

**PENGENDALIAN PENGADAAN BAHAN BAKAR MENGGUNAKAN MODEL  
PROBABILISTIK *CONTINUOUS REVIEW SYSTEM***

**Studi Kasus di PT. Semen Padang, Sumatera Barat**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1  
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Disusun Oleh :

Nama : Nurhayati Lestari

No. Mahasiswa : 14 522 257

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2018**

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

ii

### SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah saya aku bahwa karya saya ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang setiap salah satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditari oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Juli 2018



Nurhayati Lestari

14522257

## SURAT KETERANGAN PENELITIAN



# PT SEMEN PADANG

KANTOR PUSAT : Padang 25237 Sumatera Barat, Telp. (0751) 815250 (hunting), Fax. (0751) 815590, 28973 (Marketing) E-Mail: pdepts@indosat.net.id www.semenpadang.co.id

## SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Biro Perencanaan dan Evaluasi Produksi, menerangkan bahwa:

Nama : Nurhayati Lestari  
 NIM : 14 522 257  
 Jurusan : Teknik Industri  
 Fakultas : Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

Telah melakukan penelitian / pengambilan dan pengolahan data dalam rangka penyusunan Tugas Akhir di PT Semen Padang dari tanggal 5 Februari sampai dengan 16 Maret 2018. Demikian surat keterangan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Padang, 16 Maret 2018

PT Semen Padang



**Fajar Aristyanto**

Kepala Biro Perencanaan dan  
Evaluasi Produksi

PERWAKILAN JAKARTA : Gedung Graha Irama Lantai XI, Jln. H. R. Rasuna Said Blok X - 1 Kav. 1 & 2, Jakarta 12950, Telp. (021) 5261272, 5261273, 5261274, Fax. (021) 5261414



## LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

iv

### LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PENGENDALIAN PENGADAAN BAHAN BAKAR MENGGUNAKAN MODEL  
PROBABILISTIK *CONTINUOUS REVIEW SYSTEM*  
Studi Kasus di PT. Semen Padang, Sumatera Barat**

**TUGAS AKHIR**



Nama : Nurhayati Lestari  
NIM : 14 522 257

Yogyakarta, Juli 2018

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ali Parkhan', is written over the word 'Pembimbing'.

(Ir. Ali Parkhan, M.T.)

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

v

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

**PENGENDALIAN PENGADAAN BAHAN BAKAR MENGGUNAKAN MODEL  
PROBABILISTIK *CONTINUOUS REVIEW SYSTEM*  
Studi Kasus di PT. Semen Padang, Sumatera Barat**

**TUGAS AKHIR****Disusun Oleh:**

Nama : Nurhayati Lestari

NIM : 14 522 257

**Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 Program Studi Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia  
Yogyakarta, 31 Juli 2018**

Tim Penguji

Ali Parkhan, Ir., M.T.

Ketua

Hudava, Ir., M.M.

Anggota I

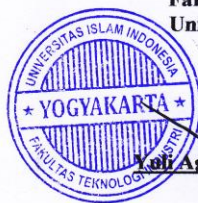
Muhammad Ragil Suryosaputro, S.T., M.Sc.

Anggota II



Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia**



Kel. Agusti Rochman, S.T., M.Eng.  
NIP. 035210101

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Kepada Bapak dan Ibu yang selalu saya hormati, cintai, kakak dan adik, serta keluarga besar yang telah selalu memberikan dukungan, kekuatan, doa, nasihat, kasih sayang dan dukungan sampai saat ini.

Kepada Bapak Ali Parkhan yang saya hormati, yang telah sabar membimbing saya selama penyusunan Tugas Akhir.

**HALAMAN MOTTO**

**الَّذِينَ آمَنُوا وَتَطْمَئِنُّ قُلُوبُهُمْ بِذِكْرِ اللَّهِ أَلَا بِذِكْرِ اللَّهِ تَطْمَئِنُّ الْقُلُوبُ. (28)**

*“(yaitu) orang-orang yang beriman dan hati mereka menjadi tentram dengan mengingat Allah. Ingatlah, hanya dengan mengingat Allah-lah hati menjadi tentram.”*

**(Q.S. Ar-Ra’d: 28)**

*“Barang siapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga.”*

**(H.R. Muslim)**

*“Tuhan tidak menuntut kita untuk sukses. Tuhan hanya menyuruh kita berjuang tanpa henti.”*

**(Emha Ainun Najib)**

*“Education is the Mother of Leadership.”*

**(Wendell Willkie)**

*“Ingat, selalu sabar dan bersyukur”*

**(Bapak)**

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Ta'ala yang telah menganugerahkan rahmat dan hidayah-Nya. Sholawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW dan penerusnya yang telah membawa Islam kepada seluruh umat manusia. Berkat ridho-Nya, penulis mampu Laporan Tugas Akhir **PENGENDALIAN PENGADAAN BAHAN BAKAR MENGGUNAKAN MODEL PROBABILISTIK *CONTINUOUS REVIEW SYSTEM*** ini dengan baik.

Semoga Laporan Tugas Akhir yang telah disusun bermanfaat bagi kita semua. Dalam penyusunannya, penulis banyak mendapatkan bantuan, motivasi, dan nasihat, dan kesempatan dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ketua Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Ir. Ali Parkhan, M.T. selaku dosen pembimbing dalam penyusunan Tugas Akhir yang telah memberikan arahan, motivasi, dan ilmu selama ini.
4. Keluarga besar PT Semen Padang atas kesempatan dan fasilitas yang telah memudahkan penulis dalam pengambilan data penelitian.
5. Bapak, Ibu, kakak, adik, dan seluruh keluarga besar yang telah menyayangi, mendoakan dan mendukung tanpa batas waktu.
6. Teman seperjuangan selama kuliah di Jurusan Teknik Industri yang selalu saling menginspirasi dan memotivasi.
7. Keluarga besar LPM Profesi yang selalu memberi dukungan dan semangat satu sama lain.
8. Teman-teman dari seluruh angkatan di dalam Jurusan Teknik Industri dan Jurusan lainnya yang selalu ada untuk berkeluh kesah, menawarkan bantuan, memotivasi, dan menghibur.
9. Teman semasa sekolah yang selalu memberikan dukungan dan motivasi jarak jauh.



Serta seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Semoga Allah Ta'ala memberikan balasan yang sebaik-baiknya balasan kepada semua pihak yang telah mendukung terselesaikannya Laporan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi perbaikan di Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, Juli 2018

Penulis

Nurhayati Lestari

## ABSTRAK

*Perkembangan industri yang pesat di Indonesia menuntut adanya pemenuhan permintaan konsumen. Pemenuhan permintaan konsumen membutuhkan suatu perencanaan yang baik. PT Semen Padang adalah perusahaan yang bergerak dibidang produksi semen utamanya semen PCC. Di PT Semen Padang, terdapat kondisi kelebihan bahan bakar pada tahun 2017 sehingga diperlukan perencanaan persediaan bahan bakar yang baik. Dengan diketahuinya waktu dan jumlah bahan bakar yang akan dipesan maka dapat dihindari kondisi kelebihan dan kekurangan bahan bakar batu bara. Kebutuhan batu bara tiap periode berbeda-beda tergantung pada jumlah semen yang diproduksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model persediaan probabilistik mana yang baik digunakan dalam penentuan waktu dan jumlah pemesanan batu bara dengan mempertimbangkan total biaya persediaan yang minimal. Total biaya persediaan berdasarkan kebijakan perusahaan adalah Rp. 1.518.353.910. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pengendalian persediaan continuous review back order memiliki total biaya persediaan minimal yaitu Rp. 1.276.524.804. Reorder level ( $r$ ) 59.643,445 ton. Jumlah pemesanan ( $Q$ ) adalah 2.243,886 ton.*

*Kata kunci: pengendalian persediaan, probabilistik, continuous review, back order, lost sales.*

## DAFTAR ISI

<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>SURAT KETERANGAN PENELITIAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING .....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I .....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II .....</b>	<b>8</b>
<b>KAJIAN LITERATUR .....</b>	<b>8</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	8
2.2 Sistem Produksi.....	14
2.2.1 Klasifikasi Sistem Produksi .....	14
2.3 Peramalan.....	17
2.3.1 Peramalan dan Horison Waktu .....	18
2.3.2 Peramalan Permintaan .....	18
2.3.3 Pola Data.....	19
2.3.4 Metode Peramalan .....	21
2.3.5 Kesalahan Peramalan .....	25
2.4 Persediaan .....	26

2.4.1	Fungsi dan Tujuan Persediaan .....	26
2.4.2	Jenis Persediaan .....	28
2.4.3	Biaya dalam Persediaan .....	29
2.4.4	Model Persediaan.....	31
2.4.5	Pengendalian Persediaan.....	32
2.5	Model Persediaan Probabilistik.....	34
2.5.1	Model Persediaan Probabilistik <i>Continuous Review Back Order</i> .....	36
2.5.2	Model Persediaan Probabilistik <i>Continuous Review Lost Sales</i> .....	40
2.6	<i>Safety Stock</i> .....	42
<b>BAB III</b>	.....	<b>43</b>
<b>METODE PENELITIAN</b>	.....	<b>43</b>
3.1	Identifikasi Masalah .....	43
3.2	Objek Penelitian .....	44
3.3	Metode Pengumpulan Data .....	44
3.3.1	Data Primer .....	44
3.3.2	Data Sekunder.....	45
3.4	Pengolahan Data.....	46
3.4.1	Peramalan Permintaan .....	46
3.4.2	Menghitung <i>Safety Stock</i> .....	47
3.4.3	Menghitung Produksi dan Kebutuhan Bahan Bakar.....	47
3.4.4	Pengendalian Persediaan Model <i>Continuous Review Back Order</i> .....	47
3.4.5	Pengendalian Persediaan Model <i>Continuous Review – Lost Sales</i> .....	48
3.5	Analisis dan Pembahasan .....	49
3.6	Kesimpulan dan Saran.....	50
3.7	<i>Flowchart</i> Penelitian .....	51
<b>BAB IV</b>	.....	<b>52</b>
<b>PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA</b>	.....	<b>52</b>
4.1	Pengumpulan Data .....	52
4.1.1	Profil Perusahaan .....	52
4.1.2	Hasil Produksi .....	54
4.1.3	Sistem dan Manajemen Produksi (Operasi).....	55
4.1.4	Data Perencanaan dan Realisasi Produksi Semen .....	57
4.1.5	Data Penjualan Semen .....	58

4.1.6	Stok Persediaan Semen .....	59
4.1.7	<i>Bill of Material</i> (BOM) .....	59
4.1.8	Stok Persediaan Batu Bara .....	60
4.1.9	Biaya Persediaan .....	61
4.2	Pengolahan Data .....	64
4.2.1	Peramalan Penjualan Semen .....	64
4.2.2	<i>Safety Stock</i> Semen .....	69
4.2.3	Rencana Produksi .....	70
4.2.4	Kebutuhan Bahan Bakar .....	70
4.2.5	Parameter Perhitungan Biaya Persediaan .....	71
4.2.6	Perhitungan Biaya Persediaan Berdasarkan Kebijakan Perusahaan .....	72
4.2.7	Perhitungan Biaya Persediaan Berdasarkan Model <i>Continuous Review Back Order</i> .....	73
4.2.8	Perhitungan Biaya Persediaan Berdasarkan Model <i>Continuous Review Lost Sales</i> .....	75
<b>BAB V</b>	.....	<b>79</b>
<b>PEMBAHASAN</b>	.....	<b>79</b>
5.1	Analisis Persediaan Semen .....	79
5.2	Analisis Persediaan Batu Bara .....	79
5.3	Analisis Peramalan .....	80
5.4	Analisa Rencana Produksi 2018 .....	82
5.5	Analisa Perhitungan Biaya Persediaan dengan Kebijakan Perusahaan .....	82
5.6	Analisa Perhitungan Biaya Persediaan dengan Model <i>Continuous Review Back Order</i> .....	83
5.7	Analisa Perhitungan Biaya Persediaan dengan Model <i>Continuous Review Lost Sales</i> .....	84
5.8	Perbandingan Total Biaya Persediaan antara Kebijakan Perusahaan, Model <i>Continuous Review Back Order</i> , dan Model <i>Continuous Review Lost Sales</i> .....	84
<b>BAB VI</b>	.....	<b>87</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	.....	<b>87</b>
6.1	Kesimpulan .....	87
6.2	Saran .....	87
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>89</b>

**LAMPIRAN ..... 91**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Posisi Peneliti.....	12
Tabel 2.2	<i>Lead time</i> dari bermacam jenis operasi proses produksi.....	16
Tabel 4.1	Rencana Produksi 2017.....	57
Tabel 4.2	Realisasi Produksi Semen 2017 .....	58
Tabel 4.3	Data Penjualan Semen Tahun 2017 .....	58
Tabel 4.4	Tabel Persediaan Semen Tahun 2017 .....	59
Tabel 4.5	Tabel Persediaan Batu Bara 2017 .....	60
Tabel 4.6	Penyusutan Batu Bara Tahun 2017.....	60
Tabel 4.7	Rekapitulasi Kesalahan Peramalan .....	66
Tabel 4.8	Perbandingan Pengujian dengan Peramalan Perusahaan .....	67
Tabel 4.9	Perbandingan Hasil Peramalan dengan Aktual Penjualan .....	67
Tabel 4.10	Hasil Peramalan Penjualan 12 Periode Kedepan .....	68
Tabel 4.11	Rencana Produksi Semen 2018.....	70
Tabel 4.12	<i>Bill of Material</i> (BOM) Semen PCC .....	70
Tabel 4.13	Tabel Kebutuhan Batu Bara Tahun 2018.....	71
Tabel 4.14	Akumulasi Iterasi <i>Continuous Review Back Order</i> .....	74
Tabel 4.15	Akumulasi Iterasi <i>Continuous Review Lost Sales</i> .....	77
Tabel 4.16	Perbandingan Total Biaya Persediaan.....	77
Tabel 4.17	Perbandingan masing-masing Komponen Biaya Persediaan.....	78

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pola data horizontal.....	20
Gambar 2.2	Contoh Pola Data <i>Trend Naik</i> .....	20
Gambar 2.3	Contoh Pola Data Musiman .....	21
Gambar 2.4	Contoh Pola Data Siklis .....	21
Gambar 2.5	<i>Continous Review (Q,r) Policy</i> .....	35
Gambar 2.6	Diagram Model Q.....	36
Gambar 2.7	<i>Review Model</i> – probabilitas kontinyu.....	37
Gambar 2.8	Tipikal Siklus Persediaan .....	38
Gambar 2.9	Siklus Persediaan Keadaan Stockout .....	41
Gambar 2.10	Interaksi Permintaan dan <i>Lead Time</i> pada Penentuan <i>Safety Stock</i> .....	42
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Penelitian .....	51
Gambar 4.1	Logo PT Semen Padang .....	52
Gambar 4.2	Infografik Proses Produksi Semen .....	55
Gambar 4.3	Proses Pembuatan Semen.....	56
Gambar 4.4	<i>Bill of Material</i> Semen PCC.....	59
Gambar 4.5	Plot Data Penjualan Semen .....	64
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Metode Regresi Linier .....	65
Gambar 4.7	Grafik Metode <i>Moving Average M4</i> .....	65
Gambar 4.8	Perbandingan Metode <i>Single exponential smoothing</i> $\alpha=0,9$ .....	66
Gambar 4.9	Grafik Perbandingan Peramalan.....	68



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan industri yang terjadi di seluruh dunia utamanya di Indonesia meningkatkan adanya persaingan bisnis antar pelaku bisnis. Persaingan tersebut salah satunya untuk meningkatkan kinerja perusahaan dari segala aspek yang mendukung proses bisnis perusahaan tersebut. Sehingga diharapkan dapat mempertahankan posisi perusahaan ditengah persaingan yang ada.

Hal-hal yang berkaitan dengan aspek pendukung proses bisnis salah satunya mengenai pemenuhan permintaan pasar akan produk yang akan diramalkan sehingga dapat memperkirakan volume penjualan. Peramalan permintaan produk digunakan dalam penentuan tingkat produksi sehingga dapat diketahui jumlah kebutuhan bahan produksi. Peramalan sangat dibutuhkan dalam kondisi permintaan pasar bersifat kompleks dan dinamis (Nasution & Prasetyawan, 2008). Maka peramalan permintaan sangat penting dalam pengambilan keputusan di perusahaan mengenai perencanaan dan pengendalian produksi.

Persediaan bagi suatu perusahaan merupakan unsur yang sangat penting demi menjaga kelancaran proses produksi (Anggraini et al., 2013). Perencanaan kebutuhan bahan harus dilakukan dengan baik sehingga kegiatan produksi tidak hambatan dan permintaan produk akan selalu terpenuhi. Kesalahan perencanaan tidak dianjurkan karena akan mengakibatkan kelebihan ataupun kekurangan persediaan bahan. Kelebihan persediaan menyebabkan terhentinya perputaan modal dan munculnya biaya tambahan yang tidak diperlukan (Ernawati & Sunarsih, 2008). Jika terjadi kelebihan persediaan bahan maka akan berdampak pada biaya simpan bahan yang terlalu besar serta diperlukan

pertimbangan mengenai kapasitas ruang penyimpanan bahan. Namun, jika dalam perencanaan kebutuhan bahan terlalu kecil, maka akan terjadi kekurangan bahan ketika produksi berlangsung. Pentingnya persediaan bahan karena produksi bisa dilakukan apabila bahan pembuatan produk cukup tersedia sesuai kebutuhan untuk produksi (Fithri & Sindikia, 2014). Kondisi tersebut dapat menghambat produksi dan upaya pemenuhan permintaan produk.

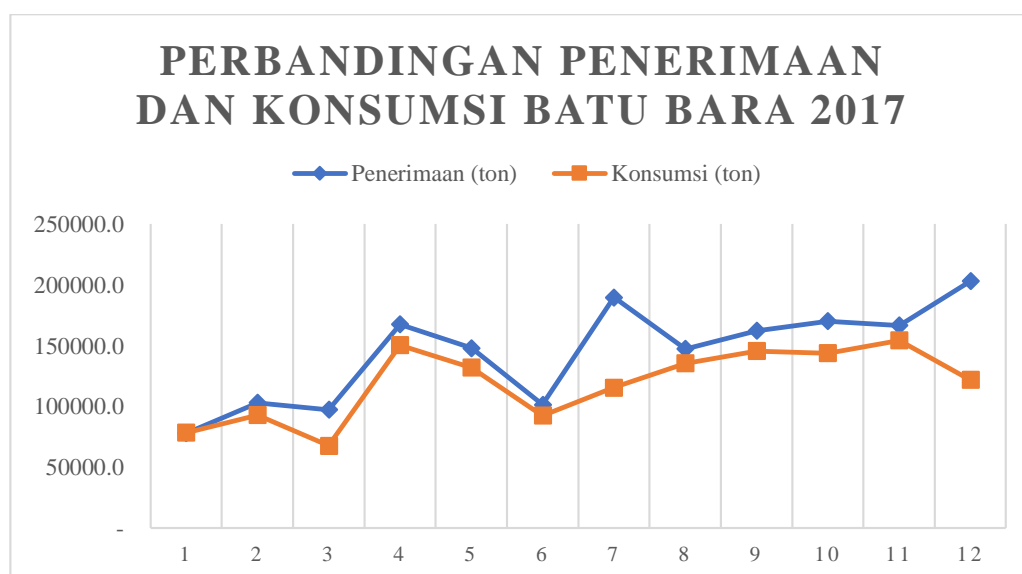
Hal yang mempengaruhi dalam persediaan yaitu ketersediaan modal, pola permintaan konsumen, serta kebijakan perusahaan (Ernawati & Sunarsih, 2008). Kebijakan perusahaan dalam pengadaan bahan juga memengaruhi kondisi ketersediaan bahan untuk produksi. Jika terdapat kondisi dimana peramalan kebutuhan bahan yang dilakukan sudah benar, namun kebijakan perusahaan dalam melakukan pengadaan bahan tersebut berbeda dari peramalan, hal tersebut dapat memengaruhi ketersediaan bahan. Kebijakan tersebut dapat berpengaruh ketika dilakukan pengadaan bahan terlalu banyak, maka berakibat pada besarnya persediaan bahan sehingga memengaruhi biaya simpan. Ketika pengadaan bahan terlalu sedikit, hal tersebut dapat membuat adanya kondisi kekurangan bahan ketika dilakukan produksi. Persediaan bahan yang tidak mencukupi produksi menyebabkan besar kemungkinan tidak terpenuhinya permintaan konsumen (Fithri & Sindikia, 2014). Maka antara peramalan dan kebijakan perusahaan dalam pengadaan kebutuhan bahan untuk produksi harus berkesinambungan dengan waktu dan jumlah bahan yang dipesan.

Sistem nyata yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sistem perencanaan produksi pada perusahaan yang memproduksi semen yaitu PT Semen Padang. Produk yang dihasilkan terdapat beberapa jenis semen antara lain semen OPC dan non OPC. Bahan produksi yang digunakan terdiri atas bahan baku dan bahan bakar. Bahan baku yang digunakan adalah batu kapur, batu silika, pasir besi, tanah liat, pozzolan, dan gypsum. Sedangkan untuk bahan bakar yang dipakai dalam pembuatan semen adalah batu bara dan solar.

Proses produksi semen di PT Semen Padang dilakukan secara terus menerus tiap harinya yang mengarahkan kepada kondisi bahan harus selalu tersedia untuk kelancaran proses produksi. Maka diperlukan pengendalian persediaan yang baik sehingga bahan yang datang dapat disimpan sesuai dengan ukuran tempat penyimpanan atau *storage* dan dapat segera digunakan ketika dibutuhkan. Sistem pengendalian persediaan yang diterapkan perusahaan adalah model min max. Ketika dilakukan observasi, kondisi

persediaan bahan di perusahaan rata-rata memiliki persediaan yang tinggi dan bahkan melebihi kapasitas ruang penyimpanan. Penentuan kuantitas pesanan dan waktu pemesanan dalam metode ini tidak pasti, karena hanya didasarkan pada kondisi persediaan bahan yang tidak kurang dari batas minimum dan tidak lebih dari batas maksimum.

Hasil observasi yang dilakukan dan membandingkan beberapa data dari seluruh bahan produksi semen, bahan bakar batu bara memiliki selisih yang tinggi pada penerimaan dan konsumsinya pada tahun 2017. Berdasarkan data, selisih antara penerimaan dan konsumsi batu bara sebesar 304.021 ton serta harga pembelian per ton batu bara adalah Rp.612.722. Sedangkan untuk bahan produksi semen yang lain memiliki rerata selisih yang lebih kecil yaitu pada kisaran 20.000 ton. Begitu pula untuk harga pembelian, batu bara memiliki harga pembelian per ton paling tinggi jika dibandingkan dengan bahan lain. Bahan yang memiliki harga pembelian per ton mendekati batu bara adalah *gypsum* yang memiliki harga pada kisaran Rp. 500.000. Perbedaan antara penerimaan dan konsumsi batu bara tiap bulannya dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 1.1 Perbandingan Penerimaan dan Konsumsi Batu Bara 2017  
Sumber: Olah data

Sistem pengendalian persediaan bahan di perusahaan menunjukkan bahwa penambahan persediaan dilakukan secara berulang dan permintaan (kebutuhan) bahan bersifat tidak menentu karena tergantung pada kebutuhan proses produksi. Dalam hal ini diperlukan usulan perbaikan pengendalian persediaan batu bara karena batu bara merupakan bahan bakar utama yang digunakan dalam proses pembakaran *raw mix*

menjadi terak atau klinker dalam proses produksinya. Data yang bersifat probabilistik maka dalam pengendalian persediaannya menggunakan *continuous review system* (Sukanta, 2017). Model persediaan yang dapat digunakan untuk mengendalikan persediaan bahan yang memiliki data bersifat probabilistik yaitu model *continuous review system* (model Q). Dimana model tersebut merupakan model persediaan yang menentukan jumlah pesanan dan waktu pemesanan bahan yang optimal sehingga diperoleh total biaya persediaan yang optimal pula. Model *continuous review* memiliki dua kondisi yang dapat dijadikan sebagai usulan kebijakan perusahaan yaitu *back order* dan *lost sales*. Kasus *back order* tidak terjadi kehilangan penjualan, tetapi konsumen menunggu pesanan datang karena persediaan tidak tersedia, sedangkan kasus *lost sales* pada semua kekurangan persediaan hilang dan tidak terpenuhi (Lukitosari, 2006). Maka, jika diterapkan model *continuous review* kasus *back order* ketika terjadi kekurangan persediaan, perusahaan akan memesan kekurangan tersebut pada perusahaan lain karena konsumen memilih untuk menunggu. Untuk kasus *lost sales*, jika terjadi kekurangan persediaan maka dianggap kehilangan penjualan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka rumusan masalah yang akan diteliti antara lain:

1. Kapan dan berapa kuantitas pesanan batu bara yang sebaiknya dilakukan?
2. Model persediaan batu bara apa yang sebaiknya diterapkan perusahaan untuk memperlancar produksi dan memperoleh total biaya persediaan yang minimal?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan-batasan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Penelitian ini membahas perencanaan dan pengendalian bahan bakar batu bara.
2. Penelitian ini tidak membahas mengenai karakteristik kualitas batu bara.
3. Peramalan hanya dilakukan untuk 12 periode kedepan di tahun 2018 dengan data historis 2017.
4. Penelitian ini hanya menggunakan *bill of material* (BOM) produk semen PCC.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Menentukan waktu pemesanan batu bara dan berapa kuantitas pemesanan batu bara yang sebaiknya dilakukan.
2. Menentukan model pengendalian persediaan apa yang sebaiknya diterapkan dalam pengendalian persediaan batu bara dengan melihat total biaya persediaan yang minimal.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Memberikan bahan pertimbangan dalam penentuan kebijakan pengendalian persediaan batu bara perusahaan dari perspektif total biaya persediaan yang minimal.
2. Memberikan bahan pertimbangan dalam penentuan kebijakan pengendalian persediaan batu bara perusahaan ketika menentukan waktu dan jumlah pemesanannya.
3. Memberikan tambahan wawasan dan informasi sebagai bahan rujukan penelitian dimasa yang akan datang.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Penelitian ini disusun atas beberapa bab dan sub bab. Sebagai gambaran umum penelitian ini maka dibuatlah sistematika penulisan. Sistematika penulisan dalam penelitian ini antara lain:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang penelitian, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan dan kegunaan penelitian, serta sistematika penulisan skripsi. Pendahuluan dilakukan dengan menguraikan latar belakang dilakukannya penelitian ini. Selanjutnya berdasarkan latar belakang penelitian, maka dirumuskan permasalahan yang akan dibahas. Untuk menjawab rumusan masalah sesuai dengan latar belakang yang sudah dijabarkan maka ditentukan

batasan masalah. Penyusunan batasan masalah dilakukan agar pembahasan dalam penelitian tidak melebar dan sesuai kemampuan peneliti. Lalu, disusun tujuan penelitian untuk membantu dalam pengambilan kesimpulan di akhir penelitian. Manfaat penelitian diuraikan agar penelitian yang dilakukan dapat memberikan manfaat sesuai dengan tujuan dan latar belakang penelitian.

## **BAB II KAJIAN LITERATUR**

Bab ini membahas tentang segala teori yang mendasari dilakukannya penelitian ini. Juga membahas kajian mengenai penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Sehingga bisa dibuktikan bahwa penelitian yang dilakukan pada tugas akhir ini belum pernah dilakukan sebelumnya. Kajian literatur ini berisikan teori-teori yang mendukung penelitian ini. Sejumlah istilah-istilah yang ada pada penelitian ini juga diterangkan pada kajian literatur.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang data yang digunakan pada penelitian ini dijelaskan secara ringkas beserta tahapan penelitian yang dilakukan. Metode penelitian ditetapkan untuk menjalankan penelitian agar didapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian.

## **BAB IV PENGUMPULAN DAN ANALISIS DATA**

Bab ini menjelaskan mengenai permasalahan yang diangkat pada penelitian ini secara detail. Data-data yang diperlukan dalam penelitian akan dibahas pada bab ini, baik yang primer maupun sekunder. Kemudian diuraikan perhitungan masing-masing model persediaan dalam pengendalian persediaan batu bara

## **BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas hasil dari pengumpulan dan pengolahan data pada bab sebelumnya. Pembahasan dari hasil dari pengumpulan dan pengolahan data akan dibahas dengan berfokus pada persediaan semen dan batu bara. Juga dibahas mengenai model pengendalian persediaan yang dapat meminimalkan

total biaya persediaan, menentukan kapan dan berapa sebaiknya dilakukan pemesanan batu bara.

