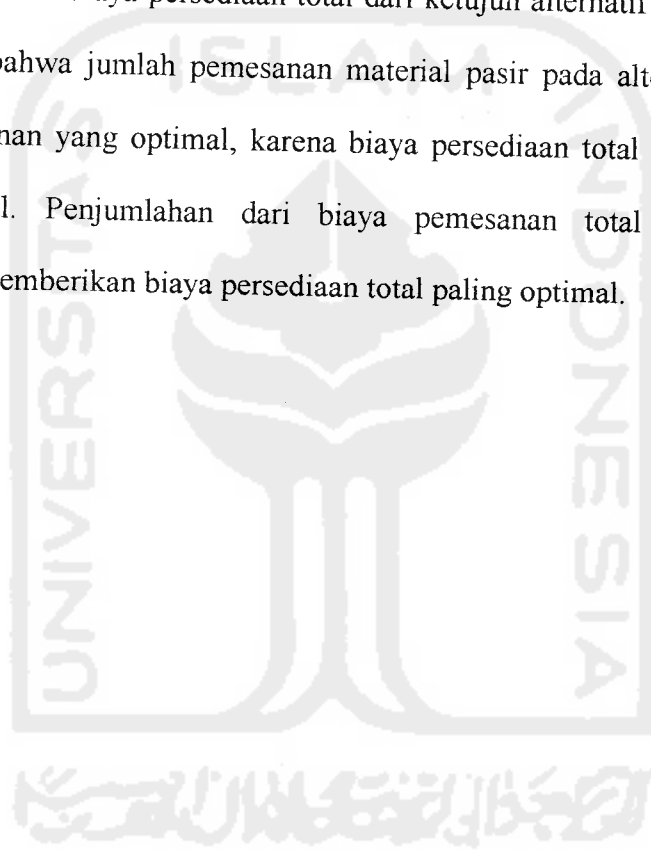
Sumber : Hasil perhitungan dengan Siklus dan jumlah pemesanan berbeda.

Pada hasil perhitungan alternatif I, perusahaan melakukan pemesanan material pasir dua kali dalam sebulan, sehingga untuk satu tahun perusahaan melakukan pemesanan total sebanyak 24 kali dengan jumlah pesanan sebesar 814,584 m<sup>3</sup> untuk setiap kali pesan. Perusahaan melakukan pemesanan dalam jumlah yang besar dengan frekwensi yang kecil. Hal tersebut menyebabkan biaya pemesanan kecil, namun sebaliknya akan menyebabkan biaya penyimpanan yang sangat besar.

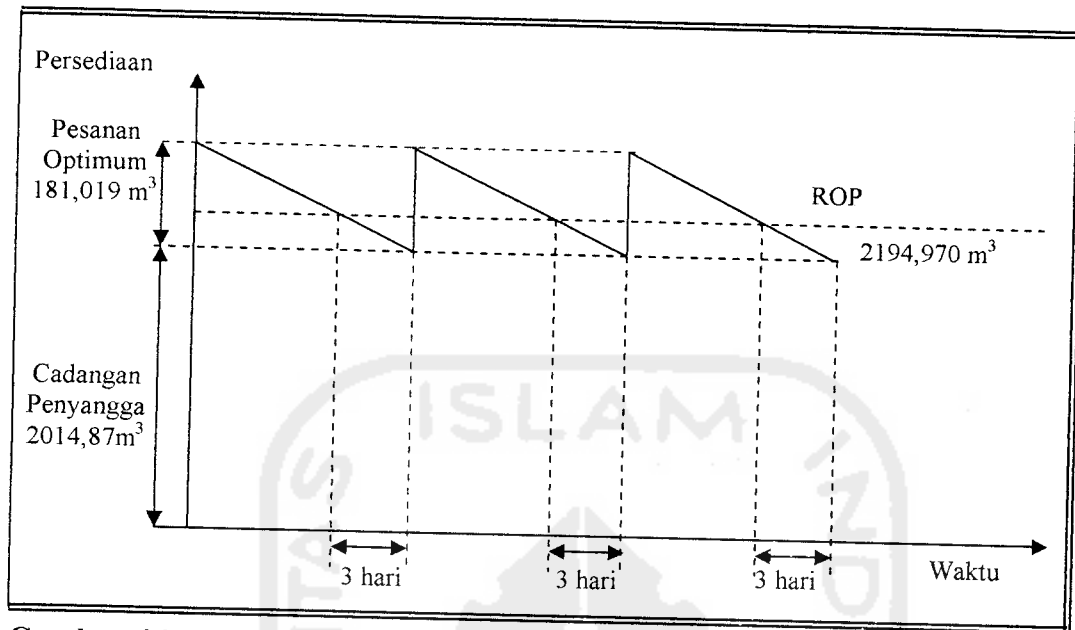
Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa biaya persediaan total yang dihasilkan oleh alternatif I menjadi sangat ekstrem, jauh lebih besar daripada biaya persediaan total yang dihasilkan oleh alternatif berikutnya. Hal ini

menunjukkan bahwa pemesanan material semen dalam jumlah yang besar belum tentu akan menghasilkan biaya persediaan total yang lebih kecil, atau lebih minimum. Jumlah pesanan material yang sangat besar akan mempengaruhi biaya penyimpanan totalnya, juga akan mempengaruhi dari kualitas material selama penyimpanan.

Berdasarkan biaya persediaan total dari ketujuh alternatif tersebut di atas, menunjukkan bahwa jumlah pemesanan material pasir pada alternatif 8 adalah jumlah pemesanan yang optimal, karena biaya persediaan total yang dihasilkan paling minimal. Penjumlahan dari biaya pemesanan total dengan biaya penyimpanan memberikan biaya persediaan total paling optimal.







Gambar 6.2 Tingkat Persediaan Material Pasir

### C. Material Split

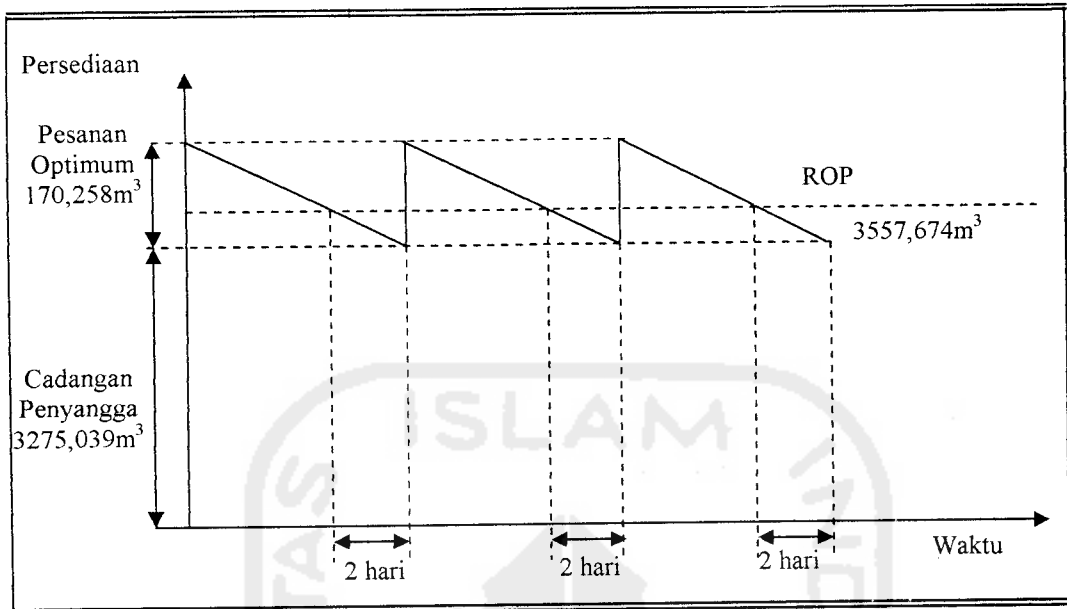
Hasil total perhitungan biaya persediaan material semen dari berbagai alternatif dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

