

**PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN
BAHAN BAKU SEMEN MENGGUNAKAN METODE EOQ
(*ECONOMIC ORDER QUANTITY*)
(Studi Kasus pada PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap Plant, Jawa Tengah)**

**SKRIPSI
KONSENTRASI MANAJEMEN INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**DIAN FARIDA ASFAN
NIM. 0510670016-62**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
MALANG
2009**

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN
BAHAN BAKU SEMEN MENGGUNAKAN METODE EOQ
(*ECONOMIC ORDER QUANTITY*)**
(Studi Kasus pada PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *Plant*, Jawa Tengah)

SKRIPSI KONSENTARSI MANAJEMEN INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :
DIAN FARIDA ASFAN
NIM. 0510670016-62

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Bambang Indrayadi, MT.
NIP. 19600905 198701 1 001

Taufiq Basjry Tuhepaly, ST., M.MT.
NIP. 19700306 199512 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU SEMEN MENGGUNAKAN METODE EOQ (*ECONOMIC ORDER QUANTITY*)

(Studi Kasus pada PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *Plant*, Jawa Tengah)

SKRIPSI KONSENTRASI MANAJEMEN INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

DIAN FARIDA ASFAN
NIM. 0510670016 – 62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal 13 Agustus 2009

Skripsi I

Skripsi II

Dr. Ir. Pratikto, M. MT.
NIP. 19461110 198103 1 001

Dra. Murti Astuti, MSIE.
NIP. 19610620 198603 2 001

Komprehensif

Ir. Masduki, MM.
NIP. 19450816 197009 1 001

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Industri

Nasir Widha Setyanto, ST., MT.
NIP. 19700914 200501 1 001

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT, karena atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU SEMEN MENGGUNAKAN METODE EOQ (*ECONOMIC ORDER QUANTITY*)”. Shalawat serta salam semoga selalu tercurah kepada pembawa risalah mulia, *Rasulullah* saw, beserta keluarga, dan penerus risalahnya yang setia hingga akhir zaman.

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh derajat Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Adalah suatu kelegaan ketika akhirnya penyusun dapat menyelesaikan bagian akhir dari amanah yang panjang ini dengan begitu banyak kemudahan dan kekuatan yang Allah berikan melalui banyak pihak dengan bantuan, dukungan dan do'a. Untuk itulah, penyusun sangat ingin menghaturkan terima kasih kepada :

1. Bapak Nasir Widha Setyanto, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Industri yang telah memberikan semangat dan ilmu yang bermanfaat selama ini.
2. Ibu Dra. Murti Astuti, MSIE selaku KKDK Manajemen Industri dan Dosen Wali yang selalu memberikan bimbingan dan motivasi yang berguna selama masa perkuliahan.
3. Bapak Ir. Bambang Indrayadi, MT. selaku dosen pembimbing pertama dan Bapak Taufiq Basjry Tuhepaly, ST.,M.MT. selaku dosen pembimbing kedua yang telah berkenan meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing dan memberikan masukan-masukan yang sangat bermanfaat dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Purnomo Budi Santoso, M.Sc., Bapak Arif Rahman, ST., MT., Bapak Hari Sudjono, S.Si.,MT , Bapak Ir. Moch. Choiri, Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT, Bapak Sugiyono, ST., MT, Bapak Ir. Masduki, MM , Bapak Ir. Pratikto, M.MT , selaku dosen pengajar Program Studi Teknik Industri yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat untuk dunia dan akhirat.
5. Bapak Anwar Sanusi, Bapak Wahyudi, Bapak Sjafril Indra Kusuma, Mbak Mutia, Bapak Kusno, Bapak Dedy, dan seluruh karyawan PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *Plant* yang sudah mengizinkan melakukan penelitian dan memberikan bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu – persatu yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu masukan, saran dan kritik dari berbagai pihak demi kesempurnaan skripsi ini sangat diharapkan.

Akhir kaat semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya, juga bagi pembaca pada umumnya. Kesempurnaan didapatkan setelah adanya kesalahan yang merupakan proses untuk menjadi lebih baik

Malang, Agustus 2009

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
RINGKASAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.7 Asumsi – Asumsi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengantar	5
2.2 Tinjauan Teori	5
2.2.1 Peramalan	5
2.2.1.1 Definisi Peramalan	5
2.2.1.2 Sifat hasil Peramalan	6
2.2.1.3 Cakupan Hasil Peramalan	6
2.2.1.4 Langkah – Langkah Peramalan	7
2.2.1.5 Ukuran Hasil Peramalan	7
2.2.1.6 Metode – Metode Peramalan	8
2.2.1.6.1 Analisis Deret Waktu (<i>Time Series</i>)	10
2.2.1.6.2 Metode Peramalan Regresi Linier	11
2.2.2 Pengendalian Persediaan	14
2.2.2.1 Pengertian Persediaan	14
2.2.2.2 Masalah Umum Persediaan	15
2.2.2.3 Biaya – Biaya dalam Sistem Persediaan	16
2.2.2.4 Fungsi Persediaan	17
2.2.3 <i>Economic Order Quantity</i> (EOQ)	18

2.2.4 <i>Software winQSB</i>	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Pengantar	23
3.2 Jenis Penelitian	23
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.4 Alat yang Digunakan	23
3.5 Tahapan Penelitian	24
3.6 Diagram Alir Metodologi Penelitian	28
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	29
4.1 Pengumpulan Data	29
4.1.1 Data Primer	29
4.1.2 Data Sekunder	29
4.2 Pengolahan Sekunder	32
4.2.1 Metode Peramalan	33
4.2.2 Pemilihan Metode Peramalan	36
4.2.3 Uji Keandalan Metode Peramalan	38
4.2.4 Peramalan Kebutuhan Semen	40
4.3 Prosentase Efisiensi Kebutuhan Bahan Baku Semen	41
4.4 Sistem Pengendalian Bahan Baku Perusahaan	45
4.5 Sistem Pengendalian Bahan Baku Menggunakan Metode EOQ	53
BAB V PEMBAHASAN	70
5.1 Analisis Peramalan Permintaan Semen	70
5.2 Analisis Sistem Perencanaan dan Pengendalian Persediaan	70
BAB VI PENUTUP	73
6.1 Kesimpulan	73
6.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Tabel 4.1	Biaya pemesanan Bahan Baku Semen	30
Tabel 4.2	Biaya penyimpanan Bahan Baku Semen	30
Tabel 4.3	Data Permintaan Semen	31
Tabel 4.4	Data Persediaan Bahan Baku Semen	32
Tabel 4.5	Rata – Rata Deviasi Mutlak (<i>Mean Absolute Deviation - MAD</i>)	36
Tabel 4.6	<i>Tracking Signal</i> Semen Menggunakan Metode <i>Holt – Winter</i>	39
Tabel 4.7	Peramalan Kebutuhan Semen dengan Metode <i>Holt – Winter</i>	40
Gambar 4.7	<i>Functional Block Diagram</i> dari <i>Instrument Air Compressor</i>	46

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Model persediaan EOQ sederhana	19
Gambar 2.2	Tampilan awal modul <i>forecasting</i>	22
Gambar 3.1	Diagram alir metodologi penelitian	28
Gambar 4.1	Grafik permintaan Semen	32
Gambar 4.2	Data permintaan semen pada <i>software</i> winQSB	33
Gambar 4.3	Pemilihan metode peramalan untuk semen pada <i>software</i> winQSB	34
Gambar 4.4	Hasil peramalan menggunakan metode <i>single average</i> pada <i>software</i> winQSB	35
Gambar 4.5	Grafik peramalan semen dengan metode <i>single average</i> pada <i>software</i> winQSB	35
Gambar 4.6	Grafik <i>tracking signal</i> semen	40
Gambar 4.7	Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku <i>limestone</i>	55
Gambar 4.8	Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku <i>clay</i>	57
Gambar 4.9	Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku <i>silica sand</i>	59
Gambar 4.10	Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku <i>iron ore</i>	61
Gambar 4.11	Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku <i>gypsum</i>	63
Gambar 4.12	Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku <i>additive</i>	65
Gambar 4.13	Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku <i>pozzolan</i>	67
Gambar 4.14	Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku <i>fly ash</i>	69

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran 1.	Tabel dan Grafik Perhitungan Peramalan
Lampiran 2.	Struktur Organisasi PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap <i>Plant</i>

RINGKASAN

Dian Farida Asfan, Program Studi Teknik Industri, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Agustus 2009, *Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Semen Menggunakan Metode EOQ (Economic Order Quantity)*, Dosen Pembimbing : Ir. Bambang Indrayadi, MT. dan Taufiq Basjry Tuhepaly, ST., M. MT

PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *Plant* merupakan suatu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur, dimana perusahaan tersebut hanya memproduksi semen. Tingginya biaya penyimpanan bahan baku semen dan frekuensi pemesanan bahan baku yang terlalu tinggi menyebabkan biaya persediaan bahan baku semakin besar. Penelitian ini merupakan penelitian yang dimaksudkan untuk menentukan berapa jumlah pemesanan bahan baku semen yang ekonomis yang akan menjawab persoalan berapa jumlah bahan baku dan kapan bahan baku itu dipesan sehingga dapat meminimasi biaya total persediaan yang terdiri dari *ordering cost* (biaya pesan) dan *holding cost* (biaya simpan).

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan perhitungan EOQ, untuk mengetahui jumlah pemesanan bahan baku semen yang paling ekonomis dimana yang dimaksud paling ekonomis adalah jumlah pembelian atau pemesanan yang disertai dengan jumlah biaya paling rendah dan untuk menentukan titik pemesanan kembali (ROP) setiap bahan baku. Selain metode EOQ, digunakan metode peramalan untuk menentukan kebutuhan semen di masa yang akan datang.

Dari hasil perhitungan menggunakan metode peramalan yang terpilih (*Holt Winter*), maka didapatkan hasil kebutuhan semen untuk bulan Juni 2009 sampai Mei 2010 sebesar 2.081.028 ton, dengan jumlah pemesanan bahan baku semen yang ekonomis sebesar : *Limestone* 5.791,1 ton, *Clay* 3.393,23 ton, *Silica Sand* 432,37 ton, *Iron Ore* 243,75 ton, *Gypsum* 258,62 ton, *Additive* 2.820,56 ton, *Pozzolan* 562,4 ton, dan *Fly Ash* 618,12 ton. Titik pemesanan kembali (ROP) setiap bahan baku adalah sebesar : *Limestone* 3.107,07 ton, *Clay* 547,6 ton, *Silica Sand* 209,97 ton, *Iron Ore* 75,6 ton, *Gypsum* 169,67 ton, *Additive* 795,35 ton, *Pozzolan* 225,77 ton, dan *Fly Ash* 162,49 ton. Penghematan biaya total persediaan dengan menggunakan metode EOQ adalah sebesar 55,14 % pertahun atau sebesar Rp. 6.415.289,72 pertahun dari kondisi sebelumnya. Hal ini berarti dengan menggunakan metode EOQ, biaya total persediaan dapat dihemat hampir separuhnya dari biaya total persediaan awal.

Key Word :

- Persediaan
- Semen
- Peramalan
- Metode EOQ

SUMMARY

Dian Farida Asfan, Industrial Engineering, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, Agustus, 2009, The Plan and Management of Cement Supply By Using EOQ Method (EOQ = Economic Order Quantity), Supervisors: Ir. Bambang Indrayadi, MT and Taufiq Basjry Tuhpaly, ST., M. MT.

PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap Plant is company that has business in manufacturing. The company only produces cement. The high cost in keeping cement as material and high order frequency of material that increases cost of providing material. The research has purpose to determine the amount of economical cement material order that will solve the problem of determining the quantity and the time of material order to minimize the total cost of inventory including ordering cost and holding cost.

Method used in this research is EOQ estimation. Its purpose is to know the amount of cement material order that is the most economical (the most economical here means purchase or order quantity with the lowest cost) and to determine point order return (ROP) for each material. Beside EOQ method, forecast method is used to determine the cement need in the future.

From the calculation result by using chosen forecast method (Holt Winter), the result of cement need for June 2009 to May 2010 is .2,081,028 ton, along with cement material order that is economical for: Limestone 5,791.1 ton, Clay 3.393,23 ton, Silica Sand 432.37 ton, Iron Ore 243.75 ton, Gypsum 258.62 ton, Additive 2,820. 56 ton, Pozzolan 562.4 ton and Fly Ash 618.12 ton. Reorder Point (ROP) for each material is: Limestone 3,107.07 ton, Clay 547.6 ton, Silica Sand 209.97, Iron Ore 75.6 ton, Gypsum 169.67 ton, Additive 795.35 ton, Pozzolan 225.77 ton and Fly Ash 162.49 ton. The total cost save by using EOQ method is 55.14% per year or Rp. 6,415,289.72 per year from previous condition. It means that by using EOQ method, the inventory total cost can be saved almost for hals from the initial inventory total cost.

Key Words:

- Inventory
- Cement
- Forecast
- EOQ method

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada berbagai perusahaan atau organisasi, persediaan memegang peranan yang sangat penting dalam menunjang operasi (kegiatan) dari perusahaan atau organisasi. Terlebih-lebih pada perusahaan manufaktur, persediaan ada di mana-mana dan memiliki bentuk, nilai, dan tingkat kepentingan yang berbeda-beda. Menetapkan jumlah persediaan yang terlalu banyak akan mengakibatkan pemborosan biaya penyimpanan, sedangkan menetapkan jumlah persediaan yang terlalu sedikit juga berakibat hilangnya kesempatan untuk mendapatkan keuntungan apabila permintaan nyata melebihi permintaan yang diperkirakan. Masalah utama persediaan bahan baku (*raw material*) adalah menentukan berapa jumlah pemesanan bahan baku yang ekonomis yang akan menjawab persoalan berapa jumlah bahan baku dan kapan bahan baku itu dipesan sehingga dapat meminimasi *ordering cost* (biaya pesan) dan *holding cost* (biaya simpan). (Nasution, 2008).

Masalah optimasi pengadaan bahan baku merupakan hal yang penting dalam suatu perusahaan, sehingga masalah ini terus dipelajari dan dikembangkan. Banyak metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Salah satu diantaranya adalah metode EOQ. Metode EOQ ini diperkenalkan pada tahun 1915 dan masih populer hingga saat ini. Metode ini digunakan untuk menentukan tingkat pemesanan yang paling ekonomis. Menurut Mustafa El Qodri (103), yang dimaksud paling ekonomis adalah jumlah pembelian atau pemesanan yang disertai dengan jumlah biaya paling rendah. Besar kecil *Economic Order Quantity* dipengaruhi oleh biaya pembelian dan biaya penyimpanan. Menurut Render (2001), Jumlah biaya penyimpanan persediaan adalah sebesar 6% dari nilai persediaan. Maka apabila jumlah biaya penyimpanan dalam suatu perusahaan melebihi 6 %, perlu dilakukan pengendalian untuk membuat biaya penyimpanan tersebut lebih ekonomis.

Pada industri semen, kegiatan operasionalnya memerlukan perencanaan dan pengendalian bahan baku untuk produksinya. Oleh sebab itu dipandang perlu untuk menetapkan sistem pengadaan bahan baku yang tepat agar dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi yang diharapkan serta mampu meminimasi biaya persediaan bahan baku. Oleh karena itu, metode EOQ harus disosialisasikan pada industri semen, tujuannya untuk menciptakan suatu metode pengelolaan persediaan yang efektif.

<http://www.binus.ac.id/thesisabstracts/files/2007-3-00331-MN%20Abstrak.pdf.2>

Juli 2009).

PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *plant* merupakan suatu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur, dimana perusahaan tersebut hanya memproduksi semen yang menggunakan bahan baku utama batu kapur (*limestone*), tanah liat (*clay*), pasir silika (*silica sand*) dan pasir besi (*iron ore*). Dalam pemenuhan kebutuhan bahan baku untuk merakit suatu barang jadi didapatkan dari dalam perusahaan dengan cara penambangan dan pemesanan dari luar perusahaan. Salah satu masalah yang dihadapi oleh PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *plant* adalah adanya biaya persediaan bahan baku khususnya biaya penyimpanan yang relatif tinggi. Biaya penyimpanan bahan baku pada tahun 2008 adalah sebesar 9,43 % dari biaya persediaan bahan bakunya. Padahal biaya penyimpanan yang normal dalam suatu perusahaan adalah sebesar 6 % dari biaya persediaan. Besarnya biaya penyimpanan bahan baku ini dapat disebabkan karena adanya kelebihan bahan baku pada saat pemesanan dengan jumlah bahan baku yang dibutuhkan sehingga ada bahan baku yang menumpuk di gudang dan membuat biaya penyimpanan bahan baku semakin meningkat. Selain itu, frekuensi pemesanan bahan baku yang dilakukan oleh PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *plant* dalam satu tahun dilakukan sebanyak 365 kali. Pernyataan ini bersumber dari manajer produksi PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *plant*. Hal ini menyebabkan biaya pemesanan semakin meningkat, karena pemesanan dilakukan setiap hari. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode untuk merencanakan jumlah pemesanan bahan baku yang ekonomis sehingga biaya persediaan bahan baku semakin menurun (ekonomis).

Sejauh ini PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *plant* belum menerapkan metode EOQ dalam merencanakan dan mengendalikan persediaan bahan baku. Perencanaan dan pengendalian bahan baku menggunakan pengalaman masa lalu dan jumlah pesanan produk tiap periode dalam memenuhi kebutuhan bahan bakunya, sehingga biaya penyimpanan dan pemesanan bahan baku semen relatif besar karena jumlah pemesanan bahan baku yang dilakukan tidak ekonomis. Dengan penerapan sistem *Economic Order Quantity* (EOQ) diharapkan mampu memberikan solusi yang baik bagi perusahaan guna mengatasi masalah yang ada sehingga proses produksi berjalan dengan lancar dan pendapatan perusahaan semakin meningkat.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Frekuensi pemesanan yang dilakukan PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *plant* sangat cepat sehingga menyebabkan biaya pemesanan semakin meningkat.
2. Terjadinya kelebihan persediaan bahan baku sehingga mengakibatkan biaya penyimpanan semakin meningkat.
3. Adanya jumlah biaya persediaan bahan baku yang terlalu tinggi

1.3 Batasan Masalah

Adapun penelitian diberi batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Analisa dilakukan pada bahan baku semen.
2. Komposisi bahan baku semen tidak mengalami perubahan selama proses produksi.
3. Perhitungan total biaya persediaan hanya meliputi biaya pemesanan dan biaya penyimpanan.
4. Hasil produk tidak ada kecacatan (*zero defect*).
5. Tidak membahas spesifikasi dan cara kerja mesin-mesin yang dipergunakan secara detail.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

“Perencanaan dan pengendalian kebutuhan bahan baku semen yang bagaimana sehingga biaya persediaan menjadi ekonomis dengan menggunakan metode EOQ”

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mampu merencanakan dan mengendalikan kebutuhan bahan baku semen dengan penerapan metode EOQ sehingga dapat menentukan jumlah persediaan bahan baku yang optimum dan titik pemesanan kembali setiap bahan baku semen.
2. Dengan penerapan metode EOQ, diharapkan biaya persediaan bahan baku semen menjadi lebih ekonomis.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian yang dilakukan adalah :

1. Memberikan pertimbangan-pertimbangan dalam pengambilan keputusan pada proses pengadaan bahan baku semen sehingga perusahaan mampu melakukan efisiensi biaya dan tidak menutup kemungkinan bagi perusahaan untuk menerapkan metode EOQ dalam pengadaan bahan bakunya.
2. Meningkatkan efektifitas produksi sehingga mampu meningkatkan kualitas maupun kuantitas yang diharapkan oleh perusahaan.

1.7 Asumsi – Asumsi

Asumsi diperlukan agar tidak mengalami kesulitan dalam melakukan analisa atau memecahkan suatu permasalahan serta untuk menentukan segala sesuatu yang diperlukan dalam memecahkan suatu permasalahan. Adapun asumsi-asumsi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Proses produksi berjalan normal
2. Kebutuhan bahan baku (*demand*) konstan
3. Harga bahan baku stabil selama masa analisa dan tidak ada *quantity discount*.
4. Suplai bahan baku berjalan lancar
5. Waktu tenggang (*lead time*) untuk semua komponen diketahui dan bersifat konstan
6. Tidak ada *back order* karena kehabisan persediaan
7. Jam kerja normal yang digunakan 8 jam per per *shift*. Dalam satu hari ada 3 *shift*

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengantar

Tinjauan pustaka menggambarkan dari teori mana suatu problem riset berasal, atau dengan teori mana problema itu dikaitkan. Urutan pemunculan kerangka teori dan hipotesa bisa bergantian, dapat dimuka, dapat dibelakang, yang penting bahwa hipotesa bersumber pada teori. Dalam bidang teknik, hipotesa tidak harus eksplisit, pada umumnya sudah implisit dalam tujuan penelitian. Oleh sebab itu, titik permulaan dalam mengembangkan suatu riset adalah meninjau literatur yang relevan. Pembahasan teori yang melandasi penulisan skripsi secara garis besar antara lain adalah:

1. Peramalan (*forecasting*)
2. Pengendalian Persediaan
3. *Economic Order Quantity* (EOQ)

2.2 Tinjauan Teori

Adapun tinjauan teori yang diperlukan untuk rancangan penulisan skripsi ini antara lain :

2.2.1 Peramalan

2.2.1.1 Definisi Peramalan

Peramalan adalah proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan di masa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi barang atau jasa. (Nasution, 2008 : 29)

Peramalan merupakan suatu dugaan terhadap permintaan yang akan datang berdasarkan pada beberapa variabel peramalan, sering berdasarkan data deret waktu historis. (Gasperz, 2002:71)

Dalam kondisi pasar bebas, permintaan pasar lebih banyak bersifat kompleks, dan dinamis karena permintaan tersebut akan tergantung dari keadaan social, ekonomi, politik, aspek teknologi, produk pesaing dan produk substitusi. Oleh karena itu, peramalan yang akurat merupakan informasi yang sangat dibutuhkan dalam pengambilan keputusan manajemen.

2.2.1.2 Sifat Hasil Peramalan

Menurut Arman Hakim Nasution (1999: 24), dalam membuat peramalan atau menerapkan hasil suatu peramalan, maka ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan , yaitu:

1. Peramalan pasti mengandung unsur kesalahan, artinya peramal hanya bisa mengurangi ketidakpastian yang akan terjadi, tetapi tidak dapat menghilangkan ketidakpastian tersebut.
2. Peramalan seharusnya memberikan informasi tentang beberapa ukuran kesalahan, artinya karena peramalan pasti mengandung kesalahan, maka ada penting bagi peramal untuk menginformasikan seberapa besar kesalahan yang mungkin terjadi.
3. Peramalan jangka pendek lebih akurat dibandingkan peramalan jangka panjang. Hal ini disebabkan karena ada peramalan jangka pendek, faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan relatif masih konstan, sedangkan semakin panjang periode peramalan, maka semakin besar pula kemungkinan terjadinya perubahan faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan

2.2.1.3 Cakupan Peramalan

Peramalan memerlukan berbagai kegiatan untuk mengenali dan memantau berbagai sumber permintaan akan produk atau jasa, yang meliputi peramalan, mencatat pesanan, membuat janji penyerahan, menentukan kebutuhan unit-unit operasional untuk mengkoordinasikan seluruh kegiatan secara terpadu. Sasaran peramalan dapat dikategorikan berdasarkan jangka waktunya ke dalam sasaran jangka panjang, jangka menengah, jangka pendek, dan segera. Cakupan sasaran peramalan mencakup *marketing*, produksi, persediaan, keuangan dan akuntansi, pembelian, R & D, *top management*, dan unit-unit ekonomi.

Menurut Teguh Baroto (2002 : 23), cakupan peramalan untuk departemen persediaan adalah sebagai berikut :

1. Segera (< 1 bulan) : Permintaan masing-masing produk, permintaan untuk material, *demand* untuk barang setengah jadi, kondisi cuaca.
2. Jangka pendek (1 – 2 bulan) : Permintaan untuk material, *demand* untuk barang jadi, *demand* untuk produk jadi.
3. Jangka menengah (3 bulan – 2 tahun) : kemungkinan pemasok baru atau fasilitas transportasi.
4. Jangka panjang (> 2 tahun) : total penjualan, ekspansi gudang.

2.2.1.4 Langkah-Langkah Peramalan

Pada dasarnya terdapat sembilan langkah yang harus diperhatikan untuk menjamin efektivitas dan efisiensi dari sistem peramalan dalam manajemen permintaan, yaitu (Gaspersz, 2005: 74) :

1. Menentukan tujuan dari peramalan.
2. Memilih item Independent demand yang akan diramalkan.
3. Menentukan horizon waktu dari peramalan (jangka pendek, menengah, atau panjang).
4. Memilih model-model peramalan.
5. Memperoleh data yang dibutuhkan untuk melakukan peramalan.
6. Validasi model peramalan.
7. Membuat peramalan.
8. Implementasi hasil-hasil peramalan.
9. Memantau keandalan hasil peramalan.

2.2.1.5 Ukuran Hasil Peramalan

Ukuran hasil peramalan yang merupakan ukuran kesalahan peramalan merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang sebenarnya terjadi. Ada beberapa ukuran yang biasa digunakan, yaitu (Makridakis, 1994: 61):

1. Rata-Rata Deviasi Mutlak (*Mean Absolute Deviation – MAD*)

MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan kenyataannya. Secara sistematis, MAD dirumuskan sebagai berikut:

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \quad (2-1)$$

Dimana :

A_t : Permintaan aktual pada periode-t

F_t : Peramalan permintaan (Forecast) pada periode-t

n : Jumlah periode yang terlibat

2. Jumlah Kesalahan Kuadrat (*Sum Of Square error – SSE*)

SSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode. Secara sistematis, SSE dirumuskan sebagai berikut:

$$SSE = \sum (A_t - F_t)^2 \quad (2-2)$$

3. Rata-rata Kuadrat Kesalahan (*Mean Square Error – MSE*)

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara sistematis, MSE dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{MSE} = \frac{\sum (A_t - F_t)^2}{n} \quad (2-3)$$

4. Rata-rata Keasalahan Peramalan (*Mean Forecast Error – MFE*)

MFE sangat efektif untuk mengetahui apakah suatu hasil peramalan selama periode tertentu tinggi atau terlalu rendah. Bila hasil peramalan tidak bias, maka nilai MFE akan mendekati nol. MFE dihitung dengan menjumlahkan semua kesalahan peramalan selama periode peramalan dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. Secara sistematis, MFE dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{MFE} = \frac{\sum (A_t - F_t)}{n} \quad (2-4)$$

5. Rata-Rata Kesalahan Persentase (*Mean Percentage Error – MPE*)

Secara sistematis, MPE dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{MPE} = \left(\frac{100}{n} \right) \sum \frac{(A_t - F_t)}{A_t} \quad (2-5)$$

6. Rata-rata Persentase Kesalahan Absolut (*Mean Absolute Percentage Error – MAPE*)

MAPE merupakan ukuran kesalahan relatif. MAPE biasanya lebih berarti dibandingkan MAD karena MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. Secara matematis, MAPE dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{MAPE} = \left(\frac{100}{n} \right) \sum \left| \frac{(A_t - F_t)}{A_t} \right| \quad (2-6)$$

2.2.1.6 Metode-Metode Peramalan

Secara umum, peramalan diklasifikasikan menjadi 2 macam, yaitu (Nasution, 1999: 27):

1. Peramalan yang bersifat subyektif
2. Peramalan yang bersifat obyektif

Perbedaan antara kedua macam peramalan ini didasarkan pada cara mendapatkan nilai-nilai ramalan. Peramalan subyektif lebih menekankan pada keputusan-keputusan hasil diskusi, pendapat pribadi seseorang, dan intuisi yang meskipun kelihatannya kurang ilmiah tetapi dapat memberikan hasil yang baik. Peramalan subyektif ini akan diwakili oleh metode delphi dan metode penelitian pasar.

1. **METODE DELPHI.** Metode ini merupakan cara sistematis untuk mendapatkan keputusan bersama dari satu grup yang terdiri dari para ahli dan berasal dari disiplin yang berbeda. Grup ini tidak bertemu secara bersama dalam satu forum untuk berdiskusi, tetapi mereka diminta pendapatnya secara terpisah dan tidak boleh saling berunding. Hal ini dilakukan untuk menghindari pendapat yang bias karena pengaruh kelompok. Pendapat yang berbeda secara signifikan dari ahli yang lain dalam grup tersebut akan ditanyakan lagi kepada yang bersangkutan, sehingga akhirnya diperoleh angka estimasi pada interval tertentu yang dapat diterima. Metode Delphi ini dipakai dalam peramalan teknologi yang sudah digunakan dalam pengoperasian jangka panjang. Selain itu, metode ini juga bermanfaat dalam pengembangan produk baru, pengembangan kapasitas produksi, penerobosan ke segmen baru dan strategi keputusan bisnis lainnya.

2. **METODE PENELITIAN PASAR.** Metode ini mengumpulkan dan menganalisa fakta secara sistematis pada bidang yang berhubungan dengan pemasaran. Salah satu teknik utama dalam penelitian pasar ini adalah survei konsumen. Survei konsumen akan memberikan informasi mengenai selera yang diharapkan konsumen, dimana informasi tersebut diperoleh dari sampel dengan cara kuesioner. Penelitian pasar sering digunakan dalam merencanakan produk baru, sistem periklanan dan promosi yang tepat. Hasil dari penelitian pasar ini kadang-kadang juga dipakai sebagai dasar peramalan permintaan produk baru.

Peramalan Obyektif merupakan prosedur peramalan yang mengikuti aturan-aturan matematis dan statistik yang menunjukkan hubungan antara permintaan dengan satu atau lebih variabel yang mempengaruhinya. Selain itu, peramalan obyektif juga mengamsusikan bahwa tingkat keeratan dan macam dari hubungan antara variabel-variabel bebas dengan permintaan yang terjadi pada masa lalu akan berulang juga pada masa yang akan datang. Peramalan obyektif ini terdiri dari atas dua metode, yaitu metode intrinsik dan metode ekstrinsik.

1. **METODE INTRINSIK.** Metode ini membuat peramalan hanya berdasarkan proyeksi permintaan historis tanpa mempertimbangkan faktor-faktor eksternal yang mungkin mempengaruhi besarnya permintaan. Metode ini hanya cocok untuk peramalan jangka pendek pada kegiatan produksi, dimana dalam rangka pengendalian produksi dan pengendalian persediaan bahan baku seringkali perusahaan harus melibatkan banyak item yang berbeda. Hal ini tentu membosankan, sehingga memerlukan metode-

metode peramalan yang mudah dan murah. Metode intrinsik akan diwakili oleh analisis deret waktu (*Time Series*).

2. METODE EKTRINSIK. Metode ini mempertimbangkan faktor-faktor eksternal yang mungkin dapat mempengaruhi besarnya permintaan dimasa datang dalam model peramalannya. Metode ini lebih cocok untuk peramalan jangka panjang karena dapat menunjukkan hubungan sebab akibat yang lebih jelas dalam hasil peramalannya sehingga disebut metode kausal dan dapat memprediksikan titik-titik perubahan. Kelemahan dari metode ini adalah dalam hal mahalnnya biaya aplikasinya dan frekwensi perbaikan hasil peramalan yang rendah karena sulitnya menyediakan informasi perubahan faktor-faktor eksternal yang terukur. Metode ekstrinsik banyak dipakai untuk peramalan pada tingkat agregat. Metode ini akan diwakili oleh metode regresi.

2.2.1.6.1 Analisis Deret Waktu (*Time Series*)

Analisa Deret Waktu didasarkan pada asumsi bahwa deret waktu tersebut terdiri dari komponen-komponen *Trend* (T), Siklus / *Cycle* (C), Pola Musiman / *Season* (S), dan variasi acak atau *Random* (R) yang akan menunjukkan suatu pola tertentu. Komponen-komponen tersebut kemudian dipakai sebagai dasar dalam membuat persamaan matematis. Analisa Deret Waktu ini sangat tepat dipakai untuk meramalkan permintaan yang pola permintaan dimasa lalunya cukup konsisten dalam periode waktu yang lama, sehingga diharapkan pola tersebut masih akan berlanjut.

Permintaan dimasa lalu pada analisa deret waktu akan dipengaruhi keempat komponen utama T, C, S, R. Penjelasan tentang komponen tersebut adalah sebagai berikut:

1. *TREND* / KECENDERUNGAN (T). Trend merupakan sifat dari permintaan dimasa lalu terhadap waktu terjadinya, apakah permintaan tersebut cenderung naik, turun, atau konstan.
2. *SIKLUS* / *CYCLE* (C). Permintaan suatu produk dapat memiliki siklus yang berulang secara periodik, biasanya lebih dari satu tahun, sehingga pola ini tidak perlu dimasukkan dalam peramalan jangka pendek. Pola ini amat berguna untuk peramalan jangka menengah atau jangka panjang.
3. *POLA MUSIMAN* / *SEASON* (S). Fluktuasi permintaan suatu produk dapat naik turun disekitar garis trend dan biasanya berulang setiap tahun. Pola ini biasanya disebabkan oleh faktor cuaca, musim libur panjang, dan hari raya keagamaan yang akan berulang secara periodik setiap tahunnya.

4. **VARIASI ACAK / RANDOM (R).** Permintaan suatu produk dapat mengikuti pola bervariasi secara acak karena faktor-faktor adanya bencana alam, bangkrutnya perusahaan pesaing, promosi khusus, dan kejadian-kejadian lainnya yang tidak mempunyai pola tertentu. Variasi acak ini diperlukan dalam rangka menentukan persediaan pengaman untuk mengantisipasi kekurangan persediaan bila terjadi lonjakan permintaan.

Beberapa model dalam peramalan *Time Series* adalah sebagai berikut :

1. Rata – Rata Bergerak (*Moving Average – MA*)

Moving Average diperoleh dengan merata-rata permintaan berdasarkan beberapa data masa lalu yang terbaru. Tujuan utama dari penggunaan teknik MA ini adalah untuk mengurangi atau menghilangkan variasi acak permintaan dalam hubungannya dengan waktu. Disebut rata-rata bergerak karena begitu setiap data aktual permintaan baru deret waktu tersedia, maka data aktual permintaan yang paling terdahulu akan dikeluarkan dari perhitungan, kemudian suatu nilai rata-rata baru akan dihitung. Secara matematis, maka MA dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Nasution, 1999: 30) :

$$MA = \frac{A_t + A_{t-1} + \dots + A_{t-(N-1)}}{N} \quad (2-7)$$

Dimana :

A_t = Permintaan aktual pada periode – t

N = Jumlah data permintaan yang dilibatkan dalam perhitungan MA

Karena data aktual yang dipakai untuk perhitungan MA berikutnya selalu dihitung dengan mengeluarkan data yang paling terdahulu, maka:

$$MA_t = MA_{t-1} + \frac{A_t + A_{t-N}}{N} \quad (2-8)$$

2. Rata – Rata Bergerak Dengan Bobot (*Weighted Moving Average – WMA*)

WMA hampir sama dengan MA, bedanya WMA memiliki bobot. Secara matematis, maka WMA dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Nasution, 1999: 32) :

$$WMA = \frac{\sum W_t \cdot A_t}{\sum W_t} \quad (2-9)$$

Dimana :

W_t = Bobot permintaan aktual pada periode – t

A_t = Permintaan aktual pada periode – t

3. Metode Penghalusan Eksponensial (*Exponential Smoothing Methods – ES*)

Metode penghalusan eksponensial merupakan pengembangan dari persamaan pada rata-rata bergerak. Rumus yang digunakan dalam metode penghalusan eksponensial ini adalah (Makridakis, 1994: 61) :

a. Penghalusan Eksponensial Tunggal (*Single Exponential Smoothing – SES*)

$$F_t = F_{t-1} + k (A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (2-10)$$

Dimana :

F_t = Nilai ramalan untuk periode waktu t

F_{t-1} = Nilai ramalan untuk satu periode yang lalu, $t-1$

A_{t-1} = Nilai aktual untuk satu periode waktu yang lalu, $t-1$

K = Konstanta pemulusan ($0 < k < 1$)

b. Penghalusan Eksponensial Ganda (*Double Exponential Smoothing – DES*)

$$S'_t = kA_t + (1-k) S'_{t-1} \quad (2-11)$$

$$S''_t = kS' + (1-k) S''_{t-1} \quad (2-12)$$

Dimana :

S'_t = Nilai penghalusan eksponensial tunggal pada periode t

S''_t = Nilai penghalusan eksponensial ganda pada periode t

$$a_t = 2 S'_t - S''_t \quad (2-13)$$

$$b_t = \frac{k}{1-k} (S'_t - S''_t) \quad (2-14)$$

$$F_{t+m} = a_t + b_t m \quad (2-15)$$

Dimana :

a_t = Perhitungan perbedaan antara nilai kedua eksponensial pada periode t

b_t = Perhitungan faktor yang memiliki persamaan ukuran

k = Konstanta pemulusan

F_t = Nilai ramalan untuk periode waktu t

m = Periode yang akan diramalkan

4. Pemulusan Eksponensial dengan Unsur Stasioner, Trend, dan Musiman (Metode Winter)

Teknik MA dan ES sederhana hanya tepat jika datanya stasioner. Bila data permintaan bersifat musiman dan mempunyai trend, maka dapat diselesaikan dengan salah satu teknik ES yang biasa disebut Metode Winter (WM). Metode Winter didasarkan atas tiga persamaan pemulusan, yaitu persamaan untuk unsur penyesuaian stasioner, satu persamaan untuk unsur penyesuaian trend, dan satu

persamaan untuk unsur penyesuaian musiman. Salah satu masalah dalam penggunaan metode Winter ini adalah penentuan nilai α , β , dan γ yang akan meminimumkan MSE dan MAPE. Pendekatan untuk penentuan nilai-nilai parameter ini biasanya dilakukan secara *trial error*. Apabila data yang ditangani sangat banyak, maka bisa digunakan algoritma optimasi non-linier. (Nasution, 2008:46)

a. Metode Winter dengan Trend

Model winter menggunakan model trend dari Holt, dimana model ini dimulai dengan perkiraan trend sebagai berikut (Nasution, 1999:36):

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2 - 16)$$

Dimana:

β = konstanta pecahan

T_t = perkiraan trend pada periode t

F_t = rata-rata eksponensial pada periode t

Langkah kedua adalah menghitung rata-rata eksponensial:

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2 - 17)$$

Dimana:

α = konstanta pemulusan

Maka peramalan baru akan melibatkan rata-rata eksponensial ditambah trend, sehingga:

$$f_{t+1} = F_t + T_t \quad (2 - 18)$$

b. Metode Winter dengan Faktor Musiman

Model Winter yang memasukkan trend dan faktor pemulusan trend secara lengkap adalah: (Nasution, 1999:38):

$$F_t = \alpha \frac{D_t}{I_{t-m}} + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2 - 19)$$

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2 - 20)$$

$$I_t = \gamma \frac{D_t}{F_t} + (1 - \gamma)I_{t-m} \quad (2 - 21)$$

$$f_{t+1} = (F_t + T_t) I_{t+1-m} \quad (2 - 22)$$

Dimana:

I = indeks

m = jumlah periode (12 untuk peramalan bulanan, 52 untuk mingguan)

= konstanta pemulusan

t = distribusi permintaan normal dengan mean 0

2.2.1.6.2 Metode Peramalan Regresi Linear

Metode regresi linear ini memiliki bentuk trend garis lurus dan mempunyai persamaan sebagai berikut (Nasution, 1999: 44):

$$Y = a + b.x \quad (2 - 23)$$

Dimana :

Y = Perkiraan permintaan

x = Variable bebas yang mempengaruhi y

a = Nilai tetap y apabila x = 0 (merupakan perpotongan dengan sumbu y)

b =Drajat kemiringan persamaan garis regresi untuk menghitung nilai a dan b digunakan rumus:

$$a = \frac{\sum y_i}{n} - b \frac{\sum x_i}{n} \quad (2 - 24)$$

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - [(\sum x_i)(\sum y_i)]}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2 - 25)$$

2.2.2 Pengendalian Persediaan

2.2.2.1 Pengertian Persediaan

Persediaan adalah sumber daya menganggur (*idle resources*) yang menunggu proses lebih lanjut. Yang dimaksud dengan proses lebih lanjut tersebut adalah berupa kegiatan produksi pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran pada sistem distribusi ataupun kegiatan konsumsi pangan pada sistem rumah tangga. Definisi persediaan menurut beberapa ahli :

- Teguh Baroto (2002: 52) mendefinisikan persediaan sebagai bahan mentah, barang dalam proses (*work in process*), barang jadi, bahan pembantu, bahan pelengkap, komponen yang disimpan dalam antisipasinya terhadap pemenuhan permintaan.
- Persediaan adalah sumber daya ekonomi yang perlu diadakan dan disimpan untuk menunjang penyelesaian pengerjaan suatu produk. Sumber daya ekonomi tersebut dapat berupa kapasitas produksi, tenaga kerja, modal kerja, waktu yang tersedia, bahan baku, serta bahan penolong. (Haming, 2007: 4).

- Persediaan didefinisikan sebagai barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada periode mendatang. (Kusuma, 2001)

Dalam sistem manufaktur, persediaan terdiri dari 3 bentuk sebagai berikut (Nasution, 2008:113) :

1. Bahan baku (*raw materials*) adalah barang-barang yang dibeli dari pemasok (*supplier*) dan akan digunakan atau diolah menjadi produk jadi yang akan dihasilkan oleh perusahaan.
2. Bahan setengah jadi (*work in process*) adalah bahan baku yang sudah diolah atau dirakit menjadi komponen namun masih membutuhkan langkah-langkah lanjutan agar menjadi produk jadi.
3. Barang jadi (*finished goods*) adalah barang jadi yang telah selesai diproses, siap untuk disimpan digudang barang jadi, dijual, atau didistribusikan ke lokasi-lokasi pemasaran.
4. Bahan-bahan pembantu (*supplies*) adalah barang-barang yang dibutuhkan untuk menunjang produksi, namun tidak akan menjadi bagian pada produk akhir yang dihasilkan perusahaan.

2.2.2.2 Masalah Umum Persediaan

Menurut Arman Hakim Nasution dan Yudha Prasetyawan, ada dua masalah umum yang dihadapi suatu sistem di dalam mengelola persediaannya adalah sebagai berikut :

1. Masalah kuantitatif, yaitu hal-hal yang berkaitan dengan penentuan kebijaksanaan persediaan, antara lain :
 - a. Berapa banyak jumlah barang yang akan dipesan atau dibuat
 - b. Kapan pemesanan atau pembuatan barang harus dilakukan
 - c. Berapa jumlah persediaan pengamannya
 - d. Metode pengendalian persediaan mana yang paling tepat.
2. Masalah kuantitatif, yaitu hal-hal yang berkaitan dengan sistem pengoperasian persediaan yang akan menjamin kelancaran pengelolaan sistem persediaan seperti :
 - a. Jenis barang apa yang dimiliki
 - b. Dimana barang tersebut berada
 - c. Berapa jumlah barang yang sedang dipesan
 - d. Siapa saja yang menjadi pemasok (*supplier*) masing-masing item.

2.2.2.3 Biaya – Biaya dalam Sistem Persediaan

Secara umum dapat dikatakan bahwa biaya sistem persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul sebagai akibat adanya persediaan. Biaya sistem persediaan terdiri dari biaya pembelian, biaya simpan dan kekurangan persediaan. Berikut akan diuraikan secara singkat mengenai biaya-biaya persediaan. (Nasution, 2008:121).

1. Biaya Pembelian (*Purchasing Cost = c*)

Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang. Besarnya biaya pembelian ini tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang. Biaya pembelian menjadi faktor penting ketika harga barang yang dibeli tergantung pada ukuran pembelian. Situasi ini akan diistilahkan sebagai *quantity discount* atau *price break* dimana harga barang per-unit akan turun apabila jumlah barang yang dibeli meningkat.

2. Biaya Pengadaan (*Procurement Cost*)

Biaya pengadaan adalah semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar atau *supplier (ordering cost)* dan atau dalam mempersiapkan produksi sendiri suatu barang di dalam pabrik (*setup cost*)

a. Biaya Pemesanan (*Ordering Cost = k*)

Biaya pemesanan adalah semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar. Biaya ini meliputi biaya untuk menentukan pemasok (*supplier*), pengetikan pesanan, pengiriman pesanan, biaya pengangkutan, biaya penerimaan, dan seterusnya. Biaya ini diasumsikan konstan untuk setiap kali pesan.

b. Biaya Pembuatan (*Setup Cost = k*)

Biaya pembuatan adalah semua pengeluaran yang timbul dalam mempersiapkan produksi suatu barang. Biaya ini timbul di dalam pabrik yang meliputi biaya menyusun peralatan produksi, menyetel mesin, mempersiapkan gambar kerja dan seterusnya.

Karena kedua biaya tersebut mempunyai peran yang sama, yaitu pengadaan barang, maka kedua biaya tersebut disebut sebagai biaya pengadaan (*procurement cost*).

3. Biaya Penyimpanan (*Holding Cost / Carrying Cost = h*)

Biaya simpan adalah semua pengeluaran yang timbul akibat menyimpan barang. Biaya ini meliputi :

a. Biaya memiliki persediaan (biaya modal)

- b. Biaya gudang
- c. Biaya kerusakan dan penyusutan
- d. Biaya kadaluarsa
- e. Biaya asuransi
- f. Biaya administrasi dan pemindahan

4. Biaya Kekurangan Persediaan (*Shortage Cost* = p)

Biaya kekurangan *inventory* adalah biaya yang dikeluarkan saat tidak tersedianya barang di *inventory*. Bila perusahaan kehabisan barang pada saat permintaan, maka akan terjadi keadaan kekurangan persediaan. Biaya –biaya kekurangan *inventory* antara lain berasal dari hilangnya kepercayaan konsumen, keterlambatan produksi, ataupun segala hal yang harus dilakukan untuk mengatasi masalah – masalah tersebut. Biaya kekurangan persediaan dapat diukur dari :

- a. Kuantitas yang tidak dapat dipenuhi
- b. Waktu pemenuhan
- c. Biaya pengadaan darurat

2.2.2.4 Fungsi Persediaan

Fungsi utama persediaan adalah menjamin kelancaran mekanisme pemenuhan permintaan barang sesuai dengan kebutuhan konsumen sehingga sistem yang dikelola dapat mencapai kinerja (*performance*) yang optimal. (Nasution, 2008:116)

Fungsi lain persediaan adalah sebagai stabilisator harga terhadap fluktuasi permintaan. Lebih spesifik, persediaan dapat dikategorikan berdasarkan fungsinya sebagai berikut (Ginting, 2007:124) :

1. Persediaan dalam *Lot Size*

Persediaan muncul karena ada persyaratan ekonomis untuk penyediaan (*replishment*) kembali. Penyediaan dalam lot yang besar atau dengan kecepatan sedikit lebih cepat dari permintaan akan lebih ekonomis. Faktor penentu persyaratan ekonomis antara lain biaya *setup*, biaya persiapan produksi, dan biaya transport

2. Persediaan Cadangan

Pengendalian persediaan timbul berkenaan dengan ketidakpastian peramalan. Waktu siklus (*lead time*) mungkin lebih lama dari yang diprediksi. Jumlah produksi yang ditolak hanya bisa diprediksi dalam proses. Persediaan cadangan

mengamankan kegagalan mencapai permintaan konsumen atau memenuhi kebutuhan manufaktur tepat pada waktunya.

3. Persediaan Antisipasi

Persediaan dapat mengantisipasi terjadinya penurunan persediaan (*supply*) dan kenaikan permintaan (*demand*) atau kenaikan harga. Untuk menjaga kontinuitas pengiriman produk kepada konsumen, suatu perusahaan harus mampu memelihara persediaan dalam rangka liburan tenaga kerja atau antisipasi terjadinya pemogokan tenaga kerja.

4. Persediaan Lebih

Yaitu persediaan yang tidak dapat digunakan karena kelebihan atau kerusakan fisik yang terjadi.

2.2.3 Economic Order Quantity (EOQ)

Tujuan metode EOQ adalah untuk menentukan jumlah ekonomis setiap kali pemesanan (EOQ) sehingga meminimasi biaya total persediaan, dimana menurut Arman Hakim Nasution dan Yudha Prasetyawan, biaya total persediaan yaitu :

$$\text{Biaya Total Persediaan} = \text{Ordering cost} + \text{Holding cost} + \text{Purchasing cost} \quad (2 - 26)$$

Parameter-parameter yang dipakai dalam model ini (Nasution, 2008:101) adalah sebagai berikut :

D = jumlah kebutuhan barang selama satu periode (misalnya: 1 tahun)

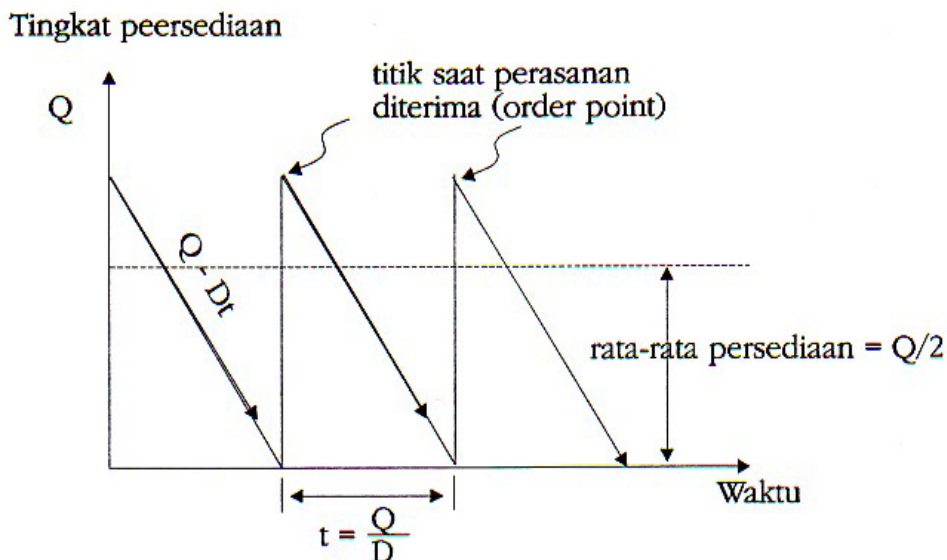
k = *ordering cost* setiap kali pesan

h = *holding cost*

c = *purchasing cost* per-satuan nilai persediaan

t = waktu antara satu pemesanan ke pemesanan berikutnya

Secara grafis, model dasar persediaan ini dapat digambarkan sebagai berikut (Nasution, 2008:102) :



Gambar 2.1 Model persediaan EOQ sederhana.
Sumber : Arman Hakim Nasution (2008 : 135).