## **BAB V PENUTUP**

Bab ini menguraikan secara singkat mengenai kesimpulan dari dilakukannya penelitian. Sehingga dapat diberikan saran untuk penelitian selanjutnya mengenai topik terkait.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **BAB II**

### **KAJIAN LITERATUR**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu dibahas untuk menjaga keaslian penelitian yang akan dilakukan. Untuk mengkaji hal ini maka dilakukan pengembangan penelitian terdahulu yang telah dilakukan. Penelitian terdahulu yang telah dilakukan tersebut diharapkan dapat mendukung dalam pengembangan penelitian, menentukan batasan dalam penelitian. Penelitian terdahulu yang membahas mengenai pengendalian persediaan bahan baku sudah banyak. Beberapa penelitian tersebut antara lain.

Fithri dan Sindikia (2014) melakukan penelitian terdahulu yang membahas bahan baku di PT Semen Padang. Penelitian yang dilakukan mengenai pengendalian persediaan pozzolan di PT. Semen Padang. Data yang digunakan adalah data historis penggunaan bahan pozzolan per periode pada tahun 2012 dan 2013. Metode yang digunakan adalah EOQ (*Economic Order Quantity*) dan POQ (*Periodic Order Quantity*). Pada penelitian ini membandingkan antara metode min-max yang digunakan perusahaan dengan metode EOQ dan POQ. Dengan menggunakan metode yang berbeda ini dapat diketahui bahwa pemakaian pozzolan pada tahun 2014 lebih banyak. Hasil dan kesimpulan yang diperoleh adalah pengendalian persediaan dengan metode POQ menghasilkan penghematan biaya persediaan sebesar Rp 1.775.179.959,61 jika dibandingkan dengan metode min max. Maka diperlukan perbaikan metode pengendalian persediaan di perusahaan.

Ningsih et al. (2014) melakukan penelitian pada perusahaan yang memproduksi semen yaitu PT XYZ. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan jumlah pemesanan bahan baku dengan menggunakan model inventori probabilistik Q *backorder policy* dengan kendala kapasitas gudang bahan baku sehingga persediaan akan bahan baku dapat



terpenuhi. Hasil dari penelitian menunjukkan jumlah pemesanan optimal untuk masing-masing bahan baku serta jumlah *reorder point* dan *safety stock* untuk masing-masing bahan baku. Total *cost* kebutuhan bahan baku yang optimal dengan model inventori probabilistik Q *backorder policy* sebesar Rp 224.217.840.183,4.

Anggraini et al. (2013) melakukan penelitian yang berlatar belakang perusahaan yang menerapkan sistem persediaan *periodic review* dimana sering dilakukan pembelian bahan baku kemasan dalam jumlah besar dengan *lead time* pemesanan 1 bulan untuk menjaga kelancaran proses produksi. Tujuan pada penelitian ini yaitu menentukan kebijakan persediaan optimal untuk meminimasi biaya persediaan berdasarkan ongkos total persediaan dan *reorder point* menggunakan Model Q dengan *Lost Sales* kemudian membandingkan ongkos total persediaan kondisi awal dan usulan perbaikan. Hasil penelitian didapatkan nilai Q dan r optimal serta ongkos total persediaan optimal. Berdasarkan hasil perbandingan, diperoleh bahwa pengolahan persediaan menggunakan model Q dengan *Lost Sales* didapatkan ongkos total persediaan pada usulan perbaikan lebih rendah dibandingkan dengan ongkos total persediaan kondisi awal dengan penghematan sebesar Rp. 117.857.292 per roll per tahun.

Siregar et al. (2014) melakukan penelitian pada permintaan bahan baku yang bersifat probabilistik terjadi pada PT ABC. Dalam proses produksinya, tingkat pemakaian bahan baku dalam setiap bulan di PT. ABC tidak tetap dan menyebabkan terjadinya persediaan bahan baku lebih bahkan mengalami kekurangan bahan baku saat melakukan produksi produk. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kebijakan persediaan bahan baku yang optimal berdasarkan pada kuantitas pemesanan, *safety stock* dan *reorder point* serta membandingkan ongkos total persediaan eksisting dengan output hasil simulasi Monte Carlo. Hasil perhitungan Monte Carlo menghasilkan simulasi 12 bulan didapatkan biaya yang optimum terdapat pada output simulasi yang masing-masing bahan baku. Output simulasi pada spoon ongkos total persediaan Rp. 1.214.292.108,56 dengan *reorder point* 21284 lembar dan *safety stock* 19124. Pada simulasi kain, ongkos total persediaan terdapat penghematan sebesar Rp. 476.139.620,71 dengan *reorder point* 10684 lembar dan *safety stock* 8377 lembar.

Pada penelitian yang dilakukan Ernawati dan Sunarsih (2008) menjelaskan mengenai persediaan. Dalam tulisan ini, dibahas tentang model persediaan probabilistik untuk kasus *back order* tanpa kendala dan dengan kendala. Model ini dapat membantu untuk menentukan jumlah bahan baku dan *safety stock* yang harus disiapkan setiap

dilakukan pemesanan kepada supplier. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa pengendalian persediaan dengan menggunakan model persediaan probabilistik berkendala  $(Q,r,\lambda)$  dengan “*back orders policy*” pada perusahaan ternyata menunjukkan hasil yang lebih optimal dengan meminimalkan total biaya pembelian. baik dibandingkan dengan perencanaan yang digunakan perusahaan selama ini. Total penghematan yang diperoleh dengan menggunakan metode ini adalah sebesar 2,42% per tahun, sehingga metode optimasi ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi manajemen perusahaan dalam mengadakan persediaan.

Pengendalian persediaan model *continuous review* dilakukan oleh Sukanta (2017) dengan studi kasus di industri pembuatan boneka, Moga Toys. Pada perusahaan ini, untuk memproduksi berbagai macam boneka Moga Toys tersebut perlu memperhatikan jumlah persediaan bahan baku yang harus disediakan. Dalam penelitian ini dibahas tentang penerapan pengendalian persediaan bahan baku Moga Toys menggunakan metode *Continuous Review System (CRS)* untuk menentukan seberapa banyak jumlah dan waktu yang diperlukan dalam pemesanan bahan baku. Penggunaan metode *Continuous Review System (CRS)* karena data bersifat probabilistik. Selain itu juga berapa jumlah biaya yang harus dikeluarkan agar lebih efisien. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode CRS dengan model Q tersebut bahan baku Rasfur jumlah pemesanan ( $q_0$ ) 236 yard, *safety stock (ss)* 44 yard, *reorder point (r)* 6 yard dengan total biaya persediaan Rp.18.018.272 per tahun. Kemudian untuk jumlah pemesanan ( $q_0$ ) Silikon 267 Kg, *safety stock (ss)* 57 Kg, *reorder point (r)* 9 kg dengan total biaya persediaan Rp.14.807.913 per tahun. Jumlah pemesanan ( $q_0$ ) bahan baku Dakron 267 Kg, *safety stock (ss)* 57 Kg, *reorder point (r)* 9 Kg dengan total biaya persediaan Rp.9.319.913 per tahun. Dengan bahwa menggunakan metode *Continuous Review System* untuk Moga Toys dapat menghemat biaya total persediaan bahan baku sebesar Rp.1.840.868,67 per tahun.

Diputra (2012) melakukan penelitian di PT. XYZ yang merupakan salah satu distributor minuman produk Sosro. Kondisi PT. XYZ terjadi kelebihan dan kekurangan persediaan produk di gudang. Permasalahan persediaan gudang dipengaruhi oleh tidak stabilnya permintaan konsumen dan pengelolaan gudang yang belum cukup baik. Penentuan target yang belum baik juga salah satu faktor penyebab terjadinya kelebihan dan kekurangan barang. Tujuan penelitian ini adalah perbaikan pada sistem inventori untuk meminimasi ongkos simpan dan menghindari kerusakan barang akibat penyimpanan di gudang. Pengaturan persediaan barang di gudang PT. Sinar Sosro Kantor

Penjualan Pontianak dilakukan menggunakan model Q dan P dengan *lost sales* yang dibuat menjadi dua yaitu dengan data *demand real* dan target penjualan, dari hasil perhitungan yang dilakukan model Q *demand real* memberikan ongkos total Rp 8.502.762.354 per tahun dan model P *demand real* dengan ongkos total lebih besar Rp 8.589.222.421 per tahun. Perhitungan model Q untuk target penjualan memberikan hasil ongkos total Rp 13.327.475.160 per tahun sedangkan model P memberikan ongkos total yang lebih besar yaitu Rp 13.435.251.020 per tahun. Model Q *demand real* dan target penjualan memberikan ongkos total yang lebih kecil dibandingkan dengan model P *demand real* dan target penjualan, sehingga perusahaan dapat menggunakan model Q dengan *lost sales* sebagai pengaturan persediaan yang dapat digunakan untuk meminimalisir kemungkinan kekurangan barang di gudang akibat lonjakan permintaan dan ongkos simpan.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya yang sudah dipaparkan maka peneliti melakukan penelitian di PT Semen Padang mengenai pengendalian persediaan batu bara. Kebutuhan batu bara sebagai bahan bakar produksi semen ini membutuhkan pengendalian persediaan yang baik. Agar tidak mengalami kekurangan yang mengakibatkan permasalahan pada proses produksi. Namun jika kelebihan dapat memengaruhi biaya persediaan dengan adanya kelebihan persediaan batu bara tersebut. Untuk mengetahui kebutuhan batu bara, pertama dilakukan peramalan permintaan semen. Berdasarkan hasil peramalan tersebut maka dilakukan perhitungan kebutuhan masing-masing bahan baku menggunakan *Bill of Material* (BOM). Setelah diketahui kebutuhannya, maka dihitung kuantitas pesanan (Q) dan *reorder point* (r) untuk mengetahui jumlah dan waktu pemesanan yang baik untuk persediaan batu bara. Perhitungan pengendalian persediaan menggunakan model persediaan *continuous review* yang dibandingkan dengan kebijakan perusahaan. Berdasarkan perhitungan tersebut maka dibandingkan perhitungan mana yang memiliki total biaya yang paling minimal. Sehingga dapat meminimalisir pengeluaran untuk biaya persediaan batu bara.

Tabel 2.1 Posisi Peneliti

No	Judul Jurnal	Penulis	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Pengendalian Persediaan Pozzolan di PT Semen Padang	Fithri & Sindikia (2014)	Membandingkan pengolahan pengendalian persediaan oleh perusahaan dengan perhitungan menggunakan metode EOQ dan POQ	Pengendalian persediaan dengan metode POQ menghasilkan penghematan biaya persediaan sebesar Rp1.775.179.959,61.
2.	Pengendalian Persediaan Bahan Baku Semen dengan Kendala Kapasitas Gudang Menggunakan Model Probabilistik Q	Ningsih et al. (2014)	Mengoptimalkan jumlah pemesanan bahan baku dengan menggunakan model inventori probabilistik Q <i>backorder policy</i>	Total <i>cost</i> kebutuhan bahan baku dengan model inventori probabilistik Q <i>backorder policy</i> sebesar Rp224.217.840.183,4.
3.	Penentuan Persediaan Bahan Baku Optimal Menggunakan Model Q dengan <i>Lost Sales</i> Pada Industri Air Minum Dalam Kemasan	Anggraini et al. (2013)	Membandingkan ongkos total persediaan kondisi awal dan usulan perbaikan menggunakan Model Q <i>Lost Sales</i>	Penghematan biaya persediaan dengan model Q <i>Lost Sales</i> sebesar Rp117.857.292 roll/tahun.
4.	Pengendalian Persediaan Bahan Baku di PT. ABC Dengan Model Q <i>Back Order</i>	Siregar et al. (2014)	Kebijakan persediaan bahan baku yang optimal berdasarkan pada kuantitas pemesanan,	Pada simulasi, ongkos total persediaan terdapat penghematan sebesar Rp476.139.620,71

No	Judul Jurnal	Penulis	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
	Menggunakan Simulasi Monte Carlo		<i>safety stock</i> dan <i>reorder point</i> serta membandingkan ongkos total persediaan yang ada dengan hasil simulasi Monte Carlo	dengan <i>reorder point</i> 10684 lembar dan <i>safety stock</i> 8377 lembar.
5.	Sistem Pengendalian Persediaan Model Probabilistik dengan <i>Back Order Policy</i>	Ernawati & Sunarsih (2008)	Menentukan jumlah bahan baku dan <i>safety stock</i> setiap dilakukan pemesanan kepada supplier secara lebih optimal dengan meminimalkan total biaya pembelian.	Hasil penelitian menunjukkan adanya penghematan biaya sebesar 2,42% per tahun menggunakan model persediaan probabilistik berkendala dengan <i>back order policy</i> .
6.	Pengendalian Persediaan Bahan Baku menggunakan Metode <i>Continuous Review System</i> di Moga Toys Home Industry	Sukanta (2017)	Menentukan seberapa banyak jumlah dan waktu yang diperlukan dalam pemesanan bahan baku	Dengan bahwa menggunakan metode <i>Continuous Review System</i> untuk Moga Toys dapat menghemat biaya total persediaan bahan baku sebesar Rp.1.840.868,67/tahun.
7.	Usulan Perbaikan Perencanaan dan Pengendalian Persediaan dengan Membandingkan Model Q dan Model P	Diputra (2012)	Perbaikan pada sistem inventori untuk meminimasi ongkos simpan dan menghindari kerusakan barang	Model Q <i>demand real</i> dan target penjualan memiliki ongkos terkecil yaitu sebesar Rp8.502.762.354 per tahun

No	Judul Jurnal	Penulis	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
	pada PT. XYZ		akibat penyimpanan di gudang	

## 2.2 Sistem Produksi

Sistem produksi adalah sistem yang menggunakan seluruh sumber daya untuk mengubah input menjadi output sesuai rancangan. Sedangkan manajemen operasi adalah kegiatan merancang, melakukan operasi, dan meningkatkan sistem sehingga tercipta dan dihasilkan produk utama dan jasa (Chase et al., 2006).

Fungsi utama kegiatan produksi, antara lain (Nasution & Prasetyawan, 2008):

1. Proses produksi adalah metode dan teknik yang digunakan dalam mengolah bahan baku menjadi produk.
2. Perencanaan produksi adalah tindakan antisipasi dimasa mendatang sesuai dengan periode waktu yang direncanakan.
3. Pengendalian produksi adalah tindakan yang menjamin bahwa semua kegiatan yang dilaksanakan dalam perencanaan telah dilakukan sesuai dengan target yang telah ditetapkan.

Pelaksanaan fungsi produksi yang baik perlu dilakukan maka diperlukan rangkaian kegiatan yang dapat membentuk sistem produksi. Sistem produksi merupakan kumpulan dari dari beberapa sub-sistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasikan input menjadi output produksi. Beberapa sub-sistem produksi yang dimaksud adalah perencanaan dan pengendalian produksi, pengendalian kualitas, penentuan standar-standar operasi, penentuan fasilitas produksi, perawatan fasilitas produksi, dan penentuan harga pokok produksi.

### 2.2.1 Klasifikasi Sistem Produksi

Terdapat beberapa klasifikasi dalam sistem produksi. Diantara adalah sistem produksi menurut proses menghasilkan output. Pada klasifikasi ini dibedakan menjadi dua jenis, yaitu (Nasution & Prasetyawan, 2008):

1. Proses produksi kontinyu (*Continuous Process*)

Pada proses ini tidak memerlukan waktu *set up* yang lama karena produksi secara terus menerus untuk jenis produk yang sama. Produk yang dihasilkan pada proses produksi ini dapat berjumlah besar (produksi massal) dengan variasi yang sedikit dan sudah ada standarnya. Sistem penyusunan peralatan produksinya didasarkan pada urutan pengerjaan produk dengan menggunakan mesin-mesin khusus. Dengan penyusunan peralatan produksi tersebut dapat berpengaruh ketika salah satu peralatan terhenti atau rusak, maka seluruh proses produksi terhenti. Oleh karena itu maka dibutuhkan ahli pemeliharaan yang mempunyai pengetahuan dan pengalaman yang banyak. Perpindahan bahan menggunakan peralatan *handling* seperti *conveyor*.

2. Proses produksi terputus (*Intermittent Process/Discrete System*)

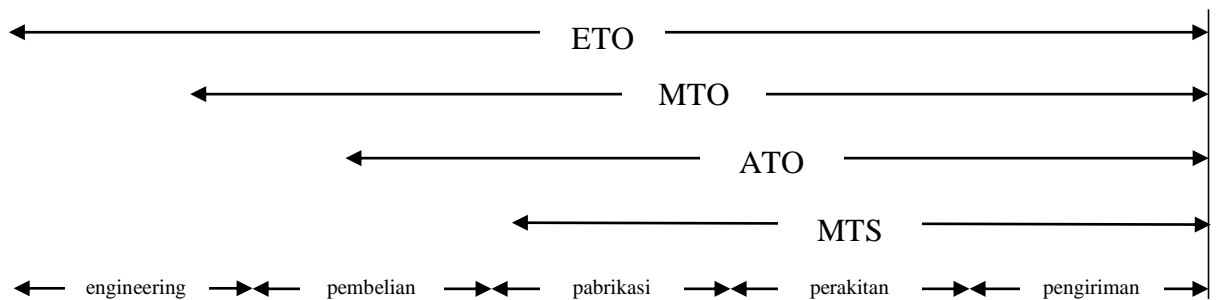
Pada proses produksi ini memerlukan waktu *set up* yang lama karena produksi yang dilakukan sesuai pesanan dengan berbagai jenis spesifikasi yang berbeda, sehingga ketika dilakukan produksi untuk jenis barang yang berbeda spesifikasi maka *set up* berbeda pula. Produk yang diproduksi dihasilkan dalam jumlah kecil dengan variasi yang sangat besar dan didasarkan pada pesanan (*make to order/MTO*). Sistem penyusunan mesin berdasarkan fungsi proses produksi, dimana peralatan yang sama, dikelompokkan pada tempat yang sama disebut *process layout* dengan mesin yang digunakan merupakan mesin yang bersifat umum untuk menghasilkan berbagai macam variasi produk. Proses produksi tidak akan mudah terhenti jika salah satu tidak berjalan. Dengan kondisi produk yang bervariasi dan mesin yang bersifat umum maka dibutuhkan pengawasan yang lebih.

Klasifikasi sistem produksi yang lain, adalah sistem produksi menurut tujuan operasinya. Tujuan operasi ini berhubungan dengan pemenuhan kebutuhan konsumen. Maka terdapat empat jenis sistem produksi, antara lain (Nasution & Prasetyawan, 2008):

1. *Engineering to Order* (ETO), merupakan sistem produksi yang akan dimulai perancangan ketika terdapat pesanan ke produsen.
2. *Assembly to Order* (ATO), merupakan sistem produksi yang dalam pembuatan desain standar, modul opsi standar, dan perakitan kombinasi dilakukan oleh produsen sesuai pesanan konsumen.
3. *Make to Order* (MTO), merupakan sistem produksi yang penyelesaian item akhir oleh produsen dilakukan ketika telah ada pesanan dari konsumen.

4. *Make to Stock (MTS)*, merupakan sistem produksi yang menyelesaikan item-item dan selanjutnya disimpan sebagai persediaan sebelum menerima pesanan dari konsumen.

Dari masing-masing jenis sistem produksi menurut tujuan operasinya memiliki *manufacturing lead time* yang berbeda, berikut adalah gambarannya.



Tabel 2.2 *Lead time* dari bermacam jenis operasi proses produksi  
Sumber: Nasution & Prasetyawan, 2008

Kriteria terpenting dalam mengklasifikasikan proses produksi adalah jenis aliran produksi dari unit-unit produk melalui tahap konversi. Maka jenis sistem produksi selanjutnya adalah sistem produksi menurut aliran operasi dan variasi produk. Terdapat tiga jenis dasar aliran operasi yaitu (Dervitsiotis, 1981):

1. *Flow Shop*, merupakan proses konversi dimana unit output secara berturut-turut melalui urutan operasi yang sama pada mesin-mesin khusus, biasanya ditempatkan sepanjang lintasan produksi. Proses produksi produk mempunyai desain dasar yang tetap sepanjang waktu yang lama dan ditujukan untuk pasar yang luas. Penyusunan bentuk produksinya bersifat *make to stock (MTS)*. Biasanya bisa disebut juga produksi massal.
2. *Job Shop*, merupakan bentuk proses konversi dimana unit pesanan berbeda mengikuti urutan pusat kerja yang dikelompokkan berdasarkan fungsinya. Produk yang produksi memiliki variasi yang banyak maka membutuhkan proses produksi yang lama. Dikarenakan proses ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan konsumen maka bentuk penyusunan produksinya bersifat *make to order (MTO)*.
3. *Proyek*, merupakan proses produksi satu jenis produk yang agak rumit dengan urutan tugas yang terakhir akan kebutuhan sumberdaya dan dibatasi waktu penyelesaiannya. Fungsi yang berpengaruh dalam proses produksi ini seperti perencanaan, desain,



pembelian, pemasaran, dan penambahan personal/mesin harus terintegrasi sesuai urutan waktu penyelesaian.

4. *Continuous*, merupakan perkembangan dari ketiga dasar aliran operasi sebelumnya. Dimana proses ini merupakan bentuk ekstrim dari *flow shop*. Pada proses ini terjadi aliran material yang konstan. Satu lintasan produksi pada proses kontinyu hanya untuk satu produk saja.
5. *Batch*, merupakan perkembangan dari ketiga dasar aliran operasi sebelumnya. Proses ini merupakan perkembangan dari *job shop* dalam hal standarisasi produk tapi tidak seperti *flow shop*. Proses ini memproduksi beberapa tipe yang berbeda dalam jumlah banyak dan waktu yang lebih sedikit. Jadi memproduksi beberapa *batch* lebih bertujuan untuk MTS daripada MTO.

### 2.3 Peramalan

Peramalan merupakan teknik dalam mengestimasi kejadian di masa yang akan datang menggunakan data-data masa lalu dengan beberapa aspek tergantung apa yang akan diestimasi. Dilakukannya peramalan karena dirasa ada perbedaan waktu dalam kaitannya pengambilan keputusan suatu kebijakan misalnya produksi.

Haming dan Nurnajamuddin (2014) mendefinisikan peramalan adalah proses estimasi permintaan di masa mendatang yang berkaitan dengan aspek kualitas, kuantitas, waktu dan lokasi yang membutuhkan barang atau jasa yang bersangkutan. Sedangkan Gasperz (2004) mendefinisikan aktivitas peramalan sebagai fungsi bisnis yang digunakan untuk memperkirakan permintaan dan penggunaan produk, dari perkiraan tersebut diharapkan produk yang akan diproduksi kuantitasnya sesuai.

Dalam definisi yang lain, menurut Supranto (1981), *forecasting* atau peramalan adalah memperkirakan suatu hal yang akan terjadi di masa datang dengan data masa lampau yang melalui analisis ilmiah terutama metode statistika terlebih dahulu. lalu, Assauri (1984) berpendapat bahwa peramalan merupakan seni dan ilmu dalam memperkirakan kejadian masa depan yang akan datang.

Peramalan dibutuhkan karena adanya perbedaan waktu antara kesadaran dibutuhkannya suatu kebijakan baru dengan waktu kebijakan tersebut. Maka dalam menentukan kebijaksanaan perlu diperkirakan kesempatan ataupun peluang yang ada dan ancaman yang mungkin datang. Dengan dibuatnya peramalan maka seharusnya dapat

diperoleh manfaat dan tujuan yang dapat memengaruhi sifat ramalan. Terdapat tiga kegunaan peramalan yaitu (Biegel, 1999):

1. Menentukan apa yang dibutuhkan untuk perluasan pabrik
2. Menentukan perencanaan lanjutan bagi produk-produk yang ada untuk dikerjakan dengan fasilitas-fasilitas yang ada.
3. Menentukan penjadwalan jangka pendek produk-produk yang ada untuk dikerjakan berdasarkan peralatan yang ada.

### **2.3.1 Peramalan dan Horison Waktu**

Peramalan memiliki hubungan dengan horison waktu, berdasarkan hubungan tersebut maka dapat diklasifikasikan peramalan dalam tiga kelompok yaitu (Nasution & Prasetyawan, 2008):

1. Peramalan Jangka Panjang, memiliki jangka waktu 2 sampai 10 tahun. Peramalan ini digunakan untuk perencanaan produk dan perencanaan sumber daya.
2. Peramalan Jangka Menengah, memiliki jangka waktu 1 sampai 24 bulan. Peramalan ini digunakan untuk menentukan aliran kas, perencanaan produksi, dan penentuan anggaran.
3. Peramalan Jangka Pendek, memiliki jangka 1 sampai 5 minggu. Peramalan ini digunakan untuk mengambil keputusan dalam keperluan seperti adanya lembur, penjadwalan kerjandan lain-lain yang hanya berjangka pendek waktunya.

### **2.3.2 Peramalan Permintaan**

Terdapat beberapa jenis peramalan dalam upaya untuk mendukung suatu keputusan. Beberapa jenis diantaranya peramalan mengenai perkembangan teknologi, peramalan tentang kondisi ekonomi, dan peramalan permintaan. Pada bidang perencanaan dan pengendalian produksi, dilakukan peramalan mengenai permintaan.

Peramalan permintaan merupakan tingkat permintaan produk-produk yang diharapkan akan terealisasi untuk jangka waktu yang akan datang. Peramalan permintaan ini digunakan untuk meramalkan permintaan dari produk jadi. Maka peramalan ini merupakan masukan yang sangat penting dalam keputusan perencanaan produksi bagi bagian operasional produksi. Permintaan akan suatu produk pada perusahaan merupakan

hasil dari beberapa faktor yang ada diantara konsumen seperti siklus bisnis, siklus hidup produk, dan faktor lainnya. Berikut adalah penjabaran faktor peramalan (Nasution & Prasetyawan, 2008):

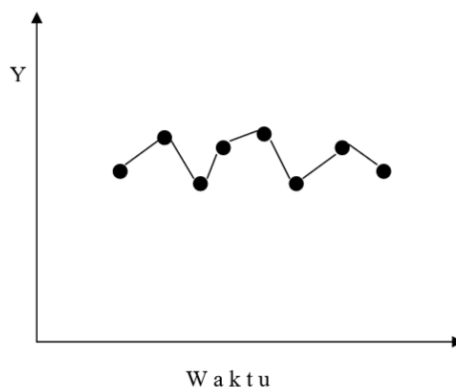
1. Siklus bisnis, pembentukan siklus bisnis dipengaruhi oleh kondisi ekonomi yang menyebabkan naik turunnya permintaan produk.
2. Siklus hidup produk, suatu pola yang memengaruhi siklus hidup suatu produk disebut kurva S. Di dalam kurva S dapat digambarkan besarnya permintaan terhadap waktu, dimana dalam siklus hidup produk terdapat fase pengenalan, fase pertumbuhan, fase kematangan dan fase penurunan. Agar produk dapat diterima terus dimasyarakat maka diperlukan inovasi terhadap produk menyesuaikan permintaan konsumen.
3. Faktor-faktor lain, beberapa hal lain yang memengaruhi permintaan adalah reaksi dari pesaing, perilaku konsumen yang berubah, dan usaha yang dilakukan sendiri oleh perusahaan seperti peningkatan kualitas, pelayanan, anggaran periklanan, dan kebijakan pembayaran secara kredit.

### 2.3.3 Pola Data

Metode runtun waktu (*time series*) adalah metode yang menggambarkan berbagai gerakan yang terjadi pada sederetan data pada waktu tertentu. Dalam memilih metode runtun waktu hal yang paling penting adalah mempertimbangkan jenis pola data. Pola data dapat dibedakan menjadi empat jenis siklus dan *trend* yaitu (Hanke & W.Wichern, 2005).

#### 1. Pola data horizontal

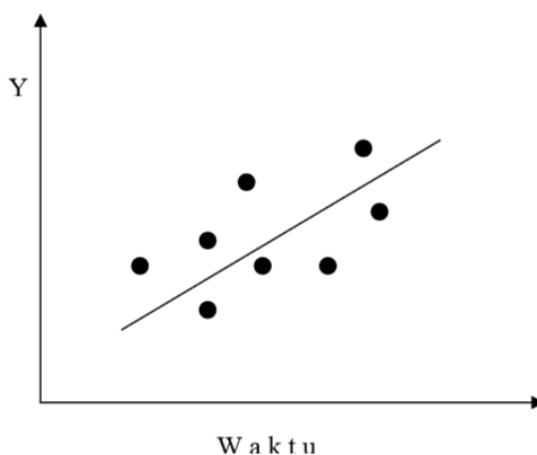
Pola data horizontal terjadi saat data observasi berfluktuasi di sekitaran suatu nilai konstan atau *mean* yang membentuk garis horizontal. Data ini disebut juga dengan data stasioner. Contoh plot data horizontal adalah pada gambar 2.1 yaitu berupa plot data penjualan. Jumlah penjualan selalu meningkat atau menurun pada suatu nilai konstan secara konsisten dari waktu ke waktu.