**Tabel 6.4.** Biaya persediaan split total dari berbagai alternatif

| No | Alter-natif | Siklus Pemesanan (m <sup>3</sup> ) | Jumlah Pesanan (m <sup>3</sup> ) | Biaya Pemesanan Total (TOC) (Rp) | Biaya Penyimpanan Total (TCC) (Rp) | Biaya Persediaan Total (TIC=TOC+TCC) (Rp) |
|----|-------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---|
| 1  | 1           | 24                                 | 1276,931                         | 360.000                          | 21.069.361                         | 21.429.366                                |
| 2  | 2           | 36                                 | 851,288                          | 540.000                          | 14.046.252                         | 14.586.252                                |
| 3  | 3           | 48                                 | 638,466                          | 720.000                          | 10.534.689                         | 11.254.689                                |
| 4  | 4           | 60                                 | 510,773                          | 900.000                          | 8.427.755                          | 9.327.755                                 |
| 5  | 5           | 72                                 | 426,644                          | 1.080.000                        | 7.039.626                          | 8.103.126                                 |
| 6  | 6           | 84                                 | 364,838                          | 1.260.000                        | 6.019.827                          | 7.279.827                                 |
| 7  | 7           | 96                                 | 319,233                          | 1.440.000                        | 5.267.345                          | 6.707.345                                 |
| 8  | 8           | 108                                | 283,763                          | 1.620.000                        | 4.682.099                          | 6.3302.090                                |
| 9  | 9           | 120                                | 255,386                          | 1.800.000                        | 4.213.869                          | 6.013.869                                 |
| 10 | 10          | 132                                | 232,169                          | 1.980.000                        | 3.830.789                          | 5.810.789                                 |
| 11 | 11          | 144                                | 212,822                          | 2.160.000                        | 3.511.563                          | 5.671.563                                 |
| 12 | 12          | 156                                | 196,451                          | 2.340.000                        | 3.241.442                          | 5.581.442                                 |
| 13 | 13          | 168                                | 182,419                          | 2.520.000                        | 3.009.914                          | 5.529.914                                 |
| 14 | 14          | 180                                | 170,258                          | 2.700.000                        | 2.809.257                          | 5.509.257                                 |
| 15 | 15          | 196                                | 156,359                          | 2.940.000                        | 2.579.924                          | 5.519.924                                 |
| 16 | 16          | 208                                | 147,338                          | 3.120.000                        | 2.431.077                          | 5.551.077                                 |

Sumber : Hasil perhitungan dengan Siklus dan jumlah pemesanan berbeda.

Berdasarkan biaya persediaan total dari ketujuh alternatif tersebut di atas, menunjukkan bahwa jumlah pemesanan semen pada alternatif 14 adalah jumlah pemesanan yang optimal, karena biaya persediaan total yang dihasilkan paling minimal.



Gambar 6.3 Tingkat Persediaan Material Split

#### **6.4 Pengendalian Persediaan Material pada Perusahaan PT. Varia Usaha Beton Semarang**

Pada prakteknya tidak terdapat perencanaan dan sistem pengendalian persediaan material yang tepat guna. Jumlah persediaan, jumlah pesanan, serta berapa kali harus melakukan pemesanan tidak terencana. Perusahaan tersebut lebih cenderung menimbun persediaan dalam jumlah yang cukup menurut perkiraan, yang tak jarang persediaan material menjadi sangat berlebihan. Perusahaan kurang memperhatikan serta kurang memperhitungkan akumulasi biaya dari penimbunan tersebut. Penimbunan tersebut akan menimbulkan biaya penyimpanan yang besar, yang pada nantinya akan mempengaruhi biaya persediaan total. Penurunan kualitas juga tidak mustahil terjadi pada material yang ditimbun, dikarenakan tempat 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 setiap variasi dari jumlah pesanan, maupun siklus pemesanan akan memberikan pengaruh yang sangat signifikan dari biaya persediaan secara keseluruhan.

Dari gambar tingkat persediaan material bahan baku material terlihat bahwa tingkat cadangan penyangga cukup besar yang menyebabkan biaya investasi yang besar, sebaiknya pihak perusahaan harus memperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap cadangan penyangga, salah satunya waktu

tunggu. Waktu tunggu tersebut dipengaruhi jarak lokasi material, ketersediaan material dan kepastian datangnya material.

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



## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Optimasi persediaan material untuk PT. Varia Usaha Beton Semarang :

a. Semen

Jumlah pesanan optimum 59,229 ton dengan siklus pemesanan 84 kali dalam satu tahun pada selang 4 hari, jumlah cadangan penyangga adalah sebesar 533,215 ton dan jumlah *reorder point* sebesar 563,668 ton.

b. Pasir

Jumlah pesanan optimum 181,019 m<sup>3</sup> dengan siklus pemesanan 108 kali dalam satu tahun pada selang 3 hari, jumlah cadangan penyangga sebesar 2014,870 m<sup>3</sup> dan jumlah *reorder point* sebesar 2194,970 m<sup>3</sup>.

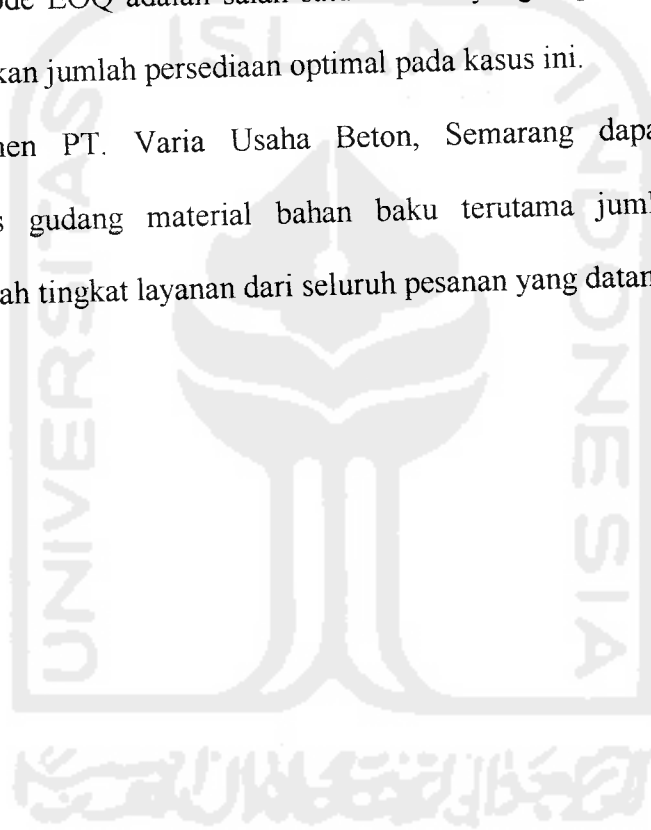
c. Split

Jumlah pesanan optimum 170,258 m<sup>3</sup> dengan siklus pemesanan 180 kali dalam satu tahun pada selang 2 hari, jumlah cadangan penyangga sebesar 3275,039 m<sup>3</sup> dan jumlah *reorder point* sebesar 3557,674 m<sup>3</sup>.