Gambar 2.1 dapat membantu memahami pembentukan model matematisnya. Sejumlah Q unit barang dipesan secara periodik. *Order point* merupakan saat siklus persediaan (*inventory cycle*) yang baru dimulai dan yang lama berakhir karena pesanan diterima. Setiap siklus persediaan berlangsung selama siklus waktu t , artinya setiap t hari (atau mingguan, bulanan dsb) dilakukan pemesanan kembali. Lamanya t sama dengan proporsi kebutuhan satu periode (D) yang dapat dipenuhi oleh Q , sehingga dapat ditulis $t = Q/D$. Gradien negatif Dt ($-Dt$) dapat dipakai untuk menunjukkan jumlah persediaan dari waktu ke waktu. Karena barang yang dipesan diasumsikan dapat segera tersedia (*instantaneously*), maka setiap siklus persediaan dapat dilukiskan dalam bentuk segitiga dengan alas t dan tinggi Q .

Tujuan secara matematis model EOQ dimulai dengan komponen biaya *ordering cost* yang tergantung pada jumlah (frekuensi) pemesanan dalam satu periode, dimana frekuensi pemesanan tergantung pada :

- Jumlah kebutuhan barang selama satu periode (D)
- Jumlah setiap kali pemesanan (Q)

Maka dari keterangan tersebut dapat dituliskan bahwa

$$\text{frekuensi pemesanan} = \frac{D}{Q} \quad (2 - 27)$$

Ordering cost setiap periode diperoleh dengan mengalikan $\frac{D}{Q}$ dengan biaya setiap kali pesan (k), sehingga (Nasution, 2008:102):

$$\text{Ordering cost per-periode} = \left[\frac{D}{Q} \right] k \quad (2 - 28)$$

Komponen biaya kedua, yaitu *holding cost* dipengaruhi oleh jumlah barang yang akan disimpan dan lamanya barang disimpan. Setiap jumlah barang yang disimpan akan berkurang karena terpakai atau terjual, sehingga lama penyimpanan antara satu unit barang yang lain juga berbeda. Oleh karena itu, yang perlu diperhatikan adalah tingkat persediaan rata-rata. Karena persediaan bergerak dari Q unit ke nol unit dengan tingkat pengurangan konstan (gradien $-Q$) selama waktu t , maka persediaan rata-rata untuk setiap siklus adalah : $\frac{Q-0}{2} = \frac{Q}{2}$ sehingga (Nasution, 2008:103) :

$$\text{Holding cost per-periode} = h \left[\frac{Q}{2} \right] \quad (2 - 29)$$

Komponen biaya ketiga, yaitu *purchasing cost* merupakan antara kebutuhan barang selama periode (D) dengan harga barang per-unit (C) sehingga (Nasution, 2008:103) :

$$\text{Purchasing cost per-periode} = D_c$$

Dengan menggabungkan ketiga komponen biaya persediaan di atas, maka :

$$\text{Biaya Total Persediaan (TC)} = \left[\frac{D}{Q} \right] k + h \left[\frac{Q}{2} \right] + D_c \quad (2 - 30)$$

Tujuan model EOQ ini adalah menentukan nilai Q sehingga meminimumkan biaya total persediaan. Tetapi yang perlu diperhitungkan dalam penentuan nilai Q adalah biaya-biaya relevan saja (Biaya Incremental). Komponen biaya ketiga, yaitu *purchasing cost* dapat diabaikan karena biaya tersebut akan timbul tanpa tergantung pada frekuensi pemesanan, sehingga tujuan model EOQ ini adalah meminimasi biaya total persediaan dengan komponen biaya *ordering cost* dan *holding cost* saja, atau :

$$\text{Biaya Total Persediaan Incremental (TIC)} = \left[\frac{D}{Q} \right] k + h \left[\frac{Q}{2} \right] + D_c \quad (2 - 31)$$

Jumlah pemesanan yang optimal (EOQ) secara matematis dihitung dengan mendiferensialkan persamaan sebelumnya terhadap Q , dan persamaan diferensial itu diberi harga nol, sehingga (Nasution, 2008:104) :

$$TIC = \left[\frac{D}{Q} \right] k + h \left[\frac{Q}{2} \right] + D_c$$

$$\frac{dTIC}{dQ} = -\frac{D}{Q^2} k + \frac{h}{2} = 0$$

$$\frac{D}{Q^2} = \frac{h}{2}$$

$$Q^2 = \frac{2Dk}{h}$$

$$Q_0^1 = \sqrt{\frac{2Dk}{h}} \quad (2-32)$$

Bila (Q optimal = EOQ) telah diperoleh, maka t optimal diperoleh sebagai berikut :

$$t_0 = \frac{Q_0}{D} \quad (2-33)$$

Besarnya TC dapat diperoleh dengan memasukkan harga pada persamaan 2 – 30 sehingga diperoleh persamaan :

$$TIC = \sqrt{2Dkh} \quad (2-34)$$

Perhitungan titik pemesanan kembali (*reorder point*) didapatkan dari rumus (Baroto, 2002:65) sebagai berikut :

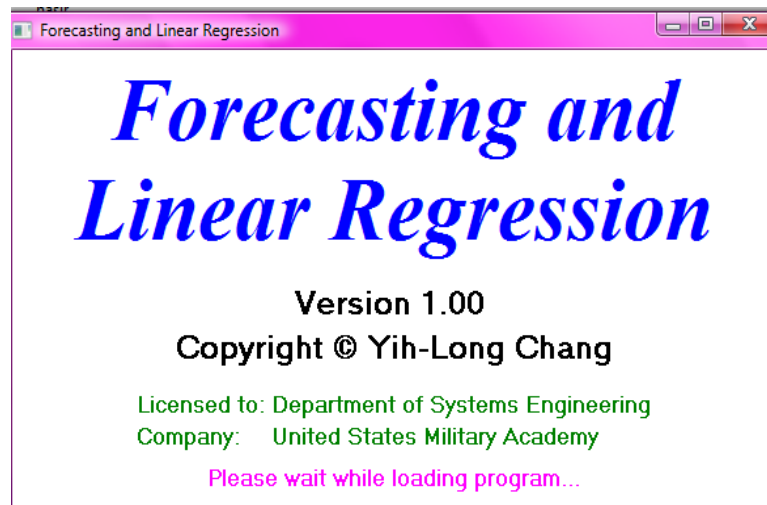
$$ROP = d \cdot L \quad (2-35)$$

Dimana : d = Permintaan selama lead time

L = *lead time*

2.2.4 Software WinQSB

WinQSB merupakan suatu sistem interaktif dan mudah digunakan. Program WinQSB merupakan program yang paling lengkap yang tersedia dipasaran. WinQSB merupakan program berbasis windows yang menyediakan 19 modul yang sangat berguna dalam pengambilan keputusan (*decision support systems*) yang terkomputerisasi dalam manajemen operasi dan produksi. Modul winQSB yang akan digunakan adalah modul *Forecasting*. Tampilan awal modul dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.2 Tampilan awal modul *Forecasting*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengantar

Metodologi penelitian menggambarkan prosedur dalam mengumpulkan data dan mengolah data yang diperlukan untuk menguji hipotesa atau menjawab permasalahan riset. Skripsi ini disusun berupa penelitian, maka dalam metodologi penelitian harus mampu mengungkapkan macam data dan rancangan pencarian data tersebut. Termasuk di dalamnya adalah uraian tentang variabel-variabel yang akan dikaji, populasi, instrumen pengukuran dan metode pencarian data, dan rancangan analisis data yang akan digunakan. Selain itu pada metodologi penelitian ini dicantumkan pula diagram alir penelitian untuk mempermudah pelaksanaan penelitian.

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif, karena penelitian ini bertujuan untuk memecahkan permasalahan yang ada pada perusahaan. Penelitian deskriptif yaitu penelitian yang berusaha untuk menuturkan pemecahan masalah yang ada sekarang berdasarkan data-data, jadi penelitian deskriptif juga menyajikan data, menganalisis dan menginterpretasikan. Penelitian deskriptif bersifat komperatif dan korelatif. Penelitian deskriptif banyak membantu terutama dalam penelitian yang bersifat longitudinal, genetik dan klinis. Penelitian *survey* biasanya termasuk dalam penelitian ini.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *plant*, yang berlokasi di kota Cilacap - Jawa Tengah. Penelitian dilaksanakan pada Bulan Desember 2008 hingga Bulan Februari 2009.

3.4 Alat yang Digunakan

Guna menunjang proses pengumpulan data sebagaimana yang dijelaskan di atas, maka dipergunakan alat bantu pengumpulan dan analisa data sebagai berikut :

1. Laptop *Compact* yang digunakan untuk pengolahan dan penyimpanan data.
2. Kertas dan alat tulis yang digunakan untuk mencatat segala hal mengenai obyek yang diteliti.

3. Kamera
4. *Flashdisk* yang digunakan untuk menyimpan data dalam bentuk *soft file*.

3.5 Tahapan Penelitian

Adapun penjelasan tahapan penelitian ini digambarkan dalam sebuah diagram alir pada gambar 3.1 adalah sebagai berikut :

1. *Survey* Awal

Langkah awal penelitian yang perlu dilakukan adalah melakukan *survey* pendahuluan untuk mengumpulkan informasi sebanyak mungkin yang berkenaan dengan obyek penelitian dan mengidentifikasi masalah yang terjadi pada PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *Plant*. Langkah-langkah yang dilakukan dalam *survey* ini antara lain:

- b. Mengamati situasi dan kondisi yang terjadi di perusahaan saat ini.
- c. Melakukan wawancara dengan pihak yang berhubungan dengan permasalahan yang ada pada perusahaan.

2. Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

Identifikasi masalah dilakukan dengan tujuan untuk mencari penyebab timbulnya masalah dan kemudian dicari solusi pemecahan masalahnya secara cepat. Studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan yang ada sehingga dapat dicari solusi pemecahannya.

3. Perumusan Masalah

Masalah yang telah diidentifikasi dibuat rumusan masalahnya agar dapat dipecahkan.

4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dapat dilakukan dengan melakukan riset lapangan, suatu cara untuk memperoleh data dengan pengamatan terhadap suatu obyek yang diteliti.

a. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah dengan teknik *survey (field research)* dan studi literatur (*library research*).

1) *Survey (Field Research)*

Merupakan metode untuk memperoleh data dengan melakukan pengamatan di lapangan. Bertujuan untuk pencarian suatu masalah yang terjadi pada perusahaan. Pencarian suatu permasalahan didasarkan pada kondisi-kondisi yang

terjadi pada perusahaan, selanjutnya diidentifikasi dan dirumuskan permasalahan apa yang terjadi. Adapun cara pengumpulan data-datanya adalah :

- Observasi (pengamatan), yaitu data yang diperoleh dengan mengadakan pengamatan langsung pada pekerjaan yang diteliti.
- Wawancara, yaitu dengan melakukan tanya jawab dan diskusi dengan pihak-pihak yang bersangkutan seperti manajer produksi untuk mendapatkan informasi.
- Dokumentasi, yaitu melihat dan menggunakan laporan-laporan dan catatan-catatan yang ada pada perusahaan.

2) Studi Literatur (*Library Research*)

Hal ini bertujuan untuk pemecahan suatu permasalahan yang telah dirumuskan berdasarkan teori-teori yang telah didapatkan selama menenpuh perkuliahan. Teori-teori tersebut didapatkan dari buku-buku perkuliahan, peneliti terdahulu, dan informasi lainnya yang berhubungan dengan permasalahan yang ada.

b. Data-Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah data primer dan data sekunder.

Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan langsung terhadap keadaan sebenarnya, kemudian mencatatnya dari obyek yang dijadikan penelitian. Data-data primer tersebut antara lain :

- 1) Data *lead time* setiap bahan baku
- 2) Jam kerja aktif perusahaan

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari turunan atau salinan atas data maupun salinan dari data yang telah tersedia sebelumnya di perusahaan. Beberapa data yang termasuk data sekunder yang berkaitan dengan produk semen dalam penelitian ini meliputi :

- 1) Data Bahan Baku
- 2) Data Permintaan Semen
- 3) Data Persediaan Bahan Baku
- 4) Biaya Pemesanan
- 5) Biaya Penyimpanan

5. Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengamatan pada perusahaan dan pengambilan data-data yang diperlukan, maka data tersebut akan diolah dengan menggunakan metode peramalan dan metode EOQ. Pengolahan data tersebut yaitu :

a. Metode Peramalan

- 1) Mengidentifikasi pola historis dari data aktual permintaan produk.
- 2) Memilih model peramalan yang sesuai dengan pola historis dari data aktual permintaan.
- 3) Melakukan analisis data berdasarkan model peramalan yang dipilih.
- 4) Memilih model peramalan yang tepat berdasarkan MAD (*Mean Absolute Deviation*) yang terkecil.
- 5) Memeriksa keandalan model peramalan yang dipilih berdasarkan peta kontrol *tracking signal*.

b. Prosentase Efisiensi Kebutuhan Bahan Baku Semen

Bahan baku semen merupakan campuran bahan – bahan kimia, oleh karena itu perlu ditentukan jumlah kebutuhan bahan baku murni masing – masing bahan baku secara efisien. Perhitungan prosentase efisiensi kebutuhan bahan baku semen dilakukan pada proses *raw mill* dan *finish mill* dengan cara menentukan selisih antara bahan baku yang digunakan dengan bahan baku yang terbuang (*waste*). Pada proses *raw mill*, akan dihasilkan *clinker* dimana bahan baku penyusunnya adalah *limestone*, *clay*, *silica sand* dan *iron ore*. Pada proses *finish mill*, bahan baku yang digunakan adalah *clinker*, *gypsum*, *additive*, *pozzolan* dan *fly ash* yang akan diproses menjadi semen.

c. Sistem Pengendalian Bahan Baku Perusahaan

Pada sistem pengendalian bahan baku perusahaan dilakukan perhitungan – perhitungan variabel seperti : permintaan bahan baku, frekuensi pemesanan, rata-rata kuantitas pemesanan, waktu antar pemesanan, total biaya pemesanan, total biaya penyimpanan, dan total biaya persediaan. Pengolahan data-data tersebut dilakukan secara manual.

d. Sistem Pengendalian Bahan Baku Menggunakan Metode EOQ

Pada sistem pengendalian bahan baku menggunakan metode EOQ dilakukan perhitungan – perhitungan variabel seperti : permintaan bahan baku, frekuensi pemesanan, pemesanan optimum, waktu antar pemesanan, total biaya

pemesanan, total biaya penyimpanan, total biaya persediaan dan *reorder point* (ROP).

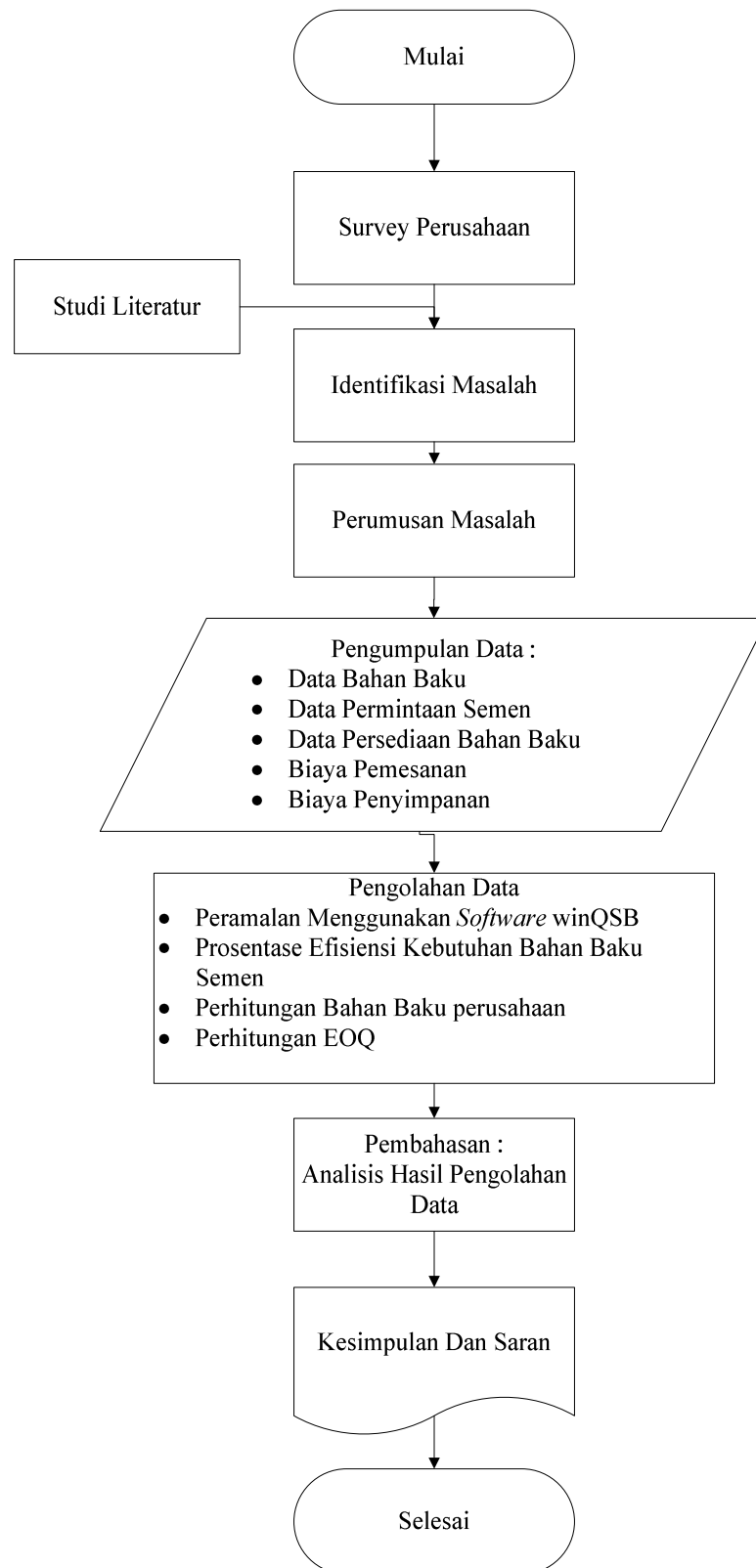
6. Analisis Hasil Pengolahan Data

Dari hasil pengolahan data, dilakukan analisis mengenai total biaya persediaan sebelum menggunakan metode EOQ dengan total biaya sesudah menggunakan metode EOQ.

7. Kesimpulan dan saran

Pada tahap ini diambil kesimpulan dari penelitian yang telah dilaksanakan, antara lain : berapa jumlah pemesanan bahan baku yang paling ekonomis dan berapa penghematan yang dapat dilakukan dari adanya penerapan metode EOQ dan sebelum adanya metode EOQ. Saran juga diberikan sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan dan peneliti yang lain sehingga terdapat penyempurnaan yang bermanfaat.

3.6 Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan merupakan data sekunder dan primer yang berbentuk kuantitatif dan kualitatif. Diantara data-data tersebut antara lain : data produksi, data permintaan semen, data kebutuhan bahan baku semen, *lead time*, dan data-data biaya yang lain. Adapun data yang diperoleh adalah data primer dan data sekunder.

4.1.1 Data Primer

Data primer adalah data yang didapat dari sumber pertama baik dari individu maupun perorangan. Data yang digunakan adalah *lead time* dan waktu operasi perusahaan. Data-data tersebut adalah sebagai berikut :

b. *Lead Time*

- *Limestone* = 1 hari
- *Clay* = 1 hari
- *Silica Sand* = 1 hari
- *Iron Ore* = 1 hari
- *Gypsum* = 1 hari
- *Pozzolan* = 1 hari
- *Additive/Dolomit* = 1 hari
- *Fly Ash* = 1 hari

c. Waktu operasi perusahaan antara lain :

- Satu *shift* = 8 jam kerja aktif
- Satu minggu = 7 hari kerja aktif
- Satu bulan = 30 atau 31 hari kerja aktif
- Satu tahun = 365 hari kerja aktif

4.1.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah diolah lebih lanjut dan disajikan baik oleh pihak pengumpul data primer atau pihak-pihak lainnya. Data yang digunakan adalah biaya persediaan, yang terdiri dari biaya pemesanan, biaya penyimpanan, data permintaan semen dan data persediaan bahan baku semen.

a. Biaya pemesanan

Biaya pemesanan adalah semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar. Biaya ini diasumsikan untuk setiap kali pemesanan dan tidak akan berubah secara langsung dengan jumlah pemesanan. Biaya pemesanan bahan baku semen dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Biaya Pemesanan Bahan Baku Semen

Bahan Baku	Biaya Pemesanan (Rp/Pesan)
<i>Limestone</i>	3.500
<i>Clay</i>	5000
<i>Silica Sand</i>	1.700
<i>Iron ore</i>	1.540
<i>Gypsum</i>	1.700
<i>Additive/dolomite</i>	3.500
<i>Pozolan</i>	1.540
<i>Fly Ash</i>	1.700

Sumber : PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *Plant*.

b. Biaya Penyimpanan

Biaya penyimpanan adalah semua pengeluaran yang timbul karena menyimpan barang. Biaya penyimpanan bahan baku semen dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Biaya Penyimpanan Bahan Baku Semen

Bahan Baku	Biaya Penyimpanan (Rp/Ton)
<i>Limestone</i>	232,73
<i>Clay</i>	240,87
<i>Silica Sand</i>	1.305
<i>Iron ore</i>	1.348,5
<i>Gypsum</i>	2.945
<i>Additive/dolomite</i>	232,73
<i>Pozolan</i>	770
<i>Fly Ash</i>	500

Sumber : PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *Plant*.

c. Data Permintaan Semen

Data permintaan untuk memproduksi semen mulai Juni 2008 – Mei 2009 dapat ditunjukkan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.3 Permintaan Semen Bulan Juni 2007 – Mei 2009

Periode	Indeks Waktu	Permintaan (Ton)
Juni 2007	1	164.148,4
Juli 2007	2	201.480,2
Agustus 2007	3	232.803,31
September 2007	4	228.697,3
Oktober 2007	5	178.574,13
November 2007	6	171.305,96
Desember 2007	7	184.705,35
Januari 2008	8	168.162,63
Februari 2008	9	129.694,81
Maret 2008	10	108.594,68
April 2008	11	137.750,71
Mei 2008	12	215.650,58
Juni 2008	13	219.935,51
Juli 2008	14	235.103,38
Agustus 2008	15	229.874,77
September 2008	16	176.437,16
Oktober 2008	17	190.085,31
November 2008	18	140.439,39
Desember 2008	19	139.479
Januari 2009	20	117.628,67
Februari 2009	21	106.753,18
Maret 2009	22	123.160,16
April 2009	23	170.418,45
Mei 2009	24	173.454,06

Sumber : PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *Plant*.

d. Data Persediaan Bahan Baku Semen

Data persediaan bahan baku semen selama satu tahun adalah sebagai berikut :

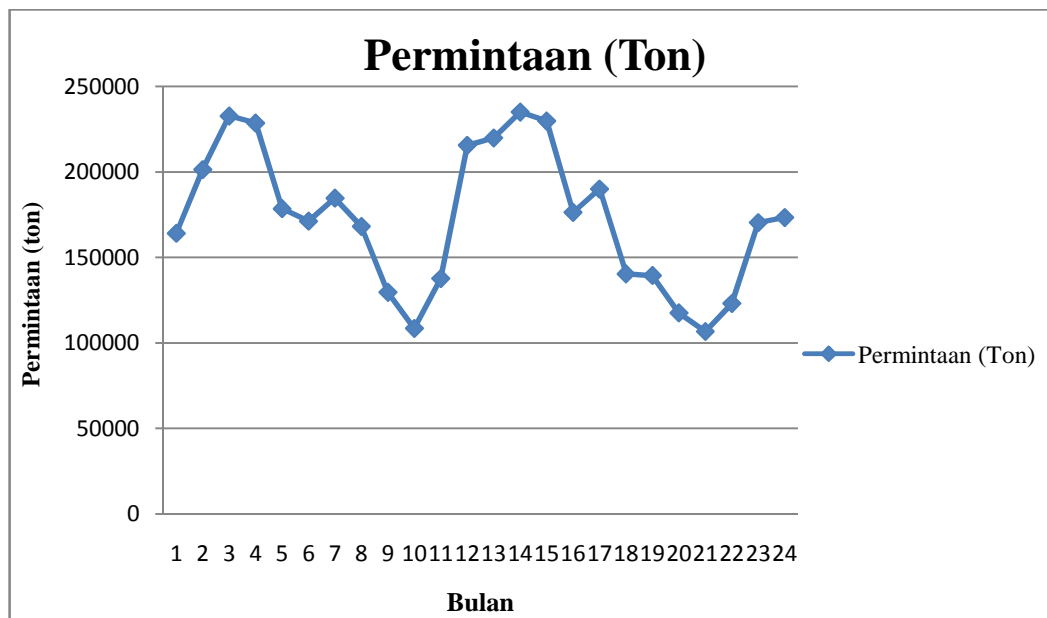
Tabel 4.4 Persediaan Bahan Baku Semen

Bahan Baku	Jumlah Persediaan (Ton) Per Tahun
<i>Limestone</i>	1.975.618,86
<i>Clay</i>	258.923,34
<i>Silica Sand</i>	356.358,9
<i>Iron ore</i>	191.660,67
<i>Gypsum</i>	69.353,46
<i>Additive/dolomite</i>	249.571,42
<i>Pozzolan</i>	165.335,06
<i>Fly Ash</i>	44.606,97

Sumber : PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap Plant.

4.2 Pengolahan Data

Berdasarkan data permintaan semen yang diperoleh kemudian dilakukan plotting untuk melihat pola data. Berdasarkan pola data tersebut maka dilakukan pemilihan metode peramalan yang sesuai untuk meramalkan kebutuhan pada periode mendatang.



Gambar 4.1 Grafik permintaan semen.

4.2.1 Metode Peramalan

Selama 24 periode mulai Juni 2007 sampai Mei 2009 diketahui bahwa semen yang dibutuhkan oleh PT. Holcim Indonesia Tbk *plant* Cilacap mengalami peningkatan dan penurunan atau bisa disebut juga mengalami fluktuasi musiman. Fluktuasi musiman itu tampak dari adanya kesamaan pola data permintaan pada periode Juni 2007 yang berulang kembali pada periode Mei 2008. Namun untuk membuktikan pernyataan tersebut dan untuk hasil peramalan yang lebih akurat, akan digunakan ke-12 metode peramalan yang ada. Pengolahan metode peramalan menggunakan bantuan *software* winQSB.

- **Metode *Single Average***

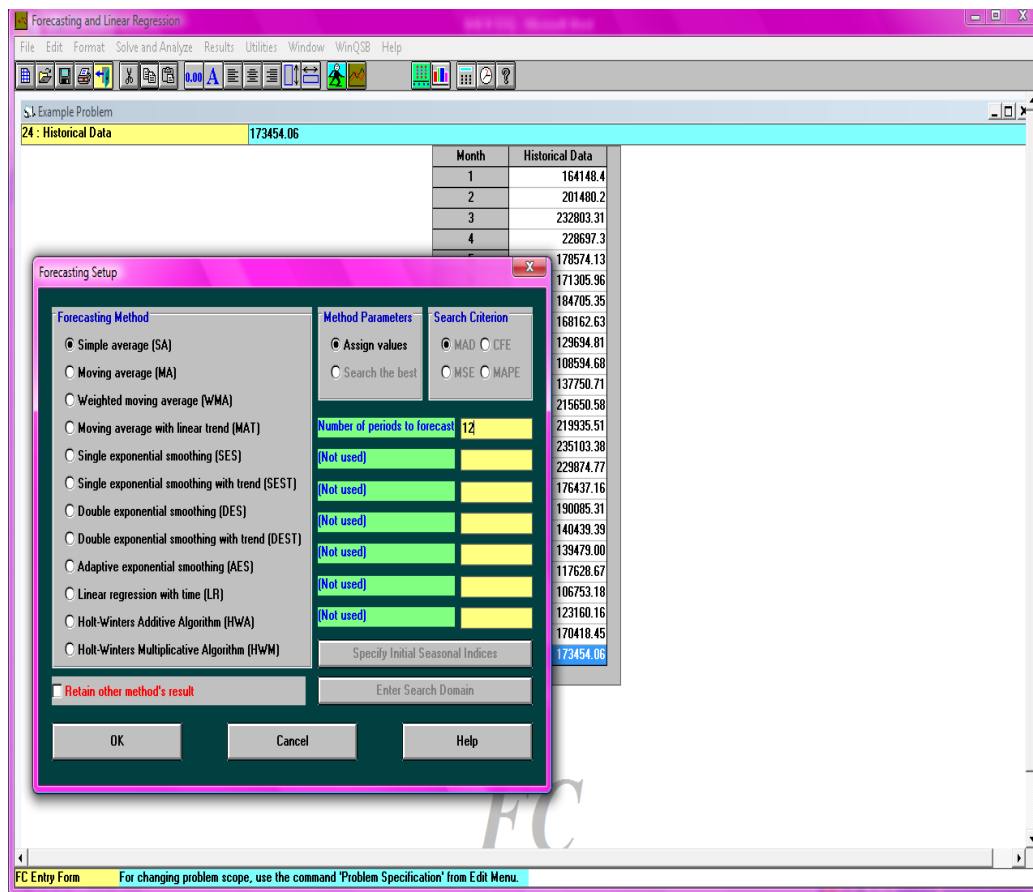
Metode peramalan *Single Average* untuk produk semen dengan menggunakan *software* winQSB langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Masukkan data permintaan semen selama 24 periode mulai Juni 2007 sampai Mei 2009 seperti tampak pada gambar 4.2 berikut :

Month	Historical Data
1	164148.4
2	201480.2
3	232803.31
4	228697.3
5	178574.13
6	171305.96
7	184705.35
8	168162.63
9	129694.81
10	108594.68
11	137750.71
12	215650.58
13	219935.51
14	235103.38
15	229874.77
16	176437.16
17	190085.31
18	140439.39
19	139479.00
20	117628.67
21	106753.18
22	123160.16
23	170418.45
24	173454.06

Gambar 4.2 Data permintaan semen pada *software* winQSB.

- Setelah data dimasukkan, program dijalankan dan dipilih metode peramalan yang akan digunakan dengan mengisi jumlah periode yang akan diramalkan. Ukuran hasil peramalan dan kriteria-kriteria peramalan yang dibutuhkan sesuai dengan metode peramalan yang digunakan.



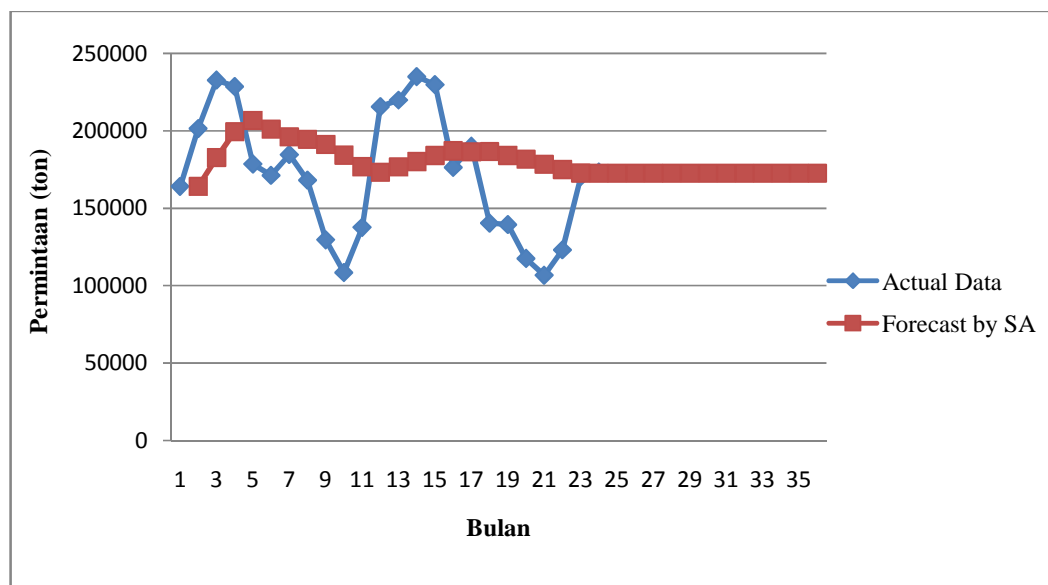
Gambar 4.3 Pemilihan metode peramalan untuk semen pada *software* winQSB.

- Setelah metode peramalan *single average* dipilih dengan 12 periode peramalan, maka hasil peramalan semen adalah sebagai berikut :

07-06-2009 Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2	164148.4	37331.8	37331.8	37331.8	1.393663E+09	18.52877	1	
3	232803.3	182814.3	49989	87320.8	43660.4	1.946282E+09	20.0007	2	
4	228697.3	199477.3	29219.98	116540.8	38846.93	1.582124E+09	17.5927	3	
5	178574.1	206782.3	-28208.19	88332.59	36187.24	1.385518E+09	17.14361	2.440987	
6	171306	201140.7	-29034.72	58497.88	34916.74	1.286437E+09	17.1981	1.675353	0.6017264
7	184705.3	196168.2	-11462.89	47034.98	31007.76	1.093939E+09	15.36609	1.516878	0.4693391
8	168162.6	194530.7	-26368.05	20666.94	30344.95	1.036979E+09	15.41095	0.6810669	0.3055146
9	129694.8	191234.7	-61539.86	-40872.92	34244.31	1.380751E+09	19.4158	-1.193568	0.1812347
10	108594.7	184396.9	-75802.24	-116675.2	38861.86	1.865777E+09	25.01436	-3.002305	0.2085056
11	137750.7	176816.7	-39065.98	-155741.2	38882.27	1.831814E+09	25.34892	-4.005454	0.2614946
12	215650.6	173265.2	42385.34	-113355.8	39200.73	1.828605E+09	24.83126	-2.891676	0.1754806
13	219395.5	176797.4	43138.16	-70217.66	39528.86	1.831297E+09	24.39649	-1.776365	0.1246649
14	235103.4	180115.7	54987.7	-15229.95	40718	1.923016E+09	24.31897	-0.3740349	9.208837E-02
15	229874.8	184043.4	45831.41	30601.45	41083.24	1.935694E+09	24.00601	0.7448646	8.713193E-02
16	176437.2	187098.8	-10661.63	19939.83	39055.13	1.814226E+09	22.80846	0.5105559	8.482692E-02
17	190085.3	186432.4	3652.875	23592.7	36842.49	1.701671E+09	21.50303	0.6403667	8.517569E-02
18	140439.4	186647.3	-46207.92	-22615.22	37393.4	1.727171E+09	22.17359	-0.6047917	7.768063E-02
19	139479	184080.2	-44601.2	-67216.42	37793.83	1.741732E+09	22.71822	-1.778502	8.040331E-02
20	117628.7	181732.8	-64104.11	-131320.5	39178.59	1.866343E+09	24.39079	-3.351845	0.0919053
21	106753.2	178527.6	-71774.4	-203094.9	40808.38	2.030604E+09	26.53295	-4.976796	0.1128532
22	123160.2	175109.8	-51949.59	-25044.5	41338.91	2.062421E+09	27.27807	-6.1696	0.1348857
23	170418.5	172748.4	-2329.953	-257374.5	39565.78	1.968921E+09	26.1003	-6.504977	0.1365211
24	173454.1	172647.1	806.9531	-256567.5	37880.61	1.883344E+09	24.96573	-6.773057	0.1362802
25		172680.7							
26		172680.7							
27		172680.7							
28		172680.7							
29		172680.7							
30		172680.7							
31		172680.7							
32		172680.7							
33		172680.7							

Gambar 4.4 Hasil peramalan semen menggunakan metode *single average* pada software winQSB.

4. Apabila hasil peramalan sudah ditentukan, maka grafik peramalan semen dapat dilihat seperti gambar 4.5 berikut:



Gambar 4.5 Grafik peramalan semen dengan metode *single average* pada software winQSB.

Untuk pengolahan metode peramalan yang lain dapat dilihat pada lampiran 1 dimana dari hasil peramalan semua metode yang digunakan, dapat diketahui metode peramalan mana yang tepat untuk digunakan.

4.2.2 Pemilihan Metode Peramalan

Berdasarkan pengolahan data dengan dua belas metode peramalan, maka akan dipilih metode peramalan yang memiliki nilai MAD terkecil karena menurut Krajewski (1999) menyatakan bahwa MAD sering digunakan dalam mengukur kesalahan peramalan karena MAD dapat dimengerti dengan mudah oleh para manajer perusahaan, dan MAD selalu digunakan dalam *tracking signal* dan pengendalian persediaan. Selain itu dipilih nilai *tracking signal* yang berada dalam batas-batas pengendalian.

Tabel 4.5 Rata-Rata Deviasi Mutlak (*Mean Absolute Deviation – MAD*)
dengan 12 Metode Peramalan

Metode	MAD
<i>Single Average (SA)</i>	37.880,61
<i>Moving Average (MA)</i>	
MA = 3	36.318,52
MA = 4	41.439,54
MA = 5	44.877,28
MA = 6	46.114,54
MA = 7	47.620,23
MA = 8	47.821,53
MA = 9	43.930,04
MA = 10	38.251,55
MA = 11	35.724
MA = 12	33.875,92
MA = 13	33.427,18
MA = 14	32.306,18
MA = 15	31.645,8
<i>Weighted Moving Average (WMA)</i>	
WMA = 3	36.318,52
WMA = 4	41.439,54
WMA = 5	44.877,28
WMA = 6	46.114,54
WMA = 7	47.620,24
WMA = 8	47.821,53
WMA = 9	43.930,04
WMA = 10	38.251,55
WMA = 11	35.723,99

WMA = 12	33.875,92
WMA = 13	33.427,18
WMA = 14	32.306,18
WMA = 15	31.645,81
<i>Moving Average with Linear Trend</i>	
MAT = 3	33.878,52
MAT = 4	34.470,61
MAT = 5	35.416,3
MAT = 6	36.044,3
MAT = 7	44.076,09
MAT = 8	51.033,52
MAT = 9	56.076,68
MAT = 10	58.561,37
MAT = 11	60.798,58
MAT = 12	55.258,77
MAT = 13	47.892,5
MAT = 14	39.862,61
MAT = 15	36.146,13
<i>Single Exponential Smoothing (SES)</i> = 0.9	25.724,02
<i>Single Exponential Smoothing with Trend (SEST)</i> = 0.9 ; = 0	25.724,02
<i>Double Exponential Smoothing (DES)</i> = 0.9	26.869,63
<i>Double Exponential Smoothing with Trend (DEST)</i> = 0.5	28.712,4
<i>Adaptive Exponential Smoothing (AES)</i>	35.832,55
<i>Linear Regression with Time (LR)</i>	32.206,4
<i>Holt-Winter Additive Algorithm (HWA)</i> = 0.9 ; = 0 ; = 0.9	24.819,48
<i>Holt-Winter Multiplicative Algorithm (HWM)</i> = 0.9 ; = 0 ; = 0.9	24.819,48

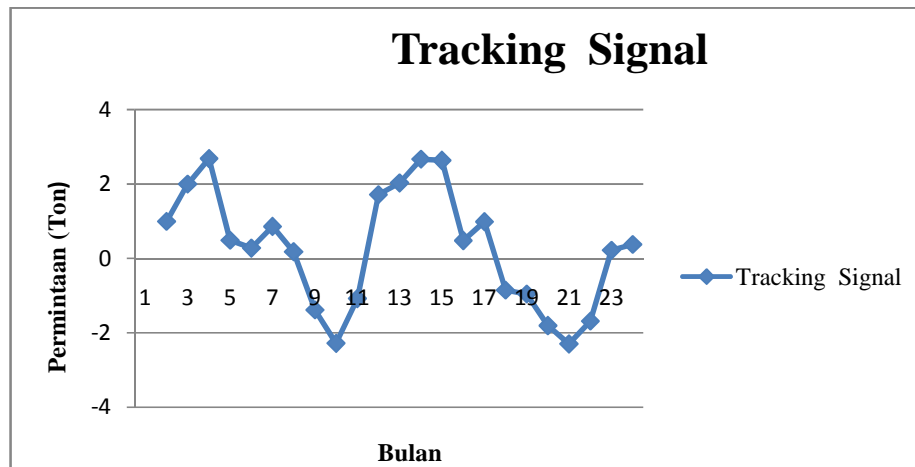
Berdasarkan tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa metode peramalan yang lebih baik digunakan adalah metode *Holt-Winter Additive Algorithm (HWA)* atau metode *Holt-Winter Multiplicative Algorithm (HWM)* dengan nilai MAD terkecil yaitu sebesar 24.819,48.

4.2.3. Uji Keandalan Metode Peramalan

Dari hasil pengolahan data dengan 12 metode peramalan, langkah selanjutnya adalah menguji keandalan dari metode peramalan *Holt-Winter Additive Algorithm (HWA)* atau metode *Holt-Winter Multiplicative Algorithm (HWM)* yang terpilih. Uji keandalan dapat dilihat pada tabel *tracking signal* 4.6 dan gambar 4.6 grafik *tracking signal* sebagai berikut :

Tabel 4.6 *Tracking Signal* Semen Menggunakan Metode *Holt - Winter*

Periode	Forecast (Ton)	Permintaan (Ton)	Error	RSFE	Absolut Error	Cumulative Absolute Error	MAD	Tracking Signal
1		164.148,4						
2	164.148,4	201.480,2	37.331,8	37.331,8	37.331,8	37.331,8	37.331,8	1
3	201.106,9	232.803,3	31.696,4	69.028,2	31.696,4	69.028,2	34.514,1	2
4	232.486,4	228.697,3	-3.789,1	65.239,1	3.789,1	72.817,3	24.272,4	2,69
5	228.735,2	178.574,1	-50.161,1	15.078	50.161,1	122.978,4	30.744,6	0,49
6	179.075,7	171.306,0	-7.769,7	7.308,3	7.769,7	130.748,1	26.149,6	0,28
7	171.383,7	184.705,4	13.321,7	20.630	13.321,7	144.069,8	24.011,6	0,86
8	184.572,1	168.162,6	-16.409,5	4.220,5	16.409,5	160.479,2	22.925,6	0,18
9	168.326,7	129.694,8	-38.631,9	-34.411,4	38.631,9	199.111,1	24.888,9	-1,38
10	130.081,1	108.594,7	-21.486,4	-55.897,8	21.486,4	220.597,6	24.510,8	-2,28
11	108.809,5	137.750,7	28.941,2	-26.956,6	28.941,2	249.538,8	24.953,9	-1,08
12	137.461,3	215.650,6	78.189,3	51.232,7	78.189,3	327.728	29.793,5	1,72
13	214.868,7	219.935,5	5.066,8	56.299,5	5.066,8	332.794,9	27.732,9	2,03
14	219.884,9	235.103,4	15.218,5	71.518	15.218,5	348.013,3	26.770,3	2,67
15	234.951,2	229.874,8	-5.076,4	66.441,5	5.076,4	353.089,8	25.220,7	2,63
16	229.925,5	176.437,2	-53.488,3	12.953,2	53.488,3	406.578,1	27.105,2	0,48
17	176.972	190.085,3	13.113,3	26.066,5	13.113,3	419.691,4	26.230,7	0,99
18	189.954,2	140.439,4	-49.514,8	-23.448,3	49.514,8	469.206,2	27.600,4	-0,85
19	140.934,5	139.479,0	-1.455,5	-24.903,8	1.455,5	470.661,7	26.147,9	-0,95
20	139.493,6	117.628,7	-21.864,9	-46.768,7	21.864,9	492.526,6	25.922,5	-1,80
21	117.847,3	106.753,2	-11.094,1	-57.862,9	11.094,1	503.620,8	25.181	-2,30
22	106.864,1	123.160,2	16.296,1	-41.566,8	16.296,1	519.916,8	24.757,9	-1,68
23	122.997,2	170.418,4	47.421,2	5.854,4	47.421,2	567.338,1	25.788,1	0,23
24	169.944,2	173.454,1	3.509,9	9.364,3	3.509,9	570.847,9	24.819,5	0,38



Gambar 4.6 Grafik *tracking signal* semen.

Berdasarkan grafik 4.6 dan berdasarkan batas atas sebesar +4 dan batas bawah -4, maka dapat diketahui bahwa metode *Holt-Winter Additive Algorithm (HWA)* atau metode *Holt-Winter Multiplicative Algorithm (HWM)* yang digunakan dapat diandalkan untuk peramalan bahan baku semen tersebut, karena berada pada batas – batas pengendalian *tracking signal*.