Gambar 2.1 Pola data horizontal

## 2. Pola Data *Trend*

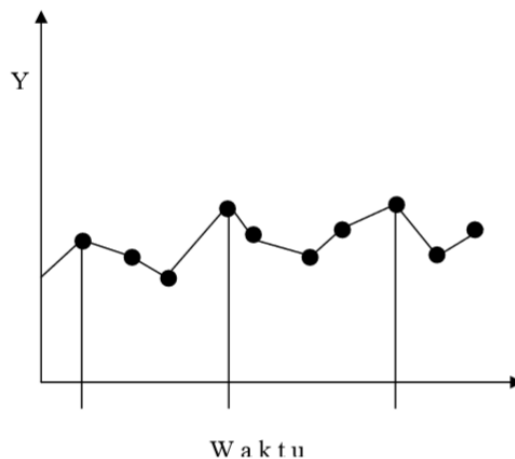
Pola data *trend* terjadi bilamana data pengamatan mengalami kenaikan atau penurunan selama periode jangka panjang. Suatu data pengamatan yang mempunyai *trend* disebut data nonstasioner. Plot data trend dicontohkan pada gambar 2.2 yaitu berupa data harga suatu produk yang meningkat dari tahun ke tahun.



Gambar 2.2 Contoh Pola Data *Trend* Naik

## 3. Pola Data Musiman

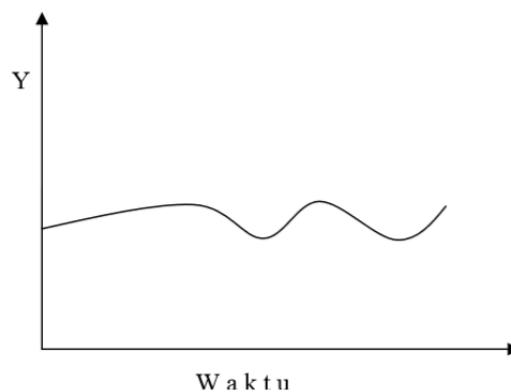
Pola data musiman terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman. Pola data musiman dapat mempunyai pola musim yang berulang dari periode ke periode berikutnya. Misalnya pola yang berulang setiap bulan tertentu, tahun tertentu atau pada minggu tertentu. Contoh dari data musiman ada pada gambar 2.3 yaitu plot suplai bahan makanan tiap bulan. Dari plot tersebut terlihat bahwa terjadi pola yang berulang setiap periode dua belas bulan, sehingga bisa disimpulkan bahwa data tersebut merupakan pola data musiman.



Gambar 2.3 Contoh Pola Data Musiman

#### 4. Pola Data Siklis

Pola data siklis terjadi bilamana deret data dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang seperti yang berhubungan dengan siklus bisnis. Di bawah ini adalah contoh plot pola data siklis.



Gambar 2.4 Contoh Pola Data Siklis

#### 2.3.4 Metode Peramalan

Berdasarkan cara mendapat nilai-nilai peramalan, peramalan diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu (Nasution & Prasetyawan, 2008):

##### 1. Peramalan yang bersifat subjektif

Peramalan ini lebih ditekankan pada keputusan hasil diskusi, pendapat pribadi seseorang, dan intuisi yang meskipun tidak ilmiah namun bisa memberikan hasil yang baik. Jenis dari peramalan subjektif antara lain:

a) Metode Delphi

Metode ini merupakan cara sistematis untuk mendapatkan keputusan bersama dari suatu grup yang terdiri dari para ahli dan berasal dari disiplin ilmu yang berbeda. Cara pengambilan pendapatnya dilakukan secara terpisah dan tidak boleh saling berunding karena untuk menghindari adanya bias pendapat. Pendapat yang berbeda secara signifikan dari ahli yang lain dalam grup tersebut akan dinyatakan lagi kepada yang bersangkutan, sehingga akhirnya diperoleh angka estimasi pada interval tertentu yang dapat diterima. Metode ini dipakai untuk meramalkan teknologi yang akan dipakai jangka panjang. Juga bermanfaat untuk pengembangan produk baru, pengembangan kapasitas produksi, dan strategi keputusan bisnis yang lain.

b) Metode Penelitian Pasar

Metode ini menganalisis fakta yang berhubungan dengan pemasaran dengan teknik utama yaitu survei konsumen. Pengambilan data dengan teknik tersebut dapat memberikan informasi mengenai selera yang diharapkan konsumen. Data tersebut didapat dengan kuesioner. Metode ini digunakan untuk perancangan produk baru, sistem periklanan dan promosi yang tepat.

2. Peramalan yang bersifat objektif

Peramalan ini dilakukan dengan mengikuti aturan-aturan matematis dan statistik dalam menunjukkan hubungan antara permintaan dengan satu atau lebih variabel yang memengaruhi. Jenis dari peramalan objektif antara lain:

a) Metode intrinsik, peramalan yang dibuat berdasarkan proyeksi permintaan historis tanpa mempertimbangkan faktor eksternal yang memengaruhi besarnya permintaan. Metode ini baik digunakan untuk peramalan jangka pendek pada kegiatan produksi. Metode intrinsik ini diwakili oleh analisis deret waktu (*time series*).

b) Metode ekstrinsik

Metode ini mempertimbangkan faktor eksternal yang mungkin memengaruhi besarnya permintaan dimasa mendatang dengan metode peramalannya. Metode ini baik digunakan untuk peramalan jangka panjang karena dapat menunjukkan hubungan sebab akibat yang jelas dalam hasil peramalannya sehingga disebut metode kausal dan dapat memprediksi titik perubahan. Penggunaan metode ini banyak diterapkan pada tingkat agregat. Metode ini diwakili oleh metode regresi.

Terdapat beberapa metode peramalan dalam deret waktu (*time series*) yang dapat digunakan dalam meramalkan permintaan, antara lain:

### 1. *Single Moving Average* (SMA)

Peramalan dengan teknik *moving average* melakukan perhitungan terhadap nilai data yang paling baru sedangkan data yang tua/lama akan dihapus. Nilai rata-rata dihitung berdasarkan jumlah data, yang angka rata-rata Bergeraknya ditentukan dari harga 1 sampai nilai N data yang dimiliki.

*Moving average* dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Fogarty, Blackstone, & Hoffmann, 1991).

$$D_{5,6,7} = \frac{D_5 + D_6 + D_7}{3} = F_8$$

$$D_{6,7,8} = \frac{D_6 + D_7 + D_8}{3} = F_9$$

Keterangan :

$D_i$  = permintaan aktual di periode-i

$F_i$  = peramalan permintaan di periode-i

### 2. *Weighted Moving Average* (WMA)

Jika dalam perhitungan peramalan banyak digunakan data terbaru daripada data yang lama maka dapat lebih bisa diindikasikan peramalannya. Seringkali WMA dihitung dengan diberikan bobot untuk masing-masing data. Perhitungan tersebut lebih dapat diandalkan daripada menggunakan yang tidak berbobot (Fogarty, Blackstone, & Hoffmann, 1991).

$$WMA = \frac{\sum(\text{bobot periode } n) \times (\text{permintaan periode } n)}{\sum(\text{bobot})}$$

### 3. *Single Exponential Smoothing* (SES)

Metode peramalan dengan *Single Exponential Smoothing* (SES) biasanya digunakan untuk pola data yang tidak stabil atau perubahannya besar dan bergejolak. Apabila galat ramalan (*forecast error*) adalah positif, maka model pemulusan eksponensial meningkatkan nilai ramalannya. Sebaliknya, apabila galat ramalan (*forecast error*) adalah negatif, maka metode pemulusan eksponensial menurunkan nilai ramalan. Proses penyesuaian ini berlangsung secara terus-menerus, kecuali galat ramalan telah mencapai nol. Peramalan menggunakan metode pemulusan eksponensial dilakukan berdasarkan formula seperti di bawah ini (Gaspersz, 2004):

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

Keterangan:

$F_t$  = nilai ramalan untuk periode waktu ke-t

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

$A_{t-1}$  = nilai ramalan untuk satu periode waktu yang lalu, t-1

$\alpha$  = konstanta pemulusan (*smoothing constant*)

#### 4. Regresi Linier

Metode regresi linier sering sekali dipakai untuk memecahkan masalah-masalah dalam penaksiran tentunya hal ini berlaku juga dalam peramalan sehingga metode regresi linier menjadi suatu metode yang mempunyai taksiran terbaik diantara metode-metode yang lain. Metode regresi linier dipergunakan sebagai metode peramalan apabila pola historis dari data aktual permintaan menunjukkan adanya suatu kecenderungan menaik dari waktu ke waktu (Hasan, 1993).

Persamaan dari metode ini adalah:

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

$$\hat{y} = a + bx$$

Keterangan:

b = *slope* dari persamaan garis lurus

a = *intersept* dari persamaan garis lurus

x = index waktu

y = variabel permintaan

$\hat{y}$  = nilai peramalan permintaan pada periode ke-t

#### 5. Winter dengan Trend

Model winter menggunakan trend dari Holt dimana model ini dimulai dengan perkiraan trend. Berikut persamaan pada peramalan ini:

$$F_t = aA_t + (1 - a)(f_{t-1} + T_{t-1})$$

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

$$f_t = F_{t-1} + T_{t-1}$$

Keterangan :

$F_t$  = rata-rata eksponensial pada periode-t

$T_t$  = perkiraan trend pada periode-t



$f_t$  = peramalan penyesuaian trend

Adanya peralatan metode-metode peramalan diharapkan dapat memberikan hasil peramalan yang lebih dapat dipercaya ketetapanannya. Dengan adanya metode peramalan berbeda-beda, maka pemilihan metode disesuaikan dengan kasus peramalannya.

### 2.3.5 Kesalahan Peramalan

Beberapa perhitungan yang biasa digunakan untuk menghitung kesalahan peramalan yaitu (Nasution & Prasetyawan, 2008):

#### 1. *Mean Absolute Deviation* (MAD)

Metode untuk mengevaluasi metode peramalan menggunakan jumlah dari kesalahan-kesalahan yang absolut. Rumus untuk menghitung MAD adalah sebagai berikut.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - F_t|}{n}$$

Keterangan :

$X_t$  = data actual pada periode t

$F_t$  = nilai peramalan pada periode t

n = jumlah data

#### 2. *Mean Square Error* (MSE)

*Mean Squared Error* (MSE) adalah metode lain untuk mengevaluasi metode peramalan. Rumus untuk menghitung MSE adalah sebagai berikut.

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{(X_t - F_t)^2}{n}$$

#### 3. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

*Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dihitung dengan menggunakan kesalahan absolut pada tiap periode dibagi dengan nilai observasi yang nyata untuk periode itu. Nilai MAPE dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$MAPE = \left( \frac{100\%}{n} \right) \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t}$$

Kemampuan peramalan sangat baik jika memiliki nilai MAPE kurang dari 10% dan mempunyai kemampuan peramalan yang baik jika nilai MAPE kurang dari 20%.

## 2.4 Persediaan

Persediaan adalah segala sesuatu yang meliputi semua barang atau bahan yang diperlukan dalam proses produksi dan distribusi yang digunakan untuk proses lebih lanjut atau dijual (Sundjaja & Barlian, 2003).

Salah satu alasan diadakannya persediaan karena sumber daya tertentu tidak bisa langsung ada ketika sumber daya tersebut dibutuhkan. Untuk menjamin ketersediaan sumber daya tersebut perlu adanya persediaan yang siap digunakan ketika dibutuhkan. Namun, terdapat konsekuensi dengan adanya persediaan salah satunya yaitu kemungkinan terjadi kerusakan pada persediaan yang disimpan sebelum digunakan. Dengan disimpannya persediaan maka terdapat biaya-biaya yang timbul akibat adanya persediaan tersebut.

Persediaan (*inventory*) didalam produksi, diartikan sebagai sumber daya menganggur (*idle resource*). Sumber daya menganggur ini belum digunakan karena menunggu proses lebih lanjut. Proses lanjut tersebut berupa kegiatan produksi seperti pada sistem manufaktur, kegiatan pemasaran seperti dijumpai pada sistem distribusi ataupun kegiatan konsumsi seperti pada sistem rumah tangga.

Suatu persediaan timbul dalam sistem merupakan akibat dari tiga kondisi berikut:

1. Mekanisme pemenuhan atas permintaan (*transaction motive*)

Terpenuhinya permintaan suatu barang sesuai dengan kebutuhan. Kondisi tersebut dapat tercapai ketika ada persediaan barang sebelumnya.

2. Keinginan meredam ketidakpastian (*precautionary motive*)

Jumlah dan waktu kedatangan yang tidak pasti memengaruhi ada dan tidaknya suatu persediaan. Juga adanya ketidakpastian dalam permintaan merupakan akibat dari adanya persediaan.

3. Keinginan melakukan spekulasi (*speculative motive*)

Tujuan diadakannya persediaan untuk mendapatkan keuntungan besar dari kenaikan harga barang dimasa mendatang.

### 2.4.1 Fungsi dan Tujuan Persediaan

Rangkuti (2004), menyebutkan terdapat tiga fungsi persediaan, yaitu:

1. *Decoupling*

Adalah persediaan yang memungkinkan perusahaan dapat memenuhi permintaan pelanggan tanpa tergantung pada *supplier*. Dalam hal ini, persediaan bahan mentah diadakan agar perusahaan tidak akan sepenuhnya tergantung pada pengadaannya dalam hal kuantitas dan waktu pengiriman.

2. *Economic Lot Sizing*

Persediaan *lot size* ini perlu mempertimbangkan penghematan atau potongan pembelian, biaya pengangkutan per unit menjadi lebih mudah dan sebagainya, karena perusahaan melakukan pembelian dalam kuantitas yang lebih besar dibandingkan biaya-biaya yang timbul karena besarnya persediaan (biaya sewa gudang, investasi, resiko dan sebagainya).

3. Antisipasi

Apabila perusahaan menghadapi fluktuasi permintaan yang dapat diperkirakan dan diramalkan berdasarkan pengalaman atau data masa lalu, yaitu permintaan musiman. Dalam hal ini perusahaan dapat mengadakan persediaan musiman (*seasonal inventories*). Disamping itu, perusahaan juga sering menghadapi ketidakpastian jangka waktu pengiriman dan permintaan barang-barang selama periode tertentu. Dalam hal ini perusahaan-perusahaan memerlukan persediaan ekstra yang disebut persediaan pengaman (*safety stock inventories*).

Dalam industri manufaktur terdapat divisi yang berbeda dan memiliki tujuan pengendalian persediaan yang berbeda pula yaitu :

1. Pemasaran ingin melayani konsumen secepat mungkin sehingga menginginkan persediaan dalam jumlah yang banyak.
2. Produksi ingin beroperasi secara efisien. Hal ini mengimplikasikan order produksi yang tinggi akan menghasilkan persediaan yang besar (untuk mengurangi setup mesin). Disamping itu juga produk menginginkan persediaan bahan baku, setengah jadi atau komponen yang cukup sehingga proses produksi tidak terganggu karena kekurangan bahan.
3. Pembelian (*purchasing*), dalam rangka efisiensi, juga menginginkan persamaan produksi yang besar dalam jumlah sedikit daripada pesanan yang kecil dalam jumlah yang banyak. Pembelian juga ingin ada persediaan sebagai pembatas kenaikan harga dan kekurangan produk.

4. Keuangan (*finance*) menginginkan minimisasi semua bentuk investasi persediaan karena biaya investasi dan efek negatif yang terjadi pada perhitungan pengembalian aset (*return of asset*) perusahaan.
5. Personalia (*personel and industrial relationship*) menginginkan adanya persediaan untuk mengantisipasi fluktuasi kebutuhan tenaga kerja dan PHK tidak perlu dilakukan.
6. Rekayasa (*engineering*) menginginkan persediaan minimal untuk mengantisipasi jika terjadi perubahan rekayasa /*engineering*.

#### 2.4.2 Jenis Persediaan

Menurut Hasan (1993), persediaan didefinisikan sebagai kekayaan perusahaan memiliki peranan penting dalam operasi bisnis. Dalam pabrik jenis-jenis persediaan dapat berupa:

1. Persediaan bahan baku (*raw materials*)  
Bahan mentah dapat diperoleh dari sumber alam atau dibeli dari para *supplier* dan atau dibuat sendiri oleh perusahaan untuk digunakan dalam produksi selanjutnya.
2. Persediaan suku cadang (*purchased/components parts*)  
Yaitu persediaan barang-barang yang terdiri dari komponen-komponen yang diperoleh perusahaan lain, dimana secara langsung dapat dirakit menjadi suatu produk.
3. Bahan pembantu (*supplies*)  
Yaitu persediaan barang-barang yang diperlukan dalam proses produksi, tetapi tidak merupakan bagian atau komponen barang jadi.
4. Barang dalam proses (*work in process*)  
Yaitu persediaan barang yang merupakan keluaran dari tiap-tiap bagian dalam proses produksi atau yang telah menjadi suatu bentuk, tetapi masih perlu diproses lebih lanjut menjadi barang jadi.
5. Barang jadi (*finished goods*)  
Yaitu persediaan barang yang telah selesai diproses atau diolah dalam pabrik dan siap dijual atau dikirim kepada pelanggan.

### 2.4.3 Biaya dalam Persediaan

Tujuan manajemen persediaan adalah untuk menyediakan jumlah material yang tepat, *lead time* yang tepat dan biaya yang rendah. Biaya persediaan merupakan keseluruhan biaya operasi atas sistem persediaan. Biaya persediaan didasarkan pada parameter ekonomis yang relevan dengan jenis biaya sebagai berikut:

1. Biaya pembelian (*purchase cost*)

Biaya pembelian adalah harga perunit apabila item dibeli dari pihak luar, atau biaya produksi perunit apabila diproduksi dalam perusahaan. Biaya pembelian menjadi faktor penting ketika harga tergantung pada ukuran pembelian atau yang biasa disebut sebagai *quantity discount* atau *price break*. Beberapa teori persediaan tidak mencantumkan biaya pembelian ke dalam total biaya persediaan karena diasumsikan bahwa harga per-unit tidak dipengaruhi oleh jumlah unit yang dibeli. Sehingga dalam periode waktu tertentu biaya pembelian cenderung konstan dan tidak memengaruhi jawaban optimal mengenai banyak barang yang akan dipesan.

2. Biaya pengadaan (*procurement cost*)

Biaya pengadaan dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan asal usul barang. Namun keduanya memiliki peran yang sama yaitu pengadaan maka sering disebut sebagai biaya pengadaan. Berikut adalah dua jenis biaya pengadaan:

a) Biaya pemesanan (*ordering cost*=k)

Adalah biaya yang berasal dari pembelian pesanan dari *supplier*. Biaya ini pada umumnya meliputi antara lain pemrosesan pesanan, biaya ekspedisi, biaya komunikasi, biaya administrasi, biaya pengiriman, dan seterusnya. Biaya pemesanan diasumsikan konstan setiap kali pesan.

b) Biaya pembuatan (*setup cost*)

Adalah biaya yang timbul apabila item diproduksi di dalam perusahaan. Biaya ini biasanya timbul didalam pabrik, yang meliputi biaya menyetel mesin, biaya mempersiapkan gambar benda kerja, dan sebagainya.

3. Biaya simpan (*carrying cost/holding cost*)

Biaya simpan adalah biaya yang dikeluarkan atas investasi dalam persediaan dan pemeliharaan maupun investasi sarana fisik untuk menyimpan persediaan. Biaya penyimpanan per periode akan semakin besar apabila kuantitas bahan yang dipesan semakin banyak, atau rata-rata persediaan semakin tinggi. Biaya simpan dapat berupa:

a) Biaya modal

Penumpukan barang digundang berarti penumpukan modal, dimana modal perusahaan mempunyai biaya (*expense*) yang dapat diukur dengan suku bunga bank. Oleh karena itu, biaya yang ditimbulkan karena memiliki persediaan harus diperhitungkan dalam biaya sistem persediaan. Biaya memiliki persediaan diukur sebagai persentasi nilai persediaan untuk periode tertentu.

b) Biaya gudang

Barang yang disimpan memerlukan tempat penyimpanan sehingga timbul biaya gudang. Bila gudang dan peralatannya disewa maka biaya gundangnya merupakan biaya sewa sedangkan bila perusahaan mempunyai gudang sendiri maka biaya gudang merupakan biaya depresi.

c) Biaya kerusakan dan penyusutan

Barang yang disimpan dapat mengalami kerusakan dan penyusutan karena beratnya berkurang ataupun jumlahnya berkurang karena hilang. Biaya kerusakan dan penyusutan biasanya diukur dari pengalaman sesuai dengan persentasenya.

d) Biaya kadaluarsa (*absolence*)

Barang yang disimpan dapat mengalami penurunan nilai karena perubahan teknologi dan model seperti barang-barang elektronik. Biaya kadaluarsa biasanya diukur dengan besarnya penurunan nilai jual dari barang tersebut.

e) Biaya asuransi

Barang yang disimpan diasuransikan untuk menjaga dari hal-hal yang tidak diinginkan, seperti kebakaran. Biaya asuransi tergantung jenis barang yang diasuransikan dan perjanjian dengan perusahaan asuransi.

f) Biaya administrasi dan pemindahan

Biaya ini dikeluarkan untuk mengadministrasi persediaan barang yang ada, baik pada saat pemesanan, penerimaan barang maupun penyimpanannya dan biaya untuk memindahkan barang dari, ke dan di dalam tempat penyimpanan, termasuk upah buruh dan peralatan *handling*.

Dalam manajemen persediaan, terutama yang berhubungan dengan masalah kuantitatif, biaya simpan per-unit diasumsikan linier terhadap jumlah barang yang disimpan (misalnya Rp/unit/tahun).

#### 4. Biaya kekurangan persediaan (*stockout cost*)

Biaya kekurangan persediaan adalah konsekuensi ekonomis atas kekurangan dari luar maupun dari dalam perusahaan. Kekurangan dari luar terjadi apabila pesanan konsumen tidak dapat terpenuhi, berupa biaya kekurangan kesempatan penjualan dan biaya kehilangan kesempatan keuntungan. Sedangkan kekurangan dari dalam terjadi apabila departemen tidak dapat memenuhi kebutuhan departemen lain, berupa biaya penundaan pengiriman dan *idle* kapasitas.

#### 2.4.4 Model Persediaan

Model persediaan akan sangat tergantung kepada sifat bahan atau barang, apakah barang tersebut bersifat permintaan bebas (*independent*) atau sebagai permintaan terikat (*dependent*).

Permintaan independen atas produk atau barang merupakan permintaan yang bebas, dengan pengertian tidak ada keharusan untuk membelinya sebagai kepentingan proses konversi. Sebagai contoh orang yang akan membeli mobil adalah bebas untuk membeli atau tidak, sama dengan orang akan membeli sepeda motor. Sedangkan permintaan dependen adalah permintaan terikat, disebabkan jika bahan atau barang tersebut tidak ada, maka proses konversi suatu perusahaan tidak akan dapat berjalan. Sebagai contoh, manufaktur mobil membeli plat besi dan komponen untuk merakit mobil, apabila plat besi atau komponen tidak ada, maka proses konversi tidak dapat dilaksanakan sehingga dikatakan plat besi dan komponen merupakan permintaan dependen dari manufaktur mobil.

Model persediaan dibagi menjadi dua macam, yaitu model persediaan deterministik dan model persediaan probabilistik.

##### 1. Model Persediaan Deterministik

Model pengendalian persediaan deterministic merupakan model persediaan yang semua parameternya diketahui dengan pasti. Model deterministik dalam masalah *inventory* berkaitan dengan persediaan, dimana permintaan yang sebenarnya diasumsikan diketahui. Masalah persediaan yang paling umum yang dihadapi produsen, pengecer dan pedagang besar adalah yang berkaitan dengan kasus dimana tingkat persediaan/stok habis dengan waktu dan kemudian kembali diisi oleh

kedatangan item baru. Model sederhana yang mewakili situasi dapat diselesaikan oleh model deterministik.

Model deterministik dapat bersifat statis, yaitu model persediaan yang dimana kuantitas pemesanan hanya dilakukan dalam satu kali, persediaannya selalu tetap/terbatas dalam suatu periode tertentu. Atau bersifat dinamis, dimana permintaan diketahui dengan pasti (kontinu) atau berulang-ulang tetapi bervariasi dari satu periode ke periode berikutnya.

## 2. Model Persediaan Probabilistik

Model pengendalian persediaan probabilistik merupakan model persediaan yang fenomenanya tidak diketahui dengan pasti, tetapi nilai ekspektasi, variansi dan pola distribusi kemungkinannya dapat diprediksi. Model persediaan probabilistik ditandai oleh karakteristik permintaan dan periode kedatangan pesanan yang tidak dapat diketahui secara pasti sebelumnya sehingga perlu didekati dengan distribusi probabilitas. Model ini terdiri atas dua, yaitu probalistik *stationary* dan probabilistik *nonstationary*.

### 2.4.5 Pengendalian Persediaan

Baroto (2002) menyebutkan pengendalian persediaan bertujuan untuk menetapkan dan menjamin tersedianya produk jadi, barang dalam proses, komponen dan bahan bakar secara optimal, dalam kuantitas yang optimal, dan pada waktu yang optimal.

Sebagai salah satu sub sistem dari sistem produksi, metode pengendalian persediaan dapat diidentifikasi sebagai berikut:

#### 1. Pengendalian Persediaan Statistik (*Statistical Inventory Control*)

Di dalam metode *Statistical Inventory Control* ini dalam pemecahan permasalahan kuantitatif menggunakan ilmu matematika dan statistik sebagai alat bantu utama dalam sistem persediaan. Metode ini berusaha mencari jawaban optimal dalam menentukan jumlah ukuran pemesanan dinamis (EOQ), titik pemesanan kembali (*Reorder Point*), dan jumlah cadangan pengaman (*safety stock*) yang diperlukan.

Metode ini sering juga disebut metode pengendalian tradisional, karena memberi dasar lahirnya metode baru yang lebih modern, seperti MRP di Amerika dan Kanban di Jepang. Metode pengendalian persediaan secara statistik ini biasanya digunakan untuk mengendalikan barang yang permintaannya bersifat bebas (*dependent*) dan



dikelola saling tidak bergantung. Yang dimaksud permintaan bebas adalah permintaan yang hanya dipengaruhi mekanisme pasar sehingga bebas dari fungsi operasi produk. Sebagai contoh adalah permintaan untuk barang jadi dan suku cadang pengganti (*spare part*).

Ditinjau dari sejarah perkembangannya, metode secara formal diperkenalkan oleh Wilson pada tahun 1929 dengan mencoba mencari jawaban 2 pertanyaan dasar yaitu jumlah barang yang harus dipesan untuk setiap kali pemesanan dan waktu pemesanan harus dilakukan.

Pada keadaan yang lebih realistis metode ini dikembangkan, terutama untuk fenomena yang bersifat probabilistik. Hal ini kemudian memunculkan 2 metode dasar pengendalian persediaan yang bersifat probabilistik, yaitu:

- a. Metode P, yaitu menganut aturan bahwa saat pemesanan bersifat reguler mengikuti suatu periode yang tetap (mingguan, bulanan, dsb), sedangkan kuantitas pemesanan akan berulang-ulang.
- b. Metode Q, yaitu jumlah ukuran pemesanan (kuantitas pemesanan) selalu tetap untuk setiap kali kita pesan, sehingga saat pemesanan dilakukan akan bervariasi.

## 2. *Material Requirement Planning* (Perencanaan Kebutuhan Bahan Baku)

Metode pengendalian tradisional akan tidak efektif bila digunakan untuk permintaan yang bersifat tidak bebas (*independent*). Yang dimaksud permintaan tidak bebas adalah permintaan yang tergantung kepada kebutuhan suatu komponen/material dengan komponen/material lainnya.

Metode MRP adalah suatu sistem informasi yang dirancang untuk mengendalikan persediaan bahan baku yang bersifat permintaan bergantung (*dependent demand*) atau permintaan turunan (*derived demand*) yang berperan penting dalam keputusan material atau bahan apa yang dibutuhkan, berapa banyak kebutuhannya, dan kapan waktu dibutuhkannya. Sifat dari metode ini adalah bersifat *oriented*, yang terdiri dari sekumpulan prosedur, aturan-aturan keputusan dan seperangkat mekanisme pencatatan yang dirancang untuk menjabarkan Jadwal Induk Produksi (JIP).

Dengan adanya MRP dapat meminimisasi investasi persediaan, memudahkan penyusunan jadwal kebutuhan setiap komponen yang diperlukan dan sebagai alat pengendalian produksi dan persediaan. Dalam perkembangan selanjutnya, MRP

dapat diterapkan juga pada pengendalian persediaan dalam system manufaktur, baik untuk tipe *Job Shop*, tipe produksi massal (*mass production*) maupun tipe lainnya.

### 3. *Just In Time* (Tepat Waktu)

Model persediaan *Just In Time* adalah suatu model yang digunakan untuk menurunkan atau meniadakan persediaan. Model ini didasarkan pada model persediaan deterministik (*EOQ*) atau model probabilistik *P* atau *Q* yang digunakan sebagai masukan awal dalam perhitungannya. Masalah sistem *JIT* adalah untuk menentukan jumlah optimal *ndeliveries* bagi operasi *JIT* berdasarkan kuantitas pemesanan pada model deterministik atau probabilistik. Dari model ini akan dihasilkan kuantitas pemesanan yang optimal, *orderquantity*, *totalannualcost*, *deliveryquantity*, dan *saving by switching*.

