

TUGAS AKHIR (TS 1780)

OPTIMASI PRODUKSI READY MIX CONCRETE DENGAN PEMROGRAMAN LINIER PADA SEBUAH PERUSAHAAN INDUSTRI BETON DI JAKARTA

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	14-8-2000
Terima Oleh	H
No. Agenda Prp.	21.1834

RSS
666 893
601
0-1
2000



Disusun Oleh :

TUMPAL SALOMO GULTOM

NRP. 3193 100 088



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2000

**TUGAS AKHIR
(TS 1780)**

**OPTIMASI PRODUKSI
READY MIX CONCRETE
DENGAN PEMROGRAMAN LINIER
PADA SEBUAH PERUSAHAAN
INDUSTRI BETON DI JAKARTA**

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



DR. Ir. NADJADJI ANWAR, MSc.

NIP. 130 889 958

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2000**

Tuhanku,
Tajar aku menangis
di dalam kesukaan
serta mengucap syukur
di dalam kesusahan,
dan biarlah kebajikan
serta kemurahan belaka
mengikuti aku seumur
hidupku



thoemps novallosevic



Judul Tugas Akhir :
**OPTIMASI PRODUKSI READY MIX CONCRETE
DENGAN PEMROGRAMAN LINIER
PADA SEBUAH PERUSAHAAN INDUSTRI BETON DI JAKARTA**

Oleh : Tumpal Salomo Gultom
NRP : 3193 100 088
Dosen Pembimbing : DR. Ir. Nadjadji Anwar, MSc

ABSTRAK

PT. Pioneer Beton Industri Jakarta merupakan perusahaan industri beton yang memiliki lima buah *batching plant* di wilayah Jabotabek. Masing-masing *batching plant* ini memproduksi lima jenis *ready mix concrete*, yaitu mutu K-175, K-225, K-250, K-300 dan K-400. Untuk perencanaan produksi satu tahun ke depan, perusahaan menemukan masalah berapa banyak *ready mix concrete* yang akan diproduksi oleh masing-masing *batching plant* sehingga dapat meminimumkan biaya produksi.

Pemrograman linier merupakan pendekatan pemecahan masalah yang dikembangkan untuk situasi yang melibatkan fungsi linier maksimasi atau minimasi yang dipengaruhi oleh kendala linier yang membatasi tingkat pencapaian tujuan tersebut. Proses pemrograman linier ini didahului dengan pemodelan matematis terhadap fungsi tujuan dan fungsi kendala. Total biaya produksi *ready mix concrete* oleh masing-masing *batching plant* dimodelkan sebagai fungsi tujuan. Sedangkan kapasitas penuh produksi masing-masing *batching plant* dan permintaan pasar akan *ready mix concrete* dimodelkan sebagai fungsi kendala. Untuk permintaan pasar akan *ready mix concrete* satu tahun ke depan dapat diperkirakan dengan melakukan pendekatan peramalan (*forecasting*). Setelah proses pemodelan ini selesai langkah selanjutnya adalah analisa pemrograman linier dengan menggunakan Metode Simpleks.

Hasil analisa ini akan menunjukkan solusi optimum yakni jumlah *ready mix concrete* yang diproduksi oleh masing-masing *batching plant* serta total biaya produksi yang minimum terhadap solusi optimum tersebut. Setelah itu dilakukan interpretasi terhadap harga dual variabel fungsi tujuan maupun fungsi kendala dan analisa sensitivitas, yang nantinya akan memberikan gambaran bagi perusahaan dalam mengambil keputusan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Bapa di Sorga, karena kasih dan campur tangan-Nya, maka Tugas Akhir yang berjudul "*Optimasi Produksi Ready Mix Concrete dengan Pemrograman Linier pada Sebuah Perusahaan Industri Beton di Jakarta*" ini dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun sebagai persyaratan akademis dalam menyelesaikan program pendidikan Strata-1 di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.

Penyusun menyadari bahwa dalam pengerjaan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan banyak pihak. Oleh karenanya, dengan ketulusan hati dan penghargaan yang sebesar-besarnya, Penyusun ingin menghaturkan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc. PhD., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
2. Bapak Dr. Ir. Nadjadji Anwar, MSc., selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Dr. Ir. Herman Wahyudi, DEA., selaku dosen wali.
4. Para Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
5. Para Staf dan Karyawan Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
6. Bapak Harris Napitupulu, Area Manager PT. Pioneer Beton Industri Jakarta, yang telah banyak membantu selama penyusunan Tugas Akhir ini.

7. Yang tercinta ayahanda Drs. EMH. Gultom, MA dan ibunda.
8. Kakakku Dra. Yunita Gultom, abangku John Gultom, SE., adikku Henry Gultom, Kop. Tar. Udara Dharma Gultom dan siampudan Irma Gultom.
9. Amanguda Kol. Inf. Drs. Mulyono Wirno, MSc dan Inanguda serta adikku Christine, Magdalena dan Indra.
10. Bapak Ngatemo alias Pak 'Mo, terimakasih karena telah menjadi 'bapak' pada saat pailit.
11. Rekan-rekan seperjuangan, Mas Ary 'kiss' H.P., om Togar 'topan' Panjaitan, lae Roy 'Pay' Sipajoeng, bang Alief 'godlife' Tarada, terimakasih atas bantuan dan dukungannya, ingatlah bahwa semua akan indah pada waktunya.
12. Sejawatku, Nixon Pakpahan, ST., Endang Kosasih, ST., Rory H, ST., Frans Irwanto, (ST)., Andrey Emerson, (ST)., dan Martinus Kuncoro, (ST).
13. Sahabat-sahabatku yang tak terbalas jasanya bagi bangsa dan negara, teruskan perjuangan kita.
14. Sang 'belalang tempur' yang sangat berjasa mengantarkan banyak orang menjadi sarjana.
15. Semua sumber inspirasiku, yang terlihat maupun yang tak terlihat, yang dirasakan maupun yang tak dirasakan.

Penyusun menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Namun penyusun berharap semoga Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat.

Surabaya,
awal Pebruari 2000



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1-1
1.2 PERMASALAHAN	1-2
1.3 TUJUAN PENYUSUNAN	1-3
1.4 BATASAN MASALAH	1-3
1.5 SISTEMATIKA PENYUSUNAN	1-5
BAB 2 LANDASAN TEORI	
2.1 MANAJEMEN SAINS	2-1
2.2 PEMROGRAMAN LINIER	2-4
2.2.1 Model Pemrograman Linier	2-6
2.2.2 Asumsi Dasar Pemrograman Linier	2-10
2.2.3 Metode Simpleks	2-12
2.2.4 Metode Big M (Metode Penalty)	2-15
2.2.5 Opportunity Cost	2-16

2.2.6 Analisa Sensitivita	2-16
2.2.7 Perubahan Simultan	2-20
2.3 PERAMALAN (FORECASTING)	2-20
2.3.1 Jenis-jenis Peramalan	2-22
2.3.2 Langkah-langkah Peramalan	2-24
2.3.3 Metode Peramalan	2-24
2.3.4 Metode Deret Berkala (Time Series)	2-25
2.3.5 Analisis Deret Berkala	2-26
2.3.6 Metode Pemulusan Eksponensial (Smoothing Exponential)	2-29
2.3.7 Pengujian Peramalan	2-32
2.4 APLIKASI PERANGKAT LUNAK KOMPUTER QSB+	2-32
2.4.1 Aplikasi QSB+ terhadap Masalah Pemrograman Linier	2-34
2.4.2 Aplikasi QSB+ terhadap Masalah Peramalan	2-35
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 METODE PENGUMPULAN DATA	3-1
3.2 INVENTARISASI DATA	3-2
3.3 PENGOLAHAN DATA	3-4
3.4 METODE PEMECAHAN MASALAH	3-5
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1 PENGUMPULAN DATA	4-1
4.1.1 Taman Mini Plant, Jakarta Timur	4-1
4.1.2 Lebak Bulus Plant, Jakarta Selatan	4-4
4.1.3 Kasablanka Plant, Jakarta Pusat	4-7
4.1.4 Raya Cibarusa Plant, Cikarang	4-10
4.1.5 Serpong Plant, Tangerang	4-13
4.2 PENGOLAHAN DATA BATCHING PLANT	4-17

4.2.1 Biaya Produksi Ready Mix Concrete	4-17
4.2.2 Kapasitas Produksi Batching Drymix Plant	4-29

BAB 5 PERAMALAN PRODUKSI READY MIX CONCRETE

5.1 PERAMALAN PRODUKSI READY MIX CONCRETE K-175	5-2
5.1.1 Analisa Data Historis	5-3
5.1.2 Peramalan	5-2
5.2 PERAMALAN PRODUKSI READY MIX CONCRETE K-225	5-5
5.2.1 Analisa Data Historis	5-5
5.2.2 Peramalan	5-6
5.3 PERAMALAN PRODUKSI READY MIX CONCRETE K-250	5-8
5.3.1 Analisa Data Historis	5-8
5.3.2 Peramalan	5-9
5.4 PERAMALAN PRODUKSI READY MIX CONCRETE K-300	5-11
5.4.1 Analisa Data Historis	5-11
5.4.2 Peramalan	5-12
5.5 PERAMALAN PRODUKSI READY MIX CONCRETE K-400	5-14
5.5.1 Analisa Data Historis	5-14
5.5.2 Peramalan	5-15

BAB 6 ANALISA DAN PEMBAHASAN

6.1 PEMROGRAMAN LINIER	6-2
6.1.1 Pemodelan Matematis	6-2
6.1.2 Hasil Perhitungan	6-5
6.2 ANALISA HASIL PERHITUNGAN	6-6
6.2.1 Nilai Fungsi Tujuan	6-7
6.2.2 Solusi Optimum Fungsi Tujuan	6-7
6.2.3 Nilai Variabel Slack	6-7

6.2.4	Opportunity Cost	6-8
6.2.5	Harga Dual untuk Nilai Pembatas	6-8
6.2.6	Analisa Sensitivitas Kofisien Variabel Fungsi Tujuan	6-11
6.2.7	Analisa Sensitivitas untuk Nilai Sisi Sebelah Kanan	6-13
6.2.8	Perubahan Simultan	6-15
6.3	INTERPRETASI HASIL PERHITUNGAN TERHADAP PERUSAHAAN	6-17
6.3.1	Batasan Peningkatan dan Penurunan Biaya Produksi Masing masing <i>ready mix concrete</i> yang Diijinkan	6-17
6.3.2	Perubahan Biaya Produksi Masing-masing <i>ready mix concrete</i>	6-18
6.3.3	Perubahan Kapasitas Produksi Masing-masing <i>batching plant</i>	6-19
6.3.4	Perubahan Rencana Produksi Masing-masing <i>readymix concrete</i>	6-19
6.4	PENYUSUTAN NILAI INVESTASI BATCHING PLANT	6-20
6.4.1	Taman Mini Plant	6-20
6.4.2	Lebak Bulus Plant	6-22
6.4.3	Kasblanka Plant	6-23
6.4.4	Raya Cibarusa Plant	6-24
6.4.5	Serpong Plant	6-26
6.4.6	Pengaruh Penambahan Nilai Penyusutan pada Harga Produksi <i>ready mix concrete</i> terhadap Solusi Optimum	6-27
6.5	AREA LAYANAN <i>BATCHING PLANT</i> PT, PIONEER BETON INDUSTRI JAKARTA	6-29

BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

7.1	KESIMPULAN	7-1
7.2	SARAN	7-4

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

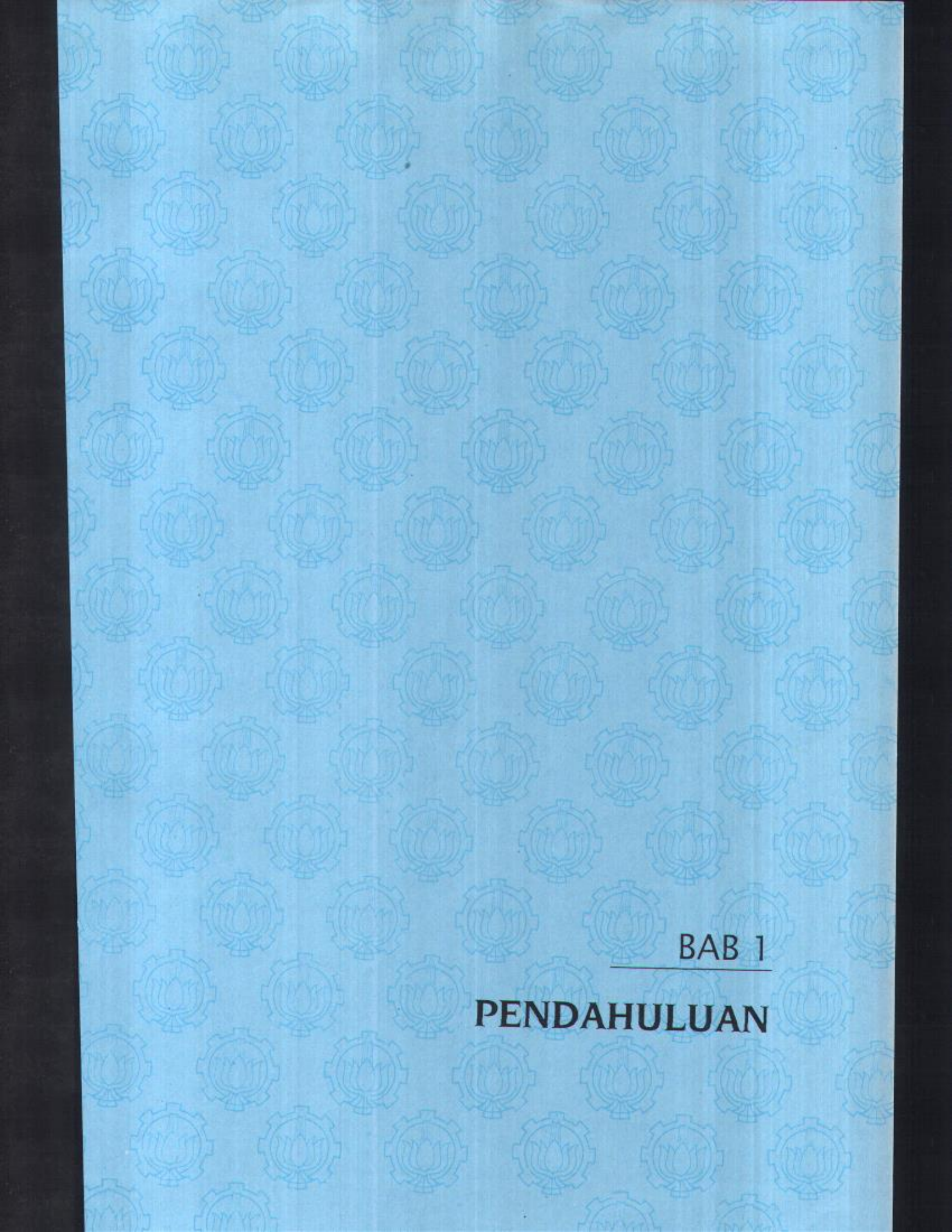
	Halaman
Tabel 2. 1 Tabel Standar Pemrograman Linier	2-8
Tabel 2. 2 Pola data berdasarkan Klasifikasi Pegels (1969)	2-27
Tabel 4. 1 Bahan baku penyusun <i>ready mix concrete</i> dan harga pada Taman Mini Plant	4-2
Tabel 4. 2 Komposisi bahan baku penyusun <i>ready mix concrete</i> pada Taman Mini Plant	4-2
Tabel 4. 3 Biaya operasional untuk gaji pertahun Taman Mini Plant	4-3
Tabel 4. 4 Biaya operasional untuk Kantor Pertahun	4-4
Tabel 4. 5 Biaya operasional Mesin dan Angkutan	4-4
Tabel 4. 6 Bahan baku penyusun <i>ready mix concrete</i> dan harga pada Lebak Bulus Plant	4-5
Tabel 4. 7 Komposisi bahan baku penyusun <i>ready mix concrete</i> pada Lebak Bulus Plant	4-5
Tabel 4. 8 Biaya operasional untuk gaji pertahun Lebak Bulus Plant	4-6
Tabel 4. 9 Biaya operasional untuk Kantor Pertahun	4-7
Tabel 4. 10 Biaya operasional Mesin dan Angkutan	4-7
Tabel 4. 11 Bahan baku penyusun <i>ready mix concrete</i> dan harga pada Kasablanka Plant	4-8
Tabel 4. 12 Komposisi bahan baku penyusun <i>ready mix concrete</i> pada Kasablanka Plant	4-8
Tabel 4. 13 Biaya operasional untuk gaji pertahun Kasablanka Plant	4-9
Tabel 4. 14 Biaya operasional untuk Kantor Pertahun	4-10
Tabel 4. 15 Biaya operasional Mesin dan Angkutan	4-10
Tabel 4. 16 Bahan baku penyusun <i>ready mix concrete</i> dan harga pada Raya Cibarusa Plant	4-11
Tabel 4. 17 Komposisi bahan baku penyusun <i>ready mix concrete</i> pada Raya Cibarusa Plant	4-11
Tabel 4. 18 Biaya operasional untuk gaji pertahun Raya Cibarusa Plant	4-12
Tabel 4. 19 Biaya operasional untuk Kantor Pertahun	4-13
Tabel 4. 20 Biaya operasional Mesin dan Angkutan	4-13

Tabel 4. 21	Bahan baku penyusun <i>ready mix concrete</i> dan harga pada Serpong Plant	4-14
Tabel 4. 22	Komposisi bahan baku penyusun <i>ready mix concrete</i> pada Serpong Plant	4-14
Tabel 4. 23	Biaya operasional untuk gaji pertahun Serpong Plant	4-15
Tabel 4. 24	Biaya operasional untuk Kantor Pertahun	4-16
Tabel 4. 25	Biaya operasional Mesin dan Angkutan	4-16
Tabel 4. 26	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-175 Taman Mini Plant	4-17
Tabel 4. 27	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-2255 Taman Mini Plant	4-17
Tabel 4. 28	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-250 Taman Mini Plant	4-18
Tabel 4. 29	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-300 Taman Mini Plant	4-18
Tabel 4. 30	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-400 Taman Mini Plant	4-18
Tabel 4. 31	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-175 Lebak Bulus Plant	4-20
Tabel 4. 32	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-2255 Lebak Bulus Plant	4-20
Tabel 4. 33	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-250 Lebak Bulus Plant	4-20
Tabel 4. 34	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-300 Lebak Bulus Plant	4-21
Tabel 4. 35	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-400 Lebak Bulus Plant	4-21
Tabel 4. 36	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-175 Kasablanka Plant	4-22
Tabel 4. 37	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-2255 Kasablanka Plant	4-23
Tabel 4. 38	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-250 Kasablanka Plant	4-23
Tabel 4. 39	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-300 Kasablanka Plant	4-23
Tabel 4. 40	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-400 Kasablanka Plant	4-23
Tabel 4. 41	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-175 Raya Cibarusa Plant	4-25
Tabel 4. 42	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-225 Raya Cibarusa Plant	4-25
Tabel 4. 43	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-250 Raya Cibarusa Plant	4-25
Tabel 4. 44	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-300 Raya Cibarusa Plant	4-26
Tabel 4. 45	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-400 Raya Cibarusa Plant	4-26
Tabel 4. 46	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-175 Serpong Plant	4-27
Tabel 4. 47	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-2255 Serpong Plant	4-27
Tabel 4. 48	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-250 Serpong Plant	4-28
Tabel 4. 49	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-300 Serpong Plant	4-28
Tabel 4. 50	Biaya pemakaian bahan baku untuk K-400 Serpong Plant	4-28
Tabel 5. 1	Produksi <i>ready mix concrete</i> PT.Pioneer Beton Industri Jakarta	5-1

Tabel 5. 2	Peramalan produksi <i>ready mix concrete</i> K-175	5-3
Tabel 5. 3	Peramalan produksi <i>ready mix concrete</i> K-225	5-6
Tabel 5. 4	Peramalan produksi <i>ready mix concrete</i> K-250	5-9
Tabel 5. 5	Peramalan produksi <i>ready mix concrete</i> K-300	5-12
Tabel 5. 6	Peramalan produksi <i>ready mix concrete</i> K-400	5-15
Tabel 6. 1	Rekapitulasi data	6-1
Tabel 6. 2	Hasil perhitungan dengan menggunakan program QSB+	6-5
Tabel 6. 3	Analisa sensitivitas untuk koefisien variabel fungsi tujuan	6-12
Tabel 6. 4	Analisa sensitivitas untuk nilai sisi sebelah kanan	6-14
Tabel 6. 5	Investasi peralatan <i>batching plant</i>	6-20
Tabel 6. 6	Investasi prasarana <i>batching plant</i>	6-21
Tabel 6. 7	Rekapitulasi harga pokok + penyusutan	6-21
Tabel 6. 8	Investasi peralatan <i>batching plant</i>	6-22
Tabel 6. 9	Investasi prasarana <i>batching plant</i>	6-22
Tabel 6. 10	Rekapitulasi harga pokok + penyusutan	6-23
Tabel 6. 11	Investasi peralatan <i>batching plant</i>	6-23
Tabel 6. 12	Investasi prasarana <i>batching plant</i>	6-23
Tabel 6. 13	Rekapitulasi harga pokok + penyusutan	6-24
Tabel 6. 14	Investasi peralatan <i>batching plant</i>	6-24
Tabel 6. 15	Investasi prasarana <i>batching plant</i>	6-24
Tabel 6. 16	Rekapitulasi harga pokok + penyusutan	6-24
Tabel 6. 17	Investasi peralatan <i>batching plant</i>	6-26
Tabel 6. 18	Investasi prasarana <i>batching plant</i>	6-26
Tabel 6. 19	Rekapitulasi harga pokok + penyusutan	6-27
Tabel 6. 20	Perbandingan harga <i>ready mix concrete</i> dengan tambahan nilai penyusutan	6-28
Tabel 6. 12	Biaya transportasi <i>ready mix concrete</i> dalam jarak	6-29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Klasifikasi atas proses pengambilan keputusan	2-2
Gambar 2.2 Skema Penggunaan QSB+	2-37
Gambar 5.1 Diagram autokorelasi data historis K-175	5-2
Gambar 5.2 Produksi <i>ready mix concrete</i> K-175 dengan metode Double Exponential Smoothing with Linear Trend	5-4
Gambar 5.3 Diagram autokorelasi data historis K-225	5-5
Gambar 5.4 Produksi <i>ready mix concrete</i> K-225 dengan metode Double Exponential Smoothing with Linear Trend	5-7
Gambar 5.5 Diagram autokorelasi data historis K-250	5-8
Gambar 5.6 Produksi <i>ready mix concrete</i> K-250 dengan metode Double Exponential Smoothing with Linear Trend	5-10
Gambar 5.7 Diagram autokorelasi data historis K-300	5-11
Gambar 5.8 Produksi <i>ready mix concrete</i> K-300 dengan metode Double Exponential Smoothing with Linear Trend	5-13
Gambar 5.9 Diagram autokorelasi data historis K-300	5-14
Gambar 5.10 Produksi <i>ready mix concrete</i> K-400 dengan metode Double Exponential Smoothing with Linear Trend	5-16
Gambar 6.1 Gambar jaringan permasalahan produksi <i>ready mix concrete</i>	6-3
Gambar 6.2 Solusi optimum untuk permasalahan <i>ready mix concrete</i>	6-6
Gambar 6.3 Area layanan masing-masing <i>batching plant</i>	6-30



BAB 1

PENDAHULUAN

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Bila kita berbicara tentang dunia konstruksi, sangatlah naif apabila kita mengabaikan industri yang mendukung pelaksanaan proses konstruksi tersebut. Dunia konstruksi dalam pelaksanaannya sangat bergantung kepada produk-produk yang dihasilkan oleh industri konstruksi. Dengan demikian, industri konstruksi merupakan pendukung atau tulang punggung dunia konstruksi.

Pada penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun mengambil obyek penelitian pada sebuah industri konstruksi yaitu perusahaan industri beton yang memproduksi beton siap pakai (*ready mix concrete*), PT. Pioneer Beton Industri, Jakarta. Perusahaan ini memiliki 5 (lima) buah *batching plant* (Taman Mini Plant, Lebak Bulus Plant, Kasablanka Plant, Raya Cibarusa Plant dan Serpong Plant) yang memproduksi 5 (lima) jenis *ready mix concrete* (mutu K-175, K-225, K-250, K-300 dan K-400).

Pada awal berdirinya, perusahaan ini menunjukkan kemampuan produksi dan suplai produk *ready mix concrete* ke wilayah Jabotabek yang meningkat, namun pada dua tahun terakhir, seiring dengan krisis moneter yang terjadi di Indonesia, imbasannya terasa pula kepada produksi perusahaan yang mulai menurun. Walaupun demikian, pihak manajerial perusahaan masih melihat bahwa kebutuhan akan *ready mix concrete* di masa mendatang masih besar. Untuk itu perlu perencanaan yang matang terhadap produksi terutama perencanaan produksi yang optimal terhadap kelima *batching plant* di masa yang akan datang.

1.2 PERMASALAHAN

Dalam perencanaan produksi dan pemasaran *ready mix concrete* untuk satu tahun mendatang, pihak manajemen perusahaan ingin mengetahui seberapa banyak *ready mix concrete* yang akan diproduksi. Kemudian merencanakan produksi masing-masing *batching plant* untuk memenuhi produksi *ready mix concrete* yang direncanakan di atas, dengan dengan biaya produksi yang minimum.

Untuk perencanaan produksi *ready mix concrete* satu tahun mendatang, penyusun akan melakukan pendekatan peramalan (*forecasting*) dengan mengacu kepada data produksi *ready mix concrete* 3 (tiga) tahun terakhir. Sedangkan untuk perencanaan produksi *batching*

plant di atas, penyusun melakukan pendekatan analisis melalui penerapan ilmu *manajemen sains* dengan menggunakan teknik *pemrograman linier*.

1.3 TUJUAN PENYUSUNAN

Sesuai dengan permasalahan di atas maka tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui jumlah masing-masing *ready mix concrete* yang akan diproduksi pada satu tahun mendatang.
2. Untuk mengetahui biaya produksi *ready mix concrete* yang minimum.
3. Untuk mengetahui jumlah produksi *ready mix concrete* yang optimum dari kelima *batching plant*.

1.4 BATASAN MASALAH

Mencegah meluasnya permasalahan yang mungkin muncul dalam pembahasan ini maka penyusun menetapkan batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada PT. Pioneer Beton Industri, Jakarta yang memiliki 5 buah *batching plant* yakni Taman Mini Plant, Lebak Bulus Plant, Kasablanka Plant, Raya Cibarusa Plant dan Serpong Plant, tanpa membandingkan dengan perusahaan lain.
2. Produk yang diteliti adalah *ready mix concrete* mutu K-175, K-225, K-250, K-300 dan K-400, dengan asumsi tidak terjadi perubahan komposisi serta harga bahan baku.

3. Data produksi diambil pada bulan Oktober 1996 - September 1999.
4. Peramalan dilakukan untuk periode satu tahun mendatang (Oktober 1999 - September 2000), dengan asumsi tidak terjadi ketidakstabilan perekonomian.

1.5 SISTEMATIKA PENYUSUNAN

Sistematika penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan asumsi, serta sistematika penyusunan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab ini membahas teori riset operasi, pemrograman linear, metode simplex, metode big M, metode peramalan, dan perangkat lunak komputer QSB+ (*Quantitative System for Business Plus*).

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang metode-metode yang digunakan dalam pemecahan masalah.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menguraikan data terkumpul dari masing-masing *batching plant* serta melakukan pengolahan data untuk menentukan biaya

produksi masing-masing *ready mix concrete*.

BAB 5 PERAMALAN PRODUKSI READY MIX CONCRETE

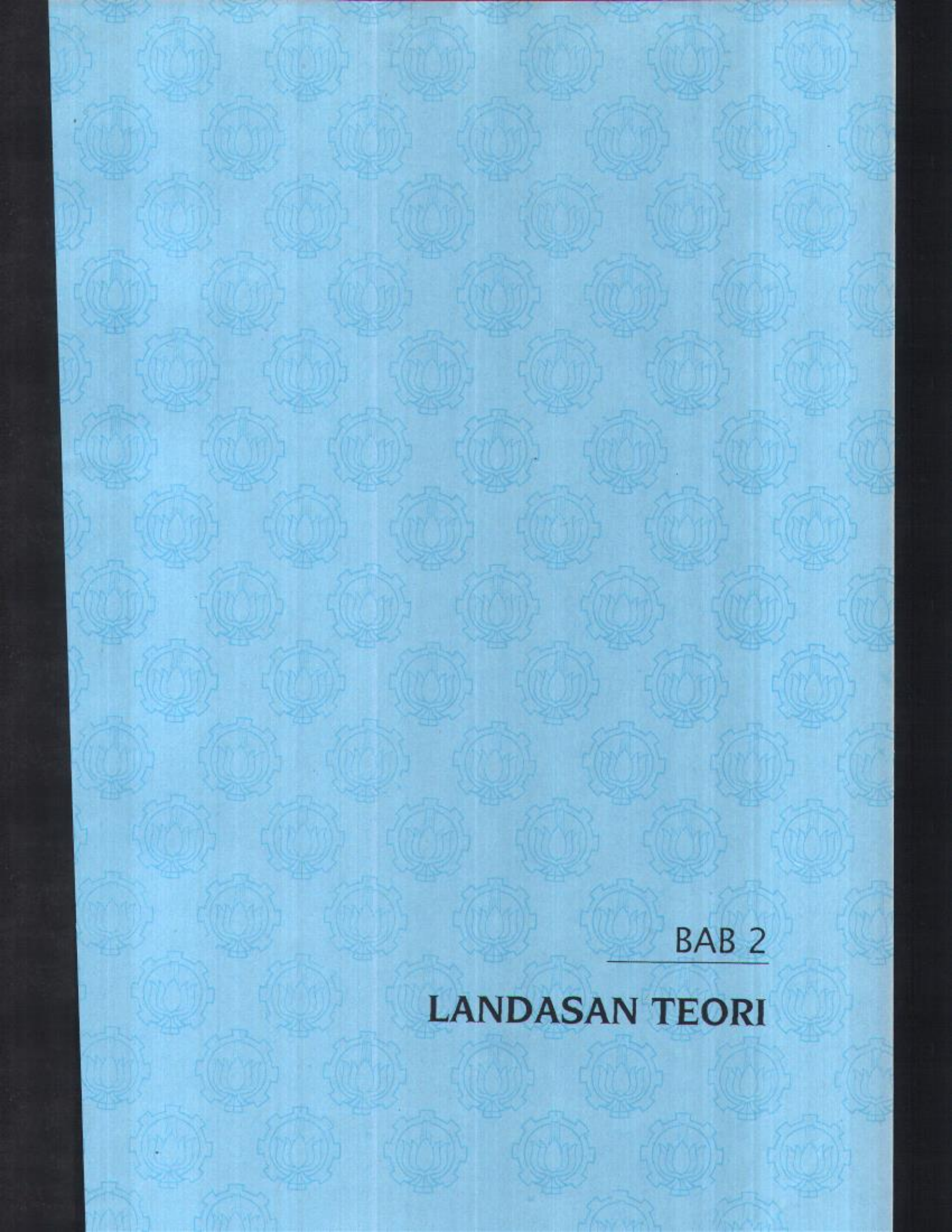
Bab ini merupakan analisa terhadap peramalan produksi masing-masing *ready mix concrete* untuk satu tahu mendatang.

BAB 5 ANALISA DAN PEMBAHASAN MASALAH

Bab ini merupakan analisa terhadap permasalahan berikut pembahasannya.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyimpulkan hasil akhir dari penyusunan Tugas Akhir serta saran-saran yang akan diberikan kepada perusahaan maupun pembaca.



BAB 2

LANDASAN TEORI

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. MANAJEMEN SAINS

Manajemen Sains (*management science*) atau secara umum dikenal dengan riset operasi (*operational research*) merupakan suatu pendekatan pengambilan keputusan manajerial yang didasarkan atas metode-metode ilmiah yang menggunakan banyak analisa kuantitatif. (Anderson et al., 1997)

Dalam menghadapi suatu permasalahan hal yang pasti akan dilakukan adalah bagaimana cara untuk memecahkan masalah itu secara baik dan tepat. Untuk itu diperlukan suatu pengambilan keputusan yang mencakup hal-hal sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi dan mendefinisikan masalah.
2. Mengidentifikasi berbagai alternatif pemecahan.
3. Menentukan kriteria untuk mengevaluasi berbagai alternatif.
4. Mengevaluasi berbagai alternatif.
5. Memilih alternatif.

Kelima langkah di atas dapat diklasifikasikan menjadi proses *merumuskan dan menganalisis masalah* (Gambar 2.1).

Gambar 2.1 Klasifikasi atas Proses Pengambilan Keputusan



Proses *merumuskan masalah* merupakan proses kolektif, dimana semua unsur yang terkait terhadap masalah tersebut harus terlibat. Proses ini sangat membutuhkan ketelitian serta kecermatan agar permasalahan benar-benar dapat diselesaikan.

Proses *menganalisa masalah* merupakan proses penentuan teknik analisis yang akan digunakan untuk mengevaluasi alternatif terhadap masalah. Dengan tujuan agar permasalahan dapat diselesaikan secara sistematis dan tepat.

Ada banyak teknik analisis untuk menerapkan *manajemen sains* ini dalam praktek. Teknik-teknik tersebut antara lain :

1. *Pemrograman Linier*, merupakan pendekatan pemecahan masalah yang dikembangkan untuk situasi yang melibatkan fungsi linier maksimasi

atau minimasi yang dipengaruhi oleh kendala linier yang membatasi tingkat pencapaian tujuan tersebut.

2. *Pemrograman Linier Integer*, merupakan pendekatan yang digunakan untuk masalah yang dapat diselesaikan dengan pemrograman linier namun memerlukan tambahan persyaratan bahwa beberapa atau semua keputusan harus bernilai bilangan bulat (*integer*).
3. *Model Jaringan*, merupakan penjelasan grafis dari suatu masalah manajerial dalam perencanaan sistem transportasi, perancangan sistem informasi maupun penjadwalan proyek.
4. *Manajemen Proyek (PERT/CPM)*, merupakan metode evaluasi terhadap penjadwalan proyek.
5. *Model Persediaan*, merupakan metode pendekatan terhadap tindakan yang akan diambil oleh manajer dalam menentukan masalah persediaan barang dengan biaya yang minimal terhadap permintaan akan barang tersebut.
6. *Pemrograman Dinamis*, merupakan pendekatan pemecahan masalah dengan mengklasifikasi masalah itu menjadi beberapa masalah yang diselesaikan secara bertahap.
7. *Model Antrian*, merupakan pendekatan terhadap keputusan mengenai sistem operasi yang melibatkan antrian.



2.2. PEMROGRAMAN LINIER

Pemrograman linier (*Linear Programming*) merupakan suatu teknik analisis yang dipergunakan untuk menentukan pemecahan yang optimal terhadap masalah-masalah keputusan. Pemrograman linier ini adalah alat matematis untuk memecahkan masalah minimasi maupun maksimasi. Teknik ini berguna ketika diterapkan untuk masalah-masalah dimana beberapa batasan dapat mengurangi jumlah arah tindakan yang tersedia bagi seorang pengambil keputusan. (Pappas et al., 1994).

Nilai pemrograman linier dalam pengambilan keputusan manajerial dapat dilihat dengan mempertimbangkan beberapa jenis masalah optimasi yang dibatasi yang dapat ditangani oleh teknik ini. Penerapan teknik ini mencakup masalah manajerial yang sangat beragam, seperti spesifikasi perancangan bauran produk, alokasi masukan dalam sistem produksi, keputusan penganggaran modal (investasi) ataupun analisa produksi produk terhadap permintaan pasar dengan sumber daya yang dibatasi.

Pemrograman linier ini menggunakan model matematis untuk menjalankan persoalan yang dihadapinya. Sifat linier disini memberi arti bahwa seluruh fungsi matematis dalam model ini merupakan fungsi-fungsi yang linier, sedangkan kata program disini bukanlah melulu berhubungan dengan program komputer, namun merupakan sinonim

untuk perencanaan. Dengan demikian, pemrograman linier adalah "merencanakan beberapa aktivitas secara tepat untuk memperoleh suatu hasil yang optimum, yaitu suatu hasil yang mencapai tujuan terbaik diantara seluruh alternatif yang fisibel". (Taha, 1987)

Dalam membangun model dari formulasi suatu persoalan, karakteristik-karakteristik yang biasa digunakan dalam pemrograman linier adalah sebagai berikut :

1. Variabel Keputusan (*Decision Variable*)

Merupakan variabel yang menguraikan secara lengkap keputusan-keputusan yang akan dibuat.

2. Parameter

Merupakan bilangan-bilangan pengontrol dari variabel, dikatakan juga sebagai masukan-masukan atau input dari model.

3. Fungsi Tujuan (*Objective Function*)

Merupakan tujuan dari masalah nyata yang akan dioptimalkan atau dimaksimalkan untuk pendapatan atau keuntungan dan akan diminimalkan untuk biaya atau ongkos.

4. Pembatas (*Constraint*)

Merupakan batasan/kendala yang akan dihadapi sehingga tidak bisa ditentukan harga-harga variabel keputusan secara sembarang.

5. Pembatas Tanda

Adalah pembatas yang menjelaskan apakah keputusannya

diasumsikan hanya berharga non negatif atau variabel keputusan tersebut boleh berharga positif maupun negatif (tidak terbatas dalam tanda).

2.2.1. Model Pemrograman Linier

Model pemrograman linier merupakan suatu model matematis perumusan masalah umum pengalokasian sumber daya untuk banyak kegiatan. Dalam pemrograman linier dikenal 2 (dua) macam fungsi, yaitu *fungsi tujuan (objective function)* dan *fungsi-fungsi pembatas (constraint functions)*. Fungsi tujuan merupakan penggambaran tujuan atau sasaran di dalam permasalahan pemrograman linier yang berkaitan dengan pengaturan secara optimal sumber daya - sumber daya, untuk memperoleh keuntungan maksimal atau biaya minimal. Pada umumnya nilai yang akan dioptimalkan dinyatakan sebagai 'Z'. Sedangkan fungsi pembatas merupakan bentuk penyajian secara matematis batasan-batasan kapasitas yang tersedia yang akan dialokasikan secara optimal ke berbagai kegiatan. (Taha, 1987)

Dalam pembahasan model pemrograman linier ini, secara umum akan digunakan simbol-simbol sebagai berikut :

m = macam-macam batasan sumber atau fasilitas yang tersedia

n = macam kegiatan yang menggunakan sumber fasilitas tersebut

i = nomor setiap macam sumber atau fasilitas yang tersedia

$(i = 1, 2, \dots, m)$

j = nomor setiap macam kegiatan atau obyek yang

menggunakan sumber atau fasilitas yang tersedia ($j = 1,$

$2, 3, \dots, n$)

x_j = tingkat kegiatan ke- j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)

a_{ij} = banyaknya sumber i yang diperlukan untuk menghasilkan

setiap unit keluaran (output) kegiatan j ($i = 1, 2, \dots, m$ dan j

$= 1, 2, \dots, n$)

b_i = banyaknya sumber (fasilitas) i yang tersedia untuk

dialokasikan ke setiap kegiatan ($i = 1, 2, \dots, m$)

Z = nilai yang dioptimalkan (maksimum atau minimum)

C_j = kenaikan nilai Z apabila ada pertambahan kegiatan (x_j)

dengan suatu satuan (unit), atau merupakan sumbangan

setiap satuan keluaran kegiatan j terhadap nilai Z

Keseluruhan simbol-simbol di atas kemudian disusun ke dalam bentuk tabel standar pemrograman linier seperti di bawah ini :

Tabel 2.1 Tabel Standar Pemrograman Linier

Aktivitas Sumber	Pemakaian sumber per unit kegiatan (output)				Kapasitas Sumber
	1	2	.....	n	
1	a_{11}	a_{12}	.....	a_{1n}	b_1
2	a_{21}	a_{22}	.....	a_{2n}	b_2
·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·
·	·	·	·	·	·
m	a_{m1}	a_{m2}	.....	a_{mn}	b_m
ΔZ pertambahan	C_1	C_2	.....	C_n	
Tingkat kegiatan	X_1	X_2	.....	X_n	

Berdasarkan Tabel 2.1 dapat disusun suatu model matematis yang digunakan untuk menemukan suatu permasalahan pemrograman linier sebagai berikut :

$$\text{maksimumkan } Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots + C_n X_n$$

berdasarkan pembatas :

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + a_{13} X_3 + \dots + a_{1n} X_n \leq b_1$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + a_{23} X_3 + \dots + a_{2n} X_n \leq b_2$$

$$a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + a_{m3} X_3 + \dots + a_{mn} X_n \leq b_m$$

dan

$$X_1 \geq 0, X_2 \geq 0, X_3 \geq 0, \dots, X_n \geq 0$$

Bentuk atau model pemrograman linier di atas merupakan *bentuk standar* bagi masalah-masalah pemrograman linier yang akan dipakai selanjutnya. Atau dengan kata lain, apabila setiap masalah dapat diformulasikan secara matematis mengikuti model di atas, maka masalah tersebut dapat dipecahkan dengan teknik pemrograman linier.