4.2.4 Peramalan Kebutuhan Semen

Kebutuhan semen untuk periode Juni 2009 – Mei 2010 menggunakan bantuan *software* WinQSB dapat dilihat pada lampiran 1. Peramalan kebutuhan semen adalah sebagai berikut :

Tabel 4.7 Peramalan Kebutuhan Semen dengan Metode *Holt-Winter*

Periode	Indeks Waktu	Peramalan (Ton)
Juni 2009	1	173.419
Juli 2009	2	173.419
Agustus 2009	3	173.419
September 2009	4	173.419
Oktober 2009	5	173.419
November 2009	6	173.419
Desember 2009	7	173.419
Januari 2010	8	173.419
Februari 2010	9	173.419
Maret 2010	10	173.419
April 2010	11	173.419
Mei 2010	12	173.419
Total		2.081.028

4.3 Prosentase Efisiensi Kebutuhan Bahan Baku Semen

Beberapa bahan baku semen merupakan bahan – bahan kimia, dimana di dalam setiap bahan baku tersebut terdapat campuran – campuran kimia lain seperti campuran H₂O dan MgCO₃. seperti pada bahan baku *limestone* (batu kapur), komposisi utama dari *limestone* (batu kapur) adalah CaCO₃ (*Calcite*) sebanyak ± 90 % sedangkan 10%-nya merupakan MgCO₃. Oleh karena itu bahan baku yang digunakan bukanlah bahan baku yang sebenarnya (murni). Dengan asumsi-asumsi yang digunakan tersebut, maka dapat dihitung prosentase masing – masing kebutuhan bahan baku semen yang sebenarnya (murni). Langkah – langkah perhitungan bahan baku semen adalah sebagai berikut :

- Jumlah total produksi semen pada bulan Mei 2009 adalah sebesar 173.454,06 ton. sedangkan bahan baku yang digunakan sebagai input pembuatan semen pada proses *finish mill* adalah sebagai berikut :

<i>Clinker</i>	= 135.402,3 ton	(76,7 %)
<i>Gypsum</i>	= 5.264,83 ton	(3 %)
<i>Additive</i>	= 24.238,77 ton	(13,7 %)
<i>Pozzolan</i>	= 6.819,68 ton	(3,9 %)
<i>fly ash</i>	= 4.890,95 ton	(2,8 %)
Total bahan baku	= 176.616,5 ton	(100%)

Dari total bahan baku sebagai *input* dengan total semen yang telah jadi (*output*) jumlahnya tidak sama. Hal ini menunjukkan bahwa ada bahan baku yang terbuang selama proses *finish mill*. Jumlah bahan baku yang terbuang (*waste*) adalah sebesar :

$$\text{Total bahan baku yang digunakan (input) - Total semen yang diproduksi (output)} \\ 176.616,5 \text{ ton} - 173.454,06 \text{ ton} = 3.162,44 \text{ ton}$$

Atau sebesar :

$$\frac{\text{Bahan baku yang terbuang (waste)}}{\text{Total bahan baku yang digunakan (input)}} \times 100\%$$

$$\frac{3.162,44}{176.616,5} \times 100\% = 1,8 \%$$

Jumlah *waste* setiap bahan baku diasumsikan besarnya sama, yaitu 1,8 % dari jumlah yang dibutuhkan. Maka jumlah *waste* setiap bahan baku adalah sebesar :

Waste setiap bahan baku = Bahan baku yang digunakan (*input*) x 1,8 %

$$\text{Clinker} = 135.402,3 \text{ ton} \times 1,8 \% = 2.424,5 \text{ ton}$$

$$\text{Gypsum} = 5.264,83 \text{ ton} \times 1,8 \% = 94,3 \text{ ton}$$

$$\text{Additive} = 24.238,77 \text{ ton} \times 1,8 \% = 434 \text{ ton}$$

$$\text{Pozzolan} = 6.819,68 \text{ ton} \times 1,8 \% = 122,1 \text{ ton}$$

$$\text{Fly Ash} = 4.890,95 \text{ ton} \times 1,8 \% = 87,6 \text{ ton}$$

Jadi jumlah bahan baku yang efisien digunakan adalah dengan menambahkan masing – masing bahan baku dengan *waste* sehingga jumlah produksi semen yang dihasilkan sesuai dengan keinginan, dengan besar efisiensi proses *finish mill* setiap bahan baku diasumsikan memiliki *waste* yang jumlahnya sama. Efisiensi proses *finish mill* setiap bahan baku adalah sebagai berikut :

Efisiensi bahan baku = Bahan baku yang digunakan + *waste*

$$\text{Clinker} = 135.402,3 \text{ ton} + 2.424,5 \text{ ton} = 137.826,8 \text{ ton}$$

$$\text{Gypsum} = 5.264,83 \text{ ton} + 94,3 \text{ ton} = 5.359,13 \text{ ton}$$

$$\text{Additive} = 24.238,77 \text{ ton} + 434 \text{ ton} = 24.672,77 \text{ ton}$$

$$\text{Pozzolan} = 6.819,68 \text{ ton} + 122,1 \text{ ton} = 6.941,78 \text{ ton}$$

$$\text{Fly Ash} = 4.890,95 \text{ ton} + 87,6 \text{ ton} = 4.978,55 \text{ ton}$$

Maka untuk menentukan besar prosentase efisiensi bahan baku pada proses *finish mill* adalah sebagai berikut :

$$\% \text{ efisiensi bahan baku} = \frac{\% \text{Bahan baku yang digunakan} \times \text{jumlah efisiensi bahan baku}}{\text{Bahan Baku yang digunakan}}$$

$$\text{Clinker} = \frac{76,7\% \times 137.826,8}{135.402,3} = 78 \%$$

$$\text{Gypsum} = \frac{3\% \times 5.359,13}{5.264,83} = 3,1 \%$$

$$\text{Additive} = \frac{13,7\% \times 24.672,77}{24.238,77} = 13,94 \%$$

$$\text{Pozzolan} = \frac{3,9\% \times 6.941,78}{6.819,68} = 3,96 \%$$

$$\text{Fly Ash} = \frac{2,8\% \times 4.978,55}{4.890,95} = 2,85 \%$$

Setelah diketahui prosentase yang efisien dari bahan baku *clinker*, *gypsum*, *additive*, *pozzolan* dan *fly ash* pada proses *finish mill*, kemudian mencari prosentase komposisi bahan baku *limestone*, *clay*, *silica sand* dan *iron ore* pada proses *raw mill* yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan *clinker*. Dari perhitungan prosentase kebutuhan *clinker* diketahui bahwa untuk memproduksi semen membutuhkan *clinker* sebesar 137.826,8 ton. Namun pada kenyataannya, jumlah masing – masing bahan baku yang digunakan untuk pembuatan *clinker* adalah sebesar :

$$\text{Limestone} = 106.771,59 \text{ ton} \quad (74,89\%)$$

$$\text{Clay} = 26.557,47 \text{ ton} \quad (18,63\%)$$

$$\text{Silica Sand} = 6.871,02 \text{ ton} \quad (4,8\%)$$

$$\text{Iron Ore} = 2.366,37 \text{ ton} \quad (1,6\%)$$

$$\text{Total Bahan Baku} = 142.566,45 \text{ ton} \quad (100\%)$$

Dari total bahan baku sebagai *input* dengan total *clinker* yang telah jadi (*output*) jumlahnya tidak sama. Hal ini menunjukkan bahwa ada bahan baku yang terbuang selama proses *raw mill*. Jumlah bahan baku yang terbuang (*waste*) adalah sebesar :

Total bahan baku yang digunakan (*input*) - Total *clinker* yang diproduksi (*output*)

$$142.566,45 \text{ ton} - 137.826,8 \text{ ton} = 4.739,65 \text{ ton}$$

Atau sebesar :

$$\frac{\text{Bahan baku yang terbuang (waste)}}{\text{Total bahan baku yang digunakan (input)}} \times 100\%$$

$$\frac{4.739,65}{142.566,45} \times 100\% = 3,3 \%$$

Jumlah *waste* setiap bahan baku diasumsikan besarnya sama, yaitu 3,3 % dari jumlah yang dibutuhkan. Maka jumlah *waste* setiap bahan baku adalah sebesar :

Waste setiap bahan baku = Bahan baku yang digunakan (*input*) x 3,3 %

$$\text{Limestone} = 106.771,59 \text{ ton} \times 3,3 \% = 3.523,46 \text{ ton}$$

$$\text{Clay} = 26.557,47 \text{ ton} \times 3,3 \% = 876,39 \text{ ton}$$

$$\text{Silica Sand} = 6.871,02 \text{ ton} \times 3,3 \% = 226,74 \text{ ton}$$

$$\text{Iron Sand} = 2.366,37 \text{ ton} \times 3,3 \% = 78,1 \text{ ton}$$

Efisiensi proses *raw mill* setiap bahan baku adalah sebagai berikut :

Efisiensi bahan baku = Bahan baku yang digunakan + *waste*

$$\text{Limestone} = 106.771,59 \text{ ton} + 3.523,46 \text{ ton} = 110.295,1 \text{ ton}$$

$$\text{Clay} = 26.557,47 \text{ ton} + 876,39 \text{ ton} = 27.433,87 \text{ ton}$$

$$\text{Silica Sand} = 6.871,02 \text{ ton} + 226,74 \text{ ton} = 7.097,76 \text{ ton}$$

$$\text{Iron Sand} = 2.366,37 \text{ ton} + 78,1 \text{ ton} = 2.444,46 \text{ ton}$$

Maka untuk menentukan besar prosentase efisiensi bahan baku pada proses *raw mill* adalah sebagai berikut :

$$\% \text{ efisiensi bahan baku} = \frac{\% \text{Bahan baku yang digunakan} \times \text{jumlah efisiensi bahan baku}}{\text{Bahan Baku yang digunakan}}$$

$$\text{Limestone} = \frac{74,89 \times 110.295}{106.771,59} = 77,36 \%$$

$$\text{Clay} = \frac{18,63\% \times 27.433,87}{26.557,47} = 19,29 \%$$

$$\text{Silica Sand} = \frac{4,8\% \times 7.097,76}{6.871,02} = 4,97 \%$$

$$\text{Iron Ore} = \frac{1,6\% \times 2.444,46}{2.366,37} = 1,7 \%$$

Jadi, dari perhitungan prosentase efisiensi setiap proses didapatkan hasil prosentase masing – masing bahan baku per-ton semen adalah sebagai berikut :

<i>Limestone</i>	= 77,36 % per-ton <i>clinker</i>
<i>Clay</i>	= 19,29 % per-ton <i>clinker</i>
<i>Silica Sand</i>	= 4,97 % per-ton <i>clinker</i>
<i>Iron Ore</i>	= 1,7 % per-ton <i>clinker</i>
<i>Clinker</i>	= 78 % per-ton semen
<i>Gypsum</i>	= 3,1 % per-ton semen
<i>Additive</i>	= 13,95 % per-ton semen
<i>Pozzolan</i>	= 3,96 % per-ton semen
<i>Fly Ash</i>	= 2,85 % per-ton semen

Setelah semua prosentase kebutuhan bahan baku telah diketahui, kemudian menentukan prosentase komposisi utama pada masing – masing bahan baku. Komposisi masing – masing bahan baku adalah sebagai berikut :

<i>Limestone</i>	= CaCO_3 (90%) dan MgCO_3 (10%)
<i>Clay</i>	= Al_2O_3 (64%) dan H_2O (36%)
<i>Silica Sand</i>	= SiO_2 (95%) dan H_2O (5%)
<i>Iron Ore</i>	= Fe_2O_3 (100%)
<i>Gypsum</i>	= CaSO_4 (96%) dan H_2O (4%)
<i>Additive</i>	= 100%
<i>Pozzolan</i>	= 100%
<i>Fly Ash</i>	= 100%

4.4 Sistem Pengendalian Bahan Baku Perusahaan

Sistem pengendalian yang digunakan oleh perusahaan adalah metode pemesanan bahan baku secara sederhana. Prediksi permintaan yang akan datang berdasarkan peramalan sederhana yang diperoleh dari nilai-nilai permintaan lampau dan perkiraan tak terduga lainnya. Dengan asumsi – asumsi yang digunakan oleh bagian persediaan perusahaan, maka dapat dilakukan perhitungan variabel – variabel bahan baku semen sebagai berikut :

1. *Limestone*a. Persediaan Bahan Baku *Limestone*

Persediaan *Limestone* selama 12 periode dari Bulan Juni 2008 sampai Mei 2009 adalah sebesar 1.975.618,86 ton/tahun. Jadi persediaan *Limestone* (CaCO_3) adalah sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Persediaan } Limestone (\text{CaCO}_3) &= \text{Jumlah persediaan } Limestone \times \% \text{ CaCO}_3 \\ &= 1.975.618,86 \text{ ton} \times 90\% \\ &= 1.778.056,97 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

b. Frekuensi Pemesanan (f)

Pemesanan *Limestone* dilakukan setiap hari dengan kuantitas yang sudah ditetapkan. Jadi pemesanan dilakukan sebanyak 365 kali selama satu tahun.

c. Total Biaya Pemesanan

Total biaya pemesanan *Limestone* ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}\text{Total biaya pemesanan} &= \text{Biaya pemesanan} \times \text{frekuensi pemesanan} \\ &= k \times 365 \\ &= \text{Rp. } 3.500.- \times 365 \\ &= \text{Rp. } 1.277.500.-\end{aligned}$$

d. Total Biaya Penyimpanan

Total biaya penyimpanan *Limestone* ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}\text{Total biaya simpan} &= \text{Biaya penyimpanan} \times \text{rata – rata persediaan} \\ &= h \times \frac{\text{Jumlah Persediaan}}{365} \\ &= \text{Rp. } 232,73 \times \frac{1.778.110,2}{365} \\ &= \text{Rp. } 1.133.752,3\end{aligned}$$

e. Total Biaya Persediaan (TIC)

Total biaya persediaan diperoleh dari total biaya penyimpanan dan total biaya *setup*.

$$\begin{aligned}\text{TIC} &= \text{Total biaya penyimpanan} + \text{total biaya pemesanan} \\ &= \text{Rp. } 1.133.752,3 + \text{Rp. } 1.277.500.- \\ &= \text{Rp. } 2.411.252,3\end{aligned}$$

2. Clay

a. Persediaan Bahan Baku Clay

Persediaan Clay selama 12 periode dari Bulan Juni 2008 sampai Mei 2009 adalah sebesar 258.923,34 ton/tahun. Jadi Persediaan Clay (Al_2O_3) adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Persediaan Clay (Al}_2\text{O}_3) &= \text{Jumlah persediaan Clay} \times \% \text{ Al}_2\text{O}_3 \\ &= 258.923,34 \text{ ton} \times 64 \% \\ &= 165.710,9 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

b. Frekuensi Pemesanan (f)

Pemesanan Clay dilakukan setiap hari dengan kuantitas yang sudah ditetapkan. Jadi pemesanan dilakukan sebanyak 365 kali selama satu tahun.

c. Total Biaya pemesanan

Total biaya pemesanan Clay ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Total biaya pemesanan} &= \text{Biaya pemesanan} \times \text{frekuensi pemesanan} \\ &= k \times 365 \\ &= \text{Rp. } 5000.- \times 365 \\ &= \text{Rp. } 1.825.000.- \end{aligned}$$

d. Total Biaya Penyimpanan

Total biaya penyimpanan Clay ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Total biaya penyimpanan} &= \text{Biaya penyimpanan} \times \text{rata – rata persediaan} \\ &= h \times \frac{\text{Jumlah Persediaan}}{365} \\ &= \text{Rp. } 240,87 \times \frac{165.710,9}{365} \\ &= \text{Rp. } 109.355,6 \end{aligned}$$

e. Total Biaya Persediaan (TIC)

Total biaya persediaan diperoleh dari total biaya penyimpanan dan total biaya *setup*.

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \text{Total biaya penyimpanan} + \text{total biaya pemesanan} \\ &= \text{Rp. } 109.355,6 + \text{Rp. } 1.825.000.- \\ &= \text{Rp. } 1.934.355,6 \end{aligned}$$

3. *Silica Sand*

a. Persediaan Bahan Baku *Silica Sand*

Persediaan *Silica Sand* selama 12 periode dari Bulan Juni 2008 sampai Mei 2009 adalah sebesar 356.358,9 ton/tahun. Jadi Persediaan *Silica Sand* (S_iO_2) adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Persediaan } \textit{Silica Sand} (S_iO_2) &= \text{Jumlah persediaan } \textit{Silica Sand} \times \% S_iO_2 \\ &= 356.358,9 \text{ ton} \times 95 \% \\ &= 338.540,95 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

b. Frekuensi Pemesanan (f)

Pemesanan *Silica Sand* dilakukan setiap hari dengan kuantitas yang sudah ditetapkan. Jadi penambangan dilakukan sebanyak 365 kali selama satu tahun.

c. Total Biaya Pemesanan

Total biaya pemesanan *Silica Sand* ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Total biaya pemesanan} &= \text{Biaya pemesanan} \times \text{frekuensi pemesanan} \\ &= k \times 365 \\ &= \text{Rp. } 1.700,- \times 365 \\ &= \text{Rp. } 620.500,- \end{aligned}$$

d. Total Biaya Penyimpanan

Total biaya penyimpanan *Silica Sand* ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Total biaya penyimpanan} &= \text{Biaya penyimpanan} \times \text{rata – rata persediaan} \\ &= h \times \frac{\text{Jumlah Persediaan}}{365} \\ &= \text{Rp. } 1.305,- \times \frac{338.540,95}{365} \\ &= \text{Rp. } 1.210.399,84 \end{aligned}$$

e. Total Biaya Persediaan (TIC)

Total biaya persediaan diperoleh dari total biaya penyimpanan dan total biaya pemesanan.

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \text{Total biaya penyimpanan} + \text{total biaya pemesanan} \\ &= \text{Rp. } 1.210.399,84 + \text{Rp. } 620.500,- \\ &= \text{Rp. } 1.830.899,84 \end{aligned}$$

4. *Iron Ore*

a. Persediaan Bahan Baku *Iron Ore*

Persediaan *Iron Ore* selama 12 periode dari Bulan Juni 2008 sampai Mei 2009 adalah sebesar 191.660,67 ton/tahun.

b. Frekuensi Pemesanan (f)

Pemesanan *Iron Ore* dilakukan setiap hari dengan kuantitas yang sudah ditetapkan. Jadi penambangan dilakukan sebanyak 365 kali selama satu tahun.

c. Total Biaya Pemesanan

Total biaya pemesanan *Iron Ore* ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Total biaya pemesanan} &= \text{Biaya pemesanan} \times \text{frekuensi pemesanan} \\ &= k \times 365 \\ &= \text{Rp. 1.540,-} \times 365 \\ &= \text{Rp. 562.100,-} \end{aligned}$$

d. Total Biaya Penyimpanan

Total biaya penyimpanan *Iron Ore* ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Total biaya penyimpanan} &= \text{Biaya penyimpanan} \times \text{rata - rata persediaan} \\ &= h \times \frac{\text{Jumlah Persediaan}}{365} \\ &= \text{Rp. 1.348,5} \times \frac{191.660,67}{365} \\ &= \text{Rp. 708.094,3} \end{aligned}$$

e. Total Biaya Persediaan (TIC)

Total biaya persediaan diperoleh dari total biaya penyimpanan dan total biaya pemesanan.

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \text{Total biaya penyimpanan} + \text{total biaya pemesanan} \\ &= \text{Rp. 708.094,3} + \text{Rp. 562.100,-} \\ &= \text{Rp. 1.270.194,3} \end{aligned}$$

5. *Gypsum*

a. Persediaan Bahan *Gypsum*

Persediaan *Gypsum* selama 12 periode dari Bulan Juni 2008 sampai Mei 2009 adalah sebesar 69.353,46 ton. Jadi Persediaan *Gypsum* (CaSO_4) adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Persediaan } \text{Gypsum} (\text{CaSO}_4) &= \text{Jumlah persediaan } \text{Gypsum} \times \% \text{ CaSO}_4 \\ &= 69.353,46 \text{ ton} \times 96\% \\ &= 66.579,32 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

b. Frekuensi Pemesanan (f)

Pemesanan *Gypsum* dilakukan setiap hari dengan kuantitas yang sudah ditetapkan. Jadi penambangan dilakukan sebanyak 365 kali selama satu tahun.

c. Total Biaya Pemesanan

Total biaya pemesanan *Gypsum* ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Total biaya pemesanan} &= \text{Biaya pemesanan} \times \text{frekuensi pemesanan} \\ &= k \times 365 \\ &= \text{Rp. 1.700,-} \times 365 \\ &= \text{Rp. 620.500,-} \end{aligned}$$

d. Total Biaya Penyimpanan

Total biaya penyimpanan *Gypsum* ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Total biaya penyimpanan} &= \text{Biaya penyimpanan} \times \text{rata – rata persediaan} \\ &= h \times \frac{\text{Jumlah Persediaan}}{365} \\ &= \text{Rp. 2.945,-} \times \frac{66.579,32}{365} \\ &= \text{Rp. 537.194,8} \end{aligned}$$

e. Total Biaya Persediaan (TIC)

Total biaya persediaan diperoleh dari total biaya penyimpanan dan total biaya pemesanan.

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \text{Total biaya penyimpanan} + \text{total biaya pemesanan} \\ &= \text{Rp. 537.194,8} + \text{Rp. 620.500,-} \\ &= \text{Rp. 1.157.694,8} \end{aligned}$$

6. *Additive*a. Persediaan Bahan *Additive*

Persediaan semen selama 12 periode dari Bulan Juni 2008 sampai Mei 2009 adalah sebesar 249.571,42 ton/tahun.

b. Frekuensi Pemesanan (f)

Pemesanan *Additive* dilakukan setiap hari dengan kuantitas yang sudah ditetapkan. Jadi penambangan dilakukan sebanyak 365 kali selama satu tahun.

c. Total Biaya Pemesanan

Total biaya pemesanan *Additive* ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya pemesanan} &= \text{Biaya pemesanan} \times \text{frekuensi pemesanan} \\
 &= k \times 365 \\
 &= \text{Rp. } 3.500,- \times 365 \\
 &= \text{Rp. } 1.277.500,-
 \end{aligned}$$

d. Total Biaya Penyimpanan

Total biaya penyimpanan *Additive* ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya penyimpanan} &= \text{Biaya penyimpanan} \times \text{rata – rata persediaan} \\
 &= h \times \frac{\text{Jumlah Persediaan}}{365} \\
 &= \text{Rp. } 232,73 \times \frac{249.571,42}{365} \\
 &= \text{Rp. } 159.130,84
 \end{aligned}$$

e. Total Biaya Persediaan (TIC)

Total biaya persediaan diperoleh dari total biaya penyimpanan dan total biaya pemesanan.

$$\begin{aligned}
 \text{TIC} &= \text{Total biaya penyimpanan} + \text{total biaya pemesanan} \\
 &= \text{Rp. } 159.130,84 + \text{Rp. } 1.277.500,- \\
 &= \text{Rp. } 1.436.630,84
 \end{aligned}$$

7. *Pozzolan*

a. Persediaan Bahan *Pozzolan*

Persediaan semen selama 12 periode dari Bulan Juni 2008 sampai Mei 2009 adalah sebesar 165.335,06 ton/tahun.

b. Frekuensi Pemesanan (f)

Pemesanan *Pozzolan* dilakukan setiap hari dengan kuantitas yang sudah ditetapkan. Jadi penambangan dilakukan sebanyak 365 kali selama satu tahun.

c. Total Biaya Pemesanan

Total biaya pemesanan *Pozzolan* ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya pemesanan} &= \text{Biaya pemesanan} \times \text{frekuensi pemesanan} \\
 &= k \times 365 \\
 &= \text{Rp. } 1.540,- \times 365 \\
 &= \text{Rp. } 562.100,-
 \end{aligned}$$

d. Total Biaya Penyimpanan

Total biaya penyimpanan *Pozzolan* ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
\text{Total biaya penyimpanan} &= \text{Biaya penyimpanan} \times \text{rata – rata persediaan} \\
&= h \times \frac{\text{Jumlah Persediaan}}{365} \\
&= \text{Rp. } 770,- \times \frac{165.335,06}{365} \\
&= \text{Rp. } 348.789,-
\end{aligned}$$

e. Total Biaya Persediaan (TIC)

Total biaya persediaan diperoleh dari total biaya penyimpanan dan total biaya pemesanan.

$$\begin{aligned}
\text{TIC} &= \text{Total biaya penyimpanan} + \text{total biaya pemesanan} \\
&= \text{Rp. } 348.789,- + \text{Rp. } 562.100,- \\
&= \text{Rp. } 910.889,-
\end{aligned}$$

8. *Fly Ash*

a. Persediaan Bahan *Fly Ash*

Persediaan semen selama 12 periode dari Bulan Juni 2008 sampai Mei 2009 adalah sebesar 44.606,97 ton/tahun.

b. Frekuensi Pemesanan (f)

Pemesanan *Fly Ash* dilakukan setiap hari dengan kuantitas yang sudah ditetapkan. Jadi penambahan dilakukan sebanyak 365 kali selama satu tahun.

c. Total Biaya Pemesanan

Total biaya pemesanan *Fly Ash* ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
\text{Total biaya pemesanan} &= \text{Biaya pemesanan} \times \text{frekuensi pemesanan} \\
&= k \times 365 \\
&= \text{Rp. } 1.700,- \times 365 \\
&= \text{Rp. } 620.500,-
\end{aligned}$$

d. Total Biaya Penyimpanan

Total biaya penyimpanan *Fly Ash* ini dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}
\text{Total biaya penyimpanan} &= \text{Biaya penyimpanan} \times \text{rata – rata persediaan} \\
&= h \times \frac{\text{Jumlah Persediaan}}{365} \\
&= \text{Rp. } 500,- \times \frac{44.606,97}{365} \\
&= \text{Rp. } 61.105,44
\end{aligned}$$

e. Total Biaya Persediaan (TIC)

Total biaya persediaan diperoleh dari total biaya penyimpanan dan total biaya pemesanan.

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \text{Total biaya penyimpanan} + \text{total biaya pemesanan} \\ &= \text{Rp. } 61.105,44 + \text{Rp. } 620.500,- \\ &= \text{Rp. } 681.605,44 \end{aligned}$$

4.5 Sistem Pengendalian Bahan Baku Semen Menggunakan Metode EOQ

Bahan baku yang akan menggunakan metode EOQ adalah bahan baku yang dipesan dari luar perusahaan. Bahan baku tersebut adalah *silica sand* (pasir silika), *iron ore* (pasir besi), *gypsum*, *Additive*, *pozzolan* dan *fly ash*. Untuk bahan baku *Limestone* dan *clay*, juga menggunakan metode EOQ meskipun pengadaannya dibuat sendiri oleh perusahaan. Hal ini disebabkan karena penambangan yang dilakukan menggunakan peledak, sehingga kecepatan produksinya tidak dapat ditentukan. Berdasarkan model *Economic Order Quantity* (EOQ), maka dihasilkan data – data sebagai berikut :

1. *Limestone*

Input Data :

- Kebutuhan bahan baku *Limestone* CaCO_3 (D) pertahun
 Kebutuhan *Clinker* = 2.081.028 ton x 78 % = 1.623.201,84 ton/tahun
 Kebutuhan *Limestone* = 1.623.201,84 ton x 77,36 % = 1.260.091,6 ton/tahun
 Kebutuhan *Limestone* CaCO_3 = 1.260.091,6 ton x 90% = 1.134.082,43 ton/tahun
- Biaya pemesanan (k) per pesan = Rp. 3500,-
- Biaya penyimpanan (h) per ton = Rp. 232,73
- Lead time = 1 hari

Output Data :

a. Pemesanan optimum (Q^*)

Perhitungan pemesanan optimum didapatkan dari rumus EOQ yaitu :

$$\begin{aligned} \text{EOQ} &= Q^* = \sqrt{\frac{2Dk}{h}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 1.134.082,43 \times \text{Rp.} 3.500}{\text{Rp.} 232,73}} \\ &= 5.840,43 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Total Biaya Pemesanan (TOC)

Perhitungan biaya pemesanan didapatkan dari rumus ssebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TOC} &= \left[\frac{D}{Q} \right] k = \left[\frac{1.134.082,43}{5.840,43} \right] \times \text{Rp}.3.500,- \\ &= \text{Rp}. 679.622,14 \end{aligned}$$

c. Total Biaya Simpan (TCC)

Perhitungan biaya simpan didapatkan dari rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TCC} &= \left[\frac{Q^*}{2} \right] h = \left[\frac{5.840,43}{2} \right] \times \text{Rp}.232,73 \\ &= \text{Rp}. 679.622,14 \end{aligned}$$

d. Biaya Total Persediaan (TIC)

Biaya inventori total didapatkan dari rumus :

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \left[\frac{D}{Q} \right] k + \left[\frac{Q^*}{2} \right] h \\ &= \left[\frac{1.134.082,43}{5.840,43} \right] \times \text{Rp}.3.500,- + \left[\frac{5.840,47}{2} \right] \times \text{Rp}.232,73 \\ &= \text{Rp}. 1.359.244,28 \end{aligned}$$

e. Frekuensi Pemesanan (f^*)

$$f^* = \frac{D}{Q^*} = \frac{1.134.082,43}{5.840,43} = 194,17 \text{ kali pertahun} \quad 194 \text{ kali pertahun}$$

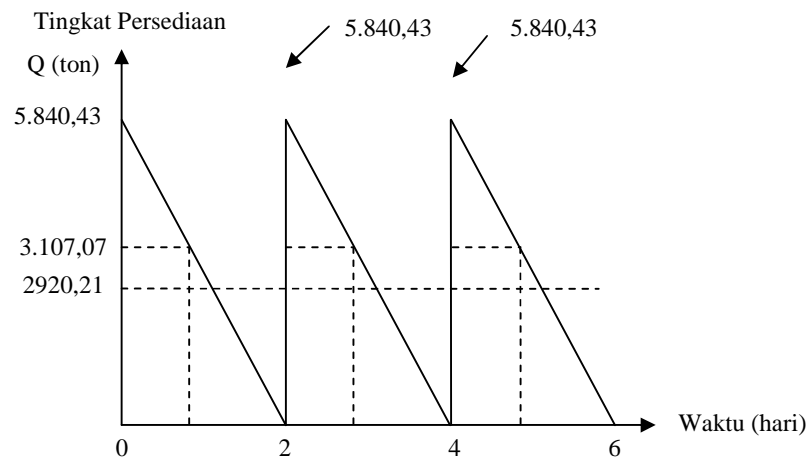
f. Jarak Siklus Pemesanan (T^*)

$$T^* = \frac{Q^*}{D} = \frac{5.840,43}{1.134.082,43} = 0,0051 \text{ thn} = 45,1 \text{ jam} = 1,87 \text{ hari} \quad 2 \text{ hari}$$

g. *Reorder Point* (ROP)

$$\text{ROP} = \frac{DL}{\text{jumlahhari ker ja}} = \frac{1.134.082,43 \times 1}{365} = 3.107,07 \text{ ton}$$

Jadi, setiap persediaan *Limestone* mencapai 3.107,07 ton, maka dilakukan pemesanan kembali sebesar EOQ, yaitu 5.840,43 ton.

h. Grafik Model Persediaan EOQ untuk Bahan Baku *Limestone*Gambar 4.7 Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku *limestone*.2. *Clay*

Input Data :

- Kebutuhan bahan baku *Clay* Al_2O_3 (D) pertahun
 Kebutuhan *Clinker* = 2.081.028 ton x 78 % = 1.623.201,84 ton/tahun
 Kebutuhan *Clay* = 1.623.201,84 ton x 19,24 % = 312.304,58 ton/tahun
 Kebutuhan *Clay* Al_2O_3 = 312.304,58 ton x 64 % = 199.874,58 ton/tahun
- Biaya pemesanan (k) per pesan = Rp. 5.000,-
- Biaya penyimpanan (h) per ton = Rp. 240,87
- Lead time = 1 hari

Output Data :

a. Pemesanan optimum (Q^*)

Perhitungan pemesanan optimum didapatkan dari rumus EOQ yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{EOQ} &= Q^* = \sqrt{\frac{2Dk}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 199.874,58 \times \text{Rp}.5.000,-}{\text{Rp}.240,87}} \\
 &= 2.880,63 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

b. Total Biaya Pemesanan (TOC)

Perhitungan biaya pemesanan didapatkan dari rumus ssebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TOC} &= \left[\frac{D}{Q^*} \right] k = \left[\frac{199.874,58}{2.880,63} \right] \times \text{Rp}.5.000,- \\ &= \text{Rp}. 346.928,63 \end{aligned}$$

c. Total Biaya Simpan (TCC)

Perhitungan biaya simpan didapatkan dari rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TCC} &= \left[\frac{Q^*}{2} \right] h = \left[\frac{2.880,63}{2} \right] \times \text{Rp}.240,87 \\ &= \text{Rp}. 346.928,63 \end{aligned}$$

d. Biaya Total Persediaan (TIC)

Biaya inventori total didapatkan dari rumus :

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \left[\frac{D}{Q^*} \right] k + \left[\frac{Q^*}{2} \right] h \\ &= \left[\frac{199.874,58}{2.880,63} \right] \times \text{Rp}.5.000,- + \left[\frac{2.880,63}{2} \right] \times \text{Rp}.240,87 \\ &= \text{Rp}. 693.857,27 \end{aligned}$$

e. Frekuensi Pemesanan (f^*)

$$f^* = \frac{D}{Q^*} = \frac{199.874,58}{2.880,63} = 69,38 \text{ kali pertahun} \quad 69 \text{ kali pertahun}$$

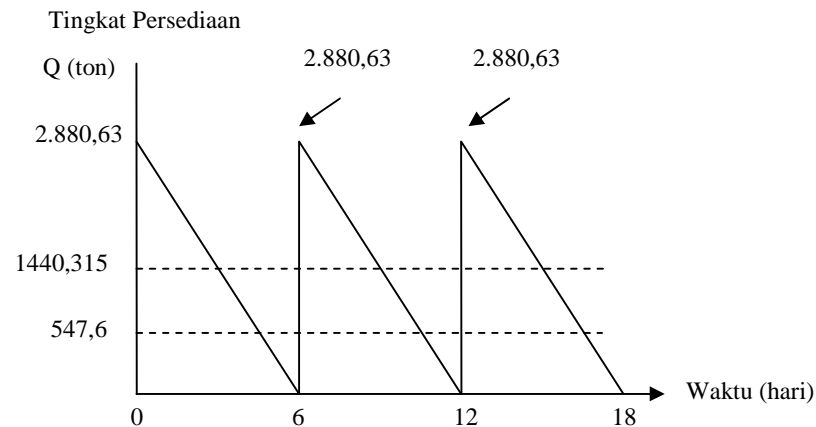
f. Jarak Siklus Pemesanan (T^*)

$$T^* = \frac{Q^*}{D} = \frac{2.880,63}{199.874,58} = 0,0144 \text{ tahun} = 126,25 \text{ jam} \quad 6 \text{ hari}$$

g. *Reorder Point* (ROP)

$$\text{ROP} = \frac{\text{DL}}{\text{jumlah hari kerja}} = \frac{Q^*}{D} = \frac{199.874,58 \times 1}{365} = 547,6 \text{ ton}$$

Jadi, setiap persediaan *Silica Sand* mencapai 547,6 ton. maka dilakukan pemesanan kembali sebesar EOQ, yaitu 2.880,63 ton.

h. Grafik Model Persediaan EOQ untuk Bahan Baku *Clay*Gambar 4.8 Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku *clay*.3. *Silica Sand*

Input Data :

- Kebutuhan bahan baku *Silica Sand* S_iO_2 (D) pertahun
 Kebutuhan *Clinker* = 2.081.028 ton x 78 % = 1.623.201,84 ton/tahun
 Kebutuhan *Silica Sand* = 1.623.201,84 ton x 4,97 % = 80.673,13 ton/tahun
 Kebutuhan *Silica Sand* (S_iO_2) = 80.673,13 ton x 95 % = 76.639,47 ton/tahun
- Biaya pemesanan (k) per pesan = Rp. 1.700,-
- Biaya penyimpanan (h) per ton = Rp. 1.305,-
- Lead time = 1 hari

Output Data :

a. Pemesanan optimum (Q^*)

Perhitungan pemesanan optimum didapatkan dari rumus EOQ yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{EOQ} &= Q^* = \sqrt{\frac{2Dk}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 76.639,47 \times \text{Rp.}1.700,-}{\text{Rp.}1.305,-}} \\
 &= 446,85 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

b. Total Biaya Pemesanan (TOC)

Perhitungan biaya pemesanan didapatkan dari rumus ssebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TOC} &= \left[\frac{D}{Q^*} \right] k = \left[\frac{76.639,47}{446,85} \right] \times Rp.1.700,- \\ &= Rp. 291.568,8 \end{aligned}$$

c. Total Biaya Simpan (TCC)

Perhitungan biaya simpan didapatkan dari rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TCC} &= \left[\frac{Q^*}{2} \right] h = \left[\frac{446,85}{2} \right] \times Rp.1.305,- \\ &= Rp. 291.568,8 \end{aligned}$$

d. Biaya Total Persediaan (TIC)

Biaya inventori total didapatkan dari rumus :

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \left[\frac{D}{Q} \right] k + \left[\frac{Q^*}{2} \right] h \\ &= \left[\frac{76.639,47}{446,85} \right] \times Rp.1.700,- + \left[\frac{446,85}{2} \right] \times Rp.1.305,- \\ &= Rp. 583.137,6 \end{aligned}$$

e. Frekuensi Pemesanan (f^*)

$$f^* = \frac{D}{Q^*} = \frac{76.639,47}{446,85} = 171,5 \text{ kali pertahun} \quad 171 \text{ kali pertahun}$$

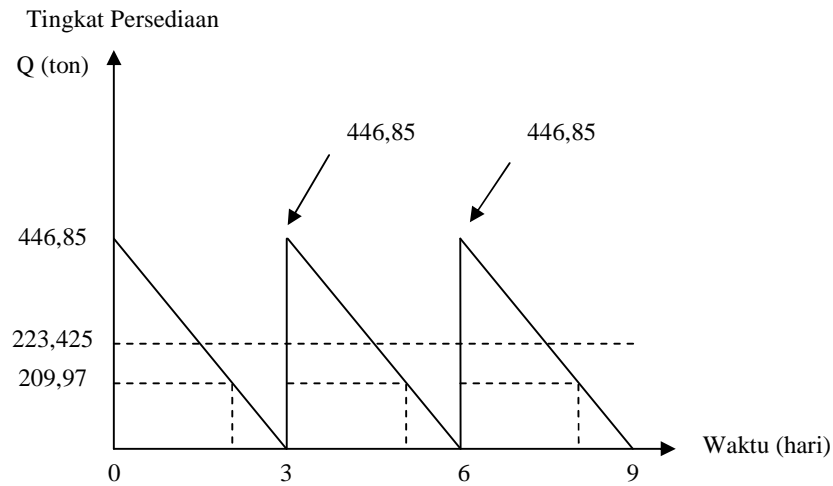
f. Jarak Siklus Pemesanan (T^*)

$$T^* = \frac{Q^*}{D} = \frac{446,85}{76.639,47} = 0,0058 \text{ tahun} = 51,07 \text{ jam} \quad 3 \text{ hari}$$

g. *Reorder Point* (ROP)

$$\text{ROP} = \frac{\text{DL}}{\text{jumlah hari kerja}} = \frac{76.639,47 \times 1}{365} = 209,97 \text{ ton}$$

Jadi, setiap persediaan *Silica Sand* mencapai 209,97 ton. maka dilakukan pemesanan kembali sebesar EOQ, yaitu 446,85 ton.

h. Grafik Model Persediaan EOQ untuk Bahan Baku *Silica Sand*Gambar 4.9 Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku *silica sand*.4. *Iron Ore*

Input Data :

- Kebutuhan bahan baku *Iron ore* (D) pertahun
 Kebutuhan *Clinker* = 2.081.028 ton x 78 % = 1.623.201,84 ton/tahun
 Kebutuhan *Iron Ore* = 1.623.201,84 ton x 1,7 % = 27.594,43 ton/tahun
- Biaya pemesanan (k) per pesan = Rp. 1.540,-
- Biaya penyimpanan (h) per ton = Rp. 1.348,5
- Lead time = 1 hari

Output Data :

a. Pemesanan optimum (Q^*)

Perhitungan pemesanan optimum didapatkan dari rumus EOQ yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{EOQ} = Q^* &= \sqrt{\frac{2Dk}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 27.594,43 \times \text{Rp}.1.540}{\text{Rp}.1.348,5}} \\
 &= 251,05 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

b. Total Biaya Pemesanan (TOC)

Perhitungan biaya pemesanan didapatkan dari rumus ssebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TOC} &= \left[\frac{D}{Q^*} \right] k = \left[\frac{27.594,43}{251,05} \right] \times Rp.1.540,- \\ &= Rp. 169.270,6 \end{aligned}$$

c. Total Biaya Simpan (TCC)

Perhitungan biaya simpan didapatkan dari rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TCC} &= \left[\frac{Q^*}{2} \right] h = \left[\frac{251,05}{2} \right] \times Rp.1.348,5 \\ &= Rp. 169.270,6 \end{aligned}$$

d. Biaya Total Persediaan (TIC)

Biaya inventori total didapatkan dari rumus :

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \left[\frac{D}{Q} \right] k + \left[\frac{Q^*}{2} \right] h \\ &= \left[\frac{27.594,43}{251,05} \right] \times Rp.1.540,- + \left[\frac{251,05}{2} \right] \times Rp.1.348,5 \\ &= Rp. 338.541,2 \end{aligned}$$

e. Frekuensi Pemesanan (f^*)

$$f^* = \frac{D}{Q^*} = \frac{27.594,43}{251,05} = 109,92 \text{ kali pertahunn} \quad 109 \text{ kali pertahun}$$

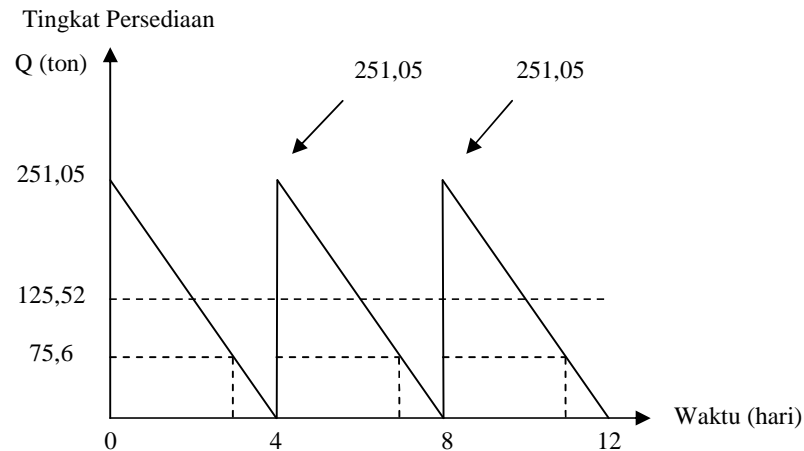
f. Jarak Siklus Pemesanan (T^*)

$$T^* = \frac{Q^*}{D} = \frac{251,05}{27.594,43} = 0,0091 \text{ tahun} = 79,69 \text{ jam} \quad 4 \text{ hari}$$

g. *Reorder Point* (ROP)

$$\text{ROP} = \frac{\text{DL}}{\text{jumlah hari kerja}} = \frac{27.594,43 \times 1}{365} = 75,6 \text{ ton}$$

Jadi, setiap persediaan *iron ore* mencapai 75,6 ton, maka dilakukan pemesanan kembali sebesar EOQ, yaitu 251,05 ton.

h. Grafik Model Persediaan EOQ untuk Bahan Baku *Iron Ore*Gambar 4.10 Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku *iron ore*.5. *Gypsum*

Input Data :

- Kebutuhan bahan baku *Gypsum* (D) pertahun
 Kebutuhan *Gypsum* = 2.081.028 ton x 3,1 % = 64.511,87 ton/tahun
 Kebutuhan *Gypsum*(CaSO₄) = 64.511,87 ton x 96% = 61.931,39 ton/tahun
- Biaya pemesanan (k) per pesan = Rp. 1.700,-
- Biaya penyimpanan (h) per ton = Rp. 2.945,-
- Lead time = 1 hari

Output Data :

a. Pemesanan optimum (Q*)

Perhitungan pemesanan optimum didapatkan dari rumus EOQ yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{EOQ} &= Q^* = \sqrt{\frac{2Dk}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 61.931,39 \times \text{Rp.}1.700}{\text{Rp.}2.954,-}} \\
 &= 266,98 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

b. Total Biaya Pemesanan (TOC)

Perhitungan biaya pemesanan didapatkan dari rumus ssebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TOC} &= \left[\frac{D}{Q^*} \right] k = \left[\frac{61.931,39}{266,98} \right] \times Rp.1.700,- \\ &= Rp. 393.137,9 \end{aligned}$$

c. Total Biaya Simpan (TCC)

Perhitungan biaya simpan didapatkan dari rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TCC} &= \left[\frac{Q^*}{2} \right] h = \left[\frac{266,98}{2} \right] \times Rp.2.945,- \\ &= Rp. 393.137,9 \end{aligned}$$

d. Biaya Total Persediaan (TIC)

Biaya inventori total didapatkan dari rumus :

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \left[\frac{D}{Q} \right] k + \left[\frac{Q^*}{2} \right] h \\ &= \left[\frac{61.931,39}{266,98} \right] \times Rp.1.700,- + \left[\frac{266,98}{2} \right] \times Rp.2.945,- \\ &= Rp. 786.275,9 \end{aligned}$$

e. Frekuensi Pemesanan (f^*)

$$f^* = \frac{D}{Q^*} = \frac{61.931,39}{266,98} = 231,96 \text{ kali pertahun} \quad 231 \text{ kali pertahun}$$

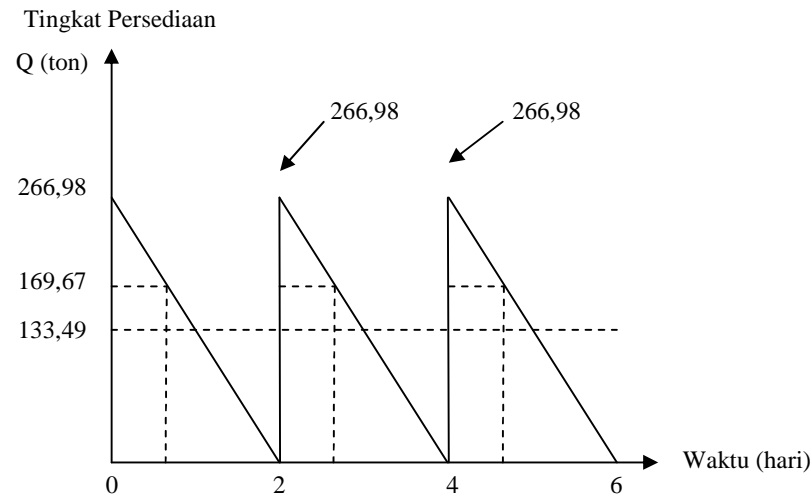
f. Jarak Siklus Pemesanan (T^*)

$$T^* = \frac{Q^*}{D} = \frac{266,98}{61.931,39} = 0,0043 \text{ tahun} = 37,76 \text{ jam} \quad 2 \text{ hari}$$

g. *Reorder Point* (ROP)

$$\text{ROP} = \frac{\text{DL}}{\text{jumlah hari kerja}} = \frac{61.931,39 \times 1}{365} = 169,67 \text{ ton}$$

Jadi, setiap persediaan *gypsum* mencapai 169,67 ton, maka dilakukan pemesanan kembali sebesar EOQ, yaitu 266,98 ton.

h. Grafik Model Persediaan EOQ untuk Bahan Baku *Gypsum*Gambar 4.11 Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku *gypsum*.6. *Additive*

Input Data :

- Kebutuhan bahan baku *Additive* (D) pertahun
Kebutuhan *Additive* = 2.081.028 ton x 13,95 % = 290.303,41 ton/tahun
- Biaya pemesanan (k) per pesan = Rp. 3.500,-
- Biaya penyimpanan (h) per ton = Rp. 232,73
- Lead time = 1 hari

Output Data :

a. Pemesanan optimum (Q^*)

Perhitungan pemesanan optimum didapatkan dari rumus EOQ yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{EOQ} &= Q^* = \sqrt{\frac{2Dk}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 290.303,41 \times \text{Rp.}3.500,-}{\text{Rp.}232,73}} \\
 &= 2.954,94 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

b. Total Biaya Pemesanan (TOC)

Perhitungan biaya pemesanan didapatkan dari rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TOC} &= \left[\frac{D}{Q^*} \right] k = \left[\frac{290.303,41}{2.954,94} \right] \times \text{Rp}.3.500,- \\ &= \text{Rp}. 343.851,78 \end{aligned}$$

c. Total Biaya Simpan (TCC)

Perhitungan biaya simpan didapatkan dari rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TCC} &= \left[\frac{Q^*}{2} \right] h = \left[\frac{2.954,94}{2} \right] \times \text{Rp}.232,- \\ &= \text{Rp}. 343.851,78 \end{aligned}$$

d. Biaya Total Persediaan (TIC)

Biaya inventori total didapatkan dari rumus :

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \left[\frac{D}{Q} \right] k + \left[\frac{Q^*}{2} \right] h \\ &= \left[\frac{290.303,41}{2.954,94} \right] \times \text{Rp}.3.500,- + \left[\frac{2.954,94}{2} \right] \times \text{Rp}.232,- \\ &= \text{Rp}. 687.703,56 \end{aligned}$$

e. Frekuensi Pemesanan (f^*)

$$f^* = \frac{D}{Q^*} = \frac{290.303,41}{2.954,94} = 98,24 \text{ kali pertahun} \quad 98 \text{ kali pertahun}$$

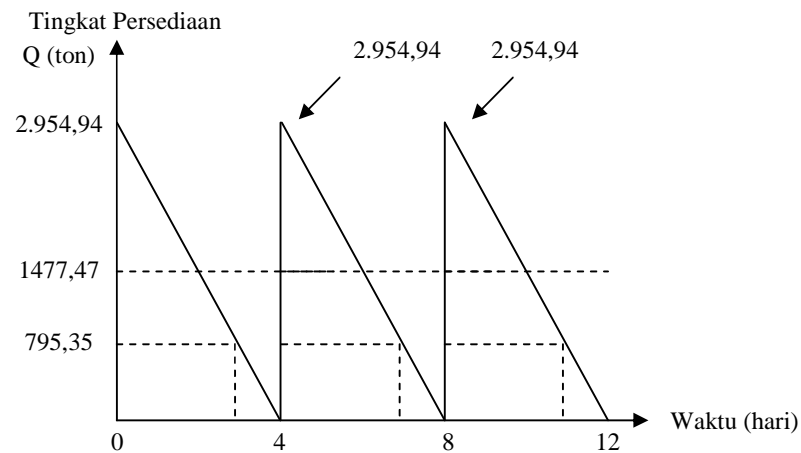
f. Jarak Siklus Pemesanan (T^*)

$$T^* = \frac{Q^*}{D} = \frac{2.954,94}{290.303,41} = 0,0101 = 89,17 \text{ jam} \quad 4 \text{ hari}$$

g. *Reorder Point* (ROP)

$$\text{ROP} = \frac{\text{DL}}{\text{jumlah hari kerja}} = \frac{290.303,41 \times 1}{365} = 795,35 \text{ ton}$$

Jadi, setiap persediaan *Additive* mencapai 795,35 ton, maka dilakukan pemesanan kembali sebesar EOQ, yaitu 2.954,94 ton.

h. Grafik Model Persediaan EOQ untuk Bahan Baku *Additive*Gambar 4.12 Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku *additive*.7. *Pozzolan*

Input Data :

- Kebutuhan bahan baku *Pozzolan* (D) pertahun
Kebutuhan *Pozzolan* = 2.081.028 ton x 3,96 % = 82.408,71 ton/tahun
- Biaya pemesanan (k) per pesan = Rp. 1.540,-
- Biaya penyimpanan (h) per ton = Rp. 770,-
- Lead time = 1 hari

Output Data :

a. Pemesanan optimum (Q^*)

Perhitungan pemesanan optimum didapatkan dari rumus EOQ yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{EOQ} &= Q^* = \sqrt{\frac{2Dk}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 82.408,71 \times \text{Rp}.1.540,-}{\text{Rp}.770,-}} \\
 &= 574,14 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

b. Total Biaya Pemesanan (TOC)

Perhitungan biaya pemesanan didapatkan dari rumus ssebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TOC} &= \left[\frac{D}{Q^*} \right] k = \left[\frac{82.408,71}{574,14} \right] \times Rp.1.540,- \\ &= Rp. 221.043,3 \end{aligned}$$

c. Total Biaya Simpan (TCC)

Perhitungan biaya simpan didapatkan dari rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TCC} &= \left[\frac{Q^*}{2} \right] h = \left[\frac{574,14}{2} \right] \times Rp.770,- \\ &= Rp. 221.043,3 \end{aligned}$$

d. Biaya Total Persediaan (TIC)

Biaya inventori total didapatkan dari rumus :

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \left[\frac{D}{Q} \right] k + \left[\frac{Q^*}{2} \right] h \\ &= \left[\frac{82.408,71}{574,14} \right] \times Rp.1.540,- + \left[\frac{574,14}{2} \right] \times Rp.770,- \\ &= Rp. 442.086,6 \end{aligned}$$

e. Frekuensi Pemesanan (f^*)

$$f^* = \frac{D}{Q^*} = \frac{82.408,71}{574,14} = 143,5 \text{ kali setahun} \quad 143 \text{ kali setahun}$$

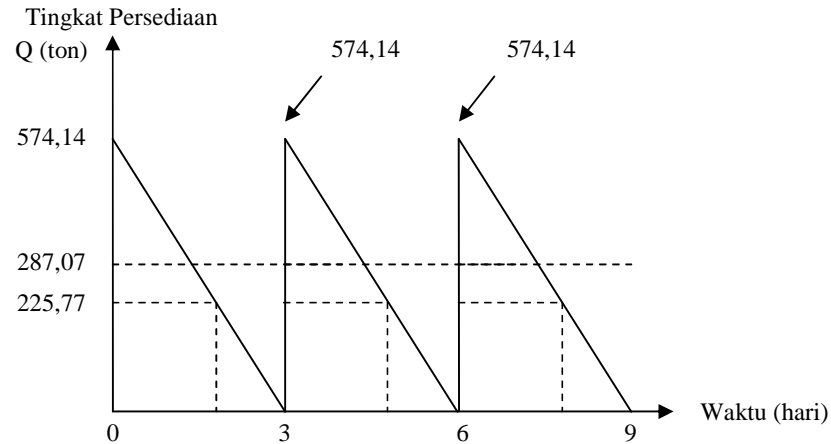
f. Jarak Siklus Pemesanan (T^*)

$$T^* = \frac{Q^*}{D} = \frac{574,14}{82.408,71} = 0,0069 \text{ tahun} = 61,03 \text{ jam} \quad 3 \text{ hari}$$

g. Reorder Point (ROP)

$$\text{ROP} = \frac{\text{DL}}{\text{jumlah hari kerja}} = \frac{82.408,71 \times 1}{365} = 225,77 \text{ ton}$$

Jadi, setiap persediaan *Pozzolan* mencapai 225,77 ton, maka dilakukan pemesanan kembali sebesar EOQ, yaitu 574,14 ton.

h. Grafik Model Persediaan EOQ untuk Bahan Baku *Pozzolan*Gambar 4.13 Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku *pozzolan*.8. *Fly Ash*

Input Data :

- Kebutuhan bahan baku *Fly ash* (D) pertahun
Kebutuhan *Fly ash* = 2.081.028 ton x 2,85 % = 59.309,29 ton/tahun
- Biaya pemesanan (k) per pesan = Rp. 1.700,-
- Biaya penyimpanan (h) per ton = Rp. 500,-
- Lead time = 1 hari

Output Data :

a. Pemesanan optimum (Q^*)

Perhitungan pemesanan optimum didapatkan dari rumus EOQ yaitu :

$$\begin{aligned} \text{EOQ} = Q^* &= \sqrt{\frac{2Dk}{h}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 59.309,29 \times \text{Rp.}1.700,-}{\text{Rp.}500,-}} \\ &= 635,06 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Total Biaya Pemesanan (TOC)

Perhitungan biaya pemesanan didapatkan dari rumus ssebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TOC} &= \left[\frac{D}{Q^*} \right] k = \left[\frac{59.309,29}{635,06} \right] \times \text{Rp.}1.700,- \\ &= \text{Rp.} 158.765,4 \end{aligned}$$

c. Total Biaya Simpan (TCC)

Perhitungan biaya simpan didapatkan dari rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{TCC} &= \left[\frac{Q^*}{2} \right] h = \left[\frac{635,06}{2} \right] \times \text{Rp}.500,- \\ &= \text{Rp}. 158.765,4 \end{aligned}$$

d. Biaya Total Persediaan (TIC)

Biaya inventori total didapatkan dari rumus :

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \left[\frac{D}{Q^*} \right] k + \left[\frac{Q^*}{2} \right] h \\ &= \left[\frac{59.309,29}{635,06} \right] \times \text{Rp}.1.700,- + \left[\frac{635,06}{2} \right] \times \text{Rp}.500,- \\ &= \text{Rp}. 317.530,8 \end{aligned}$$

e. Frekuensi Pemesanan (f^*)

$$f^* = \frac{D}{Q^*} = \frac{59.309,29}{635,06} = 93,39 \text{ kali pertahun} \quad 93 \text{ kali pertahun}$$

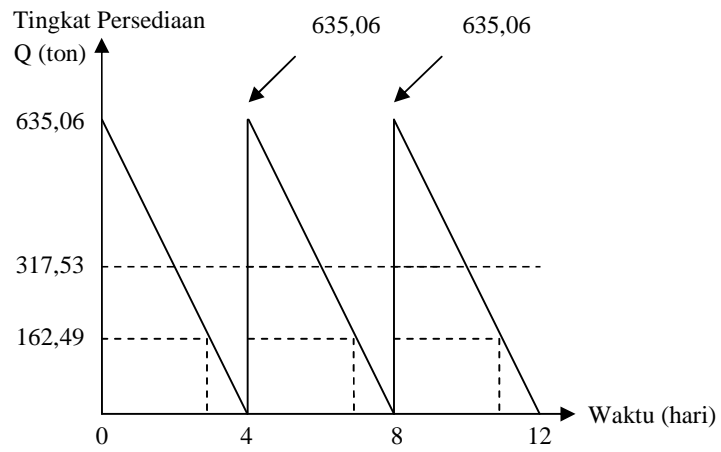
f. Jarak Siklus Pemesanan (T^*)

$$T^* = \frac{Q^*}{D} = \frac{635,06}{59.309,29} = 0,0107 \text{ tahun} = 93,79 \text{ jam} \quad 4 \text{ hari}$$

g. *Reorder Point* (ROP)

$$\text{ROP} = \frac{\text{DL}}{\text{jumlah hari kerja}} = \frac{59.309,29 \times 1}{365} = 162,49 \text{ ton}$$

Jadi, setiap persediaan *Fly ash* mencapai 162,49 ton, maka dilakukan pemesanan kembali sebesar EOQ, yaitu 635,06 ton.

h. Grafik Model Persediaan EOQ untuk Bahan Baku *Fly Ash*Gambar 4.14 Grafik model persediaan EOQ untuk bahan baku *fly ash*.