Dalam sistem akuntansi persediaan, dikenal dengan istilah *Just in time method*, yakni suatu proses produksi yang hanya akan memproduksi apabila sesuai permintaan atau order saja. Sebagai akibatnya pemborosoan dapat dihilangkan dalam skala besar, yaitu berupa perbaikan kualitas dan biaya produksi yang lebih rendah. Kedua hal tersebut menjadikan perusahaan lebih bisa kompetitif. Tujuan utama *just in time* sebenarnya adalah untuk meningkatkan laba dan posisi persaingan perusahaan yang dicapai melalui usaha pengendalian biaya, peningkatan kualitas, serta perbaikan kinerja dalam proses pengiriman.

## 2.5 Model Persediaan Probabilistik

Model persediaan probabilistik memiliki permintaan dan *lead time* yang berubah-ubah secara acak. Model ini berasumsi bahwa rata-rata permintaan dianggap tetap terhadap waktu dan kemungkinan untuk kondisi distribusi yang berkaitan dengan permintaan itu. Khususnya, *lead time* adalah periode yang umum. Jadi model ini lebih menekankan pada distribusi permintaan selama *lead time*. Permintaan *lead time* adalah variabel acak jika sedikitnya satu dari komponen utama (permintaan dan/atau *lead time*) adalah sebuah variabel acak.

Keterbatasan dalam model persediaan ini adalah:

1. Permintaan seragam dan berlanjut.
2. Tingkat produksi seragam dan berlanjut.
3. *Lead time* tetap.

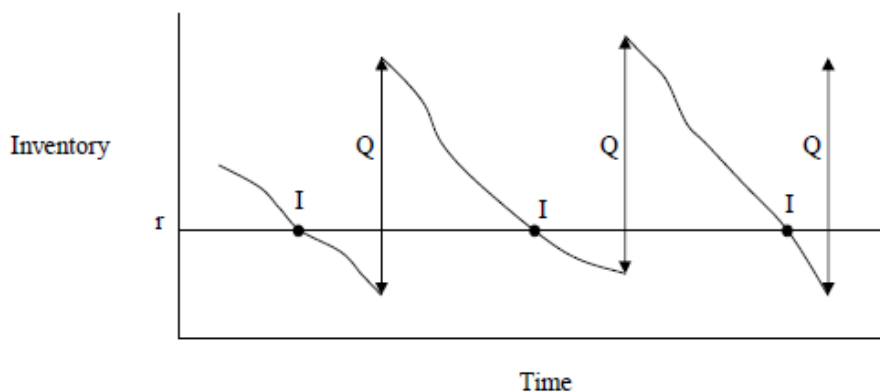
4. Biaya pemesanan (*set-up*) tetap.
5. Biaya simpan tetap.
6. Tidak ada batasan sumber daya (batasan uang atau batasan ruang).
7. Persediaan habis biasanya tidak diijinkan (biaya persediaan habis tidak terbatas).
8. Biaya dari analisis persediaan dianggap tidak penting.

Dalam memformulasikan model yang akan dikembangkan didasarkan pada keadaan perusahaan, kebijaksanaan persediaan yang telah digunakan dan jumlah kebutuhan bahan untuk proses produksi. Untuk itu maka dikembangkan dua macam model persediaan bahan yaitu model Q dan model P. Metode P dan metode Q merupakan metode persediaan yang menentukan jumlah persediaan yang harus disediakan dan waktu pemesanan yang optimal sehingga diperoleh total biaya persediaan minimal.

Perkembangan model persediaan selama ini mengasumsikan seluruh parameter sistem diketahui dengan pasti. Namun sebenarnya, permintaan akan terjadi di tiap periode yang ditentukan dengan *lead time* stokastik. Untuk permasalahan persediaan yang memiliki parameter yang tidak pasti, maka dikembangkan distribusi probabilitas.

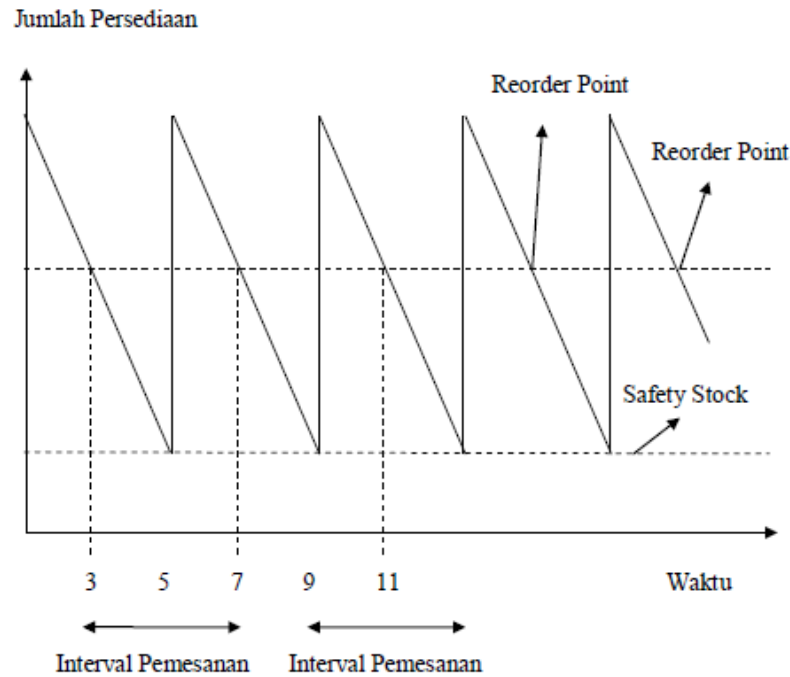
Model Q atau *Continuous Review (Q,r) Policy* dikembangkan berdasarkan pada perhitungan jumlah pesanan (Q), persediaan pengaman (S), titik pemesanan kembali (r) dan total biaya persediaan (TB). Berikut adalah rumus yang digunakan pada model Q. Mekanisme model Q adalah jumlah pemesanan yang konstan dan pemesanan dilakukan jika barang telah mencapai *reorder point*.

Pada *Continuous Review (Q,r) Policy*, sisa persediaan diperiksa terus-menerus, setiap ada bahan yang masuk atau keluar, dilakukan pencatatan. Order akan dilakukan setiap kali jumlah persediaan mencapai *reorder point*. *Continuous Review (Q,r) Policy* ini dapat digambarkan seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.5 *Continuous Review (Q,r) Policy*  
Sumber: (Ristono, 2009)

Pada gambar diatas, setiap kali jumlah persediaan (I) sampai pada titik *reorder point*, maka dilakukan pemesanan. Namun, pesanan ini tidak akan diterima seketika sesuai *lead time*. Sehingga, ketika penggunaan sepanjang *lead time* lebih besar dari *reorder point*, maka akan timbul kekurangan. Pada gambar juga terlihat bahwasanya waktu antara satu order dengan order berikutnya bervariasi, sedangkan jumlah yang dipesan (Q) tetap.

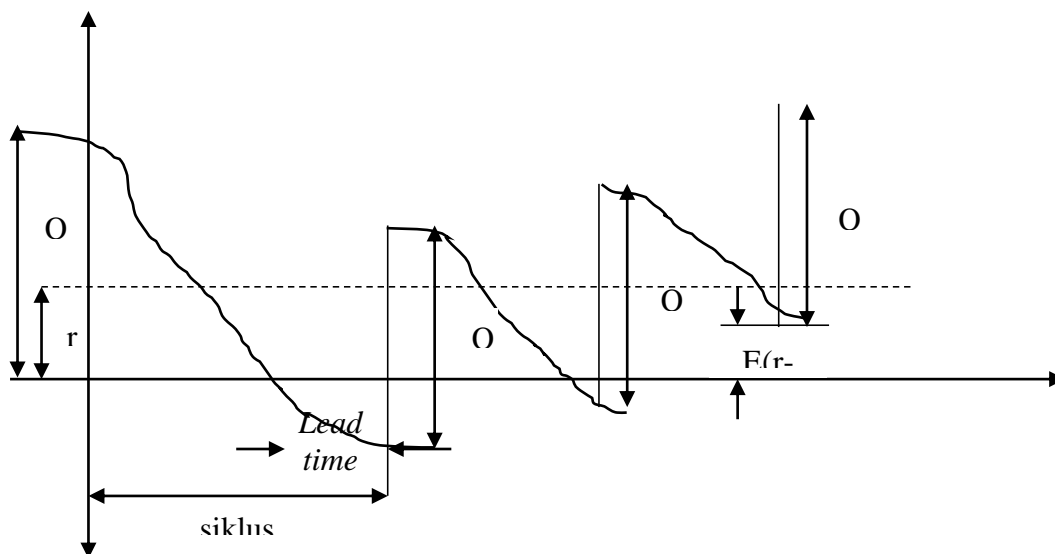


Gambar 2.6 Diagram Model Q  
Sumber: (Ristono, 2009)

Terdapat dua kondisi dalam persediaan ini, pertama ada kondisi *back order*. Yang kedua adalah kondisi *lost sales*. Berikut penjelasannya.

### 2.5.1 Model Persediaan Probabilistik *Continuous Review Back Order*

Level persediaan yang ditinjau kontinyu, dan pemesanan ukuran Q diletakkan setiap waktu jika level persediaan mencapai pemesanan r, objektifnya adalah untuk mendapatkan nilai optimum dari Q dan r bahwa perkiraan biaya persediaan per unit waktu minimal. Model ini digambarkan oleh gambar di bawah.



Gambar 2.7 Review Model – probabilitas kontinu

Sumber: (Ristono, 2009)

Notasi yang menjelaskan mengenai model ini sebagai berikut:

$D$  = rata-rata rate permintaan (unit/tahun)

$h$  = biaya simpan/*holding cost*

$\pi$  = biaya kekurangan per unit

$A$  = biaya pemesanan per sekali pesan

$\chi$  = rata-rata permintaan terhadap *lead time*

$G(x,t)$  = fungsi *density* probabilitas kondisional (p.df) terhadap permintaan  $x$  selama *lead time*  $t$ ,  $x > 0$

$l(t)$  = p.d.f *lead time*  $t$ ,  $t > 0$

$f(x)$  = p.d.f permintaan  $f$  selama *lead time*

$Q$  = jumlah pemesanan per siklus

$r$  = level pemesanan persediaan

$S(x)$  = kuantitas kekurangan per siklus

$\bar{S}_{(x)}$  = perkiraan per siklus

$N$  = jumlah pemesanan per tahun,  $N = \frac{D}{Q}$

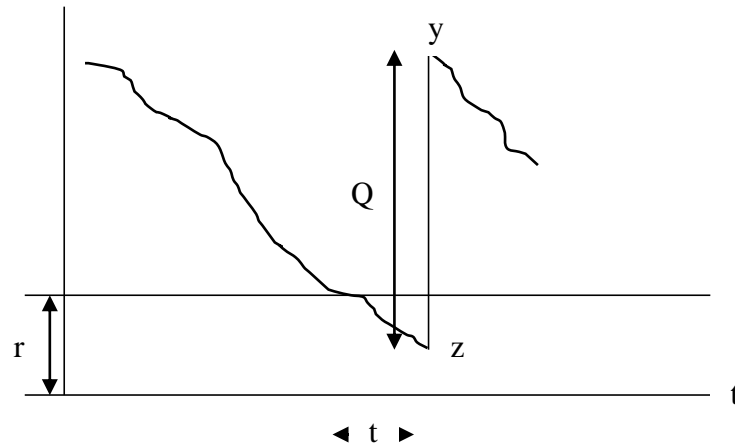
Persamaan untuk p.d.f pemesanan  $x$  absolut selama *lead time* adalah:

$$f(x) = \int_0^x g(x,y)l(t)dt$$

Total biaya persediaan  $TC(Q,r)$  meliputi perkiraan rata-rata biaya pemesanan annual, perkiraan biaya penyimpanan, dan perkiraan biaya kehabisan persediaan (dalam model ini adalah *back order*). Biasanya, untuk menandai apakah suatu persediaan habis

adalah dengan *back order* dan tercukupi kemudiannya atau apakah ada *lost sale*. Tiga komponen total biaya persediaan adalah biaya pemesanan, biaya simpan, dan *back order cost* yang diestimasikan sebagai berikut:

1. Biaya pemesanan: setiap waktu pemesanan dinyatakan baiayanya adalah \$A, rata-rata  $N = \frac{D}{Q}$  pemesanan dinyatakan per tahun. Maka biaya pemesanan  $\frac{AD}{Q}$ .
2. Biaya simpan: adalah  $h \times l$  dengan  $l$  adalah rata-rata perbedaan persediaan tiap siklus.



Gambar 2.8 Tipikal Siklus Persediaan

Sumber: (Ristono, 2009)

Level  $z$  terjadi setelah periode kedatangan pergantian pesanan. Level  $y$  hanya terjadi setelah kedatangan pergantian pesanan. Rata-rata level persediaan:

$$\bar{I} = E\{z\} + \frac{1}{2}(E\{y\} - E\{z\})$$

Ketika pemesanan dinyatakan dengan  $r$  dan permintaan terjadi terhadap *lead time* adalah  $l$  dari  $r$  ke  $z$ , maka:

$$E\{z\} = \int_0^x (r - x)f(x)dx = r - E\{x\}$$

Ketika pesanan datang, level persediaan meningkat sebesar  $Q$ , maka:

$$E\{y\} = E\{z\} + Q = rE\{x\} + Q$$

Maka nilai  $\bar{I}$  adalah:

$$\begin{aligned} \bar{I} &= E\{z\} + \frac{1}{2}(E\{y\} - E\{z\}) \\ &= \frac{Q}{2} + r - E\{x\} \end{aligned}$$

Jika nilai  $E\{x\}$  (permintaan saat *lead time* adalah  $D_l$ ), maka:

$$\bar{I} = \frac{Q}{2} + r - D_l$$

Persamaan  $\bar{I}$  di atas merupakan perkiraan nilai dari  $\bar{I}$  yang sesungguhnya, karena model di atas dibangun dari konsep persediaan satu periode. Pada gambar di atas terlihat bahwa terdapat *inventory on-hand*, dan jumlahnya relatif sedikit (level  $z$ ). Level persediaan yang ditunjukkan oleh level  $z$  ini disebut *safety stock*. *Safety stock* ini adalah persediaan yang digunakan untuk mengantisipasi kekurangan persediaan karena adanya permintaan tak terduga. Pada gambar sebelumnya, secara eksplisit terlihat bahwa kekurangan persediaan mungkin terjadi, biasanya besar kekurangan persediaan jauh lebih kecil dari rata-rata persediaan yang ada. Sehingga dapat dikatakan model untuk menghitung rata-rata persediaan ( $\bar{I}$ ) di atas dapat menggambarkan kondisi sesungguhnya jumlah back order lebih kecil dari jumlah pemesanan.

### 3. *Back order cost*

Jumlah kekurangan ketika terjadi kekurangan dihitung dengan:

$$S(x) = \begin{cases} 0, & x \leq r \\ x - r, & x > r \end{cases}$$

Perkiraan kekurangan persediaan dihitung dengan:

$$\bar{S}_{(x)} = \int_0^x S(x)f(x)dx = \int_0^x (x - r)f(x)dx$$

Jika dalam satu tahun ada  $N$  siklus, maka perkiraan kekurangan persediaan pertahun adalah:

$$\bar{S}_{(x)}(N) = \frac{\bar{S}_{(x)}D}{Q}$$

Sehingga total biaya persediaan untuk model ini adalah:

$$TC(Q,r) = \frac{AD}{Q} + h\left(\frac{Q}{2} + r - D_l\right) + \frac{\pi D}{Q}\bar{S}_{(x)}$$

Selanjutnya mencari persamaan untuk menghitung nilai *order quantity* ( $Q$ ) dan *reorder level* ( $r$ ). Nilai optimal  $Q$  dan  $r$  dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{\partial TC(Q,r)}{\partial Q} = \frac{-AD}{Q^2} + h\frac{1}{2} - \frac{\pi D S(x)}{Q^2} = 0$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D[A + \pi S(x)]}{h}}$$

$$\frac{\partial TC(Q,r)}{\partial r} = h - \frac{\pi D}{Q} \int_r^x f(x)dx = 0$$

$$\int_r^x f(x)dx = \frac{hQ^*}{\pi D}$$

Persamaan di atas menunjukkan hubungan antara *reorder level* dengan parameter biaya. Jika  $\pi$  lebih besar dari  $h$  maka lebih baik jika menyimpan banyak persediaan di gudang daripada menanggung resiko kehabisan persediaan.

Perhitungan untuk mencari nilai  $Q^*$  dan  $r^*$  ( $Q$  optimal dan  $r$  optimal) maka menggunakan langkah iteratif. Berikut adalah langkah iteratifnya:

Langkah 1 : nilai  $\bar{S}_{(x)} = 0$ , lalu hitung nilai  $Q^* = Q_1 = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$

Langkah 2 : hitung  $r_1$  menggunakan persamaan  $\int_r^x f(x)dx = \frac{hQ^*}{\pi D}$  dengan  $Q_1^*$  nilai sebelumnya.

Langkah 3 : hitung  $\bar{S}_{(x)_i}$  dengan persamaan menggunakan nilai  $r_i$ , lalu hitung  $Q_i^*$  selanjutnya.

Langkah 4 : hitung nilai  $r_i$  dengan nilai  $Q_i^*$  hasil langkah 3

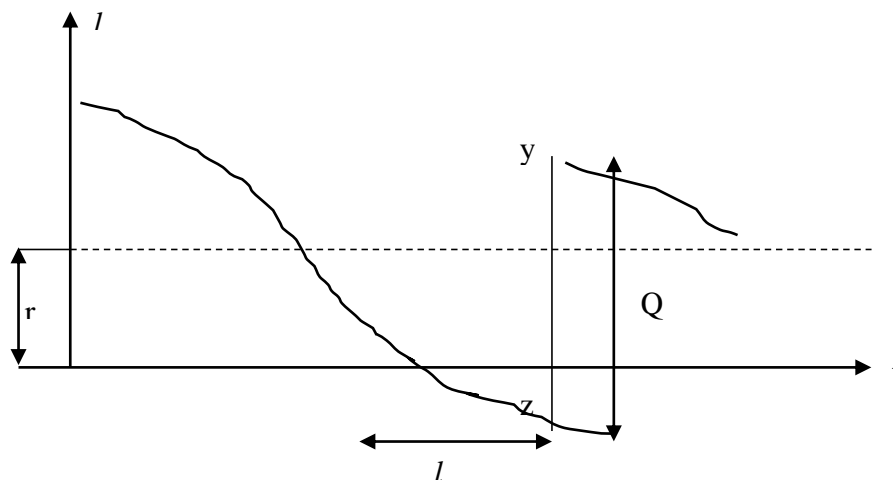
Langkah 5 : ulangi langkah 3 dan 4 sampai didapat nilai  $r$  dan  $Q$  yang hampir sama ditiap iterasinya.

Langkah 6 : tetapkan nilai  $Q$  dan  $r$  hasil langkah 5 sebagai solusi optimal ( $Q^*$  dan  $r^*$ ).

### 2.5.2 Model Persediaan Probabilistik *Continuous Review Lost Sales*

Jika model *lost sales* dan model *back order* dibandingkan, maka terdapat dua perbedaan. Dari sisi biaya kehabisan persediaan ( $\pi$ ), kasus *lost sales* mendefinisikan biaya ini sebagai kerugian karena tidak mendapat keuntungan. Dalam kasus *back order*, biaya ini tidak termasuk biaya kerugian karena semua permintaan dapat dipenuhi. Lalu dari sisi kehabisan persediaan, dalam model ini akan dimasukkan ketika pembangunan model ketika menghitung level persediaan ( $l$ ). Berikut adalah penggambaran kondisi tersebut.





Gambar 2.9 Siklus Persediaan Keadaan Stockout

Sumber: (Ristono, 2009)

Pada keadaan stockout, rata-rata persediaan:

$$\bar{I} = E\{z\} + \frac{1}{2}(E\{y\}F(x))dx \text{ dengan nilai } E\{z\} = \int_0^x (r-x)f(x) dx$$

Nilai  $E\{z\}$  pada model ini berbeda dengan model sebelumnya. Dimana pada kasus *lost sales*, ketika permintaan saat *lead time* melebihi *reorder level* ( $r$ ), kelebihan tersebut dianggap *lost sales*. Sehingga level persediaan tidak mungkin negatif, maka:

$$E\{z\} = \int_0^x (r-x)f(x) dx + \int_r^x (r-x)f(x) dx = r - E\{x\} + \bar{S}_{(x)}$$

Dimana  $E\{x\} = Dl$ , juga  $E\{y\} = E\{z\} + Q = r - E\{x\} + \bar{S}_{(x)} + Q$

Maka nilai:

$$\bar{I} = r - Dl + \bar{S}_{(x)} + \frac{Q}{2}$$

Total biaya persediaan dihitung dengan:

$$TC(Q,r) = \frac{AD}{Q} + h \left[ \frac{Q}{2} + r - Dl + \bar{S}_{(x)} \right] + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}_{(x)}$$

Selanjutnya mencari persamaan untuk menghitung nilai *order quantity* ( $Q$ ) dan *reorder level* ( $r$ ). Nilai optimal  $Q$  dan  $r$  dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D[A+\pi S(x)]}{h}}$$

$$\int_r^x f(x)dx = \frac{hQ^*}{hQ^* + \pi D}$$

Mengenai perhitungan untuk mencari  $Q^*$  dan  $r^*$  menggunakan metode iteratif dengan langkah seperti model persediaan sebelumnya.

Jika dibandingkan dengan model *continuous review* kasus *back order*, terdapat perbedaan pada perhitungan *reorder level* ( $r$ ). Nilai  $r$  pada model ini memiliki nilai yang

tinggi sehingga *safety stock* yang dimiliki juga lebih tinggi daripada kasus *back order*. Nilai  $r$  ini berpengaruh pada nilai  $\bar{S}_{(x)}$  yang cenderung lebih kecil karena untuk mendapatkan  $r$  yang tinggi. Nilai  $Q$  pada model ini menjadi lebih kecil.

## 2.6 Safety Stock

*Safety stock* merupakan persediaan yang disiapkan untuk mengantisipasi adanya perbedaan antara peramalan dan permintaan aktual, antara *lead time* yang diharapkan dan *lead time* aktualnya, dan peristiwa yang tidak terduga lainnya. Perhitungan *safety stock* dilakukan dengan persamaan berikut:

$$SS = Z \times S_{dl}$$

Besarnya nilai *safety stock* tergantung pada ketidakpastian pasokan maupun permintaan. Nilai  $S_{dl}$  bisa dicari dengan mengumpulkan langsung data permintaan selama *lead time* atau berdasarkan data rata-rata dan standar deviasi dari dua komponen penyusunnya yaitu permintaan per period dan *lead time*. Empat kondisi dalam penentuan nilai  $S_{dl}$  sebagai berikut (Pujawan, 2005).

Variabel	$S_{dl} = S_d \times \sqrt{l}$	$S_{dl} = \sqrt{d^2 \times s_1^2 \times l \times s_d^2}$
	<i>Safety Stock</i> ditentukan oleh ketidakpastian permintaan.	<i>Safety Stock</i> ditentukan oleh interaksi dua ketidakpastian.
Permintaan	$S_{dl} = 0$ Tidak diperlukan <i>safety stock</i> , situasi deterministik.	$S_{dl} = d \times S_l$ <i>Safety Stock</i> ditentukan oleh ketidakpastian <i>lead time</i> .
Konstan	Konstan	Variabel
		<i>Lead time</i>

Gambar 2.10 Interaksi Permintaan dan *Lead Time* pada Penentuan *Safety Stock*

Sumber: (Pujawan, 2005)

Keterangan:

- SS = *Safety Stock*
- l = *Lead time*
- $S_d$  = standar deviasi permintaan
- $S_{dl}$  = standar deviasi *lead time*
- Z = nilai *service level* (1,645)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

Pada bab ini akan diuraikan mengenai langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan, sehingga diketahui tahapan dan ruang lingkup penelitian. Dalam bab ini juga akan membahas metode yang digunakan dalam melakukan penelitian. Penelitian ini dilakukan secara sistematis baik pada pengambilan data dari studi literatur maupun pengambilan data primer melalui survei.

#### **3.1 Identifikasi Masalah**

Penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi permasalahan dari penelitian terdahulu mengenai pengendalian persediaan. Observasi dilakukan bersamaan dengan studi literatur yang dapat mendasari penelitian ini. Selanjutnya dilakukan pengidentifikasian permasalahan yang ada berdasarkan observasi yang dilakukan, dengan dasar literatur yang ada. Sehingga dapat dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan di PT Semen Padang.

Berdasarkan pengidentifikasian permasalahan, diketahui permasalahan mengenai persediaan bahan bakar ada pada bahan bakar batu bara. Penelitian ini berusaha untuk mengetahui jumlah pemesanan dan waktu pemesanan batu bara. Dalam hal ini berkaitan dengan total biaya persediaan. Total biaya persediaan untuk masing-masing model dibandingkan dengan kebijakan perusahaan, nantinya akan dipilih mana total biaya persediaan yang paling minimal.

### **3.2 Objek Penelitian**

Penelitian dilakukan di PT Semen Padang yang berlokasi di Indarung, Padang, Sumatera Barat. Objek penelitian ini adalah perencanaan dan pengendalian persediaan bahan bakar batu bara yang dilihat dari sisi komponen biaya persediaan.

### **3.3 Metode Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang paling strategis dalam penelitian, karena tujuan utama dari penelitian adalah mendapatkan data (Sugiyono, 2013). Dalam penelitian ini, pengumpulan data yang akan mendukung penelitian menggunakan metode sebagai berikut.

#### **3.3.1 Data Primer**

Data primer yang dikumpulkan dan dapat mendukung penelitian ini didapatkan dengan pengamatan dan pencatatan langsung di perusahaan. Berikut adalah data primer yang didapatkan berdasarkan:

1. Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data, dimana peneliti melakukan pengamatan secara langsung ke objek penelitian untuk melihat dari dekat kegiatan yang dilakukan (Riduwan, 2004). Observasi yang dapat mendukung penelitian ini dilakukan dengan mengamati proses produksi semen secara langsung ke masing-masing pabrik dan mengamati pengendalian persediaan bahan baku di masing-masing gudangnya.

2. Wawancara

Wawancara merupakan pertemuan dua orang untuk bertukar informasi dan ide melalui tanya jawab, sehingga dapat dikonstruksikan makna dalam suatu topik tertentu (Sugiyono, 2013). Dalam penelitian ini, informasi yang didapatkan dari wawancara berupa sejarah perusahaan, proses produksi, dan hal lainnya yang berkaitan dengan penelitian. Wawancara ini dilakukan ke beberapa karyawan perusahaan yang berkaitan dengan proses produksi dan pengendalian persediaan.

### 3. Kajian Pustaka

Kajian pustaka yang dilakukan adalah membaca buku, jurnal, dan penelitian terdahulu yang dapat mendukung penelitian ini.

#### 3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder dikumpulkan untuk mendukung penelitian ini. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan data historis perusahaan. Berikut adalah data-data yang digunakan berasal dari data historis perusahaan.

##### 1. Biaya dalam Persediaan

- Biaya pembelian (*purchase cost*) berupa harga perunit apabila item dibeli dari pihak luar, atau biaya produksi perunit apabila diproduksi dalam perusahaan.
- Biaya pemesanan (*order cost/setup cost*) berupa biaya membuat daftar permintaan, menganalisis *supplier*, membuat pesanan pembelian, penerimaan bahan, inspeksi bahan, dan pelaksanaan proses transaksi.
- Biaya simpan (*carrying cost/holding cost*) berupa biaya modal, pajak, asuransi, pemindahan persediaan, keusangan dan semua biaya yang dikeluarkan untuk memelihara persediaan.
- Biaya kekurangan persediaan (*stockout cost*) berupa biaya kekurangan kesempatan penjualan, biaya kehilangan kesempatan keuntungan, biaya penundaan pengiriman, dan *idle* kapasitas.

##### 2. Data Penjualan Semen

Data penjualan semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah data penjualan dalam periode 12 bulan tahun 2017. Data ini digunakan untuk melakukan perencanaan produksi semen untuk 12 bulan berikutnya.

##### 3. Data Produksi Semen

Data penjualan semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah data penjualan dalam periode 12 bulan tahun 2017. Data ini sebagai alat analisis antara produksi dengan penjualan.

##### 4. Data Perencanaan dan Penggunaan Batu Bara

Data penggunaan batu bara yang digunakan dalam penelitian ini dalam periode 12 bulan tahun 2017. Data ini digunakan untuk melakukan perencanaan pengadaan batu bara untuk 12 bulan berikutnya.

## 5. *Bill of Material* (BOM)

*Bill of material* digunakan untuk mengetahui jumlah batu bara yang digunakan untuk sekali produksi semen.

