

TUGAS AKHIR

ANALISIS PERENCANAAN KEBUTUHAN
MATERIAL J-100 *STUD BOLT & NUTS*
DI PT. PERTAMINA HULU ENERGI ONWJ

**Diajukan guna melengkapi sebagian syarat
dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)**



Disusun Oleh:

Nama : Lifia Citra Ramadhanti
NIM : 41614010011

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2017

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Lilia Citra Ramadhanti
N.I.M : 41614010011
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Analisis Perencanaan Kebutuhan Material J-100
Stud Bolt & Nuts di PT. Pertamina Hulu Energi
ONWJ.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan laporan tugas akhir yang telah penulis buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan laporan tugas akhir ini merupakan hasil plagiat atau perjiplakan terhadap karya orang lain, maka penulis bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini penulis buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis,
METERAI
TEMPEL
N. BEAUP117353990
6000
KEMERDEKAAN
[Lilia Citra Ramadhanti]

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERENCANAAN KEBUTUHAN MATERIAL J-100 *STUD BOLT & NUTS* DI PT. PERTAMINA HULU ENERGI ONWJ

Disusun Oleh:

Nama : Lilia Citra Ramadhanti
NIM : 41614010011
Jurusan : Teknik Industri

Pembimbing,



14/12-13

[Silvi Ardyanti, ST, M.Sc]

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir / Ketua Program Studi



[Dr. Ir. Zulfia Fitri Ikatrinasari, MT]

ABSTRAK

Di dalam suatu Perusahaan diharapkan dapat mengatur persediaan dengan baik. Namun persediaan di Perusahaan sering mengalami permasalahan seperti terjadinya kekurangan atau kelebihan persediaan. Untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan melakukan perencanaan kebutuhan. Dalam perencanaan kebutuhan dilakukan dengan peramalan dan mengetahui penerapan teknik *lot sizing* agar tidak terjadi ketidaksesuaian antara tingkat pemesanan dan tingkat penggunaan yang dapat memicu timbulnya *overstock* dan *stockout*. PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ adalah sebuah anak Perusahaan PT. Pertamina Hulu Energi yang bergerak dalam bidang eksplorasi minyak dan gas khusus blok *north west java* dan memiliki masalah adanya ketidaksesuaian antara tingkat pemesanan dengan tingkat penggunaan pada material J-100 *stud bolt & nuts*. Oleh karena itu, maka diperlukan analisis perencanaan kebutuhan dengan tujuan untuk menghasilkan metode peramalan terbaik dan penerapan teknik *lot sizing* untuk material J-100 *stud bolt & nuts*. Perencanaan kebutuhan dilakukan menggunakan 18 metode peramalan dan 5 teknik *lot sizing*. Untuk metode peramalan yang terbaik adalah metode siklis karena memiliki nilai kesalahan (*error*) terkecil, dimana hasil peramalannya digunakan untuk nilai *gross requirement* pada teknik *lot sizing* untuk mengetahui penerapan teknik *lot sizing* material J-100 *stud bolt & nuts*. Dari hasil pengolahan data dengan 5 teknik *lot sizing* didapatkan bahwa metode *silver meal*, *least unit cost*, *part period balancing* dan *period order quantity* memiliki total biaya yang sama dan terkecil yaitu Rp 290.472 dengan pemesanan yang dilakukan pada setiap periode (bulan). Terkecuali untuk metode *economic order quantity* yang memiliki total biaya sebesar Rp 6.095.071 dengan pemesanan sesuai nilai EOQ sebesar 463 unit.

Kata kunci: Persediaan, Peramalan, Nilai Kesalahan (*Error*), Teknik *Lot Sizing*, Metode Siklis, Total Biaya Terkecil, Periode Pemesanan.