2. Kapasitas Gudang PT. Varia Usaha Beton, Semarang hanya mampu memberikan tingkat layanan 80% dari seluruh pesanan yang datang.

## 7.2 Saran

1. Masalah manajemen persediaan material dalam industri beton jadi sangat penting, maka sebaiknya pihak dari perusahaan yang bersangkutan dalam merencanakan dan mengendalikan material menggunakan metode yang sistematis dan terarah agar persediaan material bahan baku dapat optimal dan metode EOQ adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menetapkan jumlah persediaan optimal pada kasus ini.
2. Manajemen PT. Varia Usaha Beton, Semarang dapat memperluas kapasitas gudang material bahan baku terutama jumlah silo untuk menambah tingkat layanan dari seluruh pesanan yang datang.

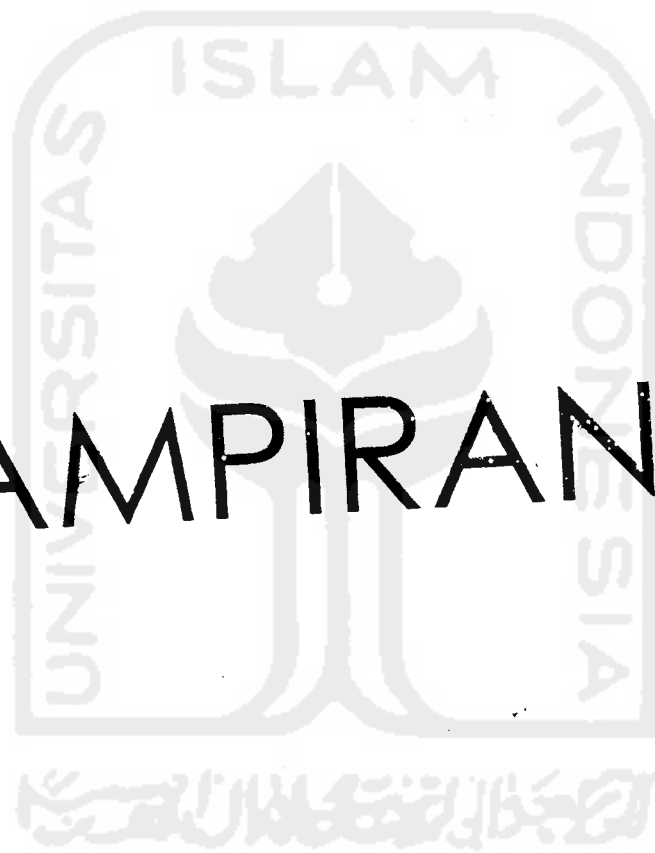


## DAFTAR PUSTAKA

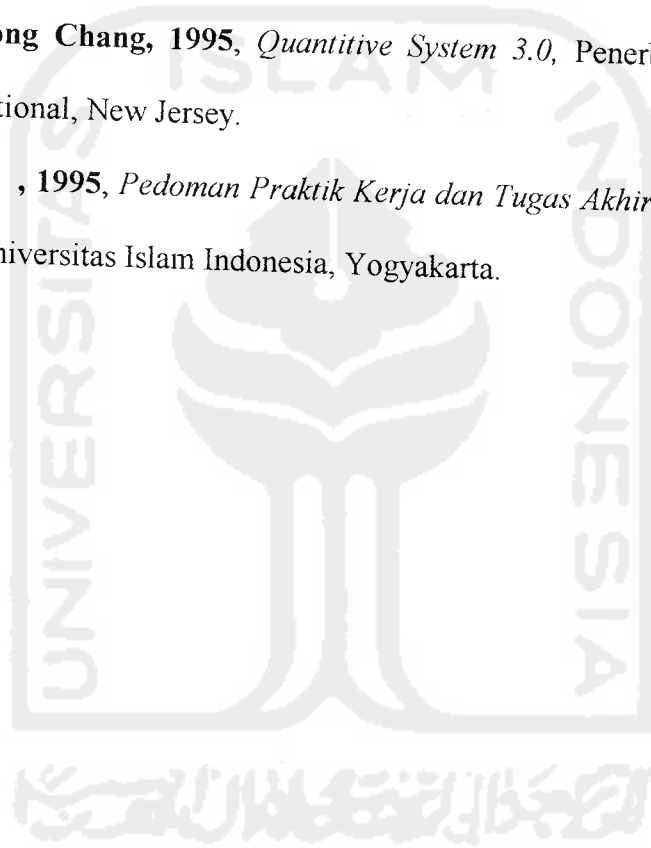
1. **Ahyari, Agus, 1986**, *Pengendalian Produksi*, Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
2. **Assauri, Sofyan, 1984**, *Teknik dan Metode Peramalan Penerapannya Dalam Ekonomi dan Dunia Usaha*, Edisi Satu, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
3. **Christian, J., Hachey, D., 1992**, *Effect Of Delay Times On Production Rates In Construction*, Journal of Constructions Engineering and Management, ASCE.
4. **Handoko, Hani, 1984**, *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi*, Penerbit BPFE UGM Jogjakarta.
5. **Hantoro, Sirod, 1993**, *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, UPP IKIP, Yogyakarta.
6. **Kushartanto, Junaedik, 2000**, *Manajemen Persediaan Material Pada Industri Beton Jadi (Readymix)*, UII, Jogjakarta.
7. **Nugroho, Dwianto, 2002**, *Penggunaan Metode Peramalan Dalam Optimalisasi Pengaturan Persediaan Material Pada Perusahaan Beton Jadi (Readymix)*, UII, Jogjakarta.
8. **Piasecki, Dave, 2001**, *Optimizing Economic Order Quantity (EOQ)*, IIE Solutions Magazine.