### 3.4 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah mendapatkan semua data yang dibutuhkan pada penelitian ini. Berdasarkan kajian pustaka yang telah dilakukan dan disesuaikan dengan tujuan penelitian, berikut adalah proses pengolahan data pada penelitian ini:

#### 3.4.1 Peramalan Permintaan

Berikut adalah tahapan dalam peramalan permintaan semen untuk 12 periode tahun 2018:

1. Menganalisis pola data penjualan semen tahun 2017.

2. Peramalan permintaan

Peramalan permintaan dilakukan menggunakan data penjualan 12 periode di tahun 2017. Peramalan permintaan dilakukan untuk 12 periode selanjutnya di tahun 2018. Metode peramalan yang digunakan dalam peramalan permintaan berdasarkan pola data adalah metode peramalan *time series*. Beberapa metode yang digunakan adalah regresi linier, *simple moving average* (SMA), *weighted moving average* (WMA), dan *single exponential smooting* (SES).

3. Perbandingan grafik

Membandingkan antara data penjualan dengan data peramalan untuk melihat grafik mana yang paling mendekati. Jika antara grafik data penjualan mendekati grafik data peramalan maka dapat diindikasikan bahwa peramalan tersebut baik, namun belum merupakan peramalan yang terbaik untuk meramalkan permintaan semen.

4. Menghitung akurasi peramalan

Penentuan metode terbaik dilakukan dengan menghitung hasil akurasi peramalan berdasarkan perbandingan grafik yang telah dilakukan. Hasil akurasi peramalan dilakukan dengan menggunakan metode *mean absolute deviation* (MAD), *mean square error* (MSE), dan *mean absolute percentage error* (MAPE).

### 3.4.2 Menghitung *Safety Stock*

Perhitungan *safety stock* ini digunakan untuk mempersiapkan persediaan ketika terjadi perbedaan antara peramalan dan permintaan aktual. Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui jumlah semen yang harus ada di gudang untuk tiap periode selama 12 periode di tahun 2018. Perhitungan *safety stock* dilakukan dengan persamaan berikut:

$$SS = Z \times S_{dl}$$

Besarnya nilai *safety stock* tergantung pada ketidakpastian pasokan maupun permintaan. Nilai  $S_{dl}$  bisa dicari dengan mengumpulkan langsung data permintaan selama *lead time* atau berdasarkan data rata-rata dan standar deviasi dari dua komponen penyusunnya yaitu permintaan per period dan *lead time*. Empat kondisi dalam penentuan nilai  $S_{dl}$ .

### 3.4.3 Menghitung Produksi dan Kebutuhan Bahan Bakar

Perhitungan pada tahap ini dilakukan untuk mengetahui jumlah semen yang akan diproduksi untuk masing-masing periode berdasarkan peramalan dan nilai *safety stock*. Selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan bahan bakar menggunakan data produksi yang dikalikan dengan *bill of material* (BOM). Lalu akan didapatkan kebutuhan batu bara sesuai dengan BOM yang telah ditentukan perusahaan.

### 3.4.4 Pengendalian Persediaan Model *Continuous Review Back Order*

Pemesanan yang dilakukan dengan model ini dilakukan jika persediaan sudah mencapai *reorder level* ( $r$ ). Jumlah bahan bakar batu bara yang dipesan untuk tiap periodenya tetap, sedangkan jarak waktu pemesanan berubah-ubah tergantung kondisi persediaan yang ada di gudang dengan melihat nilai *reorder level* ( $r$ ). Model yang digunakan adalah model yang telah dijelaskan pada bab II, berikut persamaan yang digunakan.

1. Perkiraan kekurangan persediaan

$$\bar{S}_{(x)} = \int_0^x S(x)f(x)dx = \int_0^x (x - r)f(x)dx$$

2. *Order quantity* (Q)

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D[A + \pi S(x)]}{h}}$$

3. *Reorder level* ( $r$ )

$$\int_r^x f(x)dx = \frac{hQ^*}{\pi D}$$

## 4. Total biaya persediaan

$$TC(Q,r) = \frac{AD}{Q} + h\left(\frac{Q}{2} + r - D_l\right) + \frac{\pi D}{Q}\bar{S}_{(x)}$$

Berdasarkan persamaan yang telah dijabarkan di atas, maka langkah perhitungan iteratif yang harus dilakukan adalah:

Langkah 1 : nilai  $\bar{S}_{(x)} = 0$ , lalu hitung nilai  $Q^* = Q_1 = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$

Langkah 2 : hitung  $r_1$  menggunakan persamaan  $\int_r^x f(x)dx = \frac{hQ^*}{\pi D}$  dengan  $Q_i^*$  nilai sebelumnya.

Langkah 3 : hitung  $\bar{S}_{(x)_i}$  dengan persamaan  $\bar{S}_{(x)} = \int_0^x (x-r)f(x)dx$  menggunakan nilai  $r_i$ ,

Langkah 4 : hitung  $Q_i^*$  selanjutnya menggunakan  $Q^* = \sqrt{\frac{2D[A+\pi S(x)]}{h}}$  dengan  $\bar{S}_{(x)_i}$  sebelumnya.

Langkah 5 : hitung nilai  $r_i$  dengan nilai  $Q_i^*$  hasil langkah 4.

Langkah 6 : ulangi langkah 3 sampai 5 hingga mendapatkan nilai  $r$  dan  $Q$  yang hampir sama di tiap iterasinya.

Langkah 7 : tetapkan nilai  $Q$  dan  $r$  hasil langkah 6 sebagai solusi optimal ( $Q^*$  dan  $r^*$ ).

Langkah 8 : menghitung total biaya persediaan dengan  $TC(Q,r) = \frac{AD}{Q} + h\left(\frac{Q}{2} + r - D_l\right) + \frac{\pi D}{Q}\bar{S}_{(x)}$ .

### 3.4.5 Pengendalian Persediaan Model *Continuous Review – Lost Sales*

Pemesanan yang dilakukan dengan model ini dilakukan jika persediaan sudah mencapai *reorder level* ( $r$ ). Jumlah bahan bakar batu bara yang dipesan untuk tiap periodenya tetap, sedangkan jarak waktu pemesanan berubah-ubah tergantung kondisi persediaan yang ada di gudang dengan melihat nilai *reorder level* ( $r$ ). Model yang digunakan adalah model yang telah dijelaskan pada bab II, berikut persamaan yang digunakan.

## 1. Perkiraan kekurangan persediaan

$$\bar{S}_{(x)} = \int_0^x S(x)f(x)dx = \int_0^x (x-r)f(x)dx$$



2. *Order quantity (Q)*

$$Q^* = \sqrt{\frac{2D[A+\pi S(x)]}{h}}$$

3. *Reorder level (r)*

$$\int_r^x f(x)dx = \frac{hQ^*}{hQ^*+\pi D}$$

## 4. Total biaya persediaan

$$TC(Q,r) = \frac{AD}{Q} + h \left[ \frac{Q}{2} + r - D_l + \bar{S}_{(x)} \right] + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}_{(x)}$$

Berdasarkan persamaan yang telah dijabarkan di atas, maka langkah perhitungan iteratif yang harus dilakukan adalah:

Langkah 1 : nilai  $\bar{S}_{(x)} = 0$ , lalu hitung nilai  $Q^* = Q_1 = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$

Langkah 2 : hitung  $r_i$  menggunakan persamaan  $\int_r^x f(x)dx = \frac{hQ^*}{hQ^*+\pi D}$  dengan  $Q_i^*$  nilai sebelumnya.

Langkah 3 : hitung  $\bar{S}_{(x)_i}$  dengan persamaan  $\bar{S}_{(x)} = \int_0^x (x-r)f(x)dx$  menggunakan nilai  $r_i$ ,

Langkah 4 : hitung  $Q_i^*$  selanjutnya menggunakan  $Q^* = \sqrt{\frac{2D[A+\pi S(x)]}{h}}$  dengan  $\bar{S}_{(x)_i}$  sebelumnya.

Langkah 5 : hitung nilai  $r_i$  dengan nilai  $Q_i^*$  hasil langkah 4.

Langkah 6 : ulangi langkah 3 sampai 5 hingga mendapatkan nilai  $r$  dan  $Q$  yang hampir sama di tiap iterasinya.

Langkah 7 : tetapkan nilai  $Q$  dan  $r$  hasil langkah 7 sebagai solusi optimal ( $Q^*$  dan  $r^*$ ).

Langkah 8 : menghitung total biaya persediaan dengan  $TC(Q,r) = \frac{AD}{Q} + h \left[ \frac{Q}{2} + r - D_l + \bar{S}_{(x)} \right] + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}_{(x)}$ .

### 3.5 Analisis dan Pembahasan

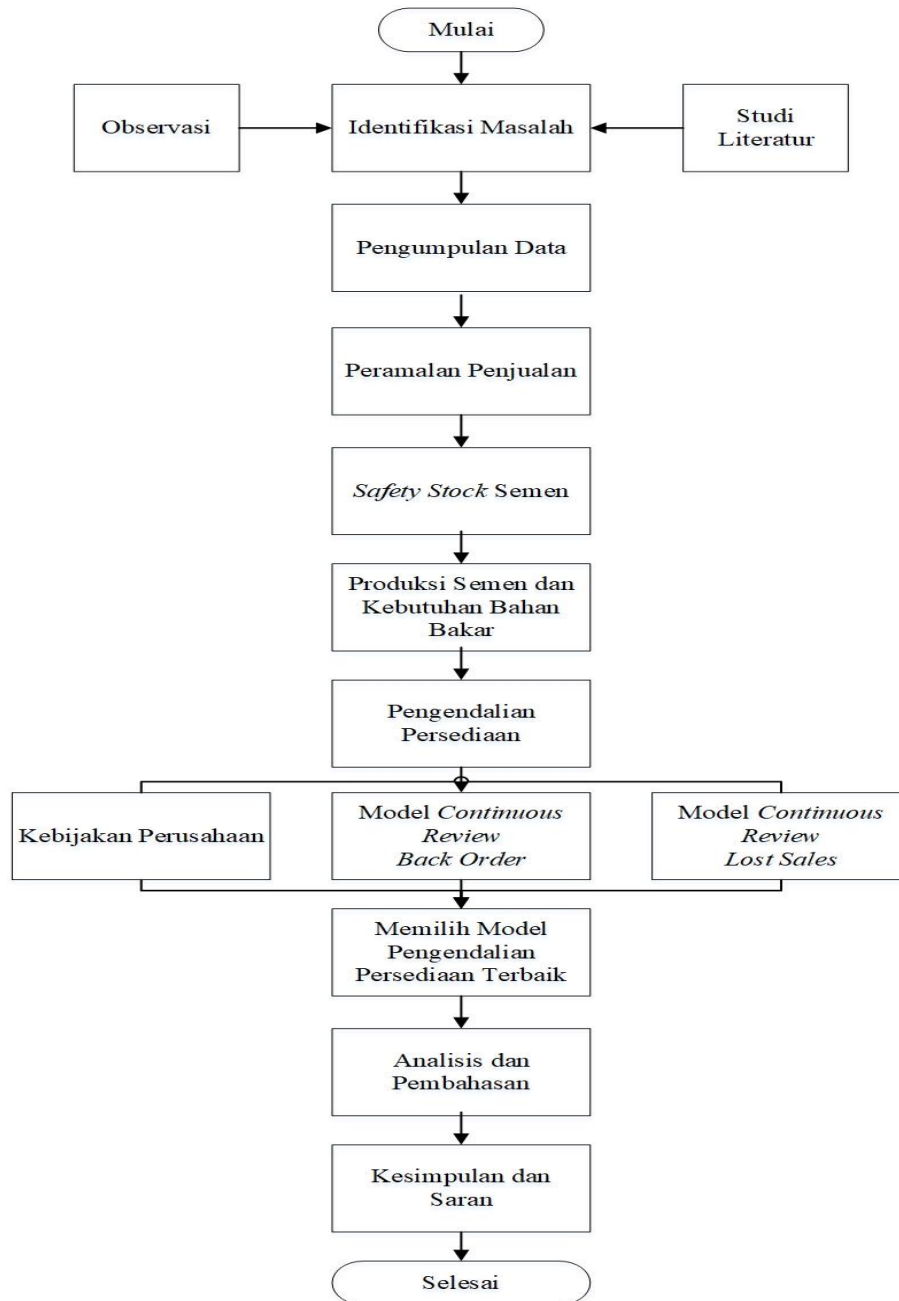
Pada bagian ini menganalisis dan membahas hasil perhitungan yang telah dilakukan. Sehingga diperoleh waktu pemesanan dan jumlah pemesanan yang dibutuhkan dalam pengadaan bahan bakar batu bara ini. Pengadaan ini dianalisis juga dari segi biaya yang terjadi selama proses pengadaan batu bara sampai penyimpanannya.

### **3.6 Kesimpulan dan Saran**

Dari alur penelitian yang menunjukkan langkah-langkah penelitian, maka bagian akhir berupa penarikan kesimpulan dan pemberian saran. Dari data yang telah dikumpulkan dan diolah sehingga didapatkan analisis dari hasil pengolahan data tersebut, sehingga didapatkan kesimpulan penelitian. Kesimpulan dari penelitian ini sebagai output penelitian dan sebagai dasar pemberian saran untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

### 3.7 Flowchart Penelitian

Berikut adalah *flowchart* penelitian untuk mengetahui gambaran penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

##### 4.1.1 Profil Perusahaan

Profil singkat mengenai PT Semen Padang sebagai berikut.



Gambar 4.1 Logo PT Semen Padang  
Sumber: [www.semenpadang.co.id](http://www.semenpadang.co.id), 2018.

Nama perusahaan : PT Semen Padang.

Jenis perusahaan : Persero.

Tahun berdiri : 1910.

Alamat perusahaan : Kelurahan Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kotamadya Padang, Sumatera Barat.

PT Semen Padang memiliki visi dan misi. Visi yang dimiliki PT Semen Padang adalah "Menjadi perusahaan persemenan yang andal, unggul dan berwawasan lingkungan

di Indonesia bagian barat dan Asia Tenggara". Misi yang dimiliki PT Semen Padang sebagai berikut.

1. Memproduksi dan memperdagangkan semen serta produk terkait lainnya yang berorientasi kepuasan pelanggan.
2. Mengembangkan SDM yang kompeten, profesional dan berintegritas tinggi.
3. Meningkatkan kemampuan rekayasa dan *engineering* untuk mengembangkan industri semen nasional.
4. Memberdayakan, mengembangkan dan mensinergikan sumber daya perusahaan yang berwawasan lingkungan.
5. Meningkatkan nilai perusahaan secara berkelanjutan dan memberikan yang terbaik kepada stakeholder.

PT Semen Padang didirikan pada tanggal 18 Maret 1910 dengan nama NV Nederlandsch Indische *Portland Cement Maatschappij* (NV NIPCM) yang merupakan pabrik semen pertama di Indonesia dan Asia Tenggara. Pada tanggal 5 Juli 1958 Perusahaan dinasionalisasi oleh Pemerintah Republik Indonesia dari Pemerintah Belanda. Selama periode ini, Perusahaan mengalami proses kebangkitan kembali melalui rehabilitasi dan pembangunan kapasitas Pabrik Indarung I menjadi 330.000 ton/tahun. Selanjutnya pabrik melakukan transformasi pengembangan kapasitas pabrik dari teknologi proses basah menjadi proses kering dengan dibangunnya Pabrik Indarung II, III dan IV. Pada tanggal 10 Februari 1973 (Pendirian Badan Hukum-Perseroan Terbatas). Pemerintah mengalihkan kepemilikan sahamnya di Semen Padang ke PT Semen Gresik (Persero), Tbk bersamaan dengan pengembangan Pabrik Indarung V.

Di tahun 2012, PT Semen Gresik (Persero), Tbk telah berganti nama menjadi PT Semen Indonesia (Persero), Tbk berdasarkan keputusan RUPSLB tanggal 20 Desember 2012 di Jakarta, dengan kepemilikan saham sebesar 99,99% dan Koperasi Keluarga Besar Semen Padang dengan saham sebesar 0,01%. PT Semen Indonesia (Persero), Tbk sendiri sahamnya dimiliki mayoritas oleh Pemerintah Republik Indonesia sebesar 51,01% dan pemegang saham publik sebesar 48,99%. Dan saat itu Semen Padang sedang membangun pabrik baru Indarung VI dengan kapasitas 3 juta ton/tahun berdasarkan persetujuan pemegang saham dalam keputusan RUPS tanggal 19 November 2012. Di tahun 2015, Semen Padang fokus pada pelaksanaan program strategis melalui Penguatan Operasional Ekselen dan Efisiensi Biaya dengan Tetap Mengutamakan Kepedulian Lingkungan untuk Pengembangan Perusahaan.

#### 4.1.2 Hasil Produksi

Berikut adalah produk utama yang dihasilkan oleh PT Semen Padang:

1. *Ordinary Portland Cement* (OPC), terdiri dari:
  - a. *Portland Cement Type I*
  - b. *Portland Cement Type II*
  - c. *Portland Cement Type V*
  - d. *Oil Well Cement* (OWC)
2. *Non Ordinary Portland Cement* (Non OPC), terdiri dari:
  - a. *Portland Pozzolan Cement* (PPC)
  - b. *Portland Composite Cement* (PCC)

Jaringan distribusi yang dimiliki PT Semen Padang dalam pengiriman produk ke konsumen dilakukan melalui jaringan distribusi yang terdiri dari distributor, agen dan toko. Beberapa daerah pemasaran PT Semen Padang berdasarkan produk semen antara lain:

1. Produk semen *Portland* tipe I, *Super Masonry Cement* (SMC) dan *Portland Pozzolan Cement* (PPC)

Daerah pemasaran produk tersebut meliputi seluruh wilayah provinsi di pulau Sumatera, DKI Jakarta, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Kalimantan Barat.

2. Produk semen *Portland* Tipe II, III, V dan *Oil Well Cement* (OWC)

Daerah pemasaran produk tersebut adalah daerah yang telah disebutkan dan ke daerah lain yang memerlukannya.

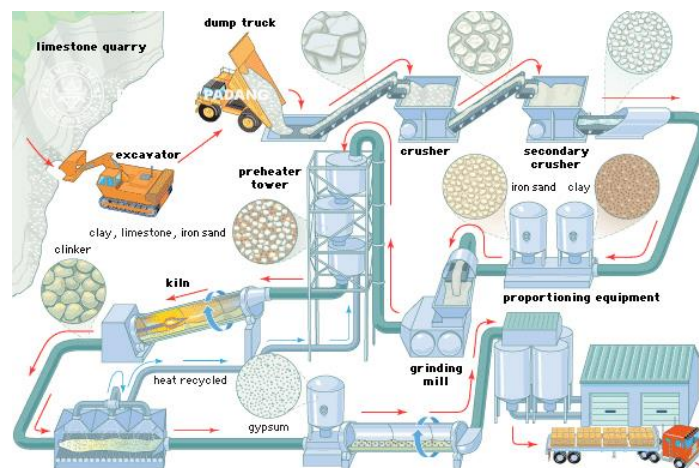
Selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, PT Semen Padang juga mengekspor semen ke Bangladesh, Myanmar, Srilangka, Maldives, Philipina, Singapura, Brunei, Timor-timor, Madagaskar, Kuwait dan lain-lain.

PT Semen Padang hampir 63% mendistribusikan semen melalui angkutan laut dalam kemasan zak dan curah. Distribusi ke daerah pasar melalui angkutan darat seperti ke daerah sumatera Barat, Tapanuli Selatan, Riau Daratan, Bengkulu dan Jambi dikantongkan di Pengantongan Indarung (PPI) dan Distribusi melalui angkutan laut pengantongan semen dilakukan di tempat pengantongan Teluk Bayur. Untuk memudahkan pendistribusian PT Semen Padang juga mempunyai *paking plant* di Belawan, Batam, Tanjung Priok, Ciwandan, dan Aceh serta fasilitas dermaga dan gudang di Dumai.



Selanjutnya bubuk *raw mix* dihisap ke *suspension preheater*. *Preheater* ini membantu pemanasan awal dari *raw mix*. Pada rangkaian *suspension preheater* terdapat *calciner* tempat terjadinya proses kalsinasi. Ada dua jenis *calciner*, *Separated Line Calciner* (SLC) dan *In-Line Calciner* (ILC). SLC merupakan *calciner* yang memanfaatkan gas panas dari *cooler* dan ILC merupakan *calciner* yang memanfaatkan gas panas *kiln*. Setelah lepas dari rangkaian *Suspension Preheater*, material akan masuk ke *Kiln* dan akan dibakar menjadi terak. Proses pembakaran ini menggunakan serbuk *fine coal* dalam pembakarannya agar lebih sempurna.

Terak ini didinginkan ke *cooler*. *Cooler* ini ada 2 (dua) macam *planetary cooler* dan *grate cooler*. Dari *cooler* ini terak akan masuk ke Silo Terak. Silo terak ada yang berbentuk tabung dan ada yang berbentuk *dome silo*. Dari silo terak ini akan dibawa ke *cement mill* dengan *belt conveyor*. Di *cement mill*, terak akan digiling dan ditambahkan *gypsum* untuk *type I*. Untuk semen PCC pada penggilingan ini ditambahkan *gypsum*, *limestone* dan *pozzolan*. Setelah halus (disaring dengan separator), maka terbentuklah semen. Semen ini akan dikumpulkan di silo semen. Selanjutnya dapat didistribusikan ke pasar. Dalam proses distribusinya, ada yang *dipacking* dalam bentuk sak, ada dalam bentuk curah dengan wagon dan kapal curah.



Gambar 4.3 Proses Pembuatan Semen  
Sumber: [www.semenpadang.co.id](http://www.semenpadang.co.id), 2018.

Secara umum, proses produksi semen terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

1. Tahap penambangan bahan mentah (*quarry*). Bahan dasar semen adalah batu kapur, batu silika, tanah liat dan pasir besi. Bahan-bahan ini ditambang dengan menggunakan alat-alat berat kemudian dikirim ke pabrik semen.



2. Bahan mentah ini diteliti di Laboratorium, kemudian dicampur dengan proses proporsi yang tepat dan dimulai tahap penggilingan awal bahan mentah dengan mesin penghancur sehingga berbentuk serbuk.
3. Bahan kemudian dipanaskan di *preheater*.
4. Pemanasan dilanjutkan di dalam *kiln* sehingga bereaksi membentuk kristal klinker.
5. Kristal klinker ini kemudian didinginkan di *cooler* dengan bantuan angin. Panas dari proses pendinginan ini dialirkan lagi ke *preheater* untuk menghemat energi.
6. Klinker ini kemudian dihaluskan lagi dalam tabung yang berputar yang bersisi bola-bola baja sehingga menjadi serbuk semen yang halus.
7. Klinker yang telah halus ini disimpan dalam silo (tempat penampungan semen mirip tangki minyak pertamina).
8. Dari silo ini, semen dipak dan dijual ke konsumen.

#### 4.1.4 Data Perencanaan dan Realisasi Produksi Semen

Produksi semen yang dilakukan perusahaan didasarkan pada peramalan yang telah dilakukan oleh bidang terkait. Berikut adalah data perencanaan produksi semen yang akan dilakukan di tahun 2017.

Tabel 4.1 Rencana Produksi 2017

No	Periode (t)	Rencana (ton)
1	Januari 2017	479.100
2	Februari 2017	491.250
3	Maret 2017	579.600
4	April 2017	582.200
5	Mei 2017	612.775
6	Juni 2017	496.850
7	Juli 2017	520.175
8	Agustus 2017	688.600
9	September 2017	709.200
10	Oktober 2017	762.700
11	November 2017	744.375
12	Desember 2017	767.075
Total		7.433.900

Sumber: Data Perusahaan

Setelah dilakukan perencanaan, maka perencanaan tersebut direalisasikan kedalam produksi di tahun 2017, berikut adalah datanya.

Tabel 4.2 Realisasi Produksi Semen 2017

No	Periode (t)	Produksi (ton)
1	Januari 2017	446.440
2	Februari 2017	536.059
3	Maret 2017	498.653
4	April 2017	636.251
5	Mei 2017	591.395
6	Juni 2017	454.158
7	Juli 2017	610.036
8	Agustus 2017	713.417
9	September 2017	733.641
10	Oktober 2017	727.966
11	November 2017	769.001
12	Desember 2017	609.223
Total		7.326.240

Sumber: Data Perusahaan

#### 4.1.5 Data Penjualan Semen

Pada penelitian ini, dilakukan peramalan untuk memperkirakan penjualan semen PT Semen Padang untuk 12 periode selanjutnya. Data yang digunakan adalah semen yang terjual oleh PT Semen Padang pada tahun 2017 terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.3 Data Penjualan Semen Tahun 2017

No	Periode (t)	Penjualan (ton)
1	Januari 2017	490.865
2	Februari 2017	509.733
3	Maret 2017	496.190
4	April 2017	650.344
5	Mei 2017	579.873
6	Juni 2017	531.979
7	Juli 2017	598.438
8	Agustus 2017	672.067
9	September 2017	693.899
10	Oktober 2017	699.829
11	November 2017	691.905
12	Desember 2017	662.878
Total		7.278.000
Rata-rata		606.500

Sumber: Data Perusahaan

#### 4.1.6 Stok Persediaan Semen

Pada tahun 2017 dilakukan produksi dan penjualan ditiap bulannya. Tabel berikut menunjukkan kondisi *stock* semen pada tahun 2017 ditiap periodenya.

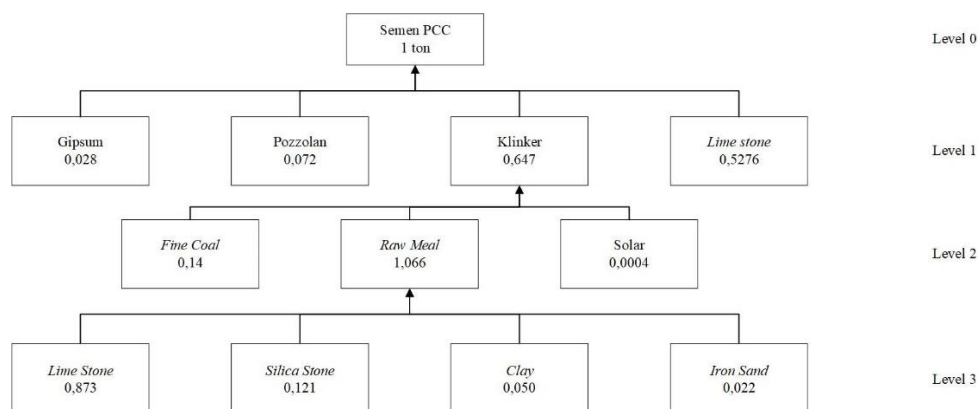
Tabel 4.4 Tabel Persediaan Semen Tahun 2017

No	Periode (t)	Penjualan (ton)	Produksi (ton)	Stock Awal (ton)	Stock Akhir (ton)
1	Januari 2017	490.865	446.440	198.711	154.286
2	Februari 2017	509.733	536.059	154.286	180.612
3	Maret 2017	496.190	498.653	180.612	183.075
4	April 2017	650.344	636.251	183.075	168.982
5	Mei 2017	579.873	591.395	168.982	180.504
6	Juni 2017	531.979	454.158	180.504	102.683
7	Juli 2017	598.438	610.036	102.683	114.281
8	Agustus 2017	672.067	713.417	114.281	155.631
9	September 2017	693.899	733.641	155.631	195.373
10	Oktober 2017	699.829	727.966	195.373	223.510
11	November 2017	691.905	769.001	223.510	300.606
12	Desember 2017	662.878	609.223	300.606	246.951

Sumber: Olah data

#### 4.1.7 Bill of Material (BOM)

*Bill of Material* (BOM) adalah definisi produk akhir yang terdiri dari daftar item, bahan, atau material yang dibutuhkan untuk merakit, mencampur atau memproduksi produk akhir. Dalam melakukan produksi untuk satu ton semen, dibutuhkan material dengan jumlah tertentu. Berikut adalah BOM pembuatan semen PCC di PT Semen Padang.



Gambar 4.4 *Bill of Material* Semen PCC

Sumber: Data Perusahaan

Berdasarkan BOM yang telah ditentukan perusahaan, dihitung jumlah kebutuhan baku berdasarkan perencanaan produksi semen 2017. Maka dalam memproduksi satu ton semen, dibutuhkan 0,14 ton *fine coal* atau batu bara.

#### 4.1.8 Stok Persediaan Batu Bara

Pada tahun 2017 dilakukan permintaan ke vendor batu bara dan konsumsi batu bara tiap bulannya. Tabel berikut menunjukkan kondisi stok batu bara pada tahun 2017 ditiap periodenya.