ABSTRACT

In a company, expected to organize inventory be better. However inventory in a company often have problems such as stockout and overstock. To solve the problem is to do requirement planning. To do requirement planning with forecasting and knowing the application of the technique of lot sizing in order not going mismatch between the level of order and the level of usage that can trigger overstock and stockout. PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ is a subsidiary of PT. Pertamina Hulu Energi is engaged in oil and gas exploration especially north-west java block and has problem of the mismatch between the level of order and the level of usage of the J-100 stud bolt & nuts. Therefore, requirement planning is required in order to produce the best forecasting method and application of the technique of lot sizing to J-100 stud bolt & nuts. Requirement planning using 18 forecasting method and 5 lot sizing technique. For the best forecasting method is cyclical method because it has the smallest error, the result of forecasting is used for the value of the gross requirement on the lot sizing techniques to figure out the application of the technique of lot sizing material J-100 stud bolt & nuts. From the results of the data processing with 5 lot sizing technique is obtained that the methods of silver meal, least unit cost, part period balancing and period order quantity have the same total cost and the smallest cost is Rp 290.472 with ordering in each period (month). Except for the method of economic order quantity that has the total cost is Rp 6.095.071 with ordering depend on economic order quantity value is 463 unit.

Keywords: *Inventory, Forecast, Error Value, Lot Sizing Technique, Cyclical Method, The Smallest Total Cost, Ordering Period.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Atas segala rahmat, berkah, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Laporan tugas akhir ini disusun untuk melengkapi salah satu syarat wajib dalam mencapai gelar S1 Program Studi Teknik Industri pada Universitas Mercu Buana. Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, karena adanya keterbatasan kemampuan, pengetahuan, serta pengalaman penulis. Oleh karena itu segala saran dan kritik yang membangun sangatlah penulis harapkan.

Pada kesempatan ini juga penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu secara moril maupun materil selama penyusunan laporan tugas akhir ini.

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. ALLAH SWT yang telah memberikan nikmat sehat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan lancar.
2. Mamah, Papah dan Adik yang selalu mendoakan dan tiada hentinya mendidik, menyayangi serta memberikan dukungan moril maupun materil sehingga dengan lancar penulis menjalani perkuliahan hingga saat ini.
3. Ibu Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, MT selaku Koordinator Tugas Akhir / Ketua Program Studi Teknik Industri yang memberikan dukungan dan saran dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
4. Ibu Silvi Ariyanti, ST, M.Sc selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak membantu dan bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, kritik dan saran yang berguna dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

5. Segenap Dosen Teknik Industri Universitas Mercu Buana atas bimbingan dan pengajarannya didalam perkuliahan.
6. Ibu Dona Lestari selaku pembimbing tugas akhir di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ yang telah mengarahkan dalam pelaksanaan dan pengambilan data selama tugas akhir.
7. Bapak Deny Putradi selaku *Office Staff* yang telah membantu merekomendasikan untuk melaksanakan tugas akhir di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ.
8. Teman-teman Departemen *Supply Chain Management* di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ yang telah bersedia memberikan informasi tambahan terkait topik tugas akhir penulis.
9. Bapak Agung, mas Yozi, mas Fay dan teman-teman marunda alfa jetty PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ atas pengalaman dan ilmu yang sudah diberikan kepada penulis.
10. Teman-teman seperjuangan Mahasiswa Teknik Industri Universitas Mercu Buana Jakarta Angkatan 2014 khususnya Bhekti Dwiyanto, Ninis Banuwati, Puspita Eka Rohmah dan Ridho Sya'bana atas motivasi, kerja sama dan kekompakan yang terjalin sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan seluruh pihak yang membutuhkan.

Jakarta, 13 Desember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Persediaan	7
2.2 Peramalan	8
2.3 Pendekatan Peramalan	8
2.4 Prinsip-Prinsip Peramalan Permintaan.....	10
2.5 Metode Peramalan.....	11
2.6 Menguji Ketepatan Peramalan	15
2.7 Verifikasi dengan <i>Moving Range Chart</i>	16
2.8 Biaya Sistem Persediaan	16
2.9 <i>Service Level</i>	18
2.10 <i>Lead Time</i>	19
2.11 <i>Safety Stock</i>	19
2.12 Kebijakan Pengambilan Keputusan Metode <i>Lot Sizing</i>	19
2.13 Penelitian Terdahulu	25