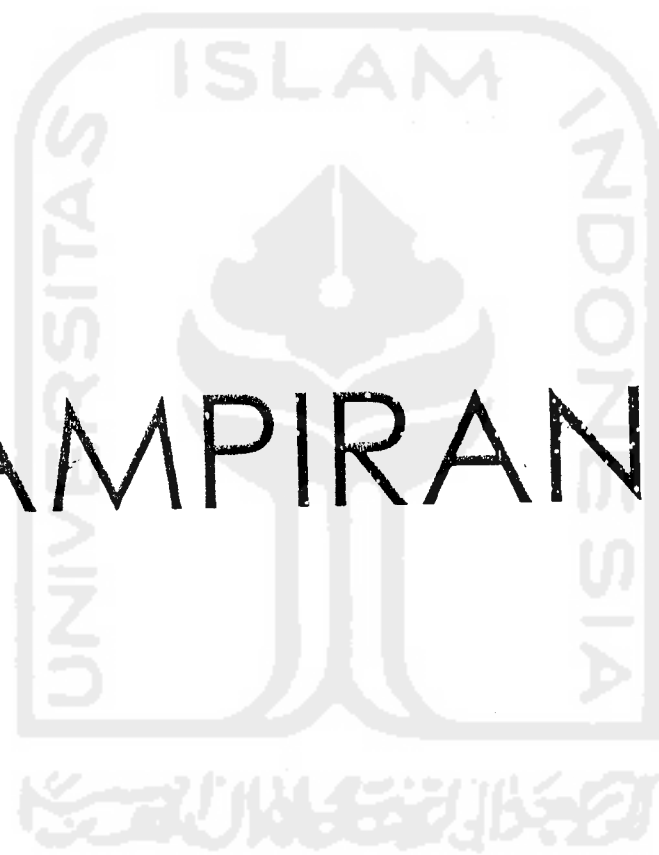
LAMPIRAN



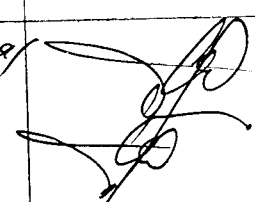




9. **Tersine, J. Richard, 1994**, *Principles of Inventory and Material Management*, Fourth Edition, The University of Oklahoma Prentice-Hall International, Inc.
10. **Sudjana, 1992**, *Metode Statistika*, Edisi 5, Tarsito, Bandung.
11. **Yamit, Zulian, 1996**, *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Pertama, Penerbit Ekonisia, FE UII Yogyakarta.
12. **Yhi-Long Chang, 1995**, *Quantitive System 3.0*, Penerbit Prentice Hall International, New Jersey.
13. \_\_\_\_\_, **1995**, *Pedoman Praktik Kerja dan Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.



LAMPIRAN



## CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

| NO  | TANGGAL  | CATATAN KONSULTASI   | TANDA TANGAN  |
|-----|----------|--|---|
| 01. | 27/4 03  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- maha kumbhata diharuskan bedug / tokeboyan</li> <li>- proposal proposal seminar</li> <li>- maha proposal seminar</li> </ul>   |    |
| 02. | 13/5 03  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- maha proposal seminar</li> </ul>  |    |
| 03. | 21/05 03 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tujuan penelitian buat yg jelas</li> <li>- Manfaat penelitian untuk Mhs. ?</li> <li>- Lihat masing-masing halaman → perbaiki</li> <li>- Cara penelitian ?</li> <li>- Perbedaan dengan penelitian Nugroho dan Dwiyanto (2002) apa ?</li> <li>- perbaiki flow chart jalannya penelitian ?</li> </ul>  |    |
| 04  | 28/05 03 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki dulu bagan alir penelitian → maha seminar ke proposal</li> </ul>   |  |
| 05  | 1/8 03   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Semua kesimpulan hasil penelitian &amp; study pustaka di cantumkan untuk masing-masing peneliti</li> <li>- Apakah ini masih dalam rangka proposal atau sudah penelitian</li> <li>- Kalau sudah penelitian mana: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Metode Penelitian nya ?</li> <li>- Cara Pengumpulan data ?</li> <li>- analisis data ?</li> <li>- Hasil penelitian ?</li> <li>- Pembahasan nya ?</li> <li>- Kesimpulan</li> </ul> </li> </ul> |  |
| 06  | 3/9 03   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pada tinjauan pustaka hanya berisi hasil penelitian orang sebelumnya yg senada dengan penelitian ini</li> <li>- Apakah kelas beton yg di pesan juga mempengaruhi kuantitas bahan</li> <li>- runtutan penulis an yg lengkap</li> <li>- ... ..</li> </ul>   |   |

- Apakah kelas beton yg di pesan juga mempengaruhi kuantitas bahan  
 - runtutan penulis an yg lengkap  
 - ... ..

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

| NO. | N A M A             | NO. MHS. | BID.STUDI    |
|-----|---------------------|----------|--------------|
| 1   | Sugianto            | 96310299 | Teknik Sipil |
| 2   | Harry Yudho Pratomo | 97511393 | Teknik Sipil |

**JUDUL TUGAS AKHIR :**

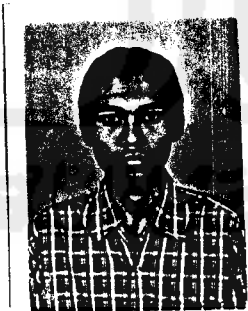
.....  
 .Manajemen.persediaan.material.dengan.metode.economic.order.quantity.pada.....  
 .industri.beton.jadi.(Ready.Mix).Studi.kasus.pada.PT.Varia.Usaha.Beton.Semarang  
 .....

**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 : ...Ir. Harbi Hadi, MT.  
 DOSEN PEMBIMBING II : ...Ir. Zaenal Arifin, MT.



Yogyakarta, ...11. Maret 2003  
 a.n. Dekan,

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

Catatan.


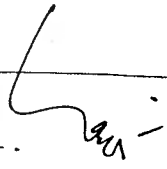
Seminar : .....  
 Sidang : .....  
 Pendadaran : .....

*Diper pangs s/d akhir November 2003*

*(Signature)*  
*malerup*

*16-9-2003*

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

| NO | TANGGAL  | CATATAN KONSULTASI  | TANDA TANGAN  |
|----|----------|---|---|
| 07 | 7-9-'03  | <p>Masing-masing rumus &amp; beri penjelasan yg lengkap.</p> <p>Lihat masing-masing lembar → perbaiki</p> <p>antara tujuan penelitian dan kesimpulan harus mempunyai hubungan yg yg meningkat!</p>  |  |
| 08 | 11-9-'03 | <p>Depat &amp; konsultasi lisan pada Bpk. Ir. Zaenul Arifin, MT.</p> <p>Uth. Ketua Jurusan T. Sipil / Bpk. H. Muzakir</p> <p>16/9 '03</p> <p>ps. ltr. ltr.</p> <p>Proton untuk Orpat di revised berdasarkan kebijakan Jurusan, tentang pola penulisan Tt.</p> <p>Berdasarkan Ksi "jurnal" penelitian analisis substansi dan penulisan dan di bidang MK, tapi keupayaan konsultasi p. ps I / non MK</p> <p>Dan Proton untuk jadwal peninjauan ke prode Baku. (uruk Hebis!)</p> <p>Prinsip</p> <p>Musalam</p> |  |