Tabel 4.5 Tabel Persediaan Batu Bara 2017

No	Periode	Penerimaan (ton)	Konsumsi (ton)	Stok Awal (ton)	Stok Akhir (ton)
1	Januari 2017	78.162	78.584	15.305	2.929
2	Februari 2017	103.104	92.944	2.929	986
3	Maret 2017	97.346	67.742	986	20.588
4	April 2017	167.551	150.464	20.588	16.888
5	Mei 2017	148.178	132.179	16.888	13.453
6	Juni 2017	101.674	92.581	13.453	10.533
7	Juli 2017	189.830	115.693	10.533	68.748
8	Agustus 2017	147.550	135.665	68.748	62.634
9	September 2017	162.415	145.618	62.634	58.896
10	Oktober 2017	170.241	144.002	58.896	64.132
11	November 2017	166.645	154.430	64.132	55.253
12	Desember 2017	203.186	121.958	55.253	119.049

Sumber: Olah data.

Berdasarkan data, terdapat perbedaan pada jumlah yang seharusnya dengan data yang ada. Hal tersebut diindikasikan adanya penyusutan pada batu bara. Berikut adalah selisih persediaan batu bara beserta prosentase penyusutannya.

Tabel 4.6 Penyusutan Batu Bara Tahun 2017

Periode	Selisih (ton)	Prosentase
Januari 2017	11.954	15,21%
Februari 2017	12.103	13,02%
Maret 2017	10.001	14,76%
April 2017	20.787	13,82%
Mei 2017	19.434	14,70%
Juni 2017	12.012	12,97%
Juli 2017	15.923	13,76%
Agustus 2017	17.999	13,27%
September 2017	20.534	14,10%
Oktober 2017	21.004	14,59%

Periode	Selisih (ton)	Prosentase
November 2017	21.094	13,66%
Desember 2017	17.432	14,29%
	Rata-rata	14,01%

Sumber: Olah data.

Jika dirata-rata, penyusutan yang terjadi untuk setiap periodenya adanya 14,01% yang dibulatkan menjadi 14%.

#### 4.1.9 Biaya Persediaan

Adapun biaya persediaan yang ada pada persediaan batu bara di PT Semen Padang adalah sebagai berikut.

##### 1. Biaya Pembelian

Rata-rata harga pembelian bahan bakar batu bara untuk seluruh vendor adalah Rp. 612.722/ton.

##### 2. Biaya Pemesanan

Dalam melakukan pemesanan ke vendor batu bara dan untuk keseluruhan vendor bahan baku lainnya memiliki kesepakatan sistem distribusi vendornya adalah *franco* gudang. Dimana vendor bertanggung jawab sampai bahan baku masuk ke dalam gudang perusahaan. Maka biaya pengiriman tidak dihitung karena sistem *franco* gudang tersebut. Untuk pemesanan batu bara, biaya tiap melakukan pemesanan yang dikeluarkan berupa:

##### a. Biaya Administrasi

Biaya administrasi yang dikeluarkan setiap melakukan pemesanan batu bara sebesar Rp. 12.000/pesan.

##### b. Biaya Telepon

Rata-rata lama bicara setiap dilakukan pemesanan adalah 8 menit atau 4800 detik. Pemesanan batu bara dilakukan ke delapan vendor yang sudah mencapai kesepakatan. Vendor yang menyediakan batu bara berada dalam jangkauan sekitar Padang, utamanya Daerah Sumatera Barat dan beberapa daerah di Sumatera. Biaya telepon permenitnya adalah Rp. 200. Berikut perhitungan biaya telepon pemesanan batu bara.

Biaya telepon = lama bicara × biaya × jumlah vendor

$$= 8 \text{ menit} \times \text{Rp. 200} \times 8 \text{ vendor}$$

$$= \text{Rp. } 12.800/\text{pesan}$$

Secara keseluruhan, biaya pemesanan untuk batu bara adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Pemesanan} &= \text{Biaya Administrasi} + \text{Biaya Telepon} \\ &= \text{Rp. } 12.000 + \text{Rp. } 12.800 \\ &= \text{Rp. } 24.800/\text{pesan.} \end{aligned}$$

### 3. Biaya Penyimpanan

Perhitungan biaya simpan yang dikeluarkan berdasarkan kebijakan penyimpanan bahan baku di PT Semen Padang sebagai berikut:

#### a. Biaya Listrik

Konsumsi listrik untuk keseluruhan gudang bahan baku di PT Semen Padang dalam satu bulan adalah 7481 kWh per bulan. Untuk mengetahui konsumsi listrik yang ada di gudang batu bara saja maka dilakukan perhitungan perbandingan kapasitas gudang batu bara dengan keseluruhan kapasitas gudang bahan baku di PT Semen Padang. Berikut perhitungan konsumsi listrik gudang batu bara.

$$\text{Konsumsi listrik gudang batu bara} = \left( \frac{\text{kapasitas gudang batu bara}}{\text{kapasitas keseluruhan gudang bahan baku}} \right) \times \text{konsumsi listrik keseluruhan}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi listrik gudang batu bara} &= \frac{250.000}{812.400} \times 7481 \text{ kWh} \\ &= 2302 \text{ kWh.} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan konsumsi listrik gudang batu bara, maka dapat dihitung biaya listrik gudang batu bara. Perhitungan ini dilakukan berdasarkan konsumsi dan dikalikan dengan biaya listrik per kWh. Biaya listrik per kWh berdasarkan data adalah Rp. 1.112. Berikut adalah perhitungan biaya listrik gudang batu bara.

$$\begin{aligned} \text{Biaya listrik} &= \frac{\text{konsumsi listrik gudang batu bara} \times \text{biaya listrik tiap kWh}}{\text{persediaan rata-rata batu bara di gudang}} \\ &= \frac{2302 \times \text{Rp. } 1.112}{40.716} \end{aligned}$$

$$\text{Biaya listrik} = \text{Rp. } 63/\text{ton/bulan.}$$

#### b. Biaya Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang melakukan perawatan dan memantau kondisi persediaan batu bara tiap ton di gudang batu bara terdapat 3 orang. Masing-masing pekerja memiliki gaji Rp. 750.000 per bulan. Berikut perhitungannya.

$$\begin{aligned} \text{Biaya tenaga kerja} &= \frac{\text{jumlah tenaga kerja} \times \text{gaji}}{\text{persediaan rata-rata batu bara di gudang}} \\ &= \frac{3 \times \text{Rp. } 3.000.000}{40.716} \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. 221/ton/bulan.}$$

c. Biaya Modal yang Hilang

Bahan baku yang disimpan terlalu lama akan menyebabkan menumpuknya modal perusahaan yang dapat dialihkan ke investasi yang lain seperti deposito di bank. Nilai bunga deposito yang ada di bank rata-rata 3 sampai 6%. Jika menggunakan nilai bunga deposito sebesar 6%, maka biaya modal yang hilang selama penumpukan batu bara di gudang adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya modal yang hilang} &= \frac{\text{bunga deposito per tahun} \times \text{harga batu bara tiap ton}}{12} \\ &= \frac{6\% \times 612.722}{12} \\ &= \text{Rp. 3.064/ton/bulan} \end{aligned}$$

d. Biaya Penyusutan

Bahan bakar batu bara selalu mengalami penyusutan ketika dijadikan batu bara halus dengan penyusutan sebesar 14% setiap produksinya. Maka biaya penyusutan batu bara adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya penyusutan} &= \frac{\text{bunga deposito per tahun} \times \text{harga batu bara tiap ton}}{12} \\ &= \frac{14\% \times 612.722}{12} \\ &= \text{Rp. 7.148/ton/bulan} \end{aligned}$$

Secara keseluruhan, biaya penyimpanan batu bara dalam satu bulan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Penyimpanan} &= \text{biaya listrik} + \text{biaya tenaga kerja} + \text{biaya modal yang} \\ &\quad \text{hilang} + \text{biaya penyusutan} \\ &= \text{Rp. 63} + \text{Rp. 221} + \text{Rp. 3.064} + \text{Rp. 7.148} \\ &= \text{Rp. 10.496/ton/bulan.} \end{aligned}$$

4. Biaya Kekurangan Persediaan

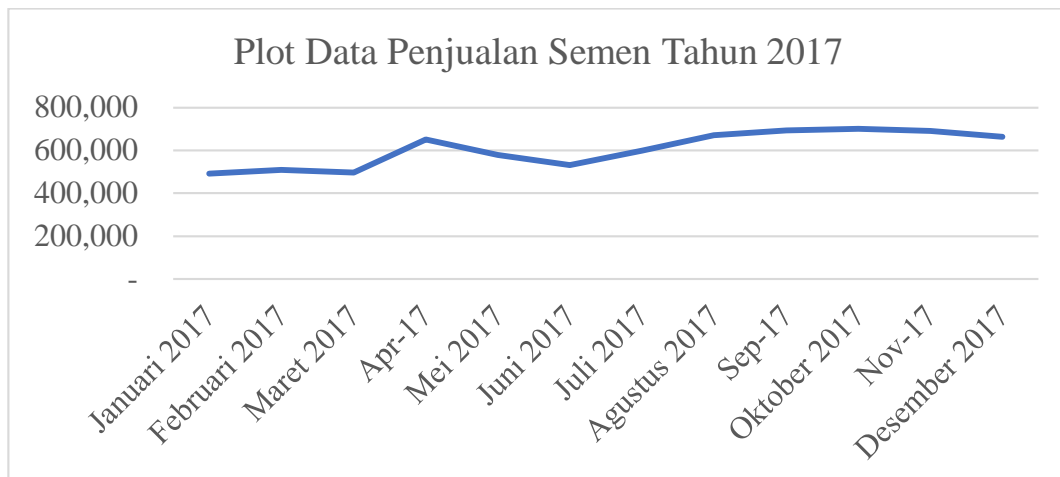
Merupakan biaya yang timbul karena adanya kuantitas permintaan dari konsumen yang tidak terpenuhi atau kerugian akibat terhentinya proses produksi. Selama data waktu penelitian yang digunakan PT Semen Padang tidak mengalami kekurangan persediaan. Namun apabila terjadi kekurangan persediaan besar biaya yang terjadi berbeda-beda tiap bahan bakunya. Untuk batu bara karena bahan tersebut merupakan bahan utama dalam proses pembakaran klinker maka diestimasikan biaya kekurangan persediaannya 5% dari harga batu bara. Maka biaya kekurangan persediaan batu bara adalah:

$$\text{Biaya kekurangan persediaan} = 5\% \times \text{Rp. 612.723} = \text{Rp. 30.636/ton.}$$

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Peramalan Penjualan Semen

Berdasarkan data penjualan semen tahun 2017 kemudian dibuat plot data untuk kemudian dianalisis dan hasil analisisnya digunakan untuk memilih model peramalan yang sesuai. Berikut ini adalah plot data yang dihasilkan dari data penjualan semen:



Gambar 4.5 Plot Data Penjualan Semen  
Sumber: Olah data

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa data penjualan semen membentuk pola horizontal fluktuatif. Menurut Makridakis (1999), pola musiman terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan, atau hari-hari pada minggu tertentu). Komponen musiman dapat dijabarkan ke dalam faktor cuaca, libur, atau kecenderungan pemakaian (Sofyan, 2015). Model peramalan yang dapat digunakan berdasarkan plot data pada Gambar di atas adalah model peramalan dengan pendekatan deret waktu atau *time series analysis* (Makridakis, 1999).

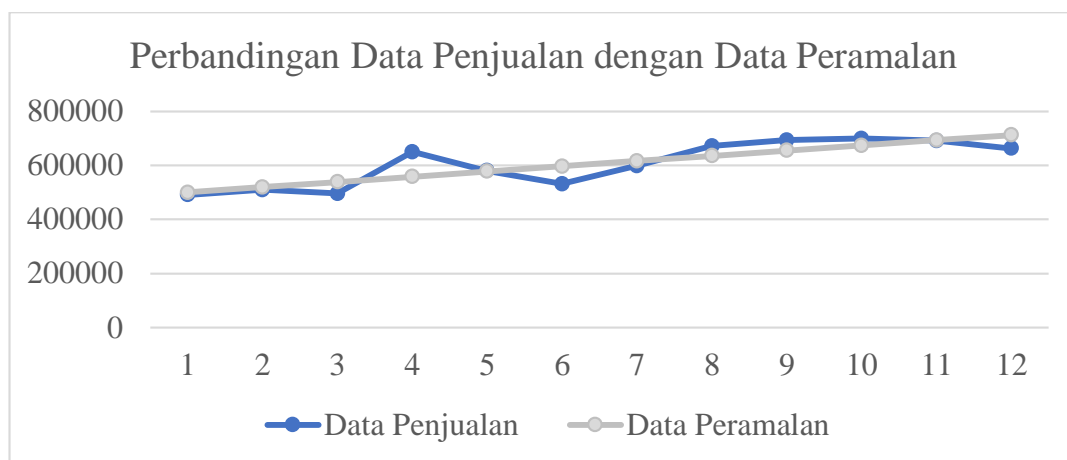
Dalam penentuan metode peramalan yang terbaik, maka dilakukan peramalan dengan beberapa metode untuk penelitian ini. Terdapat beberapa model peramalan dengan pendekatan deret waktu atau *time series analysis*. Adapun model peramalan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu regresi linier, *single moving average*, *weighted moving average*, dan *single exponential smoothing*.

Perhitungan peramalan dilakukan menggunakan software Microsoft Excel. Perhitungan dilakukan dengan metode peramalan regresi linier, simple moving average dengan  $M=3$ , simple moving average dengan  $M=4$ , weighted moving average, *single*



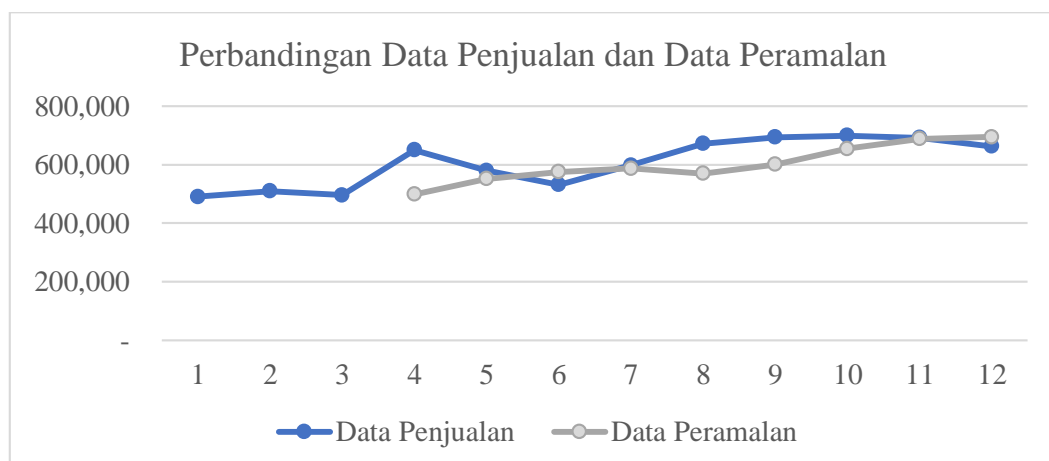
*exponential smoothing* dengan  $\alpha=(0,1)$ , *single exponential smoothing* dengan  $\alpha=(0,2)$ , *single exponential smoothing* dengan  $\alpha=(0,3)$ , *single exponential smoothing* dengan  $\alpha=(0,4)$ , *single exponential smoothing* dengan  $\alpha=(0,5)$ , *single exponential smoothing* dengan  $\alpha=(0,6)$ , *single exponential smoothing* dengan  $\alpha=(0,7)$ , *single exponential smoothing* dengan  $\alpha=(0,8)$ , dan *single exponential smoothing* dengan  $\alpha=(0,9)$ .

Berikut adalah grafik yang menunjukkan perbandingan antara penjualan dan hasil peramalan penjualan. Grafik yang dicantumkan adalah beberapa pola yang mendekati pola penjualan pada tahun 2017. Metode pertama yang memiliki pola yang mendekati adalah metode regresi linier. Berikut grafik perbandingannya.



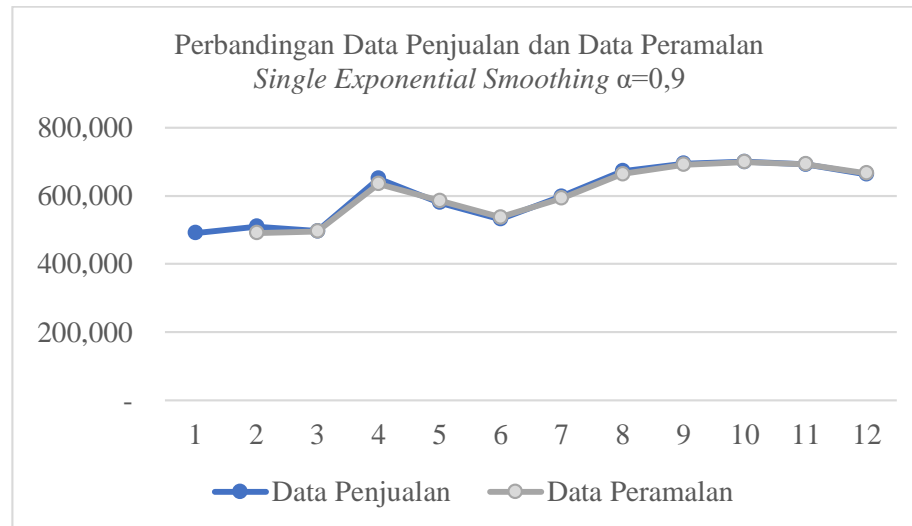
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Metode Regresi Linier  
Sumber: Olah data

Metode kedua yang memiliki pola yang sama dengan pola penjualan 2017 adalah metode *moving average* dengan  $M=4$ . Berikut grafik perbandingannya.



Gambar 4.7 Grafik Metode *Moving Average* M4  
Sumber: Olah data

Metode ketiga yang memiliki pola data yang sama dengan pola penjualan 2017 adalah metode *single exponential smoothing* dengan  $\alpha=0,9$ . Berikut grafik perbandingannya.



Gambar 4.8 Perbandingan Metode *Single exponential smoothing*  $\alpha=0,9$   
Sumber: Olah data

Berdasarkan perhitungan peramalan yang telah dilakukan dengan beberapa metode. Selanjutnya dilakukan perhitungan kesalahan peramalan (*forecast error*) dengan parameter *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Berikut ini adalah hasil rekapitulasi nilai MAD, MSE, dan MAPE yang didapatkan:

Tabel 4.7 Rekapitulasi Kesalahan Peramalan

Peramalan	Pengujian		
	MAD	MSE	MAPE
<i>Regresi Linier</i>	32.664	1.753.561.034	5,39%
<i>Single Moving Average M3</i>	56.604	5.317.289.615	8,72%
<i>Single Moving Average M4</i>	51.542	3.402.019.316	7,89%
<i>Weighted Moving Average</i>	61.142	6.060.859.842	9,34%
<i>Simple Exponential Smoothing 0,1</i>	82.532	9.312.123.381	12,61%
<i>Simple Exponential Smoothing 0,2</i>	55.729	4.691.527.449	8,54%
<i>Simple Exponential Smoothing 0,3</i>	40.385	2.679.166.969	6,26%
<i>Simple Exponential Smoothing 0,4</i>	31.461	1.658.226.807	4,93%
<i>Simple Exponential Smoothing 0,5</i>	24.453	1.054.940.739	3,87%
<i>Simple Exponential Smoothing 0,6</i>	19.100	654.751.839	3,06%
<i>Simple Exponential Smoothing 0,7</i>	14.769	374.899.161	2,40%
<i>Simple Exponential Smoothing 0,8</i>	10.505	183.778.479	1,73%
<i>Simple Exponential Smoothing 0,9</i>	6.122	70.389.084	1,04%

Sumber: Olah data

Selanjutnya dilakukan perbandingan pengujian nilai MAD, MSE, dan MAPE untuk ketiga metode peramalan yang memiliki grafik yang mendekati grafik penjualan dengan hasil peramalan perusahaan. Berikut adalah hasil perbandingan nilainya.

Tabel 4.8 Perbandingan Pengujian dengan Peramalan Perusahaan

Peramalan	Pengujian		
	MAD	MSE	MAPE
Peramalan Perusahaan	48.289	3.216.074.484	7,97%
Regresi Linier	32.664	1.753.561.034	5,39%
<i>Simple Moving Average M4</i>	51.542	3.402.019.316	7,89%
<i>Single Exponential Smoothing 0,9</i>	6.122	70.389.084	1,04%

Sumber: Olah data

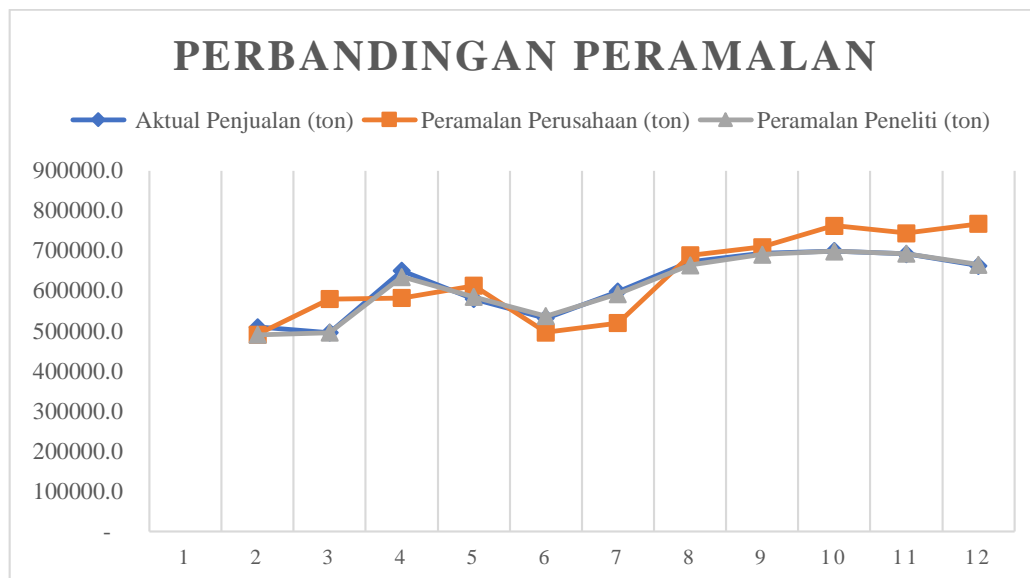
Dari hasil rekapitulasi nilai MAD, MSE dan MAPE yang terdapat pada tabel diatas, dapat diketahui bahwa metode peramalan *single exponential smoothing* dengan  $\alpha=0,9$  memiliki nilai kesalahan terkecil dengan nilai MAD sebesar (6.122), MSE sebesar (70.389.084), dan nilai MAPE sebesar 1,04%. Peramalan tersebut dibandingkan dengan data penjualan dan peramalan perusahaan. Data perbandingan di bawah dilakukan pembulatan keatas untuk menghilangkan nilai desimal. Berikut data perbandingannya.

Tabel 4.9 Perbandingan Hasil Peramalan dengan Aktual Penjualan

Periode	Aktual Penjualan (ton)	Peramalan Perusahaan (ton)	Peramalan Peneliti (ton)
Januari 2017			
Februari 2017	509.733	491.250	490.865
Maret 2017	496.190	579.600	495.658
April 2017	650.344	582.200	634.875
Mei 2017	579.873	612.775	585.373
Juni 2017	531.979	496.850	537.318
Juli 2017	598.438	520.175	592.326
Agustus 2017	672.067	688.600	664.093
September 2017	693.899	709.200	690.918
Oktober 2017	699.829	762.700	698.938
November 2017	691.905	744.375	692.608
Desember 2017	662.878	767.075	665.851
<b>Total</b>	<b>6.787.135</b>	<b>6.954.800</b>	<b>6.748.824</b>

Sumber: Olah data

Berdasarkan data di atas, dibuatlah grafik perbandingan untuk ketiga data. Berikut adalah grafik perbandingannya.



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Peramalan  
Sumber: Olah data

Gambar di atas menunjukkan perbandingan antara grafik penjualan 2017, grafik peramalan perusahaan 2017, serta peramalan peneliti menggunakan *single exponential smoothing* dengan  $\alpha=0,9$ . Peramalan perusahaan memiliki grafik yang berfluktuasi dan cenderung naik. Sedangkan peramalan peneliti dapat lebih mengikuti pola data penjualan. Sehingga berdasarkan grafik dapat diasumsikan peramalan peneliti lebih dapat merepresentasikan actual penjualan dibandingkan dengan peramalan perusahaan.

Dengan demikian maka metode peramalan tersebut akan dipilih dan diolah lagi ke tahap pengolahan data selanjutnya. Pada hasil peramalan menggunakan metode *single exponential smoothing* dengan  $\alpha=0,9$  yang dilakukan pembulatan ke atas untuk menghilangkan nilai desimal. Berikut adalah tabel hasil peramalannya.

Tabel 4.10 Hasil Peramalan Penjualan 12 Periode Kedepan

Periode	Data Penjualan (ton)	Data Peramalan (ton)
Januari 2017	490.865	
Februari 2017	509.733	490.865
Maret 2017	496.190	495.658
April 2017	650.344	634.875
Mei 2017	579.873	585.373
Juni 2017	531.979	537.318
Juli 2017	598.438	592.326
Agustus 2017	672.067	664.093
September 2017	693.899	690.918
Oktober 2017	699.829	698.938
November 2017	691.905	692.608

Periode	Data Penjualan (ton)	Data Peramalan (ton)
Desember 2017	662.878	665.851
Januari 2018		665.851
Februari 2018		508.364
Maret 2018		496.928
April 2018		621.081
Mei 2018		588.944
Juni 2018		542.481
Juli 2018		587.342
Agustus 2018		656.418
September 2018		687.468
Oktober 2018		697.791
November 2018		693.127
Desember 2018		668.579

Sumber: Olah data

#### 4.2.2 Safety Stock Semen

Persediaan pengaman (*safety stock*) berfungsi untuk melindungi kesalahan dalam memprediksi permintaan selama *lead time* (Pujawan, 2005). Dalam permintaan selama *lead time*, dibutuhkan data untuk mendapatkan distribusinya. Jika data permintaan selama *lead time* berdistribusi normal maka dapat dilakukan perhitungan *safety stock*.

Nilai *service level* yang ditetapkan perusahaan dalam produksi semen adalah 95%. Berarti nilai produksi semen yang didapat dari nilai *service level* ini akan mampu memenuhi permintaan konsumen sebesar 95% dengan resiko material tidak terpenuhi sebesar 1%. Maka dengan nilai *service level* 95%, nilai Z pada tabel Z sebesar 1,645. Dengan nilai standar deviasi yang dibulatkan ke atas untuk menghilangkan nilai desimal, berikut adalah perhitungan *safety stock* produk semen.

$$\begin{aligned}
 SS &= S_{dl} \times Z \\
 &= (STDEV \times \sqrt{LT}) \times Z(0,95) \\
 &= (53.073 \times \sqrt{0,79}) \times 1,645
 \end{aligned}$$

$$SS = 77.784 \text{ ton.}$$

Hasil perhitungan *safety stock* di atas menunjukkan nilai 77.784 ton yang nilainya dibulatkan ke atas untuk menghilangkan nilai desimal.

### 4.2.3 Rencana Produksi

Perencanaan produksi dilakukan untuk mengetahui jumlah semen yang akan di produksi setiap bulannya berdasarkan produksi pada tahun 2017 dan nilai *safety stock* semen sebesar 77.784 ton. Nilai rencana produksi dibulatkan ke atas untuk menghilangkan nilai desimal. Berikut adalah rencana produksi semen tahun 2018.

Tabel 4.11 Rencana Produksi Semen 2018

<b>Periode</b>	<b>Peramalan (ton)</b>	<b>Produksi 2018 (ton)</b>
Januari 2018	489.962	567.746
Februari 2018	508.364	508.364
Maret 2018	496.928	496.928
April 2018	621.081	621.081
Mei 2018	588.944	588.944
Juni 2018	542.481	542.481
Juli 2018	587.342	587.342
Agustus 2018	656.418	656.418
September 2018	687.468	687.468
Oktober 2018	697.791	697.791
November 2018	693.127	693.127
Desember 2018	668.579	668.579
Total	7.238.483	7.316.267
Rata-rata	603.207	609.689

Sumber: Olah data

### 4.2.4 Kebutuhan Bahan Bakar

Berdasarkan *Bill of Material* (BOM) yang sudah dibahas di poin sebelumnya, maka kebutuhan masing-masing material penyusun semen dapat dihitung. Berikut adalah komponen yang dibutuhkan untuk masing-masing material.

Tabel 4.12 *Bill of Material* (BOM) Semen PCC

<b>Material</b>	<b>Lime Stone</b>	<b>Clay</b>	<b>Silica Stone</b>	<b>Iron Sand</b>	<b>Fine Coal</b>	<b>Solar</b>	<b>Gypsum</b>	<b>Pozzolan</b>
Kebutuhan	1,148	0,050	0,121	0,022	0,140	0,0004	0,028	0,072

Sumber: Data Perusahaan

Berdasarkan data BOM di atas dan rencana produksi yang sudah dihitung di poin sebelumnya maka dapat dihitung kebutuhan bahan bakar batu bara untuk produksi di tahun 2018. Perhitungan kebutuhan batu bara dilakukan pembulatan ke atas untuk

menghilangkan nilai desimal. Berikut adalah hasil perhitungan kebutuhan batu bara tahun 2018.