2.14 Kerangka Pemikiran.....	31
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Lokasi dan Objek Penelitian	32
3.2 Data dan Informasi.....	32
3.2.1 Jenis Data yang Digunakan	32
3.2.2 Sumber Data.....	32
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	33
3.4 Teknik Analisis	34
3.5 Langkah-Langkah Penelitian	34
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1 Pengumpulan Data	38
4.1.1 Profil Perusahaan	38
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan.....	39
4.1.3 <i>Flow Station</i> Perusahaan	39
4.1.4 Gambaran Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	41
4.1.5 Data Penggunaan Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	42
4.1.6 Data <i>Inventory On Hand</i> Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	43
4.1.7 Data Biaya Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	43
4.2 Pengolahan Data	44
4.2.1 Peramalan Penggunaan Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	44
4.2.1.1 Penentuan Pola Penggunaan	44
4.2.1.2 Peramalan dan Pengukuran <i>Error Moving Average</i>	46
4.2.1.3 Peramalan dan Pengukuran <i>Error SES</i>	50
4.2.1.4 Peramalan dan Pengukuran <i>Error Quadratic</i>	55
4.2.1.5 Peramalan dan Pengukuran <i>Error Trend Linear</i>	59
4.2.1.6 Peramalan dan Pengukuran <i>Error Siklis</i>	63
4.2.1.7 Peramalan dan Pengukuran <i>Error Constant</i>	66
4.2.1.8 Validasi Menggunakan <i>Tracking Signal</i>	68
4.2.1.9 Peramalan 12 Periode Selanjutnya.....	71
4.2.2 Penerapan Perhitungan Teknik <i>Lot Sizing</i>	72
4.2.2.1 <i>Silver Meal</i>	73
4.2.2.2 <i>Least Unit Cost</i>	76

4.2.2.3 <i>Part Period Balancing</i>	78
4.2.2.4 <i>Economic Order Quantity</i>	82
4.2.2.5 <i>Period Order Quantity</i>	84
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
5.1 Kondisi Perusahaan.....	87
5.2 Hasil Peramalan	87
5.2.1 Hasil Peramalan Metode <i>Moving Average</i>	88
5.2.2 Hasil Peramalan Metode <i>Single Exponential Smoothing</i>	88
5.2.3 Hasil Peramalan Metode <i>Quadratic</i>	89
5.2.4 Hasil Peramalan Metode <i>Trend Linear</i>	89
5.2.5 Hasil Peramalan Metode <i>Constant</i>	90
5.2.6 Hasil Peramalan Menggunakan Metode Siklis	91
5.3 Hasil Penerapan Teknik <i>Lot Sizing</i>	93
5.4 Perbandingan Total Biaya Aktual dengan Peramalan.....	97
5.5 Perbedaan Kondisi Secara Aktual dan Usulan.....	99
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	101
6.2 Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN.....	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Ketidaksesuaian antara Tingkat Pemesanan dan Tingkat Penggunaan Tahun 2014 - Tahun 2016	2
Gambar 1.2 <i>Issued Stud Bolt & Nuts</i> 08-425-0240-1, <i>Stud Bolt & Nuts</i> 08-425-0238-1, <i>Tape, Ptfе</i> 50-165-0001-1	3
Gambar 2.1 Pola Data Horizontal	9
Gambar 2.2 Pola Data Musiman	9
Gambar 2.3 Pola Data Siklis	10
Gambar 2.4 Pola Data <i>Trend</i>	10
Gambar 2.5 Kerangka Pemikiran.....	31
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	36
Gambar 3.2 Diagram Alir Pengolahan Data	37
Gambar 4.1 Aliran Distribusi Minyak dan Gas PT. PHE ONWJ	40
Gambar 4.2 Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	41
Gambar 4.3 <i>Carton</i> Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	41
Gambar 4.4 Pallet Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	42
Gambar 4.5 <i>Scatter</i> Diagram Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	45
Gambar 4.6 Pola Data Penggunaan Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	45
Gambar 4.7 <i>Tracking Signal</i> dengan Metode Siklis	71
Gambar 5.1 Perbandingan Hasil Peramalan dan <i>Actual</i> Metode <i>Quadratic</i>	89
Gambar 5.2 Perbandingan Hasil Peramalan dan <i>Actual</i> Metode <i>Trend Linear</i>	90
Gambar 5.3 Perbandingan Hasil Peramalan dan <i>Actual</i> Metode <i>Constant</i>	91
Gambar 5.4 Perbandingan Hasil Peramalan dan <i>Actual</i> Metode Siklis 36 Periode.	91
Gambar 5.5 Perbandingan Nilai Peramalan dan Penggunaan Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i> Tahun 2016	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	25
Tabel 4.1 <i>Flow Station</i> PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ	39
Tabel 4.2 Penggunaan Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	42
Tabel 4.3 Data <i>Inventory On Hand</i> Periode Desember Tahun 2016	43
Tabel 4.4 Peramalan dengan Metode <i>Moving Average</i>	46
Tabel 4.5 Contoh Perhitungan Peramalan PERiode 3 MA 2 Bulan.....	47
Tabel 4.6 Nilai Kesalahan (<i>Error</i>) dengan Metode <i>Moving Average</i>	48
Tabel 4.7 Contoh Perhitungan Nilai Kesalahan (<i>Error</i>) dengan <i>Moving Average</i> ..	48
Tabel 4.8 Perhitungan Peramalan Metode <i>Single Exponential Smoothing</i>	51
Tabel 4.9 Nilai Kesalahan (<i>Error</i>) Metode <i>Single Exponential Smoothing</i>	53
Tabel 4.10 Contoh Perhitungan Nilai Kesalahan (<i>Error</i>) Metode SES.....	54
Tabel 4.11 Perhitungan Peramalan dengan Metode <i>Quadratic</i>	55
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Peramalan dengan Metode <i>Quadratic</i>	58
Tabel 4.13 Peramalan dengan Metode <i>Trend Linear</i>	59
Tabel 4.14 Hasil Peramalan dengan Metode <i>Trend Linear</i>	61
Tabel 4.15 Peramalan dengan Metode Siklis.....	63
Tabel 4.16 Nilai Kesalahan (<i>Error</i>) Metode Siklis.....	65
Tabel 4.17 Peramalan dengan Metode <i>Constant</i>	66
Tabel 4.18 Perbandingan Nilai Kesalahan MAD, MSE dan MAPE	68
Tabel 4.19 Perhitungan untuk <i>Tracking Signal</i> dengan Metode Siklis.....	69
Tabel 4.20 Peramalan 12 Periode Selanjutnya dengan Metode Siklis.....	71
Tabel 4.21 Kombinasi <i>Silver Meal</i>	73
Tabel 4.22 Metode <i>Silver Meal</i> Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	75
Tabel 4.23 Kombinasi <i>Least Unit Cost</i>	76
Tabel 4.24 Metode <i>Least Unit Cost</i> Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	77
Tabel 4.25 Perhitungan <i>Economic Part Period</i> (EPP).....	78
Tabel 4.26 Algoritma 1 <i>Part Period Balancing</i>	78
Tabel 4.27 Algoritma 2 <i>Part Period Balancing</i>	78
Tabel 4.28 Algoritma 3 <i>Part Period Balancing</i>	79