BAB V PEMBAHASAN

Berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis dari output yang dihasilkan.

5.1 Analisa Peramalan Permintaan Semen

Dari pengumpulan data aktual permintaan semen selama 2 tahun yang lalu, dapat dilihat bahwa pola historis dari data aktual menunjukkan adanya fluktuasi musiman. Fluktuasi musiman tersebut tampak dari adanya kesamaan pola data permintaan pada periode Juni 2007 yang berulang kembali pada Juni 2008. Namun, untuk membuktikan pernyataan tersebut, akan dilakukan peramalan dengan menggunakan 12 metode peramalan., karena semakin banyak metode yang digunakan maka semakin baik. Metode peramalan yang akan dipilih nantinya adalah metode peramalan yang memberikan tingkat kesalahan terkecil dibanding metode peramalan yang lain. Tingkat kesalahan tersebut diukur dengan kriteria MAD (*Mean Absolute Deviation*) dan *tracking signal* berada dalam batas-batas pengendalian (± 4).

Dari hasil perhitungan peramalan permintaan semen dengan menggunakan 12 metode peramalan, maka dipilih metode *Holt-Winter Additive Algorithm (HWA)* atau metode *Holt-Winter Multiplicative Algorithm (HWM)* karena memberikan nilai MAD terkecil dan nilai *tracking signal* masih berada dalam batas-batas pengendalian (± 4). Selain itu, tampak pula pola nilai – nilai peramalan telah sesuai dengan pola historis dari data aktual permintaan semen.

5.2 Analisa Sistem Perencanaan dan Pengendalian Persediaan

Pada analisa sistem pengendalian persediaan, akan dilakukan perbandingan antara sistem pengendalian sebelum mengaplikasikan metode EOQ dengan sistem pengendalian sesudah mengaplikasikan metode EOQ.

Tabel 5.1 Perbandingan Sistem Perencanaan dan Pengendalian Persediaan

No	Komponen Pemanding	Sistem Pengendalian Sebelum EOQ	Sistem Pengendalian Sesudah EOQ
1	Biaya Total Persediaan		
	<i>Limestone</i>	Rp. 2.411.252,3,-	Rp. 1.359.244,28
	<i>Clay</i>	Rp. 1.934.355,6	Rp. 693.857,27
	<i>Silica Sand</i>	Rp. 1.830.899,84	Rp. 583.137,6
	<i>Iron Ore</i>	Rp. 1.270.194,3	Rp. 338.541,2
	<i>Gypsum</i>	Rp. 1.157.694,8	Rp. 786.275,9
	<i>Additive</i>	Rp. 1.436.630,84	Rp. 687.703,56
	<i>Pozzolan</i>	Rp. 910.889,-	Rp. 4442.086,6
	<i>Fly Ash</i>	Rp. 681.605,44	Rp. 317.530,8
		Total	Rp. 11.633.522,12
2	Kuantitas Optimum (Q)		
	<i>Limestone</i>	5.412,65 ton	5.840,43 ton
	<i>Clay</i>	709,38 ton	2.880,63 ton
	<i>Silica Sand</i>	976,33 ton	446,85 ton
	<i>Iron Ore</i>	525,1 ton	251,05 ton
	<i>Gypsum</i>	190,01 ton	266,98 ton
	<i>Additive</i>	683,76 ton	2.954,94 ton
	<i>Pozzolan</i>	452,97 ton	574,14 ton
	<i>Fly Ash</i>	122,21 ton	635,06 ton
3	Frekuensi Order (f*)		
	<i>Limestone</i>	365	194 kali
	<i>Clay</i>	365	69 kali
	<i>Silica Sand</i>	365	171 kali
	<i>Iron Ore</i>	365	109 kali
	<i>Gypsum</i>	365	231 kali
	<i>Additive</i>	365	98 kali
	<i>Pozzolan</i>	365	143 kali
	<i>Fly Ash</i>	365	93 kali
4	Jarak Siklus (T)		
	<i>Limestone</i>	1 hari	2 hari
	<i>Clay</i>	1 hari	6 hari
	<i>Silica Sand</i>	1 hari	3 hari
	<i>Iron Ore</i>	1 hari	4 hari
	<i>Gypsum</i>	1 hari	2 hari
	<i>Additive</i>	1 hari	4 hari
	<i>Pozzolan</i>	1 hari	3 hari
	<i>Fly Ash</i>	1 hari	4 hari

Dari tabel 5.1 dapat diketahui perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku yang terbaik adalah dengan mengaplikasikan sistem perencanaan dan pengendalian EOQ, karena biaya total persediaan yang dikeluarkan lebih rendah

dibandingkan dengan sistem perencanaan dan pengendalian persediaan sebelum mengaplikasikan metode EOQ. Penghematan biaya yang diperoleh adalah sebesar :

$$\text{Rp. } 11.633.522,12 - \text{Rp. } 5.208.377,21 = \text{Rp. } 6.425.144,91$$

Dimana prosentase penghematan yang dicapai adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Penghematan} &= \frac{\text{TIC sebelum EOQ} - \text{TIC sesudah EOQ}}{\text{TIC sebelum EOQ}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Rp.}11.633.522,12 - \text{Rp.}5.208.377,21}{\text{Rp.}11.633.522,12} \times 100 \% \\ &= 55,23 \% \end{aligned}$$

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisis data mengenai pengadaan bahan baku menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ), maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode perencanaan dan pengendalian persediaan bahan baku dengan menggunakan metode EOQ mampu menghasilkan penghematan biaya total persediaan bahan baku, hal ini berarti metode EOQ mampu menghasilkan perencanaan dan pengendalian bahan baku persediaan semen yang optimum. Jumlah pemesanan bahan baku semen yang optimum adalah sebesar *Limestone* 5.791,1 ton, *Clay* 3.393,23 ton, *Silica Sand* 432,37 ton, *Iron Ore* 243,75 ton, *Gypsum* 258,62 ton, *Additive* 2.820,56 ton, *Pozzolan* 562,4 ton, dan *Fly Ash* 618,12 ton. Titik pemesanan kembali (ROP) masing – masing bahan baku adalah sebesar : *Limestone* 3.107,07 ton, *Clay* 547,6 ton, *Silica Sand* 209,97 ton, *Iron Ore* 75,6 ton, *Gypsum* 169,67 ton, *Additive* 795,35 ton, *Pozzolan* 225,77 ton, dan *Fly Ash* 162,49 ton.
2. Penghematan biaya total persediaan dengan menggunakan metode EOQ adalah sebesar 55,23 % atau sebesar Rp. 6.425.144,91 pertahun dari kondisi sebelumnya.

6.2 Saran

Adapun masukan dan saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Sistem perencanaan dan pengendalian persediaan dengan metode EOQ ini sebaiknya dapat diterapkan, namun sebaiknya dikaji terlebih dahulu untuk dipertimbangkan dari sisi positif yang bisa diperbaiki oleh metode ini.
2. Dalam melakukan pemesanan bahan baku hendaknya diperhatikan jumlah komposisi dari masing – masing bahan baku, karena bahan baku dalam pembuatan semen ini merupakan campuran – campuran bahan kimia.
3. Dalam melakukan peramalan persediaan bahan baku untuk masa yang akan datang hendaknya memperhatikan metode – metode yang digunakan serta membandingkannya dengan metode peramalan yang lain sehingga kesalahan – kesalahan peramalan dapat ditekan seminimal mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- Baroto, Teguh. 2002. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. 2008. *Panduan Penulisan Skripsi*, Malang.
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Production Planning And Inventory Control Berdasarkan Pendekatan Sistem Terintegrasi MRP II dan JIT Menuju Manufacturing 21*, PT Gramedia Pustaka Utaman, Jakarta.
- Ginting, Rosnani. 2007. *Sistem Produksi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Haming, Murfudin. dan Mamfud Nurnajamuddin. 2007. *Manajemen Produksi Modern Buku 2*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Herjanto, Eddy. 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi*, PT Gramedia Widiasarana, Jakarta.
- Krajewski, Lee J and Larry P Ritzman. 1999. *Operations Management Strategy and Analysis*. Addison-Weslwy Publishing Company Inc, United States of America.
- Makridakis, Spyros. and Steven C Wheelwright. 1992. *Metode – Metode Peramalan untuk Manajemen*. Diterjemahkan oleh : Daniel Philippus. Binarupa Aksara, Jakarta.
- Narbuko, Cholid. dan Abu Achmadi. 2007. *Metodologi Penelitian*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Nasution, Arman Hakim. 1999. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Guna Widya, Jakarta.
- Nasution, Arman Hakim. dan Yudha Prasetyawan. 2008. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Oktavia, Yenny Ruth. 2006. *Analisis Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Metode EOQ pada PT Jaya Mulia Perkasa*, (<http://www.binus.ac.id/thesisabstracts/files/2007-3-00331MN%20Abstrak.pdf.2> Juli 2009).
- Render, Barry and Jay Heizer. 2001. *Prinsip-Prinsip Manajemen Operasi*, Salemba Empat, Jakarta.
- Stefanus, Argo Baskoro. 2006. *Pengoptimalan Persediaan Bahan Baku dasar Kain Grey PT Kosoema Nanda Putra Tekstil Klaten Menggunakan Metode Economic Order Quantity*, Skripsi tidak dipublikasikan, Universitas Brawijaya, Malang.
- Turner, Wayne C., Joe H Mize., Kenneth E Case., and John W Nazemetz. 2000. *Introduction to Industrial and Systems Engineering*, Third Edition, Jilid 1, Terjemahan Ir. Janti Gunawan dan Nyoman Sutari, ST., Guna Widya, Surabaya.

LAMPIRAN 1
TABEL DAN GRAFIK
PERHITUNGAN PERAMALAN

Tabel 1. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Single Average*

Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2	164148.4	37331.8	37331.8	37331.8	1393663000.00	18.5288	1.00	
3	232803.3	182814.3	49989	87320.8	43660.4	1946282000.00	20.0007	2.00	
4	228697.3	199477.3	29219.98	116540.8	38846.93	1582124000.00	17.5927	3.00	
5	178574.1	206782.3	-28208.2	88332.59	36187.24	1385518000.00	17.1436	2.44	
6	171306	201140.7	-29834.7	58497.88	34916.74	1286437000.00	17.1981	1.68	0.60
7	184705.3	196168.2	-11462.9	47034.98	31007.76	1093930000.00	15.3661	1.52	0.47
8	168162.6	194530.7	-26368.1	20666.94	30344.95	1036979000.00	15.411	0.68	0.31
9	129694.8	191234.7	-61539.9	-40872.92	34244.31	1380751000.00	19.4158	-1.19	0.18
10	108594.7	184396.9	-75802.2	-116675.2	38861.86	1865777000.00	25.0144	-3.00	0.21
11	137750.7	176816.7	-39066	-155741.2	38882.27	1831814000.00	25.3489	-4.01	0.26
12	215650.6	173265.2	42385.34	-113355.8	39200.73	1828605000.00	24.8313	-2.89	0.18
13	219935.5	176797.4	43138.16	-70217.66	39528.86	1831297000.00	24.3965	-1.78	0.12
14	235103.4	180115.7	54987.7	-15229.95	40718	1923016000.00	24.319	-0.37	0.09
15	229874.8	184043.4	45831.41	30601.45	41083.24	1935694000.00	24.006	0.74	0.09
16	176437.2	187098.8	-10661.6	19939.83	39055.13	1814226000.00	22.8085	0.51	0.08
17	190085.3	186432.4	3652.875	23592.7	36842.49	1701671000.00	21.503	0.64	0.09
18	140439.4	186647.3	-46207.9	-22615.22	37393.4	1727171000.00	22.1736	-0.60	0.08
19	139479	184080.2	-44601.2	-67216.42	37793.83	1741732000.00	22.7182	-1.78	0.08
20	117628.7	181732.8	-64104.1	-131320.5	39178.59	1866343000.00	24.3908	-3.35	0.09
21	106753.2	178527.6	-71774.4	-203094.9	40808.38	2030604000.00	26.533	-4.98	0.11
22	123160.2	175109.8	-51949.6	-255044.5	41338.91	2062421000.00	27.2781	-6.17	0.13
23	170418.5	172748.4	-2329.95	-257374.5	39565.78	1968921000.00	26.1003	-6.50	0.14
24	173454.1	172647.1	806.9531	-256567.5	37880.61	1883344000.00	24.9857	-6.77	0.14
25		172680.7							
26		172680.7							
27		172680.7							
28		172680.7							
29		172680.7							
30		172680.7							
31		172680.7							
32		172680.7							
33		172680.7							
34		172680.7							
35		172680.7							
36		172680.7							
CFE		-256567.5							
MAD		37880.61							
MSE		1883344000.00							
MAPE		24.99							
Trk.Signal		-6.77							
R-square		0.14							

Tabel 2. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average* 3 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 3-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3	199477.3	29219.98	29219.98	29219.98	853807500	12.78	1.00	
5	178574.1	220993.6	-42419.5	-13199.5	35819.73	1326610000	18.27	-0.37	0.25
6	171306	213358.3	-42052.3	-55251.8	37897.25	1473872000	20.36	-1.46	0.64
7	184705.3	192859.1	-8153.78	-63405.6	30461.39	1122025000	16.37	-2.08	0.75
8	168162.6	178195.1	-10032.5	-73438.1	26375.61	917750300	14.29	-2.78	0.92
9	129694.8	174724.6	-45029.8	-118468	29484.65	1102739000	17.70	-4.02	0.80
10	108594.7	160854.3	-52259.6	-170728	32738.21	1335357000	22.04	-5.21	0.77
11	137750.7	135484	2266.656	-168461	28929.27	1169080000	19.49	-5.82	0.93
12	215650.6	125346.8	90303.83	-78157	35748.66	1945269000	21.98	-2.19	0.76
13	219935.5	153998.7	65936.84	-12220.2	38767.48	2185509000	22.78	-0.32	0.63
14	235103.4	191112.3	43991.11	31770.94	39242.35	2162755000	22.41	0.81	0.53
15	229874.8	223563.2	6311.594	38082.53	36498.12	1985845000	20.77	1.04	0.57
16	176437.2	228304.6	-51867.4	-13784.9	37680.38	2040028000	21.44	-0.37	0.67
17	190085.3	213805.1	-23719.8	-37504.7	36683.19	1934500000	20.80	-1.02	0.71
18	140439.4	198799.1	-58359.7	-95864.4	38128.29	2032590000	22.18	-2.51	0.68
19	139479	168987.3	-29508.3	-125373	37589.54	1959974000	22.12	-3.34	0.66
20	117628.7	156667.9	-39039.2	-164412	37674.82	1934333000	22.77	-4.36	0.63
21	106753.2	132515.7	-25762.5	-190174	37013.02	1863742000	22.84	-5.14	0.64
22	123160.2	121286.9	1873.211	-188301	35163.56	1765835000	21.72	-5.36	0.69
23	170418.5	115847.3	54571.12	-133730	36133.94	1826444000	22.24	-3.70	0.78
24	173454.1	133443.9	40010.14	-93719.9	36318.52	1815699000	22.28	-2.58	0.81
25		155677.5							
26		155677.5							
27		155677.5							
28		155677.5							
29		155677.5							
30		155677.5							
31		155677.5							
32		155677.5							
33		155677.5							
34		155677.5							
35		155677.5							
36		155677.5							
CFE		-93719.9							
MAD		36318.52							
MSE		1.82E+09							
MAPE		22.27517							
Trk.Signal		-2.5805							
R-square		0.810767							
		m=3							

Tabel 3. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average* 4 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 4-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1	206782.3	-28208.2	-28208.2	28208.2	795701800	15.7964	-1.00	
6	171306	210388.8	-39082.8	-67291	33645.5	1161583000	19.3055	-2.00	
7	184705.3	202845.2	-18139.8	-85430.8	28476.9	884073600	16.144	-3.00	
8	168162.6	190820.7	-22658.1	-108089	27022.2	791402200	15.4765	-4.00	
9	129694.8	175687	-45992.2	-154081	30816.2	1056178000	19.4735	-5.00	
10	108594.7	163467.2	-54872.5	-208954	34825.6	1381981000	24.6496	-6.00	
11	137750.7	147789.4	-10038.7	-218992	31284.6	1198951000	22.1693	-7.00	
12	215650.6	136050.7	79599.9	-139392	37324	1841100000	24.0121	-3.73	0.96
13	219935.5	147922.7	72012.8	-67379.6	41178.3	2212738000	24.9821	-1.64	0.61
14	235103.4	170482.9	64620.5	-2759.09	43522.5	2409045000	25.2325	-0.06	0.42
15	229874.8	202110	27764.7	25005.6	42090	2260121000	24.0367	0.59	0.40
16	176437.2	225141.1	-48703.9	-23698.3	42641.2	2269450000	24.334	-0.56	0.51
17	190085.3	215337.7	-25252.4	-48950.7	41303.6	2143929000	23.484	-1.19	0.57
18	140439.4	207875.2	-67435.8	-116386	43170.2	2315619000	25.2364	-2.70	0.60
19	139479	184209.2	-44730.2	-161117	43274.2	2294630000	25.692	-3.72	0.59
20	117628.7	161610.2	-43981.6	-205098	43318.4	2272114000	26.4231	-4.73	0.58
21	106753.2	146908.1	-40154.9	-245253	43132.3	2233309000	27.0814	-5.69	0.58
22	123160.2	126075.1	-2914.91	-248168	40898	2109708000	25.7084	-6.07	0.63
23	170418.5	121755.3	48663.2	-199505	41306.7	2123308000	25.8582	-4.83	0.69
24	173454.1	129490.1	43964	-155541	41439.5	2113784000	25.8326	-3.75	0.73
25		143446.5							
26		143446.5							
27		143446.5							
28		143446.5							
29		143446.5							
30		143446.5							
31		143446.5							
32		143446.5							
33		143446.5							
34		143446.5							
35		143446.5							
36		143446.5							
CFE		-155540.8							
MAD		41439.54							
MSE		2113784000							
MAPE		25.83261							
Trk.Signal		-3.753439							
R-square		0.730813							
		m=4							

Tabel 4. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average* 5 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 5-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306.0	201140.70	-29834.72	-29834.72	29834.72	890110500	17.42	-1.00	
7	184705.3	202572.20	-17866.84	-47701.56	23850.78	604667300	13.54	-2.00	
8	168162.6	199217.20	-31054.59	-78756.16	26252.05	724574100	15.19	-3.00	
9	129694.8	186289.10	-56594.27	-135350.40	33837.61	1344158000	22.30	-4.00	
10	108594.7	166488.60	-57893.90	-193244.30	38648.86	1745667000	28.50	-5.00	
11	137750.7	152492.70	-14741.98	-207986.30	34664.38	1490944000	25.53	-6.00	
12	215650.6	145781.60	69868.94	-138117.40	39693.61	1975333000	26.52	-3.48	0.78
13	219935.5	151970.70	67964.83	-70152.53	43227.51	2305819000	27.06	-1.62	0.42
14	235103.4	162325.30	72778.11	2625.58	46510.91	2638134000	27.50	0.06	0.28
15	229874.8	183407.00	46467.80	49093.38	46506.60	2590246000	26.77	1.06	0.25
16	176437.2	207663.00	-31225.83	17867.55	45117.44	2443410000	25.94	0.40	0.30
17	190085.3	215400.30	-25314.97	-7447.42	43467.23	2293197000	24.89	-0.17	0.36
18	140439.4	210287.20	-69847.83	-77295.25	45496.51	2492083000	26.80	-1.70	0.40
19	139479.0	194388.00	-54909.00	-132204.30	46168.83	2529434000	27.70	-2.86	0.42
20	117628.7	175263.10	-57634.45	-189838.70	46933.20	2582254000	29.12	-4.04	0.41
21	106753.2	152813.90	-46060.73	-235899.40	46878.68	2553462000	30.00	-5.03	0.43
22	123160.2	138877.10	-15716.94	-251616.40	45045.63	2417789000	28.98	-5.59	0.47
23	170418.5	125492.10	44926.38	-206690.00	45039.01	2395600000	28.84	-4.59	0.51
24	173454.1	131487.90	41966.17	-164723.80	44877.28	2362208000	28.59	-3.67	0.54
25		138282.90							
26		138282.90							
27		138282.90							
28		138282.90							
29		138282.90							
30		138282.90							
31		138282.90							
32		138282.90							
33		138282.90							
34		138282.90							
35		138282.90							
36		138282.90							
CFE		-164723.8							
MAD		44877.28							
MSE		2362208000							
MAPE		28.59254							
Trk.Signal		-3.670539							
R-square		0.5438777							
		m=5							

Tabel 5. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average* 6 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 6-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3	196168.2	-11462.9	-11462.89	11462.89	131397900	6.206042	-1.00	
8	168162.6	199594.4	-31431.8	-42894.64	21447.32	559676400	12.44866	-2.00	
9	129694.8	194041.4	-64346.6	-107241.3	35747.09	1753280000	24.83707	-3.00	
10	108594.7	176856.7	-68262	-175503.3	43875.82	2479886000	34.34266	-4.00	
11	137750.7	156839.6	-19088.9	-194592.2	38918.43	2056786000	30.24564	-5.00	
12	215650.6	150035.7	65614.91	-128977.3	43367.84	2431541000	30.27578	-2.97	0.65
13	219935.5	157426.5	62509.06	-66468.19	46102.3	2642375000	30.01089	-1.44	0.30
14	235103.4	163298.1	71805.23	5337.047	49315.17	2956577000	30.07728	0.11	0.18
15	229874.8	174454.9	55419.83	60756.88	49993.46	2969331000	29.4141	1.22	0.18
16	176437.2	191151.6	-14714.5	46042.42	46465.56	2694049000	27.30667	0.99	0.18
17	190085.3	202458.7	-12373.4	33669.05	43366.27	2463054000	25.41601	0.78	0.21
18	140439.4	211181.1	-70741.7	-37072.69	45647.56	2674832000	27.49565	-0.81	0.25
19	139479	198645.9	-59166.9	-96239.61	46687.52	2738362000	28.64367	-2.06	0.27
20	117628.7	185236.5	-67607.8	-163847.4	48181.82	2869252000	30.7031	-3.40	0.29
21	106753.2	165657.4	-58904.2	-222751.7	48896.64	2909282000	32.33475	-4.56	0.31
22	123160.2	145137.1	-21977	-244728.6	47214.16	2757639000	31.4291	-5.18	0.35
23	170418.5	136257.6	34160.83	-210567.8	46446.32	2664070000	30.75946	-4.53	0.37
24	173454.1	132979.8	40474.25	-170093.5	46114.54	2607075000	30.34695	-3.69	0.39
25		138482.3							
26		138482.3							
27		138482.3							
28		138482.3							
29		138482.3							
30		138482.3							
31		138482.3							
32		138482.3							
33		138482.3							
34		138482.3							
35		138482.3							
36		138482.3							
CFE		-170093.5							
MAD		46114.54							
MSE		2607075000							
MAPE		30.34695							
Trk.Signal		-3.688502							
R-square		0.3912373							
		m=6							

Tabel 6. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average* 7 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 7-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE %	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6	194530.7	-26368.1	-26368.1	26368.1	695273900	15.68	-1.00	
9	129694.8	195104.1	-65409.3	-91777.4	45888.7	2486827000	33.06	-2.00	
10	108594.7	184849.1	-76254.4	-168032	56010.6	3596130000	45.44	-3.00	
11	137750.7	167105	-29354.3	-197386	49346.5	2912516000	39.41	-4.00	
12	215650.6	154112.6	61537.95	-135848	51784.8	3087397000	37.24	-2.62	0.72
13	219935.5	159409.3	60526.25	-75321.9	53241.7	3183402000	35.62	-1.41	0.24
14	235103.4	166356.4	68747.02	-6574.86	55456.8	3403795000	34.71	-0.12	0.11
15	229874.8	173556.1	56318.69	49743.83	55564.5	3374795000	33.43	0.90	0.11
16	176437.2	182372.1	-5934.94	43808.89	50050.1	3003731000	30.09	0.88	0.11
17	190085.3	189049.6	1035.734	44844.63	45148.7	2703465000	27.13	0.99	0.12
18	140439.4	200691.1	-60251.7	-15407.1	46521.7	2787720000	28.57	-0.33	0.13
19	139479	201075.2	-61596.2	-77003.3	47777.9	2871584000	29.87	-1.61	0.16
20	117628.7	190193.5	-72564.8	-149568	49684.6	3055743000	32.32	-3.01	0.20
21	106753.2	175578.3	-68825.1	-218393	51051.8	3175825000	34.61	-4.28	0.23
22	123160.2	157242.5	-34082.3	-252476	49920.5	3041544000	34.15	-5.06	0.27
23	170418.5	141997.5	28420.91	-224055	48576.7	2901932000	33.06	-4.61	0.27
24	173454.1	141137.7	32316.33	-191738	47620.2	2792662000	32.21	-4.03	0.28
25		138761.8							
26		138761.8							
27		138761.8							
28		138761.8							
29		138761.8							
30		138761.8							
31		138761.8							
32		138761.8							
33		138761.8							
34		138761.8							
35		138761.8							
36		138761.8							
CFE		-191738.3							
MAD		47620.23							
MSE		2792662000							
MAPE		32.20907							
Trk.Signal		-4.026403							
R-square		0.2805696							
		m=7							

Tabel 7. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average* 8 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 8-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8	191234.7	-61539.9	-61539.9	61539.9	3787154000	47.45	-1.00	
10	108594.7	186928	-78333.3	-139873	69936.6	4961629000	59.79	-2.00	
11	137750.7	175317.3	-37566.6	-177440	59146.6	3778169000	48.95	-3.00	
12	215650.6	163435.7	52214.88	-125225	57413.7	3515225000	42.77	-2.18	0.67
13	219935.5	161804.9	58130.66	-67094.2	57557.1	3488015000	39.50	-1.17	0.15
14	235103.4	166975	68128.34	1034.141	59318.9	3680257000	37.75	0.02	0.05
15	229874.8	174949.7	54925.06	55959.2	58691.2	3585472000	35.77	0.95	0.07
16	176437.2	180595.9	-4158.72	51800.48	51874.7	3139450000	31.59	1.00	0.06
17	190085.3	181630.2	8455.125	60255.61	47050.3	2798566000	28.58	1.28	0.07
18	140439.4	189179	-48739.6	11516	47219.2	2756264000	29.19	0.24	0.05
19	139479	193159.6	-53680.6	-42164.6	47806.6	2767659000	30.03	-0.88	0.07
20	117628.7	193375.6	-75747	-117912	50135	3015154000	32.90	-2.35	0.11
21	106753.2	181122.9	-74369.7	-192281	51999.2	3208669000	35.73	-3.70	0.16
22	123160.2	166975.1	-43814.9	-236096	51414.6	3116604000	35.71	-4.59	0.19
23	170418.5	152982.2	17436.27	-218660	49149.4	2929098000	34.02	-4.45	0.19
24	173454.1	145550.2	27903.91	-190756	47821.5	2794694000	32.90	-3.99	0.19
25		145177.3							
26		145177.3							
27		145177.3							
28		145177.3							
29		145177.3							
30		145177.3							
31		145177.3							
32		145177.3							
33		145177.3							
34		145177.3							
35		145177.3							
36		145177.3							
CFE		-190756							
MAD		47821.53							
MSE		2794694000							
MAPE		32.89505							
Trk.Signal		-3.988915							
R-square		0.1857058							
		m=8							

Tabel 8. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average* 9 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 9-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE %	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7	184396.9	-75802.2	-75802.24	75802.24	5745980000	69.80	-1.00	
11	137750.7	178224.3	-40473.6	-116275.8	58137.91	3692045000	49.59	-2.00	
12	215650.6	171143.2	44507.36	-71768.46	53594.39	3121665000	39.94	-1.34	0.29
13	219935.5	169237.4	50698.16	-21070.3	52870.34	2983825000	35.72	-0.40	0.03
14	235103.4	168263.8	66839.55	45769.24	55664.18	3280565000	34.26	0.82	0.05
15	229874.8	174544.9	55329.91	101099.1	55608.46	3244037000	32.56	1.82	0.13
16	176437.2	181052.5	-4615.34	96483.8	48323.73	2783646000	28.28	2.00	0.11
17	190085.3	180133.8	9951.5	106435.3	43527.2	2448069000	25.40	2.45	0.11
18	140439.4	182569.7	-42130.3	64305.02	43371.99	2373279000	25.91	1.48	0.04
19	139479	183763.5	-44284.5	20020.51	43463.24	2332063000	26.50	0.46	0.02
20	117628.7	187195.1	-69566.4	-49545.93	45836.26	2560011000	29.46	-1.08	0.03
21	106753.2	184959.3	-78206.2	-127752.1	48533.75	2856360000	33.11	-2.63	0.07
22	123160.2	172859.6	-49699.5	-177451.5	48623.42	2826643000	33.67	-3.65	0.10
23	170418.5	162106.8	8311.641	-169139.9	45744.01	2629675000	31.61	-3.70	0.10
24	173454.1	154919.6	18534.47	-150605.4	43930.04	2477265000	30.22	-3.43	0.10
25		148650.6							
26		148650.6							
27		148650.6							
28		148650.6							
29		148650.6							
30		148650.6							
31		148650.6							
32		148650.6							
33		148650.6							
34		148650.6							
35		148650.6							
36		148650.6							
CFE		-150605.4							
MAD		43930.04							
MSE		2477265000							
MAPE		30.21933							
Trk.Signal		-3.428302							
R-square		0.10							
		m=9							

Tabel 9. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average* 10 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 10-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7	176816.7	-39066	-39066	39066	1526151000	28.36	-1.00	
12	215650.6	174176.9	41473.7	2407.688	40269.8	1623108000	23.80	0.06	0.00
13	219935.5	175594	44341.6	46749.25	41627.1	1737464000	22.58	1.12	0.17
14	235103.4	174307.2	60796.2	107545.5	46419.4	2227142000	23.40	2.32	0.51
15	229874.8	174947.8	54927	162472.4	48120.9	2385108000	23.50	3.38	0.83
16	176437.2	180077.8	-3640.69	158831.8	40707.5	1989800000	19.93	3.90	0.59
17	190085.3	180591	9494.34	168326.1	36248.5	1718420000	17.79	4.64	0.56
18	140439.4	181129	-40689.6	127636.5	36803.6	1710573000	19.19	3.47	0.20
19	139479	178356.7	-38877.7	88758.86	37034.1	1688450000	20.16	2.40	0.07
20	117628.7	179335.1	-61706.4	27052.45	39501.3	1900373000	23.39	0.68	0.01
21	106753.2	180238.5	-73485.3	-46432.8	42590.8	2218529000	27.52	-1.09	0.01
22	123160.2	177138.7	-53978.6	-100411	43539.7	2276459000	28.88	-2.31	0.04
23	170418.5	167889.7	2528.77	-97882.6	40385.1	2101839000	26.77	-2.42	0.04
24	173454.1	162938	10516.1	-87366.5	38251.6	1959606000	25.29	-2.28	0.04
25		156773							
26		156773							
27		156773							
28		156773							
29		156773							
30		156773							
31		156773							
32		156773							
33		156773							
34		156773							
35		156773							
36		156773							
CFE		-87366.54							
MAD		38251.55							
MSE		1959606000.0							
MAPE		25.29152							
Trk.Signal		-2.284							
R-square		0.04							
		m=10							

Tabel 10. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average* 11 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 11-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7								
12	215650.6	173265.2	42385.34	42385.34	42385.34	1796517000	19.65	1.00	
13	219935.5	177947.3	41988.27	84373.61	42186.8	1779766000	19.37	2.00	
14	235103.4	179625	55478.38	139852	46617.33	2212461000	20.78	3.00	
15	229874.8	179834.1	50040.67	189892.7	47473.16	2285363000	21.03	4.00	
16	176437.2	179941.1	-3503.984	186388.7	38679.33	1830746000	17.22	4.82	
17	190085.3	179746.9	10338.45	196727.1	33955.85	1543435000	15.26	5.79	
18	140439.4	181454.1	-41014.69	155712.4	34964.25	1563260000	17.25	4.45	0.50
19	139479	177429.9	-37950.89	117761.5	35337.59	1547886000	18.49	3.33	0.17
20	117628.7	174822.3	-57193.63	60567.92	37766.04	1739355000	21.84	1.60	0.03
21	106753.2	173725.4	-66972.2	-6404.273	40686.65	2013947000	25.93	-0.16	0.00
22	123160.2	173558	-50397.81	-56802.09	41569.48	2061765000	27.29	-1.37	0.02
23	170418.5	172231.6	-1813.109	-58615.2	38256.45	1890225000	25.11	-1.53	0.02
24	173454.1	168119.5	5334.516	-53280.68	35724	1747012000	23.41	-1.49	0.02
25		163894							
26		163894							
27		163894							
28		163894							
29		163894							
30		163894							
31		163894							
32		163894							
33		163894							
34		163894							
35		163894							
36		163894							
CFE		-53280.68							
MAD		35724							
MSE		1747012000							
MAPE		23.41292							
Trk.Signal		-1.491454							
R-square		0.02							
		m=11							

Tabel 11. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average* 12 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 12-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7								
12	215650.6								
13	219935.5	176797.4	43138.16	43138.2	43138.2	1860900000	19.61	1.00	
14	235103.4	181446.3	53657.11	96795.3	48397.6	2369993000	21.22	2.00	
15	229874.8	184248.2	45626.56	142422	47473.9	2273923000	20.76	3.00	
16	176437.2	184004.2	-7567.02	134855	37497.2	1719757000	16.64	3.60	
17	190085.3	179649.1	10436.17	145291	32085	1397588000	14.41	4.53	
18	140439.4	180608.4	-40169	105122	33432.3	1433582000	16.78	3.14	0.28
19	139479	178036.2	-38557.2	66564.8	34164.5	1441165000	18.33	1.95	0.07
20	117628.7	174267.3	-56638.7	9926.08	36973.7	1662011000	22.06	0.27	0.01
21	106753.2	170056.2	-63303	-53377	39899.2	1922595000	26.20	-1.34	0.03
22	123160.2	168144.4	-44984.2	-98361	40407.7	1932694000	27.23	-2.43	0.06
23	170418.5	169358.2	1060.281	-97301	36830.7	1757097000	24.81	-2.64	0.06
24	173454.1	172080.5	1373.578	-95927	33875.9	1610829000	22.81	-2.83	0.05
25		168564.1							
26		168564.1							
27		168564.1							
28		168564.1							
29		168564.1							
30		168564.1							
31		168564.1							
32		168564.1							
33		168564.1							
34		168564.1							
35		168564.1							
36		168564.1							
CFE		-95927.27							
MAD		33875.92							
MSE		1610829000							
MAPE		22.80819							
Trk.Signal		-2.831725							
R-square		0.05							
		m=12							

Tabel 12. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average* 13 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 13-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7								
12	215650.6								
13	219935.5								
14	235103.4	180115.7	54987.7	54987.7	54987.7	3023647000	23.39	1.00	
15	229874.8	185573.8	44301.02	99288.72	49644.4	2493114000	21.33	2.00	
16	176437.2	187757.9	-11320.8	87967.94	36869.8	1704796000	16.36	2.39	
17	190085.3	183422.1	6663.234	94631.17	29318.2	1289697000	13.15	3.23	0.90
18	140439.4	180451.9	-40012.5	54618.64	31457.1	1351958000	16.21	1.74	0.10
19	139479	177518.5	-38039.5	16579.16	32554.1	1367799000	18.06	0.51	0.01
20	117628.7	175070.3	-57441.6	-40862.4	36109.5	1643761000	22.45	-1.13	0.03
21	106753.2	169910.5	-63157.3	-104020	39490.5	1936897000	27.04	-2.63	0.09
22	123160.2	165186.7	-42026.5	-146046	39772.2	1917934000	27.83	-3.67	0.15
23	170418.5	164684	5734.438	-140312	36368.5	1729429000	25.38	-3.86	0.14
24	173454.1	169439.7	4014.375	-136298	33427.2	1573673000	23.29	-4.08	0.13
25		172186.1							
26		172186.1							
27		172186.1							
28		172186.1							
29		172186.1							
30		172186.1							
31		172186.1							
32		172186.1							
33		172186.1							
34		172186.1							
35		172186.1							
36		172186.1							
CFE		-136297.5							
MAD		33427.18							
MSE		1573673000							
MAPE		23.28577							
Trk.Signal		-4.077444							
R-square		0.1256116							
		m=13							

Tabel 13. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average* 14 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 14-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7								
12	215650.6								
13	219935.5								
14	235103.4								
15	229874.8	184043.4	45831.41	45831.41	45831.4	2100518000	19.94	1.00	
16	176437.2	188738.1	-12300.9	33530.47	29066.2	1125915000	13.45	1.15	0.40
17	190085.3	186949.3	3136.016	36666.48	20422.8	753888500	9.52	1.80	0.30
18	140439.4	183898	-43458.6	-6792.14	26181.8	1037579000	14.88	-0.26	0.01
19	139479	177593.9	-38114.9	-44907	28568.4	1120612000	17.37	-1.57	0.08
20	117628.7	174801.4	-57172.7	-102080	33335.8	1478630000	22.57	-3.06	0.22
21	106753.2	170967.3	-64214.1	-166294	37747	1856461000	27.94	-4.41	0.37
22	123160.2	165399.3	-42239.1	-208533	38308.5	1847421000	28.74	-5.44	0.47
23	170418.5	162184.8	8233.672	-200299	34966.8	1649684000	26.08	-5.73	0.41
24	173454.1	165093.6	8360.438	-191939	32306.2	1491706000	23.95	-5.94	0.35
25		169726.5							
26		169726.5							
27		169726.5							
28		169726.5							
29		169726.5							
30		169726.5							
31		169726.5							
32		169726.5							
33		169726.5							
34		169726.5							
35		169726.5							
36		169726.5							
CFE		-191938.8							
MAD		32306.18							
MSE		1491706000							
MAPE		23.95343							
Trk.Signal		-5.94124							
R-square		0.3486658							
		m=14							

Tabel 14. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average* 15 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 15-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7								
12	215650.6								
13	219935.5								
14	235103.4								
15	229874.8								
16	176437.2	187098.8	-10661.6	-10661.6	10661.6	113670200	6.04	-1.00	
17	190085.3	187918	2167.281	-8494.34	6414.45	59183680	3.59	-1.32	0.39
18	140439.4	187158.4	-46719	-55213.3	19849.3	767009800	13.48	-2.78	0.77
19	139479	181000.8	-41521.8	-96735.1	25267.4	1006272000	17.55	-3.83	
20	117628.7	175052.9	-57424.2	-154159	31698.8	1464525000	23.81	-4.86	
21	106753.2	170989.8	-64236.7	-218396	37121.8	1908163000	29.87	-5.88	
22	123160.2	166686.3	-43526.2	-261922	38036.7	1906215000	30.65	-6.89	
23	170418.5	162583.3	7835.141	-254087	34261.5	1675612000	27.39	-7.42	
24	173454.1	162733.7	10720.36	-243367	31645.8	1502202000	25.04	-7.69	
25		165651							
26		165651							
27		165651							
28		165651							
29		165651							
30		165651							
31		165651							
32		165651							
33		165651							
34		165651							
35		165651							
36		165651							
CFE		-243366.6							
MAD		31645.8							
MSE		1502202000							
MAPE		25.03654							
Trk.Signal		-7.69033							
R-square		1.051627							
		m=15							

Tabel 15. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Weight Moving Average 3 Bulanan*

Month	Actual Data	Forecast by 3-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3	199477.3	29219.98	29219.98	29220	853807500	12.78	1.00	
5	178574.1	220993.6	-42419.5	-13199.5	35819.7	1326610000	18.27	-0.37	0.25
6	171306	213358.3	-42052.3	-55251.8	37897.3	1473872000	20.36	-1.46	0.64
7	184705.3	192859.1	-8153.78	-63405.6	30461.4	1122025000	16.37	-2.08	0.75
8	168162.6	178195.1	-10032.5	-73438.1	26375.6	917750300	14.29	-2.78	0.92
9	129694.8	174724.6	-45029.8	-118468	29484.7	1102739000	17.70	-4.02	0.80
10	108594.7	160854.3	-52259.6	-170728	32738.2	1335357000	22.04	-5.21	0.77
11	137750.7	135484	2266.656	-168461	28929.3	1169080000	19.49	-5.82	0.93
12	215650.6	125346.7	90303.84	-78157	35748.7	1945269000	21.98	-2.19	0.76
13	219935.5	153998.7	65936.86	-12220.2	38767.5	2185509000	22.78	-0.32	0.63
14	235103.4	191112.3	43991.11	31770.96	39242.4	2162755000	22.41	0.81	0.53
15	229874.8	223563.2	6311.594	38082.55	36498.1	1985845000	20.77	1.04	0.57
16	176437.2	228304.6	-51867.4	-13784.9	37680.4	2040029000	21.44	-0.37	0.67
17	190085.3	213805.1	-23719.8	-37504.7	36683.2	1934500000	20.80	-1.02	0.71
18	140439.4	198799.1	-58359.7	-95864.3	38128.3	2032590000	22.18	-2.51	0.68
19	139479	168987.3	-29508.3	-125373	37589.6	1959975000	22.12	-3.34	0.66
20	117628.7	156667.9	-39039.2	-164412	37674.8	1934333000	22.77	-4.36	0.63
21	106753.2	132515.7	-25762.5	-190174	37013	1863742000	22.84	-5.14	0.64
22	123160.2	121286.9	1873.211	-188301	35163.6	1765835000	21.72	-5.36	0.69
23	170418.5	115847.3	54571.12	-133730	36133.9	1826444000	22.24	-3.70	0.78
24	173454.1	133443.9	40010.13	-93719.9	36318.5	1815699000	22.28	-2.58	0.81
25		155677.6							
26		155677.6							
27		155677.6							
28		155677.6							
29		155677.6							
30		155677.6							
31		155677.6							
32		155677.6							
33		155677.6							
34		155677.6							
35		155677.6							
36		155677.6							
CFE		-93719.88							
MAD		36318.52							
MSE		1815699000							
MAPE		22.27516							
Trk.Signal		-2.580498							
R-square		0.8107674							
		m=3							
		W(1)=0.3333333							
		W(2)=0.3333333							
		W(3)=0.3333333							

Tabel 16. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Weight Moving Average* 4 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 4-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1	206782.3	-28208.2	-28208.2	28208.19	795701800	15.80	-1.00	
6	171306	210388.7	-39082.8	-67291	33645.48	1161583000	19.31	-2.00	
7	184705.3	202845.2	-18139.8	-85430.8	28476.93	884073000	16.14	-3.00	
8	168162.6	190820.7	-22658.1	-108089	27022.21	791401700	15.48	-4.00	
9	129694.8	175687	-45992.2	-154081	30816.21	1056178000	19.47	-5.00	
10	108594.7	163467.2	-54872.5	-208954	34825.59	1381980000	24.65	-6.00	
11	137750.7	147789.4	-10038.7	-218992	31284.6	1198951000	22.17	-7.00	
12	215650.6	136050.7	79599.88	-139392	37324.01	1841099000	24.01	-3.73	0.96
13	219935.5	147922.7	72012.83	-67379.5	41178.33	2212738000	24.98	-1.64	0.61
14	235103.4	170482.9	64620.52	-2759	43522.54	2409045000	25.23	-0.06	0.42
15	229874.8	202110	27764.72	25005.72	42090.02	2260121000	24.04	0.59	0.40
16	176437.2	225141.1	-48703.9	-23698.2	42641.17	2269450000	24.33	-0.56	0.51
17	190085.3	215337.7	-25252.4	-48950.6	41303.57	2143930000	23.48	-1.19	0.57
18	140439.4	207875.1	-67435.8	-116386	43170.16	2315619000	25.24	-2.70	0.60
19	139479	184209.2	-44730.2	-161117	43274.16	2294630000	25.69	-3.72	0.59
20	117628.7	161610.2	-43981.6	-205098	43318.37	2272114000	26.42	-4.73	0.58
21	106753.2	146908.1	-40154.9	-245253	43132.29	2233309000	27.08	-5.69	0.58
22	123160.2	126075.1	-2914.91	-248168	40897.98	2109708000	25.71	-6.07	0.63
23	170418.5	121755.3	48663.2	-199505	41306.68	2123308000	25.86	-4.83	0.69
24	173454.1	129490.1	43963.95	-155541	41439.54	2113784000	25.83	-3.75	0.73
25		143446.5							
26		143446.5							
27		143446.5							
28		143446.5							
29		143446.5							
30		143446.5							
31		143446.5							
32		143446.5							
33		143446.5							
34		143446.5							
35		143446.5							
36		143446.5							
CFE		-155540.7							
MAD		41439.54							
MSE		2113784000							
MAPE		25.83261							
Trk.Signal		-3.753436							
R-square		0.7308128							
		m=4							
		W(1)=0.25							
		W(2)=0.25							
		W(3)=0.25							
		W(4)=0.25							