Bentuk umum untuk model pemrograman linier di atas dapat diringkas sebagai berikut :

1. Fungsi yang dimaksud : $C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots + C_n X_n$ merupakan *fungsi tujuan (objective function)*.
2. Fungsi-fungsi pembatas dapat dikelompokkan menjadi :
 - a. fungsi pembatas fungsional, yaitu fungsi-fungsi batasan sebanyak m (yaitu $a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1n}X_n$)
 - b. fungsi pembatas non negatif yaitu fungsi-fungsi pembatas yang dinyatakan dengan $X_i \geq 0$
3. Variabel-variabel X_j disebut sebagai *decision variabel*.
4. a_{ij} , b_i , C_j , merupakan masukan-masukan konstan yang disebut sebagai parameter model.

Disamping model di atas, adapula model pemrograman linier yang agak berbeda, seperti :

1. Fungsi tujuan yang bukan memaksimumkan, melainkan meminimumkan.

contoh :

$$\text{minimumkan } Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots + C_n X_n$$

2. Beberapa pembatas fungsional memiliki pertidaksamaan dalam bentuk lebih besar atau sama dengan.

contoh :

$$a_{i1} X_1 + a_{i2} X_2 + a_{i3} X_3 + \dots + a_{in} X_n \geq b_i$$

3. Beberapa pembatas fungsional mempunyai bentuk persamaan.

contoh :

$$a_{i1} X_1 + a_{i2} X_2 + a_{i3} X_3 + \dots + a_{in} X_n = b_i$$

4. Menghilangkan pembatas non-negatif untuk beberapa variabel keputusan.

2.2.2. Asumsi Dasar Pemrograman Linier

Dalam menggunakan pemrograman linier, diperlukan beberapa asumsi sebagai berikut :

1. Proportionality

Asumsi ini berarti bahwa naik turunnya nilai Z dan penggunaan sumber atau fasilitas yang tersedia akan berubah secara sebanding (proporsional) dengan perubahan tingkat kegiatan.

misalkan :

$$a. \quad Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots + C_n X_n$$



Setiap penambahan satu unit X_1 akan menaikkan Z dengan C_1 .

Setiap penambahan satu unit X_2 akan menaikkan nilai Z dengan C_2 dan seterusnya.

b. $Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots + C_n X_n$

Setiap penambahan satu unit X_1 akan menaikkan sumber atau fasilitas 1 dengan a_{11} . Setiap penambahan satu unit X_2 akan menaikkan penggunaan sumber atau fasilitas 1 dengan a_{12} , dan seterusnya. Dengan kata lain, setiap ada kenaikan kapasitas riil tidak perlu ada biaya persiapan (*set up cost*).

2. Additivity

Asumsi ini berarti bahwa nilai tujuan kegiatan tidak saling mempengaruhi, atau dalam pemrograman linier dianggap bahwa kenaikan dari nilai tujuan Z yang diakibatkan oleh kenaikan suatu kegiatan dapat ditambahkan tanpa mempengaruhi bagian nilai Z yang diperoleh dari kegiatan lain.

misalkan :

$$Z = 3X_1 + 5X_2$$

dimana : $X_1 = 10$ dan $X_2 = 2$

$$\text{maka } Z = 3(10) + 5(2) = 40$$

Andaikata X_1 bertambah satu unit, maka nilai $Z = 3(10+1) + 5(2) = 43$ ini menunjukkan bahwa nilai tambahan 3 terhadap nilai awal dapat langsung ditambahkan tanpa mengurangi nilai Z dari bagian X_2 . Dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat korelasi antara X_1 dan X_2 .

3. Deterministik

Asumsi ini menyatakan bahwa semua parameter yang terdapat dalam model pemrograman linier (a_{ij} , b_i , c_i) dapat diperkirakan dengan pasti, walaupun terkadang kurang tepat.

4. Disability

Asumsi ini menyatakan bahwa keluaran (output) yang dihasilkan oleh setiap kegiatan dapat berupa bilangan pecahan.

2.2.3. Metode Simpleks

Metode simpleks merupakan prosedur aljabar yang bersifat iteratif, yang bergerak selangkah demi selangkah, dimulai dari suatu titik ekstrem pada daerah fisibel (ruang layak) menuju titik ekstrem yang optimum. (Anderson et al., 1997)

Langkah-langkah penyelesaian metode simpleks adalah :

1. Perumusan masalah menjadi suatu model pemrograman linier, kemudian merubahnya ke dalam bentuk standar. Dimana semua batasan yang memiliki tanda pertidaksamaan (\leq atau \geq) diubah

menjadi tanda " $=$ ", dengan menambah slack variabel (S_j) pada sisi sebelah kiri persamaan.

2. Pendefinisian ekuivalen program linier dengan operasi berikut :
 - a. Mengalikan setiap kendala dengan nilai sisi sebelah kanan negatif dengan -1, dan merubah arah (tanda) pertidaksamaan tersebut
 - b. Untuk masalah minimasi, mengubah masalah menjadi ekuivalen masalah maksimasi dengan mengalikan fungsi tujuan dengan -1
3. Membuat gambaran bentuk standar dari pemrograman linier tersebut dengan menambah variabel slack dan surplus yang tepat.
4. Membuat gambaran bentuk tabel dari pemrograman linier itu untuk memperoleh solusi layak dasar awal.
5. Membuat tabel simpleks awal untuk melakukan perhitungan yang diperlukan dengan metode simpleks.
6. Memilih variabel nondasar dengan $C_j - Z_j$ terbesar untuk dimasukkan ke dalam basis. Kolom yang berhubungan dengan variabel tersebut merupakan kolom pivot.
7. Memilih baris dengan rasio b_j / a_{ij} terkecil untuk $a_{ij} \geq 0$ sebagai baris pivot. Rasio ini digunakan untuk menentukan variabel mana yang akan meninggalkan basis bila variabel j memasuki basis. Rasio ini juga menunjukkan berapa banyak unit variabel j yang dapat diperkenankan ke dalam solusi sebelum variabel dasar dalam baris ke- i sama dengan nol.

2. Solusi Optimal Banyak

Kasus ini terjadi apabila fungsi tujuan paralel dengan fungsi pembatas, dimana paling sedikit salah satu dari variabel non basis mempunyai koefisien berharga nol. Akibatnya walaupun variabel tersebut dinaikkan harganya (dijadikan basis), harga Z tetap tidak akan berubah. Karena itu solusi optimum yang lain biasanya dapat diidentifikasi dengan cara menunjukkan iterasi-iterasi tambahan pada metode simpleks-nya, dimana variabel-variabel non-basis yang berkoefisien nol itu selalu dipilih untuk menjadi entering variable.

3. Solusi Tak Terbatas

Kasus ini terjadi apabila ruang solusi tidak terbatas sehingga nilai fungsi tujuan dapat meningkat (untuk maksimasi) ataupun menurun (untuk minimasi).

2.2.4. Metode Big M (Metode Penalty)

Metode Big M terjadi apabila salah satu pembatasnya atau lebih bertanda " $=$ " atau " \geq ". Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dibuat suatu variabel *dummy* (variabel palsu yang disebut juga variabel *artifisial*) sehingga variabel basis awal bisa tetap ada. Pengaruh dari variabel *artifisial* adalah untuk memperluas daerah *feasibel*. Sehingga pada akhirnya iterasi-iterasi metode simpleks akan secara otomatis menjadikan variabel *artifisial* ini tidak muncul lagi (bernilai nol), apabila persoalan

semula telah diselesaikan. Maksudnya variabel *artifisial* ini dipergunakan hanya untuk memulai solusi dan harus menghilangkannya atau menjadikannya berharga nol pada titik solusi. Jika tidak demikian maka solusi yang diperoleh akan tidak *fisibel*. Untuk itu maka harus diberikan penalty M (M merupakan bilangan positif yang sangat besar) pada setiap variabel *artifisial* dalam fungsi tujuannya. (Taha, 1987)

2.2.5. Opportunity Cost

Opportunity cost merupakan nilai yang menunjukkan berapa besar nilai pada koefisien fungsi tujuan dari setiap variabel keputusan akan bertambah baik sebelum nilai variabel itu dimungkinkan untuk menggunakan nilai positif dalam solusi optimum. (Anderson et al., 1997)

2.2.6. Analisa Sensitivitas

Analisa sensitivitas atau analisa kepekaan adalah analisa yang dilakukan untuk mengetahui akibat atau pengaruh dari perubahan yang terjadi pada parameter-parameter program linier terhadap solusi optimal yang telah dicapai. Karena analisa dilakukan setelah dicapainya penyelesaian optimal, maka analisa ini disebut pula *post optimality analysis* atau *analisis pasca-optimalitas* (Anderson et al., 1997). Jadi tujuan analisa sensitivitas ini adalah mengurangi perhitungan-perhitungan dan menghindari perhitungan ulang bila terjadi perubahan-perubahan satu

atau beberapa koefisien model pemrograman linier pada saat penyelesaian optimal telah tercapai.

Pada analisa ini terdapat lima kemungkinan perubahan-perubahan yang mungkin terjadi setelah penyelesaian optimal diperoleh, yaitu :

1. Perubahan pada kapasitas sumber-sumber yang ada. Apabila perubahan ini terjadi maka berarti nilai sisi sebelah kanan (*RHS - right hand side*) dari fungsi-fungsi pembatas pada model akan mengalami perubahan. Perubahan ini dapat berarti pengurangan atau penambahan kapasitas sumber yang tersedia.
2. Perubahan pada koefisien-koefisien fungsi tujuan akan menunjukkan adanya penambahan atau pengurangan kontribusi setiap satuan kegiatan tujuan. Perubahan ini akan mempengaruhi optimalisasi permasalahan nilai fungsi tujuan (Z) maksimum atau minimum.
3. Perubahan pada fungsi pembatas akan mempengaruhi sisi sebelah kiri pada *dual constraint*. Sehingga akan mempengaruhi penyelesaian optimal permasalahan.
4. Penambahan variabel-variabel baru, berarti jumlah variabel yang dikombinasikan bertambah sehingga penyelesaian optimal akan terpengaruhi.
5. Penambahan batasan baru akan mempengaruhi penyelesaian optimal apabila pembatas tersebut aktif dan belum dicakup oleh pembatas

yang ada. Apabila pembatas baru tidak aktif maka akan mempengaruhi penyelesaian optimal.

Secara umum perubahan-perubahan tersebut akan mengakibatkan hal-hal sebagai berikut :

1. Solusi optimal tidak berubah, dimana variabel dasar beserta nilainya tidak akan berubah.
2. Variabel dasar mengalami perubahan, namun nilai-nilainya tidak berubah.
3. Solusi optimal sama sekali berubah.

Beberapa kemungkinan perubahan yang terjadi pada saat tahap optimal telah tercapai adalah :

1. Perubahan nilai sisi sebelah kanan fungsi pembatas akan menunjukkan adanya pengetatan atau pelonggaran batasan tersebut. Makin besar nilai sisi sebelah kanan suatu fungsi batasan berarti makin longgar, sebaliknya makin kecil nilai sisi sebelah kanan batasan fungsi batasan makin ketat. Perubahan nilai sisi sebelah kanan fungsi batasan akan merubah sisi sebelah kanan pada tabel optimal. Tetapi sepanjang nilai sisi sebelah kanan setiap pembatas pada tabel optimal tetap non-negatif, solusi optimal tetap fisibel dan optimal. Yang perlu dilakukan adalah mensubstitusikan harga-harga baru dari variabel

- keputusan ke dalam persamaan garis Z sehingga diperoleh nilai Z yang baru.
2. Perubahan pada koefisien-koefisien fungsi tujuan, menunjukkan adanya perubahan kontribusi masing-masing produk terhadap tujuan (misal : maksimasi laba atau minimasi biaya). Perubahan koefisien-koefisien tersebut mempengaruhi koefisien-koefisien baris pertama (baris tujuan) dan tentu saja mempengaruhi optimalisasi permasalahan tersebut.
 3. Pengaruh pada perubahan koefisien-koefisien fungsi pembatas (perubahan sisi kiri fungsi batasan) akan mempengaruhi sisi sebelah kiri dari *dual constraint*, sehingga solusi optimal masalah yang bersangkutan turut terpengaruh.
 4. Penambahan variabel atau aktifitas baru akan menyebabkan perubahan pada koefisien fungsi tujuan maupun pada fungsi pembatas.
 5. Penambahan batasan baru akan mempengaruhi penyelesaian optimal apabila batasan tersebut aktif, artinya belum dicakup oleh batasan-batasan yang telah ada. Apabila batasan baru tersebut tidak aktif maka tidak akan mempengaruhi penyelesaian optimal. Jika suatu pembatas baru ditambahkan, maka permasalahan akan menemui kasus berikut ini :

- Solusi optimal saat ini memenuhi pembatas baru
- Solusi optimal saat ini tidak memenuhi pembatas baru, tetapi persoalan tetap mempunyai solusi yang fisibel
- Pembatas baru menyebabkan persoalan tidak mempunyai solusi yang fisibel

2.2.7. Perubahan Simultan

Perubahan-perubahan pada analisa sensitivitas didasarkan atas asumsi bahwa hanya satu koefisien saja yang berubah, sedangkan koefisien lainnya tetap. Untuk kasus tertentu mungkin ada dua atau lebih koefisien yang berubah secara simultan.

Pemecahan masalah ini dapat dilakukan dengan bantuan *Aturan 100 Persen* (Addison Wesley, 1997), dimana dinyatakan : " Untuk semua koefisien fungsi tujuan atau nilai sisi sebelah kanan yang berubah, jumlahkan prosentase kenaikan yang diperkenankan dan penurunan yang diperkenankan yang dinyatakan dengan perubahan tersebut. Apabila jumlah prosentase perubahan tersebut tidak lebih dari 100%, solusi optimumnya tidak akan berubah "

2.3. PERAMALAN

Peramalan (*forecasting*) merupakan ramalan atau perkiraan terhadap keadaan masa depan. Ramalan disini dimaksudkan untuk memperkirakan sesuatu pada waktu-waktu yang akan datang

berdasarkan data pada masa lampau (data historis) yang akan dianalisa dengan cara tertentu. Dari hasil analisa itu kita akan mencoba mengungkapkan sesuatu yang akan terjadi di masa mendatang. Peramalan ini pada umumnya akan menghadapkan kita pada suatu kondisi ketidakpastian, sehingga akan berpengaruh terhadap faktor akurasi yang harus diperhitungkan, yang pasti tidak akan diperoleh hasil peramalan dengan akurasi 100 %. Ramalan disini dapat berupa ramalan tentang perlunya untuk membuat produk baru, berapa produk yang harus diproduksi, ramalan tentang perubahan permintaan ataupun kondisi-kondisi lain yang secara langsung dapat mempengaruhi perencanaan produksi.

Seorang pimpinan perusahaan yang bertanggung jawab, perlu mengetahui bagaimana volume penjualan tahun depan, bagaimana perniagaan bergerak dari bulan ke bulan, dari tahun ke tahun termasuk dalam keadaan pada bulan-bulan atau tahun-tahun mendatang, dengan dapat diketahuinya gambaran permintaan di masa depan, maka pimpinan perusahaan dapat menyusun rencana kegiatan perusahaan dengan lebih baik dan menghindarkan diri dari kegiatan-kegiatan yang menimbulkan kerugian ataupun kekeliruan di masa mendatang.



2.3.1. Jenis-jenis Peramalan

Pada umumnya peramalan dapat dibedakan dari beberapa segi tergantung pada cara memandangnya. Apabila dilihat dari *sifat penyusunannya*, maka peramalan dapat dibedakan atas dua macam (Assauri, 1984), yaitu :

1. *Peramalan yang Subyektif*, yaitu peramalan yang didasarkan atas perasaan atau intuisi dari orang yang menyusunnya. Dalam hal ini pandangan atau kebijaksanaan dari orang yang menyusunnya sangat menentukan baik tidaknya hasil ramalan tersebut.
2. *Peramalan yang Obyektif*, adalah peramalan yang didasarkan atas data yang relevan di masa lalu, dengan menggunakan teknik-teknik dan metode-metode dalam penganalisaan data tersebut.

Berdasarkan *jangka waktu* yang disusun, maka peramalan dapat dibedakan atas dua macam (Assauri, 1984), yaitu :

1. *Peramalan Jangka Panjang*, yaitu peramalan yang dilakukan untuk penyusunan hasil ramalan yang jangka waktunya lebih dari satu setengah tahun atau tiga semester. Peramalan ini misalnya diperlukan untuk penyusunan rencana pembangunan suatu negara atau daerah, rencana investasi ataupun rencana pengembangan suatu perusahaan.
2. *Peramalan Jangka Pendek*, yaitu peramalan yang dilakukan untuk penyusunan hasil ramalan dengan jangka waktu yang kurang dari

satu setengah tahun atau tiga semester. Peramalan ini misalnya diperlukan untuk penyusunan rencana tahunan, rencana kerja operasional atau rencana anggaran.

Berdasarkan *sifat ramalan* yang disusun, maka peramalan dapat dibedakan atas dua macam (Assauri, 1984), yaitu :

1. *Peramalan Kualitatif*, yaitu peramalan yang didasarkan atas data kualitatif pada masa lalu. Hasil peramalan yang dibuat sangat tergantung pada orang yang menyusunnya. Peramalan ini didasarkan atas hasil penyelidikan , seperti *Delphi*, *S-curve*, *analogies* dan *penelitian bentuk* atau *morphological research*, *decission matrices* atau *decission trees*. Secara garis besar, metode peramalan kualitatif ini dapat dibagi menjadi metode eksploratis dan normatif.
2. *Peramalan Kuantitatif*, yaitu peramalan yang didasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu. Hasil peramalan ini sangat tergantung pada metode yang dipergunakan, dimana dengan metode yang berbeda akan diperoleh hasil peramalan yang berbeda pula. Dalam penentuan metode yang akan digunakan yang perlu diperhatikan adalah apakah metode itu mampu memberikan penyimpangan hasil peramalan yang minimal terhadap kenyataan. Peramalan ini dapat dibagi menjadi metode deret berkala dan metode kausal. Peramalan kuantitatif ini hanya dapat digunakan apabila terdapat kondisi sebagai berikut :

- adanya informasi tentang keadaan yang lalu,
- informasi tersebut dapat dikuantifikasikan ke dalam bentuk data,
- dapat diasumsikan bahwa pola yang lalu akan berkelanjutan pada masa yang akan datang.

2.3.2. Langkah-langkah Peramalan

Mutu suatu peramalan yang disusun, sangat ditentukan oleh proses pelaksanaan penyusunannya. Untuk mencapai peramalan yang baik (Assauri, 1984), langkah-langkah yang harus diikuti adalah :

1. *Analisa data masa lalu.* Tahap ini berguna untuk pola yang terjadi pada masa lalu. Analisa yang dilakukan adalah dengan membuat tabulasi dari data yang lalu dan mengamati pola data yang ada.
2. *Penentuan metode yang digunakan.* Menentukan metode yang sesuai dengan pola data yang ada.
3. *Proyeksi data masa lalu dengan metode yang digunakan.* Dalam proyeksi ini harus dipertimbangkan perubahan yang mungkin terjadi. Perubahan itu antara lain perubahan kebijaksanaan pemerintah, perkembangan potensi masyarakat atau perkembangan teknologi.

2.3.3. Metode Peramalan

Metode peramalan yang akan ditunjukkan di sini adalah metode peramalan secara kuantitatif. Metode peramalan tersebut dibedakan atas

(Assauri, 1984) :

1. Metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisis pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu, yang merupakan deret waktu (*time series*).
2. Metode peramalan yang didasarkan atas penggunaan analisis pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel lain yang mempengaruhinya (bukan waktu), yang merupakan hubungan sebab akibat (*causal methods*) atau metode korelasi.

2.3.4. Metode Deret Berkala (Time Series)

Deret berkala merupakan suatu rangkaian variabel yang diamati pada interval waktu ruang yang sama ditunjukkan sebagai deret berkala (Makridakis et al., 1999). Dalam deret berkala, pola data memiliki komponen-komponen atau faktor seperti musim, trend, siklus dan random. Teknik peramalan utama untuk deret berkala ini adalah teknik pemulusan (*smoothing*) dan dekomposisi (*decomposition*).

Metode pemulusan mendasarkan peramalannya pada prinsip perata-rataan (penghalusan) galat-galat pada masa lalu dengan menambahkan persentase galat kepada persentase ramalan sebelumnya.

Jenis metode pemulusan ini adalah :

- Metode Perataan (*Average*)
- Metode Pemulusan Eksponensial (*Exponential Smoothing*)
- Metode Box-Jenkins

- Metode Sel Pegels
- Metode Kontrol Adaptif dari Chow
- Metode Adaptif Satu-Parameter dari Brown
- Metode Pemulusan Harmonis dari Horrison
- Sistem Pemantauan dari Trigg (*Tracking Signal*)

Sedangkan metode dekomposisi didasarkan pada prinsip pemecahan data deret berkala ke dalam masing-masing komponennya, kemudian dilakukan peramalan terhadap nilai masing-masing dan komposisi tersebut secara terpisah dan akhirnya menggabungkan kembali ramalan-ramalan tersebut.

2.3.5. Analisis Deret Berkala






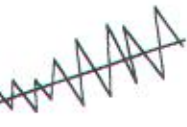
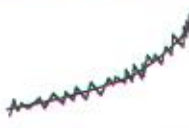
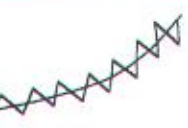

Untuk menentukan metode peramalan yang tepat, perlu adanya analisa terhadap data, melalui pendekatan yang sistematis terhadap komponen-komponen deret berkala (Makridakis et al., 1999). Analisis-analisis data tersebut dapat berupa :

1. Plot Data.

Memplot data secara grafis untuk dapat melihat pola pada data tersebut. Berdasarkan analisa *Pegels* (1969), pola data yang akan diramalkan tersebut akan berpengaruh kepada musiman dan trend.

Hal tersebut dapat digambarkan dalam Tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Pola Data berdasarkan Klasifikasi Pegels (1969)

		1	2	3
		TANPA PENGARUH MUSIMAN	MUSIMAN ADITIF	MUSIMAN MULTIPLIKATIF
A	TANPA PENGARUH TREND			
B	TREND ADITIF			
C	TREND MULTIPLIKATIF			

Metode yang dapat digunakan berdasarkan *klasifikasi Pegels* tersebut adalah :

- Sel A-1 : Metode Pegels satu parameter (α) dan Metode Single Exponential Smoothing
- Sel A-2 : Metode Pegels dua parameter (α dan δ)
- Sel A-3 : Metode Pegels dua parameter (α dan θ)
- Sel B-1 : Metode Pegels dua parameter (α dan β) dan Metode Pemulusan Holt
- Sel B-2 : Metode Pegels tiga parameter (α , β dan δ)
- Sel B-3 : Metode Pegels tiga parameter (α , β dan θ) dan Metode

Winters

- Sel C-1 : Metode Pegels dua parameter (α dan γ)
 - Sel C-2 : Metode Pegels tiga parameter (α , β dan δ)
 - Sel C-3 : Metode Pegels tiga parameter (α , β dan θ)
2. Koefisien Autokorelasi.

Pola dari koefisien-koefisien autokorelasi ini digunakan untuk menetapkan ada tidaknya faktor musiman dalam deret berkala tersebut, untuk menentukan model deret berkala tersebut dan untuk menentukan adanya kestasioneran data. Rumus umum yang digunakan untuk menentukan koefisien autokorelasi adalah :

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}$$

dimana :

r_k = koefisien autokorelasi ke- k

Y_t = variabel awal

Y_{t+k} = variabel dengan time lag ke- k

t = periode atau waktu

k = *time lag* atau selang waktu

n = periode peramalan

Dengan mengetahui koefisien autokorelasi tersebut, kemudian diadakan inisialisasi bahwa deret tersebut bersifat acak (random) apabila koefisien autokorelasi terhitung berada dalam batas :

$$-1,96 SE \leq r_k \leq +1,96 SE$$

dimana :

$$SE = \text{galat standar } (1/\sqrt{n})$$

$$n = \text{waktu pengamatan}$$

(nilai 1,96 merupakan koefisien luas daerah di bawah kurva normal pada tabel statistik dengan anggapan 95 persen dari seluruh koefisien korelasi berada di dalam daerah tersebut)

2.3.6. Metode Pemulusan Eksponensial (Smoothing Exponential)

Metode ini merupakan bagian dari metode pemulusan yang menggunakan bobot berbeda untuk data masa lalu serta memiliki bobot berciri menurun secara eksponensial mulai dari titik data terakhir sampai dengan data yang terawal. (Makridakis et al., 1999)

Metode ini memerlukan adanya penentuan parameter-parameter yang nilainya terletak antara 0 dan 1. Dimana parameter-parameter ini akan memuluskan data yang acak atau memuluskan trend.

Beberapa metode pemulusan eksponensial ini adalah :

- Pemulusan Eksponensial Tunggal (satu parameter)

- Pemulusan Eksponensial Ganda (satu parameter) dari Brown
- Pemulusan Eksponensial Tunggal dengan Trend Linier (dua parameter) dari Holt
- Pemulusan Eksponensial Ganda dengan Trend Linier (dua parameter) dari Holt
- Pemulusan Eksponensial Triple (satu parameter) dari Brown
- Pemulusan Eksponensial Triple (tiga parameter) dengan kecenderungan Musiman dari Winter

Metode pemulusan eksponensial yang digunakan dalam penyelesaian masalah ini adalah :

1. Exponential Smoothing with Linear Trend (*Holt's Method*).

Rumus yang digunakan adalah (Hanke et al.,1995) :

$$\text{pemulusan data : } A_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$\text{pemulusan trend : } T_t = \beta (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

$$\text{peramalan : } F_{t,p} = A_t + pT_t$$

dimana :

$$F_{t,p} = \text{nilai peramalan periode ke } t$$

$$A_t = \text{nilai peramalan periode ke } t \text{ dengan pemulusan}$$

$$T_t = \text{nilai pemulusan trend periode ke } t$$

$$X_t = \text{data aktual periode ke } t$$

α = parameter pemulusan untuk data ($0 \leq \alpha \leq 1$)

β = parameter pemulusan trend untuk data ($0 \leq \beta \leq 1$)

p = jumlah periode yang akan diramal

2. Double Exponential Smoothing with Linear Trend

Rumus yang digunakan adalah :

$$\text{peramalan tunggal} : A_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) A_{(t-1)}$$

$$\text{peramalan ganda} : A_t' = \alpha A_t + (1 - \alpha) A_{(t-1)'}'$$

$$\text{peramalan} : F_{(t+p)} = (2 + p \frac{\alpha}{\beta}) A_t - (1 + p \frac{\alpha}{\beta}) A_t'$$

dimana :

$F_{(t+p)}$ = nilai peramalan periode ke t

A_t = nilai peramalan periode ke t dengan pemulusan

A_t' = nilai pemulusan trend periode ke t

X_t = data aktual periode ke t

α = parameter pemulusan untuk data ($0 \leq \alpha \leq 1$)

β = parameter pemulusan trend untuk data ($0 \leq \beta \leq 1$)

p = jumlah periode yang akan diramal

2.3.7. Pengujian Peramalan

Setelah menetapkan metode-metode peramalan, hal yang perlu dilakukan adalah menguji ketepatan metode peramalan tersebut. Dalam

menentukan ketepatan metode peramalan pengujian dilakukan dengan memilih nilai rata-rata kuadrat galat (MSE) terkecil di antara seluruh metode yang digunakan. (Makridakis et al., 1999)

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

dimana :

MSE = nilai rata-rata kuadrat galat

e = galat (error)

t = periode peramalan ke 1, 2, 3,.... n

2.4. APLIKASI PERANGKAT LUNAK KOMPUTER QSB+ (*Quantitative System for Business Plus*)

Masalah-masalah *manajemen sains* yang melibatkan banyak sekali variabel tentu akan sangat sulit untuk dikerjakan secara manual. Namun, seiring dengan perkembangan teknologi komputer para produsen atau perusahaan perangkat lunak komputer maupun pakar pemrograman komputer telah mampu mengantisipasi masalah tersebut. Sekarang, kita dapat menemui banyak sekali perangkat lunak komputer yang dirancang dalam menyelesaikan masalah-masalah *manajemen sains*, antara lain TORA, CMOM, MINITAB, LINDO/PC, Management Scientist, QS dan QSB+.

Untuk pemecahan masalah-masalah *peramalan* dan *pemrograman linier* pada penelitian ini, penyusun menggunakan perangkat lunak komputer QSB+ (*Quantitative System for Business Plus*) sebagai program bantu. Beberapa alasan pemilihan program ini adalah :

1. Mudah dalam pemakaian

Setiap informasi dan pesan yang ditampilkan oleh QSB+ mudah untuk dipahami. Dalam pembuatan keputusan, QSB+ mampu menampilkan penyelesaiannya secara ringkas dan mudah untuk dipahami.

2. Aplikasi teknik analisis *manajemen sains* yang lengkap

QSB+ memiliki aplikasi teknik analisis *manajemen sains* yang lengkap, antara lain linear programming, network, PERT/CPM, queing theory, Markov process ataupun Time Series Forecasting.

3. Pengarahan menu yang familiar

QSB+ menggunakan susunan atau urutan menu yang memungkinkan bagi pemakai untuk menyusun kembali pilihan yang berhubungan dengan masalahnya. Pemakai akan dibimbing untuk menentukan tindakan yang akan dilakukan terhadap menu yang dipakai.

2.4.1. Aplikasi QSB+ terhadap Masalah Pemrograman Linier

Untuk memecahkan masalah Pemrograman Linier, digunakan Metode Simpleks dengan kemampuan 200x200 batasan (5%-nya merupakan batasan non-negatif). (Miswanto dkk.,1995)

Langkah-langkah pemecahan masalah pemrograman linier dengan QSB+ adalah :

1. Pemilihan modul Linear Programming (1) pada menu awal.
2. Memasukkan data baru (menu *Enter new problem*), dengan menetapkan nama masalah, tujuan masalah (minimasi atau maksimasi) dan jumlah variabel serta batasan-batasannya, ataupun membaca data tersimpan dalam disk(et) (menu *Read existing problem from diskette*).
3. Memasukkan semua data baik itu notasi variabel maupun koefisien variabel.
4. Menampilkan data yang telah dimasukkan (menu *Show input data*).
5. Memecahkan masalah (menu *Solve problem*).
6. Menampilkan hasil hitungan (menu *Show final solution*). Hasil hitungan ini dapat menampilkan pemecahan masalah secara grafik, semua tabel simpleks serta analisa sensitivitas.

Beberapa hal yang perlu diketahui dalam modul Linear Programming ini adalah :

1. Bila ada batasan yang menggunakan tanda sama dengan (=) atau lebih besar sama dengan (\geq), modul akan menggunakan metode Big M.
2. Bila kisaran data terlalu besar, misalnya terdapat nilai 0,0001 dan 10000, akan terjadi kesalahan pembulatan.



3. Notasi yang digunakan adalah :

- S_n : Slack variabel untuk batasan n
- A_n : Artifisial variabel untuk batasan n
- A_{ij} : Koefisien batasan i untuk variabel j
- B_i : Nilai sisi sebelah kanan (RHS) batasan i
- C_j : Koefisien fungsi tujuan variabel j
- M : Nilai yang sangat besar
- $C_j - Z_j$: Opportunity cost (selisih biaya variabel j)

2.4.2. Aplikasi QSB+ terhadap Masalah Peramalan

Untuk memecahkan masalah peramalan, digunakan metode peramalan deret waktu (*Time Series Forecasting*) dengan kemampuan peramalan hingga 36 periode mendatang. (Miswanto dkk.,1995)

Langkah-langkah pemecahan masalah peramalan dengan QSB+ adalah :

1. Pemilihan modul *Time Series Forecasting* (E) pada menu awal.
2. Memasukkan data baru (menu *Enter new problem*), dengan menetapkan nama masalah dan jumlah data historis, ataupun membaca data tersimpan dalam disk(et) (menu *Read existing problem from diskette*).
3. Memasukkan semua data historis.
4. Menampilkan data yang telah dimasukkan (menu *Show input data*).

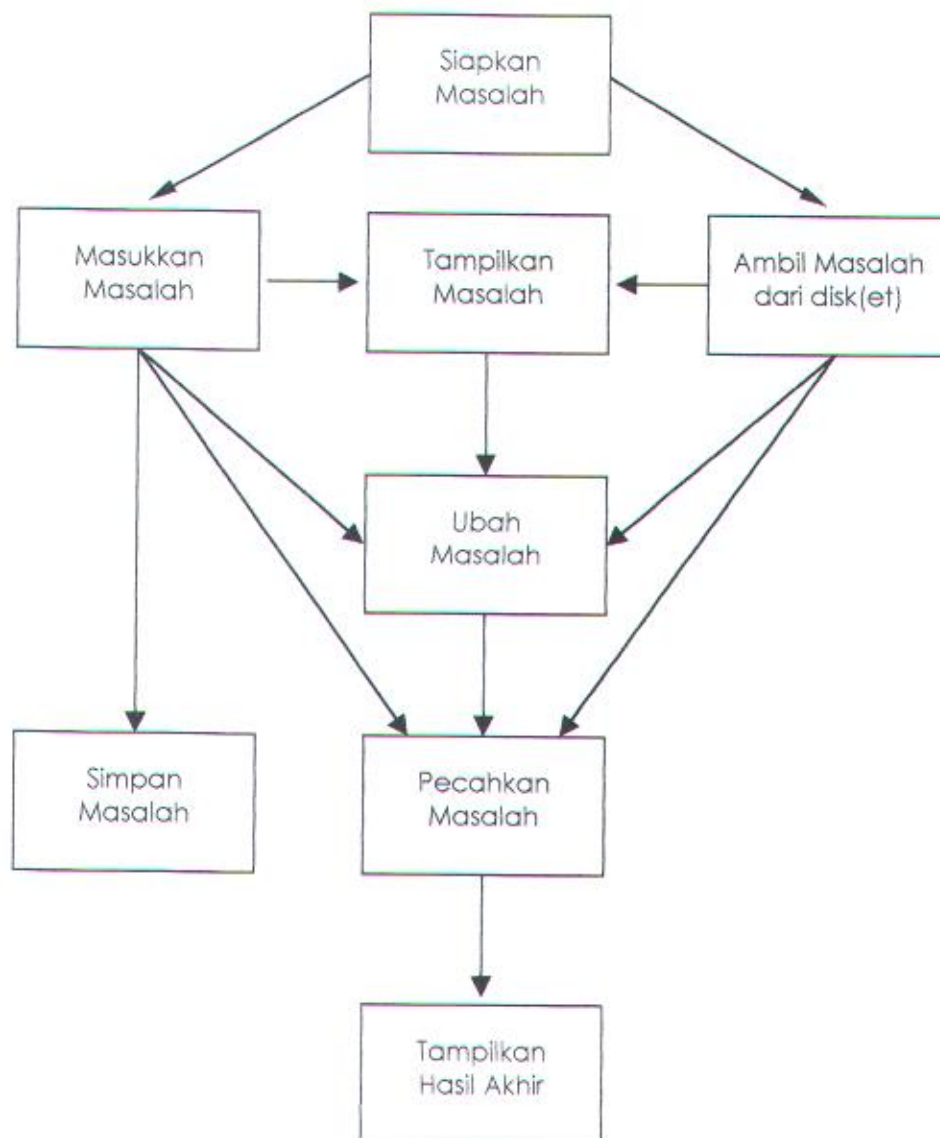
5. Memilih formula pemecahan masalah yang diinginkan (menu *Perform Forecasting*).
6. Menetapkan periode peramalan beserta batasan parameter yang diinginkan.
7. Memecahkan masalah (menu *Solve problem*).
8. Menampilkan hasil hitungan (menu *Show final solution*). Hasil hitungan ini dapat pula menampilkan grafik pemecahan masalah.

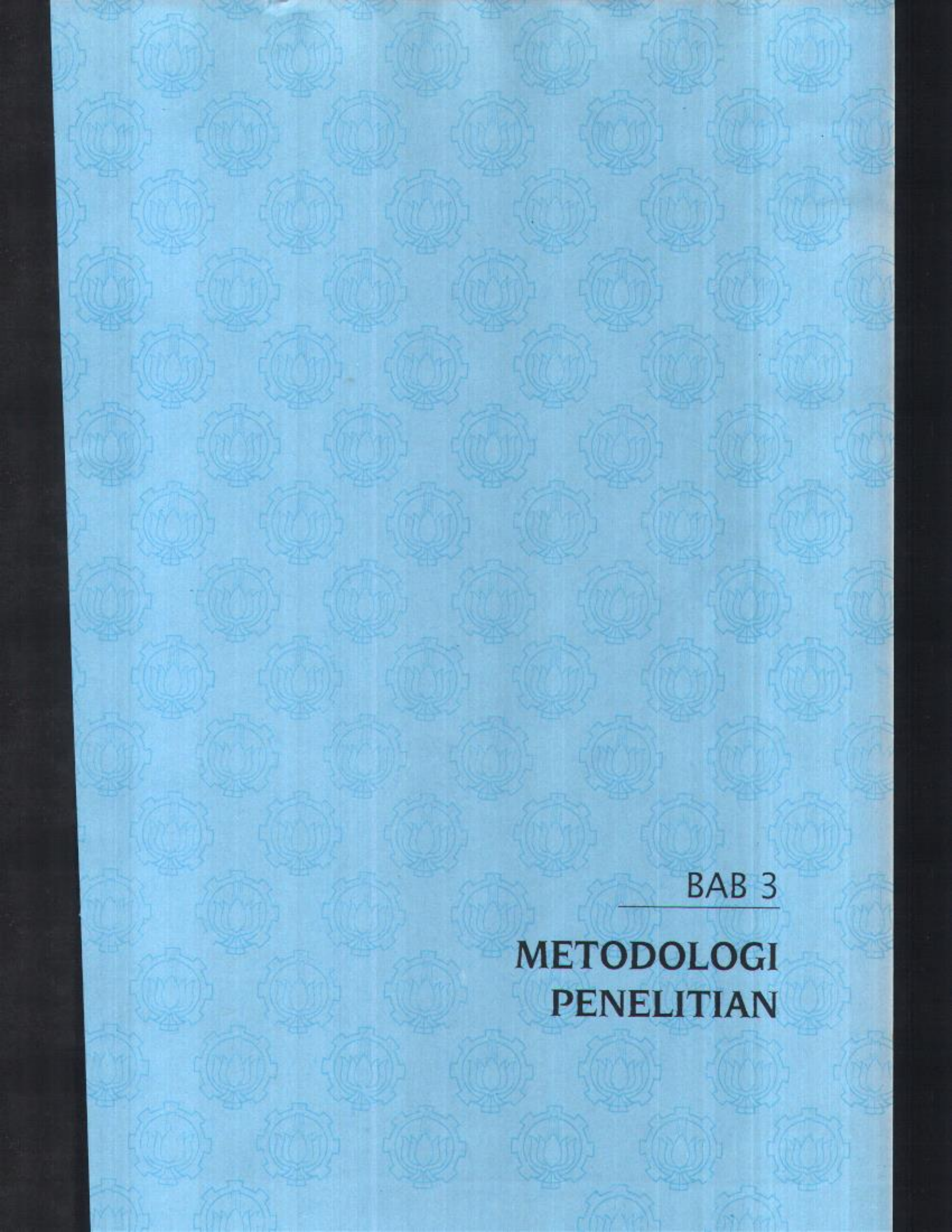
Beberapa hal yang perlu diketahui dalam modul *Time Series Forecasting* ini adalah :

1. Pengguna program dapat menentukan sendiri parameter-parameter yang diinginkan atau membiarkan program mendapatkan sendiri parameter yang terbaik.
2. Notasi yang digunakan adalah :
 - t : waktu atau periode, $t = 1, 2, 3, \dots, n$
 - α : parameter pemulusan data
 - β : parameter pemulusan tren
 - A_t : data aktual pada periode t
 - f_t : peramalan pada periode t
 - T_t : trend pada periode t
 - e_t : galat pada periode t ,

Secara umum, langkah-langkah penggunaan QSB+ dapat dilihat pada skema berikut ini (Miswanto dkk.,1995) :

Gambar 1.2 Skema Penggunaan QSB+





BAB 3

**METODOLOGI
PENELITIAN**

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 METODE PENGUMPULAN DATA

Untuk mendapatkan data-data yang relevan dan memperkuat penyusunan Tugas Akhir ini, maka penyusun menggunakan metode :

a. **Studi Pustaka (*Library Research*)**

Studi kepustakaan ini diadakan dengan maksud untuk memperoleh data pustaka sebagai nara sumber yang dapat dijadikan pedoman dalam memecahkan masalah yang sedang dihadapi oleh perusahaan.

b. **Penelitian Lapangan (*Field Research*)**

Penelitian lapangan ini penyusun lakukan dengan maksud agar data yang diperoleh benar-benar aktual. Adapun teknik yang penyusun lakukan untuk penelitian ini adalah :

- Wawancara / interview

Pengumpulan data dengan jalan memberikan pertanyaan langsung kepada orang atau kepada operator yang terlibat secara langsung sebagai sumber data yang dibutuhkan.