Tabel 4.29 Algoritma 4 <i>Part Period Balancing</i>	79
Tabel 4.30 Algoritma 5 <i>Part Period Balancing</i>	79
Tabel 4.31 Algoritma 6 <i>Part Period Balancing</i>	79
Tabel 4.32 Algoritma 7 <i>Part Period Balancing</i>	80
Tabel 4.33 Algoritma 8 <i>Part Period Balancing</i>	80
Tabel 4.34 Algoritma 9 <i>Part Period Balancing</i>	80
Tabel 4.35 Algoritma 10 <i>Part Period Balancing</i>	80
Tabel 4.36 Algoritma 11 <i>Part Period Balancing</i>	80
Tabel 4.37 Algoritma 12 <i>Part Period Balancing</i>	80
Tabel 4.38 Metode <i>Part Period Balancing</i> Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	81
Tabel 4.39 Perhitungan Nilai EOQ	82
Tabel 4.40 Metode EOQ Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	83
Tabel 4.41 Perhitungan Nilai POQ	84
Tabel 4.42 Metode POQ Material J-100 <i>Stud Bolt & Nuts</i>	85
Tabel 5.1 Perbandingan Total Biaya Pada Perhitungan Teknik <i>Lot Sizing</i>	94
Tabel 5.2 Total Biaya Aktual	97
Tabel 5.3 Perbedaan Kondisi Secara Aktual dan Usulan.....	100

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil Wawancara dengan Tim *Inventory Analyst* Tentang Biaya Pesan
- Lampiran 2. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Moving Average* 3 Bulanan
- Lampiran 3. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Moving Average* 4 Bulanan
- Lampiran 4. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Moving Average* 5 Bulanan
- Lampiran 5. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Moving Average* 6 Bulanan
- Lampiran 6. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* α 0,2
- Lampiran 7. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* α 0,3
- Lampiran 8. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* α 0,4
- Lampiran 9. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* α 0,5
- Lampiran 10. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* α 0,6
- Lampiran 11. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* α 0,7
- Lampiran 12. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* α 0,8
- Lampiran 13. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* α 0,9
- Lampiran 14. Surat Keterangan Perusahaan
- Lampiran 15. Bukti Bimbingan Tugas Akhir