Tabel 17. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Weight Moving Average* 5 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 5-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306	201140.7	-29834.7	-29834.7	29834.72	890110500	17.42	-1.00	
7	184705.3	202572.2	-17866.8	-47701.6	23850.77	604667000	13.54	-2.00	
8	168162.6	199217.2	-31054.6	-78756.1	26252.04	724573600	15.19	-3.00	
9	129694.8	186289.1	-56594.3	-135350	33837.6	1344158000	22.30	-4.00	
10	108594.7	166488.6	-57893.9	-193244	38648.86	1745667000	28.50	-5.00	
11	137750.7	152492.7	-14742	-207986	34664.38	1490943000	25.53	-6.00	
12	215650.6	145781.6	69868.94	-138117	39693.6	1975333000	26.52	-3.48	0.78
13	219935.5	151970.7	67964.84	-70152.5	43227.5	2305819000	27.06	-1.62	0.42
14	235103.4	162325.3	72778.11	2625.641	46510.9	2638134000	27.50	0.06	0.28
15	229874.8	183407	46467.8	49093.44	46506.59	2590246000	26.77	1.06	0.25
16	176437.2	207663	-31225.8	17867.61	45117.43	2443410000	25.94	0.40	0.30
17	190085.3	215400.3	-25315	-7447.36	43467.23	2293197000	24.89	-0.17	0.36
18	140439.4	210287.2	-69847.8	-77295.2	45496.5	2492083000	26.80	-1.70	0.40
19	139479	194388	-54909	-132204	46168.82	2529434000	27.70	-2.86	0.42
20	117628.7	175263.1	-57634.5	-189839	46933.2	2582254000	29.12	-4.04	0.41
21	106753.2	152813.9	-46060.7	-235899	46878.67	2553463000	30.00	-5.03	0.43
22	123160.2	138877.1	-15717	-251616	45045.63	2417789000	28.98	-5.59	0.47
23	170418.5	125492.1	44926.38	-206690	45039	2395600000	28.84	-4.59	0.51
24	173454.1	131487.9	41966.17	-164724	44877.28	2362209000	28.59	-3.67	0.54
25		138282.9							
26		138282.9							
27		138282.9							
28		138282.9							
29		138282.9							
30		138282.9							
31		138282.9							
32		138282.9							
33		138282.9							
34		138282.9							
35		138282.9							
36		138282.9							
CFE		-164723.8							
MAD		44877.28							
MSE		2362209000							
MAPE		28.59254							
Trk.Signal		-3.670539							
R-square		0.5438777							
		m=5							
		W(1)=0.2							
		W(2)=0.2							
		W(3)=0.2							
		W(4)=0.2							
		W(5)=0.2							

Tabel 18. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Weight Moving Average* 6 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 6-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3	196168.2	-11462.9	-11462.9	11462.9	131397900	6.21	-1.00	
8	168162.6	199594.4	-31431.8	-42894.6	21447.3	559676400	12.45	-2.00	
9	129694.8	194041.5	-64346.6	-107241	35747.1	1753281000	24.84	-3.00	
10	108594.7	176856.7	-68262	-175503	43875.8	2479886000	34.34	-4.00	
11	137750.7	156839.6	-19088.9	-194592	38918.4	2056786000	30.25	-5.00	
12	215650.6	150035.7	65614.89	-128977	43367.8	2431541000	30.28	-2.97	0.65
13	219935.5	157426.5	62509.05	-66468.2	46102.3	2642375000	30.01	-1.44	0.30
14	235103.4	163298.2	71805.22	5337	49315.2	2956577000	30.08	0.11	0.18
15	229874.8	174454.9	55419.83	60756.83	49993.5	2969330000	29.41	1.22	0.18
16	176437.2	191151.6	-14714.5	46042.38	46465.6	2694049000	27.31	0.99	0.18
17	190085.3	202458.7	-12373.4	33669	43366.3	2463053000	25.42	0.78	0.21
18	140439.4	211181.1	-70741.7	-37072.7	45647.6	2674832000	27.50	-0.81	0.25
19	139479	198645.9	-59166.9	-96239.7	46687.5	2738362000	28.64	-2.06	0.27
20	117628.7	185236.5	-67607.8	-163848	48181.8	2869252000	30.70	-3.40	0.29
21	106753.2	165657.4	-58904.2	-222752	48896.6	2909282000	32.33	-4.56	0.31
22	123160.2	145137.1	-21977	-244729	47214.2	2757638000	31.43	-5.18	0.35
23	170418.5	136257.6	34160.83	-210568	46446.3	2664069000	30.76	-4.53	0.37
24	173454.1	132979.8	40474.25	-170094	46114.5	2607075000	30.35	-3.69	0.39
25		138482.3							
26		138482.3							
27		138482.3							
28		138482.3							
29		138482.3							
30		138482.3							
31		138482.3							
32		138482.3							
33		138482.3							
34		138482.3							
35		138482.3							
36		138482.3							
CFE		-170093.6							
MAD		46114.54							
MSE		2607075000							
MAPE		30.34695							
Trk.Signal		-3.688502							
R-square		0.3912373							
		m=6							
		W(1)=0.1666667	W(5)=0.1666667						
		W(2)=0.1666667	W(6)=0.1666667						
		W(3)=0.1666667							
		W(4)=0.1666667							

Tabel 19. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Weight Moving Average* 7 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 7-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6	194530.7	-26368.1	-26368.06	26368.06	695274800	15.68	-1.00	
9	129694.8	195104.1	-65409.3	-91777.39	45888.7	2486828000	33.06	-2.00	
10	108594.7	184849.1	-76254.4	-168031.8	56010.59	3596129000	45.44	-3.00	
11	137750.7	167105	-29354.3	-197386.1	49346.52	2912516000	39.41	-4.00	
12	215650.6	154112.6	61537.97	-135848.1	51784.8	3087397000	37.24	-2.62	0.72
13	219935.5	159409.3	60526.27	-75321.83	53241.72	3183402000	35.62	-1.41	0.24
14	235103.4	166356.3	68747.05	-6574.781	55456.77	3403795000	34.71	-0.12	0.11
15	229874.8	173556.1	56318.7	49743.92	55564.51	3374796000	33.43	0.90	0.11
16	176437.2	182372.1	-5934.91	43809.02	50050.11	3003732000	30.09	0.88	0.11
17	190085.3	189049.5	1035.766	44844.78	45148.68	2703466000	27.13	0.99	0.12
18	140439.4	200691.1	-60251.7	-15406.89	46521.68	2787720000	28.57	-0.33	0.13
19	139479	201075.2	-61596.2	-77003.05	47777.89	2871584000	29.87	-1.61	0.16
20	117628.7	190193.5	-72564.8	-149567.9	49684.58	3055744000	32.32	-3.01	0.20
21	106753.2	175578.3	-68825.1	-218393	51051.75	3175826000	34.61	-4.28	0.23
22	123160.2	157242.5	-34082.3	-252475.3	49920.46	3041544000	34.15	-5.06	0.27
23	170418.5	141997.5	28420.91	-224054.4	48576.73	2901932000	33.06	-4.61	0.27
24	173454.1	141137.8	32316.31	-191738.1	47620.24	2792662000	32.21	-4.03	0.28
25		138761.9							
26		138761.9							
27		138761.9							
28		138761.9							
29		138761.9							
30		138761.9							
31		138761.9							
32		138761.9							
33		138761.9							
34		138761.9							
35		138761.9							
36		138761.9							
CFE		-191738.1							
MAD		47620.24							
MSE		2792662000							
MAPE		32.20906							
Trk.Signal		-4.026399							
R-square		0.2805694							
		m=7							
		W(1)=0.1428571	W(5)=0.1428571						
		W(2)=0.1428571	W(6)=0.1428571						
		W(3)=0.1428571	W(7)=0.1428571						
		W(4)=0.1428571							

Tabel 20. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Weight Moving Average* 8 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 8-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8	191234.7	-61539.9	-61539.86	61539.9	3787154000	47.45	-1.00	
10	108594.7	186928	-78333.3	-139873.2	69936.6	4961629000	59.79	-2.00	
11	137750.7	175317.3	-37566.6	-177439.7	59146.6	3778168000	48.95	-3.00	
12	215650.6	163435.7	52214.88	-125224.8	57413.7	3515225000	42.77	-2.18	0.67
13	219935.5	161804.9	58130.66	-67094.19	57557.1	3488014000	39.50	-1.17	0.15
14	235103.4	166975	68128.34	1034.156	59318.9	3680257000	37.75	0.02	0.05
15	229874.8	174949.7	54925.06	55959.22	58691.2	3585472000	35.77	0.95	0.07
16	176437.2	180595.9	-4158.72	51800.5	51874.7	3139450000	31.59	1.00	0.06
17	190085.3	181630.2	8455.125	60255.63	47050.3	2798565000	28.57	1.28	0.07
18	140439.4	189179	-48739.6	11516.02	47219.2	2756264000	29.19	0.24	0.05
19	139479	193159.6	-53680.6	-42164.59	47806.6	2767659000	30.03	-0.88	0.07
20	117628.7	193375.6	-75747	-117911.6	50135	3015154000	32.90	-2.35	0.11
21	106753.2	181122.9	-74369.7	-192281.3	51999.2	3208669000	35.73	-3.70	0.16
22	123160.2	166975.1	-43814.9	-236096.2	51414.6	3116604000	35.71	-4.59	0.19
23	170418.5	152982.2	17436.25	-218659.9	49149.4	2929098000	34.02	-4.45	0.19
24	173454.1	145550.2	27903.89	-190756	47821.5	2794694000	32.90	-3.99	0.19
25		145177.3							
26		145177.3							
27		145177.3							
28		145177.3							
29		145177.3							
30		145177.3							
31		145177.3							
32		145177.3							
33		145177.3							
34		145177.3							
35		145177.3							
36		145177.3							
CFE		-190756							
MAD		47821.53							
MSE		2794694000							
MAPE		32.89505							
Trk.Signal		-3.988915							
R-square		0.1857058							
		m=8							
		W(1)=0.125	W(6)=0.125						
		W(2)=0.125	W(7)=0.125						
		W(3)=0.125	W(8)=0.125						
		W(4)=0.125							
		W(5)=0.125							

Tabel 21. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Weight Moving Average* 9 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 9-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7	184396.9	-75802.2	-75802.2	75802.2	5745975000	69.80	-1.00	
11	137750.7	178224.3	-40473.6	-116276	58137.9	3692041000	49.59	-2.00	
12	215650.6	171143.2	44507.4	-71768.4	53594.4	3121663000	39.94	-1.34	0.29
13	219935.5	169237.3	50698.2	-21070.2	52870.3	2983824000	35.72	-0.40	0.03
14	235103.4	168263.8	66839.6	45769.35	55664.2	3280564000	34.26	0.82	0.05
15	229874.8	174544.8	55329.9	101099.3	55608.5	3244037000	32.56	1.82	0.13
16	176437.2	181052.5	-4615.33	96483.96	48323.7	2783646000	28.28	2.00	0.11
17	190085.3	180133.8	9951.52	106435.5	43527.2	2448070000	25.40	2.45	0.11
18	140439.4	182569.7	-42130.3	64305.21	43372	2373279000	25.91	1.48	0.04
19	139479	183763.5	-44284.5	20020.71	43463.2	2332063000	26.50	0.46	0.02
20	117628.7	187195.1	-69566.4	-49545.7	45836.3	2560011000	29.46	-1.08	0.03
21	106753.2	184959.3	-78206.1	-127752	48533.8	2856360000	33.11	-2.63	0.07
22	123160.2	172859.6	-49699.5	-177451	48623.4	2826643000	33.67	-3.65	0.10
23	170418.5	162106.8	8311.66	-169140	45744	2629674000	31.61	-3.70	0.10
24	173454.1	154919.6	18534.5	-150605	43930	2477264000	30.22	-3.43	0.10
25		148650.6							
26		148650.6							
27		148650.6							
28		148650.6							
29		148650.6							
30		148650.6							
31		148650.6							
32		148650.6							
33		148650.6							
34		148650.6							
35		148650.6							
36		148650.6							
CFE		-150605.1							
MAD		43930.04							
MSE		2477264000							
MAPE		30.21933							
Trk.Signal		-3.428295							
R-square		9.66E-02							
		m=9							
		W(1)=0.11	W(6)=0.11						
		W(2)=0.11	W(7)=0.11						
		W(3)=0.11	W(8)=0.11						
		W(4)=0.11	W(9)=0.11						
		W(5)=0.11							

Tabel 22. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Weight Moving Average* 10 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 10-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7	176816.7	-39065.98	-39066	39065.98	1526151000	28.36	-1.00	
12	215650.6	174176.9	41473.67	2407.688	40269.83	1623108000	23.80	0.06	0.00
13	219935.5	175594	44341.56	46749.25	41627.07	1737464000	22.58	1.12	0.17
14	235103.4	174307.2	60796.2	107545.5	46419.36	2227142000	23.40	2.32	0.51
15	229874.8	174947.8	54926.98	162472.4	48120.88	2385108000	23.50	3.38	0.83
16	176437.2	180077.8	-3640.688	158831.8	40707.52	1989800000	19.93	3.90	0.59
17	190085.3	180591	9494.344	168326.1	36248.49	1718420000	17.79	4.64	0.56
18	140439.4	181129	-40689.56	127636.5	36803.63	1710573000	19.19	3.47	0.20
19	139479	178356.6	-38877.63	88758.91	37034.07	1688450000	20.16	2.40	0.07
20	117628.7	179335	-61706.38	27052.53	39501.3	1900373000	23.39	0.68	0.01
21	106753.2	180238.5	-73485.29	-46432.8	42590.75	2218529000	27.52	-1.09	0.01
22	123160.2	177138.7	-53978.55	-100411	43539.73	2276458000	28.88	-2.31	0.04
23	170418.5	167889.7	2528.797	-97882.5	40385.05	2101838000	26.77	-2.42	0.04
24	173454.1	162937.9	10516.13	-87366.4	38251.55	1959606000	25.29	-2.28	0.04
25		156773							
26		156773							
27		156773							
28		156773							
29		156773							
30		156773							
31		156773							
32		156773							
33		156773							
34		156773							
35		156773							
36		156773							
CFE		-87366.38							
MAD		38251.55							
MSE		1959606000							
MAPE		25.29152							
Trk.Signal		-2.283996							
R-square		0.04							
		m=10							
		W(1)=0.1	W(6)=0.1						
		W(2)=0.1	W(7)=0.1						
		W(3)=0.1	W(8)=0.1						
		W(4)=0.1	W(9)=0.1						
		W(5)=0.1	W(10)=0.1						

Tabel 23. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Weight Moving Average* 11 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 11-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7								
12	215650.6	173265.2	42385.3	42385.34	42385.3	1796517000	19.65	1.00	
13	219935.5	177947.3	41988.3	84373.59	42186.8	1779765000	19.37	2.00	
14	235103.4	179625	55478.4	139852	46617.3	2212460000	20.78	3.00	
15	229874.8	179834.1	50040.7	189892.6	47473.2	2285362000	21.03	4.00	
16	176437.2	179941.1	-3504	186388.7	38679.3	1830745000	17.22	4.82	
17	190085.3	179746.9	10338.5	196727.1	33955.8	1543435000	15.26	5.79	
18	140439.4	181454.1	-41015	155712.4	34964.3	1563259000	17.25	4.45	0.50
19	139479	177429.9	-37951	117761.5	35337.6	1547886000	18.49	3.33	0.17
20	117628.7	174822.3	-57194	60567.91	37766	1739355000	21.84	1.60	0.03
21	106753.2	173725.4	-66972	-6404.29	40686.7	2013947000	25.93	-0.16	0.00
22	123160.2	173558	-50398	-56802.1	41569.5	2061765000	27.29	-1.37	0.02
23	170418.5	172231.5	-1813.1	-58615.2	38256.5	1890225000	25.11	-1.53	0.02
24	173454.1	168119.5	5334.52	-53280.7	35724	1747012000	23.41	-1.49	0.02
25		163894							
26		163894							
27		163894							
28		163894							
29		163894							
30		163894							
31		163894							
32		163894							
33		163894							
34		163894							
35		163894							
36		163894							
CFE		-53280.66							
MAD		35723.99							
MSE		1747012000							
MAPE		23.41292							
Trk.Signal		-1.491453							
R-square		0.02							
		m=11							
		W(1)=0.09							
		W(2)=0.09							
		W(3)=0.09							
		W(4)=0.09							
		W(5)=0.09							
		W(6)=0.09							
		W(7)=0.09							
		W(8)=0.09							
		W(9)=0.09							
		W(11)=0.09							
		W(12)=0.09							

Tabel 24. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Weight Moving Average* 12 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 12-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7								
12	215650.6								
13	219935.5	176797.3	43138.2	43138.2	43138.2	1860902000	19.61	1.00	
14	235103.4	181446.3	53657.1	96795.3	48397.7	2369994000	21.22	2.00	
15	229874.8	184248.2	45626.6	142422	47474	2273925000	20.76	3.00	
16	176437.2	184004.2	-7567	134855	37497.2	1719758000	16.64	3.60	
17	190085.3	179649.1	10436.2	145291	32085	1397589000	14.41	4.53	
18	140439.4	180608.4	-40169	105122	33432.3	1433583000	16.78	3.14	0.28
19	139479	178036.2	-38557	66564.9	34164.5	1441165000	18.33	1.95	0.07
20	117628.7	174267.3	-56639	9926.2	36973.7	1662011000	22.06	0.27	0.01
21	106753.2	170056.2	-63303	-53376.8	39899.2	1922595000	26.20	-1.34	0.03
22	123160.2	168144.4	-44984	-98361	40407.7	1932694000	27.23	-2.43	0.06
23	170418.5	169358.2	1060.3	-97300.7	36830.7	1757096000	24.81	-2.64	0.06
24	173454.1	172080.5	1373.61	-95927.1	33875.9	1610829000	22.81	-2.83	0.05
25		168564.1							
26		168564.1							
27		168564.1							
28		168564.1							
29		168564.1							
30		168564.1							
31		168564.1							
32		168564.1							
33		168564.1							
34		168564.1							
35		168564.1							
36		168564.1							
CFE		-95927.07							
MAD		33875.92							
MSE		1610829000							
MAPE		22.80819							
Trk.Signal		-2.831719							
R-square		0.05							
		m=12							
		W(1)=0.08							
		W(2)=0.08							
		W(3)=0.08							
		W(4)=0.08							
		W(5)=0.08							
		W(6)=0.08							
		W(7)=0.08							
		W(8)=0.08							
		W(9)=0.08							
		W(10)=0.08							
		W(11)=0.08							
		W(12)=0.08							

Tabel 25. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Weight Moving Average* 13 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 13-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7								
12	215650.6								
13	219935.5								
14	235103.4	180115.7	54987.72	54987.7	54987.7	3023649000	23.39	1.00	
15	229874.8	185573.7	44301.03	99288.8	49644.4	2493115000	21.33	2.00	
16	176437.2	187757.9	-11320.78	87968	36869.8	1704797000	16.36	2.39	
17	190085.3	183422.1	6663.219	94631.2	29318.2	1289697000	13.15	3.23	0.90
18	140439.4	180451.9	-40012.55	54618.6	31457.1	1351959000	16.21	1.74	0.10
19	139479	177518.5	-38039.5	16579.1	32554.1	1367799000	18.06	0.51	0.01
20	117628.7	175070.3	-57441.59	-40862.5	36109.5	1643762000	22.45	-1.13	0.03
21	106753.2	169910.5	-63157.34	-104020	39490.5	1936898000	27.04	-2.63	0.09
22	123160.2	165186.7	-42026.55	-146046	39772.3	1917935000	27.83	-3.67	0.15
23	170418.5	164684	5734.422	-140312	36368.5	1729430000	25.38	-3.86	0.14
24	173454.1	169439.7	4014.344	-136298	33427.2	1573674000	23.29	-4.08	0.13
25		172186.1							
26		172186.1							
27		172186.1							
28		172186.1							
29		172186.1							
30		172186.1							
31		172186.1							
32		172186.1							
33		172186.1							
34		172186.1							
35		172186.1							
36		172186.1							
CFE		-136297.6							
MAD		33427.18							
MSE		1573674000							
MAPE		23.28578							
Trk.Signal		-4.077447							
R-square		0.1256116							
		m=13							
		W(1)=0.07							
		W(2)=0.07							
		W(3)=0.07							
		W(4)=0.07							
		W(5)=0.07							
		W(6)=0.07							
		W(7)=0.07							
		W(8)=0.07							
		W(9)=0.07							
		W(10)=0.07							
		W(11)=0.07							
		W(12)=0.07							
		W(13)=0.07							

Tabel 26. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Weight Moving Average* 14 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 14-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7								
12	215650.6								
13	219935.5								
14	235103.4								
15	229874.8	184043.4	45831.39	45831.4	45831.4	2100516000	19.94	1.00	
16	176437.2	188738.1	-12301	33530.4	29066.2	1125915000	13.45	1.15	0.40
17	190085.3	186949.3	3136	36666.4	20422.8	753888100	9.52	1.80	0.30
18	140439.4	183898	-43458.6	-6792.19	26181.7	1037579000	14.88	-0.26	0.01
19	139479	177593.9	-38114.9	-44907.1	28568.4	1120612000	17.37	-1.57	0.08
20	117628.7	174801.4	-57172.7	-102080	33335.8	1478630000	22.57	-3.06	0.22
21	106753.2	170967.3	-64214.1	-166294	37747	1856461000	27.94	-4.41	0.37
22	123160.2	165399.3	-42239.1	-208533	38308.5	1847422000	28.74	-5.44	0.47
23	170418.5	162184.8	8233.641	-200299	34966.8	1649685000	26.08	-5.73	0.41
24	173454.1	165093.7	8360.406	-191939	32306.2	1491706000	23.95	-5.94	0.35
25		169726.5							
26		169726.5							
27		169726.5							
28		169726.5							
29		169726.5							
30		169726.5							
31		169726.5							
32		169726.5							
33		169726.5							
34		169726.5							
35		169726.5							
36		169726.5							
CFE		-191939							
MAD		32306.18							
MSE		1491706000							
MAPE		23.95344							
Trk.Signal		-5.941245							
R-square		0.3486663							
		m=14							
		W(1)=0.07							
		W(2)=0.07							
		W(3)=0.07							
		W(4)=0.07							
		W(5)=0.07							
		W(6)=0.07							
		W(7)=0.07							
		W(8)=0.07							
		W(9)=0.07							
		W(10)=0.07							
		W(11)=0.07							
		W(12)=0.07							
		W(13)=0.07							
		W(14)=0.07							

Tabel 27. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Weight Moving Average* 15 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 15-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7								
12	215650.6								
13	219935.5								
14	235103.4								
15	229874.8								
16	176437.2	187098.8	-10662	-10661.7	10661.7	113670900	6.04	-1.00	
17	190085.3	187918	2167.27	-8494.39	6414.46	59183980	3.59	-1.32	0.39
18	140439.4	187158.4	-46719	-55213.4	19849.3	767011500	13.48	-2.78	0.77
19	139479	181000.8	-41522	-96735.2	25267.4	1006273000	17.55	-3.83	
20	117628.7	175052.9	-57424	-154159	31698.8	1464527000	23.81	-4.86	
21	106753.2	170989.9	-64237	-218396	37121.8	1908165000	29.87	-5.88	
22	123160.2	166686.3	-43526	-261922	38036.7	1906216000	30.65	-6.89	
23	170418.5	162583.3	7835.14	-254087	34261.5	1675613000	27.39	-7.42	
24	173454.1	162733.7	10720.3	-243367	31645.8	1502203000	25.04	-7.69	
25		165651							
26		165651							
27		165651							
28		165651							
29		165651							
30		165651							
31		165651							
32		165651							
33		165651							
34		165651							
35		165651							
36		165651							
CFE		-243366.8							
MAD		31645.81							
MSE		1502203000							
MAPE		25.03655							
Trk.Signal		-7.690333							
R-square		1.051628							
		m=15							
		W(1)=0.06							
		W(2)=0.06							
		W(3)=0.06							
		W(4)=0.06							
		W(5)=0.06							
		W(6)=0.06							
		W(7)=0.06							
		W(8)=0.06							
		W(9)=0.06							
		W(10)=0.06							
		W(11)=0.06							
		W(12)=0.06							
		W(13)=0.06							
		W(14)=0.06							
		W(15)=0.06							

Tabel 28. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average with Linear Trend* 3 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 3-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3	268132.2	-39434.9	-39434.9	39434.9	1555113000	17.24	-1.00	
5	178574.1	248210.7	-69636.6	-109072	54535.7	3202182000	28.12	-2.00	
6	171306	159129	12176.9	-96894.6	40416.1	2184214000	21.12	-2.40	
7	184705.3	135467.7	49237.6	-47657	42621.5	2244246000	22.50	-1.12	
8	168162.6	184326.3	-16163.7	-63820.6	37329.9	1847650000	19.92	-1.71	
9	129694.8	171581.3	-41886.5	-105707	38089.4	1832121000	21.99	-2.78	
10	108594.7	105843.7	2750.99	-102956	33041	1571470000	19.21	-3.12	
11	137750.7	75916.04	61834.7	-41121.4	36640.2	1852977000	22.42	-1.12	
12	215650.6	133402.5	82248	41126.6	41707.8	2398728000	24.16	0.99	
13	219935.5	261054.4	-41118.9	7.67188	41648.9	2327932000	23.62	0.00	
14	235103.4	273296.9	-38193.6	-38185.9	41334.8	2248915000	22.95	-0.92	
15	229874.8	243015.8	-13141.1	-51327	38985.3	2075896000	21.51	-1.32	
16	176437.2	238243.7	-61806.5	-113134	40740.8	2210062000	22.55	-2.78	
17	190085.3	155138.8	34946.6	-78186.9	40326.9	2139433000	22.25	-1.94	
18	140439.4	159009.5	-18570.1	-96757.1	38876.4	2019794000	21.65	-2.49	
19	139479	132989.4	6489.58	-90267.5	36852.3	1896189000	20.59	-2.45	
20	117628.7	106061.5	11567.2	-78700.3	35364.9	1792519000	19.96	-2.23	
21	106753.2	109704.9	-2951.73	-81652	33564.2	1693419000	19.00	-2.43	
22	123160.2	88561.12	34599	-47053	33618.6	1667297000	19.48	-1.40	
23	170418.5	121378.8	49039.6	1986.61	34389.7	1704176000	19.94	0.06	
24	173454.1	197109.3	-23655.2	-21668.6	33878.5	1649671000	19.64	-0.64	
25		205971.6							
26		231118.6							
27		256265.7							
28		281412.7							
29		306559.7							
30		331706.8							
31		356853.8							
32		382000.8							
33		407147.8							
34		432294.9							
35		457441.9							
36		482588.9							
CFE		-21668.59							
MAD		33878.52							
MSE		1649671000							
MAPE		19.6442							
Trk.Signal		-0.6395968							
R-square		2.361939							
		m=3							

Tabel 29. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average with Linear Trend* 4 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 4-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE %	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1	263024.8	-84450.6	-84450.6	84450.6	7131908000	47.29	-1.00	
6	171306	192182.7	-20876.7	-105327	52663.7	3783873000	29.74	-2.00	
7	184705.3	144191.3	40514.02	-64813.3	48613.8	3069710000	27.14	-1.33	
8	168162.6	156009.6	12153.02	-52660.3	39498.6	2339207000	22.16	-1.33	
9	129694.8	171228.1	-41533.3	-94193.6	39905.5	2216369000	24.13	-2.36	
10	108594.7	128123.1	-19528.4	-113722	36509.4	1910534000	23.11	-3.11	
11	137750.7	81089.31	56661.39	-57060.6	39388.2	2096245000	25.68	-1.45	
12	215650.6	107966.6	107684	50623.34	47925.2	3283694000	28.71	1.06	
13	219935.5	219678.4	257.1406	50880.48	42628.7	2918846000	25.54	1.19	
14	235103.4	273463.3	-38359.9	12520.54	42201.9	2774110000	24.61	0.30	
15	229874.8	276195.6	-46320.8	-33800.3	42576.3	2716975000	24.21	-0.79	
16	176437.2	239601	-63163.8	-96964.1	44291.9	2823032000	25.17	-2.19	
17	190085.3	181406.6	8678.719	-88285.4	41552.5	2611670000	23.59	-2.12	
18	140439.4	160752	-20312.6	-108598	40035.3	2454594000	22.94	-2.71	
19	139479	120544.5	18934.54	-89663.5	38628.6	2314855000	22.31	-2.32	
20	117628.7	121479.9	-3851.24	-93514.7	36455	2171104000	21.12	-2.57	
21	106753.2	92325.3	14427.88	-79086.8	35159.3	2055637000	20.68	-2.25	
22	123160.2	95347.61	27812.55	-51274.3	34751.2	1984409000	20.78	-1.48	
23	170418.5	106797	63621.42	12347.13	36270.6	2093002000	21.65	0.34	
24	173454.1	173184	270.0938	12617.22	34470.6	1988356000	20.58	0.37	
25		205286.5							
26		230022.5							
27		254758.5							
28		279494.5							
29		304230.5							
30		328966.5							
31		353702.5							
32		378438.5							
33		403174.5							
34		427910.5							
35		452646.5							
36		477382.5							
CFE		12617.22							
MAD		34470.61							
MSE		1988356000							
MAPE		20.57809							
Trk.Signal		0.3660283							
R-square		2.434017							
		m=4							

Tabel 30. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average with Linear Trend* 5 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 5-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306	217961.2	-46655.3	-46655.3	46655.3	2176715000	27.24	-1.00	
7	184705.3	168198.9	16506.45	-30148.8	31580.9	1224589000	18.09	-0.95	
8	168162.6	153141	15021.59	-15127.2	26061.1	891608800	15.03	-0.58	
9	129694.8	151807.6	-22112.8	-37240	25074	790950600	15.54	-1.49	
10	108594.7	136218	-27623.3	-64863.3	25583.9	785369500	17.52	-2.54	
11	137750.7	98362.71	39387.99	-25475.3	27884.6	913043600	19.36	-0.91	
12	215650.6	99738.41	115912.2	90436.85	40459.9	2701985000	24.28	2.24	
13	219935.5	182880.2	37055.36	127492.2	40034.4	2535874000	23.35	3.18	
14	235103.4	248586.4	-13483	114009.2	37084.2	2274309000	21.39	3.07	
15	229874.8	283967.6	-54092.8	59916.41	38785.1	2339481000	21.60	1.54	
16	176437.2	268773.2	-92336	-32419.6	43653.3	2901886000	24.40	-0.74	
17	190085.3	194853.9	-4768.56	-37188.2	40412.9	2661957000	22.57	-0.92	
18	140439.4	174777.1	-34337.7	-71525.9	39945.6	2547890000	22.72	-1.79	
19	139479	125652.6	13826.4	-57699.5	38080	2379553000	21.80	-1.52	
20	117628.7	110226.1	7402.555	-50296.9	36034.8	2224569000	20.77	-1.40	
21	106753.2	102346.7	4406.523	-45890.4	34058	2086747000	19.73	-1.35	
22	123160.2	82034.3	41125.86	-4764.52	34473.8	2063487000	20.53	-0.14	
23	170418.5	105306.4	65112.02	60347.5	36175.9	2184381000	21.52	1.67	
24	173454.1	151710.6	21743.45	82090.95	35416.3	2094297000	21.04	2.32	
25		190877.3							
26		208408.7							
27		225940.2							
28		243471.6							
29		261003							
30		278534.5							
31		296065.9							
32		313597.3							
33		331128.8							
34		348660.2							
35		366191.7							
36		383723.1							
CFE		82090.95							
MAD		35416.3							
MSE		2094297000							
MAPE		21.04268							
Trk.Signal		2.317886							
R-square		2.179976							
		m=5							

Tabel 31. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average with Linear Trend* 6 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 6-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3	192464.6	-7759.22	-7759.22	7759.22	60205480	4.20	-1.00	
8	168162.6	167745.4	417.2188	-7342	4088.22	30189770	2.22	-1.80	
9	129694.8	147796.7	-18101.8	-25443.8	8759.43	129352100	6.14	-2.90	0.76
10	108594.7	125571.9	-16977.2	-42421	10813.9	169070400	8.51	-3.92	0.79
11	137750.7	107712.1	30038.55	-12382.5	14658.8	315719200	11.17	-0.84	
12	215650.6	106578	109072.6	96690.1	30394.4	2245906000	17.74	3.18	0.96
13	219935.5	161665.3	58270.19	154960	34376.7	2410121000	18.99	4.51	0.87
14	235103.4	217886.8	17216.63	172177	32231.7	2145908000	17.53	5.34	0.97
15	229874.8	268351.3	-38476.5	133700	32925.6	2071967000	17.44	4.06	
16	176437.2	281425.8	-104989	28711.8	40131.9	2967031000	21.65	0.72	
17	190085.3	227585.8	-37500.4	-8788.59	39892.6	2825145000	21.47	-0.22	
18	140439.4	184825.9	-44386.5	-53175.1	40267.1	2753896000	22.32	-1.32	
19	139479	140048.5	-569.453	-53744.6	37213.5	2542083000	20.63	-1.44	
20	117628.7	111958.3	5670.383	-48074.2	34960.4	2362802000	19.50	-1.38	
21	106753.2	93482.06	13271.12	-34803.1	33514.4	2217023000	19.03	-1.04	
22	123160.2	88461.88	34698.28	-104.781	33588.4	2153708000	19.60	0.00	
23	170418.5	90503.93	79914.52	79809.7	36313.5	2402686000	21.21	2.20	
24	173454.1	141985.9	31468.14	111278	36044.3	2324217000	21.04	3.09	
25		172947.2							
26		182794.4							
27		192641.5							
28		202488.7							
29		212335.8							
30		222182.9							
31		232030.1							
32		241877.2							
33		251724.4							
34		261571.5							
35		271418.6							
36		281265.8							
CFE		111277.9							
MAD		36044.3							
MSE		2324217000							
MAPE		21.03818							
Trk.Signal		3.087254							
R-square		2.052427							
		m=6							

Tabel 32. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average with Linear Trend* 7 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 7-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6	186972.5	-18810	-18809.9	18809.9	353812600	11.19	-1.00	
9	129694.8	158884.1	-29189	-47999.2	23999.6	602913300	16.85	-2.00	
10	108594.7	124240	-15645	-63644.5	21214.8	483533800	16.03	-3.00	
11	137750.7	101217.8	36532.9	-27111.6	25044.3	696312900	18.65	-1.08	
12	215650.6	110840.7	104810	77698.3	40997.5	2754073000	24.64	1.90	0.91
13	219935.5	156488.8	63446.8	141145	44739	2965976000	25.34	3.15	0.81
14	235103.4	196173.8	38929.6	180075	43909.1	2758767000	24.09	4.10	0.84
15	229874.8	243321.7	-13447	166628	40101.3	2436524000	21.81	4.16	
16	176437.2	273192.4	-96755	69872.5	46396.2	3205974000	25.48	1.51	
17	190085.3	247225.1	-57140	12732.7	47470.6	3211871000	25.94	0.27	
18	140439.4	213336.3	-72897	-60164.2	49782	3402970000	28.30	-1.21	
19	139479	151932.3	-12453	-72617.5	46671.3	3132313000	26.68	-1.56	
20	117628.7	122981.1	-5352.5	-77970	43492.9	2893570000	24.98	-1.79	
21	106753.2	94262.12	12491.1	-65478.9	41278.5	2698031000	24.03	-1.59	
22	123160.2	80444.3	42715.9	-22763.1	41374.3	2639805000	24.74	-0.55	
23	170418.5	92096.83	78321.6	55558.6	43683.5	2858210000	26.07	1.27	
24	173454.1	123097.2	50356.9	105915	44076.1	2839245000	26.24	2.40	
25		162541.2							
26		168486.1							
27		174430.9							
28		180375.8							
29		186320.6							
30		192265.4							
31		198210.3							
32		204155.1							
33		210100							
34		216044.8							
35		221989.7							
36		227934.5							
CFE		105915.4							
MAD		44076.09							
MSE		2839245000							
MAPE		26.24325							
Trk.Signal		2.403013							
R-square		1.976016							
		m=7							

Tabel 33. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average with Linear Trend* 8 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 8-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8	175678.1	-45983.3	-45983.3	45983.25	2114459000	35.45	-1.00	
10	108594.7	135234.5	-26639.8	-72623	36311.51	1412068000	29.99	-2.00	
11	137750.7	101265	36485.7	-36137.4	36369.56	1385113000	28.82	-0.99	
12	215650.6	103012.5	112638	76500.73	55436.7	4210670000	34.68	1.38	0.78
13	219935.5	152427.6	67507.9	144008.6	57850.94	4279999000	33.88	2.49	0.77
14	235103.4	187482	47621.4	191630	56146.01	3944632000	31.61	3.41	0.84
15	229874.8	223092.9	6781.86	198411.9	49093.99	3387684000	27.52	4.04	1.00
16	176437.2	254039.6	-77602.4	120809.5	52657.55	3716990000	29.57	2.29	
17	190085.3	247519.8	-57434.5	63375	53188.31	3670515000	29.64	1.19	
18	140439.4	233199	-92759.6	-29384.6	57145.44	4163898000	33.29	-0.51	
19	139479	180049.1	-40570.1	-69954.7	55638.59	3934992000	32.90	-1.26	
20	117628.7	133419.9	-15791.2	-85745.9	52317.97	3627856000	31.28	-1.64	
21	106753.2	103501.7	3251.44	-82494.4	48543.62	3349603000	29.11	-1.70	
22	123160.2	80178.53	42981.6	-39512.8	48146.34	3242305000	29.52	-0.82	
23	170418.5	82602.59	87815.9	48303.07	50790.97	3540259000	30.99	0.95	
24	173454.1	118782.4	54671.7	102974.8	51033.52	3505805000	31.02	2.02	
25		143765.4							
26		143451.6							
27		143137.9							
28		142824.1							
29		142510.4							
30		142196.6							
31		141882.9							
32		141569.1							
33		141255.4							
34		140941.6							
35		140627.9							
36		140314.1							
CFE		102974.8							
MAD		51033.52							
MSE		3505805000							
MAPE		31.02236							
Trk.Signal		2.017787							
R-square		1.809457							
		m=8							

Tabel 34. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average with Linear Trend* 9 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 9-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7	151784.1	-43189.4	-43189.4	43189.4	1865323000	39.77	-1.00	
11	137750.7	111907.1	25843.6	-17345.8	34516.5	1266607000	29.27	-0.50	
12	215650.6	101024.8	114626	97280	61219.6	5224092000	37.23	1.59	0.75
13	219935.5	139646.5	80289.1	177569	65986.9	5529652000	37.05	2.69	
14	235103.4	180347.3	54756.1	232325	63740.8	5023367000	34.30	3.64	
15	229874.8	213204.1	16670.6	248996	55895.7	4232457000	29.79	4.45	
16	176437.2	236805.5	-60368.4	188627	56534.7	4148441000	30.42	3.34	
17	190085.3	235870.4	-45785.1	142842	55191	3891920000	29.63	2.59	
18	140439.4	236635.4	-96196.1	46646.2	59747.1	4487671000	33.95	0.78	
19	139479	201754.7	-62275.7	-15629.5	60000	4426730000	35.02	-0.26	
20	117628.7	159104.4	-41475.7	-57105.2	58315.9	4180685000	35.04	-0.98	
21	106753.2	113078	-6324.79	-63430	53983.4	3835628000	32.61	-1.17	
22	123160.2	87697.58	35462.6	-27967.4	52558.7	3637318000	32.32	-0.53	
23	170418.5	79993.23	90425.2	62457.8	55263.4	3961561000	33.80	1.13	
24	173454.1	105991.8	67462.3	129920	56076.7	4000868000	34.14	2.32	
25		137132.3							
26		134828.6							
27		132525							
28		130221.3							
29		127917.6							
30		125614							
31		123310.3							
32		121006.6							
33		118703							
34		116399.3							
35		114095.6							
36		111792							
CFE		129920.1							
MAD		56076.68							
MSE		4000868000							
MAPE		34.14089							
Trk.Signal		2.316829							
R-square		1.654161							
		m=9							

Tabel 35. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average with Linear Trend* 10 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 10-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7	127985.7	9764.97	9764.969	9764.969	95354620	7.09	1.00	
12	215650.6	108981.1	106669	116434.4	58217.21	5736863000	28.28	2.00	
13	219935.5	132851.5	87084.1	203518.5	67839.49	6352452000	32.05	3.00	
14	235103.4	165843.9	69259.5	272777.9	68194.48	5963557000	31.40	4.00	
15	229874.8	204666.4	25208.3	297986.3	59597.25	4897937000	27.31	5.00	
16	176437.2	227604.3	-51167.1	246819.2	58192.22	4517960000	27.60	4.24	
17	190085.3	223808.8	-33723.5	213095.7	54696.69	4035005000	26.19	3.90	
18	140439.4	228703.7	-88264.3	124831.3	58892.65	4504453000	30.77	2.12	
19	139479	208970.2	-69491.2	55340.14	60070.27	4540517000	32.89	0.92	
20	117628.7	180442.7	-62814	-7473.84	60344.64	4481025000	34.94	-0.12	
21	106753.2	136896	-30142.8	-37616.7	57599.02	4156258000	34.33	-0.65	0.90
22	123160.2	96171.82	26988.3	-10628.3	55048.13	3870601000	33.29	-0.19	
23	170418.5	84850.22	85568.2	74939.91	57395.83	4136087000	34.60	1.31	
24	173454.1	99740.63	73713.4	148653.3	58561.37	4228772000	35.16	2.54	
25		123191.2							
26		117085.4							
27		110979.6							
28		104873.8							
29		98767.97							
30		92662.17							
31		86556.38							
32		80450.58							
33		74344.78							
34		68238.98							
35		62133.19							
36		56027.39							
CFE		148653.3							
MAD		58561.37							
MSE		4228772000							
MAPE		35.16021							
Trk.Signal		2.53842							
R-square		1.543316							
		m=10							

Tabel 36. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average with Linear Trend* 11 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 11-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7								
12	215650.6	122658.3	92992.3	92992.3	92992.3	8647567000	43.12	1.00	
13	219935.5	135916.3	84019.27	177011.6	88505.78	7853402000	40.66	2.00	
14	235103.4	156747	78356.34	255367.9	85122.63	7282173000	38.22	3.00	
15	229874.8	189490.4	40384.36	295752.3	73938.06	5869354000	33.05	4.00	
16	176437.2	219236.5	-42799.3	252952.9	67710.32	5061840000	31.30	3.74	
17	190085.3	217639.2	-27553.9	225399	61017.58	4344736000	28.50	3.69	
18	140439.4	219403.5	-78964.1	146434.9	63581.38	4614822000	32.46	2.30	
19	139479	205257.6	-65778.6	80656.28	63856.02	4578822000	34.29	1.26	
20	117628.7	189266.8	-71638.1	9018.172	64720.7	4640288000	37.25	0.14	0.71
21	106753.2	157802.6	-51049.4	-42031.2	63353.57	4436863000	38.31	-0.66	0.56
22	123160.2	118054.5	5105.625	-36925.6	58058.31	4035882000	35.20	-0.64	0.65
23	170418.5	91264.52	79153.94	42228.32	59816.28	4221671000	36.14	0.71	0.93
24	173454.1	100867.9	72586.19	114814.5	60798.58	4302216000	36.58	1.89	
25		115055.1							
26		106915.3							
27		98775.46							
28		90635.65							
29		82495.84							
30		74356.02							
31		66216.21							
32		58076.4							
33		49936.59							
34		41796.77							
35		33656.96							
36		25517.15							
CFE		114814.5							
MAD		60798.58							
MSE		4302216000							
MAPE		36.57858							
Trk.Signal		1.888441							
R-square		1.145919							
		m=11							

Tabel 37. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average with Linear Trend* 12 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 12-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7								
12	215650.6								
13	219935.5	145221.2	74714.28	74714.28	74714.28	5582224000	33.97	1.00	
14	235103.4	156917.5	78185.88	152900.2	76450.08	5847627000	33.61	2.00	
15	229874.8	179052.8	50821.94	203722.1	67907.37	4759375000	29.78	3.00	
16	176437.2	204561.3	-28124.1	175598	57961.55	3767272000	26.32	3.03	
17	190085.3	211519.3	-21434	154164	50656.03	3105701000	23.31	3.04	
18	140439.4	214769.9	-74330.6	79833.5	54601.78	3508922000	28.25	1.46	0.81
19	139479	199407	-59928	19905.5	55362.67	3520700000	30.35	0.36	0.47
20	117628.7	187969.3	-70340.6	-50435.11	57234.91	3699088000	34.03	-0.88	0.34
21	106753.2	167794.8	-61041.6	-111476.7	57657.88	3702086000	36.60	-1.93	0.33
22	123160.2	138132.3	-14972.1	-126448.8	53389.3	3354294000	34.16	-2.37	0.40
23	170418.5	110505.8	59912.67	-66536.16	53982.34	3375679000	34.25	-1.23	0.55
24	173454.1	104154.6	69299.48	2763.313	55258.77	3494574000	34.72	0.05	0.74
25		113854.6							
26		105437.7							
27		97020.88							
28		88604.02							
29		80187.17							
30		71770.32							
31		63353.47							
32		54936.62							
33		46519.77							
34		38102.91							
35		29686.06							
36		21269.21							
CFE		2763.313							
MAD		55258.77							
MSE		3494574000							
MAPE		34.72406							
Trk.Signal		0.05							
R-square		0.7370533							
		m=12							

Tabel 38. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average with Linear Trend* 13 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 13-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7								
12	215650.6								
13	219935.5								
14	235103.4	163352.4	71751.02	71751	71751	5148208000	30.52	1.00	
15	229874.8	177201	52673.73	124425	62212.4	3961365000	26.72	2.00	
16	176437.2	193891.1	-17453.9	106971	47292.9	2742457000	21.11	2.26	
17	190085.3	199070.3	-8984.98	97985.9	37715.9	2077025000	17.01	2.60	
18	140439.4	209827.3	-69387.9	28598	44050.3	2624556000	23.49	0.65	0.25
19	139479	197154.6	-57675.6	-29077.7	46321.2	2741543000	26.47	-0.63	0.18
20	117628.7	184255.4	-66626.8	-95704.4	49222	2984055000	30.78	-1.94	0.22
21	106753.2	168434	-61680.8	-157385	50779.3	3086613000	34.15	-3.10	0.29
22	123160.2	148664.8	-25504.7	-182890	47971.1	2815933000	32.66	-3.81	0.37
23	170418.5	128908.2	41510.24	-141380	47325	2706650000	31.83	-2.99	0.42
24	173454.1	119886.2	53567.84	-87811.9	47892.5	2721455000	31.74	-1.83	0.50
25		115027.4							
26		106861.8							
27		98696.28							
28		90530.74							
29		82365.2							
30		74199.66							
31		66034.13							
32		57868.59							
33		49703.05							
34		41537.51							
35		33371.97							
36		25206.43							
CFE		-87811.85							
MAD		47892.5							
MSE		2721455000							
MAPE		31.74369							
Trk.Signal		-1.83352							
R-square		0.502808							
		m=13							

Tabel 39. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average with Linear Trend* 14 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 14-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7								
12	215650.6								
13	219935.5								
14	235103.4								
15	229874.8	181457.9	48416.86	48416.9	48416.9	2344192000	21.06	1.00	
16	176437.2	191054.6	-14617.4	33799.4	31517.1	1278931000	14.67	1.07	0.43
17	190085.3	189780.4	304.9063	34104.3	21113.1	852651400	9.84	1.62	0.29
18	140439.4	198738.6	-58299.3	-24195	30409.6	1489189000	17.75	-0.80	0.07
19	139479	194198.7	-54719.7	-78915	35271.6	1790200000	22.05	-2.24	0.25
20	117628.7	183481.1	-65852.4	-144767	40368.4	2214590000	27.71	-3.59	0.44
21	106753.2	166531.4	-59778.2	-204545	43141.3	2408711000	31.75	-4.74	0.58
22	123160.2	150600	-27439.8	-231985	41178.6	2201740000	30.56	-5.63	0.68
23	170418.5	139017.5	31400.91	-200584	40092.2	2066660000	29.22	-5.00	0.62
24	173454.1	135657.5	37796.56	-162788	39862.6	2002852000	28.47	-4.08	0.59
25		128112.3							
26		122563.8							
27		117015.2							
28		111466.7							
29		105918.1							
30		100369.6							
31		94821.03							
32		89272.48							
33		83723.94							
34		78175.39							
35		72626.84							
36		67078.3							
CFE		-162787.6							
MAD		39862.61							
MSE		2002852000							
MAPE		28.47271							
Trk.Signal		-4.083717							
R-square		0.5864071							
		m=14							

Tabel 40. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Moving Average with Linear Trend* 15 Bulanan