- Pengamatan / observasi

Pengumpulan data dengan jalan mengadakan pengamatan secara langsung terhadap obyek penelitian serta mencatat secara sistematis semua data yang ada hubungannya dengan permasalahan. Metode ini dimaksudkan untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya dari obyek yang sedang diteliti.

- Pengumpulan Data / Dokumenter

Merupakan pengumpulan data dengan mencatat data-data dari dokumen (arsip) perusahaan yang berkaitan dengan obyek penelitian.

3.2 INVENTARISASI DATA

Data-data yang diperlukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

- a. **Data Produksi *ready mix concrete***

Data produksi *ready mix concrete* dalam 3 tahun terakhir antara Oktober 1996 - September 1999, yang diperlukan bagi peramalan

produksi *ready mix concrete* satu tahun ke depan.

b. Data Bahan Baku

Data yang berisikan jenis, komposisi serta harga bahan baku penyusun *ready mix concrete*, yang diperlukan untuk menentukan biaya bahan baku masing-masing *ready mix concrete*.

c. Data Kapasitas *batching drymix plant*

Data kapasitas produksi *batching drymix plant*, yang diperlukan untuk menghitung variabel biaya produksi masing-masing *ready mix concrete*.

d. Data Kapasitas Daya Listrik

Data kapasitas daya listrik pada *batching drymix plant*, yang diperlukan untuk menghitung biaya variabel biaya produksi masing-masing *ready mix concrete*.

e. Data Biaya Operasional Perusahaan (biaya tetap)

Data terhadap biaya tetap yang dikeluarkan oleh perusahaan tiap tahunnya adalah :

- Biaya gaji karyawan
- Biaya operasional kantor
- Biaya operasional mesin dan peralatan produksi

3.3 PENGOLAHAN DATA

Dari seluruh data yang terkumpul, kemudian ditentukan biaya produksi *ready mix concrete* dan peramalan produksi *ready mix concrete* satu tahun mendatang.

a. Menentukan biaya produksi *ready mix concrete*

Biaya produksi *ready mix concrete* dihitung berdasarkan biaya produksi pada masing-masing *batching plant*, yang mencakup :

1. Harga bahan baku penyusun *ready mix concrete*,
2. Biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan daya listrik dalam proses produksi, dan
3. Biaya tetap (operasional perusahaan).

b. Menentukan produksi *ready mix concrete* untuk satu tahun mendatang

Dalam menentukan produksi *ready mix concrete* untuk satu tahun mendatang dilakukan dengan pendekatan peramalan (*forecasting*). Sebelum melakukan peramalan, terlebih dahulu melakukan analisa terhadap data historis. Setelah performa data diketahui kemudian memilih metode peramalan berdasarkan *klasifikasi Pegels*. Untuk menguji kebenaran hasil peramalan, dipilih nilai MSE (Mean Square Error) atau nilai rata-rata galat kuadrat yang terkecil. Peramalan ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak komputer QSB+.

3.4 METODE PEMECAHAN MASALAH

Metode pemecahan masalah ini meliputi :

a. Pemrograman Linier

Perumusan permasalahan ke dalam model pemrograman linier dengan menetapkan fungsi tujuan dan fungsi kendala.

- *Fungsi Tujuan*, total biaya produksi *ready mix concrete* oleh masing-masing *batching plant* yang minimum. Secara matematis dinyatakan :

$$\text{Minimumkan : } Z = \sum_{i=1}^{m=5} \sum_{j=A}^{n=E} C_{ij} X_{ij}$$

dimana :

C_{ij} = biaya produksi *batching plant* i untuk *ready mix concrete* j

X_{ij} = *batching plant* i untuk *ready mix concrete* j

i = *batching plant* 1, 2, ..., m

j = *ready mix concrete* A, B, ..., n

- *Fungsi Pembatas*, yang merupakan fungsi pembatas adalah :

$$\text{batasan kapasitas : } \sum_{i=1}^{m=5} X_{ij} \leq S_i$$

dimana S_i = kapasitas produksi *batching plant* i

$$\text{batasan permintaan : } \sum_{j=A}^{n=E} X_{ij} = A_j$$

dimana A_j = permintaan *ready mix concrete* j

$$\text{batasan non-negatif : } X_{ij} \geq 0$$

Setelah menetapkan fungsi tujuan dan fungsi kendala, dilakukan pengolahan data dengan bantuan perangkat lunak komputer QSB+.

b. Analisa Hasil Perhitungan

Langkah selanjutnya adalah melakukan interpretasi terhadap solusi yang diberikan oleh QSB+ dengan membahas nilai kesempatan variabel keputusan, harga dual kendala dan analisa sensitivitas.

BAB 4

**PENGUMPULAN
DAN PENGOLAHAN DATA**

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 PENGUMPULAN DATA

PT. Pioneer Beton Industri, Jakarta memiliki lima buah *batching plant* yang berada di wilayah Jakarta dan sekitarnya. Dalam sub bab ini penyusun akan menguraikan data-data yang diperoleh dari masing-masing *batching plant* pada PT. Pioneer Beton Industri.

4.1.1 Taman Mini Plant, Jakarta Timur

4.1.1.1 Data Produk Taman Mini Plant

Ready mix concrete yang diproduksi oleh Taman Mini Plant adalah mutu K-175, K-225, K-250, K-300 dan K-400. Adapun data-data yang dikumpulkan dari masing-masing produk tersebut adalah :

A. Bahan Baku Penyusun Ready Mix Concrete Beserta Harga

Bahan baku penyusun *ready mix concrete* beserta harga produksi yang telah diestimasi oleh pihak manajerial perusahaan adalah :

Tabel 4.1
Bahan baku penyusun *ready mix concrete* dan harga pada Taman Mini Plant

BAHAN BAKU	SATUAN	HARGA PER SATUAN (Rp)
Cement	KG	220,00
Fly Ash	KG	95,00
Split	KG	26,85
Sand (SSD)	KG	33,33
Water	LTR	5,00
Retarder	LTR	1600,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

B. Komposisi Bahan Baku

Komposisi bahan baku penyusun *ready mix concrete* adalah :

Tabel 4.2
Komposisi bahan baku penyusun *ready mix concrete* pada Taman Mini Plant

PRODUK	BAHAN BAKU					
	CEMENT (KG)	FLY ASH (KG)	SPLIT (KG)	SAND-SSD (KG)	WATER (LTR)	RETARDER (LTR)
K-175	225	80	1000	620	190	0,92
K-225	235	90	1000	600	190	0,98
K-250	245	100	1000	580	190	1,04
K-300	275	110	1010	550	190	1,16
K-400	340	125	1010	480	190	1,40

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

4.1.1.2 Data Produksi Taman Mini Plant

A. Kapasitas Produksi

Batching drymix plant sebagai mesin produksi *concrete ready mix* memiliki kapasitas penuh sebesar 50 m³/jam.

B. Biaya Pemakaian Tenaga Listrik

Daya listrik yang dipakai untuk proses produksi sebesar 50 KWh dengan biaya Rp. 385,00 (watt/jam).



4.1.1.3 Data Biaya Operasional Taman Mini Plant

Biaya operasional yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk Taman Mini Plant dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.3 Biaya Operasional untuk Gaji Pertahun Taman Mini Plant

NO	DESKRIPSI	UNIT	PERBULAN	PERTAHUN
I Manajer				
1	Manejer Batching Plant	1	Rp 2.500.000,00	Rp 30.000.000,00
				Rp 30.000.000,00
II Kepala Bagian				
1	Kabag. Umum	1	Rp 1.750.000,00	Rp 21.000.000,00
2	Kabag. Produksi	1	Rp 1.750.000,00	Rp 21.000.000,00
3	Kabag. Teknik & Lab.	1	Rp 1.750.000,00	Rp 21.000.000,00
				Rp 63.000.000,00
III Staf				
1	Staf Produksi	2	Rp 1.000.000,00	Rp 24.000.000,00
2	Staf Logistik	1	Rp 1.000.000,00	Rp 12.000.000,00
3	Staf Personalia	1	Rp 1.000.000,00	Rp 12.000.000,00
4	Staf Akuntansi & Administrasi	2	Rp 1.000.000,00	Rp 24.000.000,00
5	Staf Laboratorium	2	Rp 1.000.000,00	Rp 24.000.000,00
				Rp 96.000.000,00
IV Karyawan				
1	Operator Batching Plant	2	Rp 800.000,00	Rp 19.200.000,00
2	Pembantu Operator	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
3	Teknisi Laboratorium	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
4	Teknisi Komputer	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
5	Operator Truk Mixer	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
6	Pengemudi Truk Mixer	20	Rp 350.000,00	Rp 84.000.000,00
7	Mekanik	5	Rp 300.000,00	Rp 18.000.000,00
8	Satpam	3	Rp 250.000,00	Rp 9.000.000,00
9	Pekerja	7	Rp 200.000,00	Rp 16.800.000,00
				Rp 195.000.000,00
Total Biaya Operasi untuk Gaji pertahun				Rp 384.000.000,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

Tabel 4.4	DESKRIPSI	PERBULAN	PERTAHUN
Biaya			
Operasional	Pemakaian Listrik	Rp 350.000,00	Rp 4.200.000,00
untuk Kantor	Pemakaian Telepon	Rp 1.350.000,00	Rp 16.200.000,00
Pertahun	Peralatan Kantor	Rp 500.000,00	Rp 6.000.000,00
	Perawatan Kantor	Rp 250.000,00	Rp 3.000.000,00
			Rp 29.400.000,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

Tabel 4.5	DESKRIPSI	PERTAHUN
Biaya		
Operasional	Perawatan Mesin	Rp 2.400.000,00
Mesin dan	Perawatan Komputer	Rp 1.800.000,00
Angkutan	Perawatan Kendaraan	Rp 78.000.000,00
	Pemakaian Air	Rp 1.920.000,00
		Rp 84.120.000,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

Total keseluruhan biaya tetap yang dikeluarkan oleh Taman Mini Plant setiap tahunnya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \text{jumlah gaji} + \text{biaya operasional kantor} + \text{biaya operasional} \\
 &\quad \text{mesin dan angkutan} \\
 &= \text{Rp } 384.000.000,00 + \text{Rp } 29.400.000,00 + \text{Rp } 84.120.000,00 \\
 &= \text{Rp } 497.520.000,00
 \end{aligned}$$

4.1.2 Lebak Bulus Plant, Jakarta Selatan

4.1.2.1 Data Produk Lebak Bulus Plant

Ready mix concrete yang diproduksi oleh Lebak Bulus, Jakarta Selatan adalah mutu K-175, K-225, K-250, K-300 dan K-400. Adapun data-data yang dikumpulkan dari masing-masing produk tersebut adalah :

A. Bahan Baku Penyusun Ready Mix Concrete Beserta Harga

Bahan baku penyusun *ready mix concrete* beserta harga produksi yang telah diestimasi oleh pihak manejerial perusahaan adalah :

Tabel 4.6
Bahan baku penyusun *ready mix concrete* dan harga pada Lebak Bulus Plant

BAHAN BAKU	SATUAN	HARGA PER SATUAN (Rp)
Cement	KG	220,00
Fly Ash	KG	95,00
Split	KG	26,85
Sand (SSD)	KG	33,33
Water	LTR	5,00
Retarder	LTR	1600,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

B. Komposisi Bahan Baku

Tabel 4.7
Komposisi bahan baku penyusun *ready mix concrete* pada Lebak Bulus Plant

PRODUK	BAHAN BAKU					
	CEMENT (KG)	FLY ASH (KG)	SPLIT (KG)	SAND-SSD (KG)	WATER (LTR)	RETARDER (LTR)
K-175	225	80	1000	620	190	0,92
K-225	235	90	1000	600	190	0,98
K-250	245	100	1000	580	190	1,04
K-300	275	110	1010	550	190	1,16
K-400	340	125	1010	480	190	1,40

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

4.1.2.2 Data Produksi

A. Kapasitas Produksi

Batching drymix plant sebagai mesin produksi *concrete ready mix* memiliki kapasitas penuh sebesar 40 m³/jam.

B. Biaya Pemakaian Tenaga Listrik

Daya listrik yang dipakai untuk proses produksi sebesar 35 KWh dengan biaya Rp. 385,00 (watt/jam).

4.1.2.3 Data Operasional Biaya Lebak Bulus Plant

Biaya operasional yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk Lebak Bulus Plant, Jakarta Selatan dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.8 Biaya Operasional untuk Gaji Pertahun Lebak Bulus Plant

NO	DESKRIPSI	UNIT	PERBULAN	PERTAHUN
I Manajer				
1	Manejer Batching Plant	1	Rp 2.500.000,00	Rp 30.000.000,00
				Rp 30.000.000,00
II Kepala Bagian				
1	Kabag. Umum	1	Rp 1.750.000,00	Rp 21.000.000,00
2	Kabag. Produksi	1	Rp 1.750.000,00	Rp 21.000.000,00
3	Kabag. Teknik & Lab.	1	Rp 1.750.000,00	Rp 21.000.000,00
				Rp 63.000.000,00
III Staf				
1	Staf Produksi	2	Rp 1.000.000,00	Rp 24.000.000,00
2	Staf Logistik	1	Rp 1.000.000,00	Rp 12.000.000,00
3	Staf Personalia	1	Rp 1.000.000,00	Rp 12.000.000,00
4	Staf Akuntansi & Administrasi	2	Rp 1.000.000,00	Rp 24.000.000,00
5	Staf Laboratorium	2	Rp 1.000.000,00	Rp 24.000.000,00
				Rp 96.000.000,00
IV Karyawan				
1	Operator Batching Plant	1	Rp 800.000,00	Rp 9.600.000,00
2	Pembantu Operator	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
4	Teknisi Komputer	1	Rp 500.000,00	Rp 6.000.000,00
5	Operator Truk Mixer	1	Rp 500.000,00	Rp 6.000.000,00
6	Pengemudi Truk Mixer	15	Rp 350.000,00	Rp 63.000.000,00
7	Mekanik	5	Rp 300.000,00	Rp 18.000.000,00
8	Satpam	2	Rp 250.000,00	Rp 6.000.000,00
9	Pekerja	4	Rp 200.000,00	Rp 9.600.000,00
Total Biaya Operasi untuk Gaji pertahun				Rp 331.200.000,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

Tabel 4.9		DESKRIPSI	PERBULAN	PERTAHUN
Biaya				
Operasional	untuk Kantor	Pemakaian Listrik	Rp 300.000,00	Rp 3.600.000,00
		Pemakaian Telepon	Rp 1.300.000,00	Rp 15.600.000,00
Pertahun		Peralatan Kantor	Rp 500.000,00	Rp 6.000.000,00
		Perawatan Kantor	Rp 250.000,00	Rp 3.000.000,00
				Rp 28.200.000,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

Tabel 4.10		DESKRIPSI	PERTAHUN
Biaya			
Operasional	Mesin dan	Perawatan Mesin	Rp 2.400.000,00
		Perawatan Komputer	Rp 1.800.000,00
Angkutan		Perawatan Kendaraan	Rp 58.500.000,00
		Pemakaian Air	Rp 1.920.000,00
			Rp 64.620.000,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

Total keseluruhan biaya tetap yang dikeluarkan oleh Lebak Bulus Plant setiap tahunnya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \text{jumlah gaji} + \text{biaya operasional kantor} + \text{biaya operasional} \\
 &\quad \text{mesin dan angkutan} \\
 &= \text{Rp } 331.200.000,00 + \text{Rp } 28.200.000,00 + \text{Rp } 64.620.000,00 \\
 &= \text{Rp } 424.020.000,00
 \end{aligned}$$

4.1.3 Kasablanka Plant, Jakarta Pusat

4.1.3.1 Data Produk

Ready mix concrete yang diproduksi oleh Kasablanka Plant, Jakarta Pusat adalah mutu K-175, K-225, K-250, K-300 dan K-400. Adapun data-data yang dikumpulkan dari masing-masing produk tersebut adalah :

A. Bahan Baku Penyusun Ready Mix Concrete Beserta Harga

Bahan baku penyusun *ready mix concrete* beserta harga produksi yang telah diestimasi oleh pihak manejerial perusahaan adalah :

Tabel 4.11 Bahan baku penyusun <i>ready mix concrete</i> dan harga pada Lebak Bulus Plant	BAHAN BAKU	SATUAN	HARGA PER SATUAN (Rp)
	Cement	KG	220,00
	Fly Ash	KG	95,00
	Split	KG	27,00
	Sand (SSD)	KG	35,00
	Water	LTR	5,00
	Retarder	LTR	1600,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

B. Komposisi Bahan Baku

Komposisi bahan baku penyusun *ready mix concrete* adalah :

Tabel 4.12 Komposisi bahan baku penyusun <i>ready mix concrete</i> pada Kasablanka Plant	PRODUK	BAHAN BAKU					
		CEMENT (KG)	FLY ASH (KG)	SPLIT (KG)	SAND-SSD (KG)	WATER (LTR)	RETARDER (LTR)
	K-175	225	80	1000	620	190	0,92
	K-225	235	90	1000	600	190	0,98
	K-250	245	100	1000	580	190	1,04
	K-300	275	110	1010	550	190	1,16
	K-400	340	125	1010	480	190	1,40

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

4.1.3.2 Data Produksi

A. Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi *batching dry mix plant* sebesar 45 m³/jam.

B. Biaya Pemakaian Tenaga Listrik

Daya listrik yang dipakai untuk proses produksi sebesar 40 KWh dengan biaya watt/jam Rp.385,00.

4.1.3.3 Data Operasional Biaya Kasablanka Plant

Biaya operasional yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk Kasablanka Plant, Jakarta Pusat dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.13 Biaya Operasional untuk Gaji Pertahun Kasablanka Plant

NO	DESKRIPSI	UNIT	PERBULAN	PERTAHUN
I Manajer				
1	Manejer Batching Plant	1	Rp 2.500.000,00	Rp 30.000.000,00
				Rp 30.000.000,00
II Kepala Bagian				
1	Kabag. Umum	1	Rp 1.750.000,00	Rp 21.000.000,00
2	Kabag. Produksi	1	Rp 1.750.000,00	Rp 21.000.000,00
3	Kabag. Teknik & Lab.	1	Rp 1.750.000,00	Rp 21.000.000,00
				Rp 63.000.000,00
III Staf				
1	Staf Produksi	2	Rp 1.000.000,00	Rp 24.000.000,00
2	Staf Logistik	1	Rp 1.000.000,00	Rp 12.000.000,00
3	Staf Personalia	1	Rp 1.000.000,00	Rp 12.000.000,00
4	Staf Akuntansi & Administrasi	2	Rp 1.000.000,00	Rp 24.000.000,00
5	Staf Laboratorium	2	Rp 1.000.000,00	Rp 24.000.000,00
				Rp 96.000.000,00
IV Karyawan				
1	Operator Batching Plant	2	Rp 800.000,00	Rp 19.200.000,00
2	Pembantu Operator	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
3	Teknisi Laboratorium	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
4	Teknisi Komputer	1	Rp 500.000,00	Rp 6.000.000,00
5	Operator Truk Mixer	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
6	Pengemudi Truk Mixer	15	Rp 375.000,00	Rp 67.500.000,00
7	Mekanik	5	Rp 300.000,00	Rp 18.000.000,00
8	Satpam	2	Rp 250.000,00	Rp 6.000.000,00
9	Pekerja	6	Rp 200.000,00	Rp 14.400.000,00
				Rp 167.100.000,00
Total Biaya Operasi untuk Gaji pertahun				Rp 356.100.000,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

Tabel 4.14		DESKRIPSI	PERBULAN	PERTAHUN
Biaya				
Operasional	untuk Kantor	Pemakaian Listrik	Rp 400.000,00	Rp 4.800.000,00
		Pemakaian Telepon	Rp 1.350.000,00	Rp 16.200.000,00
Pertahun		Peralatan Kantor	Rp 500.000,00	Rp 6.000.000,00
		Perawatan Kantor	Rp 250.000,00	Rp 3.000.000,00
				Rp 30.000.000,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

Tabel 4.15		DESKRIPSI	PERTAHUN
Biaya			
Operasional	Mesin dan	Perawatan Mesin	Rp 2.100.000,00
		Perawatan Komputer	Rp 1.800.000,00
Angkutan		Perawatan Kendaraan	Rp 58.500.000,00
		Pemakaian Air	Rp 1.920.000,00
			Rp 64.320.000,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

Total keseluruhan biaya tetap yang dikeluarkan oleh Kasablanka Plant setiap tahunnya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= \text{jumlah gaji} + \text{biaya operasional kantor} + \text{biaya operasional} \\
 &\quad \text{mesin dan angkutan} \\
 &= \text{Rp } 356.100.000,00 + \text{Rp } 30.000.000,00 + \text{Rp } 64.320.000,00 \\
 &= \text{Rp } 450.420.000,00
 \end{aligned}$$

4.1.4 Raya Cibarusa Plant, Cikarang

4.1.4.1 Data Produk

Ready mix concrete yang diproduksi oleh Raya Cibarusa Plant, Cikarang adalah mutu K-175/120f, K-225/120f, K-250/120f, K-300/120f dan K-400/120f. Adapun data-data yang dikumpulkan dari masing-masing produk tersebut adalah :



A. Bahan Baku Penyusun Ready Mix Concrete Beserta Harga

Bahan baku penyusun *ready mix concrete* beserta harga produksi yang telah diestimasi oleh pihak manajemen perusahaan adalah :

Tabel 4.16 Bahan baku penyusun <i>ready mix concrete</i> dan harga pada Raya Cibarusa Plant	BAHAN BAKU	SATUAN	HARGA PER SATUAN (Rp)
	Cement	KG	220,00
	Fly Ash	KG	95,00
	Split	KG	25,50
	Sand (SSD)	KG	31,67
	Water	LTR	5,00
	Retarder	LTR	1600,00

Sumber Data : PT, Pioneer Beton Industri Jakarta

B. Komposisi Bahan Baku

Komposisi bahan baku penyusun *ready mix concrete* adalah :

Tabel 4.17 Komposisi bahan baku penyusun <i>ready mix concrete</i> pada Raya Cibarusa Plant	PRODUK	BAHAN BAKU					
		CEMENT (KG)	FLY ASH (KG)	SPLIT (KG)	SAND-SSD (KG)	WATER (LTR)	RETARDER (LTR)
	K-175	225	80	1000	620	190	0,92
	K-225	235	90	1000	600	190	0,98
	K-250	245	100	1000	580	190	1,04
	K-300	275	110	1010	550	190	1,16
	K-400	340	125	1010	480	190	1,40

Sumber Data : PT, Pioneer Beton Industri Jakarta

4.1.4.2 Data Produksi

A. Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi *batching drymix plant* sebesar 40 m³/jam.

B. Biaya Pemakaian Tenaga Listrik

Daya listrik yang dipakai untuk proses produksi sebesar 40 KWh dengan biaya Rp. 385,00 (watt/jam)

4.1.4.3 Data Operasional Raya Cibarusa Plant

Biaya operasional yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk Raya Cibarusa Plant, Cikarang dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.18 Biaya Operasional untuk Gaji Pertahun Raya Cibarusa Plant

NO	DESKRIPSI	UNIT	PERBULAN	PERTAHUN
I Manajer				
1	Manejer Batching Plant	1	Rp 2.500.000,00	Rp 30.000.000,00
				Rp 30.000.000,00
II Kepala Bagian				
1	Kabag. Umum	1	Rp 1.750.000,00	Rp 21.000.000,00
2	Kabag. Produksi	1	Rp 1.750.000,00	Rp 21.000.000,00
3	Kabag. Teknik & Lab.	1	Rp 1.750.000,00	Rp 21.000.000,00
				Rp 63.000.000,00
III Staf				
1	Staf Produksi	2	Rp 1.000.000,00	Rp 24.000.000,00
2	Staf Logistik	1	Rp 1.000.000,00	Rp 12.000.000,00
3	Staf Personalia	1	Rp 1.000.000,00	Rp 12.000.000,00
4	Staf Akuntansi & Administrasi	2	Rp 1.000.000,00	Rp 24.000.000,00
5	Staf Laboratorium	2	Rp 1.000.000,00	Rp 24.000.000,00
				Rp 96.000.000,00
IV Karyawan				
1	Operator Batching Plant	2	Rp 800.000,00	Rp 19.200.000,00
2	Pembantu Operator	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
3	Teknisi Laboratorium	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
4	Teknisi Komputer	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
5	Operator Truk Mixer	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
6	Pengemudi Truk Mixer	13	Rp 300.000,00	Rp 46.800.000,00
7	Mekanik	5	Rp 300.000,00	Rp 18.000.000,00
8	Satpam	2	Rp 250.000,00	Rp 6.000.000,00
9	Pekerja	4	Rp 150.000,00	Rp 7.200.000,00
				Rp 145.200.000,00
Total Biaya Operasi untuk Gaji pertahun				Rp 334.200.000,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Tabel 4.19

	DESKRIPSI	PERBULAN	PERTAHUN
Biaya			
Operasional	Pemakaian Listrik	Rp 350.000,00	Rp 4.200.000,00
untuk Kantor	Pemakaian Telepon	Rp 1.500.000,00	Rp 18.000.000,00
Pertahun	Peralatan Kantor	Rp 475.000,00	Rp 5.700.000,00
	Perawatan Kantor	Rp 225.000,00	Rp 2.700.000,00
			Rp 30.600.000,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

Tabel 4.20

	DESKRIPSI	PERTAHUN
Biaya		
Operasional	Perawatan Mesin	Rp 2.220.000,00
Mesin dan	Perawatan Komputer	Rp 1.800.000,00
Angkutan	Perawatan Kendaraan	Rp 50.700.000,00
	Pemakaian Air	Rp 1.860.000,00
		Rp 56.580.000,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

Total keseluruhan biaya tetap yang dikeluarkan oleh Raya Cibarusa Plant setiap tahunnya adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{jumlah gaji} + \text{biaya operasional kantor} + \text{biaya operasional} \\ &\quad \text{mesin dan angkutan} \\ &= \text{Rp } 334.200.000,00 + \text{Rp } 30.600.000,00 + \text{Rp } 56.580.000,00 \\ &= \text{Rp } 421.380.000,00 \end{aligned}$$

4.1.5 Serpong Plant, Tangerang

4.1.5.1 Data Produk

A. Bahan Baku Penyusun Ready Mix Concrete Beserta Harga

Ready mix concrete yang diproduksi oleh Serpong Plant, Tangerang adalah mutu K-175, K-225, K-250, K-300 dan K-400. Adapun data-data yang dikumpulkan dari masing-masing produk tersebut adalah :

Tabel 4.21
Bahan baku penyusun *ready mix concrete* dan harga pada Serpong Plant

BAHAN BAKU	SATUAN	HARGA PER SATUAN (Rp)
Cement	KG	220,00
Fly Ash	KG	95,00
Split	KG	25,50
Sand (SSD)	KG	31,67
Water	LTR	5,00
Retarder	LTR	1600,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

B. Komposisi Bahan Baku

Komposisi bahan baku penyusun *ready mix concrete* sebagai berikut :

Tabel 4.22
Komposisi bahan baku penyusun *ready mix concrete* pada Serpong Plant

PRODUK	BAHAN BAKU						
	CEMENT (KG)	FLY ASH (KG)	SPLIT (KG)	SAND-SSD (KG)	WATER (LTR)	RETARDER (LTR)	
K-175	225	80	1000	620	190	0,92	
K-225	235	90	1000	600	190	0,98	
K-250	245	100	1000	580	190	1,04	
K-300	275	110	1010	550	190	1,16	
K-400	340	125	1010	480	190	1,40	

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

4.1.5.2 Data Produksi

A. Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi *batching drymix plant* sebesar 40 m³/jam.

B. Biaya Pemakaian Tenaga Listrik

Daya listrik yang dipakai untuk proses produksi sebesar 40 KWh dengan biaya Rp. 385,00 (watt/jam).

4.1.5.3 Data Biaya Operasional Serpong Plant

Biaya operasional yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk Serpong Plant, Tangerang dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.23 Biaya Operasional untuk Gaji Pertahun Serpong Plant

NO	DESKRIPSI	UNIT	PERBULAN	PERTAHUN
I Manajer				
1	Manajer Batching Plant	1	Rp 2.500.000,00	Rp 30.000.000,00 Rp 30.000.000,00
II Kepala Bagian				
1	Kabag. Umum	1	Rp 1.750.000,00	Rp 21.000.000,00
2	Kabag. Produksi	1	Rp 1.750.000,00	Rp 21.000.000,00
3	Kabag. Teknik & Lab.	1	Rp 1.750.000,00	Rp 21.000.000,00 Rp 63.000.000,00
III Staf				
1	Staf Produksi	2	Rp 1.000.000,00	Rp 24.000.000,00
2	Staf Logistik	1	Rp 1.000.000,00	Rp 12.000.000,00
3	Staf Personalia	1	Rp 1.000.000,00	Rp 12.000.000,00
4	Staf Akuntansi & Administrasi	2	Rp 1.000.000,00	Rp 24.000.000,00
5	Staf Laboratorium	2	Rp 1.000.000,00	Rp 24.000.000,00 Rp 96.000.000,00
IV Karyawan				
1	Operator Batching Plant	2	Rp 800.000,00	Rp 19.200.000,00
2	Pembantu Operator	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
3	Teknisi Laboratorium	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
4	Teknisi Komputer	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
5	Operator Truk Mixer	2	Rp 500.000,00	Rp 12.000.000,00
6	Pengemudi Truk Mixer	12	Rp 325.000,00	Rp 46.800.000,00
7	Mekanik	5	Rp 300.000,00	Rp 18.000.000,00
8	Satpam	3	Rp 250.000,00	Rp 9.000.000,00
9	Pekerja	4	Rp 150.000,00	Rp 7.200.000,00 Rp 148.200.000,00
Total Biaya Operasi untuk Gaji pertahun				Rp 337.200.000,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta



Tabel 4.24	DESKRIPSI	PERBULAN	PERTAHUN
Biaya			
Operasional	Pemakaian Listrik	Rp 350.000,00	Rp 4.200.000,00
untuk Kantor	Pemakaian Telepon	Rp 140.000,00	Rp 1.680.000,00
Pertahun	Peralatan Kantor	Rp 500.000,00	Rp 6.000.000,00
	Perawatan Kantor	Rp 250.000,00	Rp 3.000.000,00
			Rp 14.880.000,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

Tabel 4.25	DESKRIPSI	PERTAHUN
Biaya		
Operasional	Perawatan Mesin	Rp 2.220.000,00
Mesin dan	Perawatan Komputer	Rp 1.800.000,00
Angkutan	Perawatan Kendaraan	Rp 46.800.000,00
	Pemakaian Air	Rp 1.920.000,00
		Rp 52.740.000,00

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

Total keseluruhan biaya tetap yang dikeluarkan oleh perusahaan setiap tahunnya adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{jumlah gaji} + \text{biaya operasional kantor} + \text{biaya operasional} \\ &\quad \text{mesin dan angkutan} \\ &= \text{Rp } 337.200.000,00 + \text{Rp } 14.880.000,00 + \text{Rp } 52.740.000,00 \\ &= \text{Rp } 404.820.000,00 \end{aligned}$$

4.2 PENGOLAHAN DATA-DATA BATCHING PLANT

4.2.1 Biaya Produksi *ready mix concrete*

Biaya produksi adalah biaya total yang dikeluarkan untuk memproduksi *ready mix concrete* mulai dari bahan baku hingga menjadi bahan jadi (siap pakai). Biaya ini meliputi biaya bahan baku, biaya variabel dan biaya tetap.

4.2.1.1 Biaya Produksi Taman Mini Plant

A. Biaya Pemakaian Bahan Baku Masing-masing Produk

a. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-175 Taman Mini Plant

Tabel 4.26		HARGA		
Biaya pemakaian bahan baku untuk K-175 Taman Mini Plant	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
	Cement	225	220,00	49.500,00
	Fly Ash	80	95,00	7.600,00
	Split	1000	26,85	26.850,00
	Sand (SSD)	620	33,33	20.664,60
	Water	190	5,00	950,00
	Retarder	0,92	1600,00	1.472,00
			TOTAL	107.036,60

b. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-225 Taman Mini Plant

Tabel 4.27		HARGA		
Biaya pemakaian bahan baku untuk K-225 Taman Mini Plant	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
	Cement	235	220,00	51.700,00
	Fly Ash	90	95,00	8.550,00
	Split	1000	26,85	26.850,00
	Sand (SSD)	600	33,33	19.998,00
	Water	190	5,00	950,00
	Retarder	0,98	1600,00	1.568,00
			TOTAL	109.616,00

c. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-250 Taman Mini Plant

Tabel 4.28
Biaya pemakaian bahan baku untuk K-250 Taman Mini Plant

BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
Cement	245	220,00	53.900,00
Fly Ash	100	95,00	9.500,00
Split	1000	26,85	26.850,00
Sand (SSD)	580	33,33	19.331,40
Water	190	5,00	950,00
Retarder	1,04	1600,00	1.664,00
TOTAL			112.195,40

d. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-300 Taman Mini Plant

Tabel 4.29
Biaya pemakaian bahan baku untuk K-300 Taman Mini Plant

BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
Cement	275	220,00	60.500,00
Fly Ash	110	95,00	10.450,00
Split	1010	26,85	27.118,50
Sand (SSD)	550	33,33	18.331,50
Water	190	5,00	950,00
Retarder	1,16	1600,00	1.856,00
TOTAL			119.206,00

e. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-400 Taman Mini Plant

Tabel 4.30
Biaya pemakaian bahan baku untuk K-400 Taman Mini Plant

BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
Cement	340	220,00	74.800,00
Fly Ash	125	95,00	11.875,00
Split	1010	26,85	27.118,50
Sand (SSD)	480	33,33	15.998,40
Water	190	5,00	950,00
Retarder	1,4	1600,00	2.240,00
TOTAL			132.981,90

B. Biaya Pemakaian Daya Listrik

Daya listrik yang digunakan untuk proses produksi *concrete ready mix* sebesar 50 KWh. Kapasitas produksi *batching drymix plant* sebesar 50 m³/jam. Maka diperoleh biaya variabel pemakaian tenaga listrik pada

Taman Mini Plant sebesar : $\frac{50000}{1000} \times \frac{385}{50} = \text{Rp } 385,00$ per meter kubik.

C. Biaya Tetap

Biaya tetap yang dikeluarkan oleh Taman Mini Plant dalam satu tahun sebesar Rp 497.520.000,00. Maka biaya yang dikeluarkan untuk per meter kubik *ready mix concrete* ialah :

$$\frac{\text{total biaya}}{\text{kapasitas produksi}} = \frac{497.520,00}{90.000} = \text{Rp } 5.528,00/\text{m}^3$$

Dari pengolahan data di atas maka total biaya produksi masing-masing *ready mix concrete* pada Taman Mini Plant adalah :

- K-175 : 107.036,60 + 385,00 + 5.528,00 ≈ Rp 112.950,00
- K-225 : 109.616,00 + 385,00 + 5.528,00 ≈ Rp 115.529,00
- K-250 : 112.195,40 + 385,00 + 5.528,00 ≈ Rp 118.108,00
- K-300 : 119.206,00 + 385,00 + 5.528,00 ≈ Rp 125.119,00
- K-400 : 132.981,90 + 385,00 + 5.528,00 ≈ Rp 138.895,00

4.2.1.2 Biaya Produksi Lebak Bulus Plant

A. Biaya Pemakaian Bahan Baku Masing-masing Produk

a. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-175 Lebak Bulus Plant

Tabel 4.31

Biaya pemakaian bahan baku	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
untuk K-175 Lebak Bulus Plant	Cement	225	220.00	49.500,00
	Fly Ash	80	95.00	7.600,00
	Split	1000	26.85	26.850,00
	Sand (SSD)	620	33.33	20.664,60
	Water	190	5.00	950,00
	Retarder	0,92	1600.00	1.472,00
	TOTAL			

b. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-225 Lebak Bulus Plant

Tabel 4.32

Biaya pemakaian bahan baku	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
untuk K-225 Lebak Bulus Plant	Cement	235	220.00	51.700,00
	Fly Ash	90	95.00	8.550,00
	Split	1000	26.85	26.850,00
	Sand (SSD)	600	33.33	19.998,00
	Water	190	5.00	950,00
	Retarder	0,98	1600.00	1.568,00
	TOTAL			

c. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-250 Lebak Bulus Plant

Tabel 4.33

Biaya pemakaian bahan baku	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
untuk K-250 Lebak Bulus Plant	Cement	245	220.00	53.900,00
	Fly Ash	100	95.00	9.500,00
	Split	1000	26.85	26.850,00
	Sand (SSD)	580	33.33	19.331,40
	Water	190	5.00	950,00
	Retarder	1,04	1600.00	1.664,00
	TOTAL			

d. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-300 Lebak Bulus Plant

Tabel 4.34			HARGA	
Biaya pemakaian bahan baku untuk K-300 Lebak Bulus Plant	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
	Cement	275	220,00	60.500,00
	Fly Ash	110	95,00	10.450,00
	Split	1010	26,85	27.118,50
	Sand (SSD)	550	33,33	18.331,50
	Water	190	5,00	950,00
	Retarder	1,16	1600,00	1.856,00
			TOTAL	119.206,00

e. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-400 Lebak Bulus Plant

Tabel 4.35			HARGA	
Biaya pemakaian bahan baku untuk K-400 Lebak Bulus Plant	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
	Cement	340	220,00	74.800,00
	Fly Ash	125	95,00	11.875,00
	Split	1010	26,85	27.118,50
	Sand (SSD)	480	33,33	15.998,40
	Water	190	5,00	950,00
	Retarder	1,4	1600,00	2.240,00
			TOTAL	132.981,90

B. Biaya Pemakaian Daya Listrik

Daya listrik yang digunakan untuk proses produksi *concrete ready mix* sebesar 40 KWh. Kapasitas produksi *batching drymix plant* sebesar 45 m³/jam. Maka diperoleh biaya variabel pemakaian tenaga listrik pada

Lebak Bulus Plant sebesar : $\frac{40000}{1000} \times \frac{385}{35} = \text{Rp } 336,88$ per meter kubik.