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di dalam industri perminyakan memerlukan pengelolaan yang dituntut memiliki kinerja yang cermat, cepat, tepat, teliti, efektif dan efisien serta memiliki keamanan yang tinggi dalam memperoleh hasil akhir yang sesuai harapan. Salah satunya adalah selama *business process* berlangsung, semua hal sudah dapat dipersiapkan dengan baik seperti adanya perencanaan kebutuhan terhadap suatu permintaan atau penggunaan.

PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ merupakan salah satu anak Perusahaan PT. Pertamina Hulu Energi dibawah PT. Pertamina yang merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang eksplorasi minyak dan gas untuk blok *north west java*. PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ memiliki standar operasional yang bertaraf internasional, beroperasi dengan didasari komitmen terhadap perkembangan produksi dan kontinuitas bisnis yang akan memperkuat pilar-pilar perekonomian nasional. Dengan dukungan sumber daya manusia yang berkompeten dengan teknologi terkini dan ikut mengambil bagian dalam mendukung Pertamina sebagai Perusahaan nasional berskala internasional.

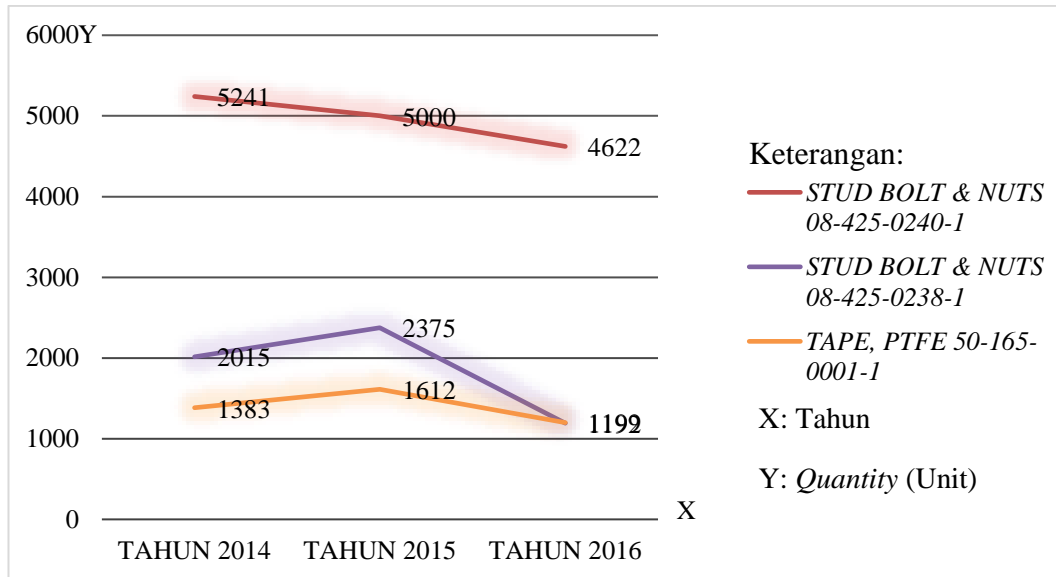
PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ memiliki bagian yang bertugas untuk melakukan perencanaan kebutuhan terhadap permintaan/penggunaan dari *user*. *User* yaitu orang yang memiliki kebutuhan akan suatu material. Permasalahan yang kerap kali dihadapi adalah ketidaksesuaian antara tingkat pemesanan material J-100 *stud bolt & nuts* dengan tingkat penggunaan yang dilakukan oleh *user*. Ketidaksesuaian antara tingkat pemesanan (*move order request*) dengan tingkat penggunaan (*issued*) dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Ketidaksesuaian antara Tingkat Pemesanan dan Tingkat Penggunaan Tahun 2014 - Tahun 2016