Month	Actual Data	Forecast by 15-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2								
3	232803.3								
4	228697.3								
5	178574.1								
6	171306								
7	184705.3								
8	168162.6								
9	129694.8								
10	108594.7								
11	137750.7								
12	215650.6								
13	219935.5								
14	235103.4								
15	229874.8								
16	176437.2	194024.3	-17587.2	-17587.2	17587.2	309308600	9.97	-1.00	
17	190085.3	187465.5	2619.86	-14967.3	10103.5	158086100	5.67	-1.48	
18	140439.4	190239.2	-49799.8	-64767.1	23335.6	932063500	15.60	-2.78	
19	139479	185170.9	-45691.9	-110459	28924.7	1220986000	19.89	-3.82	
20	117628.7	181820.7	-64192.1	-174651	35978.2	1800913000	26.83	-4.85	
21	106753.2	167077.7	-60324.5	-234976	40035.9	2107268000	31.77	-5.87	
22	123160.2	149999.1	-26839	-261815	38150.6	1909134000	30.35	-6.86	
23	170418.5	141309.5	29109	-232706	37020.4	1776409000	28.69	-6.29	
24	173454.1	144302.2	29151.9	-203554	36146.1	1673456000	27.37	-5.63	
25		141811.8							
26		138831.9							
27		135852							
28		132872							
29		129892.1							
30		126912.2							
31		123932.3							
32		120952.4							
33		117972.5							
34		114992.6							
35		112012.7							
36		109032.8							
CFE		-203553.7							
MAD		36146.13							
MSE		1673456000							
MAPE		27.36943							
Trk.Signal		-5.631411							
R-square		1.1474							
		m=15							

Tabel 41. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,9$

Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2	164148.4	37331.8	37331.8	37331.8	1393663000	18.53	1.00	
3	232803.3	197747	35056.28	72388.1	36194	1311303000	16.79	2.00	
4	228697.3	229297.7	-600.391	71787.7	24329.5	874322100	11.28	2.95	
5	178574.1	228757.3	-50183.2	21604.5	30792.9	1285330000	15.49	0.70	
6	171306	183592.4	-12286.5	9318	27091.6	1058456000	13.82	0.34	
7	184705.3	172534.6	12170.75	21488.8	24604.8	906734200	12.62	0.87	
8	168162.6	183488.3	-15325.6	6163.11	23279.2	810754400	12.12	0.26	0.95
9	129694.8	169695.2	-40000.4	-33837.3	25369.4	909413800	14.46	-1.33	0.59
10	108594.7	133694.8	-25100.2	-58937.4	25339.5	878369900	15.42	-2.33	0.59
11	137750.7	111104.7	26646.01	-32291.4	25470.1	861533800	15.81	-1.27	0.84
12	215650.6	135086.1	80564.47	48273.1	30478.7	1373270000	17.77	1.58	0.86
13	219935.5	207594.1	12341.38	60614.4	28967.2	1271523000	16.76	2.09	0.85
14	235103.4	218701.4	16402	77016.4	28000.7	1194408000	16.01	2.75	0.83
15	229874.8	233463.2	-3588.41	73428	26257	1110013000	14.97	2.80	0.88
16	176437.2	230233.6	-53796.5	19631.6	28092.9	1228950000	16.01	0.70	0.94
17	190085.3	181816.8	8268.516	27900.1	26853.9	1156413000	15.28	1.04	0.95
18	140439.4	189258.5	-48819.1	-20919	28146	1228583000	16.43	-0.74	0.86
19	139479	145321.3	-5842.3	-26761.3	26906.9	1162225000	15.75	-0.99	0.86
20	117628.7	140063.2	-22434.6	-49195.9	26671.5	1127545000	15.92	-1.84	0.81
21	106753.2	119872.1	-13119	-62314.8	25993.9	1079773000	15.74	-2.40	0.80
22	123160.2	108065.1	15095.09	-47219.7	25474.9	1039206000	15.57	-1.85	0.87
23	170418.5	121650.6	48767.8	1548.09	26533.6	1100074000	16.17	0.06	0.94
24	173454.1	165541.7	7912.391	9460.48	25724	1054966000	15.66	0.37	0.94
25		172662.8							
26		172662.8							
27		172662.8							
28		172662.8							
29		172662.8							
30		172662.8							
31		172662.8							
32		172662.8							
33		172662.8							
34		172662.8							
35		172662.8							
36		172662.8							
CFE		9460.477							
MAD		25724.02							
MSE		1054966000							
MAPE		15.66176							
Trk.Signal		0.3677682							
R-square		0.9392539							
		Alpha=0.9							
		F(0)=164148.4							

Tabel 42. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Single Exponential Smoothing with Trend* dengan $\alpha = 0,9$ dan $\beta = 0$

Month	Actual Data	Forecast by SEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2	164148.4	37331.8	37331.8	37331.8	1393663000	18.53	1.00	
3	232803.3	197747	35056.3	72388.1	36194	1311303000	16.79	2.00	
4	228697.3	229297.7	-600.391	71787.7	24329.5	874322100	11.28	2.95	
5	178574.1	228757.3	-50183.2	21604.5	30792.9	1285330000	15.49	0.70	
6	171306	183592.4	-12286.5	9318	27091.6	1058456000	13.82	0.34	
7	184705.3	172534.6	12170.8	21488.8	24604.8	906734200	12.62	0.87	
8	168162.6	183488.3	-15325.6	6163.11	23279.2	810754400	12.12	0.26	0.95
9	129694.8	169695.2	-40000.4	-33837	25369.4	909413800	14.46	-1.33	0.59
10	108594.7	133694.8	-25100.2	-58937	25339.5	878369900	15.42	-2.33	0.59
11	137750.7	111104.7	26646	-32291	25470.1	861533800	15.81	-1.27	0.84
12	215650.6	135086.1	80564.5	48273.1	30478.7	1373270000	17.77	1.58	0.86
13	219935.5	207594.1	12341.4	60614.4	28967.2	1271523000	16.76	2.09	0.85
14	235103.4	218701.4	16402	77016.4	28000.7	1194408000	16.01	2.75	0.83
15	229874.8	233463.2	-3588.41	73428	26257	1110013000	14.97	2.80	0.88
16	176437.2	230233.6	-53796.5	19631.6	28092.9	1228950000	16.01	0.70	0.94
17	190085.3	181816.8	8268.52	27900.1	26853.9	1156413000	15.28	1.04	0.95
18	140439.4	189258.5	-48819.1	-20919	28146	1228583000	16.43	-0.74	0.86
19	139479	145321.3	-5842.3	-26761	26906.9	1162225000	15.75	-0.99	0.86
20	117628.7	140063.2	-22434.6	-49196	26671.5	1127545000	15.92	-1.84	0.81
21	106753.2	119872.1	-13119	-62315	25993.9	1079773000	15.74	-2.40	0.80
22	123160.2	108065.1	15095.1	-47220	25474.9	1039206000	15.57	-1.85	0.87
23	170418.5	121650.6	48767.8	1548.09	26533.6	1100074000	16.17	0.06	0.94
24	173454.1	165541.7	7912.39	9460.48	25724	1054966000	15.66	0.37	0.94
25		172662.8							
26		172662.8							
27		172662.8							
28		172662.8							
29		172662.8							
30		172662.8							
31		172662.8							
32		172662.8							
33		172662.8							
34		172662.8							
35		172662.8							
36		172662.8							
CFE		9460.477							
MAD		25724.02							
MSE		1054966000							
MAPE		15.66176							
Trk.Signal		0.3677682							
R-square		0.9392539							
		Alpha=0.9							
		Beta=0							
		F(0)=164148.4							
		T(0)=0							

Tabel 43. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Double Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,9$

Month	Actual Data	Forecast by DES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2	164148.4	37331.8	37331.8	37331.8	1393663000	18.53	1.00	
3	232803.3	194387.2	38416.1	75747.9	37874	1434732000	17.52	2.00	
4	228697.3	225806.6	2890.66	78638.6	26212.9	959273000	12.10	3.00	
5	178574.1	228462.3	-49888.1	28750.5	32131.7	1341661000	16.06	0.89	
6	171306	188079.4	-16773.5	11977	29060	1129599000	14.80	0.41	0.94
7	184705.3	174089.1	10616.3	22593.3	25986.1	960116600	13.30	0.87	
8	168162.6	182548.3	-14385.7	8207.53	24328.9	852521200	12.62	0.34	0.86
9	129694.8	170980.5	-41285.7	-33078.2	26448.5	959019600	15.02	-1.25	0.53
10	108594.7	137423.4	-28828.7	-61906.9	26713	944805800	16.30	-2.32	0.53
11	137750.7	113736.6	24014.1	-37892.7	26443.1	907993100	16.41	-1.43	0.76
12	215650.6	132951.2	82699.4	44806.7	31557.3	1447193000	18.41	1.42	0.80
13	219935.5	200129.8	19805.7	64612.4	30578	1359283000	17.62	2.11	0.78
14	235103.4	216844.2	18259.2	82871.5	29630.4	1280368000	16.87	2.80	0.76
15	229874.8	231801.3	-1926.52	80945	27651.5	1189178000	15.72	2.93	0.81
16	176437.2	230390.4	-53953.2	26991.8	29405	1303963000	16.71	0.92	0.88
17	190085.3	186674.2	3411.16	30402.9	27780.4	1223193000	15.78	1.09	0.88
18	140439.4	189000	-48560.6	-18157.7	29002.7	1289954000	16.89	-0.63	0.80
19	139479	149689.2	-10210.2	-28367.9	27958.7	1224082000	16.35	-1.01	0.79
20	117628.7	141025.8	-23397.2	-51765	27718.6	1188468000	16.54	-1.87	0.75
21	106753.2	121987.5	-15234.3	-66999.4	27094.4	1140649000	16.43	-2.47	0.74
22	123160.2	109457.3	13702.8	-53296.5	26456.7	1095274000	16.17	-2.01	0.81
23	170418.5	120431.3	49987.1	-3309.37	27526.3	1159066000	16.77	-0.12	0.88
24	173454.1	161030.6	12423.4	9114.06	26869.6	1115383000	16.35	0.34	0.89
25		171499.6							
26		171499.6							
27		171499.6							
28		171499.6							
29		171499.6							
30		171499.6							
31		171499.6							
32		171499.6							
33		171499.6							
34		171499.6							
35		171499.6							
36		171499.6							
CFE		9114.055							
MAD		26869.63							
MSE		1115383000							
MAPE		16.35435							
Trk.Signal		0.3391954							
R-square		0.8850606							
		Alpha=0.9							
		F(0)=164148.4							
		F'(0)=164148.4							

Tabel 44. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Double Exponential Smoothing with Trend* dengan $\alpha = 0,5$

Month	Actual Data	Forecast by DEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2	164148.4	37331.8	37331.8	37331.8	1393663000	18.53	1.00	
3	232803.3	201480.2	31323.1	68654.89	34327.45	1187400000	15.99	2.00	
4	228697.3	242136.3	-13439	55215.94	27364.62	851801600	12.62	2.02	
5	178574.1	245861	-67286.9	-12071	37345.19	1770733000	18.88	-0.32	
6	171306	192378.1	-21072.1	-33143.1	34090.58	1505394000	17.57	-0.97	
7	184705.3	168288.2	16417.1	-16726	31145	1299415000	16.12	-0.54	
8	168162.6	176419.6	-8256.94	-24982.9	27875.28	1123524000	14.52	-0.90	
9	129694.8	163981.1	-34286.3	-59269.2	28676.66	1130027000	16.01	-2.07	
10	108594.7	123449.1	-14854.4	-74123.6	27140.85	1028986000	15.75	-2.73	0.96
11	137750.7	93777.38	43973.3	-30150.3	28824.1	1119452000	17.37	-1.05	
12	215650.6	119219.8	96430.8	66280.49	34970.16	1863038000	19.85	1.90	
13	219935.5	208113	11822.5	78103.01	33041.19	1719433000	18.65	2.36	
14	235103.4	236505.6	-1402.25	76700.76	30607.43	1587320000	17.26	2.51	
15	229874.8	254629.1	-24754.4	51946.4	30189.35	1517710000	16.80	1.72	
16	176437.2	249049.9	-72612.8	-20666.4	33017.58	1768037000	18.42	-0.63	
17	190085.3	189423.7	661.578	-20004.8	30995.33	1657562000	17.29	-0.65	
18	140439.4	184918.7	-44479.3	-64484.1	31788.51	1676435000	18.14	-2.03	
19	139479	135438.2	4040.84	-60443.3	30246.97	1584207000	17.29	-2.00	
20	117628.7	123357.9	-5729.27	-66172.5	28956.57	1502556000	16.64	-2.29	
21	106753.2	102517.8	4235.34	-61937.2	27720.5	1428325000	16.00	-2.23	
22	123160.2	90210.02	32950.1	-28987.1	27969.53	1412010000	16.51	-1.04	
23	170418.5	107675.8	62742.6	33755.57	29550.13	1526765000	17.44	1.14	
24	173454.1	163171.7	10282.4	44037.95	28712.4	1464981000	16.94	1.53	
25		181892.9							
26		192902.4							
27		203911.9							
28		214921.3							
29		225930.8							
30		236940.3							
31		247949.8							
32		258959.2							
33		269968.7							
34		280978.2							
35		291987.6							
36		302997.1							
CFE		44037.95							
MAD		28712.4							
MSE		1464981000							
MAPE		16.93659							
Trk.Signal		1.533761							
R-square		1.591898							
		Alpha=0.5							
		F(0)=164148.4							
		F'(0)=164148.4							

Tabel 45. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Adaptive Exponential Smoothing with Trend* dengan $\alpha = 0$ dan $\beta = 164148.4$

Month	Actual Data	Forecast by AES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2	164148.4	37331.8	37331.8	37331.8	1393663000	18.53	1.00	
3	232803.3	164148.4	68654.91	105986.7	52993.35	3053580000	24.01	2.00	
4	228697.3	164148.4	64548.89	170535.6	56845.2	3424573000	25.41	3.00	
5	178574.1	164148.4	14425.72	184961.3	46240.33	2620455000	21.08	4.00	
6	171306	164148.4	7157.547	192118.9	38423.77	2106610000	17.70	5.00	
7	184705.3	164148.4	20556.94	212675.8	35445.96	1825940000	16.60	6.00	
8	168162.6	164148.4	4014.219	216690	30955.72	1567393000	14.57	7.00	
9	129694.8	164148.4	-34453.59	182236.4	31392.95	1519850000	16.07	5.81	0.52
10	108594.7	164148.4	-55553.73	126682.7	34077.48	1693891000	19.97	3.72	0.13
11	137750.7	164148.4	-26397.7	100285	33309.51	1594186000	19.89	3.01	0.07
12	215650.6	164148.4	51502.17	151787.2	34963.39	1690394000	20.25	4.34	0.13
13	219935.5	164148.4	55787.11	207574.3	36698.7	1808878000	20.68	5.66	0.20
14	235103.4	164148.4	70954.97	278529.3	39333.8	2057011000	21.41	7.08	0.29
15	229874.8	164148.4	65726.36	344255.6	41218.98	2218650000	21.92	8.35	0.37
16	176437.2	164148.4	12288.75	356544.4	39290.3	2080807000	20.93	9.07	0.37
17	190085.3	164148.4	25936.91	382481.3	38455.71	1992802000	20.47	9.95	0.40
18	140439.4	164148.4	-23709.02	358772.3	37588.26	1908644000	20.26	9.54	0.30
19	139479	164148.4	-24669.41	334102.8	36870.54	1836418000	20.12	9.06	0.23
20	117628.7	164148.4	-46519.73	287583.1	37378.39	1853664000	21.14	7.69	0.14
21	106753.2	164148.4	-57395.23	230187.9	38379.24	1925691000	22.77	6.00	0.07
22	123160.2	164148.4	-40988.25	189199.7	38503.48	1913993000	23.27	4.91	0.04
23	170418.5	164148.4	6270.047	195469.7	37038.32	1828781000	22.38	5.28	0.05
24	173454.1	164148.4	9305.656	204775.4	35832.55	1753033000	21.64	5.71	0.05
25		164148.4							
26		164148.4							
27		164148.4							
28		164148.4							
29		164148.4							
30		164148.4							
31		164148.4							
32		164148.4							
33		164148.4							
34		164148.4							
35		164148.4							
36		164148.4							
CFE		204775							
MAD		35832.55							
MSE		1753033000							
MAPE		21.64							
Trk.Signal		5.71							
R-square		0.05							
		Alpha=0							
		Beta=164148.4							
		F(0)=0							

Tabel 46. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Linear Regression with Time*

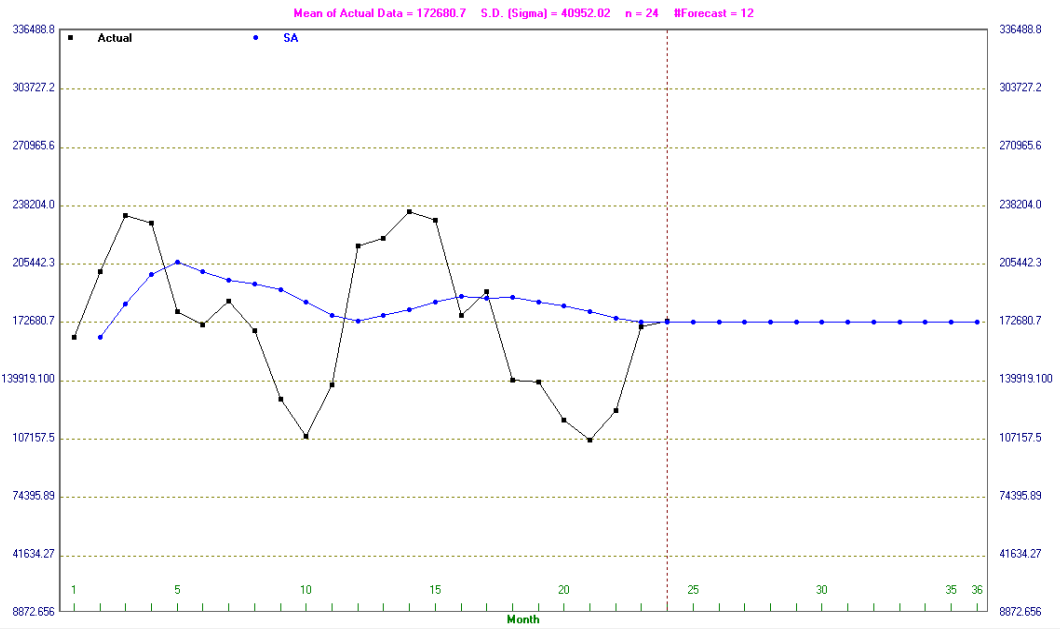
Month	Actual Data	Forecast by LR	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4	197591.6	-33443.2	-33443.2	33443.2	1118446000	20.37	-1.00	
2	201480.2	195425.4	6054.8	-27388.4	19749.0	577553200	11.69	-1.39	0.54
3	232803.3	193259.3	39544.1	12155.7	26347.3	906279700	13.45	0.46	0.02
4	228697.3	191093.1	37604.2	49759.9	29161.6	1033229000	14.20	1.71	0.21
5	178574.1	188926.9	-10352.8	39407.1	25399.8	848019200	12.52	1.55	0.10
6	171306.0	186760.8	-15454.8	23952.3	23742.3	746491300	11.94	1.01	0.04
7	184705.3	184594.6	110.7	24063.0	20366.4	639851500	10.24	1.18	0.05
8	168162.6	182428.5	-14265.8	9797.2	19603.8	585309200	10.02	0.50	0.04
9	129694.8	180262.3	-50567.5	-40770.3	23044.2	804393800	13.24	-1.77	0.06
10	108594.7	178096.1	-69501.5	-110271.8	27689.9	1207000000	18.32	-3.98	0.12
11	137750.7	175930.0	-38179.3	-148451.0	28643.5	1229786000	19.17	-5.18	0.17
12	215650.6	173763.8	41886.8	-106564.3	29747.1	1273513000	19.19	-3.58	0.10
13	219935.5	171597.7	48337.9	-58226.4	31177.2	1355285000	19.41	-1.87	0.06
14	235103.4	169431.5	65671.9	7445.5	33641.1	1566535000	20.02	0.22	0.05
15	229874.8	167265.3	62609.4	70054.9	35572.3	1723429000	20.50	1.97	0.07
16	176437.2	165099.2	11338.0	81392.9	34057.7	1623749000	19.62	2.39	0.09
17	190085.3	162933.0	27152.3	108545.2	33651.5	1571602000	19.30	3.23	0.11
18	140439.4	160766.8	-20327.5	88217.7	32911.2	1507247000	19.04	2.68	0.11
19	139479.0	158600.7	-19121.7	69096.1	32185.5	1447162000	18.75	2.15	0.11
20	117628.7	156434.5	-38805.9	30290.2	32516.5	1450099000	19.47	0.93	0.10
21	106753.2	154268.4	-47515.2	-17225.0	33230.7	1488556000	20.66	-0.52	0.10
22	123160.2	152102.2	-28942.1	-46167.1	33035.8	1458969000	20.79	-1.40	0.11
23	170418.5	149936.0	20482.4	-25684.7	32490.0	1413776000	20.41	-0.79	0.12
24	173454.1	147769.9	25684.2	-0.5	32206.4	1382355000	20.17	0.00	0.14
25		145603.7							
26		143437.6							
27		141271.4							
28		139105.3							
29		136939.1							
30		134772.9							
31		132606.8							
32		130440.6							
33		128274.5							
34		126108.3							
35		123942.1							
36		121776.0							
CFE		-0.49							
MAD		32206.40							
MSE		1382355000							
MAPE		20.17							
Trk.Signal		0.00							
R-square		0.14							
		Y-intercept=199757.7							
		Slope=-2166.160							

Tabel 47. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Holt-Winters Additive Algorithm* dengan $\alpha = 0,9$; $\beta = 0$ dan $\gamma = 0,9$

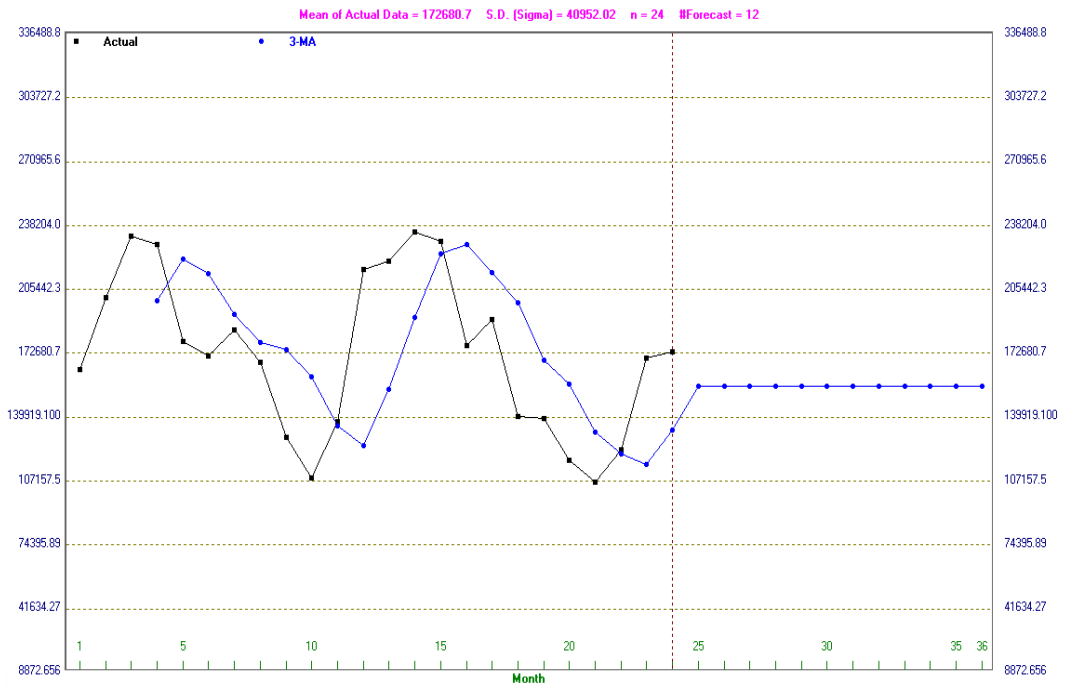
Month	Actual Data	Forecast by HWA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2	164148.4	37331.8	37331.8	37331.8	1393663000	18.53	1.00	
3	232803.3	201106.9	31696.4	69028.2	34514.1	1199163000	16.07	2.00	
4	228697.3	232486.3	-3789.0	65239.2	24272.4	804227700	11.27	2.69	
5	178574.1	228735.2	-50161.1	15078.1	30744.6	1232204000	15.47	0.49	
6	171306.0	179075.7	-7769.8	7308.3	26149.6	997836900	13.29	0.28	
7	184705.3	171383.7	13321.7	20630.0	24011.6	861108700	12.27	0.86	
8	168162.6	184572.1	-16409.5	4220.5	22925.6	776560600	11.91	0.18	
9	129694.8	168326.7	-38631.9	-34411.4	24888.9	866043500	14.15	-1.38	0.65
10	108594.7	130081.1	-21486.5	-55897.8	24510.9	821112800	14.77	-2.28	0.65
11	137750.7	108809.5	28941.2	-26956.7	24953.9	822760600	15.40	-1.08	0.91
12	215650.6	137461.3	78189.3	51232.6	29793.5	1303743000	17.29	1.72	0.92
13	219935.5	214868.7	5066.8	56299.4	27732.9	1197237000	16.05	2.03	0.93
14	235103.4	219884.8	15218.5	71518.0	26770.3	1122957000	15.31	2.67	0.90
15	229874.8	234951.2	-5076.4	66441.5	25220.7	1044587000	14.37	2.63	0.94
16	176437.2	229925.5	-53488.4	12953.2	27105.2	1165682000	15.44	0.48	
17	190085.3	176972.0	13113.3	26066.4	26230.7	1103574000	14.90	0.99	
18	140439.4	189954.2	-49514.8	-23448.4	27600.4	1182876000	16.10	-0.85	0.93
19	139479.0	140934.5	-1455.5	-24903.9	26147.9	1117279000	15.26	-0.95	0.94
20	117628.7	139493.6	-21864.9	-46768.8	25922.5	1083636000	15.44	-1.80	0.88
21	106753.2	117847.3	-11094.1	-57862.9	25181.0	1035608000	15.19	-2.30	0.86
22	123160.2	106864.1	16296.0	-41566.9	24758.0	998939500	15.09	-1.68	0.93
23	170418.5	122997.2	47421.3	5854.4	25788.1	1055750000	15.67	0.23	1.00
24	173454.1	169944.2	3509.8	9364.2	24819.5	1010384000	15.08	0.38	1.00
25		173419							
26		173419							
27		173419							
28		173419							
29		173419							
30		173419							
31		173419							
32		173419							
33		173419							
34		173419							
35		173419							
36		173419							
CFE		9364.2							
MAD		24819.5							
MSE		1010384000							
MAPE		15.1							
Trk.Signal		0.4							
R-square		1.0							
		c=1							
		Alpha=0.9	F(0)=164148.4						
		Beta=0	T(0)=0						
		Gamma=0.9	S(1)=0						

Tabel 48. Perhitungan Peramalan dengan Metode *Holt-Winters Multiplicative Algorithm* dengan $\alpha = 0,9$; $\beta = 0$ dan $\gamma = 0,9$

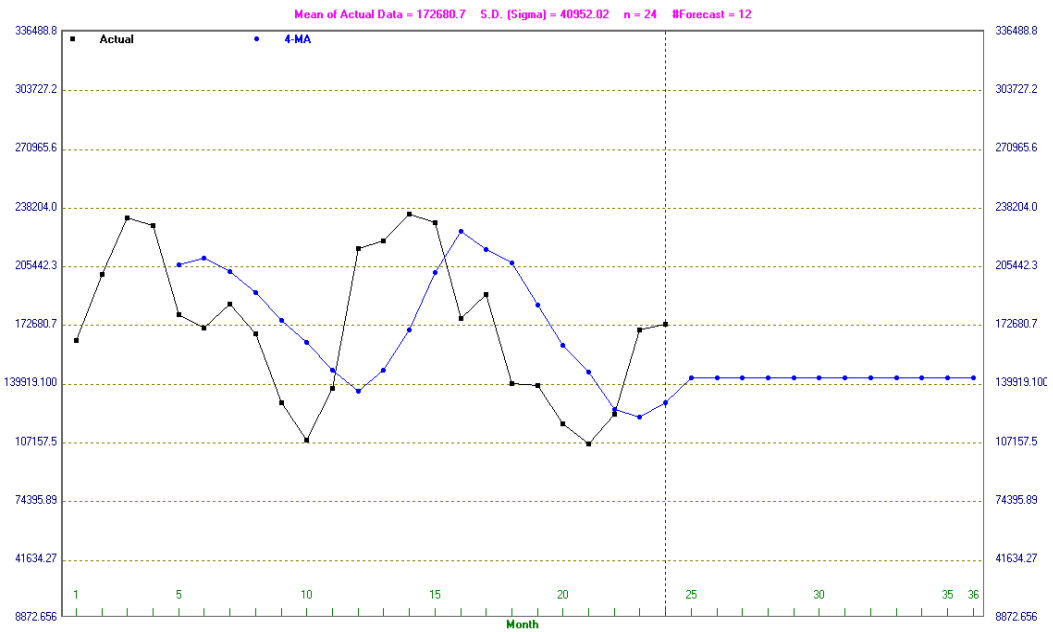
Month	Actual Data	Forecast by HWM	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	164148.4								
2	201480.2	164148.4	37331.8	37331.8	37331.8	1393663000	18.53	1.00	
3	232803.3	201106.9	31696.42	69028.2	34514.1	1199163000	16.07	2.00	
4	228697.3	232486.4	-3789.06	65239.2	24272.4	804227700	11.27	2.69	
5	178574.1	228735.2	-50161.1	15078.1	30744.6	1232204000	15.47	0.49	
6	171306	179075.7	-7769.78	7308.31	26149.6	997837000	13.29	0.28	
7	184705.3	171383.7	13321.69	20630	24011.6	861108700	12.27	0.86	
8	168162.6	184572.1	-16409.5	4220.5	22925.6	776560600	11.91	0.18	
9	129694.8	168326.7	-38631.9	-34411	24888.9	866043500	14.15	-1.38	0.65
10	108594.7	130081.1	-21486.5	-55898	24510.9	821112800	14.77	-2.28	0.65
11	137750.7	108809.5	28941.16	-26957	24953.9	822760600	15.40	-1.08	0.91
12	215650.6	137461.3	78189.3	51232.6	29793.5	1303743000	17.29	1.72	0.92
13	219935.5	214868.7	5066.828	56299.4	27732.9	1197237000	16.05	2.03	0.93
14	235103.4	219884.9	15218.52	71518	26770.3	1122958000	15.31	2.67	0.90
15	229874.8	234951.2	-5076.44	66441.5	25220.7	1044587000	14.37	2.63	0.94
16	176437.2	229925.5	-53488.4	12953.1	27105.2	1165682000	15.44	0.48	
17	190085.3	176972	13113.28	26066.4	26230.7	1103574000	14.90	0.99	
18	140439.4	189954.2	-49514.8	-23448	27600.4	1182876000	16.10	-0.85	0.93
19	139479	140934.5	-1455.55	-24904	26147.9	1117279000	15.26	-0.95	0.94
20	117628.7	139493.6	-21864.9	-46769	25922.5	1083636000	15.44	-1.80	0.88
21	106753.2	117847.3	-11094.1	-57863	25181	1035609000	15.19	-2.30	0.86
22	123160.2	106864.1	16296.03	-41567	24758	998939600	15.09	-1.68	0.93
23	170418.5	122997.2	47421.26	5854.34	25788.1	1055750000	15.67	0.23	1.00
24	173454.1	169944.2	3509.828	9364.16	24819.5	1010384000	15.08	0.38	1.00
25		173419							
26		173419							
27		173419							
28		173419							
29		173419							
30		173419							
31		173419							
32		173419							
33		173419							
34		173419							
35		173419							
36		173419							
CFE		9364.164							
MAD		24819.48							
MSE		1010384000							
MAPE		15.0782							
Trk.Signal		0.3772909							
R-square		0.9960398							
		c=1							
		Alpha=0.9	T(0)=0						
		Beta=0	S(1)=1						
		Gamma=0.9							
		F(0)=164148.4							



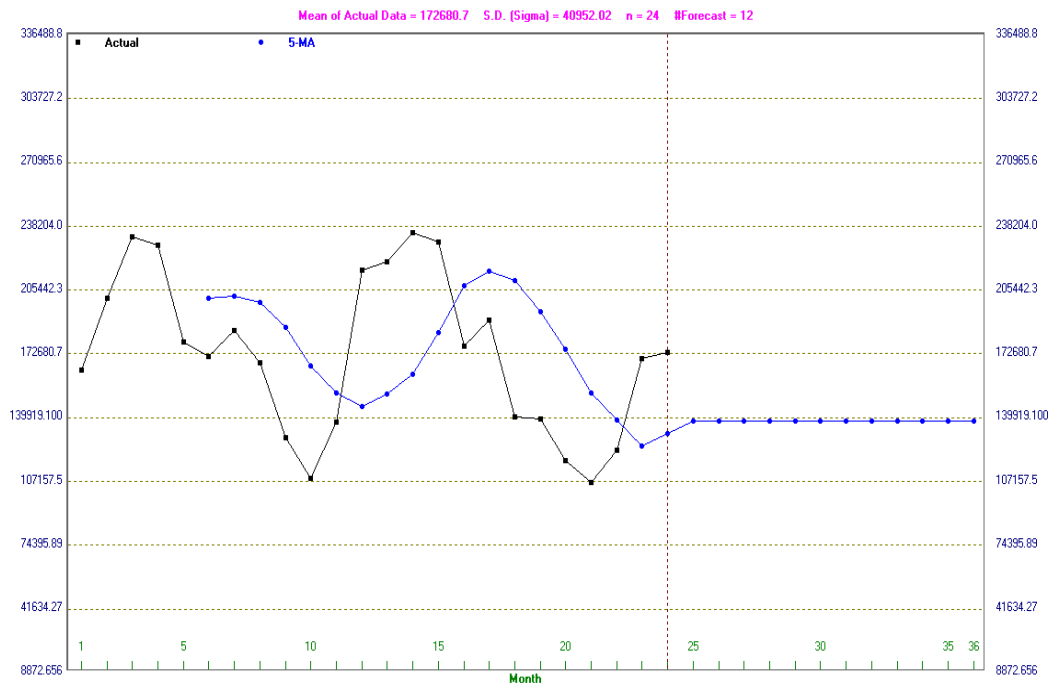
Gambar 1. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Single Average*



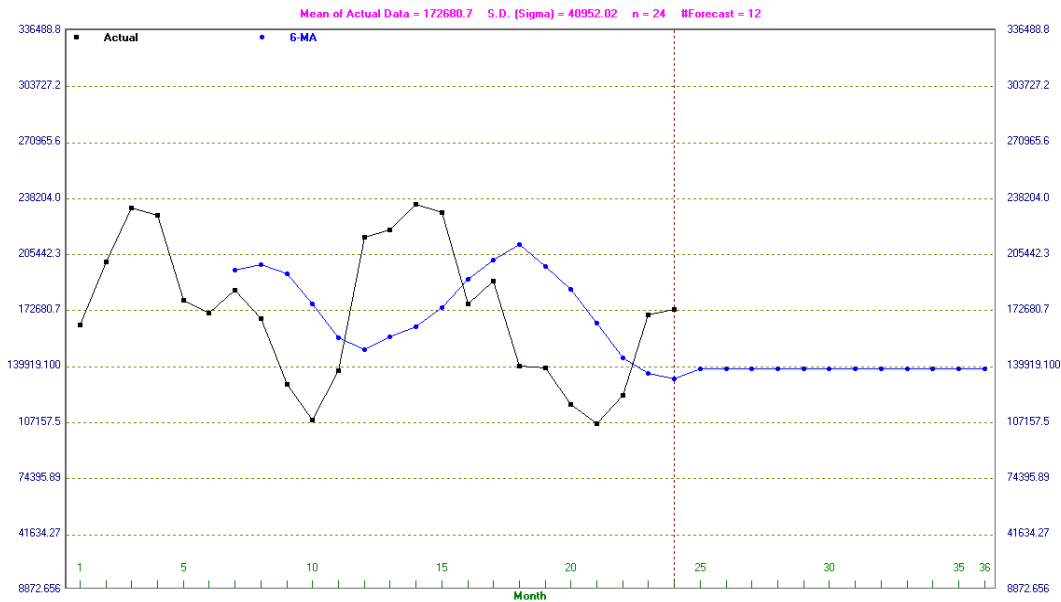
Gambar 2. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average 3 Bulanan*



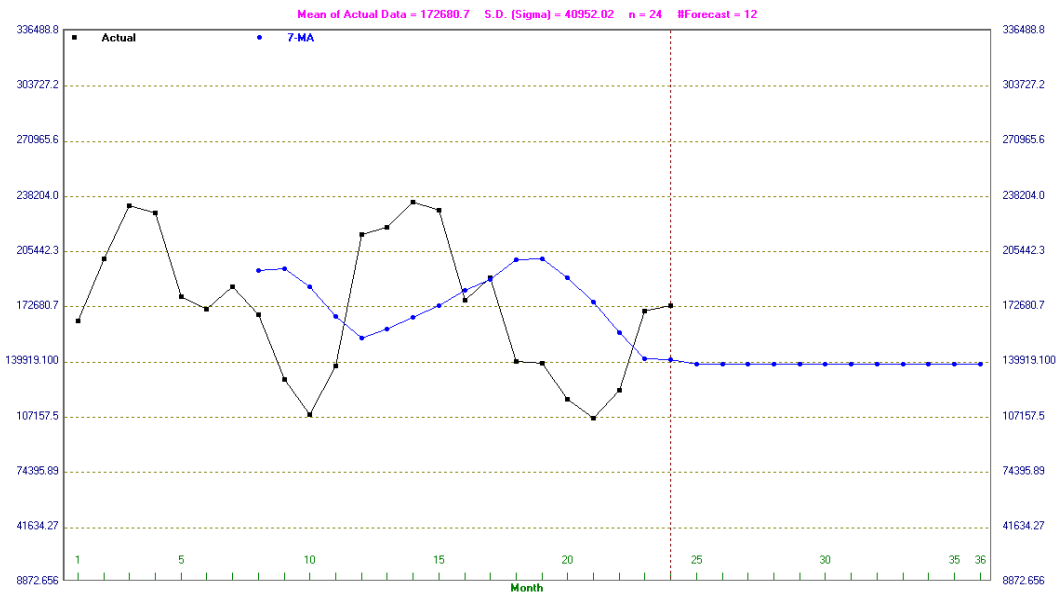
Gambar 3. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average* 4 Bulanan



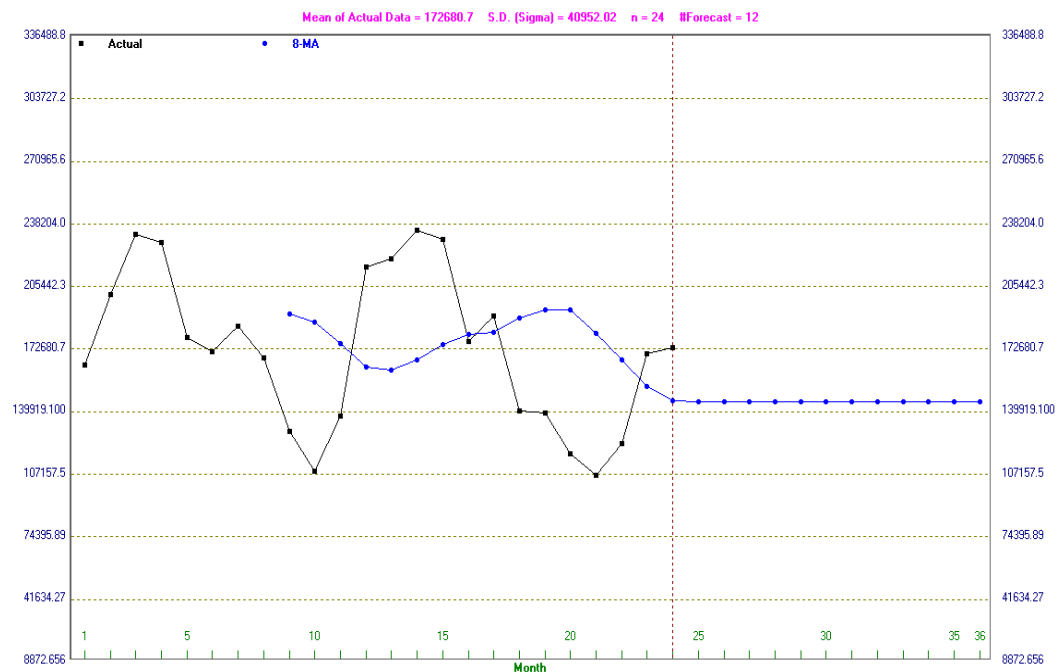
Gambar 4. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average* 5 Bulanan



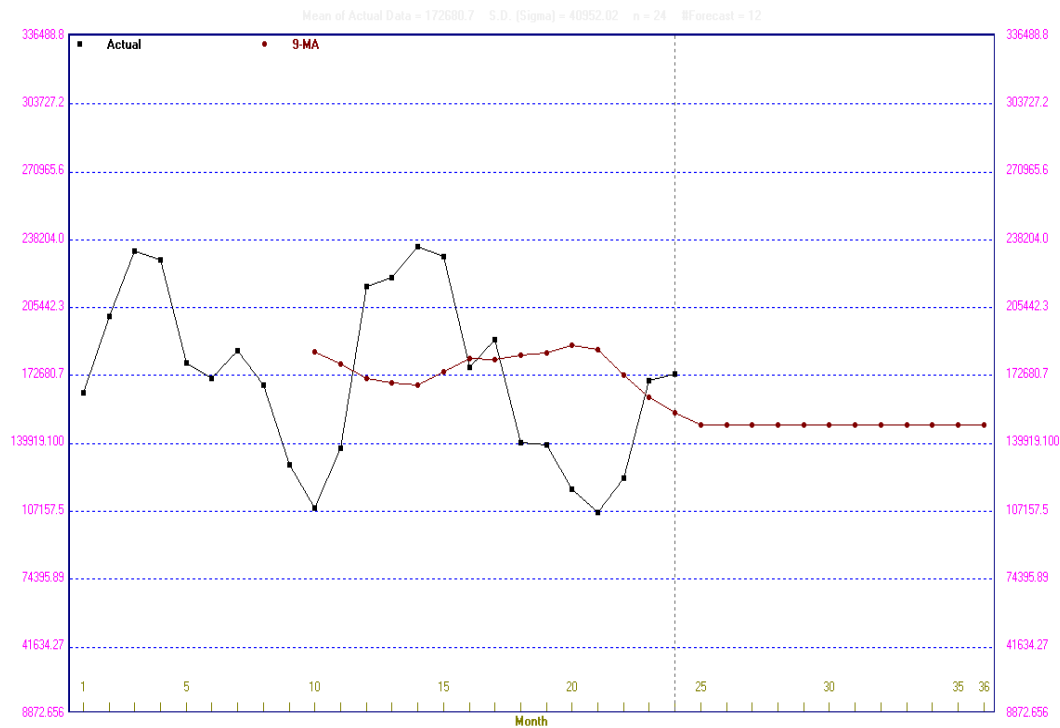
Gambar 5. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average* 6 Bulanan



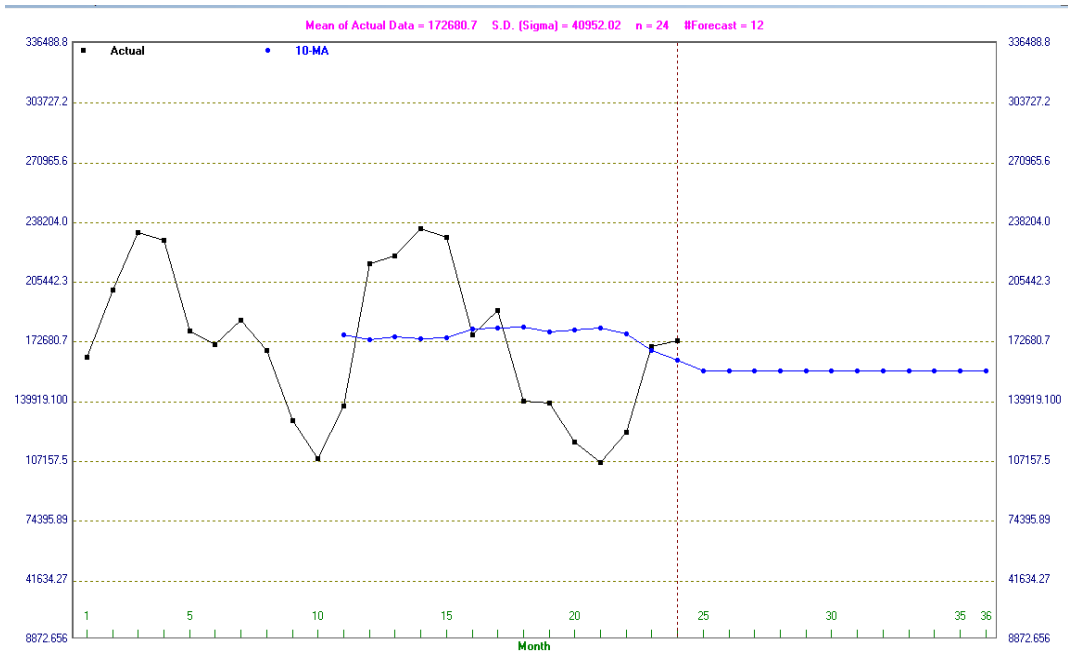
Gambar 6. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average* 7 Bulanan



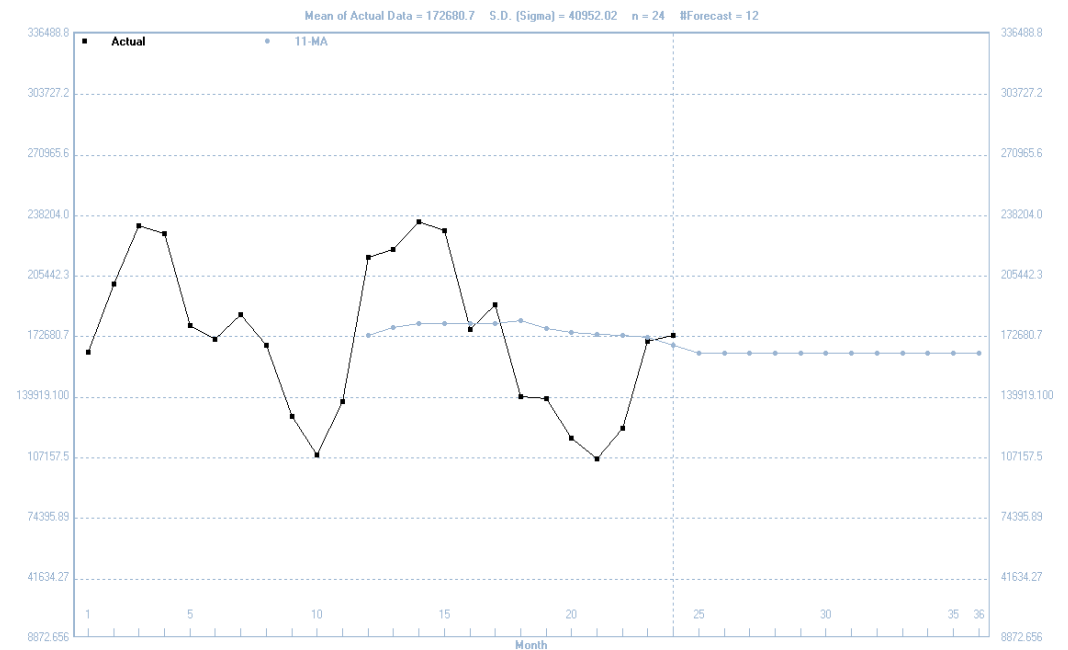
Gambar 7. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average* 8 Bulanan



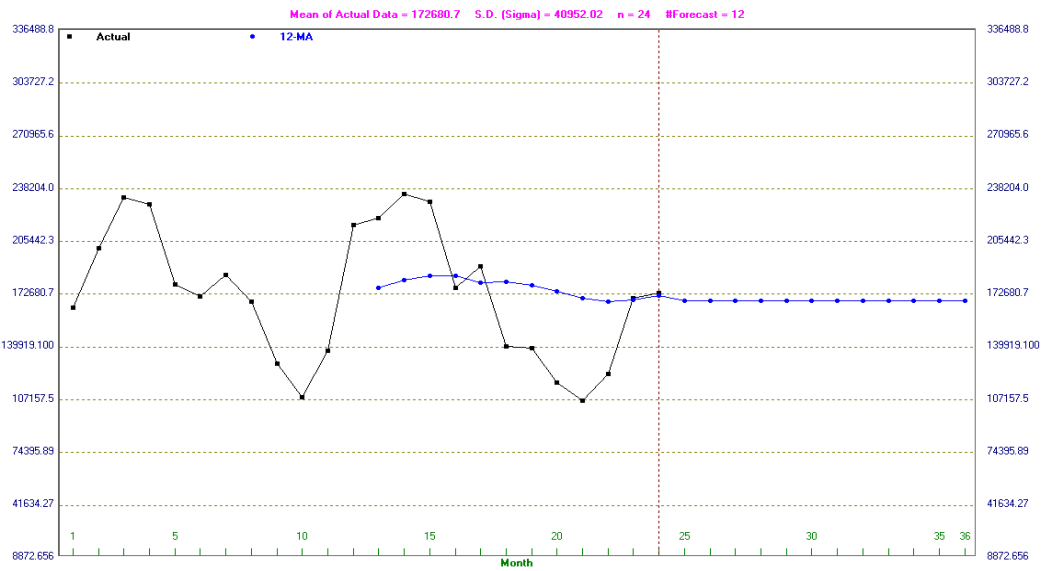
Gambar 8. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average* 9 Bulanan