Tabel 4.13 Tabel Kebutuhan Batu Bara Tahun 2018

<b>Periode (t)</b>	<b>Kebutuhan Batu Bara (ton)</b>
Januari 2018	79.403
Februari	71.098
Maret	69.498
April	86.862
Mei	82.367
Juni	75.869
Juli	82.143
Agustus	91.804
September	96.147
Oktober	97.590
November	96.938
Desember	93.505
Total	1.023.224
Rata-rata	85.269

Sumber: Olah data

#### 4.2.5 Parameter Perhitungan Biaya Persediaan

Pada poin sebelumnya sudah dihitung biaya-biaya persediaan yang meliputi biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya simpan, dan biaya kehabisan persediaan. Berdasarkan perhitungan biaya tersebut, dapat dilakukan perhitungan pengendalian persediaan. Parameter yang digunakan dalam perhitungan pengendalian persediaan adalah biaya-biaya yang telah dihitung. Dalam penelitian ini, perhitungan pengendalian persediaan batu bara dilakukan berdasarkan kebijakan perusahaan, pengendalian persediaan dengan pendekatan model *continuous review back order* dan *continuous review lost sales*. Parameter yang digunakan dalam perhitungan pengendalian persediaan batu bara adalah:

- a. Total kebutuhan (D) = 1.023.224 ton.
- b. Rata-rata kebutuhan ( $\bar{D}$ ) = 85.269 ton/bulan.
- c. Biaya pembelian (p) = Rp. 612.723/ton.
- d. Biaya pemesanan (A) = Rp. 24.800/pesan.
- e. Biaya simpan (h) = Rp. 10.496/ton/bulan.
- f. Biaya kekurangan persediaan ( $\pi$ ) = Rp. 30.636/ton.
- g. *Lead time* (LT) = 21 hari.

Jika dikonversikan dalam tahun, maka  $LT = \frac{21 \text{ hari}}{365 \text{ hari/tahun}} = 0,057$  tahun.

h. *Demand saat lead time* (DI)

Dengan hari kerja aktif perusahaan perbulan adalah 30 hari maka

$$DI = \frac{\text{lead time}}{\text{hari kerja per bulan}} \times \bar{D} = \frac{21}{30} \times 85269 = 59.688,3 \text{ ton/bulan.}$$

#### 4.2.6 Perhitungan Biaya Persediaan Berdasarkan Kebijakan Perusahaan

Pengendalian persediaan batu bara menurut kebijakan PT Semen Padang di tahun 2017 akan dijabarkan. Dimana frekuensi pemesanan dalam satu tahun 17 kali. Dalam satu tahun bahan bakar batu bara tersimpan 1.424.124 ton per tahun. Lalu pemesanan perbulannya sebesar 118.677 ton.

Biaya persediaan yang dikeluarkan seperti biaya pemesanan, biaya simpan, dan biaya pembelian nilainya sama seperti yang telah disebutkan di poin parameter perhitungan. Yang membedakan adalah kuantitas pesanannya. Berikut perhitungan biayanya.

1. Biaya Pemesanan

Berdasarkan kebijakan perusahaan 2017, frekuensi pemesanan batu bara adalah 17 kali dalam satu tahun. Maka biaya pemesanan batu bara adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Pemesanan} &= \frac{\text{Biaya Pemesanan per Pesan} \times \text{Frekuensi pemesanan}}{12} \\ &= \frac{\text{Rp.}24.800 \times 17 \text{ kali}}{12} = \text{Rp. } 35.921/\text{bulan.} \end{aligned}$$

2. Biaya Simpan

Berdasarkan data persediaan batu bara yang ada di *storage* selama satu tahun, penerimaan batu bara sebesar 1.735.882 ton. Rata-rata persediaan batu bara di dalam gudang adalah  $= \frac{1735882}{12} = 144.657$  ton. Maka biaya simpan batu bara adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya Simpan} &= \text{biaya simpan/ton/bulan} \times \text{persediaan batu bara di gudang} \\ &= \text{Rp. } 10.496 \times 144.657 \text{ ton} \\ &= \text{Rp. } 1.518.317.989/\text{bulan.} \end{aligned}$$

Sehingga biaya total (TC) persediaan batu bara dalam satu tahun adalah:

$$\begin{aligned} \text{TC} &= \text{Biaya Pemesanan} + \text{Biaya Simpan} \\ &= \text{Rp. } 35.921 + \text{Rp. } 1.518.317.989 = \text{Rp. } 1.518.353.910. \end{aligned}$$



#### 4.2.7 Perhitungan Biaya Persediaan Berdasarkan Model *Continuous Review Back Order*

Pada perhitungan kali ini, model *continuous review back order* digunakan untuk menghitung ekspektasi jumlah perkiraan kekurangan persiklus, tingkat pemesanan kembali (*reorder level*), dan jumlah pesanan tiap siklus. Berikut perhitungannya.

Ekspekrasi jumlah kekurangan per siklus ( $\bar{S}_{(x)}$ )

$$\begin{aligned}
 \bar{S}_{(x)} &= \int_0^x (x-r)f(x) dx = \int_r^{59688,3} (x-r) \frac{1}{59688,3} dx \\
 &= \frac{1}{59688,3} \int_r^{59688,3} x dx - \int_r^{59688,3} r dx \\
 &= \frac{1}{59688,3} \left\{ \left[ \frac{1}{2} x^2 \right]_r^{59688,3} - [xr]_r^{59688,3} \right\} \\
 &= \frac{1}{59688,3} \left\{ \left[ \frac{1}{2} (59688,3)^2 - \frac{1}{2} r^2 \right] - (59688,3r - r^2) \right\} \\
 &= \frac{1}{59688,3} \left( 1781346578 + \frac{1}{2} r^2 - 59688,3r \right) \\
 &= \frac{r^2}{119376,6} - r + 29844,2
 \end{aligned}$$

Persamaan  $Q^*$  optimal

$$\begin{aligned}
 Q^* &= \sqrt{\frac{2D(A+\pi\bar{S}_{(x)})}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 1023224(24800+30636\bar{S}_{(x)})}{10496}} \\
 &= \sqrt{\frac{2046448(24800+30636\bar{S}_{(x)})}{10496}} \\
 Q^* &= \sqrt{5973226,08 + 2986613,04\bar{S}_{(x)}}
 \end{aligned}$$

Persamaan  $r^*$  optimal

$$\begin{aligned}
 \int_{r^*}^x f(x) dx &= \frac{hQ^*}{\pi D} \\
 \int_{r^*}^{59688,3} \frac{1}{59688,3} dx &= \frac{10496Q^*}{30636 \times 1023224} \\
 \left[ \frac{x}{59688,3} \right]_{r^*}^{59688,3} &= \frac{Q^*}{2986613,04} \\
 1 - \frac{r^*}{59688,3} &= \frac{Q^*}{2986613,04} \\
 r^* &= 59688,3 - 0,01999Q^*
 \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan nilai  $r$  dan  $Q$  optimal maka dilakukan dengan beberapa iterasi. Berikut adalah perhitungan masing-masing iterasi:

**Iterasi 1.**

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2DA}{h}} = \sqrt{\frac{2 \times 1023224 \times 24800}{10496}} = 2198,945 \text{ ton.}$$

Dengan  $Q_1 = 2198,945$  ton, maka perhitungan  $r^*$  optimal adalah

$$r_1 = 59688,3 - 0,01999Q_1 = 59688,3 - 0,01999(2198,945) = 59644,343 \text{ ton.}$$

**Iterasi 2.**

$$\begin{aligned} \bar{S}_{1(x)} &= \frac{r_1^2}{119376,6} - r_1 + 29844,2 \\ &= \frac{59644,343^2}{119376,6} - 59644,343 + 29844,2 \\ &= 0,066 \text{ ton.} \end{aligned}$$

Dengan  $Q^* = \sqrt{5973226,08 + 2986613,04\bar{S}_{1(x)}}$  maka,

$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{5973226,08 + 2986613,04\bar{S}_{1(x)}} \\ &= \sqrt{5973226,08 + 2986613,04(0,066)} \\ &= 2243,441 \text{ ton.} \end{aligned}$$

$$r_2 = 59688,3 - 0,01999Q_1 = 59688,3 - 0,01999(2243,441) = 59643,454 \text{ ton.}$$

Perhitungan iteratif model *continuous review back order* dilakukan dengan total 5 iterasi. Akumulasi perhitungan iteratif model *continuous review back order* sebagai berikut.

Tabel 4.14 Akumulasi Iterasi *Continuous Review Back Order*

Iterasi	Pengendalian Persediaan (ton)		
	$\bar{S}_{(x)}$	Q	r
1		2198,945	59644,343
2	0,066	2243,441	59643,454
3	0,067	2243,882	59643,445
4	0,067	2243,886	59643,445
5	0,067	2243,886	59643,445

Sumber: Olah data

Berdasarkan tabel diatas maka ekspektasi jumlah kekurangan per siklus ( $\bar{S}_{(x)}$ ) adalah 0,067 ton. Kuantitas pemesanan (Q) masing-masing siklus adalah 2243,886 ton.

Dan *reorder level* ( $r$ ) atau tingkat pemesanan kembali untuk batu bara adalah 59643,445 ton. Maka biaya total (TC) untuk model ini adalah:

$$\begin{aligned} TC(Q,r) &= \frac{AD}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r + Dl \right) + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}_{(x)} \\ TC(Q,r) &= \frac{24800 \times 1023224}{2243,886} + 10496 \left( \frac{2243,886}{2} + 59643,445 + 59688,3 \right) + \\ &\quad \left( \frac{30636 \times 1023224}{2243,886} \times 0,067 \right) \\ &= \text{Rp. } 1.276.524.804. \end{aligned}$$

Hasil perhitungan total biaya persediaan pada *continuous review lost sales* dibulatkan ke atas untuk menghilangkan nilai desimal.

#### 4.2.8 Perhitungan Biaya Persediaan Berdasarkan Model *Continuous Review Lost Sales*

Pada perhitungan kali ini, model *continuous review lost sales* digunakan untuk menghitung ekspektasi jumlah perkiraan kekurangan persiklus, tingkat pemesanan kembali (*reorder level*), dan jumlah pesanan tiap siklus. Berikut perhitungannya.

Ekspekrasi jumlah kekurangan per siklus ( $\bar{S}_{(x)}$ )

$$\begin{aligned} \bar{S}_{(x)} &= \int_0^x (x-r)f(x) dx = \int_r^{59688,3} (x-r) \frac{1}{59688,3} dx \\ &= \frac{1}{59688,3} \int_r^{59688,3} x dx - \int_r^{59688,3} r dx \\ &= \frac{1}{59688,3} \left\{ \left[ \frac{1}{2} x^2 \right]_r^{59688,3} - [xr]_r^{59688,3} \right\} \\ &= \frac{1}{59688,3} \left\{ \left[ \frac{1}{2} (59688,3)^2 - \frac{1}{2} r^2 \right] - (59688,3r - r^2) \right\} \\ &= \frac{1}{59688,3} \left( 1781346578 + \frac{1}{2} r^2 - 59688,3r \right) \\ &= \frac{r^2}{119376,6} - r + 29844,2 \end{aligned}$$

Persamaan  $Q^*$  optimal

$$\begin{aligned} Q^* &= \sqrt{\frac{2D(A+\pi\bar{S}_{(x)})}{h}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 1023224(24800 + 30636\bar{S}_{(x)})}{10496}} \\ &= \sqrt{\frac{2046448(24800 + 30636\bar{S}_{(x)})}{10496}} \end{aligned}$$

$$Q^* = \sqrt{5973226,08 + 2986613,04\bar{S}_{(x)}}$$

Persamaan  $r^*$  optimal

$$\int_{r^*}^x f(x)dx = \frac{hQ^*}{hQ^* + \pi D}$$

$$\int_{r^*}^{59688,3} \frac{1}{59688,3} dx = \frac{10496Q^*}{10496Q^* + (30636 \times 1023224)}$$

$$\left[ \frac{x}{5893,4} \right]_{r^*}^{59688,3} = \frac{Q^*}{Q^* + 2986613,04}$$

$$1 - \frac{r^*}{59688,3} = \frac{Q^*}{Q^* + 2986613,04}$$

$$r^* = 59688,3 - \frac{59688,3Q^*}{Q^* + 2986613,04}$$

Untuk mendapatkan nilai  $r$  dan  $Q$  optimal maka dilakukan dengan beberapa iterasi.

Berikut adalah perhitungan masing-masing iterasi:

### Iterasi 1.

$$Q_1 = \sqrt{\frac{2DA}{h}} = \sqrt{\frac{2 \times 1023224 \times 24800}{10496}} = 2198,945 \text{ ton.}$$

Dengan  $Q_1 = 109,73$  ton, maka perhitungan  $r^*$  optimal adalah

$$r_1 = 59688,3 - \frac{59688,3Q_1}{Q_1 + 2986613,04} = 59688,3 - \frac{59688,3(2198,945)}{4258,32 + 2986613,04} = 59644,386 \text{ ton.}$$

### Iterasi 2.

$$\begin{aligned} \bar{S}_{1(x)} &= \frac{r_1^2}{119376,6} - r_1 + 29844,2 \\ &= \frac{59644,386^2}{119376,6} - 59644,386 + 29844,2 \\ &= 0,066 \text{ ton.} \end{aligned}$$

Dengan  $Q^* = \sqrt{5973226,08 + 2986613,04\bar{S}_{(x)}}$  maka,

$$\begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{5973226,08 + 2986613,04\bar{S}_{1(x)}} \\ &= \sqrt{5973226,08 + 2986613,04(0,066)} \\ &= 2484,110 \text{ ton.} \end{aligned}$$

$$r_2 = 59688,3 - \frac{59688,3Q_2}{Q_2 + 2986613,04} = 59688,3 - \frac{59688,3(2484,110)}{2484,110 + 2986613,04} = 59638,696 \text{ ton.}$$

Perhitungan iteratif model *continuous review lost sales* dilakukan dengan total 5 iterasi. Akumulasi perhitungan iteratif model *continuous review lost sales* sebagai berikut.

Tabel 4.15 Akumulasi Iterasi *Continuous Review Lost Sales*

Iterasi	Pengendalian Persediaan (ton)		
	$\bar{S}_{(x)}$	Q	r
1	-	2198,945	59644,386
2	0,066	2484,110	59638,696
3	0,071	2486,788	59638,642
4	0,071	2486,815	59638,642
5	0,071	2486,815	59638,642

Sumber: Olah data

Berdasarkan tabel diatas maka ekspektasi jumlah kekurangan per siklus ( $\bar{S}_{(x)}$ ) adalah 0,071 ton. Kuantitas pemesanan (Q) masing-masing siklus adalah 2486,815 ton. Dan *reorder level* (r) atau tingkat pemesanan kembali untuk batu bara adalah 59638,642 ton. Maka biaya total (TC) untuk model ini adalah:

$$\begin{aligned}
 TC(Q,r) &= \frac{AD}{Q} + h \left( \frac{Q}{2} + r + Dl + \bar{S}_{(x)} \right) + \frac{\pi D}{Q} \bar{S}_{(x)} \\
 &= \frac{24800 \times 1023224}{2486,815} + 10496 \left( \frac{2486,815}{2} + 59638,642 + 59688,3 + 0,071 \right) + \\
 &\quad \left( \frac{30636 \times 1023224}{2486,815} \times 0,071 \right) \\
 &= \text{Rp. } 1.276.601.990.
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan total biaya persediaan pada *continuous review lost sales* dibulatkan ke atas untuk menghilangkan nilai desimal.

Selanjutnya, dilakukan pemilihan model persediaan terbaik dilakukan dengan melihat total biaya persediaan. Maka berikut adalah perbandingan total biaya persediaan (TC) untuk masing-masing model.

Tabel 4.16 Perbandingan Total Biaya Persediaan

Model	Total Biaya Persediaan (TC)
Kebijakan Perusahaan	Rp 1.518.353.910
<i>Continuous Review-Back Order</i>	Rp 1.276.524.804
<i>Continuous Review-Lost Sales</i>	Rp 1.276.601.990

Sumber: Olah data

Dari kedua model, telah dilakukan perhitungan untuk total biaya persediaan. Menurut model yang telah dicoba, komponen biaya persediaan yang digunakan dalam perhitungan adalah biaya pemesanan, biaya simpan, dan biaya kehabisan persediaan. Berikut adalah akumulasi untuk masing-masing komponen biaya persediaan batu bara model persediaan yang dibandingkan dengan kebijakan perusahaan.

Tabel 4.17 Perbandingan masing-masing Komponen Biaya Persediaan

Komponen Biaya Persediaan	Kebijakan Perusahaan	<i>Continuous Review-Back Order</i>	<i>Continuous Review-Lost Sales</i>
Biaya Pemesanan	Rp35.921	Rp11.308.932	Rp10.204.197
Biaya Simpan	Rp1.518.317.989	Rp1.264.281.907	Rp1.265.507.128
Biaya Kehabisan Persediaan	Rp-	Rp933.965	Rp890.664
Total	Rp1.518.353.910	Rp1.276.524.804	Rp1.276.601.990

Sumber: Olah data

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

#### **5.1 Analisis Persediaan Semen**

Memasuki tahun 2017, stok persediaan semen sebesar 198.711 ton. Sedangkan diakhir periode di tahun 2017, stok persediaan semen sebesar 246.951 ton. Maka terjadi peningkatan persediaan semen yang ada di gudang. Jika dilihat pada data rencana produksi 2017, total semen yang akan diproduksi sebesar 7.433.900 ton. Lalu, realisasi produksi hanya sebesar 7.326.240 ton dalam satu tahun. Sedangkan penjualan hanya sekitar 7.278.000 ton semen dalam satu tahun.

Berdasarkan keterangan tersebut maka dapat diketahui bahwa terjadi kesalahan perencanaan produksi semen pada tahun 2017 sehingga menyebabkan stok persediaan diakhir periode di tahun 2017 meningkat. Hal lain yang memengaruhi adalah Surat Keputusan (SK) direktur mengharuskan produksi semen dalam jumlah tertentu untuk menyesuaikan nilai minimum dan maksimum sesuai dengan pertimbangan pihak direktur. Selain itu, juga melihat kondisi tingkat pembelian yang menurun berdasarkan keterangan dari pihak perusahaan. Penurunan tersebut bukan dikarenakan penurunan permintaan, melainkan konsumen yang lebih memilih untuk membeli semen pada perusahaan lain.

#### **5.2 Analisis Persediaan Batu Bara**

Persediaan batu bara yang dibutuhkan dalam produksi dihitung berdasarkan *bill of material* produk semen PCC yang disinkronkan dengan produksi yang dilakukan. Sehingga terjadi kesesuaian antara penerimaan batu bara dengan konsumsi batu bara untuk produksi.

Berdasarkan data tahun 2017, penerimaan batu bara lebih tinggi dari konsumsi batu bara untuk produksi ditiap bulannya utamanya pada bulan desember. Jumlah kelebihan penerimaan batu bara sebesar 304.021 ton dengan menghitung selisih dari total penerimaan dengan konsumsi batu bara. Penerimaan yang besar terjadi karena pemesanan yang dilakukan berdasarkan peramalan perusahaan terkait produksi jumlahnya lebih tinggi dari realisasi produksi tahun 2017. Permintaan bernilai besar yang diramalkan perusahaan berdampak pada perencanaan produksi besar, selanjutnya berakibat pada pemesanan bahan besar. Hal ini berdampak pada biaya persediaan menjadi tinggi. Model pengendalian persediaan yang digunakan perusahaan yaitu model min max memengaruhi kondisi tersebut karena dalam model ini belum mempertimbangkan faktor biaya persediaan yang akan terjadi.

Perbedaan jumlah pemesanan batu bara antara peramalan perusahaan dengan realisasi produksi disebabkan pula adanya Surat Keputusan (SK) dari Direktur Produksi. Pertimbangan mengenai pengeluaran surat tersebut dikarenakan kondisi pasar, jumlah bahan yang tersedia sesuai dengan kebijakan pemerintah, dan pertimbangan lainnya. Sehingga menyebabkan adanya perbedaan jumlah pemesanan.

Jika dilihat dari data rencana produksi 2017, kebutuhan batu bara sebesar 1.039.676 ton dalam satu tahun. Setelah dilakukan realisasi produksi 2017, konsumsi batu bara sebesar 1.431.861 ton dalam satu tahun. Kondisi ini terjadi akibat dari adanya penyusutan batu bara sebesar 14% disetiap periode produksi tahun 2017. Sehingga pada periode selanjutnya pemesanan batu bara ditambah untuk mencukupi kekurangan akibat penyusutan. Sesuai dengan konsep penerapan model persediaan min max dimana akan dilakukan pemesanan ketika kondisi persediaan kurang dari batas minimal yang ditetapkan. Maka kondisi-kondisi tersebut memengaruhi dalam adanya persediaan batu bara berlebih.

### **5.3 Analisis Peramalan**

Peramalan merupakan prediksi kejadian dimasa mendatang sebagai alat bantu untuk merencanakan produksi. Hasil dari peramalan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk keputusan jumlah produk yang akan di produksi. Pada penelitian ini, peramalan digunakan untuk memprediksi permintaan atas produk semen dari PT Semen Padang. Sehingga dapat diketahui berapa ton semen yang harus diproduksi.



Permintaan produk semen 2018 diramalkan menggunakan data penjualan tahun 2017. Data tersebut selanjutnya dilihat polanya untuk mengetahui metode peramalan yang seperti apa yang baik digunakan untuk peramalan permintaan semen 2018. Berdasarkan grafik yang menunjukkan pola data penjualan semen adalah horisontal fluktuatif. Pola tersebut dipengaruhi oleh faktor musiman dimana pada bulan-bulan tertentu terjadi kenaikan permintaan. Maka, metode peramalan yang digunakan adalah pendekatan deret waktu atau *time series analysis*. Adapun model peramalan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu regresi linier, *simple moving average*, *weighted moving average*, dan *Single exponential smoothing*.

Perhitungan peramalan dilakukan dengan metode regresi linier, *simple moving average* dengan  $M=3$ , *simple moving average* dengan  $M=4$ . *Weighted moving average* menggunakan  $C$  dengan urutan  $C1=0,5$  lalu  $C2=0,3$  serta  $C3=0,2$ . Metode *Single exponential smoothing* yang digunakan memiliki beberapa nilai alfa ( $\alpha$ ). Antara lain  $\alpha=(0,1)$ ,  $\alpha=(0,2)$ ,  $\alpha=(0,3)$ ,  $\alpha=(0,4)$ ,  $\alpha=(0,5)$ ,  $\alpha=(0,6)$ ,  $\alpha=(0,7)$ ,  $\alpha=(0,8)$ , dan  $\alpha=(0,9)$ . Maka secara total peramalan dilakukan dengan 13 cara.

Hasil peramalan tersebut lalu dilihat polanya, dibandingkan dengan pola penjualan semen 2017. Berdasarkan perbandingan tersebut dilihat mana metode peramalan yang baik dengan melihat grafik antara kedua data tersebut mana yang paling mendekati. Dari perbandingan yang dilakukan, metode regresi linier, metode *simple moving average*  $M=4$ , dan metode *Single exponential smoothing* dengan  $\alpha=0,9$  memiliki grafik yang paling mendekati. Maka metode tersebut baik digunakan dalam peramalan permintaan semen.

Namun, untuk mencari metode peramalan yang terbaik, dilakukan perhitungan akurasi peramalan dengan parameter *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Dari hasil perhitungan akurasi peramalan, dapat dilihat bahwa metode peramalan *Single exponential smoothing* dengan  $\alpha=0,9$  memiliki nilai kesalahan terkecil dengan nilai MAD sebesar (6.122), MSE sebesar (70.389.084), dan nilai MAPE sebesar 1,04%. Maka metode peramalan *Single exponential smoothing* dengan  $\alpha=0,9$  adalah metode terbaik yang dapat digunakan dalam peramalan permintaan semen tahun 2018. Hasil perhitungan peramalan dilakukan pembulatan ke atas untuk menghilangkan nilai desimal.

Peramalan peneliti jika dibandingkan dengan aktual penjualan dan peramalan perusahaan dalam bentuk grafik menunjukkan pola peramalan peneliti lebih dapat merepresentasikan pola aktual penjualan produk daripada peramalan perusahaan.

Sehingga dapat diasumsikan bahwa peramalan peneliti lebih baik dari peramalan yang dilakukan perusahaan.

#### **5.4 Analisa Rencana Produksi 2018**

Produksi semen untuk tahun 2018 direncanakan berdasarkan peramalan yang telah dilakukan. Sebelum menentukan jumlah produksi yang akan dilakukan maka perlu perhitungan mengenai *safety stock* produk dahulu.

Pada perhitungan *safety stock*, mempertimbangkan kondisi permintaan yang bersifat variabel dan memiliki *lead time* yang konstan. Maka *safety stock* ditentukan oleh ketidakpastian permintaan. Nilai *service level* pada produksi semen adalah 95% dan dengan standar deviasi produk semen sebesar 53.073 yang sudah dilakukan pembulatan ke atas untuk menghilangkan nilai desimal. Sehingga dalam memproduksi semen, diperlukan persediaan pengaman semen yang tetap ada di gudang sebesar 77.784 ton. Nilai tersebut merupakan hasil perhitungan *safety stock* yang dilakukan pembulatan ke atas.

Berdasarkan data peramalan dan nilai *safety stock* produk yang telah dihitung maka data tersebut dijadikan sebagai dasar rencana produksi tahun 2018.

#### **5.5 Analisa Perhitungan Biaya Persediaan dengan Kebijakan Perusahaan**

Pada setiap bulannya perusahaan melakukan pemesanan seluruh bahan baku produksi semen di tiap *supplier*-nya. Termasuk bahan bakar batu bara. Dengan *lead time* kedatangan batu bara 21 hari, maka dilakukan pemesanan batu bara sebanyak 17 kali. Komponen biaya persediaan yang dihitung oleh perusahaan adalah biaya pemesanan dan biaya simpan. Dimana biaya pemesanan dihitung berdasarkan perkalian antara biaya pemesanan per pesan dikalikan dengan frekuensi pemesanan. Sedangkan biaya simpan merupakan perkalian antara biaya simpan per ton per bulan dikalikan dengan persediaan batu bara dalam satu tahun di gudang. Total biaya persediaan yang dimiliki adalah penjumlahan dari biaya pemesanan dan biaya simpan.

Perusahaan melakukan pemesanan batu bara sebanyak 17 kali pada tahun 2017, dengan biaya pemesanan per pesan sebesar Rp 24.800 maka biaya pemesanannya adalah Rp 431.048 dalam satu tahun. Jika dihitung perbulannya maka biaya pesan dengan

kebijakan perusahaan adalah Rp. 35.921. Lalu, berdasarkan pemesanan tersebut, terdapat persediaan batu bara di gudang sebesar 144.657 ton per bulan. Biaya simpan tiap ton per bulan adalah Rp 10.496, maka nilai biaya simpan sebesar Rp 1.518.317.989. Total biaya persediaan batu bara berdasarkan kebijakan perusahaan pada tahun 2017 sebesar Rp 1.518.353.910.

Biaya persediaan berdasarkan kebijakan perusahaan ini memiliki total biaya persediaan yang besar dikarenakan antara konsumsi batu bara tiap bulannya dengan penerimaan batu bara yang datang jumlahnya berbeda. Dimana penerimaan batu bara pada tahun 2017 sebagian besar memiliki nilai lebih banyak daripada batu bara yang seharusnya dikonsumsi untuk produksi. Sehingga membuat biaya simpan batu bara tiap ton perbulannya besar. Salah satu contohnya adalah ketika konsumsi batu bara yang dibutuhkan pada bulan Juli 2017 115.693 ton, namun kebijakan perusahaan melakukan pemesanan batu bara sebesar 189.830 ton. Sehingga terdapat batu bara yang tersimpan terlalu banyak di dalam gudang.

## **5.6 Analisa Perhitungan Biaya Persediaan dengan Model *Continuous Review Back Order***

Model ini memantau tingkat persediaan dan pemesanan dilakukan ketika tingkat persediaan mencapai *reorder level* ( $r$ ). Analisa dalam kebijakan ini adalah untuk menentukan jumlah pemesanan ( $Q$ ), dan *reorder level* ( $r$ ) yang dapat meminimalkan total biaya persediaan batu bara. Pada model ini, kehabisan persediaan diasumsikan dapat dipenuhi dikarenakan ada kondisi *back order* yang dapat memenuhi kehabisan persediaan tersebut.