C. Biaya Tetap

Biaya tetap yang dikeluarkan oleh Lebak Bulus Plant dalam satu tahun sebesar Rp 424.020.000,00. Maka biaya yang dikeluarkan untuk per meter kubik *ready mix concrete* ialah :

$$\frac{\text{total biaya}}{\text{kapasitas produksi}} = \frac{424.020.000,00}{72.000} = \text{Rp } 5.889,17/\text{m}^3$$

Dari pengolahan data di atas maka total biaya produksi masing-masing *ready mix concrete* pada Lebak Bulus Plant adalah :

- K-175 : 107.036,60 + 336,88 + 5.889,17 ≈ Rp 113.263,00
- K-225 : 109.616,00 + 336,88 + 5.889,17 ≈ Rp 115.842,00
- K-250 : 112.195,40 + 336,88 + 5.889,17 ≈ Rp 118.422,00
- K-300 : 119.206,00 + 336,88 + 5.889,17 ≈ Rp 125.432,00
- K-400 : 132.981,90 + 336,88 + 5.889,17 ≈ Rp 139.208,00

4.2.1.3 Biaya Produksi Kasablanka Plant

A. Biaya Pemakaian Bahan Baku Masing-masing Produk

a. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-175 Kasablanka Plant

Biaya pemakaian bahan baku	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
untuk K-175 Kasablanka Plant	Cement	225	220,00	49.500,00
	Fly Ash	80	95,00	7.600,00
	Split	1000	27,00	27.000,00
	Sand (SSD)	620	33,33	20.664,60
	Water	190	5,00	950,00
	Retarder	0,92	1600,00	1.472,00
TOTAL				107.186,60

b. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-225 Kasablanka Plant

Tabel 4.37

Biaya pemakaian bahan baku untuk K-225 Kasablanka Plant	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
	Cement	235	220,00	51.700,00
	Fly Ash	90	95,00	8.550,00
	Split	1000	27,00	27.000,00
	Sand (SSD)	600	33,33	19.998,00
	Water	190	5,00	950,00
	Retarder	0,98	1600,00	1.568,00
	TOTAL			109.766,00

c. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-250 Kasablanka Plant

Tabel 4.38

Biaya pemakaian bahan baku untuk K-250 Kasablanka Plant	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
	Cement	245	220,00	53.900,00
	Fly Ash	100	95,00	9.500,00
	Split	1000	27,00	27.000,00
	Sand (SSD)	580	33,33	19.331,40
	Water	190	5,00	950,00
	Retarder	1,04	1600,00	1.664,00
	TOTAL			112.345,40

d. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-300 Kasablanka Plant

Tabel 4.39

Biaya pemakaian bahan baku untuk K-300 Kasablanka Plant	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
	Cement	275	220,00	60.500,00
	Fly Ash	110	95,00	10.450,00
	Split	1010	27,00	27.270,00
	Sand (SSD)	550	33,33	18.331,50
	Water	190	5,00	950,00
	Retarder	1,16	1600,00	1.856,00
	TOTAL			119.357,50

e. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-400 Kasablanka Plant

Tabel 4.40

Biaya pemakaian bahan baku untuk K-400 Kasablanka Plant	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
	Cement	340	220,00	74.800,00
	Fly Ash	125	95,00	11.875,00
	Split	1010	27,00	27.270,00
	Sand (SSD)	480	33,33	15.998,40
	Water	190	5,00	950,00
	Retarder	1,4	1600,00	2.240,00
	TOTAL			133.133,40

B. Biaya Pemakaian Daya Listrik

Daya listrik yang digunakan untuk proses produksi *concrete ready mix* sebesar 45 KWh. Kapasitas produksi batching drymix plant sebesar 40 m³/jam. Maka diperoleh biaya variabel pemakaian tenaga listrik pada

Kasablanka Plant sebesar : $\frac{45000}{1000} \times \frac{385}{40} = \text{Rp } 342,22$ per meter kubik.

C. Biaya Tetap

Biaya tetap yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam satu tahun untuk batching plant sebesar Rp 450.420.000,00. Maka biaya yang dikeluarkan untuk per meter kubik *ready mix concrete* ialah :

$$\frac{\text{total biaya}}{\text{kapasitas produksi}} = \frac{450.420.000,00}{81.000} = \text{Rp } 5.560,74 / \text{m}^3$$

Dari pengolahan data di atas maka total biaya produksi masing-masing *ready mix concrete* pada Kasablanka Plant adalah :

- K-175 : 107.186,60 + 342,22 + 5.560,74 ≈ Rp 113.091,00
- K-225 : 109.766,00 + 342,22 + 5.560,74 ≈ Rp 115.669,00
- K-250 : 112.345,40 + 342,22 + 5.560,74 ≈ Rp 118.249,00
- K-300 : 119.357,50 + 342,22 + 5.560,74 ≈ Rp 125.261,00
- K-400 : 133.133,40 + 342,22 + 5.560,74 ≈ Rp 139.037,00

4.2.1.4 Biaya Produksi pada Raya Cibarusa Plant

A. Biaya Pemakaian Bahan Baku Masing-masing Produk

a. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-175 Raya Cibarusa Plant

Tabel 4.41

Biaya pemakaian bahan baku	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
untuk K-175 Raya Cibarusa Plant	Cement	225	220,00	49.500,00
	Fly Ash	80	95,00	7.600,00
	Split	1000	26,55	26.550,00
	Sand (SSD)	620	34,00	21.080,00
	Water	190	4,85	921,50
	Retarder	0,92	1600,00	1.472,00
	TOTAL			

b. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-225 Raya Cibarusa Plant

Tabel 4.42

Biaya pemakaian bahan baku	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
untuk K-225 Raya Cibarusa Plant	Cement	235	220,00	51.700,00
	Fly Ash	90	95,00	8.550,00
	Split	1000	26,55	26.550,00
	Sand (SSD)	600	34,00	20.400,00
	Water	190	4,85	921,50
	Retarder	0,98	1600,00	1.568,00
	TOTAL			

c. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-250 Raya Cibarusa Plant

Tabel 4.43

Biaya pemakaian bahan baku	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
untuk K-250 Raya Cibarusa Plant	Cement	245	220,00	53.900,00
	Fly Ash	100	95,00	9.500,00
	Split	1000	26,55	26.550,00
	Sand (SSD)	580	34,00	19.720,00
	Water	190	4,85	921,50
	Retarder	1,04	1600,00	1.664,00
	TOTAL			

d. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-300 Raya Cibarusa Plant

Tabel 4.44

Biaya pemakaian bahan baku untuk K-300 Raya Cibarusa Plant	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
	Cement	275	220,00	60.500,00
	Fly Ash	110	95,00	10.450,00
	Split	1010	26,55	26.815,50
	Sand (SSD)	550	34,00	18.700,00
	Water	190	4,85	921,50
	Retarder	1,16	1600,00	1.856,00
	TOTAL			119.243,00

e. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-400 Raya Cibarusa Plant

Tabel 4.45

Biaya pemakaian bahan baku untuk K-400 Raya Cibarusa Plant	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
	Cement	340	220,00	74.800,00
	Fly Ash	125	95,00	11.875,00
	Split	1010	26,55	26.815,50
	Sand (SSD)	480	34,00	16.320,00
	Water	190	4,85	921,50
	Retarder	1,4	1600,00	2.240,00
	TOTAL			132.972,00

B. Biaya Pemakaian Daya Listrik

Daya listrik yang digunakan untuk proses produksi *concrete ready mix* sebesar 40 KWh. Kapasitas produksi batching drymix plant sebesar 40 m³/jam. Maka diperoleh biaya variabel pemakaian tenaga listrik

$$\text{sebesar : } \frac{40000}{1000} \times \frac{385}{40} = \text{Rp } 385,00 \text{ per meter kubik.}$$

C. Biaya Tetap

Biaya tetap yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam satu tahun sebesar Rp 421.380.000,00. Biaya untuk per meter kubik *ready mix concrete*

$$\text{ialah : } \frac{\text{total biaya}}{\text{kapasitas produksi}} = \frac{421.380.000,00}{72.000} = \text{Rp } 5.852,50$$

Dari pengolahan data di atas maka total biaya produksi masing-masing *ready mix concrete* pada Raya Cibarusa Plant adalah :

- K-175 : $107.123,50 + 385,00 + 5.820,50 \approx$ Rp 113.361,00
- K-225 : $109.689,50 + 385,00 + 5.852,50 \approx$ Rp 115.927,00
- K-250 : $112.255,50 + 385,00 + 5.852,50 \approx$ Rp 118.493,00
- K-300 : $119.243,00 + 385,00 + 5.852,50 \approx$ Rp 125.481,00
- K-400 : $132.972,00 + 385,00 + 5.852,50 \approx$ Rp 139.210,00

4.2.1.5 Biaya Produksi Serpong Plant

A. Biaya Pemakaian Bahan Baku Masing-masing Produk

a. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-175 Serpong Plant

Tabel 4.46

Biaya pemakaian bahan baku untuk K-175 Serpong Plant	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
	Cement	225	220,00	49.500,00
	Fly Ash	80	95,00	7.600,00
	Split	1000	26,55	26.550,00
	Sand (SSD)	620	34,00	21.080,00
	Water	190	4,85	921,50
	Retarder	0,92	1600,00	1.472,00
	TOTAL			107.123,50

b. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-225 Serpong Plant

Tabel 4.47

Biaya pemakaian bahan baku untuk K-225 Serpong Plant	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
	Cement	235	220,00	51.700,00
	Fly Ash	90	95,00	8.550,00
	Split	1000	26,55	26.550,00
	Sand (SSD)	600	34,00	20.400,00
	Water	190	4,85	921,50
	Retarder	0,98	1600,00	1.568,00
	TOTAL			109.689,50

c. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-250 Serpong Plant

Tabel 4.48

Biaya pemakaian bahan baku untuk K-250 Serpong Plant	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
	Cement	245	220,00	53.900,00
	Fly Ash	100	95,00	9.500,00
	Split	1000	26,55	26.550,00
	Sand (SSD)	580	34,00	19.720,00
	Water	190	4,85	921,50
	Retarder	1,04	1600,00	1.664,00
	TOTAL			112.255,50

d. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-300 Serpong Plant

Tabel 4.49

Biaya pemakaian bahan baku untuk K-300 Serpong Plant	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
	Cement	275	220,00	60.500,00
	Fly Ash	110	95,00	10.450,00
	Split	1010	26,55	26.815,50
	Sand (SSD)	550	34,00	18.700,00
	Water	190	4,85	921,50
	Retarder	1,16	1600,00	1.856,00
	TOTAL			119.243,00

e. Biaya pemakaian bahan baku untuk K-400 Serpong Plant

Tabel 4.50

Biaya pemakaian bahan baku untuk K-400 Serpong Plant	BAHAN BAKU	KOMPOSISI	HARGA BAHAN BAKU (RP)	BIAYA (RP)
	Cement	340	220,00	74.800,00
	Fly Ash	125	95,00	11.875,00
	Split	1010	26,55	26.815,50
	Sand (SSD)	480	34,00	16.320,00
	Water	190	4,85	921,50
	Retarder	1,4	1600,00	2.240,00
	TOTAL			132.972,00

B. Biaya Pemakaian Daya Listrik

Daya listrik yang digunakan untuk proses produksi *concrete ready mix* sebesar 40 KWh. Kapasitas produksi batching drymix plant sebesar 40 m³/jam. Maka diperoleh biaya variabel pemakaian tenaga listrik

sebesar : $\frac{40000}{1000} \times \frac{385}{40} = \text{Rp } 385,00$ per meter kubik.

C. Biaya Tetap

Biaya tetap yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam satu tahun untuk batching plant sebesar Rp 404.820.000,00. Maka biaya yang dikeluarkan untuk per meter kubik *ready mix concrete* ialah :

$$\frac{\text{total biaya}}{\text{kapasitas produksi}} = \frac{404.820.000,00}{72.000} = \text{Rp } 5.622,50/\text{m}^3$$

Dari pengolahan data di atas maka total biaya produksi masing-masing *ready mix concrete* pada Serpong Plant adalah :

- K-175 : $107.123,50 + 385,00 + 5.622,50 \approx \text{Rp } 113.131,00$
- K-225 : $109.689,50 + 385,00 + 5.622,50 \approx \text{Rp } 115.697,00$
- K-250 : $112.255,50 + 385,00 + 5.622,50 \approx \text{Rp } 118.263,00$
- K-300 : $119.243,00 + 385,00 + 5.622,50 \approx \text{Rp } 125.251,00$
- K-400 : $132.972,00 + 385,00 + 5.622,50 \approx \text{Rp } 138.980,00$

4.2.2 Kapasitas Produksi Batching Drymix Plant

4.2.2.1 Kapasitas Produksi Taman Mini Plant

Kapasitas penuh produksi *batching drymix plant* Taman Mini Plant sebesar $50 \text{ m}^3/\text{jam}$. Dalam proses produksi kapasitas penuh *batching drymix plant* tidak 100 % terpakai, namun berlaku *efisiensi* sebesar 75 - 80 % dari kapasitas teori. Maka besarnya kapasitas

penuh perhari (8 jam/hari) sebesar : $0.75 \times 8 \times 50 = 300 \text{ m}^3$.

Sehingga kapasitas penuh pertahun (300 hari efektif kerja) *batching drymix plant* tersebut sebesar : $300 \times 300 = 90.000 \text{ m}^3$.

4.2.2.2 Kapasitas Produksi Lebak Bulus Plant

Kapasitas penuh produksi *batching drymix plant* Lebak Bulus Plant sebesar $40 \text{ m}^3/\text{jam}$. Dalam proses produksi kapasitas penuh *batching drymix plant* tidak 100 % terpakai, namun berlaku *efisiensi* sebesar 75 - 80 % dari kapasitas teori. Maka besarnya kapasitas penuh perhari (8 jam/hari) sebesar : $0.75 \times 8 \times 40 = 240 \text{ m}^3$.

Sehingga kapasitas penuh pertahun (300 hari efektif kerja) *batching drymix plant* tersebut sebesar : $300 \times 240 = 72.000 \text{ m}^3$.

4.2.2.3 Kapasitas Produksi Kasablanka Plant

Kapasitas penuh produksi *batching drymix plant* Kasablanka Plant sebesar $45 \text{ m}^3/\text{jam}$. Dalam proses produksi kapasitas penuh *batching drymix plant* tidak 100 % terpakai, namun berlaku *efisiensi* sebesar 75 - 80 % dari kapasitas teori. Maka besarnya kapasitas penuh perhari (8 jam/hari) sebesar : $0.75 \times 8 \times 45 = 270 \text{ m}^3$.

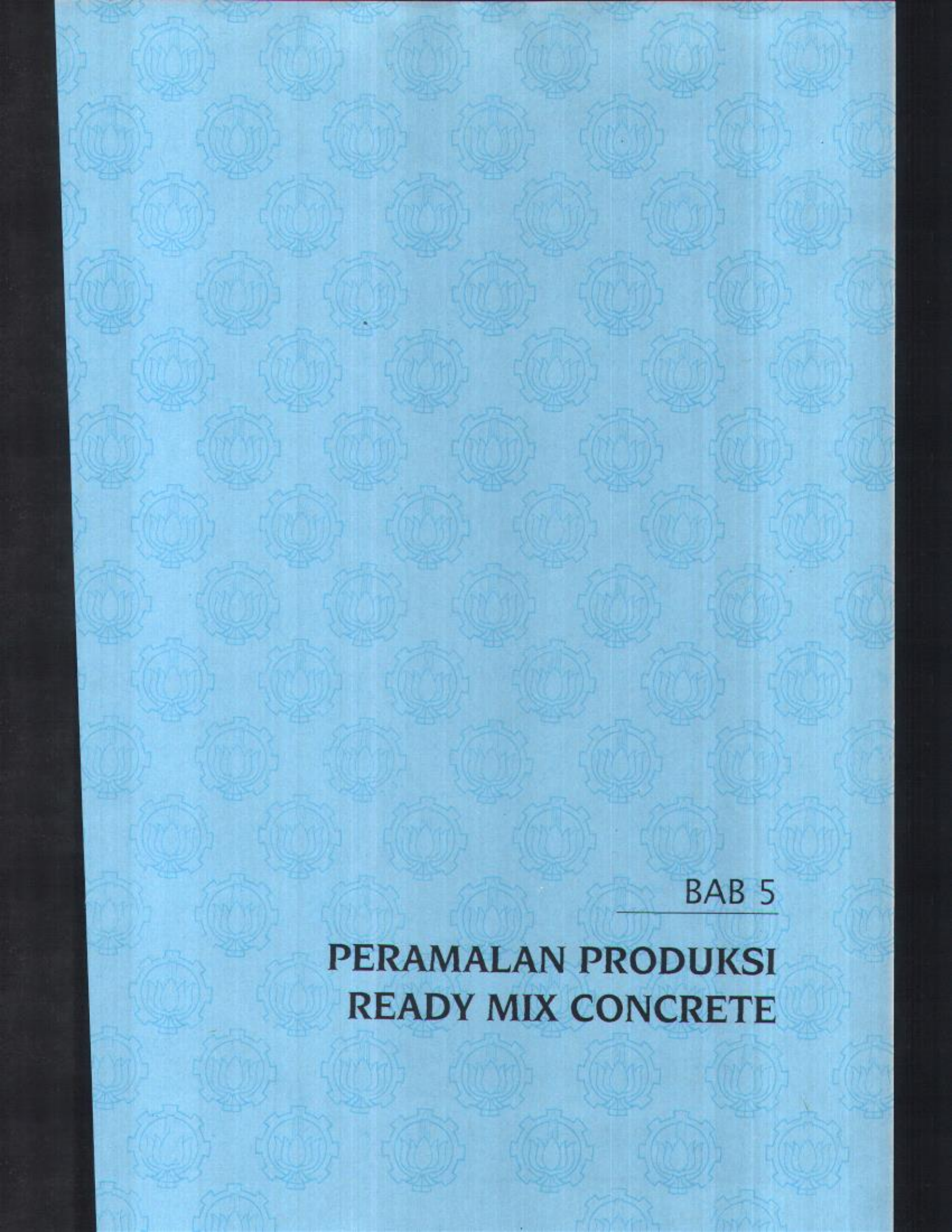
Sehingga kapasitas penuh pertahun (300 hari efektif kerja) *batching drymix plant* tersebut sebesar : $300 \times 270 = 81.000 \text{ m}^3$.

4.2.2.4 Kapasitas Produksi Raya Cibarusa Plant

Kapasitas penuh produksi *batching drymix plant* Raya Cibarusa Plant sebesar $40 \text{ m}^3/\text{jam}$. Dalam proses produksi kapasitas penuh *batching drymix plant* tidak 100 % terpakai, namun berlaku *efisiensi* sebesar 75 - 80 % dari kapasitas teori. Maka besarnya kapasitas penuh perhari (8 jam/hari) sebesar : $0.75 \times 8 \times 40 = 240 \text{ m}^3$. Sehingga kapasitas penuh pertahun (300 hari efektif kerja) *batching drymix plant* tersebut sebesar : $300 \times 240 = 72.000 \text{ m}^3$.

4.2.2.5 Kapasitas Produksi Serpong Plant

Kapasitas penuh produksi *batching drymix plant* Serpong Plant sebesar $40 \text{ m}^3/\text{jam}$. Dalam proses produksi kapasitas penuh *batching drymix plant* tidak 100 % terpakai, namun berlaku *efisiensi* sebesar 75 - 80 % dari kapasitas teori. Maka besarnya kapasitas penuh perhari (8 jam/hari) sebesar : $0.75 \times 8 \times 40 = 240 \text{ m}^3$. Sehingga kapasitas penuh pertahun (300 hari efektif kerja) *batching drymix plant* tersebut sebesar : $300 \times 240 = 72.000 \text{ m}^3$.



BAB 5

**PERAMALAN PRODUKSI
READY MIX CONCRETE**

BAB 5

PERAMALAN PRODUKSI READY MIX CONCRETE

Data produksi *ready mix concrete* PT. Pioneer Beton Industri, dalam kurun waktu tiga tahun terakhir (Oktober 1996 - September 1999).

Tabel 5.1 Produksi *ready mix concrete* PT. Pioneer Beton Industri Jakarta periode (Oktober 1996 - September 1999)

PERIODE	PRODUK					PERIODE	PRODUK				
	K-175	K-225	K-250	K-300	K-400		K-175	K-225	K-250	K-300	K-400
Oct-96	310	6.975	3.255	2.945	2.015	Apr-98	199	4.476	2.089	1.890	1.293
Nov-96	271	6.651	2.443	3.122	1.086	May-98	167	3.998	1.583	1.833	750
Dec-96	363	8.700	3.395	3.444	2.175	Jun-98	195	4.396	1.856	2.051	1.270
Jan-97	344	8.425	3.267	3.611	1.547	Jul-98	120	3.431	1.915	1.516	958
Feb-97	201	3.863	1.449	1.770	724	Aug-98	139	4.274	1.951	1.765	1.115
Mar-97	389	10.111	3.306	4.083	1.556	Sep-98	153	4.881	830	1.612	1.118
Apr-97	290	8.706	3.083	4.897	1.088	Oct-98	222	7.097	2.513	2.135	1.774
May-97	903	9.031	5.419	5.193	2.032	Nov-98	237	4.987	2.019	2.691	950
Jun-97	652	9.123	5.995	7.298	2.867	Dec-98	378	7.557	3.590	3.100	2.834
Jul-97	721	16.231	7.574	6.853	4.689	Jan-99	282	5.351	3.098	1.178	1.971
Aug-97	584	14.018	5.549	6.425	2.628	Feb-99	384	6.705	3.043	1.788	1.594
Sep-97	615	13.843	5.845	6.460	3.999	Mar-99	262	5.903	2.492	2.456	1.181
Oct-97	455	13.057	7.287	5.769	3.644	Apr-99	305	5.482	2.193	1.868	1.340
Nov-97	613	14.402	6.435	5.822	3.371	May-99	273	6.406	2.317	1.999	1.636
Dec-97	644	15.130	6.760	7.082	2.575	Jun-99	213	5.435	1.812	1.350	1.172
Jan-98	349	10.481	3.712	5.896	1.310	Jul-99	347	8.152	3.122	2.428	2.081
Feb-98	368	3.677	2.206	2.114	827	Aug-99	370	8.452	2.817	2.581	2.113
Mar-98	314	4.397	2.889	3.518	1.382	Sep-99	317	10.723	3.380	2.669	2.535

Sumber Data : PT. Pioneer Beton Industri Jakarta

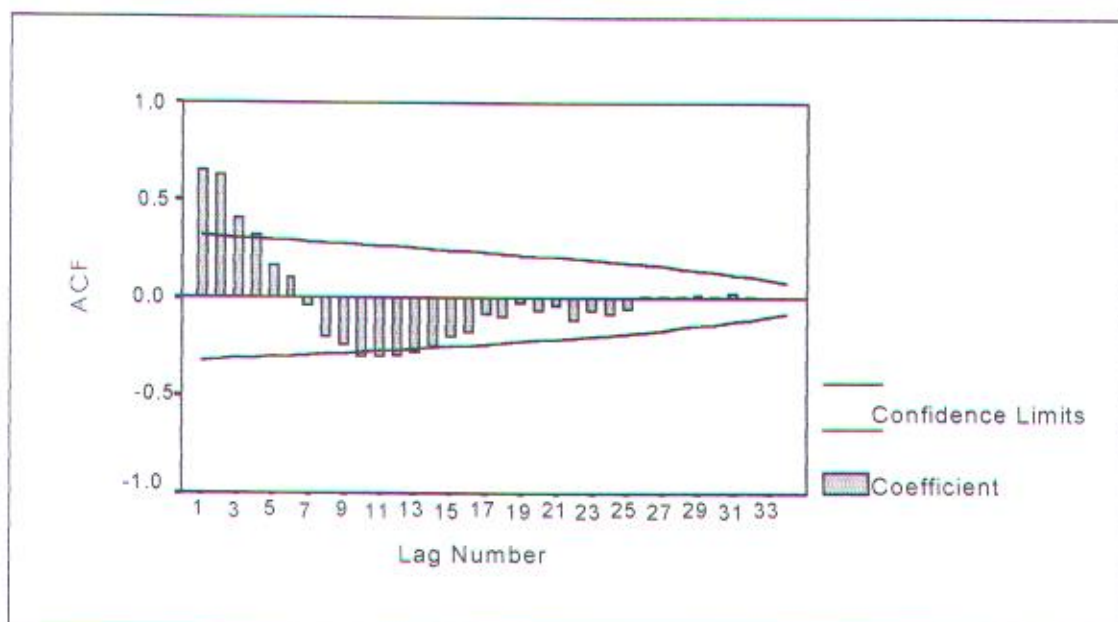
5.1 PERAMALAN PRODUKSI READY MIX CONCRETE K-175

5.1.1 Analisa Data Historis

Setelah melakukan penghitungan koefisien autokorelasi data dengan 36 buah *time-lag* (hasil perhitungan pada Lampiran), diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- data bersifat non-stasioner, karena koefisien autokorelasi setelah lag pertama tidak segera menjadi nol
- tidak terdapat pola musiman yang menunjukkan berulangnya data secara periodik
- terdapat trend pada beberapa kumpulan koefisien pada lag tertentu (koefisien menjadi lebih besar dari koefisien sebelumnya)

Gambar 5.1 Diagram Autokorelasi Data Historis K-175



5.1.2 Peramalan

Berdasarkan pengamatan terhadap nilai koefisien autokorelasi di atas, mengacu kepada *klasifikasi Pegels Sel A-2* (Tabel 2.2), metode yang dapat digunakan adalah metode peramalan Holt (Exponential Smoothing with Linier Trend). Dengan bantuan perangkat lunak komputer QSB+ diperoleh hasil peramalan terhadap *ready mix concrete K-175*.

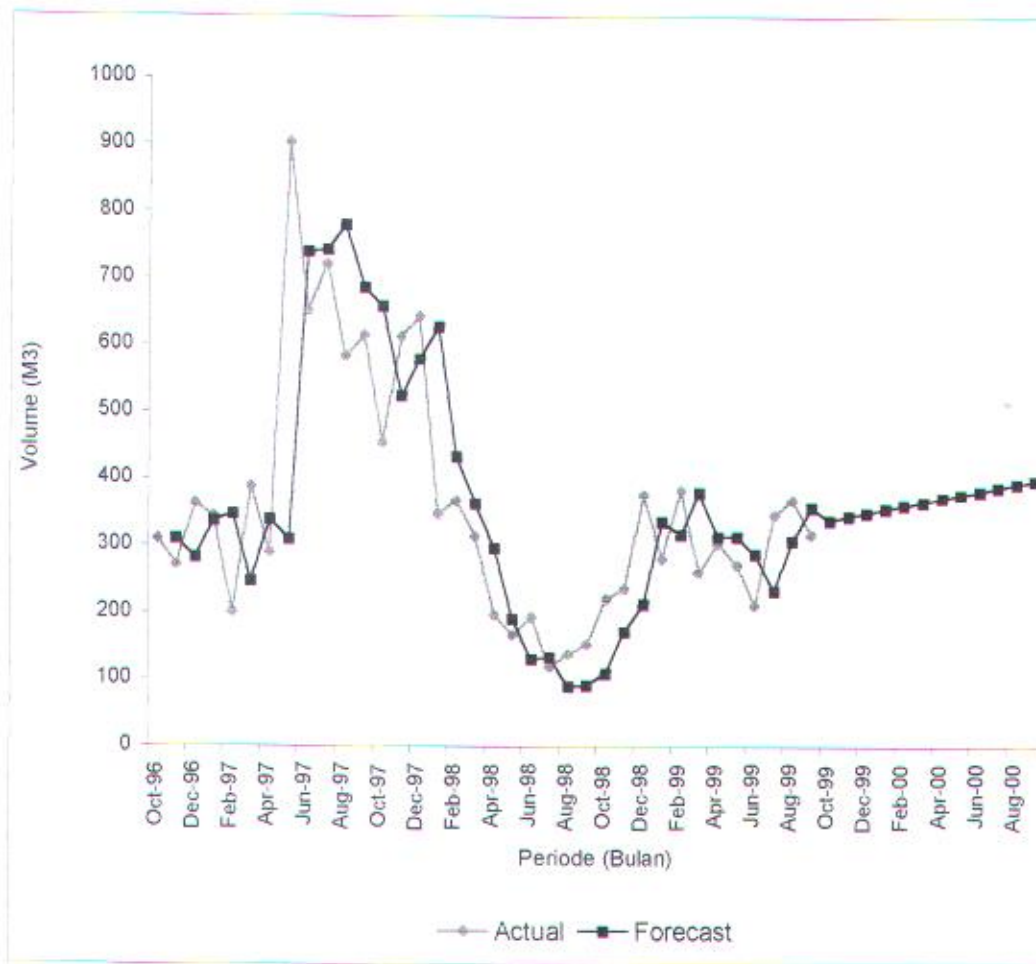
Tabel 5.2 Peramalan produksi ready mix concrete K-175

Periode	Metode Peramalan	
	Single exponential smoothing with linear trend	Double exponential smoothing with linear trend
Oktober 1999	345	339
November 1999	353	345
Desember 1999	362	350
Januari 2000	371	356
Februari 2000	379	361
Maret 2000	389	366
April 2000	397	372
Mei 2000	406	377
Juni 2000	415	383
Juli 2000	424	388
Agustus 2000	433	393
September 2000	441	399
TOTAL	4.715	4.429
MSE	23.609	20.131
MAE	105.97	97,56
R ²	0,15	0,38
α	0,733	0,39
β	0,409	0,95

Peramalan Produksi Ready Mix Concrete

Untuk menentukan keakuratan peramalan, dipilih nilai MSE yang terkecil. Pada kasus ini dipilihlah *Double Exponential Smoothing with Linear Trend* sebagai metode peramalan yang tepat dengan jumlah produksi *ready mix concrete* K-175 untuk satu tahun ke depan sebesar 4.429 m³.

Gambar 5.2 Produksi *ready mix concrete* K-175 dengan Metode *Double Exponential Smoothing with Linear Trend*



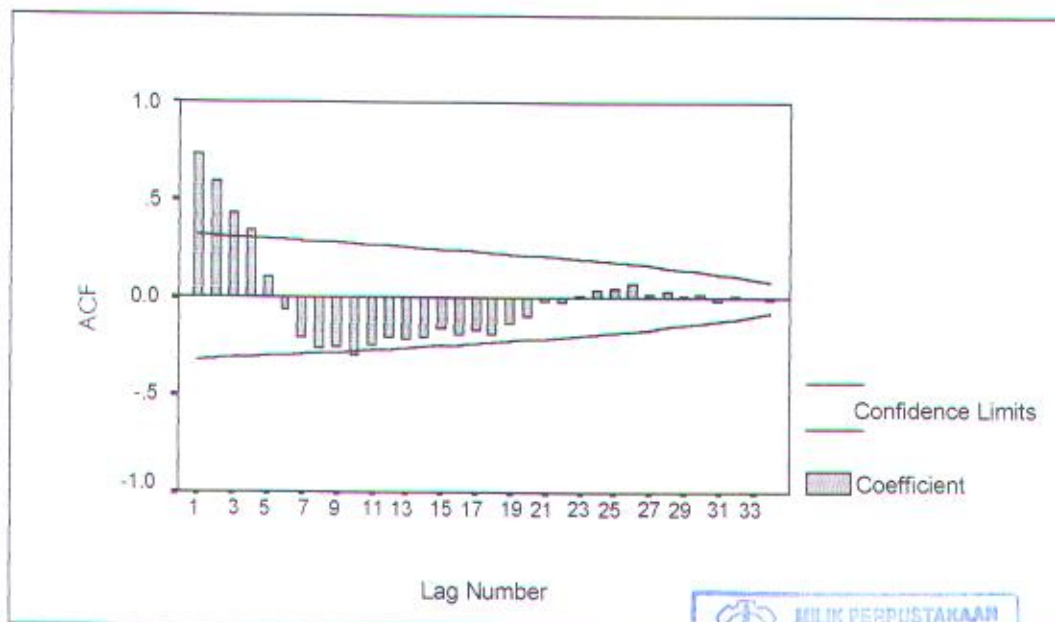
5.2 PERAMALAN PRODUKSI READY MIX CONCRETE K-225

5.2.1 Analisa Data Historis

Setelah melakukan penghitungan koefisien autokorelasi data dengan 36 buah *time-lag* (hasil perhitungan pada Lampiran), diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- data bersifat non-stasioner, karena koefisien autokorelasi setelah lag pertama tidak segera menjadi nol
- tidak terdapat pola musiman yang menunjukkan berulangnya data secara periodik
- terdapat trend pada beberapa kumpulan koefisien pada lag tertentu (koefisien menjadi lebih besar dari koefisien sebelumnya)

Gambar 5.3 Diagram Autokorelasi Data Historis K-225



5.2.2 Peramalan

Berdasarkan pengamatan terhadap nilai koefisien autokorelasi di atas, mengacu kepada *klasifikasi Pegels* Sel A-2 (Tabel 2.2), metode yang dapat digunakan adalah metode peramalan Holt (Exponential Smoothing with Linier Trend). Dengan bantuan perangkat lunak komputer QSB+ diperoleh hasil peramalan terhadap *ready mix concrete* K-225 dengan beberapa metode.

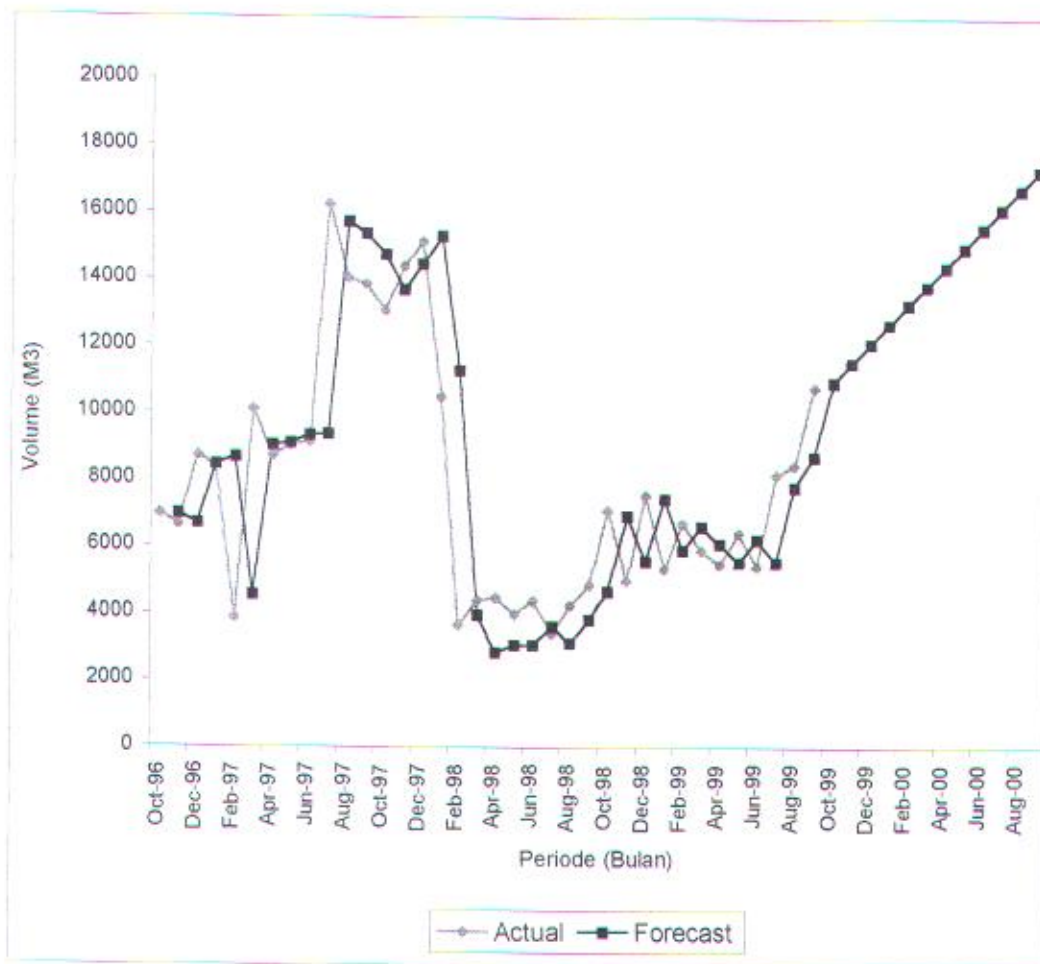
Tabel 5.3 Peramalan produksi ready mix concrete K-225

Periode	Metode Peramalan	
	Single exponential smoothing with linear trend	Double exponential smoothing with linear trend
Oktober 1999	10.764	10.950
November 1999	11.311	11.524
Desember 1999	11.858	12.099
Januari 2000	12.405	12.674
Februari 2000	12.952	13.249
Maret 2000	13.499	13.823
April 2000	14.046	14.398
Mei 2000	14.953	14.973
Juni 2000	15.140	15.548
Juli 2000	15.687	16.122
Agustus 200	16.234	16.697
September 2000	16.781	17.272
TOTAL	165.630	169.329
MSE	6.953.296	6.717.672
MAE	1.782	1.807
R ²	0,46	0,48
α	0,748	0,52
β	0,150	0,95

Peramalan Produksi Ready Mix Concrete

Untuk menentukan keakuratan peramalan, dipilih nilai MSE yang terkecil. Pada kasus ini dipilihlah *Double Exponential Smoothing with Linear Trend* sebagai metode peramalan yang tepat dengan jumlah produksi *ready mix concrete* K-225 untuk satu tahun ke depan sebesar 169.329 m³.

Gambar 5.4 *Produksi ready mix concrete K-225 dengan Metode Double Exponential Smoothing with Linear Trend*



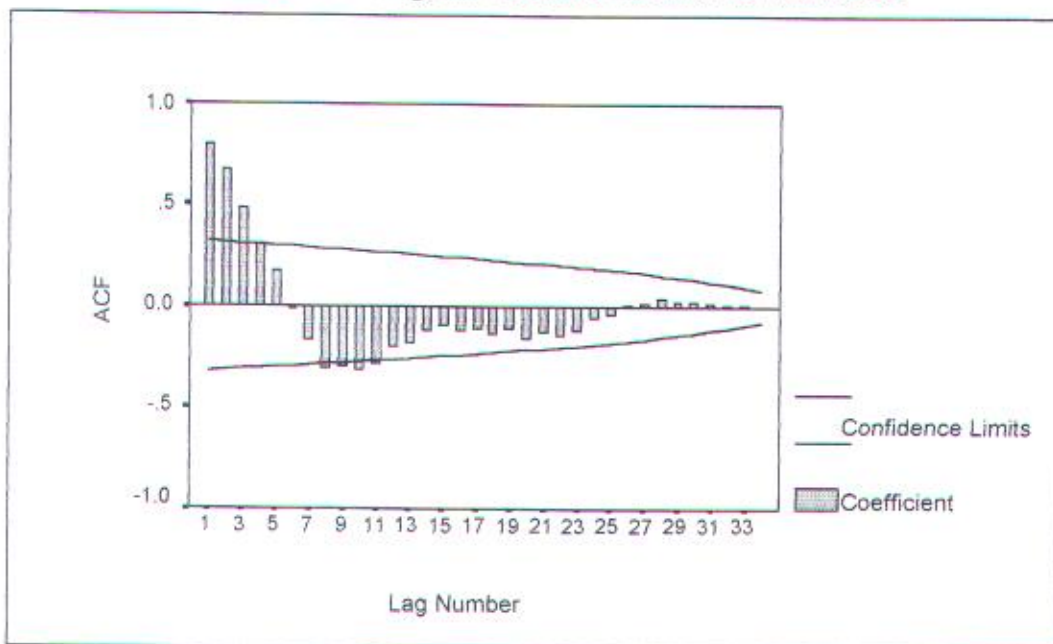
5.3 PERAMALAN PRODUKSI READY MIX CONCRETE K-250

5.3.1 Analisa Data Historis

Setelah melakukan penghitungan koefisien autokorelasi data dengan 36 buah *time-lag* (hasil perhitungan pada Lampiran), diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- data bersifat non-stasioner, karena koefisien autokorelasi setelah lag pertama tidak segera menjadi nol
- tidak terdapat pola musiman yang menunjukkan berulangnya data secara periodik
- terdapat trend pada beberapa kumpulan koefisien pada lag tertentu (koefisien menjadi lebih besar dari koefisien sebelumnya)

Gambar 5.5 Diagram Autokorelasi Data Historis K-250



5.3.2 Peramalan

Berdasarkan pengamatan terhadap nilai koefisien autokorelasi di atas, mengacu kepada *klasifikasi Pegels* Sel A-2 (Tabel 2.2), metode yang dapat digunakan adalah metode peramalan Holt (Exponential Smoothing with Linier Trend). Dengan bantuan perangkat lunak komputer QSB+ diperoleh hasil peramalan terhadap *ready mix concrete* K-250 dengan beberapa metode.