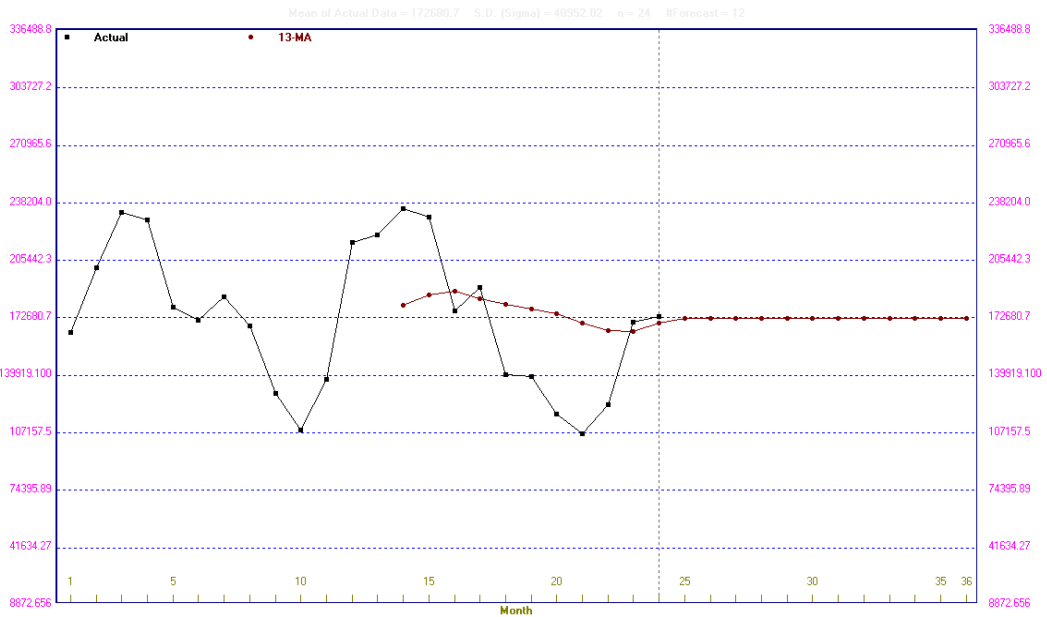
Gambar 9. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average* 10 Bulanan



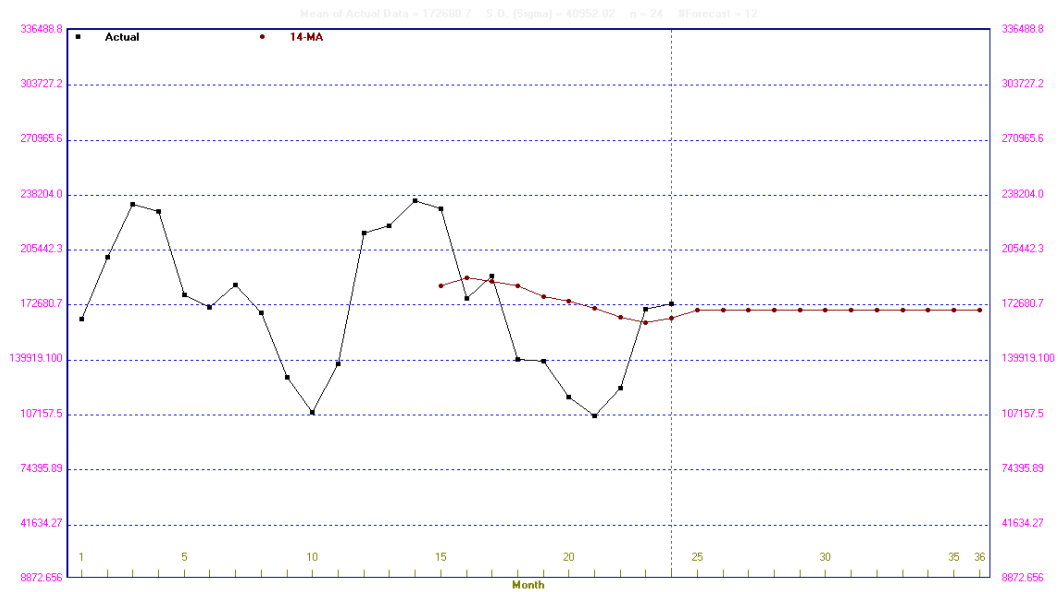
Gambar 10. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average* 11 Bulanan



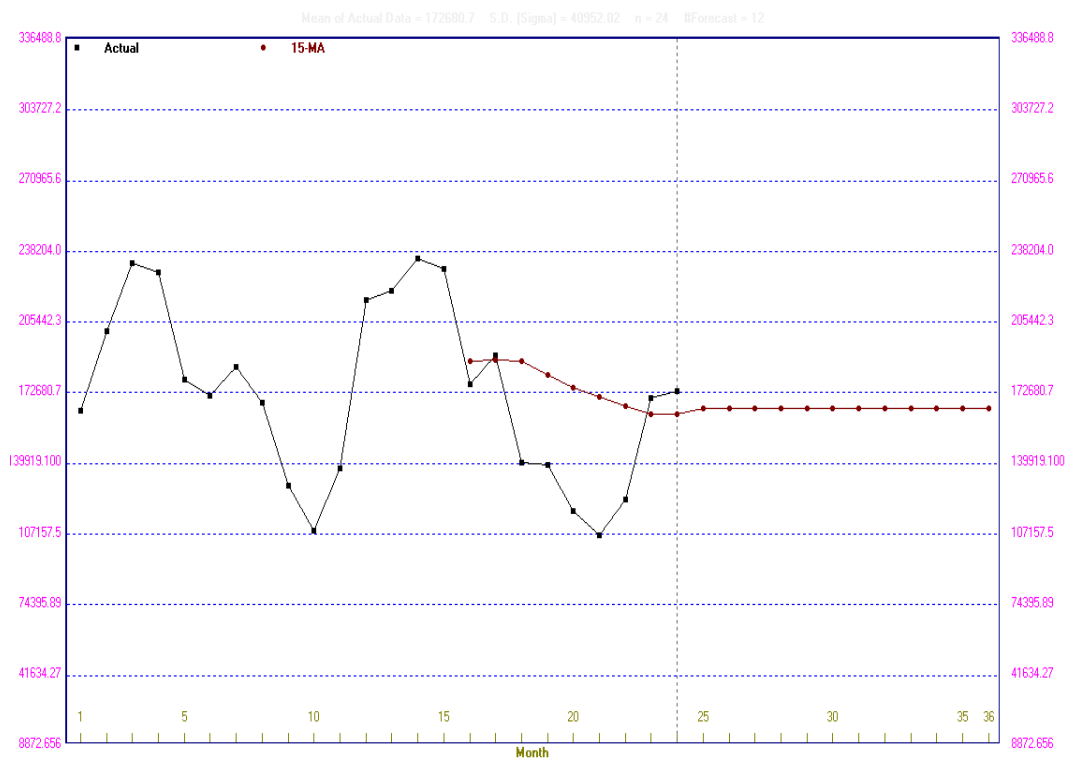
Gambar 11. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average* 12 Bulanan



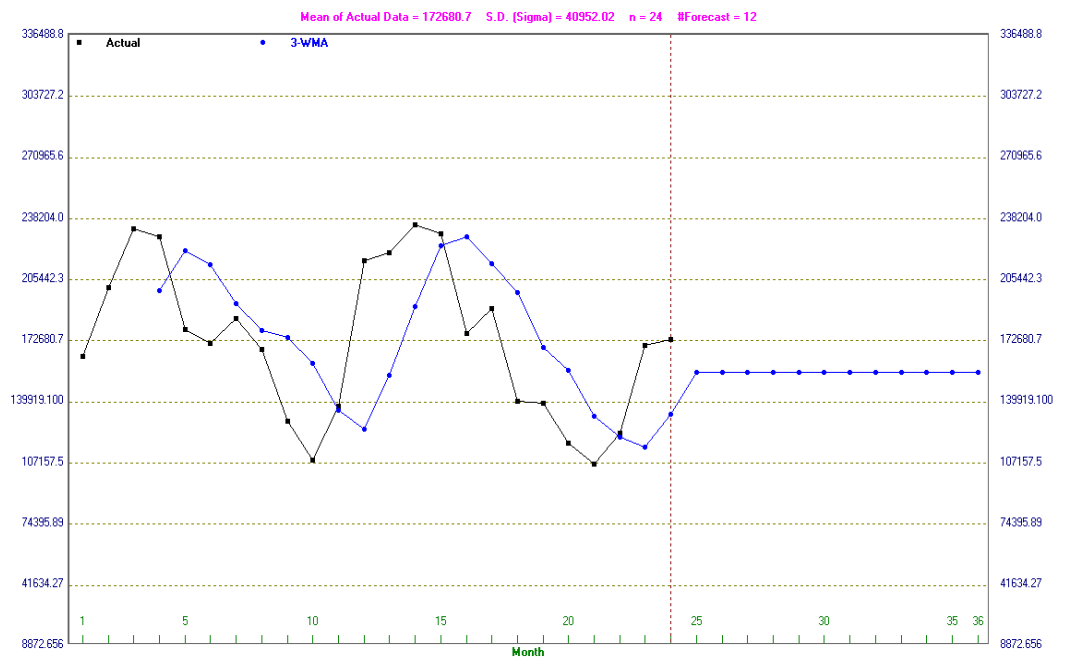
Gambar 12. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average* 13 Bulanan



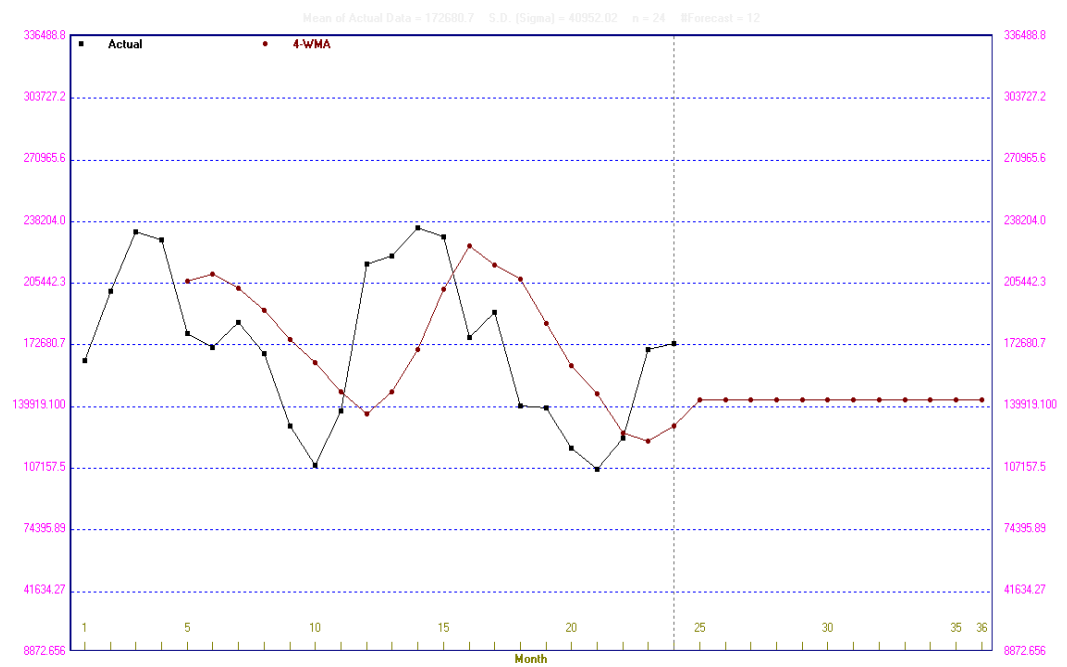
Gambar 13. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average* 14 Bulanan



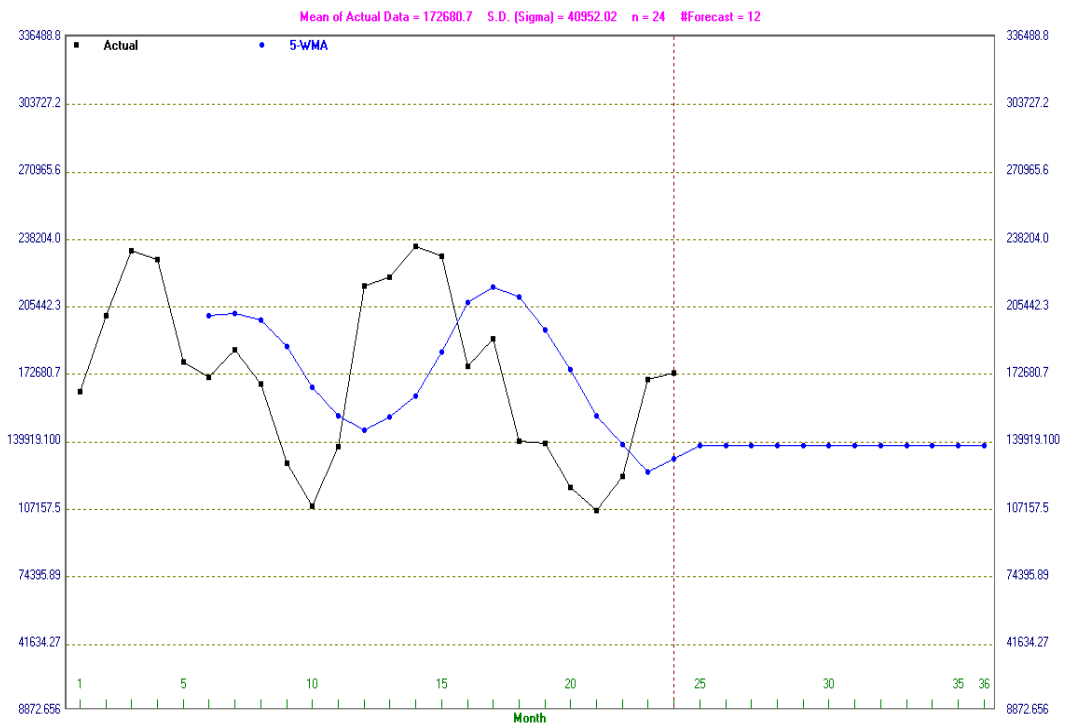
Gambar 14. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average* 15 Bulanan



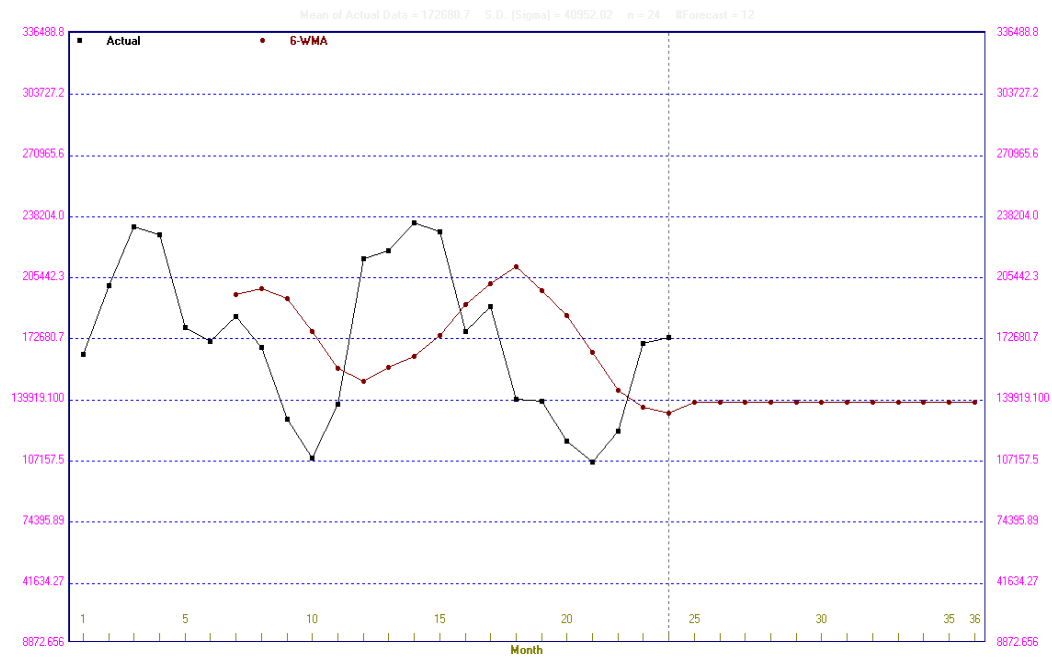
Gambar 15. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Weight Moving Average* 3 Bulanan



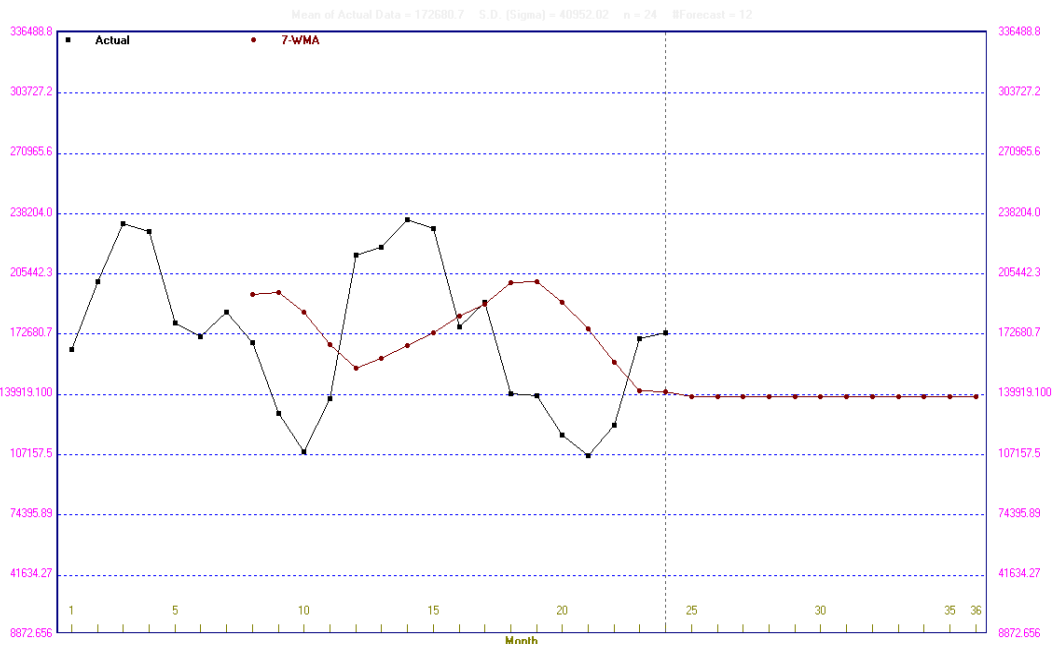
Gambar 16. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Weight Moving Average* 4 Bulanan



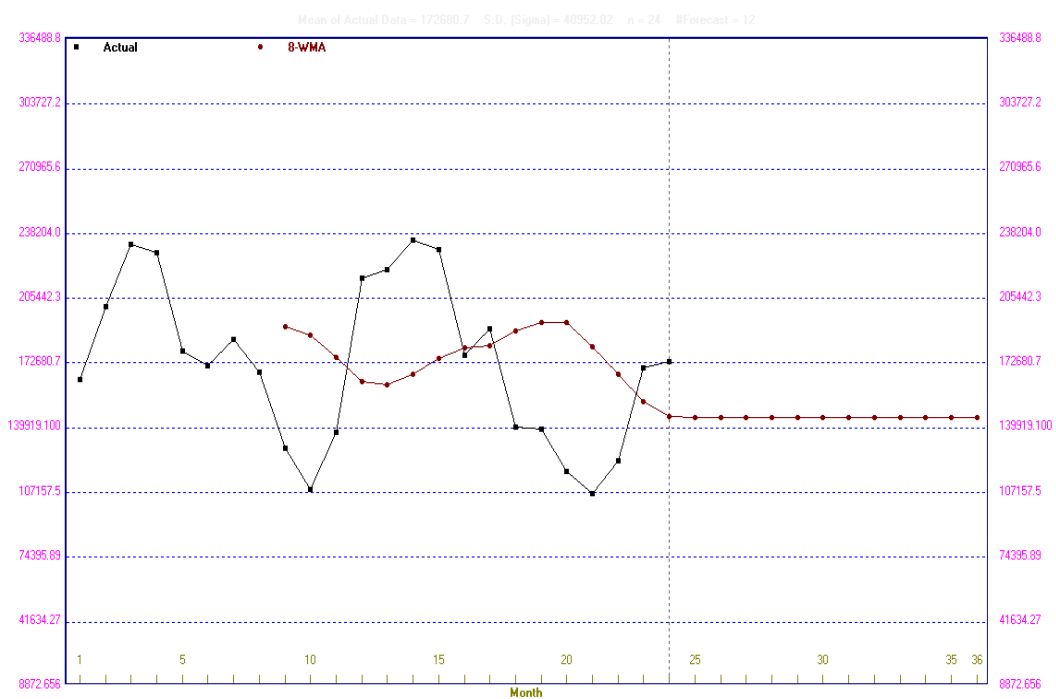
Gambar 17. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Weight Moving Average* 5 Bulanan



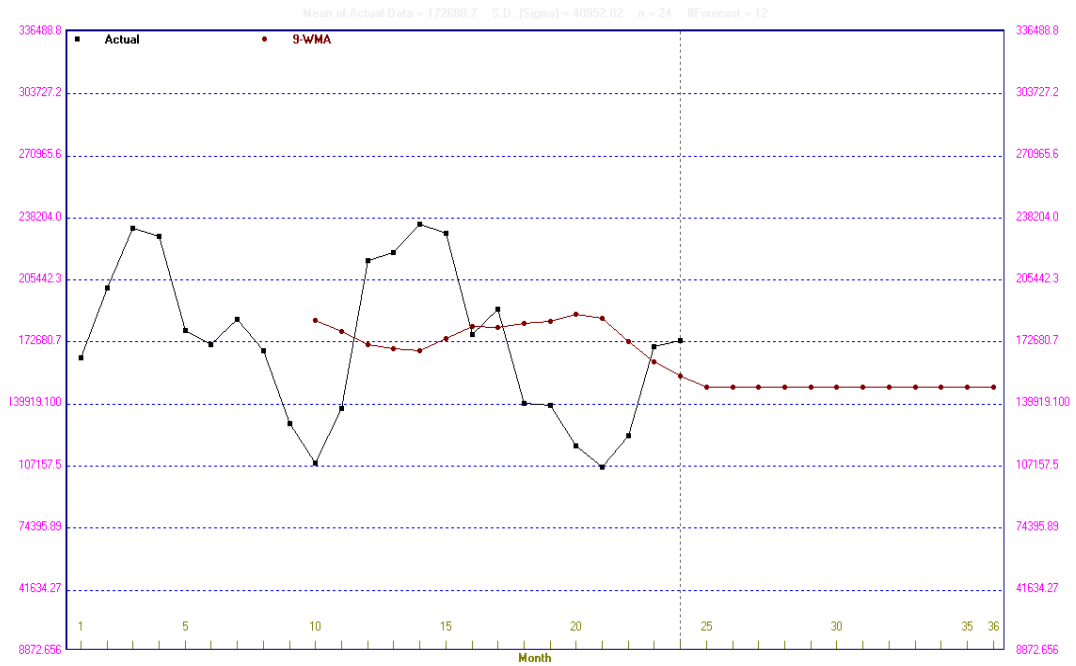
Gambar 18. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Weight Moving Average* 6 Bulanan



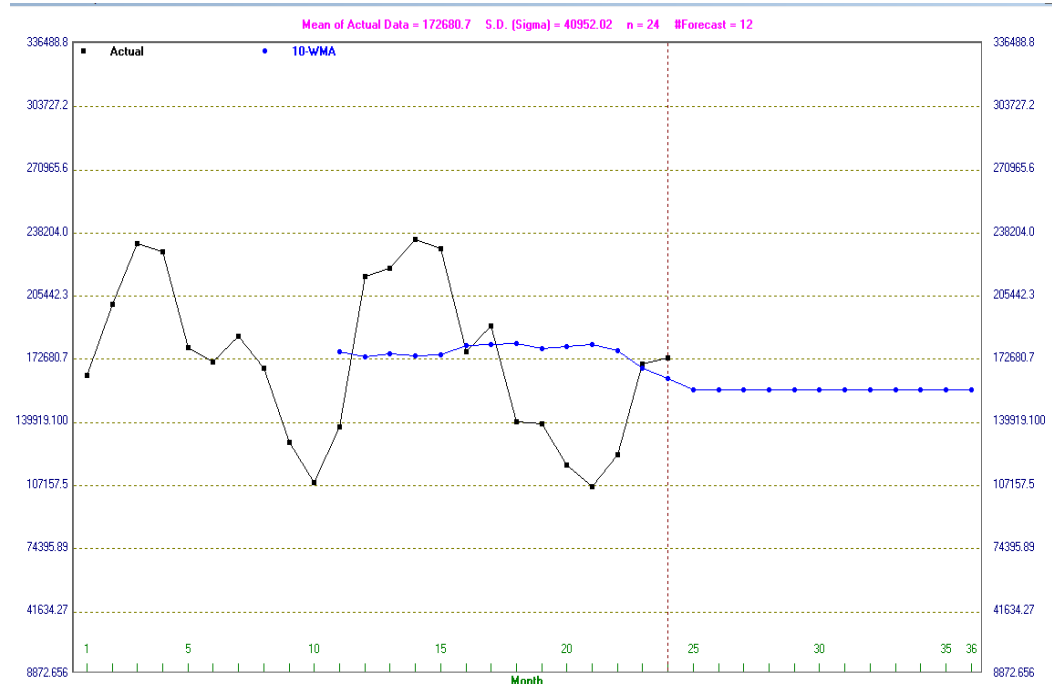
Gambar 19. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Weight Moving Average 7* Bulanan



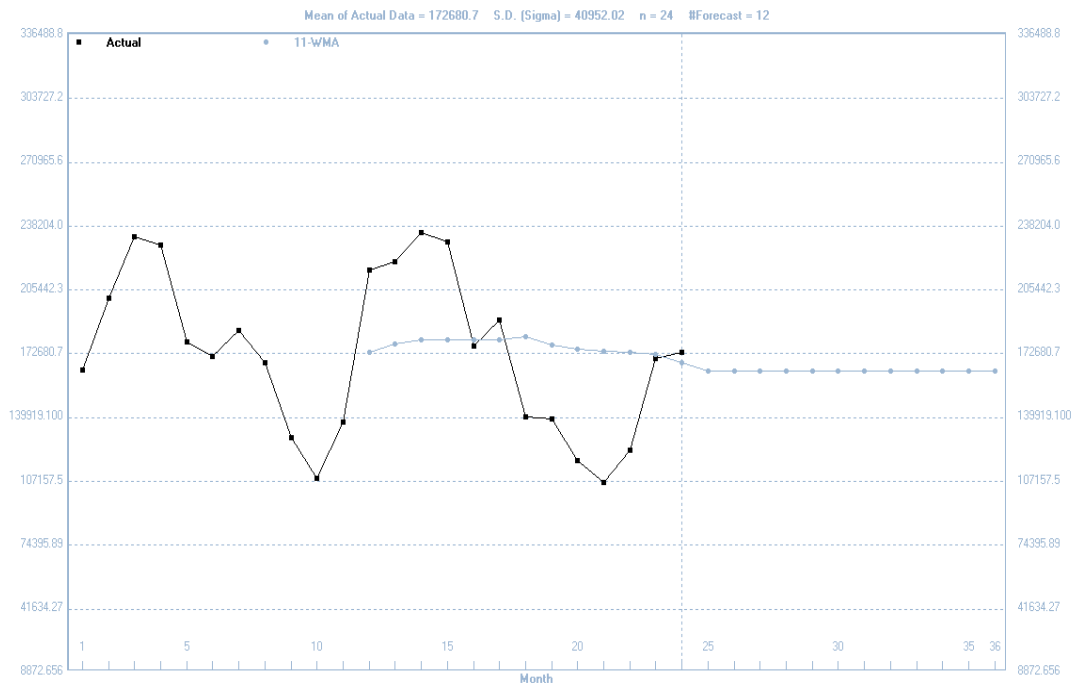
Gambar 20. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Weight Moving Average 8* Bulanan



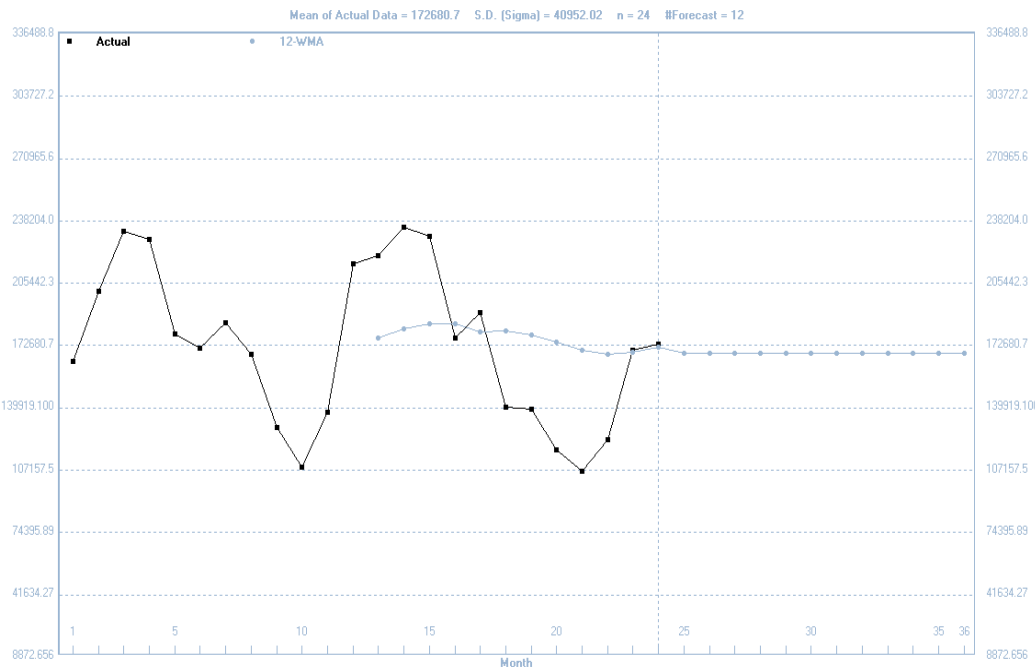
Gambar 21. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Weight Moving Average* 9 Bulanan



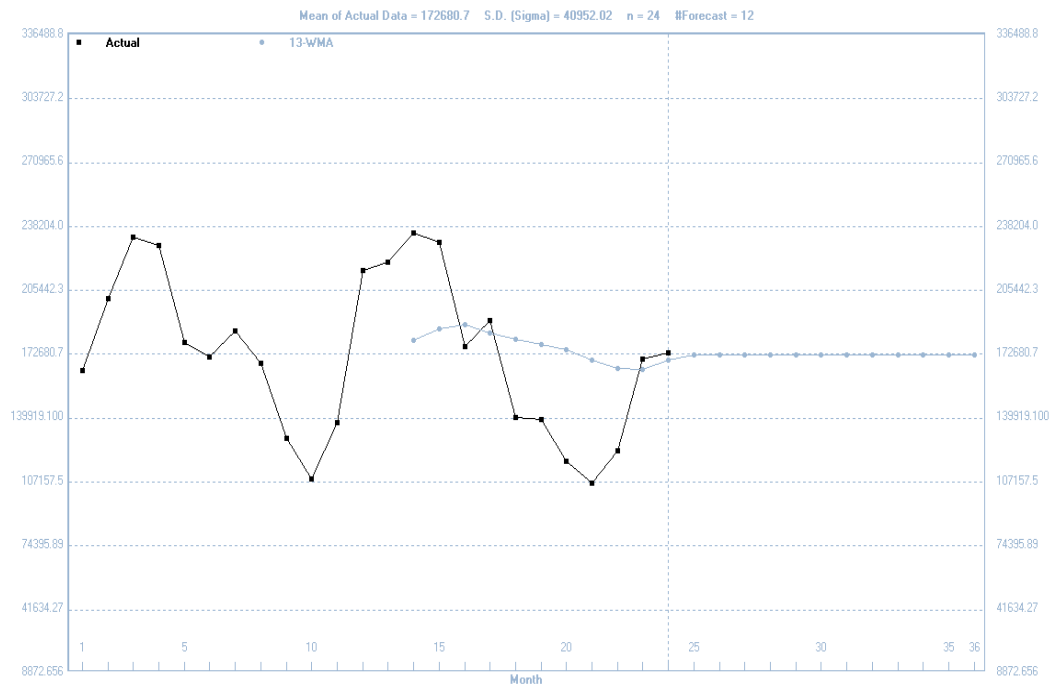
Gambar 22. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Weight Moving Average* 10 Bulanan



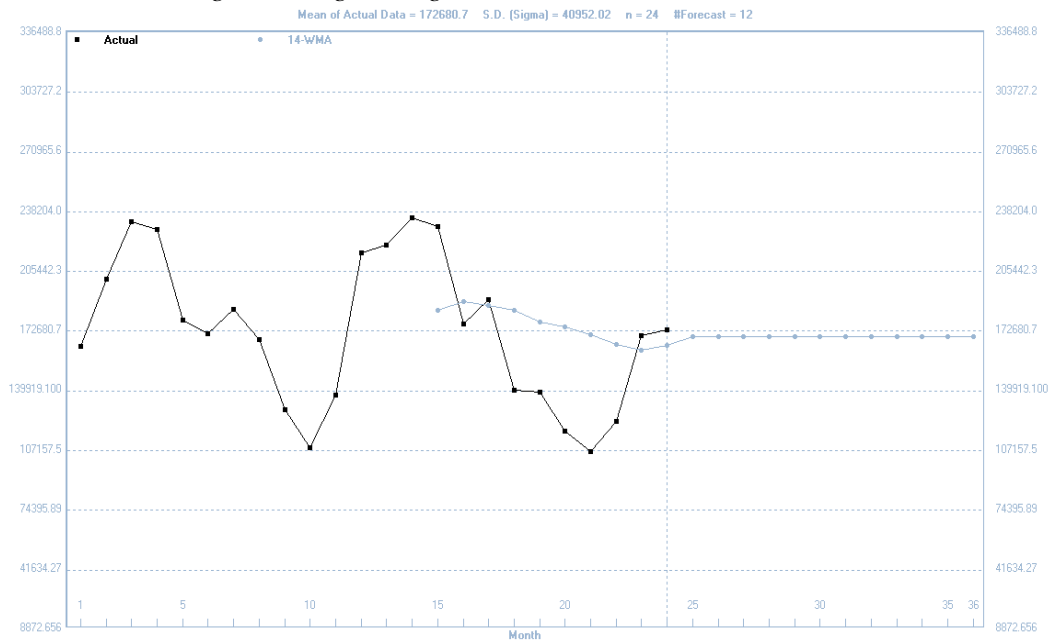
Gambar 23. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Weight Moving Average* 11 Bulanan



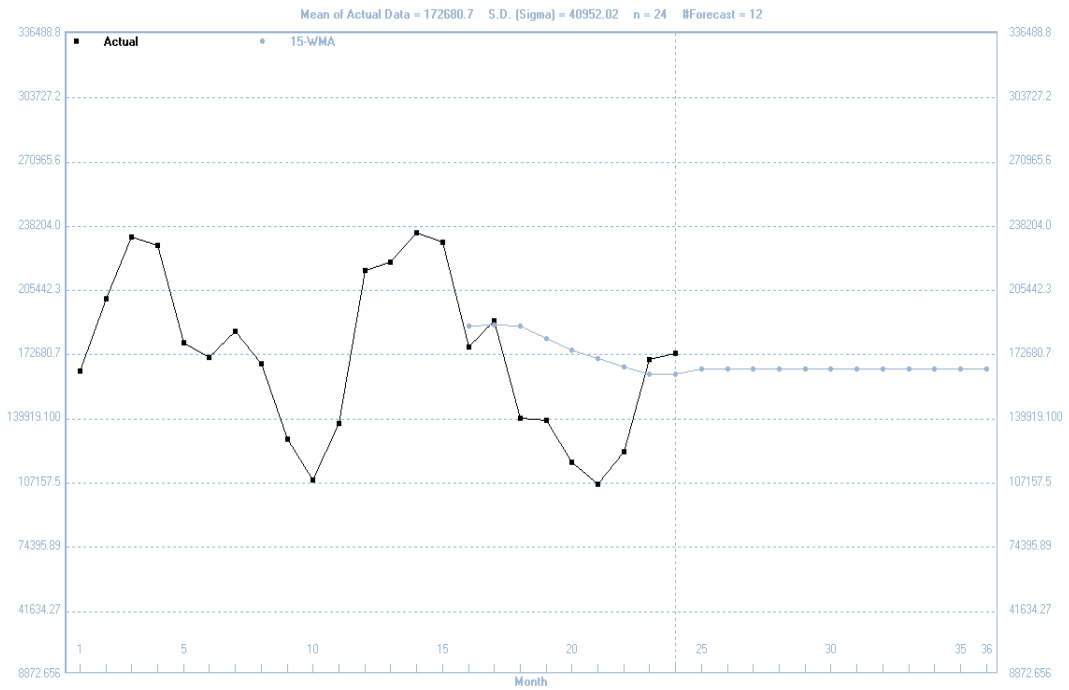
Gambar 24. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Weight Moving Average* 12 Bulanan



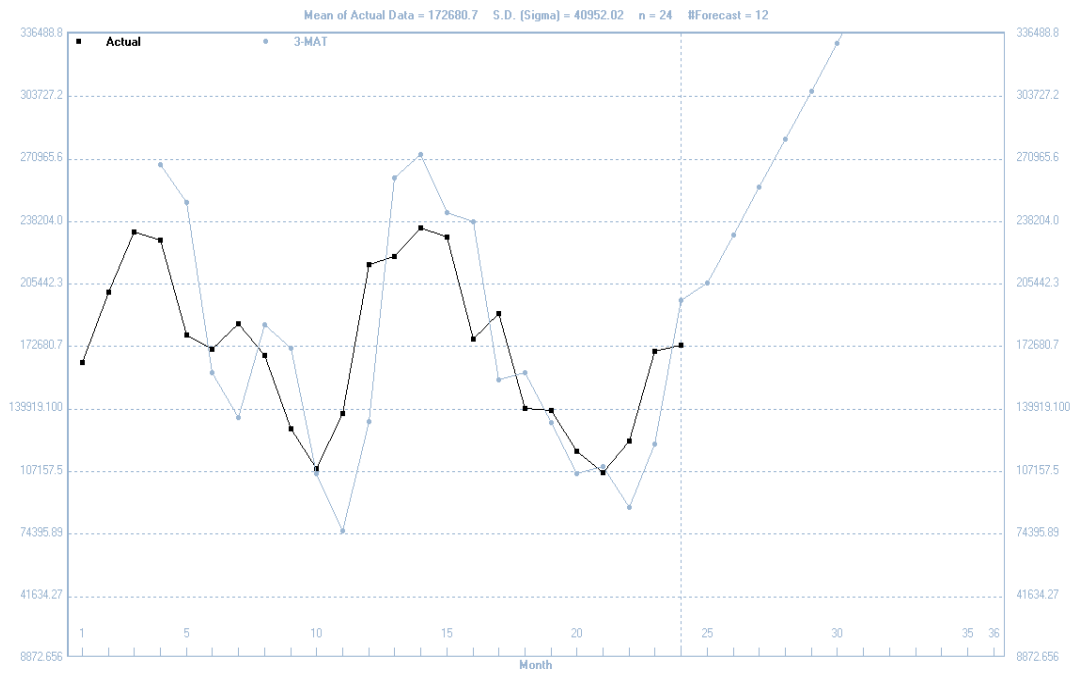
Gambar 25. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Weight Moving Average* 13 Bulanan



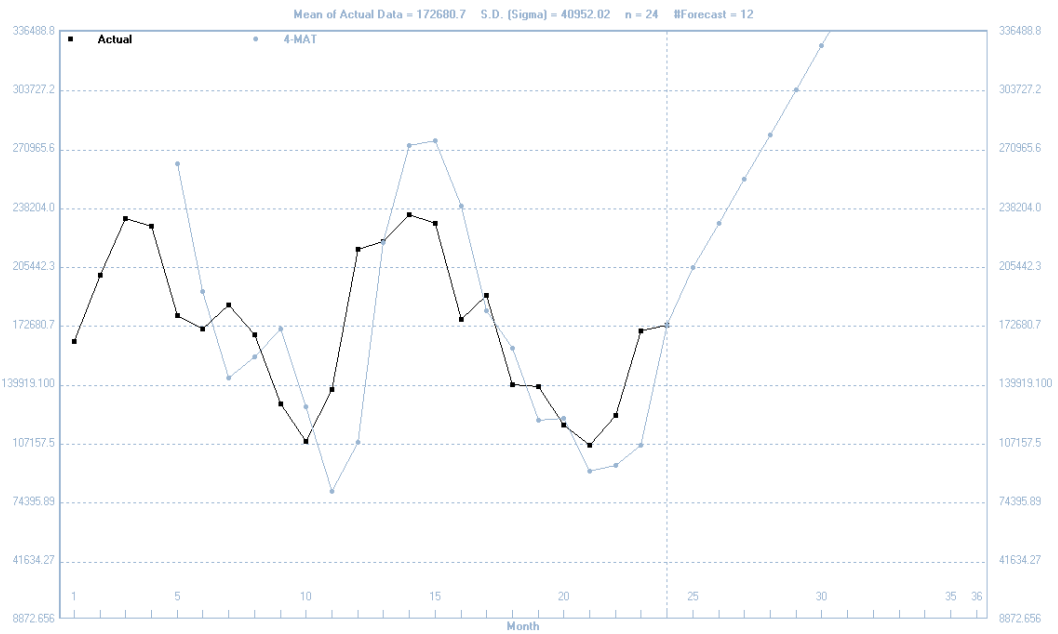
Gambar 26. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Weight Moving Average* 14 Bulanan



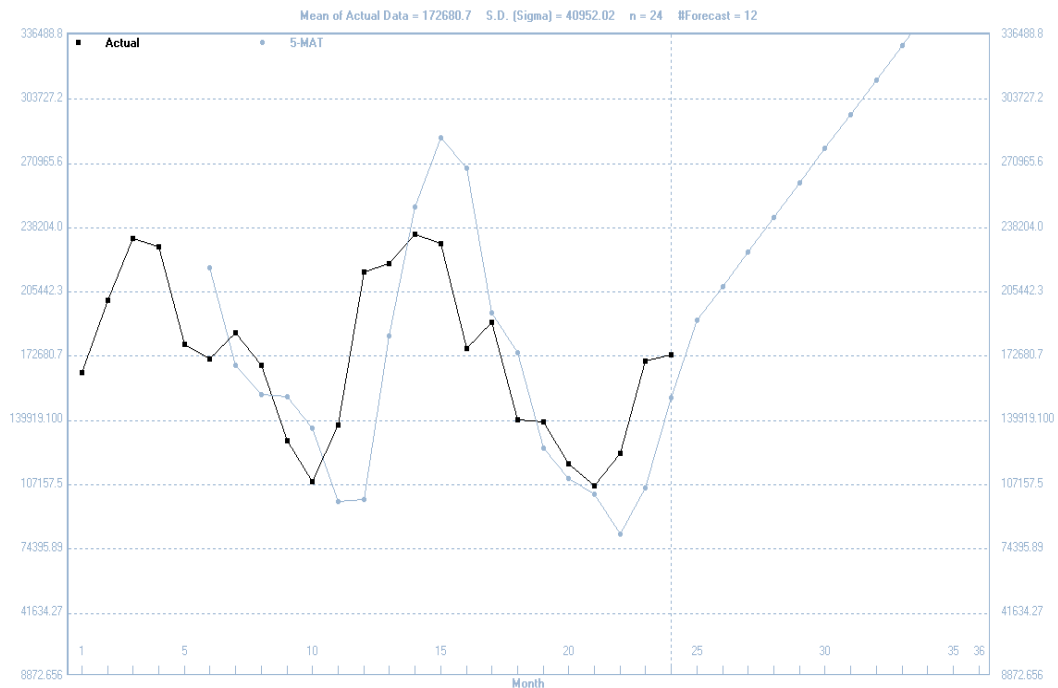
Gambar 27. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Weight Moving Average* 15 Bulanan



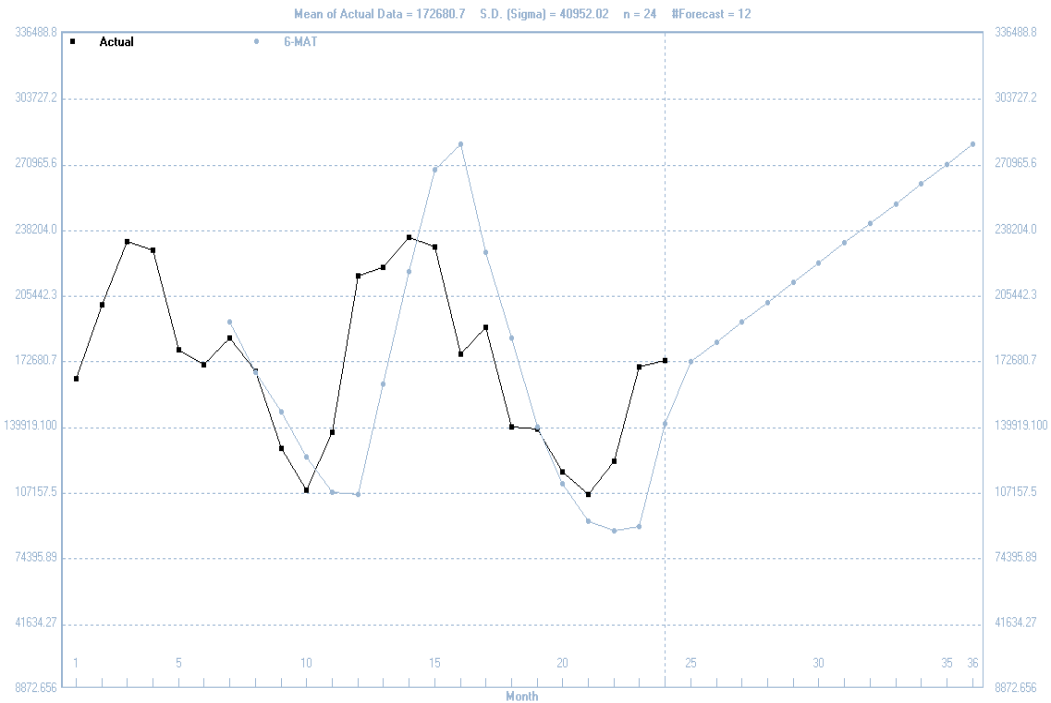
Gambar 28. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average with Linear Trend* 3 Bulanan



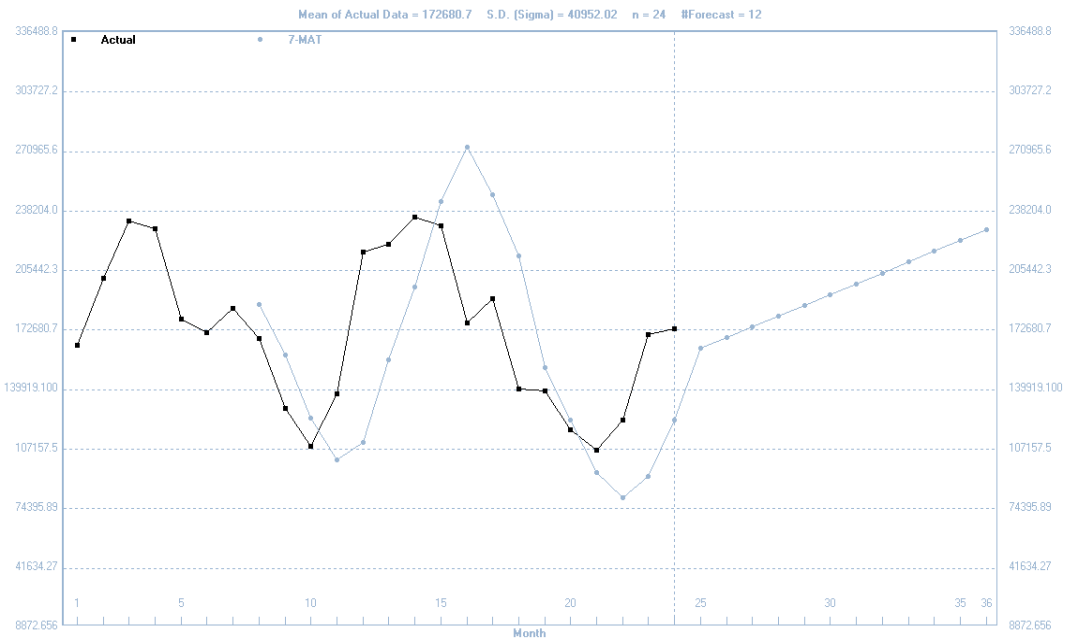
Gambar 29. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average with Linear Trend* 4 Bulanan



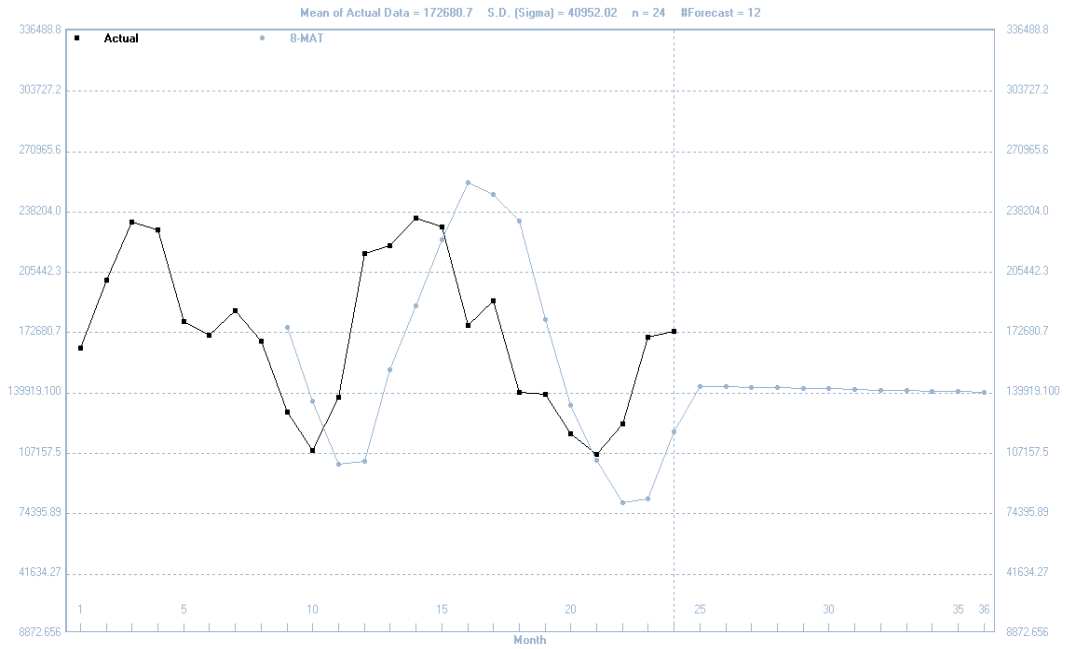
Gambar 30. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average with Linear Trend* 5 Bulanan