Nilai  $Q$  dan  $r$  optimal didapat dari perhitungan iteratif. Perhitungan iteratif model ini berhenti pada perhitungan ke-5 karena nilainya ke-5 dan ke-4 sama. Hasil dari perhitungan iteratif menunjukkan jumlah pemesanan ( $Q$ ) sebesar 2243,886 ton dengan *reorder level* ( $r$ ) sebesar 59643,445 ton. Total biaya persediaan pada model ini adalah Rp. 1.276.524.804 yang nilainya telah dibulatkan ke atas ketika dilakukan perhitungan. Maka akan dilakukan pemesanan ketika persediaan mencapai titik ( $r$ ) sebesar 59643,445 ton dengan kuantitas pemesanan ( $Q$ ) sebesar 2243,886 ton.

Untuk kekurangan persediaan batu bara berdasarkan hasil perhitungan adalah 0,067 ton. Kekurangan tersebut akan dapat dipenuhi dengan melakukan *back order* atau

pemesanan ke perusahaan sesame produksi semen. Untuk kasus PT Semen Padang, *back order* dilakukan dengan perusahaan satu group yaitu Semen Indonesia.

### **5.7 Analisa Perhitungan Biaya Persediaan dengan Model *Continuous Review Lost Sales***

Model ini memantau tingkat persediaan dan pemesanan dilakukan ketika tingkat persediaan mencapai *reorder level* ( $r$ ). Analisa dalam kebijakan ini adalah untuk menentukan jumlah pemesanan ( $Q$ ), dan *reorder level* ( $r$ ) yang dapat meminimalkan total biaya persediaan batu bara. Pada model ini, kehabisan persediaan diasumsikan tidak dapat dipenuhi dikarenakan ada kondisi kehabisan persediaan dianggap *lost sales*.

Nilai  $Q$  dan  $r$  optimal didapat dari perhitungan iteratif. Perhitungan iteratif model ini berhenti pada perhitungan ke-5 karena nilainya ke-5 dan ke-4 sama. Hasil dari perhitungan iteratif menunjukkan jumlah pemesanan ( $Q$ ) sebesar 2486,815 ton dengan *reorder level* ( $r$ ) sebesar 59638,642 ton. Total biaya persediaan pada model ini adalah Rp. 1.276.601.990 yang nilainya telah dibulatkan ke atas ketika dilakukan perhitungan. Maka akan dilakukan pemesanan ketika persediaan mencapai titik ( $r$ ) sebesar 59638,642 ton dengan kuantitas pemesanan ( $Q$ ) sebesar 2486,815 ton.

Kekurangan persediaan batu bara dalam perhitungan diperkirakan sebesar 0,071 ton. Kekurangan tersebut dimasukkan ke dalam kehilangan penjualan (*lost sales*).

### **5.8 Perbandingan Total Biaya Persediaan antara Kebijakan Perusahaan, Model *Continuous Review Back Order*, dan Model *Continuous Review Lost Sales***

Berdasarkan tabel 4.15 dapat dilihat perbandingan komponen biaya persediaan pada masing-masing model perhitungan total biaya persediaan. Pada biaya pemesanan, kebijakan perusahaan memiliki biaya terendah yaitu Rp. 35.921. Sedangkan biaya tertinggi ada pada model *continuous review back order* dengan biaya Rp 11.308.932. Hal ini dikarenakan pada model *continuous review back order* nilai pemesanan/*order quantity* ( $Q$ ) yang dimiliki sekitar 2243,886 ton sehingga menyebabkan frekuensi pemesanan cenderung lebih besar karena untuk memenuhi kebutuhan sebesar 1.023.224 ton pada tahun 2018.

Pada biaya simpan, nilai terbesar ada pada kebijakan perusahaan karena memiliki biaya simpan sebesar Rp. 1.518.317.989 dalam satu tahun. Sedangkan biaya simpan terendah ada pada perhitungan model *continuous review back order* dengan biaya Rp. 1.264.281.907. Hal ini dikarenakan, pada kebijakan perusahaan hanya mempertimbangkan biaya simpan tiap ton per bulan dan persediaan di gudang dalam satu tahun. Sedangkan pada model *continuous review back order* mempertimbangkan faktor tingkat pemesanan kembali ( $r$ ), permintaan saat *lead time* ( $DL$ ), total kebutuhan ( $D$ ), dan estimasi kekurangan persediaan. Pemesanan batu bara lebih sering dilakukan sehingga persediaan di gudang lebih sedikit. Maka nilai biaya simpan dari *continuous review back order* cenderung lebih kecil.

Komponen biaya persediaan selanjutnya adalah biaya kehabisan persediaan. Dimana pada kebijakan perusahaan tidak diperhitungkan mengenai biaya ini. Dari model model, model *continuous review lost sales* memiliki biaya terendah jika dibandingkan dengan model lainnya. Nilainya yaitu sebesar Rp. 890.664. Sedangkan nilai tertinggi adalah Rp. 933.965 pada model *continuous review back order*. Hal ini dikarenakan nilai estimasi kekurangan persediaan  $\bar{S}_{(x)}$  pada model *continuous review back order* tetap dapat dipenuhi maka membutuhkan biaya yang lebih besar jika dibandingkan dengan kebijakan untuk kehilangan penjualan (*lost sales*).

Jika dilihat dari total biaya persediaan, dapat dilihat bahwa model pengendalian persediaan bahan bakar di perusahaan untuk bahan bakar batu bara memiliki nilai yang paling tinggi jika dibandingkan dengan model pengendalian persediaan yang lain. Dimana model persediaan yang dipakai perusahaan yaitu model pengendalian persediaan min-max. Model tersebut mempertimbangkan adanya nilai maksimum dan nilai minimum persediaan yang ada di gudang tanpa mempertimbangkan adanya biaya persediaan. Hal tersebut menyebabkan adanya perbedaan pada total biaya persediaan.

Hal lain yang menyebabkan adanya total biaya persediaan yang besar untuk kebijakan perusahaan yaitu kesalahan peramalan. Dimana seperti yang sudah dijelaskan pada poin mengenai persediaan semen, diketahui terjadi kondisi kesalahan peramalan pada produksi semen di tahun 2017. Akibatnya, terjadi penumpukan atau kelebihan persediaan bahan baku dan bahan bakar di akhir periode Desember 2017. Tidak terkecuali untuk persediaan batu bara.

Secara keseluruhan, jika dilihat dari total biaya persediaan, model *continuous review back order* memiliki total biaya paling rendah jika dibandingkan

dengan model lainnya. Total biaya persediaan model *continuous review back order* sebesar Rp. 1.276.524.804. Sedangkan biaya terbesar ada pada kebijakan perusahaan yaitu sebesar Rp. 1.518.353.910. Maka model *continuous review back order* baik untuk digunakan dalam perhitungan pengendalian persediaan batu bara karena memiliki total biaya persediaan yang minimal. Dengan dipilihnya model *continuous review back order* maka perusahaan akan tetap memenuhi seluruh permintaan walaupun terjadi kekurangan persediaan. Pemenuhan kekurangan persediaan dilakukan dengan melakukan pemesanan ke perusahaan yang memproduksi semen juga. Dalam kasus PT Semen Padang, back order dilakukan ke perusahaan satu grup yaitu Semen Indonesia.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengumpulan data, pengolahan data dan dilakukan analisis berdasarkan dasar-dasar teori yang ada serta dengan melihat dari tujuan dilakukannya penelitian ini, maka dapat disimpulkan:

1. Model pengendalian persediaan *continuous review back order* merupakan model yang baik digunakan untuk pengendalian persediaan batu bara karena memiliki total biaya persediaan paling minimal yaitu Rp. 1.276.524.804.
2. Pengendalian persediaan model *continuous review back order* untuk bahan bakar batu bara memiliki *reorder level* ( $r$ ) sebesar 59643,445 ton. Jumlah pemesanan ( $Q$ ) ketika dilakukan pesanan 2243,886 ton.

#### 6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Untuk Perusahaan
  - a) Perusahaan perlu meninjau kembali dalam pengambilan keputusan kebijakan terkait pengendalian persediaan untuk masing-masing bahan baku utamanya batu bara.
  - b) Penelitian ini digunakan sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan kebijakan pengendalian persediaan bahan bakar batu bara.

- c) Dalam menentukan model persediaan yang sebaiknya dipakai maka perlu memerhatikan penjadwalan yang ketat ketika menggunakan model persediaan *continuous review* untuk kedua kondisi.
2. Untuk penelitian selanjutnya
- a) Menggunakan data historis yang lebih banyak agar tidak terjadi kesalahan peramalan.
  - b) Dapat mempertimbangkan faktor-faktor lain yang dapat memengaruhi kondisi persediaan batu bara.



## DAFTAR PUSTAKA

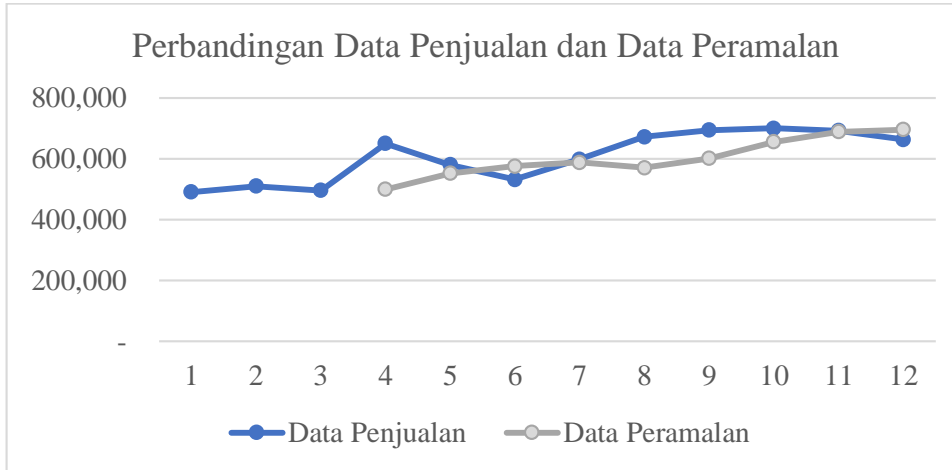
- Anggraini, F. D., Ilhami, M., & Herlina, L. (2013). Penentuan Persediaan Bahan Baku Optimal Menggunakan Model Q. *Jurnal Teknik Industri Vol 1 No 4*, 322-327.
- Assauri, S. (1984). *Teknik dan Metode Peramalan*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi Cetakan Pertama*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Biegel, J. E. (1999). *Pengendalian Produksi Suatu Pendekatan Kuantitatif*. Jakarta: Akademika Presindo.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2006). *Operations Management for Competitive Advantage 11th Edition*. Boston: McGraw-Hill Irwin.
- Dervitsiotis, K. N. (1981). *Operation Management*. New York: McGraw-Hill Book Company Inc.
- Diputra, D. (2012). Usulan Perbaikan Perencanaan dan Pengendalian Persediaan dengan Membandingkan Model Q dan Model P pada PT XYZ. *Jurnal Teknik Industri Universitas Tanjungpura*, 1-5.
- Ernawati, Y., & Sunarsih. (2008). Sistem Pengendalian Persediaan Model Probabilistik dengan Back Order Policy. *Jurnal Matematika Vol 11 No 2*, 87-93.
- Fithri, P., & Sindikia, A. (2014). Pengendalian Persediaan Pozzolan di PT Semen Padang. *Jurnal Optimasil Sistem Industri Vol 13 No 2*, 665-686.
- Fogarty, D. W., Blackstone, J. H., & Hoffmann, T. R. (1991). *Production & Inventory Management*. Ohio: South-Western Publishing Co.
- Gaspersz, V. (2004). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Umum.
- Haming, M., & Nurnajamuddin, M. (2014). *Manajemen Produksi Modern: Operasi Manufaktur dan Jasa*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Hanke, J. E., & W. Wichern, D. (2005). *Bussiness Forecasting Edisi 9*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Hasan, S. (1993). *Pembelanjaan Perusahaan Edisi Keempat*. Yogyakarta: Liberty.

- Lukitosari, V. (2006). Studi Perbandingan Ekspektasi Biaya Total Antara Kasus Backorder dan Lost Sales pada Model Persediaan Probabilistik. *J. Math. and Its Appl.*, 109-117.
- Makridakis. (1999). *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi 2*. Jakarta: Binapura Aksara.
- Nasution, A. H., & Prasetyawan, Y. (2008). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ningsih, T. W., Bahauddin, A., & Ekawati, R. (2014). Pengendalian Persediaan Bahan Baku Semen Dengan Kendala Kapasitas Gudang Menggunakan Model Probabilistik Q. *Jurnal Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Vol 2 No 1*, 1-6.
- Pujawan, I. N. (2005). *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- Rangkuti, F. (2004). *Manajemen Persediaan Aplikasi di Bidang Bisnis*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Riduwan. (2004). *Metode dan Teknik Menyusun Tesis*. Bandung: Alfabeta.
- Ristono, A. (2009). *Manajemen Persediaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Siregar, L., Herlina, L., & Kulsum. (2014). Pengendalian Persediaan Bahan Baku di PT. ABC Dengan Model Q Back Order Menggunakan Simulasi Monte Carlo. *Jurnal Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, 1-7.
- Sofyan, D. K. (2015). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukanta. (2017). Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Continuous Review System di Moga Toys Home Industry. *Jurnal of Industrial Engineering Management Vol 2 No 1*, 25-31.
- Sundjaja, R. S., & Barlian, I. (2003). *Manajemen Keuangan 2 Edisi Keempat*. Jakarta: Literata Lintas Media.
- Supranto, J. (1981). *Metode Peramalan Kuantitatif untuk Perencanaan*. Jakarta: Gramedia.
- Yamit, Z. (1999). *Manajemen Persediaan*. Yogyakarta: EKONISIA Fakultas Ekonomi UII

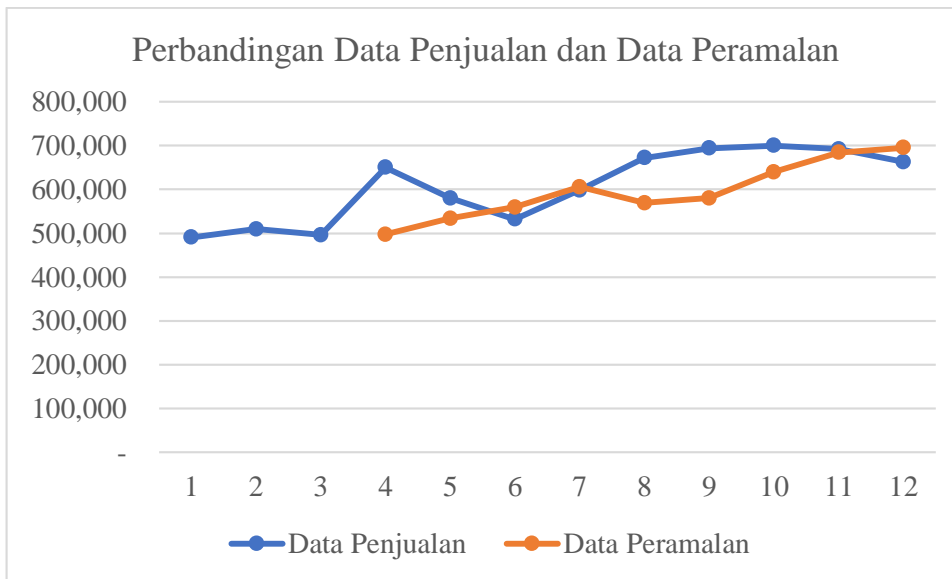
## LAMPIRAN

### A-Grafik Peramalan

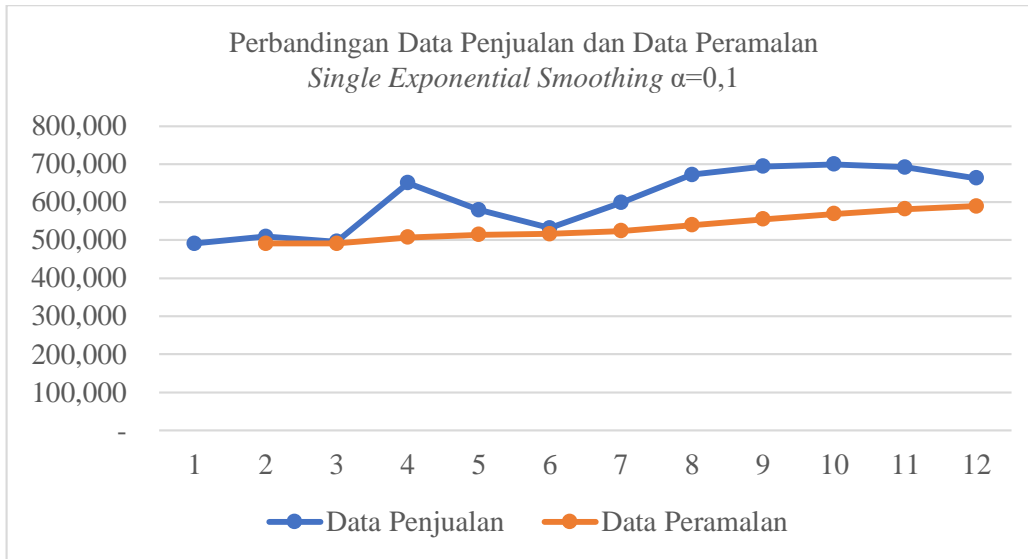
#### A.1-Grafik Peramalan Metode *Simple Moving Average* M=3



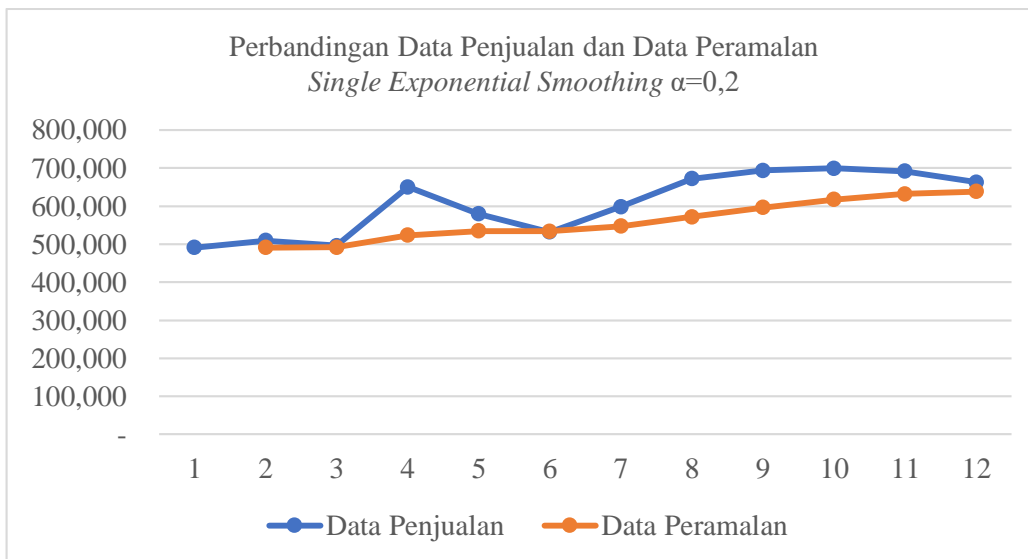
#### A.2-Grafik Peramalan Metode *Weighted Moving Average*



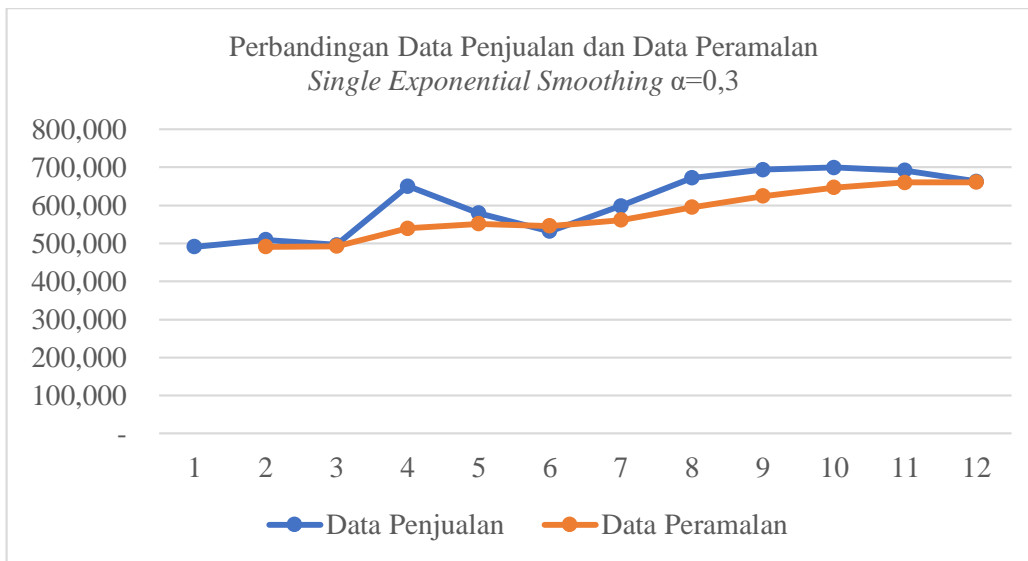
### A.3-Grafik Peramalan Metode *Single exponential smoothing* $\alpha=0,1$



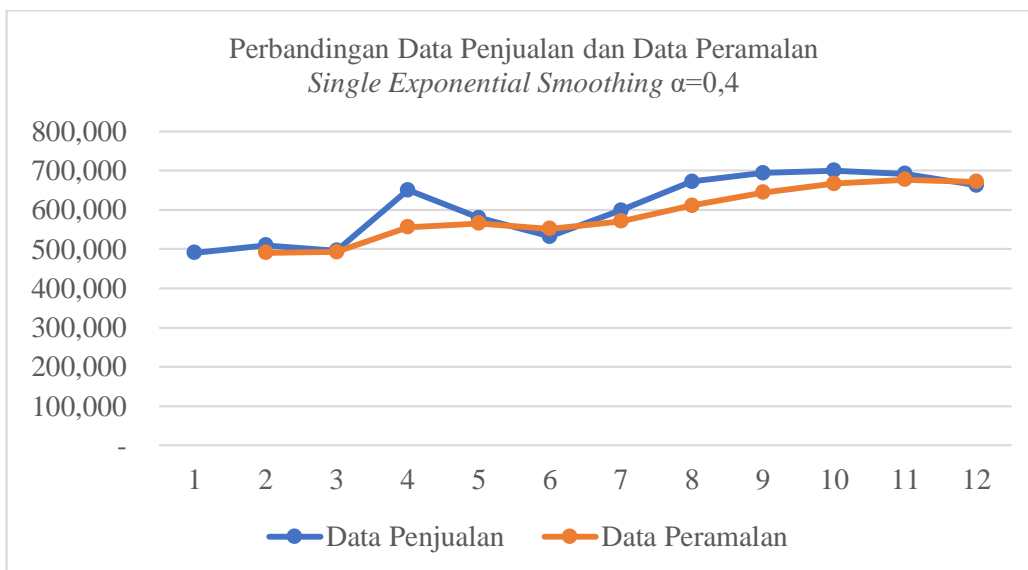
### A.4-Grafik Peramalan Metode *Single exponential smoothing* $\alpha=0,2$



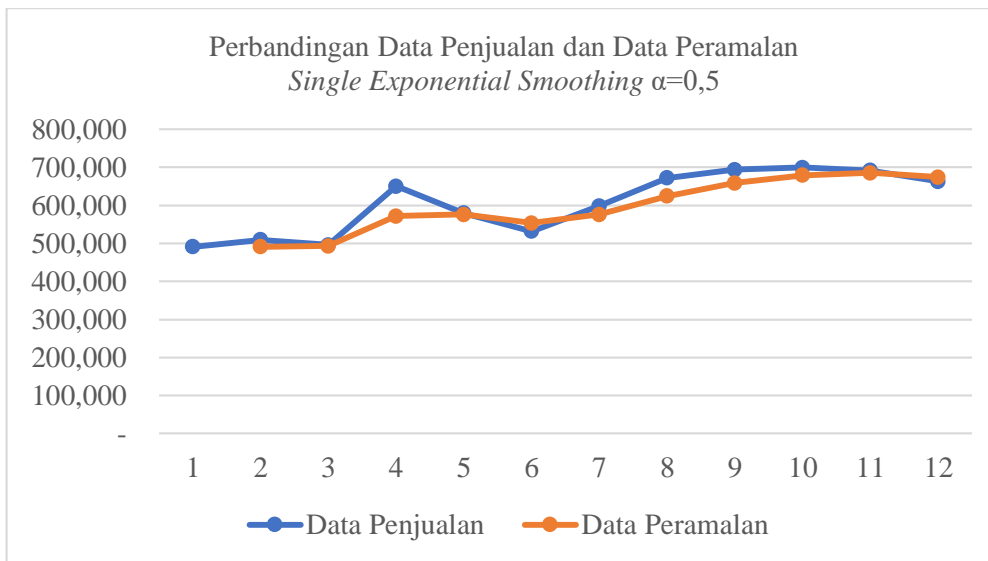
#### A.5-Grafik Peramalan Metode *Single exponential smoothing* $\alpha=0,3$



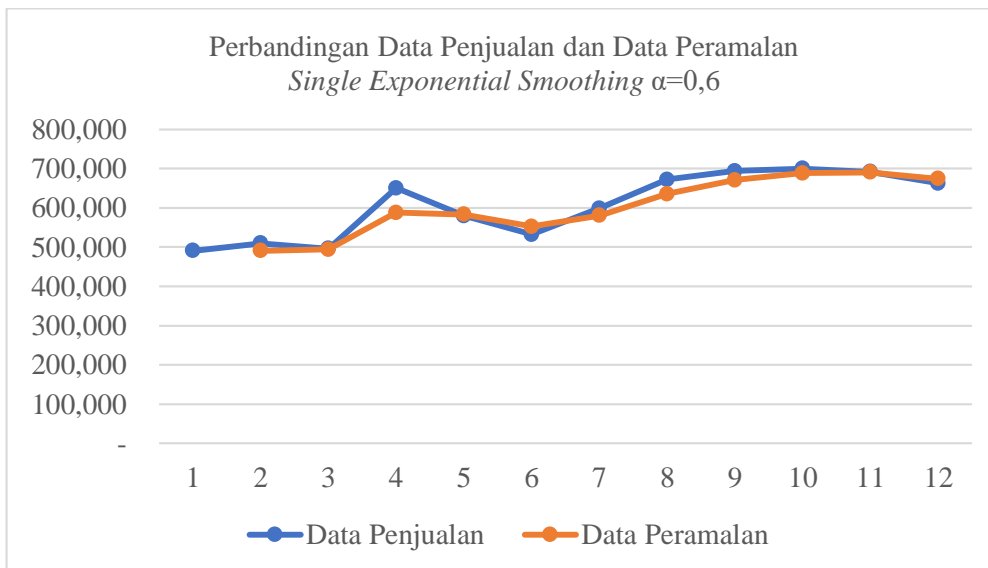
#### A.6-Grafik Peramalan Metode *Single exponential smoothing* $\alpha=0,4$

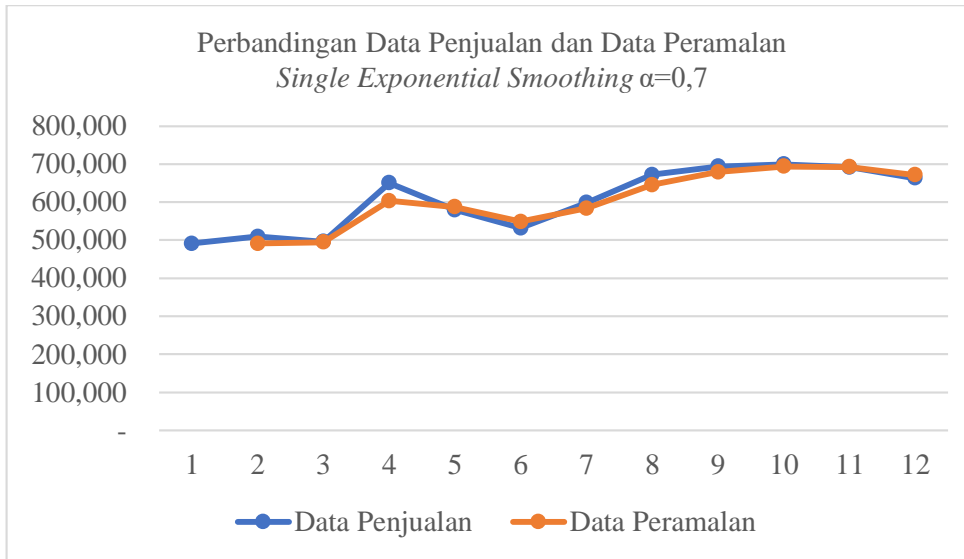


A.7-Grafik Peramalan Metode *Single exponential smoothing*  $\alpha=0,5$



A.8-Grafik Peramalan Metode *Single exponential smoothing*  $\alpha=0,6$



A.9-Grafik Peramalan Metode *Single exponential smoothing*  $\alpha=0,7$ A.10 -Grafik Peramalan Metode *Single exponential smoothing*  $\alpha=0,8$ 