  
Zaenul Arifin

## CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

| NO | TANGGAL   | CATATAN KONSULTASI   | TANDA TANGAN |
|----|-----------|--|--------------|
|    | 23/9 '03  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teori &amp; rumus &amp; sequencing of light tr</li> <li>- ts aka &amp; cupri the penelit</li> <li>- Grant metodologi penelit &amp; relifor</li> <li>- penelit anda</li> </ul>   |              |
|    | 24/9 '03  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Konsistensi penulisan → simbol &amp; angka</li> <li>- mesfing, unun dan tabel/konsisten</li> <li>- kejelasan ke pembatasan</li> </ul>   |              |
|    | 06/10 '03 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maksud penelit &amp; buat per sistematis</li> <li>- menggunakan istilah penelit — logika &amp; alur penelit</li> <li>- Tujuan penelit benar? &amp; acuan &amp; hasil</li> <li>- Konsep penelitian MSD = relap hasil &amp; S.</li> </ul> |              |
|    | 21/10 '03 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buat kerangka &amp; uraian pd Tujuan</li> <li>- Buat Abstrak</li> <li>- Redaksi</li> </ul>  |              |
|    | 31/10 '03 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Official kerangka acuan &amp; cap/ku penelit</li> <li>- Jarak → diwalkan longgong. epapfen, mahaia metode EOP</li> </ul> <p>→ Maju ke Date PDI<br/>Cat. PB II, dapat maju sidang</p>  |              |
|    | 1/11 '03  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- dapat maju sidang</li> </ul>  |              |
|    | 26/12 '03 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- final → Maju ke per Hard Cover perbanyal.</li> </ul>  |              |

# LAMPIRAN





## Tabel Hasil Perhitungan Peramalan

### A. Material Semen

◆ Dengan metode Single Exponential Smoothing

Forecast Results for VARIA USAHA BETON Page: 1 of 6

06-27-2003 10:48:17

| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 1      | 396    | 396      |          |           |
| 2      | 423    | 403.2364 | 396      | -27       |
| 3      | 487    | 425.6862 | 403.2364 | -83.7636  |
| 4      | 530    | 453.6439 | 425.6862 | -104.3138 |
| 5      | 462    | 455.8834 | 453.6439 | -8.3561   |
| 6      | 385    | 436.8856 | 455.8834 | 70.8834   |
| 7      | 353    | 414.403  | 436.8856 | 83.8856   |
| 8      | 321    | 389.3697 | 414.403  | 93.4030   |
| 9      | 294    | 363.8092 | 389.3697 | 95.3696   |
| 10     | 336    | 356.3559 | 363.8092 | 27.6092   |
| 11     | 389    | 365.105  | 356.3559 | -32.6440  |
| 12     | 370    | 366.4169 | 365.105  | -4.8949   |

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0.06  
MAD = 89.31    MSD = 11431.15    Bias = -3.85    R-square = .28  
Alpha = .26801    Search criterion: MSD

Forecast Results for VARIA USAHA BETON Page: 2 of 6

06-27-2003 10:48:45

| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 13     | 243    | 333.3394 | 366.4169 | 123.4169  |
| 14     | 256    | 312.6113 | 333.3394 | 77.3393   |
| 15     | 262    | 299.0467 | 312.6113 | 50.6113   |
| 16     | 237    | 282.4173 | 299.0467 | 62.0467   |
| 17     | 349    | 300.2624 | 282.4173 | -66.5827  |
| 18     | 280    | 294.8318 | 300.2624 | 20.2624   |
| 19     | 328    | 303.7213 | 294.8318 | -33.1682  |
| 20     | 298    | 302.1879 | 303.7213 | 5.7213    |
| 21     | 385    | 324.3828 | 302.1879 | -82.8120  |
| 22     | 540    | 382.1713 | 324.3828 | -215.6172 |
| 23     | 310    | 362.8284 | 382.1713 | 72.1713   |
| 24     | 211    | 322.1361 | 362.8284 | 151.8284  |

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0.06  
MAD = 89.31    MSD = 11431.15    Bias = -3.85    R-square = .28  
Alpha = .26801    Search criterion: MSD

| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 25     | 431    | 351.3132 | 322.1361 | -108.8639 |
| 26     | 440    | 375.0826 | 351.3132 | -88.68677 |
| 27     | 497    | 407.7582 | 375.0826 | -121.9174 |
| 28     | 438    | 415.8635 | 407.7582 | -30.24176 |
| 29     | 560    | 454.4942 | 415.8635 | -144.1365 |
| 30     | 365    | 430.5084 | 454.4942 | 89.49417  |
| 31     | 636    | 485.5832 | 430.5084 | -205.4916 |
| 32     | 562    | 506.064  | 485.5832 | -76.41684 |
| 33     | 635    | 540.6207 | 506.064  | -128.936  |
| 34     | 478    | 523.8375 | 540.6207 | 62.62073  |
| 35     | 463    | 507.5321 | 523.8375 | 60.83746  |
| 36     | 573    | 525.0785 | 507.5321 | -65.46786 |

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0.06  
 MAD = 89.31 MSD = 11431.15 Bias = -3.85 R-square = .28  
 Alpha = .26801 Search criterion: MSD

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

| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 37     | 427    | 498.792  | 525.0785 | 98.07849  |
| 38     | 524    | 505.5481 | 498.792  | -25.20798 |
| 39     | 571    | 523.0902 | 505.5481 | -65.45187 |
| 40     | 532    | 525.4781 | 523.0902 | -8.90979  |
| 41     | 493    | 516.7736 | 525.4781 | 32.47815  |
| 42     | 672    | 558.3765 | 516.7736 | -155.2264 |
| 43     | 622    | 575.4285 | 558.3765 | -63.62347 |
| 44     | 436    | 538.0596 | 575.4285 | 139.4285  |
| 45     | 725    | 588.1624 | 538.0596 | -166.9404 |
| 46     | 564    | 581.6865 | 588.1624 | 24.16235  |
| 47     | 635    | 595.9753 | 581.6865 | -53.31354 |
| 48     | 486    | 566.5003 | 595.9753 | 109.9753  |

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0.06  
 MAD = 89.31 MSD = 11431.15 Bias = -3.85 R-square = .28  
 Alpha = .26801 Search criterion: MSD

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



| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 49     | 380    | 516.5155 | 566.5003 | 186.5003  |
| 50     | 413    | 488.7719 | 516.5155 | 103.5155  |
| 51     | 685    | 541.3638 | 488.7719 | -196.2281 |
| 52     | 487    | 526.7935 | 541.3638 | 54.36383  |
| 53     | 243    | 450.7327 | 526.7935 | 283.7935  |
| 54     | 374    | 430.1672 | 450.7327 | 76.73273  |
| 55     | 627    | 482.9213 | 430.1672 | -196.8328 |
| 56     | 558    | 503.0435 | 482.9213 | -75.0787  |
| 57     | 365    | 466.0458 | 503.0435 | 138.0435  |
| 58     | 381    | 443.2523 | 466.0458 | 85.04581  |
| 59     | 402    | 432.1961 | 443.2523 | 41.25229  |
| 60     | 524    | 456.8009 | 432.1961 | -91.80392 |

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0.06  
 MAD = 89.31 MSD = 11431.15 Bias = -3.85 R-square = .28  
 Alpha = .26801 Search criterion: MSD

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

| Period | Actual | F(t) | Forecast | Error |
|--------|--------|------|----------|-------|
| 61     |        |      | 456.8009 |       |
| 62     |        |      | 456.8009 |       |
| 63     |        |      | 456.8009 |       |
| 64     |        |      | 456.8009 |       |
| 65     |        |      | 456.8009 |       |
| 66     |        |      | 456.8009 |       |
| 67     |        |      | 456.8009 |       |
| 68     |        |      | 456.8009 |       |
| 69     |        |      | 456.8009 |       |
| 70     |        |      | 456.8009 |       |
| 71     |        |      | 456.8009 |       |
| 72     |        |      | 456.8009 |       |