Sumber: Data PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ

Material *stud bolt & nuts* adalah material *fast moving* yaitu material yang memiliki pergerakan 1 tahun minimal 2 kali. Material tersebut penting bagi seorang *user* karena merupakan komponen terpenting dalam sebuah proses produksi minyak. Material *fast moving* milik PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ berjumlah banyak. Hanya material *stud bolt & nuts* saja yang memiliki jumlah penggunaan lebih tinggi daripada material lain dan juga material tersebut memiliki permasalahan dalam manajemen persediaannya. Pembuktian jumlah penggunaan (*issued*) material J-100 *stud bolt & nuts* lebih tinggi daripada material lain dapat dilihat pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 *Issued Stud Bolt & Nuts 08-425-0240-1, Stud Bolt & Nuts 08-425-0238-1, Tape, Ptfе 50-165-0001-1*

Sumber: Data PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ

Berdasarkan Gambar 1.2 terlihat bahwa 3 material *fast moving* tersebut merupakan material yang dipilih berdasarkan jumlah penggunaan tertinggi. Dari contoh material *fast moving* pada Gambar 1.2 terlihat bahwa material *stud bolt & nuts* dengan ICN 08-425-0240-1 memiliki jumlah penggunaan dari tahun 2014 hingga tahun 2016 lebih tinggi dibandingkan dengan material *fast moving* lainnya. Oleh karena itu material J-100 *stud bolt & nuts* dengan ICN 08-425-0240-1 dipilih untuk dilakukan penyelesaian permasalahan ketidaksesuaian antara tingkat pemesanan dengan tingkat penggunaan. Untuk menyelesaikan permasalahan ini, Perusahaan harus melakukan perencanaan kebutuhan dalam *business processnya*. Salah satu perencanaannya adalah dengan melakukan analisis perencanaan kebutuhannya dengan menggunakan peramalan dan teknik *lot sizing*.

Menurut Tularam dan Saeed (2016) bahwa Perusahaan yang bergerak dalam bidang *oil and gas industry* untuk mengetahui keputusan di masa mendatang dapat menggunakan peramalan dengan melihat nilai *error* terkecil. Menurut Fildes dan Kingsman (2011) bahwa beberapa metode *lot sizing* adalah pendekatan yang sesuai untuk melihat efek dari ketidakpastian permintaan

peramalan dan merencanakan suatu kebutuhan periode agar penggunaannya sesuai dengan tingkat kebutuhan atau pemesanannya dan tidak mengakibatkan biaya-biaya yang lebih besar pada *inventory*. Menurut Madinah, *et al* (2013) dalam perencanaan sebuah kebutuhan dapat menggunakan *lot sizing* selain untuk menyesuaikan tingkat kebutuhan dan penggunaan namun juga dapat menghemat biaya persediaan. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan kebutuhan material J-100 *stud bolt & nuts* dengan melakukan peramalan dan mengetahui penerapan teknik *lot sizing* yang memiliki total biaya terkecil.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas mengenai permasalahan yang ada di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ, maka perumusan masalahnya adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana hasil peramalan untuk material J-100 *stud bolt & nuts* pada tahun 2017 yang dihasilkan dari metode peramalan terbaik di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ?
- b. Bagaimana menerapkan metode *silver meal*, *least unit cost*, *part period balancing*, *economic order quantity* dan *period order quantity* untuk mengetahui *lot sizing* material J-100 *stud bolt & nuts* pada tahun 2017 di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menghasilkan hasil peramalan untuk material J-100 *stud bolt & nuts* pada tahun 2017 yang dihasilkan dari metode peramalan terbaik di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ.
- b. Menghasilkan penerapan metode *silver meal*, *least unit cost*, *part period balancing*, *economic order quantity* dan *period order quantity* untuk mengetahui *lot sizing* material J-100 *stud bolt & nuts* pada tahun 2017 di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memfokuskan pembahasan yang ada, ruang lingkup permasalahan yang dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan adalah data material J-100 *stud bolt & nuts* bukan J-300 *stud bolt & nuts*.
2. Data penggunaan (*issued*) yang digunakan dalam peramalan yaitu sebanyak 36 periode dari tahun 2014, 2015 dan 2016.
3. Satuan waktu peramalan yang digunakan adalah periode (bulan).
4. Material *stud bolt & nuts* yang digunakan memiliki ICN 08-425-0240-1.
5. Material *stud bolt & nuts* yang digunakan adalah berukuran $\frac{5}{8}$ " x 4 $\frac{1}{2}$ "
6. Metode peramalan (*forecast*) yang digunakan, diantaranya:
 - *Moving Average* 2, 3, 4, 5, 6 bulanan
 - *Single Exponential Smoothing* dengan nilai α 0.1 sampai 0.9
 - *Quadratic*
 - *Trend Linear*
 - Siklis
 - *Constant*
7. Perencanaan kebutuhan material J-100 *stud bolt & nuts* dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan teknik *lot sizing*, diantaranya:
 - *Silver Meal* (SM)
 - *Least Unit Cost* (LUC)
 - *Part Period Balancing* (PPB)
 - *Economic Order Quantity* (EOQ)
 - *Period Order Quantity* (POQ)