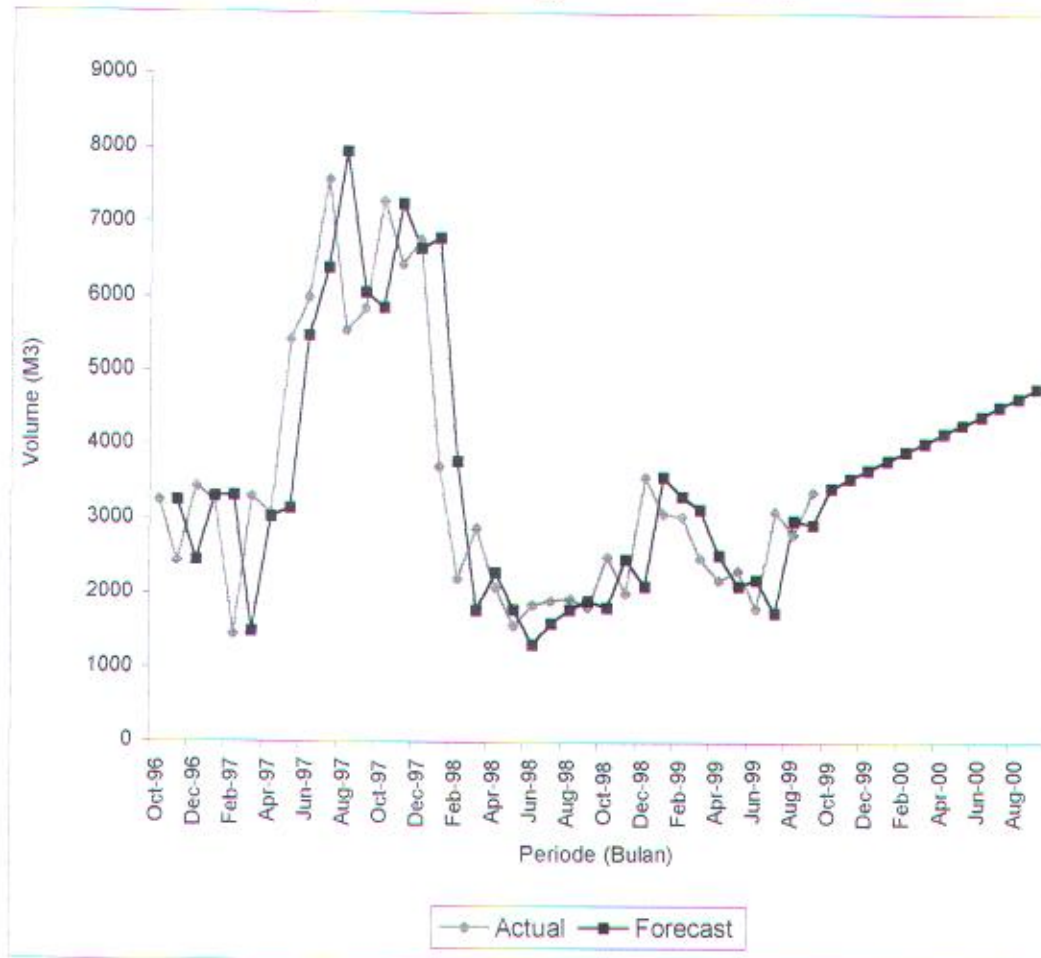
Tabel 5.4 Peramalan produksi ready mix concrete K-250

Periode	Metode Peramalan	
	Single exponential smoothing with linear trend	Double exponential smoothing with linear trend
Oktober 1999	3.386	3.447
November 1999	3.483	3.569
Desember 1999	3.580	3.691
Januari 2000	3.678	3.813
Februari 2000	3.775	3.934
Maret 2000	3.872	4.056
April 2000	3.970	4.178
Mei 2000	4.067	4.299
Juni 2000	4.164	4.421
Juli 2000	4.262	4.543
Agustus 200	4.359	4.665
September 2000	4.456	4.786
TOTAL	47.052	49.402
MSE	1.316.545	1.243.873
MAE	847,71	822,23
R ²	0,56	0,58
α	0,82	0,60
β	0,15	0,947

Peramalan Produksi Ready Mix Concrete

Untuk menentukan keakuratan peramalan, dipilih nilai MSE yang terkecil. Pada kasus ini dipilihlah *Double Exponential Smoothing with Linear Trend* sebagai metode peramalan yang tepat dengan jumlah produksi *ready mix concrete* K-250 untuk satu tahun ke depan sebesar 49.402 m³.

Gambar 5.6 *Produksi ready mix concrete K-250 dengan Metode Double Exponential Smoothing with Linear Trend*



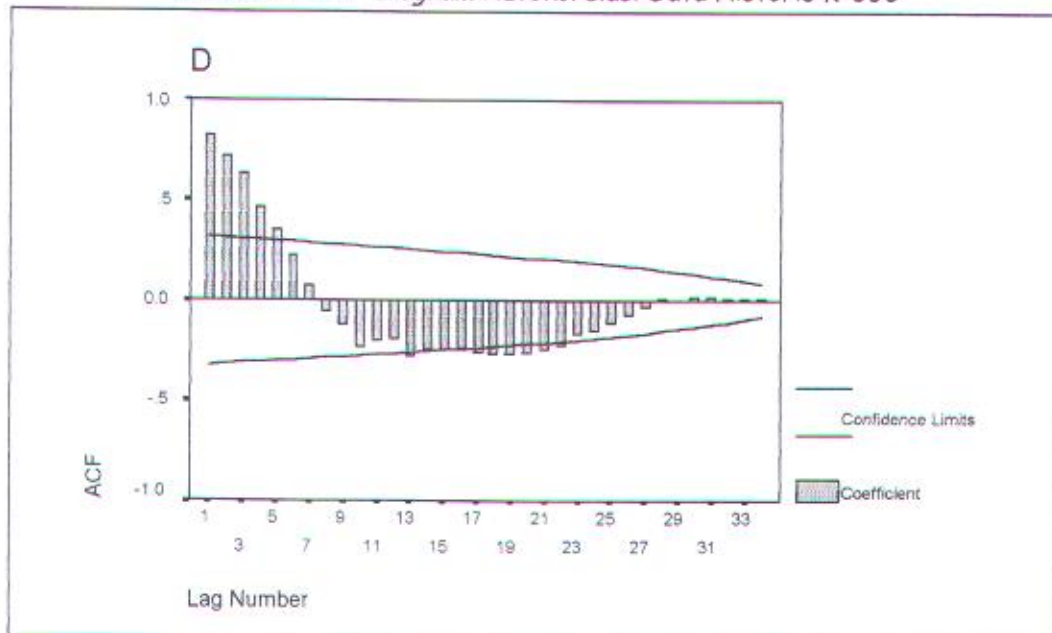
5.4 PERAMALAN PRODUKSI READY MIX CONCRETE K-300

5.4.1 Analisa Data Historis

Setelah melakukan penghitungan koefisien autokorelasi data dengan 36 buah *time-lag* (hasil perhitungan pada Lampiran), diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- data bersifat non-stasioner, karena koefisien autokorelasi setelah lag pertama tidak segera menjadi nol
- tidak terdapat pola musiman yang menunjukkan berulangnya data secara periodik
- terdapat trend pada beberapa kumpulan koefisien pada lag tertentu (koefisien menjadi lebih besar dari koefisien sebelumnya)

Gambar 5.7 Diagram Autokorelasi Data Historis K-300



5.4.2 Peramalan

Berdasarkan pengamatan terhadap nilai koefisien autokorelasi di atas, mengacu kepada *klasifikasi Pegels Sel A-2* (Tabel 2.2), metode yang dapat digunakan adalah metode peramalan Holt (Exponential Smoothing with Linier Trend). Dengan bantuan perangkat lunak komputer QSB+ diperoleh hasil peramalan terhadap *ready mix concrete K-300* dengan beberapa metode.

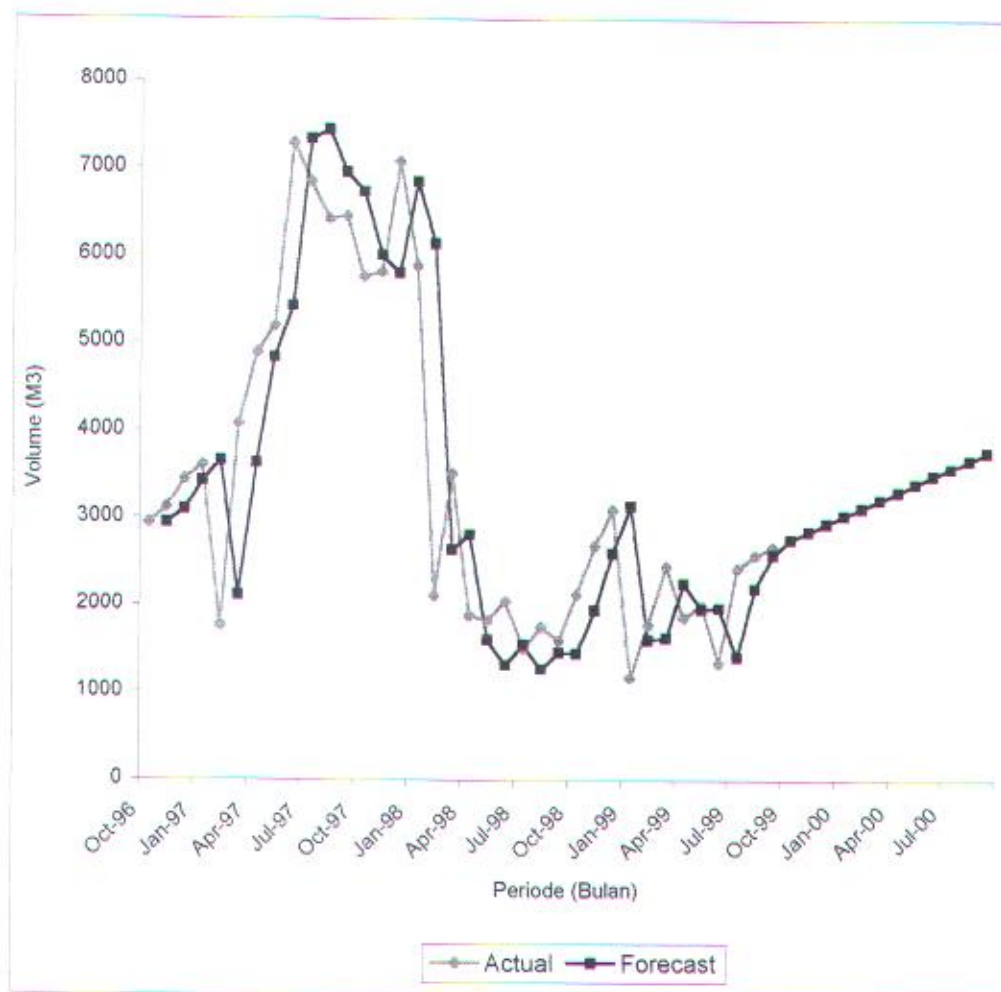
Tabel 5.5 Peramalan produksi ready mix concrete K-300

Periode	Metode Peramalan	
	Single exponential smoothing with linear trend	Double exponential smoothing with linear trend
Oktober 1999	2.897	2.759
November 1999	3.101	2.851
Desember 1999	3.305	2.942
Januari 2000	3.509	3.033
Februari 2000	3.714	3.124
Maret 2000	3.918	3.216
April 2000	4.122	3.307
Mei 2000	4.326	3.398
Juni 2000	4.530	3.489
Juli 2000	4.735	3.580
Agustus 200	4.939	3.672
September 2000	5.143	3.763
TOTAL	48.239	39.134
MSE	1.540.390	1.262.543
MAE	903,48	808,8
R ²	0,57	0,58
α	0,84	0,4
β	0,44	0,98

Peramalan Produksi Ready Mix Concrete

Untuk menentukan keakuratan peramalan, dipilih nilai MSE yang terkecil. Pada kasus ini dipilihlah *Double Exponential Smoothing with Linear Trend* sebagai metode peramalan yang tepat dengan jumlah produksi *ready mix concrete* K-300 untuk satu tahun ke depan sebesar 39.134 m³.

Gambar 5.8 *Produksi ready mix concrete K-300 dengan Metode Double Exponential Smoothing with Linear Trend*



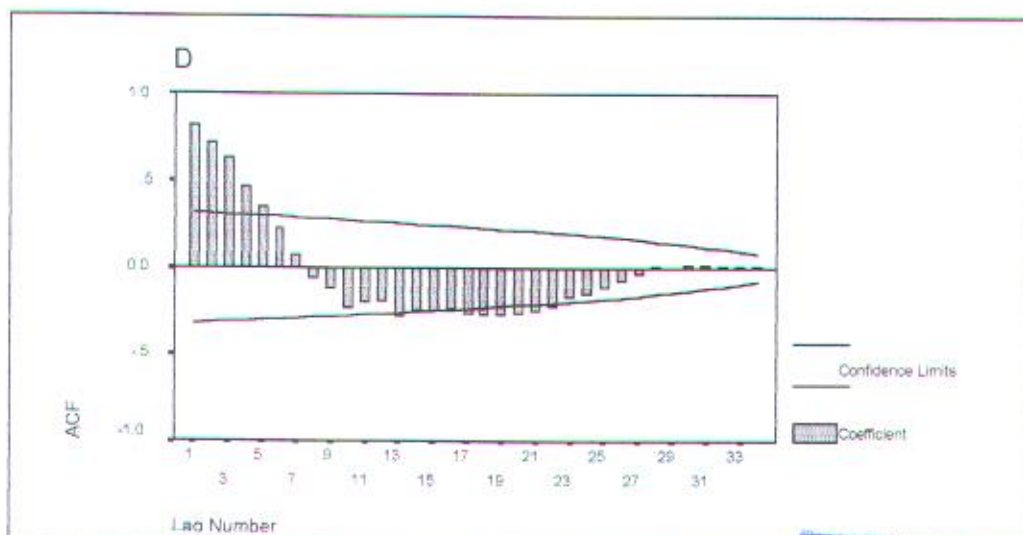
5.5 PERAMALAN PRODUKSI TERHADAP READY MIXCONCRETE K-400

5.5.1 Analisa Data Historis

Setelah melakukan penghitungan koefisien autokorelasi data dengan 36 buah *time-lag* (hasil perhitungan pada *Lampiran*), diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- data bersifat non-stasioner, karena koefisien autokorelasi setelah lag pertama tidak segera menjadi nol
- tidak terdapat pola musiman yang menunjukkan berulangnya data secara periodik
- terdapat trend pada beberapa kumpulan koefisien pada lag tertentu (koefisien menjadi lebih besar dari koefisien sebelumnya)

Gambar 5.9 *Diagram Autokorelasi Data Historis K-400*



5.5.2 Peramalan

Berdasarkan pengamatan terhadap nilai koefisien autokorelasi di atas, mengacu kepada *klasifikasi Pegels* Sel A-2 (Tabel 2.2), metode yang dapat digunakan adalah metode peramalan Holt (Exponential Smoothing with Linier Trend). Dengan bantuan perangkat lunak komputer QSB+ diperoleh hasil peramalan terhadap *ready mix concrete* K-400 dengan beberapa metode.

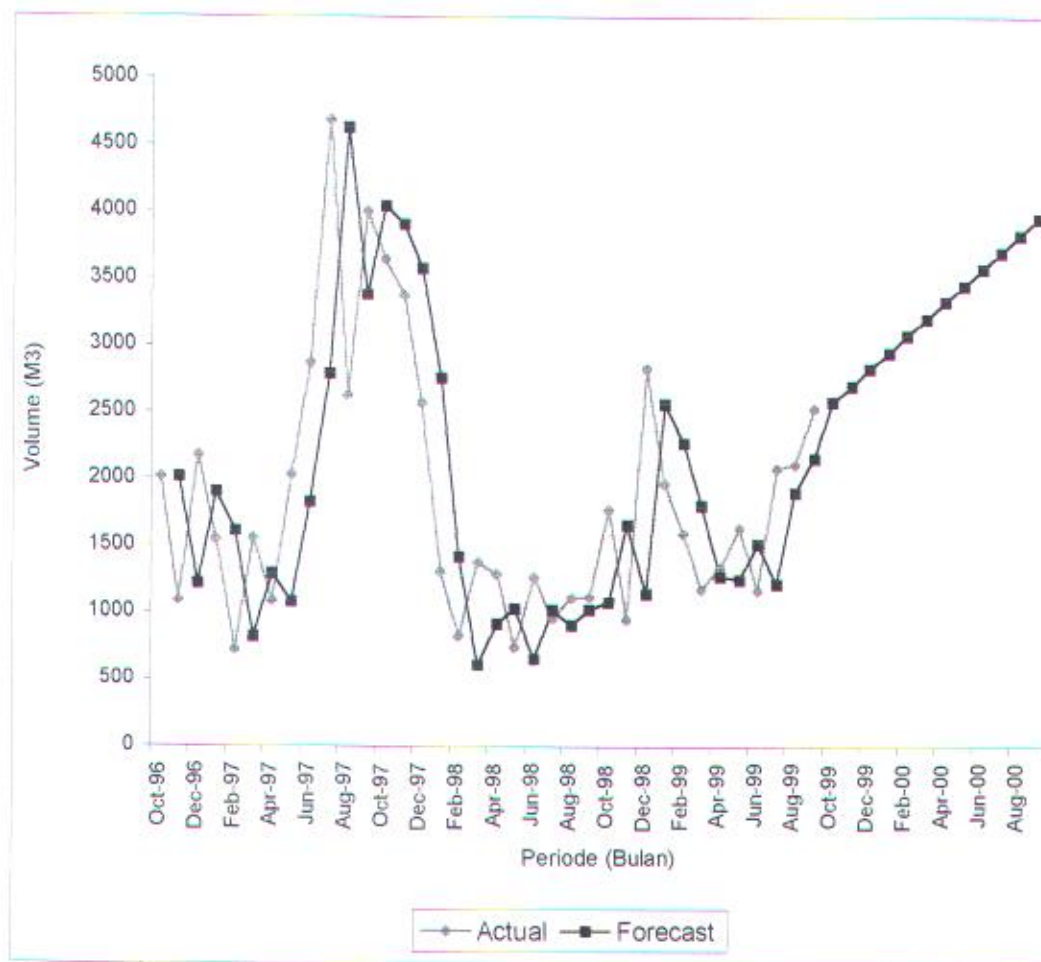
Tabel 5.6 Peramalan produksi ready mix concrete K-400

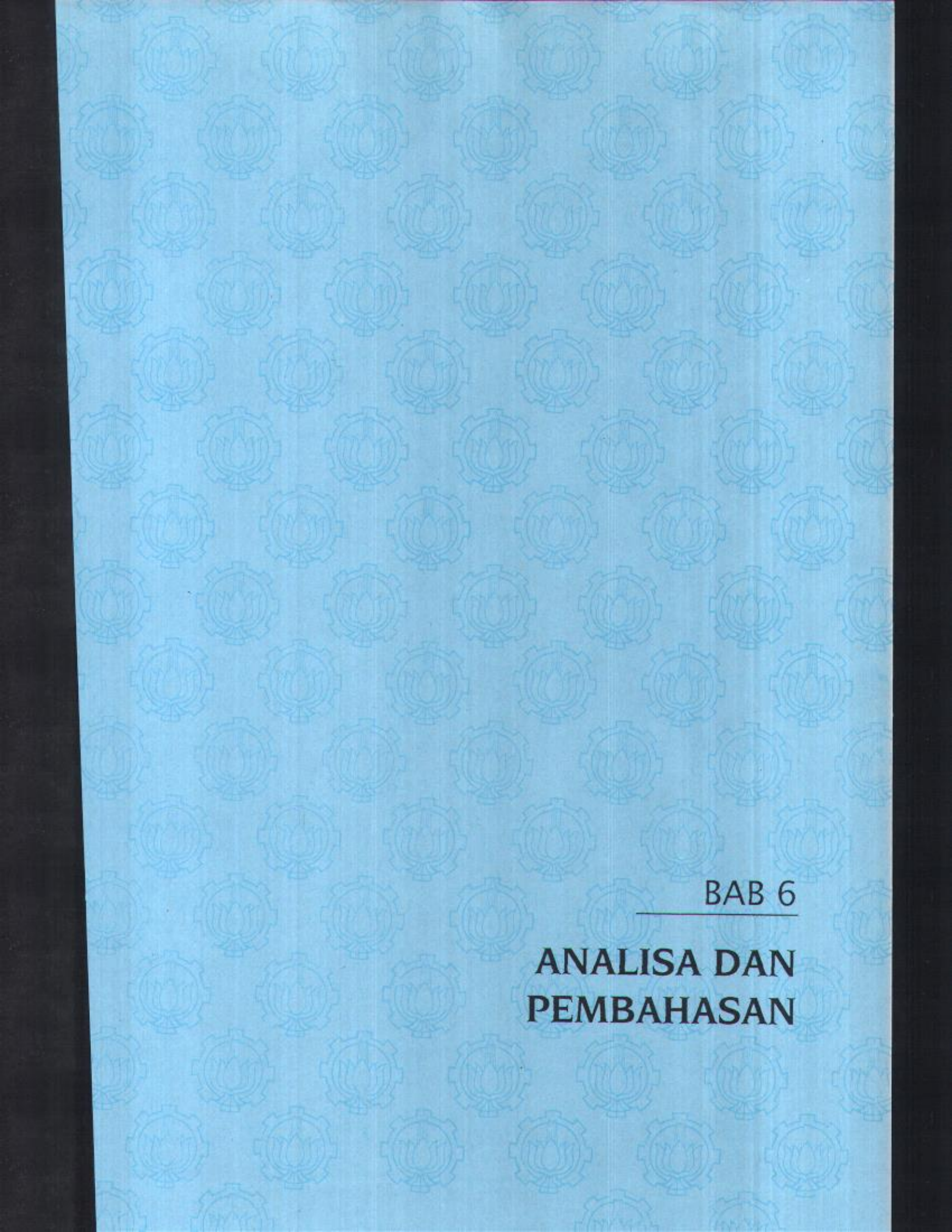
Periode	Metode Peramalan	
	Single exponential smoothing with linear trend	Double exponential smoothing with linear trend
Oktober 1999	2.885	2.576
November 1999	3.250	2.702
Desember 1999	3.616	2.827
Januari 2000	3.982	2.952
Februari 2000	4.347	3.077
Maret 2000	4.713	3.202
April 2000	5.078	3.328
Mei 2000	5.444	3.453
Juni 2000	5.810	3.578
Juli 2000	6.175	3.703
Agustus 2000	6.541	3.828
September 2000	6.907	3.953
TOTAL	58.748	39.179
MSE	894.372	704.041
MAE	740.46	691,20
R ²	0,02	0,23
α	0,70	0,478
β	0,78	0,948

Peramalan Produksi Ready Mix Concrete

Untuk menentukan keakuratan peramalan, dipilih nilai MSE yang terkecil. Pada kasus ini dipilihlah *Double Exponential Smoothing with Linear Trend* sebagai metode peramalan yang tepat dengan jumlah produksi *ready mix concrete* K-400 untuk satu tahun ke depan sebesar 39.181 m³.

Gambar 5.10 *Produksi ready mix concrete K-400 dengan Metode Double Exponential Smoothing with Linear Trend*





BAB 6

**ANALISA DAN
PEMBAHASAN**

BAB 6

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penyusun akan melakukan analisa terhadap data-data terolah yaitu perumusan masalah melalui pemodelan matematis serta pemecahan masalah tersebut dengan menggunakan pemrograman linier. Selanjutnya akan dilakukan analisa dan pembahasan terhadap hasil perhitungan.

Tabel 6.1 Rekapitulasi data

BATCHING PLANT	KAPASITAS PRODUKSI PER TAHUN (M ³)	BIAYA PRODUKSI READY MIX CONCRETE				
		K-175 (Rp)	K-225 (Rp)	K-250 (Rp)	K-300 (Rp)	K-400 (Rp)
Taman Mini	90.000	112.950,00	115.529,00	118.108,00	125.119,00	138.895,00
Lebak Bulus	72.000	113.263,00	115.842,00	118.422,00	125.432,00	139.208,00
Kasablanka	81.000	113.091,00	115.669,00	118.249,00	125.261,00	139.037,00
Raya Cibarusa	72.000	113.361,00	115.927,00	118.493,00	125.481,00	139.210,00
Serpong	72.000	113.131,00	115.697,00	118.263,00	125.251,00	138.980,00
PRODUKSI READY MIX CONCRETE MENDATANG (M³)		4.429	169.329	49.402	39.134	39.179

6.1 PEMROGRAMAN LINIER

6.1.1 Pemodelan Matematis

Dalam penggunaan pemrograman linier ini, permasalahan akan dimodelkan secara matematis. Seluruh variabel yang ada akan diberi notasi matematis sebagai berikut :

Notasi untuk *batching plant* :

1 = Taman Mini Plant

2 = Lebak Bulus Plant

3 = Kasablanka plant

4 = Raya Cibarusa Plant

5 = Serpong Plant

Notasi untuk *ready mix concrete* :

A = *ready mix concrete* mutu K-175

B = *ready mix concrete* mutu K-225

C = *ready mix concrete* mutu K-250

D = *ready mix concrete* mutu K-300

E = *ready mix concrete* mutu K-400

Selanjutnya variabel keputusan permodelan ini ditulis :

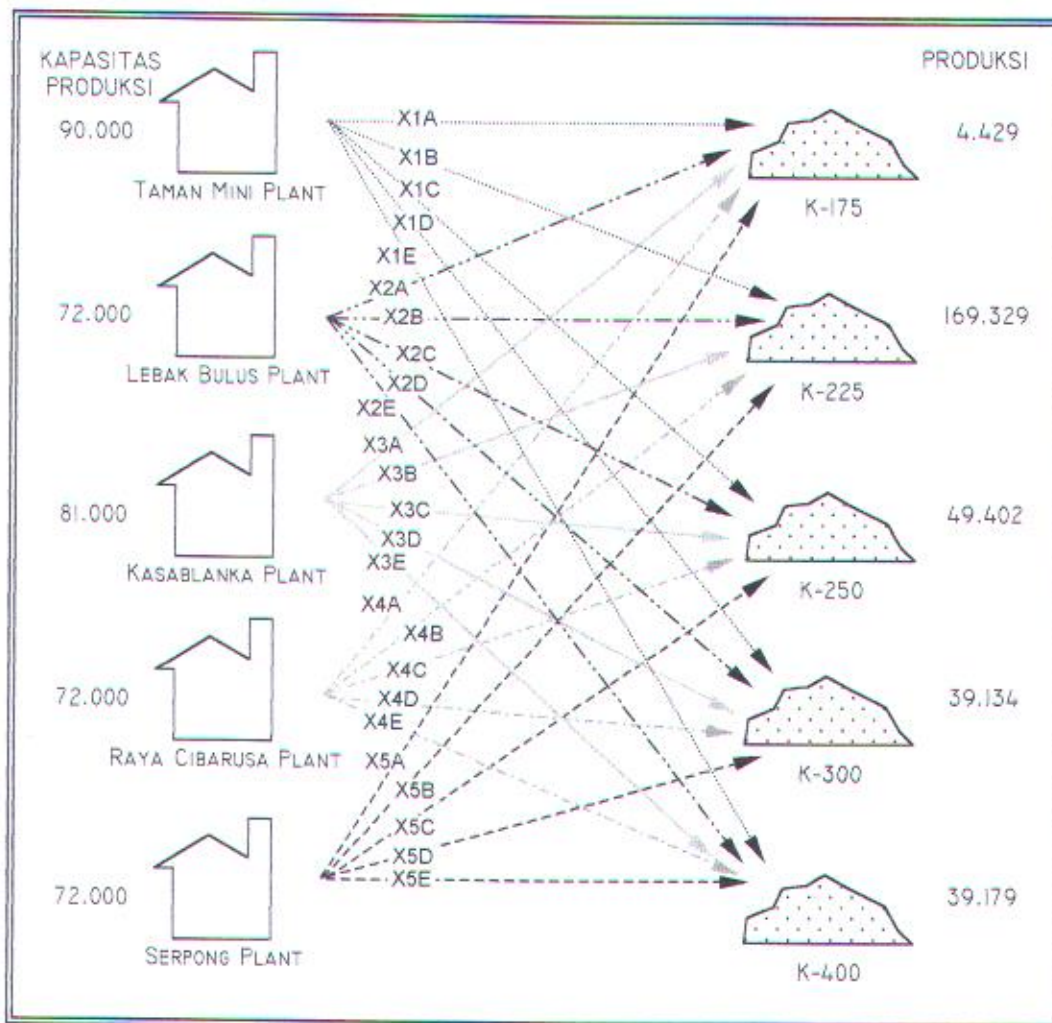
X_{ij} = variabel dari asal i ke tujuan j

dimana : i = batching plant 1, 2, 3, 4 dan 5

$j =$ ready mix concrete A, B, C, D dan E

Merujuk pada permasalahan yang ada, yaitu optimasi produksi ready mix concrete oleh masing-masing batching plant dengan meminimalkan biaya produksi, maka dapatlah dibuat suatu formulasi pemrograman linier. Dimana 'biaya produksi ready mix concrete' sebagai variabel fungsi tujuan dan 'kapasitas produksi batching plant' serta 'permintaan ready mix concrete' sebagai fungsi pembatas.

Gambar 6.1 Gambar jaringan permasalahan produksi ready mix concrete



$$\begin{aligned}
 \text{Minimumkan : } Z = & 112,950.00 X_{1A} + 115,529.00 X_{1B} + 118,108.00 X_{1C} + \\
 & 125,119.00 X_{1D} + 138,895.00 X_{1E} + 113,263.00 X_{2A} + 115,842.00 X_{2B} + \\
 & 118,422.00 X_{2C} + 125,432.00 X_{2D} + 139,208.00 X_{2E} + 113,091.00 X_{3A} + \\
 & 115,669.00 X_{3B} + 118,249.00 X_{3C} + 125,261.00 X_{3D} + 139,037.00 X_{3E} + \\
 & 113,361.00 X_{4A} + 115,927.00 X_{4B} + 118,493.00 X_{4C} + 125,481.00 X_{4D} + \\
 & 139,210.00 X_{4E} + 113,131.00 X_{5A} + 115,697.00 X_{5B} + 118,263.00 X_{5C} + \\
 & 125,251.00 X_{5D} + 138,980.00 X_{5E}
 \end{aligned}$$

dibatasi oleh :

<ol style="list-style-type: none"> 1) $X_{1A} + X_{1B} + X_{1C} + X_{1D} + X_{1E} \leq 90.000$ 2) $X_{2A} + X_{2B} + X_{2C} + X_{2D} + X_{2E} \leq 72.000$ 3) $X_{3A} + X_{3B} + X_{3C} + X_{3D} + X_{3E} \leq 81.000$ 4) $X_{4A} + X_{4B} + X_{4C} + X_{4D} + X_{4E} \leq 72.000$ 5) $X_{5A} + X_{5B} + X_{5C} + X_{5D} + X_{5E} \leq 72.000$ 		KAPASITAS PRODUKSI BATCHING PLANT
<ol style="list-style-type: none"> 6) $X_{1A} + X_{2A} + X_{3A} + X_{4A} + X_{5A} = 4.429$ 7) $X_{1B} + X_{2B} + X_{3B} + X_{4B} + X_{5B} = 169.329$ 8) $X_{1C} + X_{2C} + X_{3C} + X_{4C} + X_{5C} = 49.402$ 9) $X_{1D} + X_{2D} + X_{3D} + X_{4D} + X_{5D} = 39.134$ 10) $X_{1E} + X_{2E} + X_{3E} + X_{4E} + X_{5E} = 39.179$ 		PRODUKSI READY MIX CONCRETE MENDATANG

$$X_{ij} \geq 0$$

6.1.2 Hasil Perhitungan

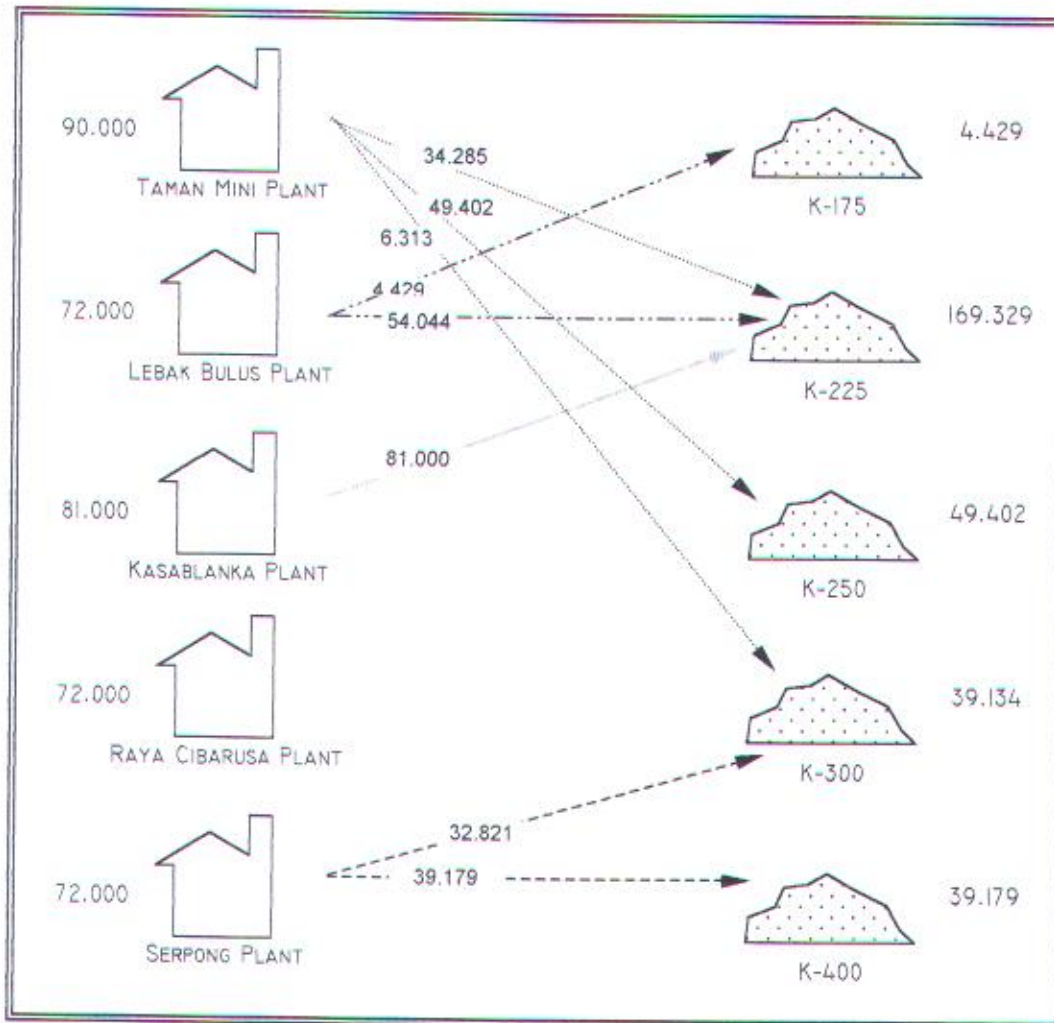
Dengan menggunakan perangkat lunak komputer QSB+ (output program pada *Lampiran*) diperoleh hasil perhitungan terhadap persamaan di atas :

Nilai fungsi tujuan $Z = 36.272.910.000,00$

Tabel 6.2 Hasil perhitungan dengan menggunakan program QSB+

VARIABLE		SOLUTION	OPPORTUNITY COST	VARIABLE		SOLUTION	OPPORTUNITY COST
NO	NAME			NO	NAME		
1	X1A	0	0	19	X4D	0	+49,000000
2	X1B	+34.285,000	0	20	X4E	0	+49,000000
3	X1C	+49.402,000	0	21	X5A	0	+49,000000
4	X1D	+6.313,000	0	22	X5B	0	+36,000000
5	X1E	0	+47,000000	23	X5C	0	+23,000000
6	X2A	+4.429,000	0	24	X5D	+32.821,000	0
7	X2B	+54.044,000	0	25	X5E	+39.179,000	0
8	X2C	0	0	26	S1	0	+313,00000
9	X2D	0	0	27	S2	+13.527,000	0
10	X2E	0	+47,000000	28	S3	0	+173,00000
11	X3A	0	+1,0000000	29	S4	+72.000,000	0
12	X3B	+81.000,000	0	30	S5	0	+181,00000
13	X3C	0	+1,0000000	31	A6	0	-113.263,00
14	X3D	0	+2,0000000	32	A7	0	-115.842,00
15	X3E	0	+49,000000	33	A8	0	-118.421,00
16	X4A	0	+98,000000	34	A9	0	-125.432,00
17	X4B	0	+85,000000	35	A10	0	-139.161,00
18	X4C	0	+72,000000				

Gambar 6.2 Solusi optimum untuk permasalahan produksi ready mix concrete



6.2 ANALISA HASIL PERHITUNGAN

Dari hasil perhitungan di atas, kemudian dilakukan analisa terhadap nilai-nilai yang diperoleh.

6.2.1 Nilai Fungsi Tujuan

Nilai fungsi tujuan yang diperoleh dari perhitungan dengan perangkat lunak komputer QSB+ sebesar 36.272.910.000,00. Secara

manual, dengan mensubstitusi variabel keputusan terhadap hasil perhitungan diperoleh nilai fungsi tujuan sebesar 36.272.915.794,00. Hal ini bisa terjadi karena QSB+ melakukan kesalahan pembulatan terhadap kisaran data yang terlalu besar (*Bab 2, hal. 2-26*). Untuk pembahasan selanjutnya akan digunakan nilai fungsi tujuan sebesar 36.272.915.794,00.

6.2.2 Solusi Optimum Fungsi Tujuan

Solusi optimum fungsi tujuan yang diperoleh adalah :

$$\begin{array}{ll} X_{1B} = 34.285 & X_{2B} = 54.044 \\ X_{1C} = 49.402 & X_{3B} = 81.000 \\ X_{1D} = 6.313 & X_{5D} = 32.821 \\ X_{2A} = 4.429 & X_{5E} = 39.179 \end{array}$$

6.2.3 Nilai Variabel Slack

Variabel slack pada fungsi pembatas adalah nilai sumber daya tersisa atau nilai sumber daya yang tidak digunakan.

- Untuk variabel slack S_1 , S_3 dan S_5 memiliki nilai nol, berarti seluruh sumber daya-nya telah habis digunakan.
- Untuk variabel slack S_2 memiliki nilai 13.527, berarti nilai di atas merupakan sisa sumber daya yang tidak habis digunakan. Secara matematis digambarkan bahwa nilai S_2 adalah $72.000 - (\text{nilai solusi optimum } X_{2A} + X_{2B}) = 72.000 - (4.429 + 54.044) = 13.527$

- Untuk variabel slack S_4 memiliki nilai 72.000, berarti nilai di atas menunjukkan seluruh sumber daya yang dimiliki tidak habis digunakan.