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0.06  
 MAD = 89.31 MSD = 11431.15 Bias = -3.85 R-square = .28  
 Alpha = .26801 Search criterion: MSD

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



B. Material Pasir

◆ Dengan Metode Single Exponential Smoothing

Forecast Results for VARIA USAHA BETON Page: 1 of 6  
07-30-2002 11:57:19

| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 1      | 1356   | 1356     |          |           |
| 2      | 1654   | 1451.266 | 1356     | -298      |
| 3      | 1896   | 1593.441 | 1451.266 | -444.7339 |
| 4      | 1986   | 1718.936 | 1593.441 | -392.5592 |
| 5      | 1753   | 1729.826 | 1718.936 | -34.06396 |
| 6      | 1285   | 1587.622 | 1729.826 | 444.8258  |
| 7      | 1157   | 1449.958 | 1587.622 | 430.6217  |
| 8      | 1128   | 1347.033 | 1449.958 | 321.9585  |
| 9      | 1048   | 1251.437 | 1347.033 | 299.0332  |
| 10     | 1239   | 1247.461 | 1251.437 | 12.43677  |
| 11     | 1327   | 1272.888 | 1247.461 | -79.53906 |
| 12     | 1269   | 1271.645 | 1272.888 | 3.888428  |

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0  
MAD = 320.43 MSD = 163048.5 Bias = -23.61 R-square = .23  
Alpha = .31968 Search criterion: MSD

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

Forecast Results for VARIA USAHA BETON Page: 2 of 6  
07-30-2002 11:57:36

| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 13     | 1117   | 1222.208 | 1271.645 | 154.6454  |
| 14     | 1428   | 1287.996 | 1222.208 | -205.7924 |
| 15     | 1437   | 1335.631 | 1287.996 | -149.0037 |
| 16     | 1460   | 1375.39  | 1335.631 | -124.3694 |
| 17     | 1638   | 1459.342 | 1375.39  | -262.6104 |
| 18     | 1520   | 1478.734 | 1459.342 | -60.65784 |
| 19     | 1627   | 1526.132 | 1478.734 | -148.2665 |
| 20     | 1548   | 1533.123 | 1526.132 | -21.86792 |
| 21     | 1726   | 1594.783 | 1533.123 | -192.8771 |
| 22     | 1937   | 1704.184 | 1594.783 | -342.2172 |
| 23     | 1583   | 1665.444 | 1704.184 | 121.1844  |
| 24     | 903    | 1421.702 | 1665.444 | 762.4436  |

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0  
MAD = 320.43 MSD = 163048.5 Bias = -23.61 R-square = .23  
Alpha = .31968 Search criterion: MSD

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

Forecast Results for VARIA USAHA BETON Page: 3 of 6  
07-30-2002 11:57:53

| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 25     | 904    | 1256.2   | 1421.702 | 517.7019  |
| 26     | 1188   | 1234.398 | 1256.2   | 68.20044  |
| 27     | 1410   | 1290.535 | 1234.398 | -175.6022 |
| 28     | 1526   | 1365.81  | 1290.535 | -235.4648 |
| 29     | 1815   | 1509.409 | 1365.81  | -449.1903 |
| 30     | 1457   | 1492.655 | 1509.409 | 52.40906  |
| 31     | 2172   | 1709.831 | 1492.655 | -679.3453 |
| 32     | 2173   | 1857.899 | 1709.831 | -463.1689 |

|    |      |          |          |           |
|----|------|----------|----------|-----------|
| 33 | 2274 | 1990.92  | 1857.899 | -416.1008 |
| 34 | 2478 | 2146.632 | 1990.92  | -487.0797 |
| 35 | 2145 | 2146.111 | 2146.632 | 1.632324  |
| 36 | 2156 | 2149.272 | 2146.111 | -9.889404 |

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0  
MAD = 320.43 MSD = 163048.5 Bias = -23.61 R-square = .23  
Alpha = .31968 Search criterion: MSD

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

Forecast Results for VARIA USAHA BETON Page: 4 of 6  
07-30-2002 11:58:07

| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 37     | 1563   | 1961.85  | 2149.272 | 586.272   |
| 38     | 1862   | 1929.929 | 1961.85  | 99.84973  |
| 39     | 2035   | 1963.519 | 1929.929 | -105.0707 |
| 40     | 1865   | 1932.024 | 1963.519 | 98.5188   |
| 41     | 1961   | 1941.287 | 1932.024 | -28.9762  |
| 42     | 2679   | 2177.123 | 1941.287 | -737.7129 |
| 43     | 2383   | 2242.939 | 2177.123 | -205.8772 |
| 44     | 1684   | 2064.254 | 2242.939 | 558.9387  |
| 45     | 2773   | 2290.83  | 2064.254 | -708.7456 |
| 46     | 2035   | 2209.045 | 2290.83  | 255.8296  |
| 47     | 2439   | 2282.558 | 2209.045 | -229.9553 |
| 48     | 1859   | 2147.153 | 2282.558 | 423.5579  |

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0  
MAD = 320.43 MSD = 163048.5 Bias = -23.61 R-square = .23  
Alpha = .31968 Search criterion: MSD

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

Forecast Results for VARIA USAHA BETON Page: 5 of 6  
07-30-2002 11:58:21

| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 49     | 1463   | 1928.439 | 2147.153 | 684.1528  |
| 50     | 1638   | 1835.59  | 1928.439 | 290.4395  |
| 51     | 2856   | 2161.8   | 1835.59  | -1020.41  |
| 52     | 1897   | 2077.147 | 2161.8   | 264.7998  |
| 53     | 1276   | 1821.033 | 2077.147 | 801.1472  |
| 54     | 1498   | 1717.764 | 1821.033 | 323.0326  |
| 55     | 2493   | 1965.595 | 1717.764 | -775.2361 |
| 56     | 2281   | 2066.425 | 1965.595 | -315.4048 |
| 57     | 1336   | 1832.919 | 2066.425 | 730.4253  |
| 58     | 1443   | 1708.268 | 1832.919 | 389.9193  |
| 59     | 1650   | 1689.641 | 1708.268 | 58.26794  |
| 60     | 2039   | 1801.325 | 1689.641 | -349.3595 |

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0  
MAD = 320.43 MSD = 163048.5 Bias = -23.61 R-square = .23  
Alpha = .31968 Search criterion: MSD

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

| Period | Actual | F(t) | Forecast | Error |
|--------|--------|------|----------|-------|
| 61     |        |      | 1801.325 |       |
| 62     |        |      | 1801.325 |       |
| 63     |        |      | 1801.325 |       |
| 64     |        |      | 1801.325 |       |
| 65     |        |      | 1801.325 |       |
| 66     |        |      | 1801.325 |       |
| 67     |        |      | 1801.325 |       |
| 68     |        |      | 1801.325 |       |
| 69     |        |      | 1801.325 |       |
| 70     |        |      | 1801.325 |       |
| 71     |        |      | 1801.325 |       |
| 72     |        |      | 1801.325 |       |