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk lebih memudahkan dalam pembahasan dan memberikan suatu gambaran yang jelas secara garis besar, maka tulisan ini disusun secara sistematis sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan uraian tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan uraian tentang dasar-dasar teori yang mendasari dan menjadi landasan bagi penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan uraian tentang tempat dan waktu penelitian, tata cara penelitian, variabel dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai pada bagian alur penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi penjelasan tentang data-data yang telah dikumpulkan penulis untuk memberikan *input* atau masukan data awal yang akan diolah dalam tahapan penelitian selanjutnya. Pengolahan data dilakukan untuk menjawab permasalahan yang ada.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi analisis terhadap hasil pengumpulan dan pengolahan data.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian dan saran yang diperlukan bagi Perusahaan maupun bagi penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Persediaan

Menurut Freddy (2007) bahwa persediaan merupakan salah satu unsur paling aktif dalam operasi Perusahaan yang secara kontinu diperoleh, diubah kemudian dijual kembali. Menurut Hendra (2009) bahwa persediaan didefinisikan sebagai barang yang disimpan untuk digunakan/dijual pada periode mendatang dan persediaan dapat berbentuk bahan baku yang disimpan untuk diproses, komponen yang diproses, barang dalam proses dan barang jadi yang disimpan untuk dijual. Sedangkan menurut Rika (2009) bahwa persediaan didefinisikan sebagai sejumlah barang yang disimpan untuk menunjang kelancaran kegiatan produksi dan distribusi, persediaan juga dapat berwujud barang yang disimpan dalam keadaan menunggu atau belum selesai dikerjakan.

Berdasarkan beberapa definisi diatas, dapat disimpulkan bahwa persediaan merupakan barang yang berupa bahan baku, barang setengah jadi atau barang jadi yang disimpan untuk kontinuitas proses produksi dalam memenuhi kebutuhan pelanggan. Menurut Ristono (2009) persediaan harus dikendalikan untuk menjaga tingkat persediaan pada tingkat yang optimal sehingga diperoleh penghematan pada persediaan tersebut. Untuk menjaga tingkat persediaan dengan biaya yang ekonomis maka perlu suatu perencanaan dengan melakukan peramalan dan pengetahuan akan *lot sizing* suatu material sehingga tingkat persediaan sesuai dengan tingkat pemesanan dan tingkat penggunaan.

2.2 Peramalan (Nasution, 2008)

Peramalan adalah proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan di masa datang yang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu, dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa. Peramalan tidak terlalu dibutuhkan dalam kondisi permintaan pasar yang stabil, karena perubahan permintaan relatif kecil. Dalam kondisi pasar bebas, permintaan pasar lebih bersifat kompleks dan dinamis karena permintaan tersebut tergantung dari keadaan sosial, ekonomi, politik, aspek teknologi, produk pesaing, dan produk substitusi. Dalam industri manufaktur dikenal adanya dua jenis permintaan yang sering disebut sebagai *independent demand* dan *dependent demand*, yang merupakan salah satu konsep terpenting dalam *master planning*. *Dependent demand* didefinisikan terhadap *material*, *parts* atau produk yang terkait langsung dengan diturunkan dari struktur *bill of material* untuk produk akhir atau *item* tertentu. Permintaan untuk produk akhir, *parts* atau produk yang digunakan untuk percobaan pengujian produk itu, dan suku cadang (*spare parts*) untuk pemeliharaan, digolongkan kedalam *independent demand*. Produk yang tergolong *independent demand* merupakan obyek peramalan. Sehingga spesifikasi tingkat kebutuhan jenis barang tersebut harus diidentifikasi dengan jelas dan akurat, agar dapat diterapkan sesuai kebutuhan untuk dilakukan peramalan. Karena itu peramalan yang akurat merupakan informasi yang sangat penting dalam pengambilan keputusan manajemen.