6.2.4 Opportunity Cost

Opportunity cost merupakan nilai yang menunjukkan berapa besar nilai pada koefisien fungsi tujuan dari setiap variabel keputusan akan bertambah baik sebelum nilai variabel itu dimungkinkan untuk menggunakan nilai positif dalam solusi optimum.

- Untuk variabel keputusan $X_{1B}, X_{1C}, X_{1D}, X_{2A}, X_{2B}, X_{3B}, X_{5D}, X_{5E}$ telah memiliki nilai positif pada solusi optimum, *opportunity cost*-nya adalah nol.
- Untuk variabel keputusan X_{1E} nilai pada solusi optimum nya belum positif (nol), *opportunity cost*-nya adalah 47,00. Ini berarti apabila koefisien variabel keputusan X_{1E} pada fungsi tujuan diberi kesempatan berkurang sebesar $138.895,00 - 47,00 = 138.848,00$ akan menjadi positif pada solusi optimum-nya.

6.2.5 Harga Dual untuk Nilai Pembatas

Harga dual merupakan perubahan nilai fungsi tujuan dalam solusi optimum akibat peningkatan atau penurunan satu unit sisi sebelah kanan (*right hand side*) fungsi pembatas. Perubahan ini akan

mempengaruhi nilai solusi optimum sekarang, sehingga apabila diterapkan (melakukan penyelesaian ulang terhadap permasalahan) akan menghasilkan solusi optimum alternatif. Harga dual nilai sisi sebelah kanan ini dapat berlaku apabila peningkatan atau penurunan tersebut berada dalam kisaran sensitifitas nilai sisi sebelah kanan (sub-bab 6.2.7)

- Pada pembatas 1 diperoleh harga dual sebesar 313,00. Hal ini menunjukkan bahwa tambahan satu unit sisi sebelah kanan pembatas 1 akan memperlihatkan perbaikan nilai fungsi tujuan. Secara matematis digambarkan apabila nilai sisi sebelah kanan dinaikkan dari 90.000 menjadi 90.001 akan membuat nilai fungsi tujuan menjadi $36.272.915.794,00 - 313,00 = 36.272.915.481,00$
- Pada pembatas 3 diperoleh harga dual sebesar 173,00. Hal ini menunjukkan bahwa tambahan satu unit sisi sebelah kanan pembatas 3 akan memperlihatkan perbaikan nilai fungsi tujuan. Secara matematis digambarkan apabila nilai sisi sebelah kanan dinaikkan dari 81.000 menjadi 81.001 akan membuat nilai fungsi tujuan menjadi $36.272.915.794,00 - 173,00 = 36.272.915.621,00$
- Pada pembatas 5 diperoleh harga dual sebesar 181,00. Hal ini menunjukkan bahwa tambahan satu unit sisi sebelah kanan pembatas 5 akan memperlihatkan perbaikan nilai fungsi tujuan. Secara matematis digambarkan apabila nilai sisi sebelah kanan dinaikkan dari 72.000 menjadi 72.001 akan membuat nilai fungsi

tujuan menjadi $36.272.915.794,00 - 181,00 = 36.272.915.613,00$

- Pada pembatas 6 diperoleh harga dual sebesar -113.263,00. Hal ini menunjukkan bahwa tambahan satu unit sisi sebelah kanan pembatas 6 akan memperlihatkan kenaikan sebesar nilai di atas terhadap nilai fungsi tujuan. Secara matematis digambarkan apabila nilai sisi sebelah kanan dinaikkan dari 4.429 menjadi 4.430 akan membuat nilai fungsi tujuan menjadi $36.272.915.794,00 + 113.263,00 = 36.273.029.057,00$
- Pada pembatas 7 diperoleh harga dual sebesar -115.842,00. Hal ini menunjukkan bahwa tambahan satu unit sisi sebelah kanan pembatas 7 akan memperlihatkan kenaikan sebesar nilai di atas terhadap nilai fungsi tujuan. Secara matematis digambarkan apabila nilai sisi sebelah kanan dinaikkan dari 169.329 menjadi 169.330 akan membuat nilai fungsi tujuan menjadi $36.272.915.794,00 + 115.842,00 = 36.273.031.636,00$
- Pada pembatas 8 diperoleh harga dual sebesar -118.421,00. Hal ini menunjukkan bahwa tambahan satu unit sisi sebelah kanan pembatas 8 akan memperlihatkan kenaikan sebesar nilai di atas terhadap nilai fungsi tujuan. Secara matematis digambarkan apabila nilai sisi sebelah kanan dinaikkan dari 49.402 menjadi 49.403 akan membuat nilai fungsi tujuan menjadi $36.272.915.794,00 + 118.421,00 = 36.273.034.215,00$



- Pada pembatas 9 diperoleh harga dual sebesar -125.432,00. Hal ini menunjukkan bahwa tambahan satu unit sisi sebelah kanan pembatas 9 akan memperlihatkan kenaikan sebesar nilai di atas terhadap nilai fungsi tujuan. Secara matematis digambarkan apabila nilai sisi sebelah kanan dinaikkan dari 39.134 menjadi 39.135 akan membuat nilai fungsi tujuan menjadi $36.272.915.794,00 + 125.432,00 = 36.273.041.226,00$
- Pada pembatas 10 diperoleh harga dual sebesar -139.161,00. Hal ini menunjukkan bahwa tambahan satu unit sisi sebelah kanan pembatas 10 akan memperlihatkan kenaikan sebesar nilai di atas terhadap nilai fungsi tujuan. Secara matematis digambarkan apabila nilai sisi sebelah kanan dinaikkan dari 39.179 menjadi 39.180 akan membuat nilai fungsi tujuan menjadi $36.272.915.794,00 + 139.161,00 = 36.273.054.955,00$

6.2.6 Analisa Sensitivitas untuk Koefisien Variabel Fungsi Tujuan

Analisa sensitivitas untuk koefisien variabel fungsi tujuan ini menyatakan seberapa besar nilai tersebut dapat berubah tanpa mengubah solusi optimum, namun berpengaruh terhadap nilai fungsi tujuan.

Hasil perhitungan QSB+ terhadap analisa sensitivitas untuk koefisien variabel fungsi tujuan dapat dilihat pada Tabel 6.3 berikut :

Tabel 6.3 Analisa Sensivitas untuk Koefisien Variabel Fungsi Tujuan

VARIABLE	MINIMUM C(j)	ORIGINAL	MAXIMUM C(j)	VARIABLE	MINIMUM C(j)	ORIGINAL	MAXIMUM C(j)
X1A	+112.950	+112.950	+infinity	X3D	+125.259	+125.261	+infinity
X1B	+115.529	+115.529	+115.529	X3E	+138.988	+139.037	+infinity
X1C	-infinity	+118.108	+118.108	X4A	+113.263	+113.361	+infinity
X1D	+125.096	+125.119	+125.119	X4B	+115.842	+115.927	+infinity
X1E	+138.848	+138.895	+infinity	X4C	+118.421	+118.493	+infinity
X2A	-infinity	+113.263	+113.263	X4D	+125.432	+125.481	+infinity
X2B	+115.842	+115.842	+115.842	X4E	+139.161	+139.210	+infinity
X2C	+118.421	+118.422	+infinity	X5A	+113.082	+113.131	+infinity
X2D	+125.432	+125.432	+infinity	X5B	+115.661	+115.697	+infinity
X2E	+139.161	+139.208	+infinity	X5C	+118.240	+118.263	+infinity
X3A	+113.090	+113.091	+infinity	X5D	+125.204	+125.251	+125.274
X3B	-infinity	+115.669	+115.669	X5E	-infinity	+138.980	+139.027
X3C	+118.248	+118.249	+infinity				

Dengan memperhatikan Tabel 6.3, dapat ditarik kesimpulan bahwa urutan ke-sensitif-an koefisien variabel fungsi tujuan tersebut adalah :

- Variabel X_{1B} memiliki koefisien sebesar +115.529 dengan batas minimum atau penurunan yang diperkenankan sebesar +115.529 dan batas maksimum yang diperkenankan sebesar +115.529, berarti koefisien variabel tersebut tidak dapat berubah lagi dalam artian memiliki tingkat sensitivitas tinggi terhadap perubahan.
- Variabel X_{2B} memiliki koefisien sebesar +115.842 dengan batas minimum atau penurunan yang diperkenankan sebesar +115.842 dan batas maksimum atau kenaikan yang diperkenankan sebesar +115.842, berarti koefisien variabel tersebut tidak dapat berubah lagi dalam artian memiliki tingkat sensitivitas tinggi terhadap perubahan.

- Variabel X_{1D} memiliki koefisien sebesar +125.119 dengan batas minimum atau penurunan yang diperkenankan sebesar +125.096 dan batas maksimum atau kenaikan yang diperkenankan sebesar +125.119, berarti koefisien variabel tersebut hanya diperkenankan turun sebesar +23,00 dari nilai sebenarnya.
- Variabel X_{5D} memiliki koefisien sebesar +125.251 dengan batas minimum atau penurunan yang diperkenankan sebesar +125.204 dan batas maksimum atau kenaikan yang diperkenankan sebesar +125.274, berarti koefisien variabel tersebut masih diperkenankan turun sebesar +47,00 dan naik sebesar +70,00 dari nilai sebenarnya.

6.2.7 Analisa Sensitivitas untuk Nilai Sisi Sebelah Kanan

Analisa sensitivitas untuk nilai sisi sebelah kanan fungsi kendala merupakan evaluasi mengenai bagaimana perubahan satu koefisien (koefisien lain tetap) dapat mempengaruhi solusi optimum.

Analisa sensitivitas untuk nilai sisi sebelah kanan fungsi pembatas hasil perhitungan perangkat lunak komputer QSB+ dapat dilihat pada Tabel 6.4 di bawah ini :



Tabel 6.4 Analisa Sensivitas untuk Nilai Sisi Sebelah Kanan

CONSTRAINT	MINIMUM C(j)	ORIGINAL	MAXIMUM (Cj)
1	+76.473	+90.000	+140.044
2	+58.473	+72.000	+infinity
3	+67.473	+81.000	+135.044
4	0	+72.000	+infinity
5	+58.473	+72.000	+78.313
6	0	+4.429	+17.956
7	+115.285	+169.329	+182.856
8	0	+49.402	+62.929
9	+32.821	+39.134	+52.661
10	+32.866	+39.179	+52.706

- Pembatas 1 memiliki nilai sisi sebelah kanan sebesar +90.000 dengan batas minimum atau penurunan yang diperkenankan sebesar +76.473 dan batas maksimum atau kenaikan yang diperkenankan sebesar +140.044.
- Pembatas 2 memiliki nilai sisi sebelah kanan sebesar +72.000 dengan batas minimum atau penurunan yang diperkenankan sebesar +58.473 dan tidak memiliki batas maksimum atau kenaikan yang diperkenankan.
- Pembatas 3 memiliki nilai sisi sebelah kanan sebesar +81.000 dengan batas minimum atau penurunan yang diperkenankan sebesar +67.473 dan batas maksimum atau kenaikan yang diperkenankan sebesar +135.044
- Pembatas 4 memiliki nilai sisi sebelah kanan sebesar +72.000

dengan batas minimum atau penurunan yang diperkenankan sebesar 0,00 dan tidak memiliki batas maksimum atau kenaikan yang diperkenankan.

- Pembatas 5 memiliki nilai sisi sebelah kanan sebesar +72.000 dengan batas minimum atau penurunan yang diperkenankan sebesar +58.473 dan batas maksimum atau kenaikan yang diperkenankan sebesar +78.313
- Pembatas 6 memiliki nilai sisi sebelah kanan sebesar +4.429 dengan batas minimum atau penurunan yang diperkenankan sebesar 0,00 dan batas maksimum yang diperkenankan sebesar +17.956
- Pembatas 7 memiliki nilai sisi sebelah kanan sebesar +169.329 dengan batas minimum atau penurunan yang diperkenankan sebesar +115.285 dan batas maksimum atau kenaikan yang diperkenankan sebesar +182.856
- Pembatas 8 memiliki nilai sisi sebelah kanan sebesar +49.402 dengan batas minimum atau penurunan yang diperkenankan sebesar 0,00 dan batas maksimum atau kenaikan yang diperkenankan sebesar +62.929
- Pembatas 9 memiliki nilai sisi sebelah kanan sebesar +39.134 dengan batas minimum atau penurunan yang diperkenankan

sebesar +32.821 dan batas maksimum atau kenaikan yang diperkenankan sebesar +52.661

- Pembatas 10 memiliki nilai sisi sebelah kanan sebesar +39.179 dengan batas minimum atau penurunan yang diperkenankan sebesar +32.866 dan batas maksimum atau kenaikan yang diperkenankan sebesar +52.706

6.2.8 Perubahan Simultan

Untuk melihat sejauh mana nilai-nilai di atas dapat berubah secara simultan tanpa melakukan perhitungan ulang secara keseluruhan, maka dilakukan *analisa seratus persen*. Contoh penerapan analisa tersebut dapat dilihat pada pembahasan berikut ini :

Contoh :

Untuk pembatas 1 nilai sisi sebelah kanan akan diturunkan sebesar 10.000 unit. Penurunan yang diperkenankan untuk pembatas 1 ini adalah menjadi $90.000 - 76.473 = 13.527$. Prosentase untuk nilai sisi sebelah kanan yang diperbaharui ini adalah

$\frac{10.000}{13.527} \times 100\% = 73,93\%$. Untuk pembatas 3 nilai sisi sebelah

kanan akan diturunkan sebesar 1.500 unit. Penurunan yang diperkenankan untuk pembatas 3 ini adalah menjadi $81.000 - 67.473 = 13.527$. Prosentase untuk nilai sisi sebelah kanan yang

diperbaharui ini adalah $\frac{3.000}{13.527} \times 100\% = 22,18\%$

Jumlah prosentase dari dua pembatas yang diperbaharui tersebut adalah : $73,93\% + 22,18\% = 96,11\% < 100\%$. Hal ini berarti perubahan nilai sisi sebelah kanan pada kedua pembatas tersebut masih diperkenankan dan harga dual dapat diterapkan sehingga nilai fungsi tujuan akan berkurang sebesar $(10.000)(313,00) + (3.000)(173,00) = 3.649.000,00$.

6.3 INTERPRETASI HASIL PERHITUNGAN TERHADAP PERUSAHAAN

Hasil perhitungan yang diperoleh akan diinterpretasikan terhadap kondisi perusahaan secara verbal.

6.3.1 Batasan Peningkatan dan Penurunan Biaya Produksi Masing-masing *ready mix concrete* Yang Diiijinkan

Analisa sensitivitas untuk koefisien variabel fungsi tujuan menunjukkan besarnya perubahan biaya produksi masing-masing *ready mix concrete* bisa ditingkatkan atau diturunkan, tanpa merubah solusi optimum namun berpengaruh terhadap biaya total produksi. Contoh kasus untuk masalah ini :

Ready mix concrete mutu K-400 dari Serpong Plant memiliki biaya produksi sebesar Rp 125.251,00. Apabila terjadi suatu hal

(misalkan perubahan harga bahan baku atau perubahan harga pasar) yang menyebabkan biaya tersebut berubah, perusahaan dapat menurunkan biaya produksi menjadi Rp 125.204,00 atau menaikkan biaya produksi menjadi Rp 125.274,00.

6.3.2 Perubahan Biaya Produksi Masing-masing *ready mix concrete*

Perangkat lunak komputer QSB+ menunjukkan bahwa hanya *ready mix concrete* mutu K-225, K-250 dan K-300 dari Taman Mini Plant, *ready mix concrete* mutu K-175 dan K-225 dari Lebak Bulus Plant, *ready mix concrete* mutu K-250 dari Kasablanka Plant dan *ready mix concrete* mutu K-300 dan K-400 dari Serpong Plant saja yang dapat diproduksi agar diperoleh total biaya produksi yang minimum.

Apabila perusahaan ingin meninjau ulang solusi optimum tersebut namun tetap berpatokan pada biaya produksi tetap minimum, dapat melihat nilai opportunity cost. Contoh kasus untuk masalah ini ialah :

Perusahaan ingin agar *ready mix concrete* mutu K-225 dari Raya Cibarusa Plant dapat diproduksi, dengan demikian pihak perusahaan harus mengurangi biaya produksi *ready mix concrete* tersebut sebesar Rp. 85,00, yakni $\text{Rp } 113.361,00 - \text{Rp } 85,00 = \text{Rp } 113.276,00$. Dengan biaya yang baru ini, dilakukan penghitungan

ulang dan akan diperoleh solusi optimum yang baru namun total biaya produksi tetap.

6.3.3 Perubahan Kapasitas Produksi Masing-masing *batching plant*

Apabila perusahaan ingin menambah kapasitas produksi *batching plant* (dikarenakan adanya penambahan alat baru, peningkatan efisiensi, dll) ataupun ingin mengurangi kapasitas produksi *batching plant*-nya dapat melihat *hasil analisa sensitivitas untuk nilai sisi sebelah kanan serta dual price* dari kendala tersebut. Contoh kasus untuk masalah ini ialah :

Perusahaan ingin meningkatkan produksi *batching drymix plant*-nya pada Taman Mini Plant. Total biaya produksinya akan berkurang sebesar Rp. 313,00 per pertambahan satu unit (m^3), dengan batasan maksimum produksi sebesar $140.044 m^3$ pertahun dan batasan minimum produksi sebesar $76.473 m^3$ pertahun. Misalkan kapasitas produksi *batching drymix plant* ditingkatkan sebesar 1000 unit menjadi $91.000 m^3$ pertahun, maka total biaya produksi akan berkurang sebesar $Rp\ 36.272.915.794,00 - (1000 \times Rp\ 313,00) = Rp\ 36.272.602.794,00$.

6.3.4 Perubahan Rencana Produksi Masing-masing *ready mix concrete*.

Apabila perusahaan menemui kondisi bahwa terjadi permintaan

yang lebih besar terhadap rencana produksi *ready mix concrete*, maka perusahaan dapat melihat *hasil analisa sensitivitas untuk nilai sisi sebelah kanan serta dual price* dari kendala tersebut. Contoh kasus :

Permintaan terhadap *ready mix concrete* mutu K-225 meningkat. Maka biaya produksi akan bertambah sebesar Rp 113.263,00 per pertambahan satu unit (m^3), dengan batasan maksimum permintaan sebesar 17.956 m^3 pertahun dan batasan minimum produksi sebesar 0. Misalnya permintaan *ready mix concrete* mutu K-225 meningkat sebesar 1000 unit (m^3) dari rencana produksi, maka biaya total yang akan dikeluarkan oleh perusahaan menjadi $Rp\ 36.272.915.794,00 + (1000 \times Rp\ 113.263,00) = Rp\ 36.386.178.794,00$

6.4 PENYUSUTAN NILAI INVESTASI BATCHING PLANT

6.4.1 Taman Mini Plant

A. Investasi Taman Mini Plant

Tabel 6.5 Investasi peralatan batching plant

NO.	Item	Kapasitas	Unit	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Batching Drymix Plant	50 m^3 /jam	1	400,000,000.00	400,000,000.00
2	Genset	65 KVA	1	45,000,000.00	45,000,000.00
3	Cement Silo	150 ton	3	12,500,000.00	37,500,000.00
4	Water Reservoir	100 m^3	1	16,500,000.00	16,500,000.00
5	Wheel Loader	1.7 m^3	1	150,000,000.00	150,000,000.00
6	Concrete Pump	50 m^3 /jam	1	350,000,000.00	350,000,000.00
7	Truck Mixer	8 m^3	20	200,000,000.00	4,000,000,000.00
8	Laboratorium			150,000,000.00	150,000,000.00
				Jumlah :	5,149,000,000.00

Tabel 6.6 Investasi prasarana batching plant

NO.	Item	Kapasitas	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Tanah	6000 m ²	1,500,000.00	9,000,000,000.00
2	Gedung Kantor	150 m ²	650,000.00	97,500,000.00
3	Gedung Laboratorium	60 m ²	550,000.00	33,000,000.00
4	Ruang Genset	6 m ²	400,000.00	2,400,000.00
5	Ruang Gudang	36 m ²	500,000.00	18,000,000.00
6	Ruang Satpam	4 m ²	400,000.00	1,600,000.00
7	Transportasi	3 unit	40,000,000.00	120,000,000.00
8	Alat Komunikasi		20,000,000.00	20,000,000.00
9	Komputer	2 unit	4,000,000.00	8,000,000.00
				9,300,500,000.00

Nilai total investasi : Rp 14,449,500,000.00

B. Nilai penyusutan

Nilai penyusutan (depresiasi) 10 % kecuali tanah :

$$= 10\% \times (\text{Rp } 14,449,500,000.00 - \text{Rp } 9,000,000,000.00)$$

$$= \text{Rp } 544,950,000.00$$

$$\text{Nilai penyusutan perunit produk : } \frac{544.950.000,00}{90.000} = \text{Rp } 6.055,00$$

Tabel 6.7 Rekapitulasi harga pokok + penyusutan

ready mix concrete	Harga Pokok (Rp)	Harga Pokok + Biaya Penyusutan (Rp)
K - 175	112.950,00	119,005.00
K - 225	115.529,00	121,584.00
K - 250	118.108,00	124,163.00
K - 300	125.119,00	131,174.00
K - 400	138.895,00	144,950.00

6.4.2 Lebak Bulus Plant

A. Investasi Lebak Bulus Plant

Tabel 6.8 Investasi peralatan batching plant

NO.	Item	Kapasitas	Unit	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Batching Drymix Plant	40 m ³ /jam	1	350,000,000.00	350,000,000.00
2	Genset	50 KVA	1	38,500,000.00	38,500,000.00
3	Cement Silo	120 ton	3	10,000,000.00	30,000,000.00
4	Water Reservoir	100 m ³	1	16,500,000.00	16,500,000.00
5	Wheel Loader	1.7 m ³	1	150,000,000.00	150,000,000.00
6	Concrete Pump	50 m ³ /jam	1	350,000,000.00	350,000,000.00
7	Truck Mixer	8 m ³	15	200,000,000.00	3,000,000,000.00
8	Laboratorium			150,000,000.00	150,000,000.00
					4,085,000,000.00

Tabel 6.9 Investasi prasarana batching plant

NO.	Item	Kapasitas	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Tanah	4000 m ²	2,000,000.00	8,000,000,000.00
2	Gedung Kantor	120 m ²	650,000.00	78,000,000.00
3	Gedung Laboratorium	50 m ²	550,000.00	27,500,000.00
4	Ruang Genset	6 m ²	400,000.00	2,400,000.00
5	Ruang Gudang	36 m ²	500,000.00	18,000,000.00
6	Ruang Satpam	4 m ²	400,000.00	1,600,000.00
7	Transportasi	3 unit	40,000,000.00	120,000,000.00
8	Alat Komunikasi		15,000,000.00	15,000,000.00
9	Komputer	2 unit	4,000,000.00	8,000,000.00
				8,270,500,000.00

Nilai total investasi : Rp 12,355,500,000.00

B. Nilai penyusutan

Nilai penyusutan (depresiasi) 10 % kecuali tanah :

$$= 10\% \times (\text{Rp } 12,355,500,000.00 - \text{Rp } 8,000,000,000.00)$$

$$= \text{Rp } 435,550,000.00$$

$$\text{Nilai penyusutan perunit produk : } \frac{435.550.000,00}{72.000} = \text{Rp } 6.050,00$$

Tabel 6.10 Rekapitulasi harga pokok + penyusutan

ready mix concrete	Harga Pokok (Rp)	Harga Pokok + Biaya Penyusutan (Rp)
K - 175	113.263,00	119.313,00
K - 225	115.842,00	121.892,00
K - 250	118.422,00	124.472,00
K - 300	125.432,00	131.482,00
K - 400	139.208,00	144.258,00

6.4.3 Kasablanka Plant

A. Investasi Kasablanka Plant

Tabel 6.11 Investasi peralatan batching plant

NO.	Item	Kapasitas	Unit	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Batching Drymix Plant	45 m ³ /jam	1	385.000.000,00	385.000.000,00
2	Genset	65 KVA	1	45.000.000,00	45.000.000,00
3	Cement Silo	150 ton	3	12.500.000,00	37.500.000,00
4	Water Reservoir	100 m ³	1	16.500.000,00	16.500.000,00
5	Wheel Loader	1,7 m ³	1	150.000.000,00	150.000.000,00
6	Concrete Pump	50 m ³ /jam	1	350.000.000,00	350.000.000,00
7	Truck Mixer	8 m ³	17	200.000.000,00	3.400.000.000,00
8	Laboratorium			200.000.000,00	200.000.000,00
				Jumlah :	4.584.000.000,00

Tabel 6.12 Investasi prasarana batching plant

NO.	Item	Kapasitas	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Tanah	3500 m ²	3.000.000,00	10.500.000.000,00
2	Gedung Kantor	160 m ²	750.000,00	120.000.000,00
3	Gedung Laboratorium	50 m ²	550.000,00	27.500.000,00
4	Ruang Genset	6 m ²	400.000,00	2.400.000,00
5	Ruang Gudang	36 m ²	500.000,00	18.000.000,00
6	Ruang Satpam	4 m ²	400.000,00	1.600.000,00
7	Transportasi	s	120.000.000,00	120.000.000,00
8	Alat Komunikasi		15.000.000,00	20.000.000,00
9	Komputer	2 unit	4.000.000,00	8.000.000,00
				10.812.500.000,00

Nilai total investasi : Rp 15,396,500,000.00

B. Nilai penyusutan

Nilai penyusutan (depresiasi) 10 % kecuali tanah :

$$= 10\% \times (\text{Rp } 15,396,500,000.00 - \text{Rp } 10,500,000,000.00)$$

$$= \text{Rp } 489,650,000.00$$

Nilai penyusutan perunit produk : $\frac{489,650,000.00}{81.000} = \text{Rp } 6.045,00$

Tabel 6.13 Rekapitulasi harga pokok + penyusutan

ready mix concrete	Harga Pokok (Rp)	Harga Pokok + Biaya Penyusutan (Rp)
K - 175	113.091,00	118,551.00
K - 225	115.669,00	121,129.00
K - 250	118.249,00	124,709.00
K - 300	125.261,00	130,721.00
K - 400	138.037,00	144,497.00

6.4.4 Raya Cibarusa Plant

A. Investasi Raya Cibarusa Plant

Tabel 6.14 Investasi peralatan batching plant

NO.	Item	Kapasitas	Unit	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Batching Drymix Plant	45 m ³ /jam	1	350,000,000.00	350,000,000.00
2	Genset	65 KVA	1	38,500,000.00	38,500,000.00
3	Cement Silo	150 ton	3	10,000,000.00	30,000,000.00
4	Water Reservoir	100 m ³	1	16,500,000.00	16,500,000.00
5	Wheel Loader	1.7 m ³	1	150,000,000.00	150,000,000.00
6	Concrete Pump	50 m ³ /jam	1	350,000,000.00	350,000,000.00
7	Truck Mixer	8 m ³	15	200,000,000.00	3,000,000,000.00
8	Laboratorium			200,000,000.00	200,000,000.00
				Jumlah :	4,135,000,000.00

Tabel 6.15 Investasi prasarana batching plant

NO.	Item	Kapasitas	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Tanah	4000 m ²	350,000.00	1,400,000,000.00
2	Gedung Kantor	180 m ²	650,000.00	117,000,000.00
3	Gedung Laboratorium	75 m ²	550,000.00	41,250,000.00
4	Ruang Genset	8 m ²	400,000.00	3,200,000.00
5	Ruang Gudang	36 m ²	500,000.00	18,000,000.00
6	Ruang Satpam	4 m ²	400,000.00	1,600,000.00
7	Transportasi		120,000,000.00	120,000,000.00
8	Alat Komunikasi		15,000,000.00	20,000,000.00
9	Komputer	2 unit	4,000,000.00	8,000,000.00
			Jumlah :	1,724,050,000.00

Nilai total investasi : Rp 5,859,050,000.00

B. Nilai penyusutan

Nilai penyusutan (depresiasi) 10 % kecuali tanah :

$$= 10\% \times (\text{Rp } 5,859,050,000.00 - \text{Rp } 1,400,000,000.00)$$

$$= \text{Rp } 445,905,000.00$$

$$\text{Nilai penyusutan perunit produk : } \frac{445,905,000.00}{72,000} = \text{Rp } 6,193.00$$

Tabel 6.16 Rekapitulasi harga pokok + penyusutan

ready mix concrete	Harga Pokok (Rp)	Harga Pokok + Biaya Penyusutan (Rp)
K - 175	113.361,00	119.554,00
K - 225	115.927,00	122.120,00
K - 250	118.493,00	124.686,00
K - 300	125.481,00	131.674,00
K - 400	139.210,00	145.403,00

6.4.5 Serpong Plant

A. Investasi Serpong Plant

Tabel 6.17 Investasi peralatan batching plant

NO.	Item	Kapasitas	Unit	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Batching Drymix Plant	45 m ³ /jam	1	350,000,000.00	350,000,000.00
2	Genset	65 KVA	1	38,500,000.00	38,500,000.00
3	Cement Silo	150 ton	3	15,000,000.00	45,000,000.00
4	Water Reservoir	100 m ³	1	16,500,000.00	16,500,000.00
5	Wheel Loader	1.7 m ³	1	150,000,000.00	150,000,000.00
6	Concrete Pump	50 m ³ /jam	1	350,000,000.00	350,000,000.00
7	Truck Mixer	8 m ³	15	200,000,000.00	3,000,000,000.00
8	Laboratorium			150,000,000.00	150,000,000.00
					4,100,000,000.00

Tabel 6.18 Investasi prasarana batching plant

NO.	Item	Kapasitas	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Tanah	4000 m ²	300,000.00	1,200,000,000.00
2	Gedung Kantor	150 m ²	650,000.00	97,500,000.00
3	Gedung Laboratorium	60 m ²	550,000.00	33,000,000.00
4	Ruang Genset	6 m ²	400,000.00	2,400,000.00
5	Ruang Gudang	36 m ²	500,000.00	18,000,000.00
6	Ruang Satpam	4 m ²	400,000.00	1,600,000.00
7	Transportasi		80,000,000.00	80,000,000.00
8	Alat Komunikasi		15,000,000.00	15,000,000.00
9	Komputer	2 unit	4,000,000.00	8,000,000.00
			Jumlah :	1,455,500,000.00

Nilai total investasi : Rp 5,555,500,000.00

B. Nilai penyusutan

Nilai penyusutan (depresiasi) 10 % kecuali tanah :

$$= 10\% \times (\text{Rp } 5,555,500,000.00 - \text{Rp } 1,200,000,000.00)$$

$$= \text{Rp } 435,550,000.00$$

$$\text{Nilai penyusutan perunit produk : } \frac{435,555,000.00}{72.000} = \text{Rp } 6,050.00$$

Tabel 6.19 Rekapitulasi harga pokok + penyusutan

ready mix concrete	Harga Pokok (Rp)	Harga Pokok + Biaya Penyusutan (Rp)
K -175	113.131,00	119.181,00
K - 225	115.697,00	121.747,00
K - 250	118.263,00	124.313,00
K - 300	125.251,00	131.301,00
K - 400	138.980,00	145.030,00

6.4.6 Pengaruh penambahan nilai penyusutan pada harga produksi ready mix concrete terhadap Solusi Optimum

Berikut ini akan dianalisa pengaruh penambahan nilai penyusutan pada harga pokok produksi *ready mix concrete* dari tiap *batching plant* terhadap Solusi Optimum. Untuk itu dilakukan perbandingan harga produksi *ready mix concrete* terhadap harga produksi *ready mix concrete* + penyusutan, serta mengurutkannya dari nilai terendah hingga nilai tertinggi.

Dengan membandingkan harga produksi *ready mix concrete* terhadap harga produksi *ready mix concrete* + penyusutan (Tabel 6.20), dilihat bahwa urutan harga produksi *ready mix concrete* dari masing-masing *batching plant* sama dengan harga produksi *ready mix concrete* + penyusutan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan nilai penyusutan terhadap harga produksi *ready mix concrete* tidak akan mempengaruhi

Solusi Optimum.

Tabel 6.20 Perbandingan harga *ready mix concrete* dengan tambahan nilai penyusutan

No.	Ready mix concrete dari tiap batching plant	Harga produksi (Rp)	Ready mix concrete dari tiap batching plant	Harga produksi + penyusutan (Rp)
1	K -175 Taman Mini Plant	112,950.00	K -175 Taman Mini Plant	119,005.00
2	K -175 Kasablanka Plant	113,091.00	K -175 Kasablanka Plant	119,136.00
3	K -175 Serpong Plant	113,131.00	K -175 Serpong Plant	119,181.00
4	K -175 Lebak Bulus Plant	113,263.00	K -175 Lebak Bulus Plant	119,313.00
5	K -175 Cibarusa Plant	113,361.00	K -175 Cibarusa Plant	119,554.00
6	K - 225 Taman Mini Plant	115,529.00	K - 225 Taman Mini Plant	121,584.00
7	K - 225 Kasablanka Plant	115,669.00	K - 225 Kasablanka Plant	121,714.00
8	K - 225 Serpong Plant	115,697.00	K - 225 Serpong Plant	121,747.00
9	K - 225 Lebak Bulus Plant	115,842.00	K - 225 Lebak Bulus Plant	121,892.00
10	K - 225 Cibarusa Plant	115,927.00	K - 225 Cibarusa Plant	122,120.00
11	K - 250 Taman Mini Plant	118,108.00	K - 250 Taman Mini Plant	124,163.00
12	K - 250 Kasablanka Plant	118,249.00	K - 250 Kasablanka Plant	124,294.00
13	K - 250 Serpong Plant	118,263.00	K - 250 Serpong Plant	124,313.00
14	K - 250 Lebak Bulus Plant	118,422.00	K - 250 Lebak Bulus Plant	124,472.00
15	K - 250 Cibarusa Plant	118,493.00	K - 250 Cibarusa Plant	124,686.00
16	K - 300 Taman Mini Plant	125,119.00	K - 300 Taman Mini Plant	131,174.00
17	K - 300 Serpong Plant	125,251.00	K - 300 Serpong Plant	131,301.00
18	K - 300 Kasablanka Plant	125,261.00	K - 300 Kasablanka Plant	131,306.00
19	K - 300 Lebak Bulus Plant	125,432.00	K - 300 Lebak Bulus Plant	131,482.00
20	K - 300 Cibarusa Plant	125,481.00	K - 300 Cibarusa Plant	131,674.00
21	K - 400 Kasablanka Plant	138,037.00	K - 400 Kasablanka Plant	144,082.00
22	K - 400 Taman Mini Plant	138,895.00	K - 400 Taman Mini Plant	144,950.00
23	K - 400 Serpong Plant	138,980.00	K - 400 Serpong Plant	145,030.00
24	K - 400 Lebak Bulus Plant	139,208.00	K - 400 Lebak Bulus Plant	145,258.00
25	K - 400 Cibarusa Plant	139,210.00	K - 400 Cibarusa Plant	145,403.00

6.5 AREA LAYANAN BATCHING PLANT PT. PIONEER BETON INDUSTRI JAKARTA

PT. Pioneer Beton Industri Jakarta memasarkan produknya ke wilayah Jabotabek. Biaya angkut *ready mix concrete* per unit (m³) yang telah diestimasi oleh pihak manajemen perusahaan dapat dilihat pada Tabel 6.21 di bawah ini.

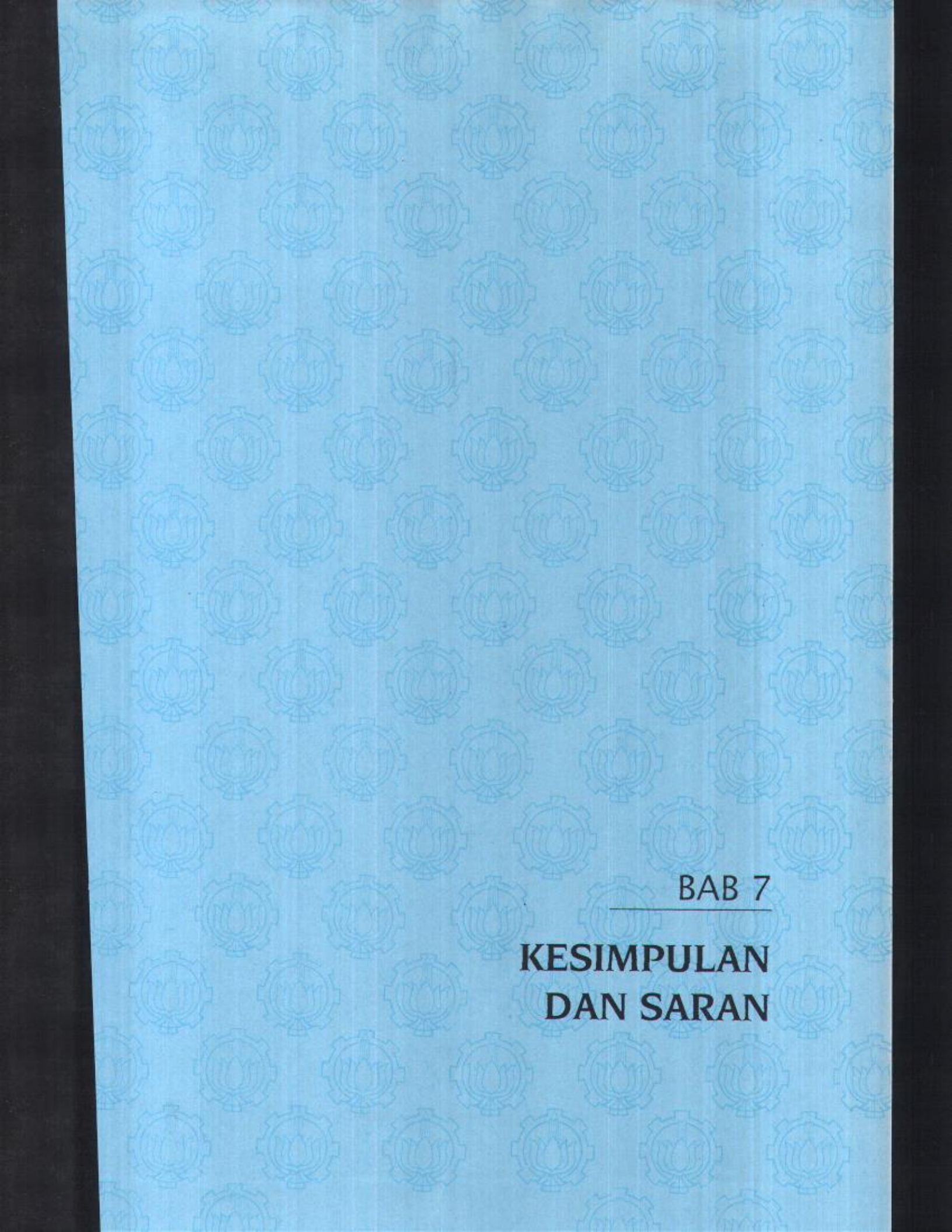
Tabel 6.21 Biaya transportasi *ready mix concrete* dalam jarak

No.	Jarak (km)	Biaya Transportasi (Rp)
1	1 - 5	8.400,00
2	5 - 8	9.600,00
3	8 - 11	10.800,00
4	11 - 14	12.000,00
5	14 - 17	13.200,00
6	17 - 21	14.400,00
7	21 - 24	15.600,00
8	24 - 27	16.800,00
9	27 - 30	18.000,00
10	30 - 33	19.200,00
11	33 - 40	20.400,00

Masing-masing *batching plant* memiliki jangkauan layanan dalam radius 40 kilometer. Dengan memperhatikan area layanan masing-masing *batching plant* pada Gambar 6.3, dapat dilihat bahwa wilayah Jabotabek dapat terlayani sepenuhnya dengan jarak layanan tiap *batching plant* yang hampir sama.

Gambar 6.3 Area layanan masing-masing batching plant





BAB 7

**KESIMPULAN
DAN SARAN**

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai bagian akhir dari penyusunan Tugas Akhir dengan judul "*Optimasi Produksi Ready Mix Concrete dengan Pemrograman Linier pada Sebuah Perusahaan Industri Beton di Jakarta*" ini, penyusun membuat beberapa kesimpulan terhadap hasil penelitian yang telah diperoleh serta berupaya untuk memberikan saran bagi pengembangan penelitian ini berikutnya.