Single exponential smoothing: CPU Seconds = 0  
 MAD = 320.43 MSD = 163048.5 Bias = -23.61 R-square = .23  
 Alpha = .31968 Search criterion: MSD

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



C. Material Split

◆ Dengan Metode Single Exponential Smoothing

-----Forecast Results for VARIA USAHA BETON-----  
 07-30-2002 15:26:15 Page: 1 of 6

| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 1      | 1658   | 1658     |          |           |
| 2      | 1869   | 1749.495 | 1658     | -211      |
| 3      | 2054   | 1881.537 | 1749.495 | -304.5048 |
| 4      | 2325   | 2073.834 | 1881.537 | -443.4634 |
| 5      | 1865   | 1983.278 | 2073.834 | 208.8342  |
| 6      | 1569   | 1803.636 | 1983.278 | 414.2781  |
| 7      | 1427   | 1640.317 | 1803.636 | 376.636   |
| 8      | 1376   | 1525.702 | 1640.317 | 264.3165  |
| 9      | 1368   | 1457.318 | 1525.702 | 157.7018  |
| 10     | 1536   | 1491.437 | 1457.318 | -78.68188 |
| 11     | 1635   | 1553.69  | 1491.437 | -143.5634 |
| 12     | 1526   | 1541.683 | 1553.69  | 27.68958  |

Single exponential smoothing: CPU Seconds = .06  
 MAD = 474.62 MSD = 378277.6 Bias = -45.67 R-square = .26  
 Alpha = .43363 Search criterion: MSD

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

-----Forecast Results for VARIA USAHA BETON-----  
 07-30-2002 15:26:31 Page: 2 of 6

| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 13     | 1347   | 1457.263 | 1541.683 | 194.6826  |
| 14     | 2146   | 1755.918 | 1457.263 | -688.7369 |
| 15     | 2365   | 2020.032 | 1755.918 | -609.0822 |
| 16     | 2622   | 2281.062 | 2020.032 | -601.9679 |
| 17     | 2775   | 2495.246 | 2281.062 | -493.9385 |
| 18     | 2635   | 2555.847 | 2495.246 | -139.7537 |
| 19     | 2774   | 2650.444 | 2555.847 | -218.1528 |
| 20     | 2439   | 2558.756 | 2650.444 | 211.4441  |
| 21     | 2852   | 2685.915 | 2558.756 | -293.2437 |
| 22     | 2863   | 2762.704 | 2685.915 | -177.0854 |
| 23     | 2539   | 2665.7   | 2762.704 | 223.7036  |
| 24     | 1359   | 2099.08  | 2665.7   | 1306.7    |

Single exponential smoothing: CPU Seconds = .06  
 MAD = 474.62 MSD = 378277.6 Bias = -45.67 R-square = .26  
 Alpha = .43363 Search criterion: MSD

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

-----Forecast Results for VARIA USAHA BETON-----  
 07-30-2002 15:26:46 Page: 3 of 6

| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 25     | 984    | 1615.551 | 2099.08  | 1115.08   |
| 26     | 1240   | 1452.702 | 1615.551 | 375.5514  |
| 27     | 1634   | 1531.318 | 1452.702 | -181.2977 |
| 28     | 1325   | 1441.853 | 1531.318 | 206.3177  |
| 29     | 2025   | 1694.721 | 1441.853 | -583.1471 |
| 30     | 1680   | 1688.338 | 1694.721 | 14.72107  |
| 31     | 1618   | 1657.837 | 1688.338 | 70.33765  |
| 32     | 2992   | 2236.366 | 1657.837 | -1334.163 |
| 33     | 3524   | 2794.719 | 2236.366 | -1287.634 |

Forecast Results for VARMA USRMA BEYON

Page: 5 of 6

< Pagedown > < PageUp > < Hardcopy > < Cancel >

MAD = 474.62 MSD = 378277.6 Bias = -45.67 R-square = .26  
 Alpha = .43363 Search criterion: MSD  
 Single exponential smoothing: CPU Seconds = .06

| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 49     | 2295   | 2219.26  | 2868.113 | 563.1128  |
| 50     | 2635   | 2223.82  | 2615.26  | -19.7498  |
| 51     | 3652   | 3007.921 | 2623.82  | -1208.18  |
| 52     | 2814   | 3007.921 | 3156.391 | 349.9914  |
| 53     | 1968   | 2554.984 | 3007.921 | 1039.921  |
| 54     | 2341   | 2463.327 | 2556.984 | 963.6726  |
| 55     | 3427   | 2881.202 | 2463.327 | -948.6726 |
| 56     | 3289   | 3092.724 | 2881.202 | -487.7983 |
| 57     | 1958   | 2619.323 | 3092.724 | 1244.724  |
| 58     | 2184   | 2402.803 | 2619.323 | 487.7983  |
| 59     | 2568   | 2474.437 | 2402.803 | -161.9983 |
| 60     | 3289   | 2826.352 | 2474.437 | -811.563  |

Forecast Results for VARMA USRMA BEYON

Page: 4 of 6

< Pagedown > < PageUp > < Hardcopy > < Cancel >

MAD = 474.62 MSD = 378277.6 Bias = -45.67 R-square = .26  
 Alpha = .43363 Search criterion: MSD  
 Single exponential smoothing: CPU Seconds = .06

| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 37     | 1865   | 2348.527 | 2718.725 | 853.7248  |
| 38     | 2568   | 2443.696 | 2348.527 | -219.4731 |
| 39     | 2963   | 2668.88  | 2443.696 | -519.3037 |
| 40     | 2463   | 2579.605 | 2668.88  | 209.8904  |
| 41     | 2784   | 2668.236 | 2579.605 | -204.3948 |
| 42     | 3754   | 3139.052 | 2668.236 | -1085.764 |
| 43     | 3259   | 3191.065 | 3139.052 | -119.9475 |
| 44     | 1968   | 2660.711 | 3191.065 | 1223.065  |
| 45     | 3867   | 3183.79  | 2660.711 | -1206.289 |
| 46     | 2438   | 2860.396 | 3183.79  | 748.793   |
| 47     | 3258   | 3032.808 | 2860.396 | -397.6042 |
| 48     | 2653   | 2868.113 | 3032.808 | 379.8076  |

Forecast Results for VARMA USRMA BEYON

Page: 3 of 6

< Pagedown > < PageUp > < Hardcopy > < Cancel >

MAD = 474.62 MSD = 378277.6 Bias = -45.67 R-square = .26  
 Alpha = .43363 Search criterion: MSD  
 Single exponential smoothing: CPU Seconds = .06

| Period | Actual | F(t)     | Forecast | Error     |
|--------|--------|----------|----------|-----------|
| 34     | 2898   | 2839.504 | 2794.719 | -103.2815 |
| 35     | 2534   | 2707.029 | 2839.504 | 305.5042  |
| 36     | 2734   | 2718.725 | 2707.029 | -26.9707  |