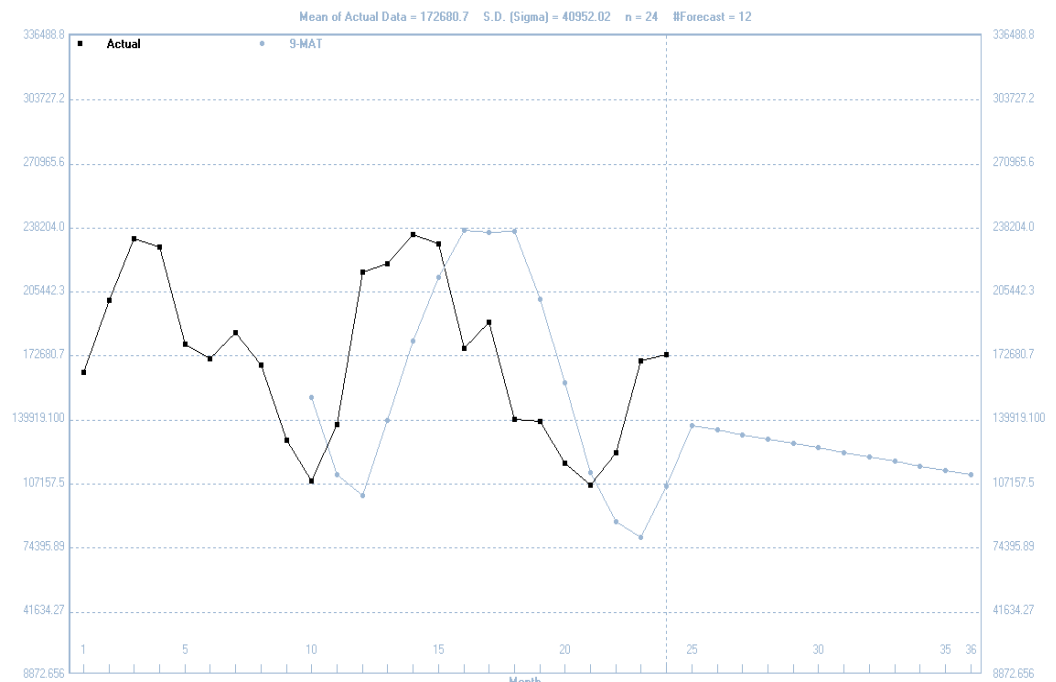
Gambar 31. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average with Linear Trend* 6 Bulanan



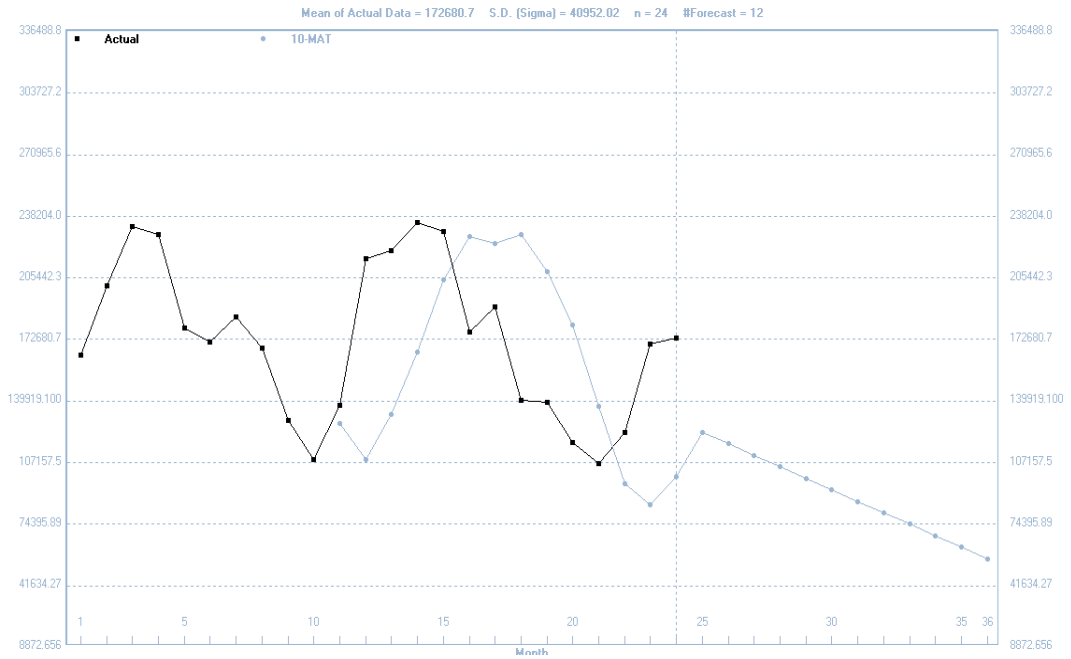
Gambar 32. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average with Linear Trend* 7 Bulanan



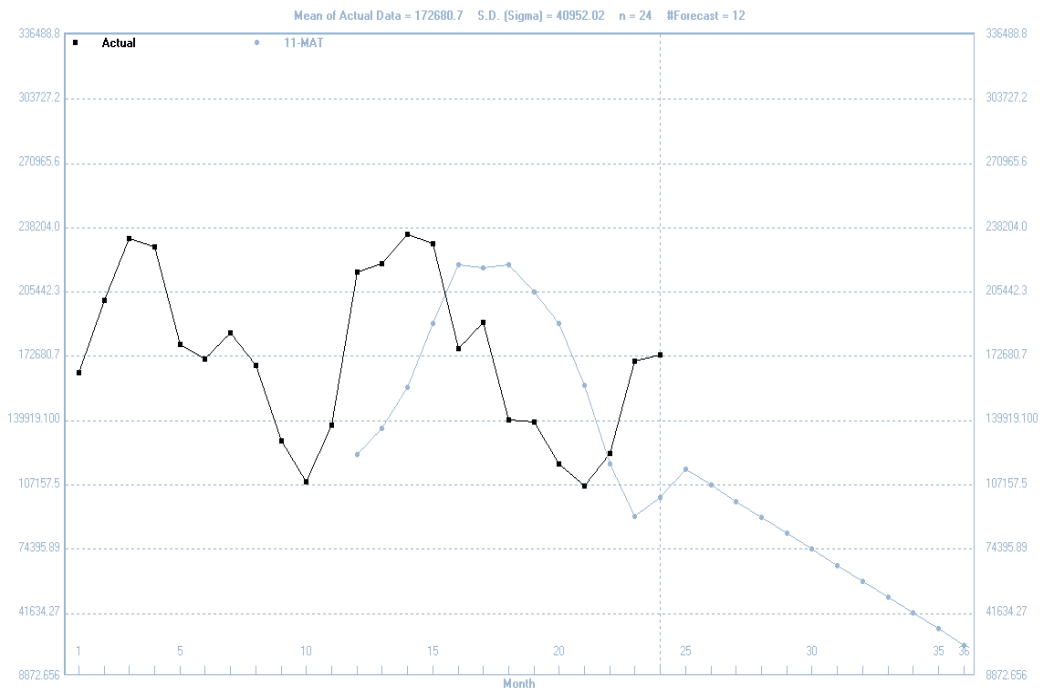
Gambar 33. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average with Linear Trend 8 Bulanan*



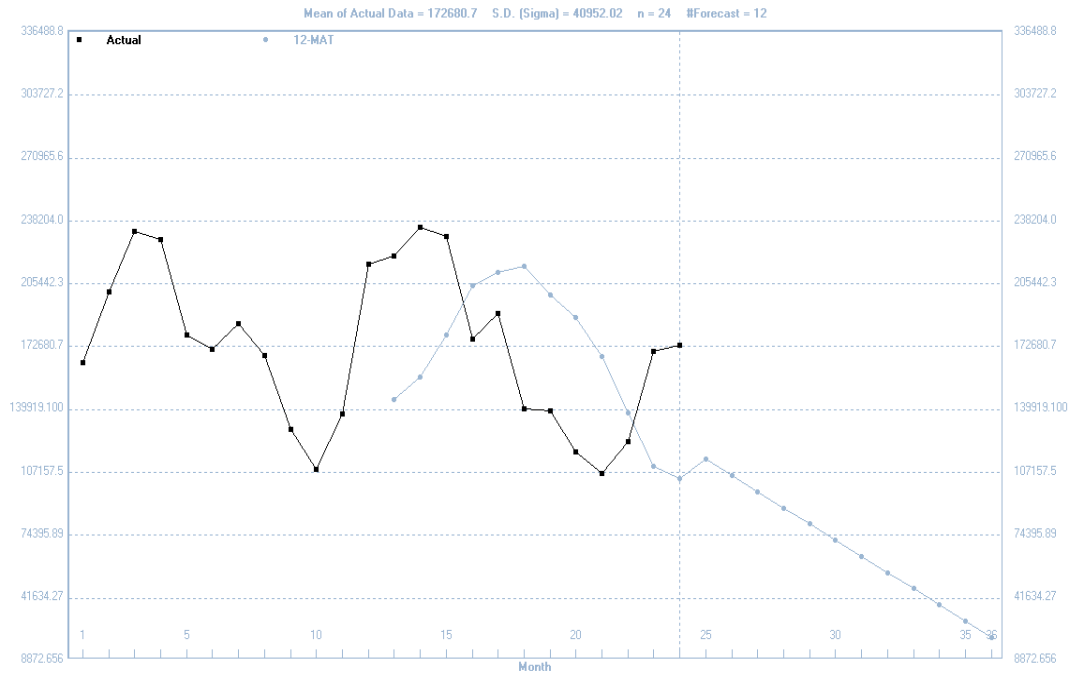
Gambar 34. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average with Linear Trend 9 Bulanan*



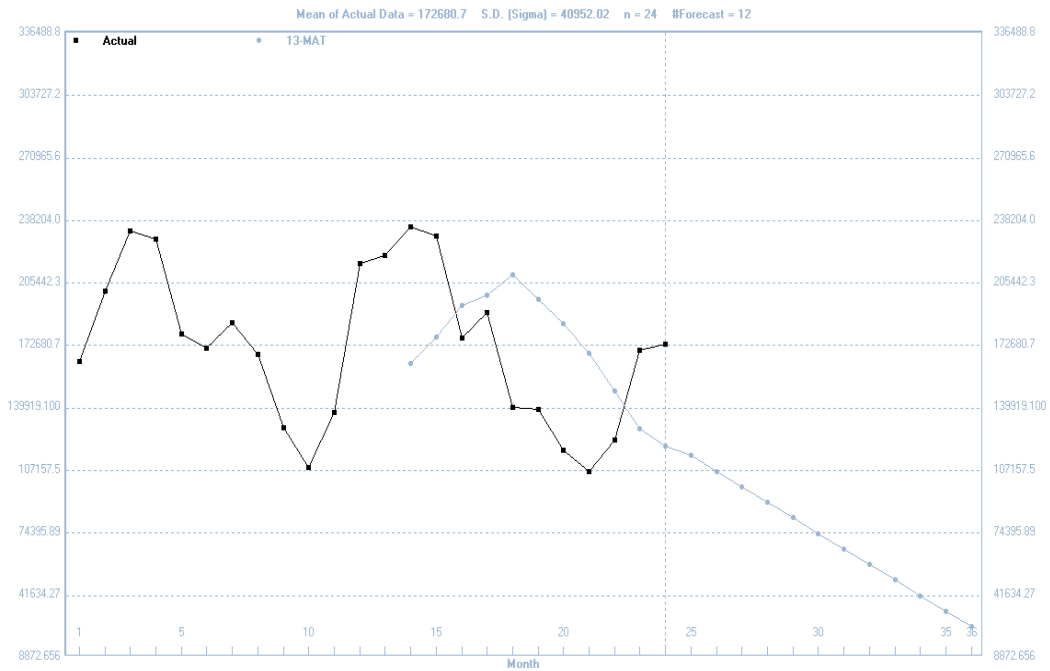
Gambar 35. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average with Linear Trend* 10 Bulanan



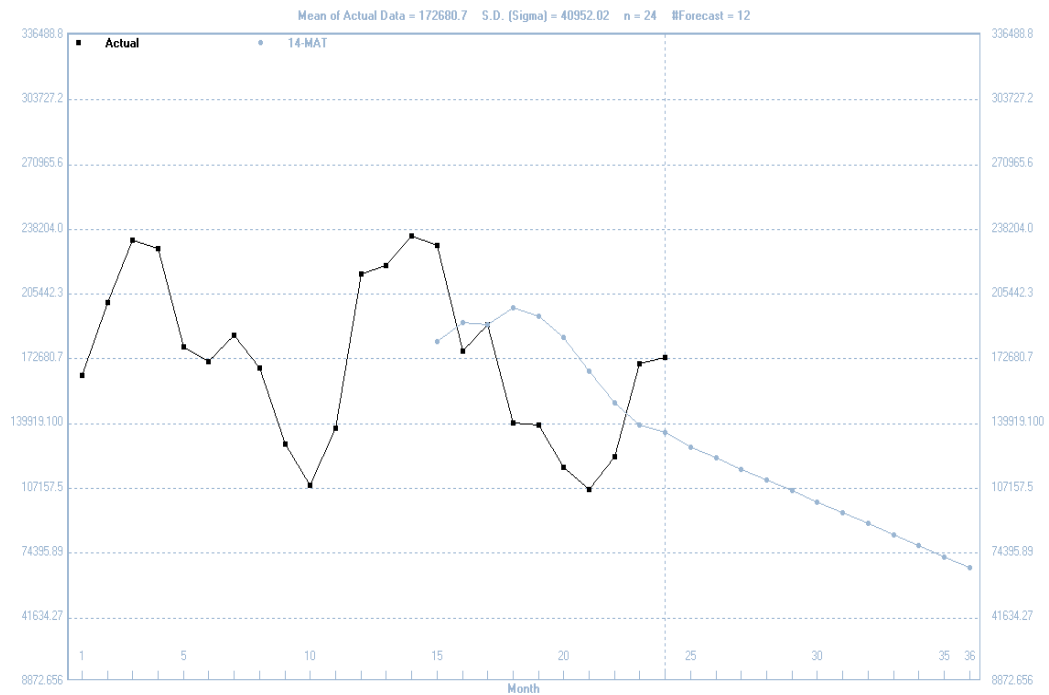
Gambar 36. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average with Linear Trend* 11 Bulanan



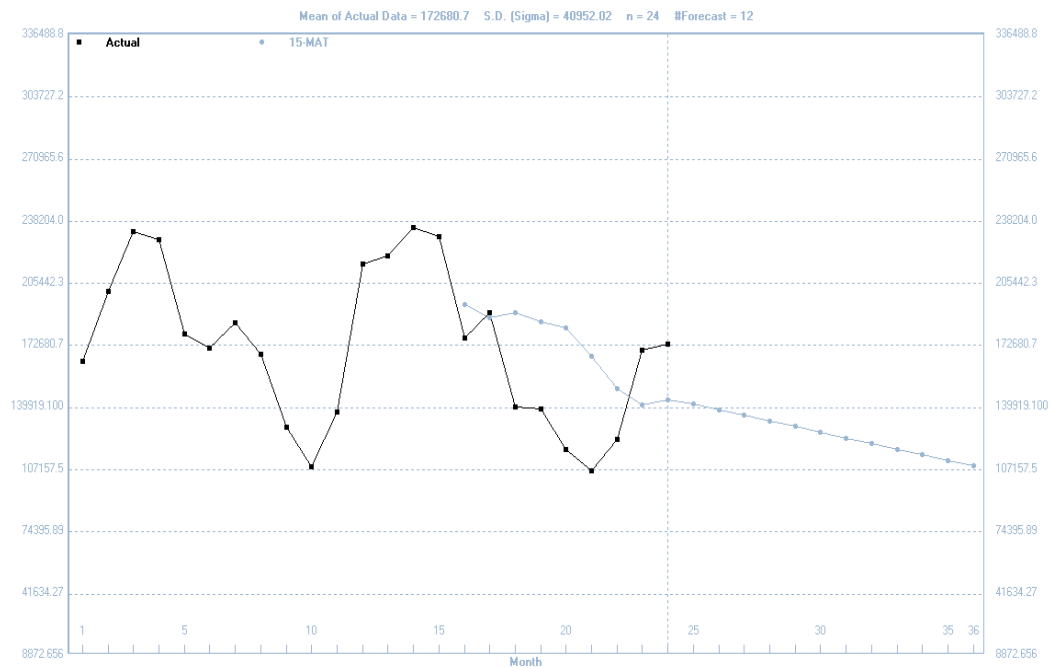
Gambar 37. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average with Linear Trend* 12 Bulanan



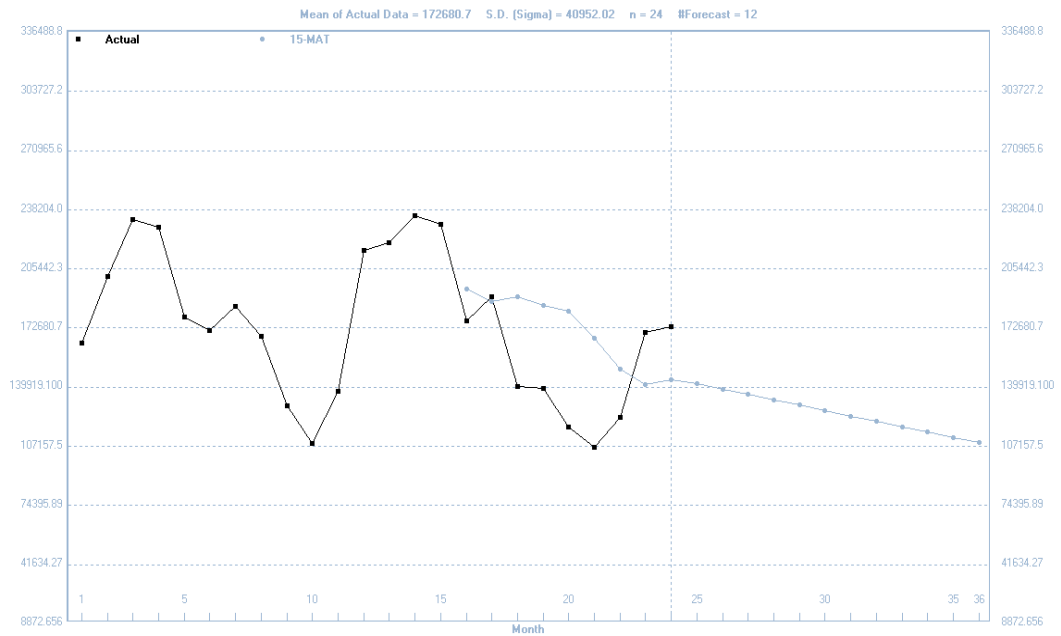
Gambar 38. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average with Linear Trend* 13 Bulanan



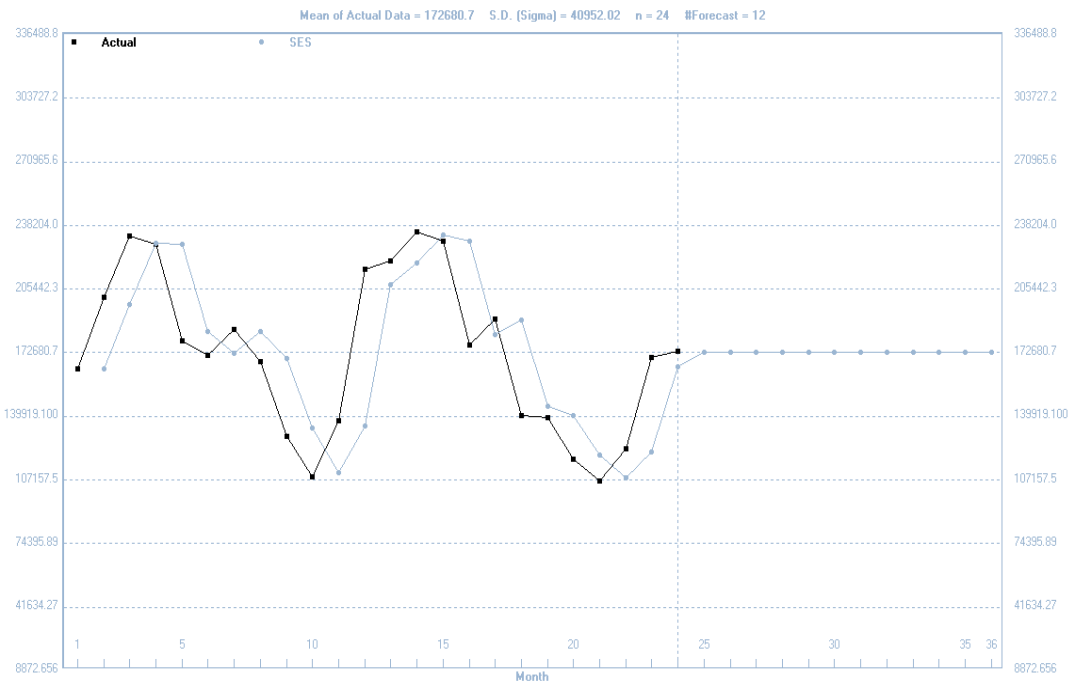
Gambar 39. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average with Linear Trend* 14 Bulanan



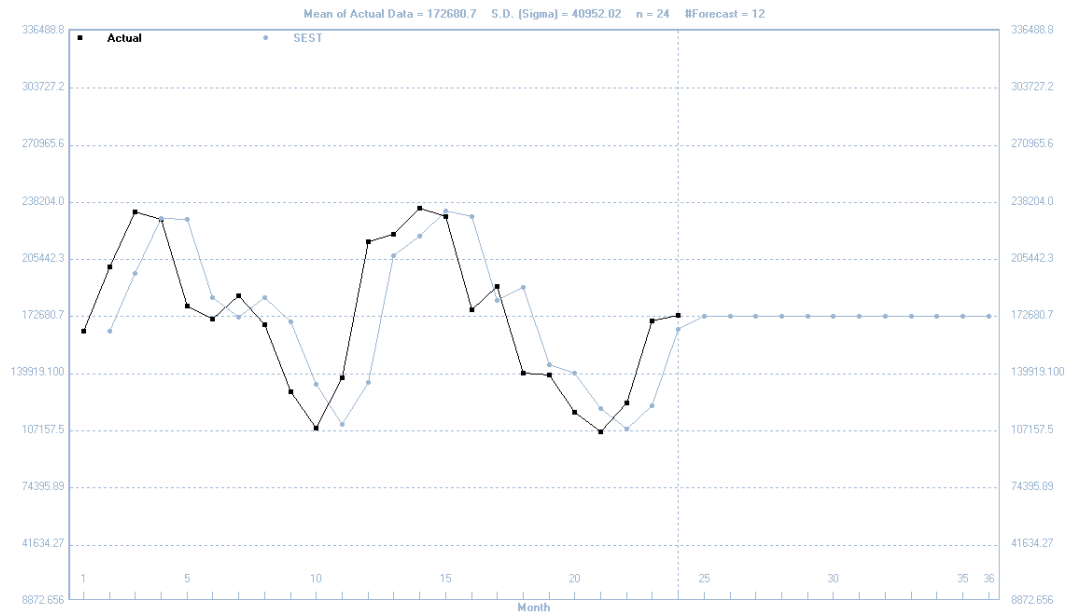
Gambar 40. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Moving Average with Linear Trend* 15 Bulanan



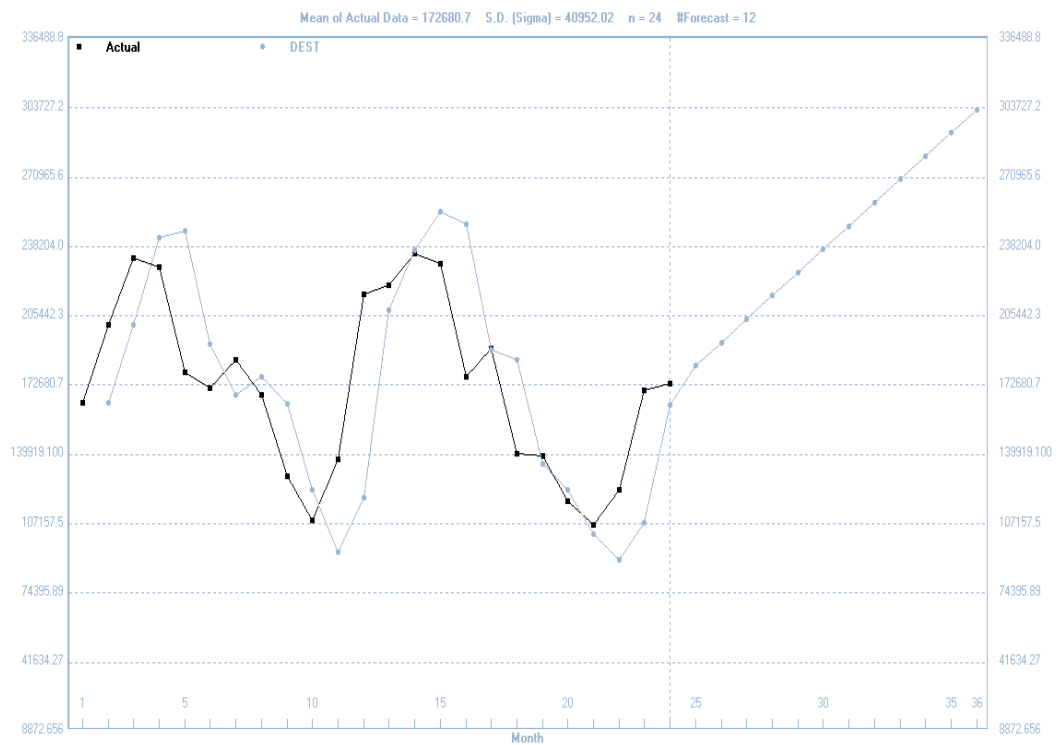
Gambar 41. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,9$



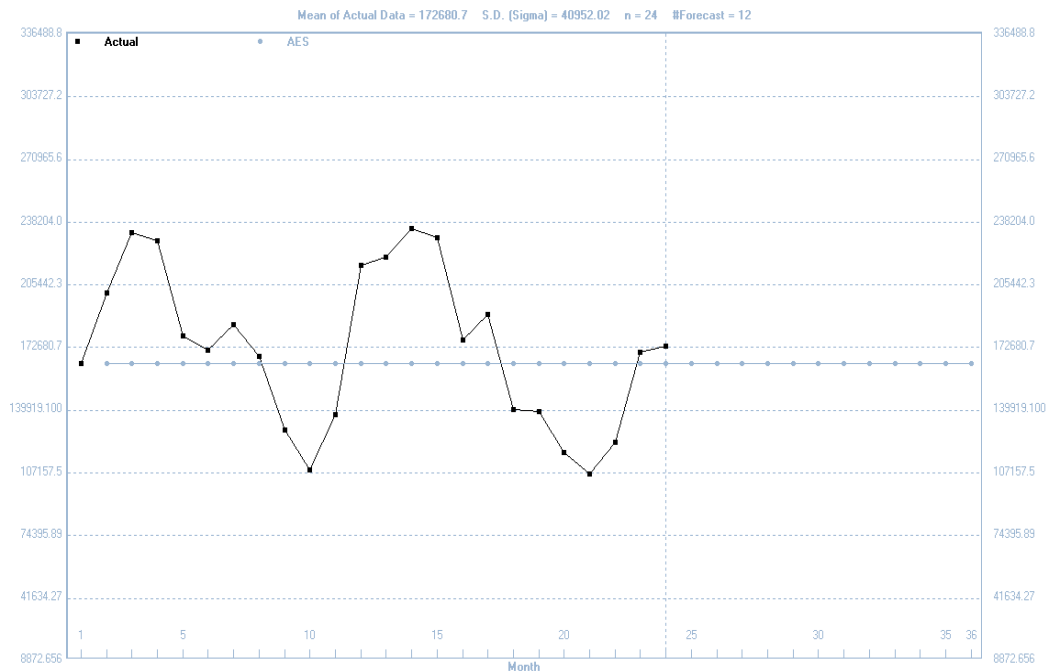
Gambar 42. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Single Exponential Smoothing with Trend* dengan $\alpha = 0,9$ dan $\beta = 0$



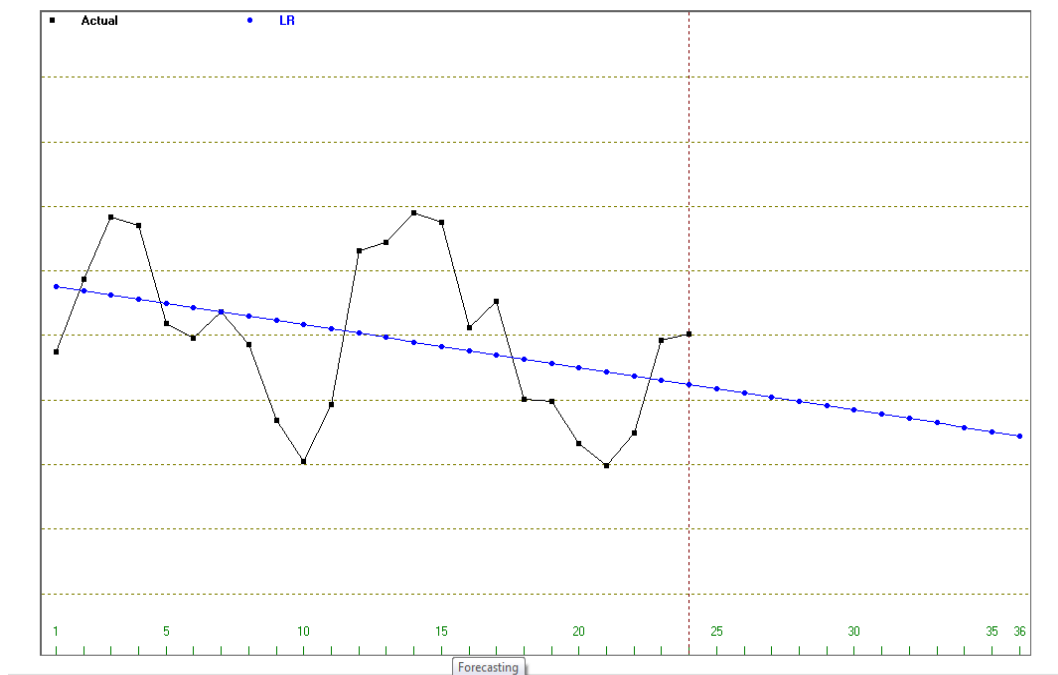
Gambar 43. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Double Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,9$



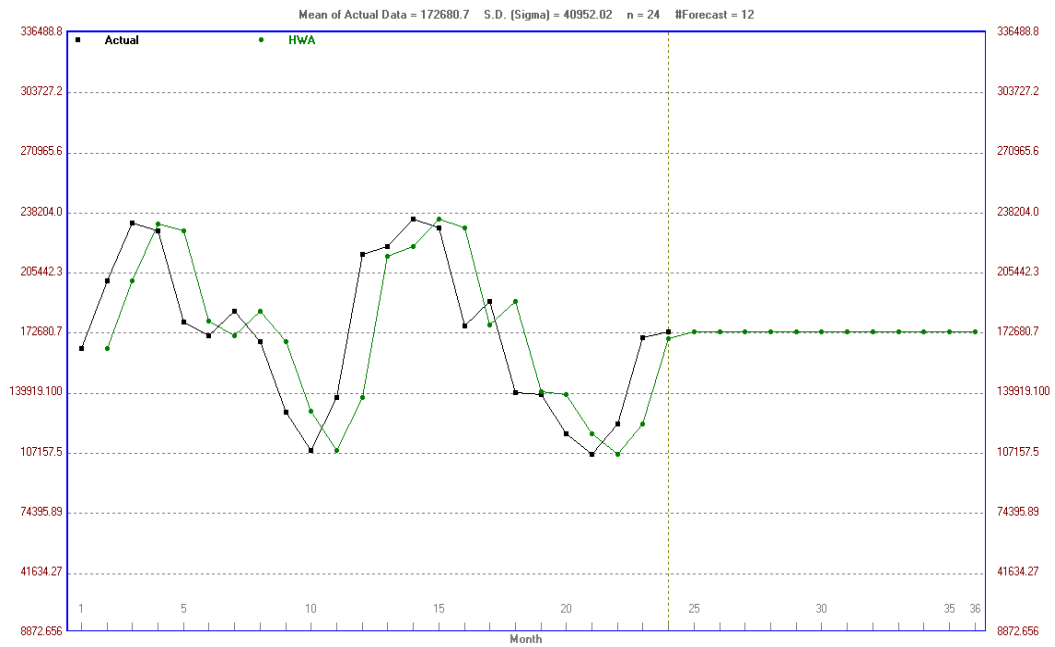
Gambar 44. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Double Exponential Smoothing with Trend* dengan $\alpha = 0,5$



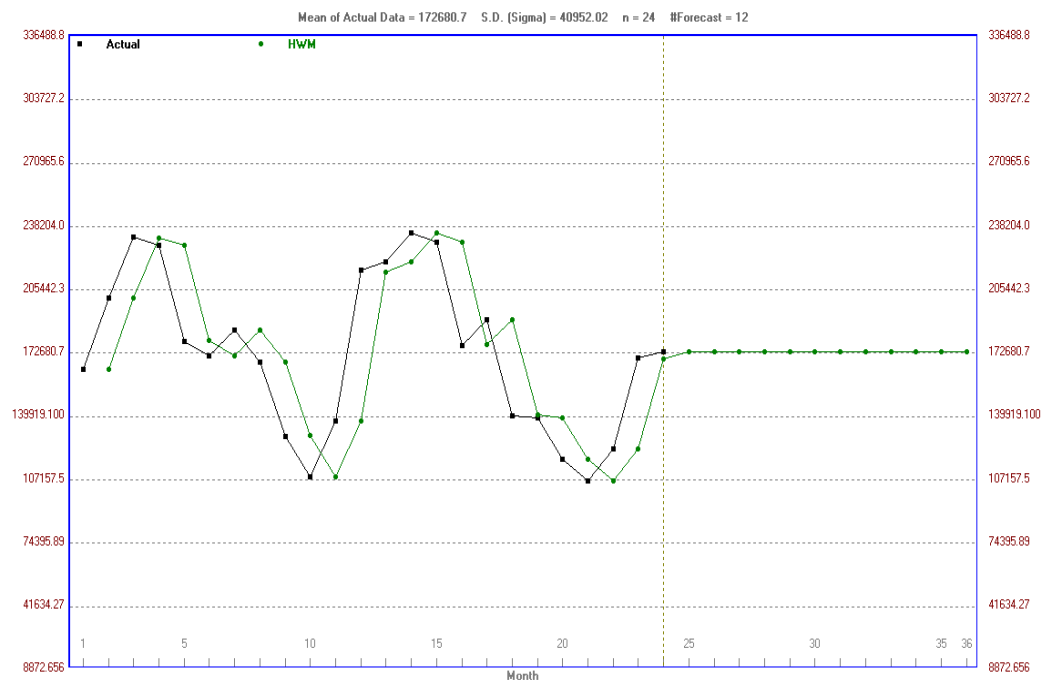
Gambar 45. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Adaptive Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,9$ dan $\beta = 164148,4$



Gambar 46. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Linear Regression with Time*



Gambar 47. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Holt-Winters Additive algorithm* dengan $\alpha = 0,9$; $\beta = 0$ dan $\gamma = 0,9$

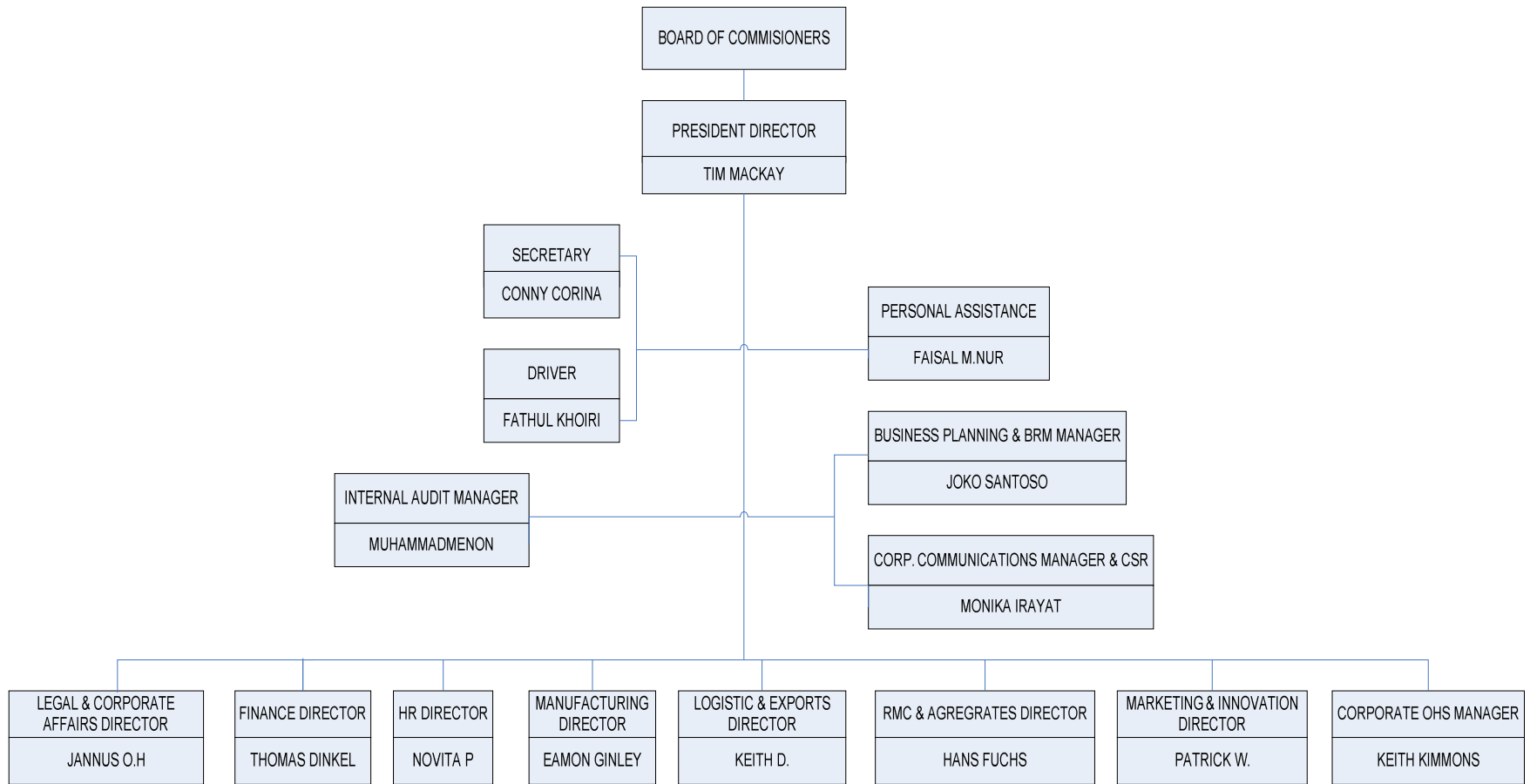


Gambar 48. Grafik Data Aktual dan Ramalan Permintaan Semen Berdasarkan Metode *Holt-Winters multiplicative Algorithm* dengan $\alpha = 0,9$; $\beta = 0$ dan $\gamma = 0,9$

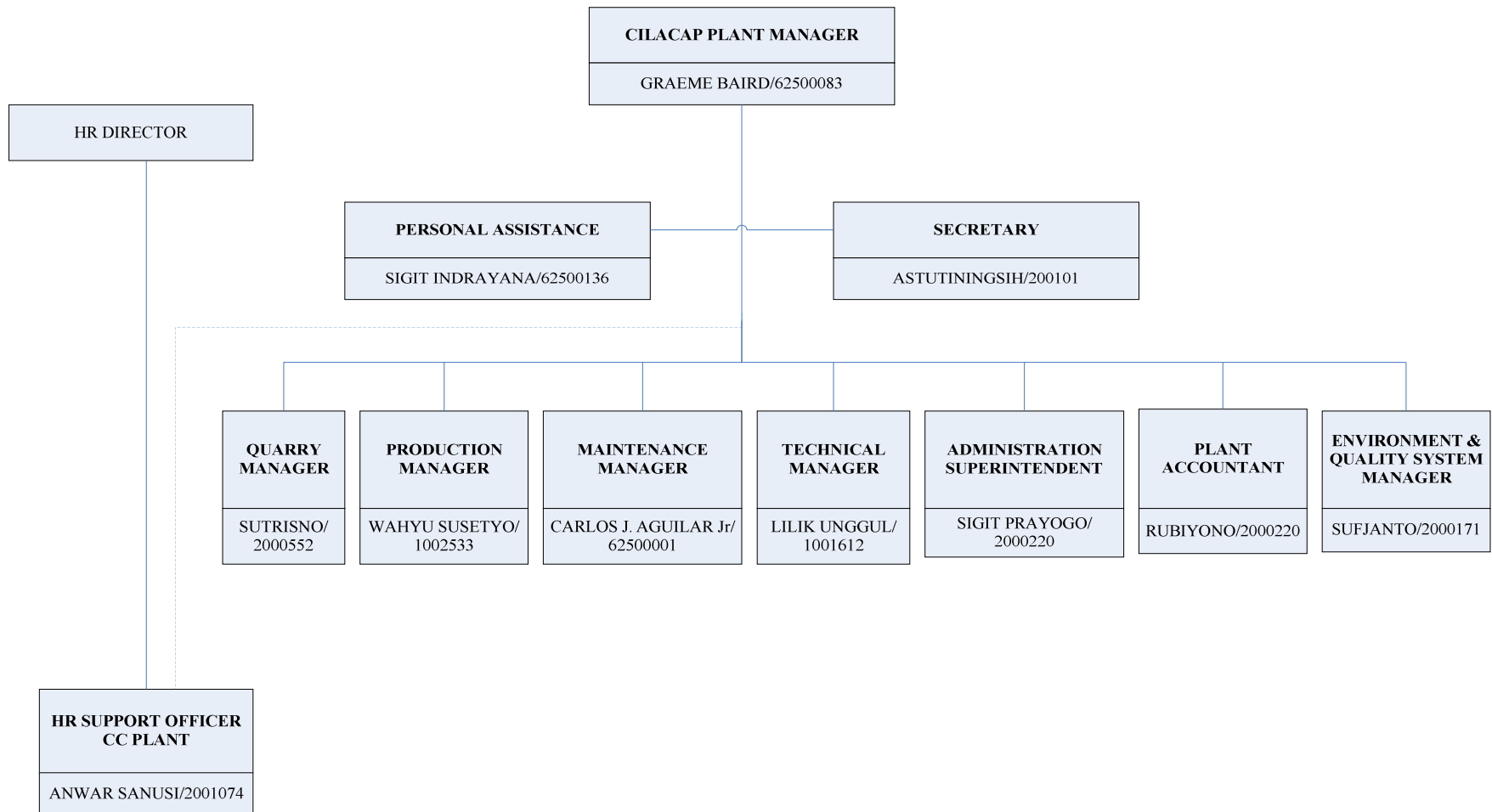
LAMPIRAN 2
STRUKTUR ORGANISASI
PT. HOLCIM INDONESIA TBK CILACAP *PLANT*

Struktur Organisasi PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *Plant*

Secara umum organisasi pada PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *plant* mengikuti garis Staff Manajer yang mempunyai wewenang eksekutif yang jelas sebagai pelimpahan tanggung jawab atasannya pada batas-batas tertentu.



Gambar 1. Board of Directors PT. Holcim Indonesia Tbk.



Gambar 2. Struktur Organisasi PT. Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap.

PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap *plant* dipimpin oleh seorang *Plant Manager* yang membawahi 7 departemen diantaranya :

1. *Quarry Department*

Departemen Penambangan bertanggung jawab pada masalah penambangan batu kapur di Pulau Nusakambangan, penambangan tanah liat di Tritih Wetan, Jeruk Legi, Cilacap. *Quarry Department* dipimpin oleh *Quality Manager*. *Quality Manager* dalam melakukan tugasnya dibantu oleh empat orang Superintendent (SI) yang meliputi yaitu :

- a. *L/S Quarry Ops and Transport Superintendent*, bertanggung jawab pada peledakan (blasting), pengeboran (drilling) dan operator alat berat, dan pada penyediaan alat transport untuk mengangkut batu kapur dan tanah liat ke pabrik biasanya dengan menggunakan kapal tongkang.
- b. *L/S Quarry and transport Equipment Maint. Superintendent*, bertanggungjawab pada pemeliharaan listrik, alat berat dan alat transportasi.
- c. *Quarry Dev. And QC Superintendent*, bertugas menjaga kualitas dari daerah yang akan ditambang (menentukan daerah yang akan ditambang dan dampaknya pada lingkungan sekitarnya serta penanggulangannya) dan hasil dari penambangan tanah liat dan batu kapur.
- d. *Clay Quarry and Raw Material Receiving superintendent*, bertanggung jawab pada penambangan tanah liat dan pengiriman material.

2. *Production Department*

Departemen produksi dipimpin oleh seorang *Manager Produksi* yang bertanggung jawab dalam mengawasi perencanaan bahan baku, mengawasi jalannya proses produksi semen, termasuk pembuatan kantong semen dan keselamatan karyawan di segala bidang yang berkaitan dengan proses produksi serta menangani kelancaran produksi semen mulai dari penerimaan bahan baku sampai dengan proses pembuatan semen.

Tugas *Manager Produksi* dibantu oleh *Administration Support* dan membawahi :

- a. *Production Shift Manager*
- b. *Production Superintendent*
- c. *CP-II Shift Superintendent*
- d. *Production Planning Superintendent*

3. *Maintenance Department*

Department ini dipimpin oleh seorang *Maintenance Manager* yang bertanggung jawab pada perawatan mesin, pemeliharaan mesin, perbaikan mesin dan seluruh sarana yang berkaitan dengan peralatan pabrik, termasuk didalamnya menyediakan sarana utilitas yang meliputi penyediaan air yang digunakan sebagai air pendingin mesin maupun penyediaan listrik yang diperoleh dari PLN.

Dalam menjalankan tugasnya maintenance manager dibantu oleh enam orang *superintendent*, yaitu :

- a. *Maintenance Planning Superintendent.*
- b. *Mechanical Superintendent CC-2*
- c. *Electrical & Instalasi Superintendent*
- d. *Utility Superintendent*
- e. *Mechanical Superintendent CC-1*
- f. *Relibility Maintenance Manager*

4. *Technical Department*

Departemen ini dikepalai oleh seorang *Technical Manager* yang bertugas untuk melakukan *Test Quality Control* dan menangani complain pelanggan serta melakukan penelitian dan pengembangan (*riset and development*) untuk kemajuan pabrik.

Departemen ini membawahi :

- a. Laboratorium, yang meliputi *Quality Control*, laboratorium Fisika dan Laboratorium Kimia.
- b. *Process Engineering.*

5. *Administration Department*

Departemen ini dipimpin oleh seorang *Administration Superintendent* yang bertanggung jawab menangani bagian umum seperti : menyediakan alat transportasi, menerima tamu beserta akomodasinya, menyediakan alat tulis untuk departemen lain dalam batas-batas tertentu.

Dalam menjalankan tugasnya *Administration Superintendent* dibantu oleh :

- a. *Administration service team Leader* yang meliputi : *Administration Service, Housing Service, Cleaning & Office Contractor*

b. *Transportation Team Leader* yang meliputi : *Transportation Administration, Driver, Transport Maintenance.*

6. *Plant Accounting Department*

Departemen ini dipimpin oleh *Plant Accounting Superintendent* yang bertugas mengelola keuangan baik pemasukan maupun pengeluaran yang berkaitan dengan aktifitas pabrik, misalnya : urusan gaji karyawan, pajak, pembayaran kepada relasi, penjualan semen, penerimaan, dan pengeluaran barang-barang yang dibeli dan dibayar. Tugas *Plant Accounting Superintendent* dibantu oleh *Cost Analysis, Payroll & Expenses Administration.*

7. *Safety Environment and Quality System Department (SEQS)*

Departemen ini dipimpin oleh *Safety Environment and Quality System Manager* yang bertugas mengadakan pengawasan dan menjaga mutu produk dari bahan baku sampai menjadi semen yang mengacu pada sertifikat ISO 9002 & ISO 14001 dan menangani dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh segala kegiatan dalam proses produksi di PT.Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap. Dalam menjalankan tugasnya, *Safety Environment & Quality System Manager* dibantu oleh :

a. *Safety and Fire Superintendent* yang membawahi *Safety officers* dan *Shiff Fire Brigade.*

b. *Environmental Superintendent* yang membawahi *Environmental Officers* dan *Land Scaping & Gardening Contractor.*

Quality System Superintendent