7.1 KESIMPULAN

Hal-hal yang dapat disimpulkan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

- Melalui pendekatan peramalan (*forecasting*) terhadap data produksi *ready mix concrete* PT. Pioneer Beton Industri, Jakarta dalam kurun waktu 3 tahun (Oktober 1996 - September 1999) diperoleh perencanaan produksi untuk 1 tahun mendatang (Oktober 1999 - September 2000) sebagai berikut :

1. *Ready mix concrete* mutu K-175 sebanyak 4.429 m³
2. *Ready mix concrete* mutu K-225 sebanyak 169.329 m³
3. *Ready mix concrete* mutu K-250 sebanyak 49.402 m³
4. *Ready mix concrete* mutu K-300 sebanyak 39.134 m³
5. *Ready mix concrete* mutu K-400 sebanyak 39.179 m³

catatan : penyelesaian permasalahan menggunakan bantuan perangkat lunak komputer QSB+ (*Quantitative System for Business Plus*).

- o Total biaya produksi *ready mix concrete* untuk satu tahun ke depan yang optimum (minimal) sebesar Rp. 36.272.915.794,00.
- o Untuk perencanaan produksi hingga satu tahun ke depan, *batching plant* Taman Mini Plant direncanakan untuk memproduksi *ready mix concrete* mutu K-225 sebanyak 34.285 m³, mutu K-250 sebanyak 49.402 m³ dan mutu K-300 sebanyak 6.313 m³. Sedangkan biaya produksi *ready mix concrete* yang akan dikeluarkan plant tersebut sebesar Rp. 10.585.559.428,00.
- o Untuk perencanaan produksi hingga satu tahun ke depan, *batching plant* Lebak Bulus Plant direncanakan untuk memproduksi *ready mix concrete* mutu K-175 sebanyak 4.429 m³ dan mutu K-225 sebanyak 54.044 m³. Dengan demikian, kapasitas produksi *batching drymix* Lebak Bulus Plant akan tersisa sebanyak 13.527 m³ (prosentase produksi sebesar 81,21%). Sedangkan biaya produksi *ready mix*

- concrete* yang akan dikeluarkan sebesar Rp. 6.762.206.875,00
- Untuk perencanaan produksi hingga satu tahun ke depan, *batching plant* Kasablanka Plant direncanakan untuk memproduksi *ready mix concrete* mutu K-225 sebanyak 81.000 m³. Dengan demikian, kapasitas produksi *batching drymix* Kasablanka Plant akan habis terpakai (prosentase produksi sebesar 100%). Sedangkan biaya produksi *ready mix concrete* yang akan dikeluarkan sebesar Rp. 9.369.189.000,00.
 - Untuk perencanaan produksi hingga satu tahun ke depan, *batching plant* Raya Cibarusa Plant tidak melakukan kegiatan produksi sama sekali (prosentase produksi sebesar 0%).
 - Untuk perencanaan produksi hingga satu tahun ke depan, *batching plant* Serpong Plant direncanakan untuk memproduksi *ready mix concrete* mutu K-300 sebanyak 32.821 m³ dan mutu K-400 sebanyak 39.179 m³. Dengan demikian, kapasitas produksi *batching drymix* Serpong Plant akan habis terpakai (prosentase produksi sebesar 100%). Sedangkan biaya produksi *ready mix concrete* yang akan dikeluarkan sebesar Rp. 9.555.960.491,00.
 - Penambahan biaya penyusutan investasi *batching plant* pada harga pokok produksi *ready mix concrete* tidak mempengaruhi solusi optimal.

7.2 SARAN

- Untuk perencanaan produksi *ready mix concrete* mendatang, sebaiknya direncanakan untuk periode yang tidak lama misalnya per-triwulan atau per-semester. Hal ini mungkin akan memberikan hasil perencanaan yang lebih baik karena perubahan-perubahan yang terjadi seperti perubahan komposisi produk, perubahan ekonomi maupun perubahan kebijaksanaan pemerintah dapat segera diantisipasi.
- Dalam peramalan dengan deret berkala (*time series*) sebaiknya digunakan data historis lebih dari 36 periode, agar diperoleh pola data yang lebih informatif.
- Karena Raya Cibarusa Plant tidak melakukan kegiatan produksi sama sekali, penyusun menyarankan kepada PT. Pioneer Beton Industri Jakarta untuk menon-aktifkan *batching plant* tersebut. Hal ini akan mengurangi pengeluaran biaya operasional (*over head*) bagi perusahaan.
- Karena *ready mix concrete* mutu K-400 merupakan beton mutu tinggi, dan hanya diproduksi oleh Serpong Plant, penyusun menyarankan kepada PT. Pioneer Beton Industri Jakarta untuk menambah tenaga ahli (staf laboratorium) pada *plant* ini agar kualitas produksi benar-benar dapat terjaga.



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, David R., Dennis J. Sweeney, dan Thomas A. Williams. *Manajemen Sains : Pendekatan Kuantitatif untuk Pengambilan Keputusan Manajemen*, edisi ke tujuh, jilid 1, Erlangga, Jakarta, 1997
- Assauri, Sofjan. *Teknik dan Metode Peramalan : Penerapannya dalam Ekonomi dan Dunia Usaha*, edisi pertama, Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta, 1984
- Hanke, John E., and Arthur G. Reitsch. *Business Forecasting*, fifth edition, Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, NJ, 1995
- Makridakis, Sypros., Steven C. Wheelwright, dan Victor E. McGee. *Metode dan Aplikasi Peramalan*, edisi ke dua, jilid 1, Binarupa Aksara, Jakarta, 1999
- Miswanto, dan Wing Wahyu Winarno. *Analisis Manajemen Kuantitatif dengan QSB+*, edisi ke dua, STIE YKPN, Yogyakarta, 1995.
- Pappas, James L., dan Mark Hirschey. *Ekonomi Manajerial*, edisi ke enam, jilid 2, Binarupa Aksara, Jakarta, 1995
- Taha, Hamdy A. *Operation Research, An Introduction*, fourth edition, Macmillan Publishing Company, New York, 1987



LAMPIRAN

LAMPIRAN

- Lampiran A** Analisa autokorelasi data ready mix concrete dengan SPSS for Windows 9.0
- Lampiran B** Output peramalan dengan QSB+
- Lampiran C** Output pemrograman linier dengan QSB+



LAMPIRAN A

Autocorrelations: K.175

Lag	Auto-Corr.	Stand. Err.	-1 | -.75 | -.5 | -.25 | 0 | .25 | .5 | .75 | 1									Box-Ljung	Prob.	
1	.654	.160						*****	*****				16.736	.000
2	.633	.158						*****	*****				32.840	.000
3	.409	.155						*****	**				39.761	.000
4	.326	.153						*****	*				44.298	.000
5	.166	.151						***	.				45.511	.000
6	.104	.148						**	.				46.002	.000
7	-.039	.146						*	.				46.074	.000
8	-.199	.143						****	.				48.006	.000
9	-.238	.140						*****	.				50.882	.000
10	-.302	.138						*****	.				55.689	.000
11	-.298	.135						*.*****	.				60.546	.000
12	-.290	.132						*.*****	.				65.356	.000
13	-.278	.130						*.*****	.				69.956	.000
14	-.248	.127						*****	.				73.778	.000
15	-.195	.124						.*****	.				76.250	.000
16	-.177	.121						.*****	.				78.391	.000
17	-.079	.118						. **	.				78.841	.000
18	-.095	.115						. **	.				79.523	.000
19	-.022	.111						. *	.				79.562	.000
20	-.061	.108						. *	.				79.876	.000
21	-.039	.105						. *	.				80.013	.000
22	-.107	.101						. **	.				81.125	.000
23	-.062	.097						. *	.				81.524	.000
24	-.076	.094						. **	.				82.179	.000
25	-.057	.090						. *	.				82.584	.000
26	.004	.085						. *	.				82.586	.000
27	.005	.081						. *	.				82.590	.000
28	.007	.076						. *	.				82.597	.000
29	.015	.072						. *	.				82.640	.000
30	.006	.066						. *	.				82.649	.000
31	.021	.060						. *	.				82.768	.000
32	.008	.054						. *	.				82.789	.000
33	.000	.047						. *	.				82.789	.000
34	.003	.038						. *	.				82.795	.000

Plot Symbols: Autocorrelations * Two Standard Error Limits .

Total cases: 36 Computable first lags: 35

LAMPIRAN A

Autocorrelations: K.225

Lag	Auto-Corr.	Stand. Err.								Box-Ljung	Prob.
1	.732	.160								20.958	.000
2	.590	.158								34.949	.000
3	.436	.155								42.833	.000
4	.343	.153								47.872	.000
5	.104	.151								48.346	.000
6	-.066	.148								48.546	.000
7	-.201	.146								50.452	.000
8	-.256	.143								53.652	.000
9	-.252	.140								56.863	.000
10	-.300	.138								61.594	.000
11	-.248	.135								64.955	.000
12	-.208	.132								67.425	.000
13	-.211	.130								70.063	.000
14	-.206	.127								72.711	.000
15	-.157	.124								74.322	.000
16	-.188	.121								76.729	.000
17	-.167	.118								78.745	.000
18	-.189	.115								81.459	.000
19	-.137	.111								82.970	.000
20	-.096	.108								83.759	.000
21	-.016	.105								83.783	.000
22	-.022	.101								83.831	.000
23	.004	.097								83.832	.000
24	.042	.094								84.033	.000
25	.048	.090								84.317	.000
26	.068	.085								84.951	.000
27	.013	.081								84.977	.000
28	.033	.076								85.167	.000
29	.011	.072								85.190	.000
30	.014	.066								85.235	.000
31	-.015	.060								85.294	.000
32	.009	.054								85.319	.000
33	.003	.047								85.323	.000
34	-.009	.038								85.379	.000

Plot Symbols: Autocorrelations * Two Standard Error Limits .

Total cases: 36 Computable first lags: 35

LAMPIRAN A

Autocorrelations: K.250

Lag	Auto-Corr.	Stand. Err.								Box-Ljung	Prob.
1	.794	.160								24.625	.000
2	.666	.158								42.467	.000
3	.480	.155								52.015	.000
4	.311	.153								56.143	.000
5	.173	.151								57.460	.000
6	-.013	.148								57.468	.000
7	-.162	.146								58.701	.000
8	-.310	.143								63.404	.000
9	-.300	.140								67.951	.000
10	-.317	.138								73.235	.000
11	-.281	.135								77.559	.000
12	-.194	.132								79.710	.000
13	-.180	.130								81.646	.000
14	-.116	.127								82.489	.000
15	-.093	.124								83.054	.000
16	-.121	.121								84.058	.000
17	-.112	.118								84.967	.000
18	-.133	.115								86.318	.000
19	-.110	.111								87.297	.000
20	-.154	.108								89.332	.000
21	-.125	.105								90.748	.000
22	-.138	.101								92.609	.000
23	-.116	.097								94.037	.000
24	-.059	.094								94.430	.000
25	-.039	.090								94.622	.000
26	.012	.085								94.640	.000
27	.017	.081								94.685	.000
28	.043	.076								95.006	.000
29	.022	.072								95.105	.000
30	.025	.066								95.243	.000
31	.019	.060								95.343	.000
32	.006	.054								95.354	.000
33	.006	.047								95.372	.000
34	.002	.038								95.374	.000

Plot Symbols: Autocorrelations * Two Standard Error Limits .

Total cases: 36 Computable first lags: 35

LAMPIRAN A

Autocorrelations: K.300

Lag	Auto-Corr.	Stand. Err.	-1	-.75	-.5	-.25	0	.25	.5	.75	1	Box-Ljung	Prob.
1	.818	.160					*****	*****				26.172	.000
2	.713	.158					*****	*****				46.604	.000
3	.632	.155					*****	*****				63.168	.000
4	.466	.153					*****	***				72.444	.000
5	.354	.151					*****	*				77.976	.000
6	.228	.148					*****	.				80.356	.000
7	.073	.146					*	.				80.606	.000
8	-.056	.143					.	*				80.760	.000
9	-.119	.140					.	**				81.477	.000
10	-.225	.138					*****	.				84.150	.000
11	-.197	.135					*****	.				86.278	.000
12	-.191	.132					*****	.				88.353	.000
13	-.279	.130					* *****	.				92.968	.000
14	-.244	.127					*****	.				96.665	.000
15	-.246	.124					*****	.				100.617	.000
16	-.240	.121					*****	.				104.555	.000
17	-.260	.118					*****	.				109.407	.000
18	-.270	.115					*****	.				114.957	.000
19	-.270	.111					* *****	.				120.821	.000
20	-.263	.108					* *****	.				126.731	.000
21	-.247	.105					* *****	.				132.308	.000
22	-.223	.101					*****	.				137.175	.000
23	-.163	.097					****	.				139.966	.000
24	-.149	.094					****	.				142.503	.000
25	-.113	.090					. **	.				144.095	.000
26	-.068	.085					. *	.				144.719	.000
27	-.029	.081					. *	.				144.849	.000
28	.008	.076					. *	.				144.859	.000
29	.004	.072					. *	.				144.862	.000
30	.015	.066					. *	.				144.911	.000
31	.019	.060					. *	.				145.010	.000
32	.009	.054					. *	.				145.038	.000
33	.006	.047					. *	.				145.052	.000
34	.005	.038					. *	.				145.070	.000

Plot Symbols: Autocorrelations * Two Standard Error Limits .

Total cases: 36 Computable first lags: 35

LAMPIRAN A

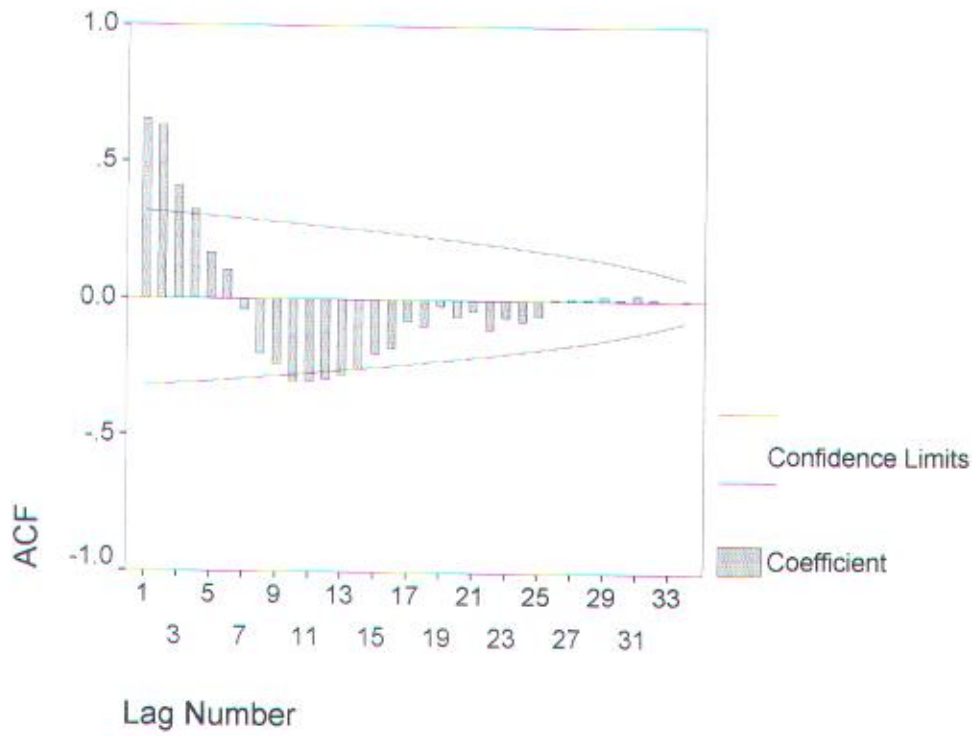
Autocorrelations: K.400

Lag	Auto-Corr.	Stand. Err.		Box-Ljung	Prob.
1	.591	.160	*****	13.650	.000
2	.508	.158	*****	24.044	.000
3	.261	.155	*****	26.875	.000
4	.088	.153	**	27.206	.000
5	-.142	.151	***	28.092	.000
6	-.232	.148	*****	30.554	.000
7	-.321	.146	*****	35.402	.000
8	-.374	.143	* *****	42.247	.000
9	-.203	.140	. ****	44.327	.000
10	-.293	.138	*****	48.850	.000
11	-.186	.135	. ****	50.749	.000
12	-.139	.132	. ***	51.845	.000
13	-.043	.130	. *	51.957	.000
14	-.033	.127	. *	52.026	.000
15	.079	.124	. **	52.429	.000
16	-.060	.121	. *	52.674	.000
17	.027	.118	. *	52.726	.000
18	-.030	.115	. *	52.796	.000
19	-.076	.111	. **	53.256	.000
20	-.122	.108	. **	54.536	.000
21	-.054	.105	. *	54.802	.000
22	-.003	.101	. *	54.803	.000
23	-.017	.097	. *	54.832	.000
24	.105	.094	. **	56.101	.000
25	.052	.090	. *	56.433	.000
26	.112	.085	. **	58.135	.000
27	.038	.081	. *	58.350	.000
28	.033	.076	. *	58.533	.001
29	-.012	.072	. *	58.561	.001
30	-.021	.066	. *	58.660	.001
31	-.008	.060	. *	58.679	.002
32	-.013	.054	. *	58.735	.003
33	.001	.047	. *	58.736	.004
34	-.015	.038	. *	58.892	.005

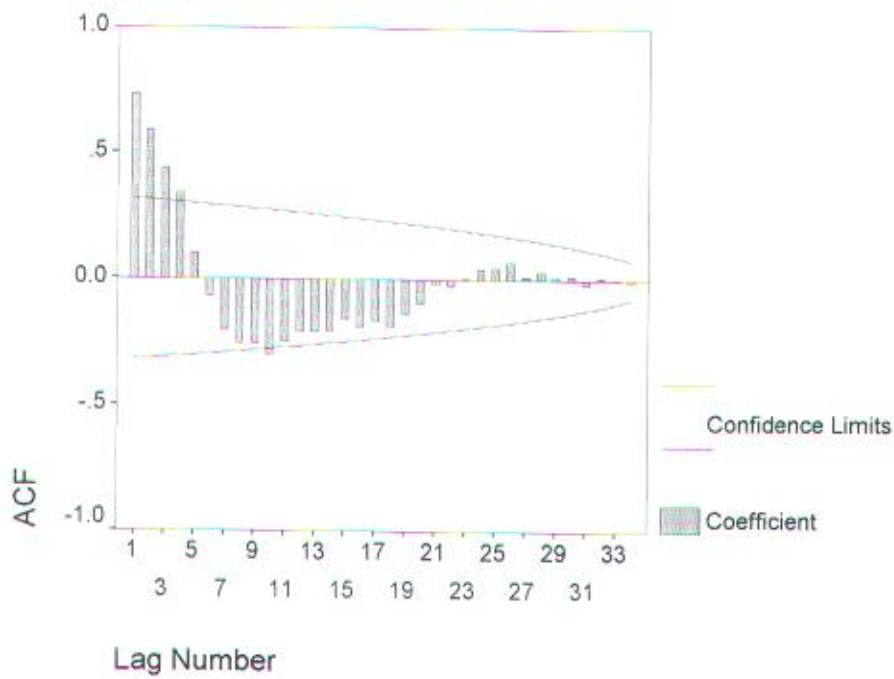
Plot Symbols: Autocorrelations * Two Standard Error Limits .

Total cases: 36 Computable first lags: 35

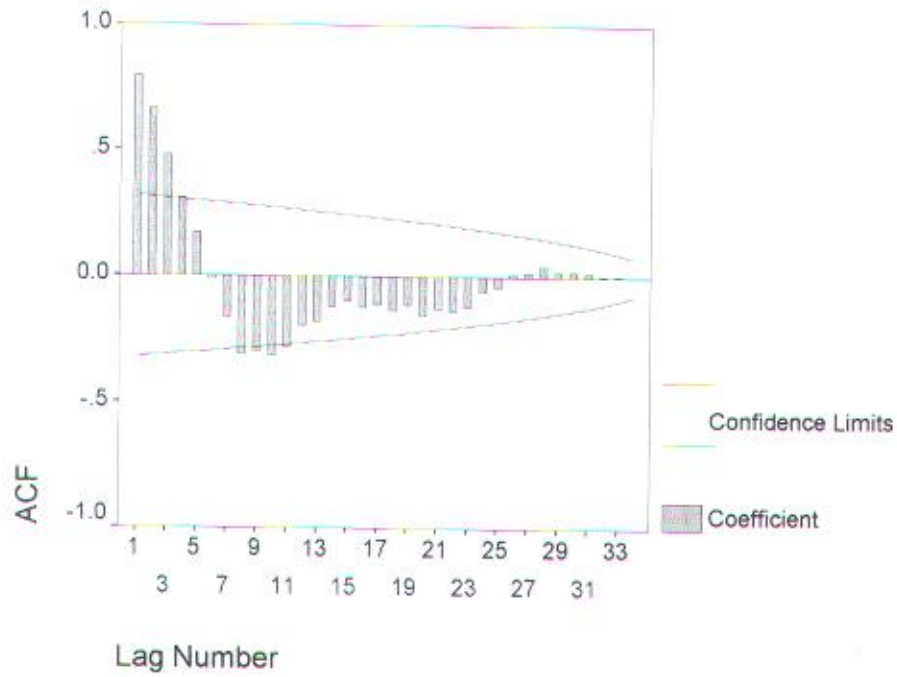
K.175



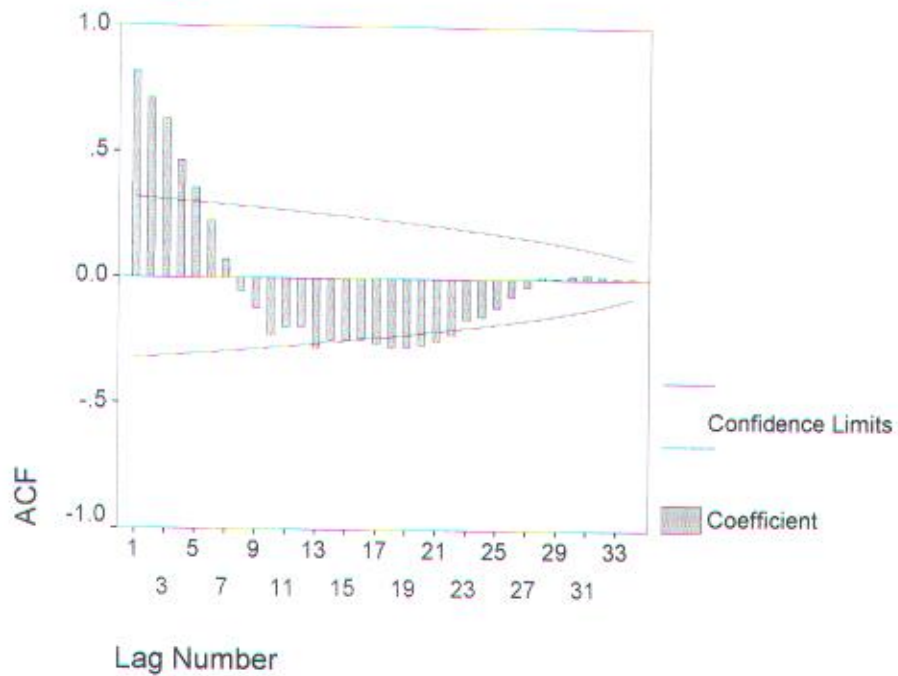
K.225



K.250



K.300



Exponential smoothing with linear trend for K-175

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
1	+310.000	+310.000	0			
2	+271.000	+281.413	-11.6921		+310.000	+39.0000
3	+363.000	+338.094	+16.2727		+269.721	-93.2791
4	+344.000	+346.768	+13.1647		+354.367	+10.3672
5	+201.000	+243.435	-34.4829		+359.933	+158.933
6	+389.000	+340.927	+19.4949		+208.952	-180.048
7	+290.000	+308.803	-1.61743		+360.422	+70.4221
8	+903.000	+743.917	+177.006		+307.185	-595.815
9	+652.000	+723.803	+96.3836		+920.924	+268.924
10	+721.000	+747.483	+66.6479		+820.186	+99.186
11	+584.000	+645.445	-2.34460		+814.131	+230.131
12	+615.000	+622.503	-10.7690		+643.100	+28.1003
13	+455.000	+496.848	-57.7573		+611.734	+156.734
14	+613.000	+566.566	-5.61981		+439.091	-173.909
15	+644.000	+621.825	+19.2794		+560.946	-83.0537
16	+349.000	+426.992	-68.2925		+641.104	+292.104

MAD = 105.970 MSE = 23609 Bias = -.838344 a = 0.733 b = 0.409

Exponential smoothing with linear trend for K-175

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
17	+368.000	+365.517	-65.5042		+358.699	-9.3007
18	+314.000	+310.265	-61.3108		+300.013	-13.9875
19	+199.000	+212.338	-76.2870		+248.955	+49.9546
20	+167.000	+158.737	-67.0086		+136.051	-30.9492
21	+195.000	+167.426	-36.0479		+91.7280	-103.272
22	+120.000	+123.038	-39.4591		+131.378	+11.3784
23	+139.000	+124.203	-22.8441		+83.5789	-55.4211
24	+153.000	+139.212	-7.36210		+101.359	-51.6415
25	+222.000	+197.930	+19.6647		+131.850	-90.1504
26	+237.000	+231.819	+25.4824		+217.595	-19.4054
27	+378.000	+345.773	+61.6676		+257.301	-120.699
28	+282.000	+315.493	+24.0607		+407.441	+125.441
29	+384.000	+372.133	+37.3857		+339.553	-44.4465
30	+262.000	+301.387	-6.83992		+409.518	+147.518
31	+305.000	+302.209	-3.70630		+294.548	-10.4525
32	+273.000	+279.809	-11.3520		+298.503	+25.5029

MAD = 105.970 MSE = 23609 Bias = -.838344 a = 0.733 b = 0.409

Exponential smoothing with linear trend for K-175

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
33	+213.000	+227.807	-27.9779		+268.457	+55.4573
34	+347.000	+307.705	+16.1435		+199.829	-147.171
35	+370.000	+357.678	+29.9794		+323.849	-46.1512
36	+317.000	+335.865	+8.79666		+387.657	+70.6571
37					+344.662	
38					+353.459	
39					+362.255	
40					+371.052	
41					+379.849	
42					+388.645	
43					+397.442	
44					+406.239	
45					+415.035	
46					+423.832	
47					+432.629	
48					+441.425	

MAD = 105.970 MSE = 23609 Bias = -.838344 a = 0.733 b = 0.409



Double exponential smoothing with linear trend for K-175

Page: 1

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
1	+310.000	+310.000	+310.000	0	+310.000	+39.0000
2	+271.000	+294.790	+304.068	-3.80891	+281.703	-81.2970
3	+363.000	+321.392	+310.824	+4.33824	+336.298	-7.70236
4	+344.000	+330.209	+318.384	+4.85433	+346.888	+145.888
5	+201.000	+279.818	+303.343	-9.6580	+246.634	-142.366
6	+389.000	+322.399	+310.775	+4.77187	+338.794	+48.7943
7	+290.000	+309.763	+310.380	-.253347	+308.893	-594.107
8	+903.000	+541.126	+400.371	+57.7835	+739.664	+87.6636
9	+652.000	+584.367	+472.129	+46.0764	+742.680	+21.6802
10	+721.000	+637.654	+536.684	+41.4508	+780.074	+196.074
11	+584.000	+616.729	+567.901	+20.0449	+685.601	+70.6010
12	+615.000	+616.055	+586.681	+12.0586	+657.487	+202.487
13	+455.000	+553.243	+573.640	-8.37352	+524.473	-88.5273
14	+613.000	+576.548	+574.774	+7.28243	+579.050	-64.9495
15	+644.000	+602.854	+585.726	+7.03184	+627.015	+278.015
16	+349.000	+503.851	+553.795	-20.5031		

MAD = 97.5580 MSE = 20131 Bias = -1.46845 a = 0.390 b = 0.950

Double exponential smoothing with linear trend for K-175 Page: 2

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
17	+368.000	+450.869	+513.654	-25.7747	+433.405	+65.4048
18	+314.000	+397.490	+468.350	-29.0898	+362.310	+48.3101
19	+199.000	+320.079	+410.524	-37.1302	+297.541	+98.5407
20	+167.000	+260.378	+351.967	-37.5997	+192.504	+25.5037
21	+195.000	+234.881	+306.304	-29.3209	+131.189	-63.8106
22	+120.000	+190.077	+260.975	-29.1055	+134.137	+14.1369
23	+139.000	+170.157	+225.556	-22.7428	+90.0737	-48.9263
24	+153.000	+163.466	+201.341	-15.5487	+92.0153	-60.9847
25	+222.000	+186.294	+195.473	-3.76804	+110.042	-111.958
26	+237.000	+206.069	+199.605	+2.65364	+173.348	-63.6524
27	+378.000	+273.122	+228.277	+18.4102	+215.187	-162.813
28	+282.000	+276.585	+247.117	+12.0972	+336.378	+54.3779
29	+384.000	+318.477	+274.947	+17.8699	+318.150	-65.8504
30	+262.000	+296.451	+283.334	+5.38493	+379.876	+117.876
31	+305.000	+299.785	+289.750	+4.11977	+314.953	+9.9528
32	+273.000	+289.339	+289.589	-.102870	+313.940	+40.9401

MAD = 97.5580 MSE = 20131 Bias = -1.46845 a = 0.390 b = 0.950



Double exponential smoothing with linear trend for K-175 Page: 3

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
33	+213.000	+259.567	+277.881	-7.51833	+288.985	+75.9854
34	+347.000	+293.666	+284.037	+3.95293	+233.734	-113.266
35	+370.000	+323.436	+299.402	+9.8664	+307.248	-62.7524
36	+317.000	+320.926	+307.797	+5.38995	+357.336	+40.3360
37					+339.445	
38					+344.835	
39					+350.225	
40					+355.615	
41					+361.005	
42					+366.395	
43					+371.785	
44					+377.175	
45					+382.565	
46					+387.955	
47					+393.345	
48					+398.735	

MAD = 97.5580 MSE = 20131 Bias = -1.46845 a = 0.390 b = 0.950

Exponential smoothing with linear trend for K-225

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
1	+6976	+6976	0			
2	+6651	+6733	-36.4650		+6976	+325.000
3	+8700	+8195	+188.335		+6696	-2004
4	+8425	+8415	+192.998		+8383	-41.5635
5	+3863	+5059	-339.337		+8608	+4745
6	+10111	+8752	+265.613		+4719	-5392
7	+8706	+8785	+230.618		+9018	+311.900
8	+9031	+9027	+232.389		+9015	-15.7822
9	+9123	+9157	+217.084		+9259	+136.412
10	+16231	+14503	+986.388		+9374	-6857
11	+14018	+14389	+821.281		+15490	+1472
12	+13843	+14188	+667.891		+15210	+1367
13	+13057	+13510	+466.111		+14855	+1798
14	+14402	+14295	+513.873		+13976	-425.691
15	+15130	+15049	+549.934		+14809	-321.401
16	+10481	+11771	-24.2987		+15599	+5118

MAD = 1782 MSE = 6953296 Bias = -139.299 a = 0.748 b = 0.150

Exponential smoothing with linear trend for K-225

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
17	+3677	+5710	-929.688		+11746	+8069
18	+4397	+4494	-972.751		+4781	+383.806
19	+4476	+4235	-865.596		+3521	-955.032
20	+3998	+3840	-795.105		+3370	-628.264
21	+4396	+4055	-643.475		+3045	-1351
22	+3431	+3426	-641.339		+3412	-19.0349
23	+4274	+3899	-474.258		+2785	-1489
24	+4881	+4514	-310.837		+3424	-1457
25	+7097	+6368	+13.8566		+4203	-2894
26	+4987	+5338	-142.617		+6382	+1395
27	+7557	+6962	+122.307		+5196	-2361
28	+5351	+5788	-72.1683		+7084	+1733
29	+6705	+6456	+38.8401		+5716	-989.379
30	+5903	+6052	-27.5281		+6495	+591.517
31	+5482	+5619	-88.4004		+6025	+542.535
32	+6406	+6185	+9.8511		+5530	-875.682

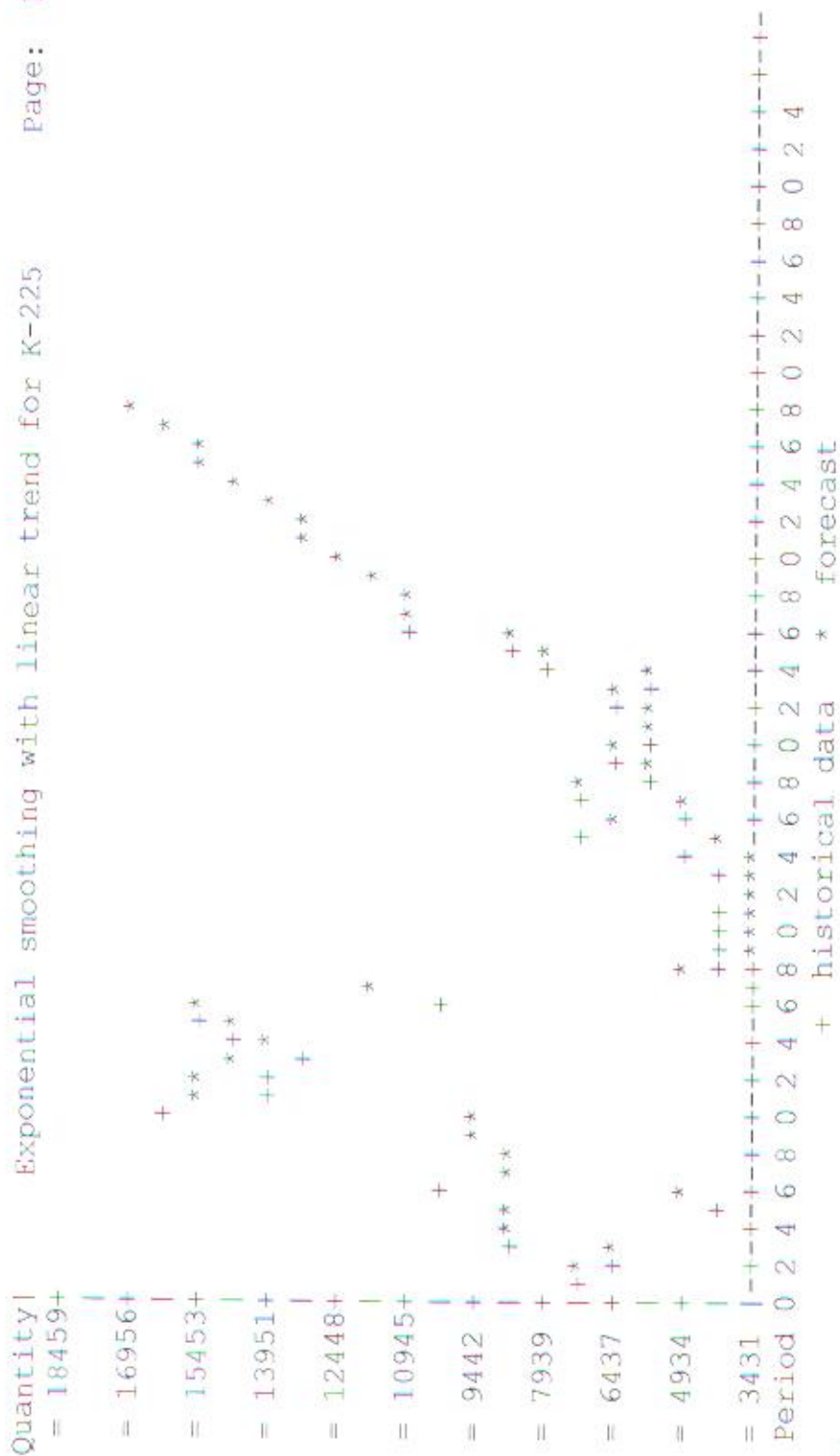
MAD = 1782 MSE = 6953296 Bias = -139.299 a = 0.748 b = 0.150

Exponential smoothing with linear trend for K-225

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
33	+5435	+5627	-75.4410		+6195	+760.179
34	+8152	+7497	+216.377		+5551	-2601
35	+8452	+8266	+299.298		+7713	-739.043
36	+10773	+10217	+547.029		+8565	-2208
37					+10764	
38					+11311	
39					+11858	
40					+12405	
41					+12952	
42					+13499	
43					+14046	
44					+14593	
45					+15140	
46					+15687	
47					+16234	
48					+16781	

MAD = 1782 MSE = 6953296 Bias = -139.299 a = 0.748 b = 0.150

Exponential smoothing with linear trend for K-225



□



Double exponential smoothing with linear trend for K-225 Page: 1

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
1	+6976	+6976	+6976	0		
2	+6651	+6807	+6888	-44.4026	+6976	+325.001
3	+8700	+7791	+7358	+237.314	+6681	-2019
4	+8425	+8121	+7755	+200.481	+8462	+37.2314
5	+3863	+5907	+6794	-485.491	+8688	+4825
6	+10111	+8093	+7469	+341.360	+4534	-5577
7	+8706	+8412	+7959	+247.607	+9058	+351.969
8	+9031	+8734	+8362	+203.456	+9112	+80.7109
9	+9123	+8936	+8661	+150.838	+9309	+185.913
10	+16231	+12729	+10776	+1069	+9363	-6868
11	+14018	+13400	+12140	+689.184	+15752	+1734
12	+13843	+13630	+12915	+391.399	+15348	+1505
13	+13057	+13332	+13132	+109.570	+14737	+1680
14	+14402	+13888	+13525	+198.766	+13642	-760.154
15	+15130	+14534	+14050	+265.033	+14450	-679.654
16	+10481	+12426	+13206	-426.525	+15283	+4802

MAD = 1807 MSE = 6717672 Bias = -122.474 a = 0.520 b = 0.950

Double exponential smoothing with linear trend for K-225 Page: 2

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
17	+3677	+7877	+10435	-1400	+11221	+7544
18	+4397	+6067	+8164	-1147	+3919	-478.263
19	+4476	+5240	+6643	-768.190	+2823	-1653
20	+3998	+4594	+5578	-538.392	+3068	-929.799
21	+4396	+4491	+5013	-285.489	+3072	-1324
22	+3431	+3940	+4455	-281.866	+3684	+253.018
23	+4274	+4114	+4277	-89.6409	+3143	-1131
24	+4881	+4513	+4400	+61.8168	+3860	-1021
25	+7097	+5857	+5157	+382.754	+4687	-2410
26	+4987	+5404	+5286	+64.9268	+6939	+1952
27	+7557	+6524	+5930	+325.265	+5588	-1969
28	+5351	+5914	+5921	-4.09564	+7443	+2092
29	+6705	+6325	+6131	+106.115	+5902	-802.664
30	+5903	+6106	+6118	-6.75792	+6625	+722.257
31	+5482	+5781	+5943	-88.4548	+6087	+604.590
32	+6406	+6106	+6028	+42.8802	+5531	-874.681