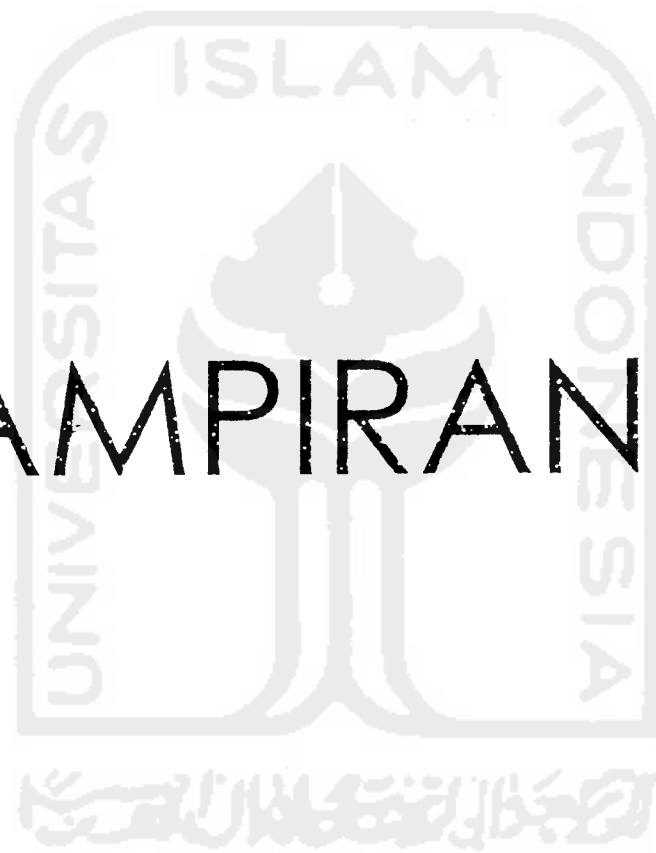
| Period | Actual | Est. | Forecast | Error |
|--------|--------|------|----------|-------|
| 61     |        |      | 2826.352 |       |
| 62     |        |      | 2826.352 |       |
| 63     |        |      | 2826.352 |       |
| 64     |        |      | 2826.352 |       |
| 65     |        |      | 2826.352 |       |
| 66     |        |      | 2826.352 |       |
| 67     |        |      | 2826.352 |       |
| 68     |        |      | 2826.352 |       |
| 69     |        |      | 2826.352 |       |
| 70     |        |      | 2826.352 |       |
| 71     |        |      | 2826.352 |       |
| 72     |        |      | 2826.352 |       |

Single exponential smoothing: CPU Seconds = .06  
 MAD = 474.62 MSD = 378277.6 Bias = -45.67 R-square = .26  
 Alpha = .49362 Search criterion: MSD

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



LAMPIRAN



## SURAT KETERANGAN

Nomor : 049/111100/.....1

Yang bertandatangan dibawah ini menerangkan bahwa :

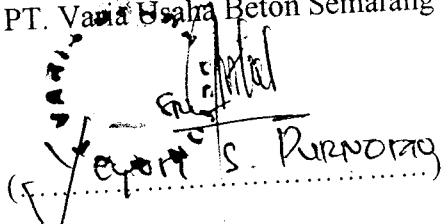
Nama : Sugiarto  
No. mhs : 96 310 299  
Nama : Harry Yudho P.  
No. mhs : 97 511 393

Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Jogjakrta, telah selesai melaksanakan pengumpulan informasi/data tentang PT. Varia Usaha Beton Semarang.

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

Jogjakarta, April 2003

A.N. Kepala Pimpinan  
PT. Varia Usaha Beton Semarang

  
Yeyon S. Purworo

LAMPIRAN



**Tabel distribusi-t (lanjutan)**

| v    | $\alpha$ |       |       |       |        |        |        |
|------|----------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|      | 0.20     | 0.15  | 0.10  | 0.05  | 0.025  | 0.01   | 0.005  |
| 1    | 1.376    | 1.963 | 3.078 | 6.314 | 12.706 | 31.821 | 63.656 |
| 2    | 1.061    | 1.386 | 1.886 | 2.920 | 4.303  | 6.965  | 9.925  |
| 3    | 0.978    | 1.250 | 1.638 | 2.353 | 3.182  | 4.541  | 5.841  |
| 4    | 0.941    | 1.190 | 1.533 | 2.132 | 2.776  | 3.747  | 4.604  |
| 5    | 0.920    | 1.156 | 1.476 | 2.015 | 2.571  | 3.365  | 4.032  |
| 6    | 0.906    | 1.134 | 1.440 | 1.943 | 2.447  | 3.143  | 3.707  |
| 7    | 0.896    | 1.119 | 1.415 | 1.895 | 2.365  | 2.998  | 3.499  |
| 8    | 0.889    | 1.108 | 1.397 | 1.860 | 2.306  | 2.896  | 3.355  |
| 9    | 0.883    | 1.100 | 1.383 | 1.833 | 2.262  | 2.821  | 3.250  |
| 10   | 0.879    | 1.093 | 1.372 | 1.812 | 2.228  | 2.764  | 3.169  |
| 11   | 0.876    | 1.088 | 1.363 | 1.796 | 2.201  | 2.718  | 3.106  |
| 12   | 0.873    | 1.083 | 1.356 | 1.782 | 2.179  | 2.681  | 3.055  |
| 13   | 0.870    | 1.079 | 1.350 | 1.771 | 2.160  | 2.650  | 3.012  |
| 14   | 0.868    | 1.076 | 1.345 | 1.761 | 2.145  | 2.624  | 2.977  |
| 15   | 0.866    | 1.074 | 1.341 | 1.753 | 2.131  | 2.602  | 2.947  |
| 16   | 0.865    | 1.071 | 1.337 | 1.746 | 2.120  | 2.583  | 2.921  |
| 17   | 0.863    | 1.069 | 1.333 | 1.740 | 2.110  | 2.567  | 2.898  |
| 18   | 0.862    | 1.067 | 1.330 | 1.734 | 2.101  | 2.552  | 2.878  |
| 19   | 0.861    | 1.066 | 1.328 | 1.729 | 2.093  | 2.539  | 2.861  |
| 20   | 0.860    | 1.064 | 1.325 | 1.725 | 2.086  | 2.528  | 2.845  |
| 21   | 0.859    | 1.063 | 1.323 | 1.721 | 2.080  | 2.518  | 2.831  |
| 22   | 0.858    | 1.061 | 1.321 | 1.717 | 2.074  | 2.508  | 2.819  |
| 23   | 0.858    | 1.060 | 1.319 | 1.714 | 2.069  | 2.500  | 2.807  |
| 24   | 0.857    | 1.059 | 1.318 | 1.711 | 2.064  | 2.492  | 2.797  |
| 25   | 0.856    | 1.058 | 1.316 | 1.708 | 2.060  | 2.485  | 2.787  |
| 26   | 0.856    | 1.058 | 1.315 | 1.706 | 2.056  | 2.479  | 2.779  |
| 27   | 0.855    | 1.057 | 1.314 | 1.703 | 2.052  | 2.473  | 2.771  |
| 28   | 0.855    | 1.056 | 1.313 | 1.701 | 2.048  | 2.467  | 2.763  |
| 29   | 0.854    | 1.055 | 1.311 | 1.699 | 2.045  | 2.462  | 2.756  |
| inf. | 0.842    | 1.036 | 1.282 | 1.645 | 1.960  | 2.326  | 2.576  |