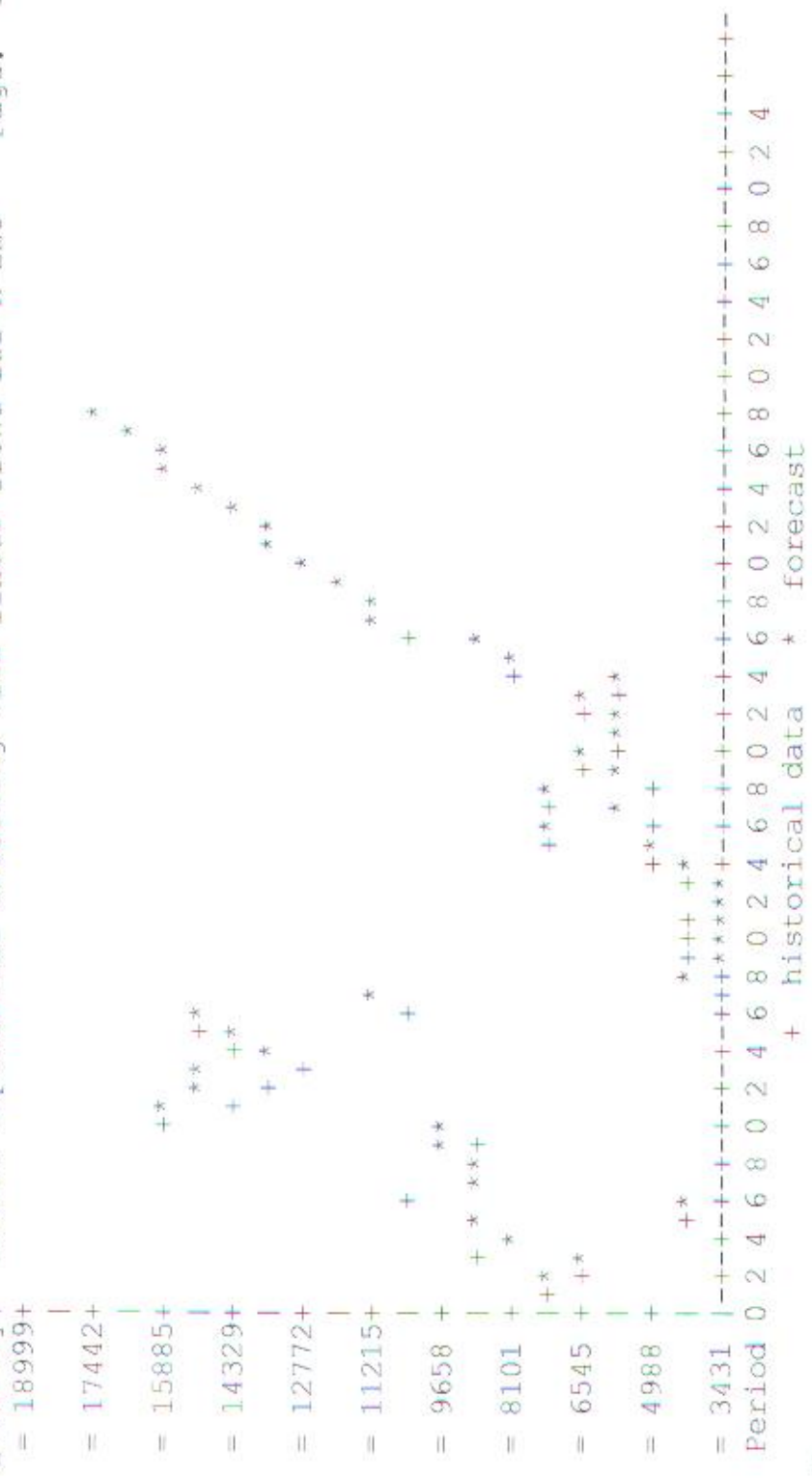
MAD = 1807 MSE = 6717672 Bias = -122.474 a = 0.520 b = 0.950

Double exponential smoothing with linear trend for K-225 Page: 3

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
33	+5435	+5757	+5887	-71.1162	+6227	+792.398
34	+8152	+7002	+6467	+293.054	+5556	-2596
35	+8452	+7756	+7137	+338.704	+7831	-621.078
36	+10773	+9325	+8275	+574.738	+8714	-2059
37					+10950	
38					+11524	
39					+12099	
40					+12674	
41					+13249	
42					+13823	
43					+14398	
44					+14973	
45					+15548	
46					+16122	
47					+16697	
48					+17272	

MAD = 1807 MSE = 6717672 Bias = -122.474 a = 0.520 b = 0.950

Quantity| Double exponential smoothing with linear trend for K-225 Page: 1



Exponential smoothing with linear trend for K=250

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
1	+3255	+3255	0			
2	+2443	+2589	-99.876		+3255	+812.000
3	+3444	+3272	+17.5541		+2489	-954.716
4	+3267	+3271	+14.7613		+3290	+22.7056
5	+1449	+1780	-211.171		+3286	+1837
6	+3306	+2993	+2.54617		+1568	-1738
7	+3083	+3067	+13.2731		+2996	-87.2109
8	+5419	+4998	+300.899		+3081	-2338
9	+5995	+5870	+386.509		+5299	-696.017
10	+7574	+7337	+548.596		+6256	-1318
11	+5549	+5970	+261.219		+7885	+2336
12	+5845	+5914	+213.769		+6231	+385.771
13	+7287	+7078	+356.301		+6128	-1159
14	+6435	+6615	+233.335		+7435	+1000
15	+6760	+6776	+222.476		+6848	+88.2847
16	+3712	+4304	-181.747		+6998	+3286

MAD = 847.713 MSE = 1316545 Bias = -22.6054 a = 0.820 b = 0.150

Exponential smoothing with linear trend for K=250

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
17	+2206	+2551	-417.390		+4122	+1916
18	+2889	+2753	-324.458		+2133	-755.546
19	+2089	+2150	-366.222		+2429	+339.544
20	+1583	+1619	-390.932		+1784	+200.896
21	+1856	+1743	-313.716		+1228	-627.771
22	+1915	+1828	-253.973		+1429	-485.715
23	+1951	+1883	-207.553		+1574	-377.402
24	+1830	+1802	-188.551		+1676	-154.485
25	+2513	+2351	-77.9302		+1614	-899.359
26	+2019	+2065	-109.195		+2273	+254.185
27	+3590	+3296	+91.8414		+1956	-1634
28	+3098	+3150	+56.2154		+3388	+289.642
29	+3043	+3072	+36.1233		+3206	+163.351
30	+2492	+2603	-39.7095		+3109	+616.527
31	+2193	+2260	-85.2521		+2563	+370.265
32	+2317	+2291	-67.7118		+2174	-142.604

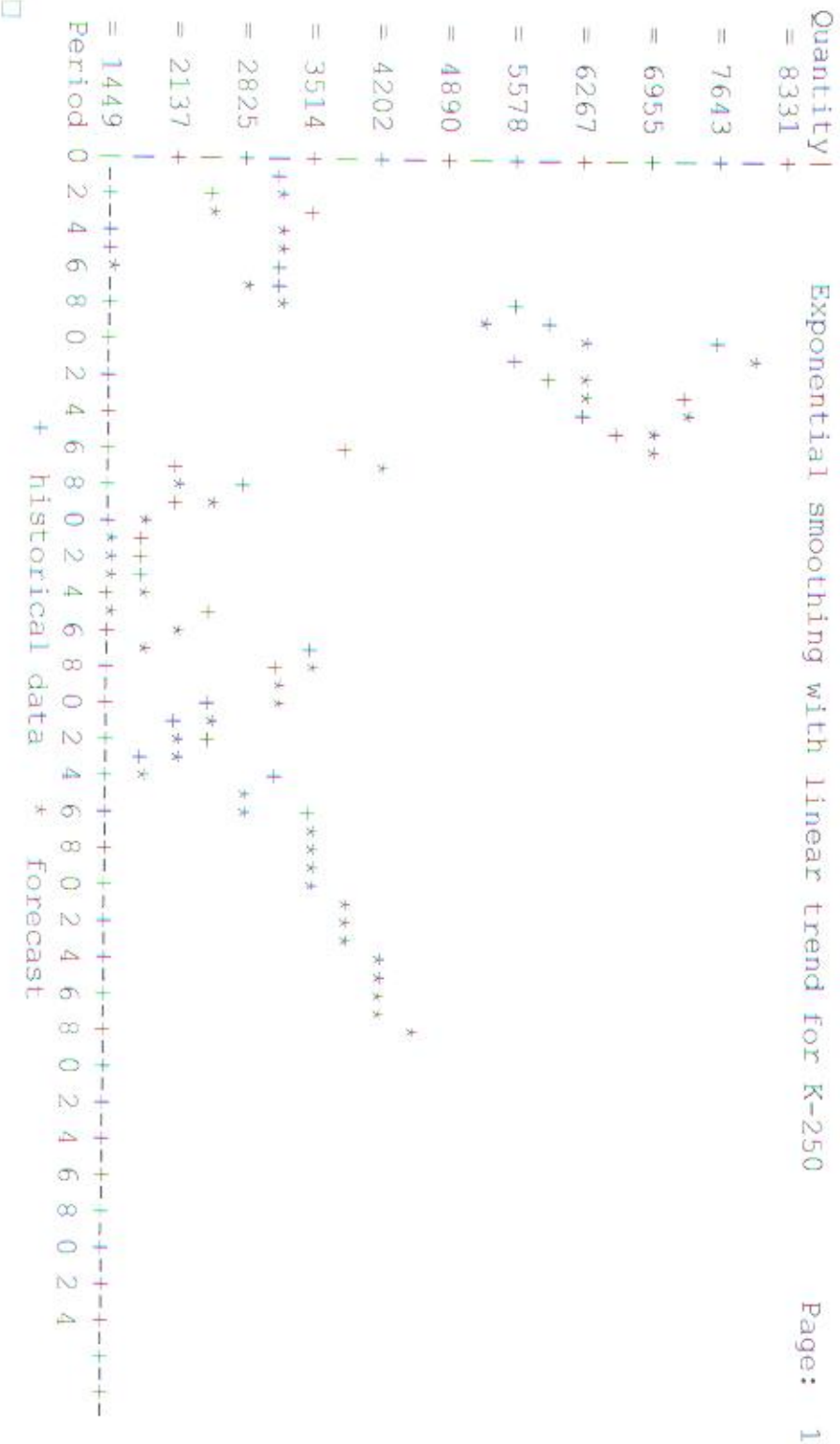
MAD = 847.713 MSE = 1316545 Bias = -22.6054 a = 0.820 b = 0.150

Exponential smoothing with linear trend for K-250

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
33	+1812	+1886	-118.341		+2224	+411.619
34	+3122	+2878	+48.2317		+1768	-1354
35	+2817	+2837	+34.7673		+2926	+109.467
36	+3380	+3288	+97.3163		+2871	-508.529
37					+3386	
38					+3483	
39					+3580	
40					+3678	
41					+3775	
42					+3872	
43					+3970	
44					+4067	
45					+4164	
46					+4262	
47					+4359	
48					+4456	

MAD = 847.713 MSE = 1316545 Bias = -22.6054 a = 0.820 b = 0.150

LAMPIRAN B



LAMPIRAN B

Double exponential smoothing with linear trend for K=250 Page: 1

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
1	+3255	+3255	+3255	0		
2	+2443	+2768	+2963	-123.472	+3255	+812.000
3	+3444	+3174	+3089	+53.4337	+2449	-994.552
4	+3267	+3230	+3173	+35.5880	+3311	+44.2896
5	+1449	+2161	+2566	-256.522	+3321	+1872
6	+3306	+2848	+2735	+71.4618	+1500	-1806
7	+3083	+2989	+2888	+64.3039	+3032	-50.6504
8	+5419	+4447	+3823	+395.219	+3155	-2264
9	+5995	+5376	+4755	+393.473	+5466	-528.977
10	+7574	+6695	+5919	+491.645	+6390	-1184
11	+5549	+6007	+5972	+22.4401	+7962	+2413
12	+5845	+5910	+5935	-15.7015	+6065	+220.147
13	+7287	+6736	+6416	+203.118	+5869	-1418
14	+6435	+6555	+6500	+35.4520	+7260	+824.872
15	+6760	+6678	+6607	+45.2818	+6647	-113.127
16	+3712	+4898	+5582	-432.923	+6795	+3083

MAD = 822.227 MSE = 1243873 Bias = -12.9401 a = 0.600 b = 0.947

Double exponential smoothing with linear trend for K=250 Page: 2

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
17	+2206	+3283	+4203	-582.585	+3782	+1576
18	+2889	+3047	+3509	-292.944	+1781	-1108
19	+2089	+2472	+2887	-262.789	+2291	+202.289
20	+1583	+1939	+2318	-240.302	+1794	+211.481
21	+1856	+1889	+2061	-108.683	+1319	-536.963
22	+1915	+1905	+1967	-39.5267	+1609	-306.175
23	+1951	+1932	+1946	-8.75797	+1803	-148.295
24	+1830	+1871	+1901	-19.0813	+1910	+79.8665
25	+2513	+2256	+2114	+89.9928	+1822	-691.219
26	+2019	+2114	+2114	-.070071	+2488	+469.223
27	+3590	+3000	+2645	+224.430	+2114	-1476
28	+3098	+3059	+2893	+104.742	+3578	+480.206
29	+3043	+3049	+2987	+39.5217	+3329	+285.680
30	+2492	+2715	+2824	-68.9261	+3151	+659.148
31	+2193	+2402	+2571	-106.930	+2537	+344.185
32	+2317	+2351	+2439	-55.6605	+2126	-190.941

MAD = 822.227 MSE = 1243873 Bias = -12.9401 a = 0.600 b = 0.947

LAMPIRAN B

Double exponential smoothing with linear trend for K=250 Page: 3

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
33	+1812	+2028	+2192	-104.209	+2207	+395.392
34	+3122	+2684	+2487	+124.736	+1759	-1363
35	+2817	+2764	+2653	+70.0840	+3006	+188.834
36	+3380	+3134	+2941	+121.719	+2945	-435.410
37					+3447	
38					+3569	
39					+3691	
40					+3813	
41					+3934	
42					+4056	
43					+4178	
44					+4299	
45					+4421	
46					+4543	
47					+4665	
48					+4786	

MAD = 822.227 MSE = 1243873 Bias = -12.9401 a = 0.600 b = 0.947

Exponential smoothing with linear trend for K-300 Page: 1

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
1	+2945	+2945	0			
2	+3122	+3094	+65.4193		+2945	-177.000
3	+3444	+3398	+170.719		+3159	-284.901
4	+3611	+3604	+186.192		+3569	-41.8655
5	+1770	+2093	-560.582		+3790	+2020
6	+4083	+3675	+382.010		+1533	-2550
7	+4897	+4763	+692.488		+4057	-840.039
8	+5193	+5235	+595.623		+5455	+262.082
9	+7298	+7063	+1138		+5831	-1467
10	+6853	+7069	+639.696		+8201	+1348
11	+6425	+6630	+165.348		+7708	+1283
12	+6460	+6514	+41.2758		+6796	+335.694
13	+5769	+5895	-249.225		+6555	+785.987
14	+5822	+5794	-184.003		+5646	-176.467
15	+7082	+6846	+360.136		+5610	-1472
16	+5896	+6106	-124.254		+7207	+1311

MAD = 903.480 MSE = 1540390 Bias = -15.7852 a = 0.840 b = 0.440

Exponential smoothing with linear trend for K-300 Page: 2

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
17	+2114	+2733	-1554		+5981	+3867
18	+3518	+3144	-689.213		+1179	-2339
19	+1890	+1980	-897.877		+2455	+564.568
20	+1833	+1713	-620.475		+1082	-750.546
21	+2051	+1898	-266.191		+1092	-958.563
22	+1516	+1534	-308.857		+1631	+115.439
23	+1765	+1679	-109.500		+1226	-539.387
24	+1612	+1605	-93.6802		+1569	-42.8015
25	+2135	+2035	+136.776		+1511	-623.528
26	+2691	+2608	+328.594		+2172	-518.989
27	+3100	+3074	+389.003		+2937	-163.444
28	+1178	+1544	-455.478		+3463	+2285
29	+1788	+1676	-196.795		+1088	-699.902
30	+2456	+2300	+164.223		+1479	-976.779
31	+1868	+1963	-56.0358		+2464	+595.938
32	+1999	+1984	-22.1488		+1907	-91.6857

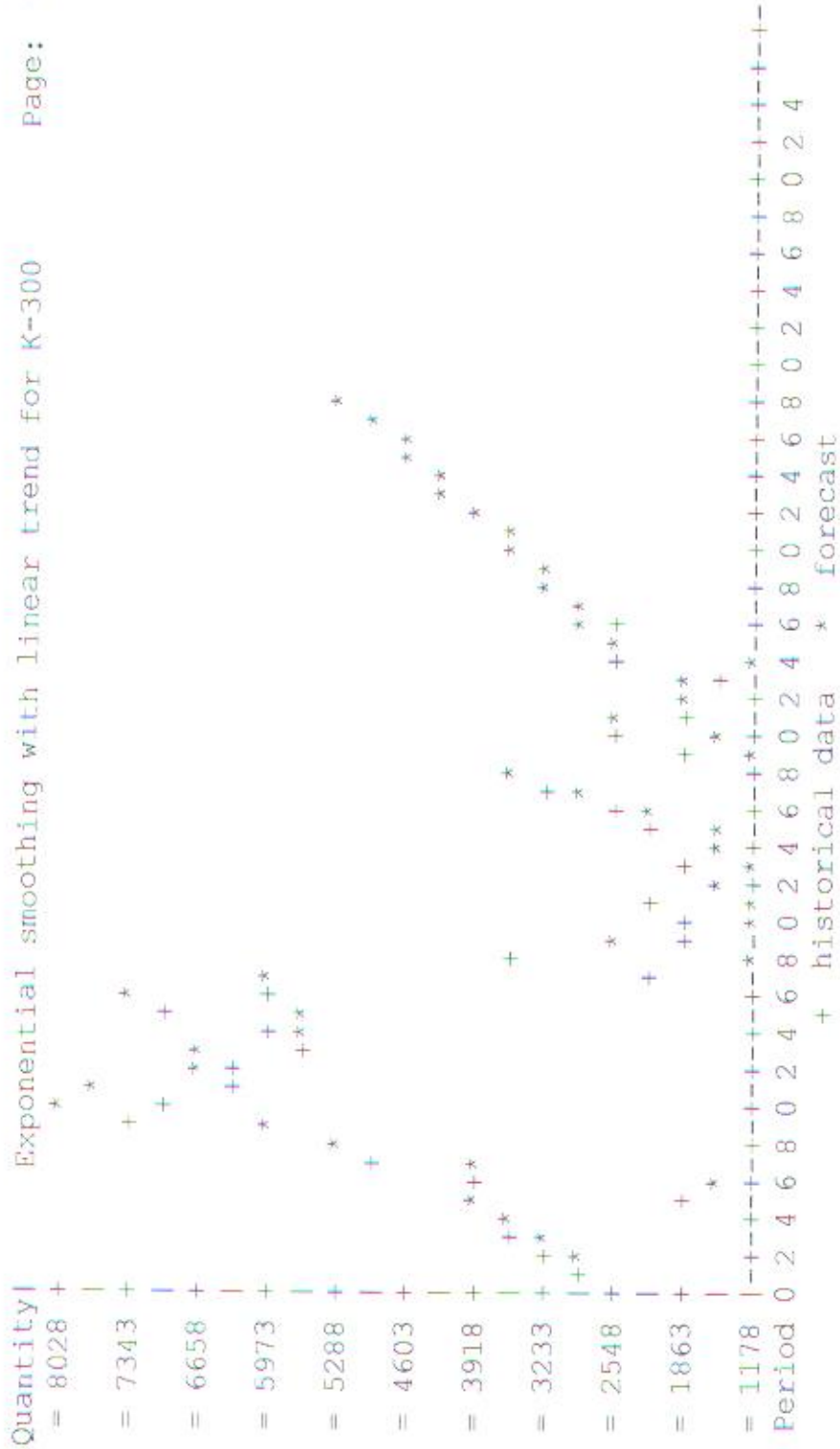
MAD = 903.480 MSE = 1540390 Bias = -15.7852 a = 0.840 b = 0.440

Exponential smoothing with linear trend for K-300 Page: 3

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
33	+1350	+1448	-248.411		+1962	+612.182
34	+2428	+2231	+205.628		+1200	-1228
35	+2581	+2558	+258.823		+2437	-143.926
36	+2669	+2693	+204.198		+2817	+147.795
37					+2897	
38					+3101	
39					+3305	
40					+3509	
41					+3714	
42					+3918	
43					+4122	
44					+4326	
45					+4530	
46					+4735	
47					+4939	
48					+5143	

MAD = 903.480 MSE = 1540390 Bias = -15.7852 a = 0.840 b = 0.440

Exponential smoothing with linear trend for K-300



Double exponential smoothing with linear trend for K-300 Page: 1

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
1	+2945	+2945	+2945	0		-177.000
2	+3122	+3032	+2987	+22.1162	+2945	-345.921
3	+3444	+3234	+3108	+62.7924	+3098	-188.881
4	+3611	+3419	+3260	+79.1625	+3422	+1886
5	+1770	+2611	+2942	-165.620	+3656	-1969
6	+4083	+3332	+3133	+99.487	+2114	-1266
7	+4897	+4099	+3606	+246.264	+3631	-355.271
8	+5193	+4635	+4110	+262.298	+4838	-1876
9	+7298	+5940	+5007	+466.510	+5422	+486.415
10	+6853	+6387	+5683	+352.014	+7339	+1018
11	+6425	+6406	+6037	+184.236	+7443	+498.486
12	+6460	+6432	+6231	+100.735	+6958	+965.553
13	+5769	+6107	+6170	-31.5103	+6735	+190.776
14	+5822	+5968	+6071	-51.7192	+6013	-1270
15	+7082	+6514	+6288	+112.879	+5812	+956.246
16	+5896	+6211	+6250	-19.6016	+6852	

MAD = 808.808 MSE = 1262543 Bias = -9.6638 a = 0.490 b = 0.980

Double exponential smoothing with linear trend for K-300 Page: 2

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
17	+2114	+4203	+5247	-521.915	+6152	+4038
18	+3518	+3868	+4571	-351.825	+2638	-880.283
19	+1890	+2899	+3752	-426.530	+2812	+922.111
20	+1833	+2376	+3078	-350.673	+1619	-214.021
21	+2051	+2217	+2656	-219.507	+1324	-726.580
22	+1516	+1873	+2273	-199.535	+1558	+42.4536
23	+1765	+1820	+2051	-115.320	+1275	-490.109
24	+1612	+1718	+1888	-84.8443	+1474	-137.625
25	+2135	+1922	+1905	+8.80231	+1464	-671.283
26	+2691	+2299	+2098	+100.518	+1949	-742.136
27	+3100	+2692	+2389	+151.344	+2601	-499.402
28	+1178	+1950	+2174	-111.928	+3146	+1968
29	+1788	+1871	+2025	-77.3115	+1614	-173.893
30	+2456	+2157	+2090	+33.7213	+1639	-817.370
31	+1868	+2016	+2054	-18.9662	+2259	+390.592
32	+1999	+2007	+2031	-11.7480	+1959	-40.2903

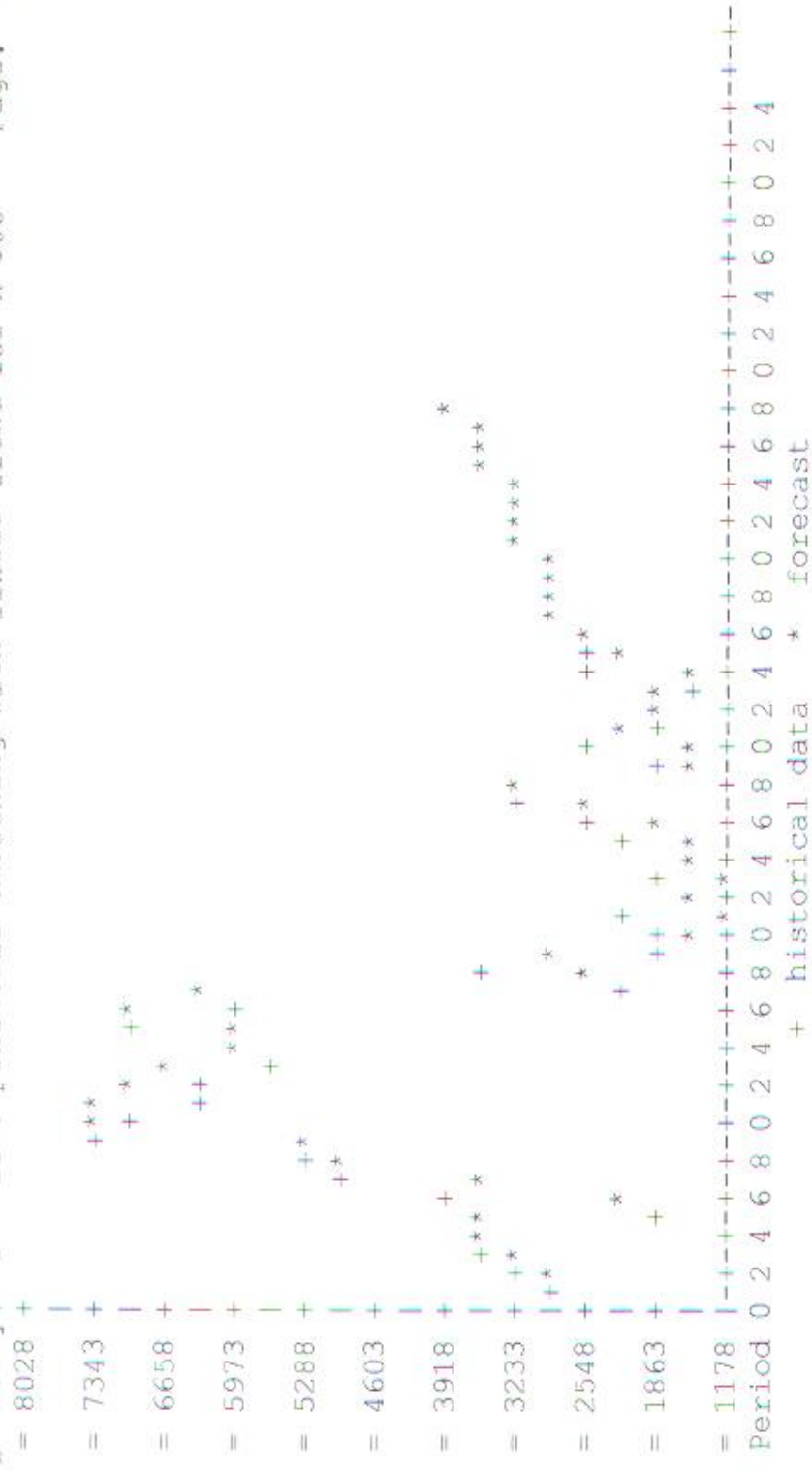
MAD = 808.808 MSE = 1262543 Bias = -9.6638 a = 0.490 b = 0.980

Double exponential smoothing with linear trend for K-300 Page: 3

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
33	+1350	+1685	+1862	-88.1423	+1972	+622.226
34	+2428	+2049	+1954	+47.8466	+1421	-1007
35	+2581	+2310	+2128	+90.8467	+2193	-388.232
36	+2669	+2486	+2303	+91.2144	+2582	-86.6633
37					+2759	
38					+2851	
39					+2942	
40					+3033	
41					+3124	
42					+3216	
43					+3307	
44					+3398	
45					+3489	
46					+3580	
47					+3672	
48					+3763	

MAD = 808.808 MSE = 1262543 Bias = -9.6638 a = 0.490 b = 0.980

Quantity | Double exponential smoothing with linear trend for K-300 Page: 1



Exponential smoothing with linear trend for K-400

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
1	+2015	+2015	0			
2	+1086	+1365	-507.234		+2015	+929.000
3	+2175	+1780	+212.140		+857.466	-1318
4	+1547	+1680	-30.7645		+1992	+444.879
5	+724.000	+1002	-536.196		+1650	+925.699
6	+1556	+1229	+59.2092		+465.514	-1090
7	+1088	+1148	-50.0253		+1288	+200.063
8	+2032	+1752	+459.942		+1098	-934.006
9	+2867	+2670	+817.714		+2212	-655.260
10	+4689	+4329	+1473		+3488	-1201
11	+2628	+3580	-259.687		+5802	+3174
12	+3999	+3795	+110.746		+3321	-678.449
13	+3644	+3723	-32.4213		+3906	+262.211
14	+3371	+3467	-206.728		+3690	+319.242
15	+2575	+2781	-580.762		+3260	+685.045
16	+1310	+1577	-1067		+2200	+889.751

MAD = 740.456 MSE = 894372 Bias = -19.1339 a = 0.700 b = 0.780

Exponential smoothing with linear trend for K-400

Page: 2

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
17	+827.000	+732.008	-893.681		+510.359	-316.641
18	+1382	+918.898	-50.8352		-161.673	-1544
19	+1293	+1166	+181.180		+868.063	-424.937
20	+750.000	+929.010	-144.617		+1347	+596.699
21	+1270	+1124	+120.524		+784.392	-485.608
22	+958.000	+1044	-36.0914		+1245	+286.842
23	+1115	+1083	+22.3518		+1008	-107.039
24	+1118	+1114	+29.3187		+1105	-12.7598
25	+1774	+1585	+373.577		+1143	-630.509
26	+950.000	+1253	-177.023		+1958	+1008
27	+2834	+2306	+783.116		+1076	-1758
28	+1971	+2307	+172.378		+3090	+1119
29	+1594	+1859	-310.804		+2479	+884.948
30	+1181	+1291	-511.557		+1549	+367.681
31	+1340	+1172	-205.659		+779.747	-560.253
32	+1636	+1435	+160.016		+966.265	-669.735

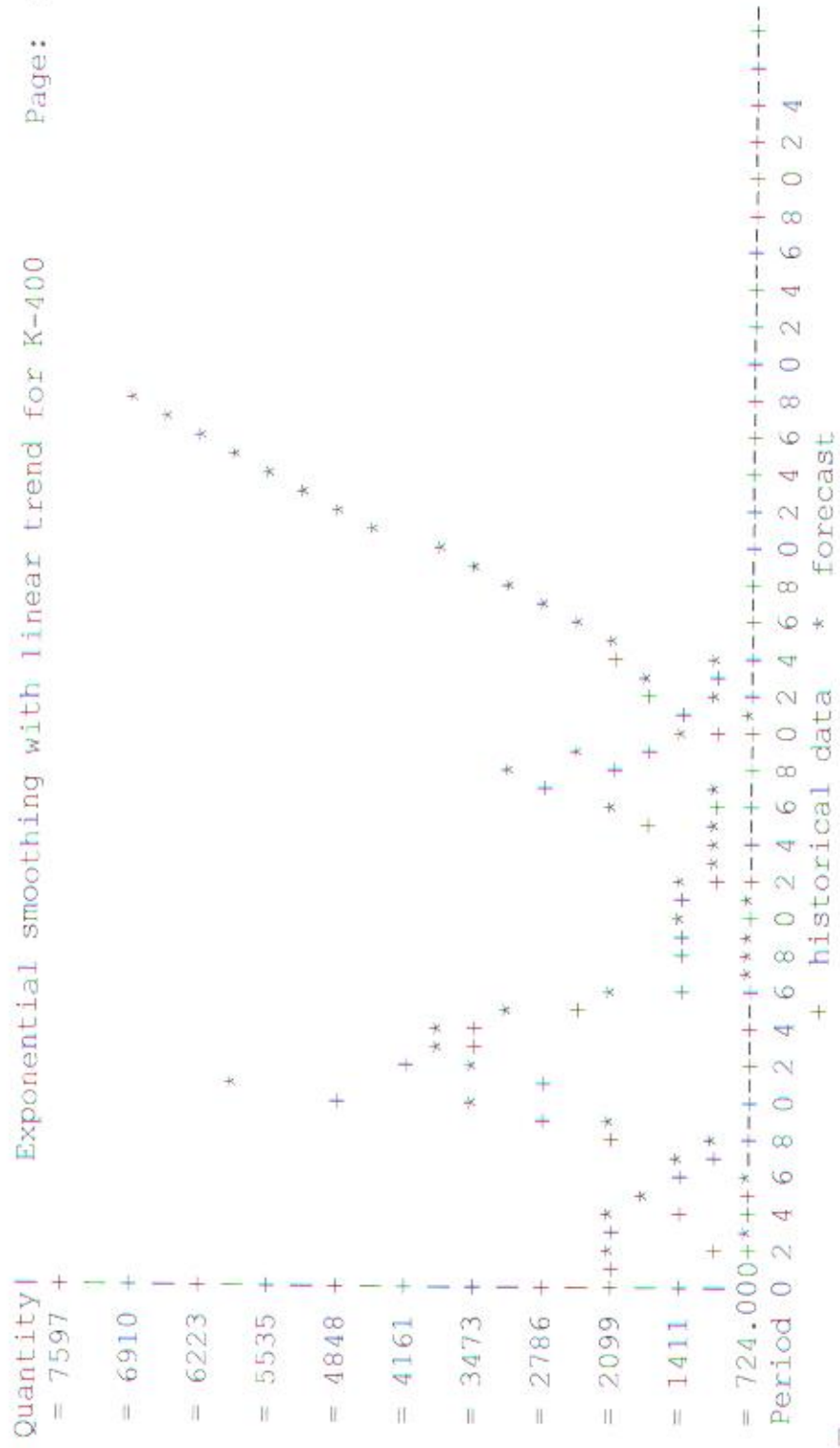
MAD = 740.456 MSE = 894372 Bias = -19.1339 a = 0.700 b = 0.780

Exponential smoothing with linear trend for K-400

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
33	+1172	+1299	-70.9940		+1595	+423.096
34	+2081	+1825	+394.780		+1228	-853.065
35	+2113	+2145	+336.434		+2220	+106.860
36	+2535	+2519	+365.649		+2481	-53.5078
37					+2885	
38					+3250	
39					+3616	
40					+3982	
41					+4347	
42					+4713	
43					+5078	
44					+5444	
45					+5810	
46					+6175	
47					+6541	
48					+6907	

MAD = 740.456 MSE = 894372 Bias = -19.1339 a = 0.700 b = 0.780

Exponential smoothing with linear trend for K-400



□

Double exponential smoothing with linear trend for K-400 Page: 1

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
1	+2015	+2015	+2015	0		
2	+1086	+1571	+1803	-116.878	+2015	+929.000
3	+2175	+1860	+1830	+14.9871	+1222	-952.740
4	+1547	+1710	+1773	-31.5153	+1904	+357.391
5	+724.000	+1239	+1518	-140.528	+1616	+892.201
6	+1556	+1390	+1457	-33.4492	+819.575	-736.425
7	+1088	+1246	+1356	-55.5088	+1291	+202.637
8	+2032	+1622	+1483	+69.9286	+1080	-951.731
9	+2867	+2217	+1834	+193.183	+1830	-1037
10	+4689	+3399	+2582	+411.856	+2793	-1896
11	+2628	+3030	+2796	+118.042	+4627	+1999
12	+3999	+3493	+3129	+183.498	+3382	-616.609
13	+3644	+3565	+3338	+114.745	+4041	+396.731
14	+3371	+3472	+3402	+35.4470	+3908	+536.653
15	+2575	+3043	+3231	-94.4049	+3578	+1003
16	+1310	+2215	+2745	-267.368	+2762	+1452

MAD = 691.196 MSE = 704041 Bias = -24.7362 a = 0.478 b = 0.948

Double exponential smoothing with linear trend for K-400 Page: 2

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
17	+827.000	+1551	+2175	-314.175	+1417	+590.240
18	+1382	+1470	+1838	-185.320	+614.201	-767.799
19	+1293	+1386	+1622	-119.064	+917.603	-375.397
20	+750.000	+1082	+1364	-142.121	+1030	+280.437
21	+1270	+1172	+1272	-50.5098	+657.817	-612.183
22	+958.000	+1070	+1175	-53.2595	+1021	+63.0764
23	+1115	+1091	+1135	-22.0875	+910.696	-204.304
24	+1118	+1104	+1120	-8.16956	+1025	-92.6005
25	+1774	+1424	+1266	+80.0213	+1080	-694.313
26	+950.000	+1198	+1233	-17.8998	+1663	+713.015
27	+2834	+1980	+1590	+196.536	+1144	-1690
28	+1971	+1976	+1774	+101.486	+2566	+595.107
29	+1594	+1793	+1783	+4.96790	+2278	+684.347
30	+1181	+1501	+1648	-74.4267	+1808	+627.010
31	+1340	+1424	+1541	-59.0513	+1279	-61.4717
32	+1636	+1525	+1533	-4.12940	+1248	-388.352

MAD = 691.196 MSE = 704041 Bias = -24.7362 a = 0.478 b = 0.948

Double exponential smoothing with linear trend for K-400 Page: 3

Period	Act. Demand	F(t)	T(t)/W(t)	I(t)	Forecast	Error
33	+1172	+1356	+1449	-46.5968	+1513	+340.920
34	+2081	+1703	+1570	+66.8402	+1217	-863.620
35	+2113	+1899	+1727	+86.5040	+1902	-210.844
36	+2535	+2203	+1955	+125.189	+2157	-378.084
37					+2576	
38					+2702	
39					+2827	
40					+2952	
41					+3077	
42					+3202	
43					+3328	
44					+3453	
45					+3578	
46					+3703	
47					+3828	
48					+3953	

MAD = 691.196 MSE = 704041 Bias = -24.7362 a = 0.478 b = 0.948

Summarized Results for PT.Pioneer Beton Industri Page : 1

Variable No.	Variable Names	Solution	Opportunity Cost	Variable No.	Variable Names	Solution	Opportunity Cost
1	X1A	0	0	16	X4A		0
2	X1B	+34285.000	0	17	X4B		0
3	X1C	+49402.000	0	18	X4C		0
4	X1D	+6313.0000	0	19	X4D		0
5	X1E	0	+47.000000	20	X4E		0
6	X2A	+4429.0000	0	21	X5A		0
7	X2B	+54044.000	0	22	X5B		0
8	X2C	0	0	23	X5C		0
9	X2D	0	0	24	X5D	+32821.000	0
10	X2E	0	+47.000000	25	X5E	+39179.000	0
11	X3A	0	+1.000000	26	S1	0	+313.00000
12	X3B	+81000.000	0	27	S2	+13527.000	0
13	X3C	0	+1.000000	28	S3	0	+173.00000
14	X3D	0	+2.000000	29	S4	+72000.000	0
15	X3E	0	+49.000000	30	S5	0	+181.00000

Minimized OBJ. function = 3.627291E+10 ITERS. = 11

Variable No. Names	Solution	Opportunity Cost	Variable No. Names	Solution	Opportunity Cost
31 A6	0	-113263.00	34 A9		0
32 A7	0	-115842.00	35 A10		0
33 A8	0	-118421.00			

Minimized OBJ. function = 3.627291E+10 ITERS. = 11

Sensitivity Analysis for Objective Coefficients Page : 1

Variable	Min. C(j)	Original	Max. C(j)	Variable	Min. C(j)	Original	Max. C(j)
X1A	+112950	+112950	+Infinity	X3D	+125259	+125261	+Infinity
X1B	+115529	+115529	+115529	X3E	+138988	+139037	+Infinity
X1C	-Infinity	+118108	+118108	X4A	+113263	+113361	+Infinity
X1D	+125096	+125119	+125119	X4B	+115842	+115927	+Infinity
X1E	+138848	+138895	+Infinity	X4C	+118421	+118493	+Infinity
X2A	-Infinity	+113263	+113263	X4D	+125432	+125481	+Infinity
X2B	+115842	+115842	+115842	X4E	+139161	+139210	+Infinity
X2C	+118421	+118421	+Infinity	X5A	+113082	+113131	+Infinity
X2D	+125432	+125432	+Infinity	X5B	+115661	+115697	+Infinity
X2E	+139161	+139208	+Infinity	X5C	+118240	+118263	+Infinity
X3A	+113090	+113091	+Infinity	X5D	+125204	+125251	+125274
X3B	-Infinity	+115669	+115670	X5E	-Infinity	+138980	+139027
X3C	+118248	+118249	+Infinity				

Sensitivity Analysis for RHS Page : 1

Constrnt	Min. B(i)	Original	Max. B(i)	Constrnt	Min. B(i)	Original	Max. B(i)
1	+76473.0	+90000.0	+144044	6	0	+4429.00	+17956.0
2	+58473.0	+72000.0	+Infinity	7	+115285	+169329	+182856
3	+67473.0	+81000.0	+135044	8	0	+49402.0	+62929.0
4	0	+72000.0	+Infinity	9	+32821.0	+39134.0	+52661.0
5	+58473.0	+72000.0	+78313.0	10	+32866.0	+39179.0	+52706.0

□