2.3 Pendekatan Peramalan

Menurut Heizer dan Render (2005) bahwa peramalan memiliki 2 pendekatan umum yaitu:

1. Pendekatan *time series* yaitu model yang tidak memperhatikan hubungan sebab akibat atau dengan kata lain hasil peramalan hanya memperhatikan kecenderungan dari data yang di masa lalu yang tersedia.
2. Pendekatan yang memperhatikan hubungan sebab akibat (*cause-effects method*) atau pendekatan yang menjelaskan terjadinya suatu keadaan (*explanatory method*) oleh sebab-sebab tertentu. Dengan kata lain

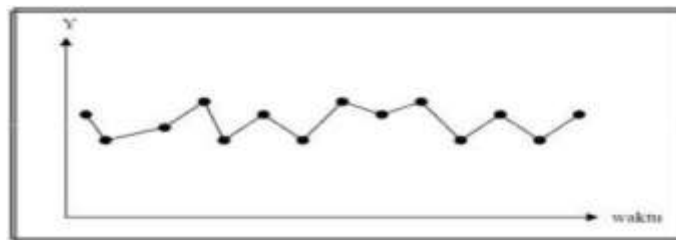
hubungan sebab akibat yang terjadi bukan hubungan *deterministic* melainkan hubungan *stokastic*.

Langkah penting dalam memilih suatu metode deret berkala (*time series*) yang tepat adalah dengan mempertimbangkan jenis pola data, sehingga metode yang paling tepat dengan pola tersebut dapat diuji.

Pola data dapat dibedakan menjadi 4 jenis (Spyros, 2004):

1. Pola Horizontal (H)

Terjadi bilamana nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Deret seperti itu adalah “stasioner” terhadap nilai rata-ratanya. Suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk ke dalam jenis ini. Metode peramalan yang sesuai adalah konstan. Gambar pola data horizontal terdapat pada Gambar 2.1.

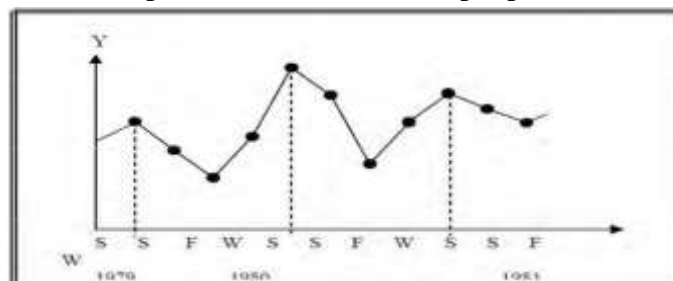


Gambar 2.1 Pola Data Horizontal

Sumber: Spyros (2004)

2. Pola Musiman (S)

Terjadi bila data yang terlihat berfluktuasi, namun fluktuasi tersebut akan terlihat berulang dalam suatu interval waktu tertentu. Metode peramalan yang sesuai adalah metode *winter*, *moving average* atau *weight moving average*. Gambar pola data musiman terdapat pada Gambar 2.2.

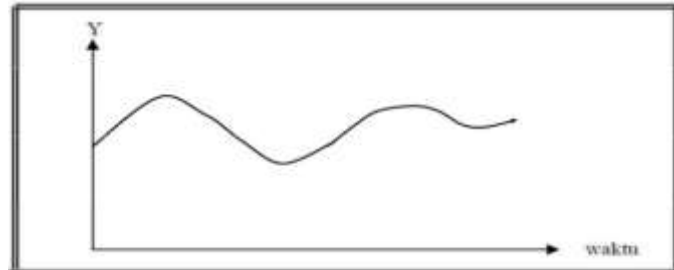


Gambar 2.2 Pola Data Musiman

Sumber: Spyros (2004)

3. Pola Siklis (C)

Terjadi bila fluktuasi permintaan secara jangka panjang membentuk pola sinusoid, gelombang atau siklus. Penjualan produk dapat memiliki siklus yang berulang secara periodik. Metode peramalan yang sesuai adalah metode *moving average*, *weight moving average* dan *exponential smoothing*. Gambar pola data siklis terdapat pada Gambar 2.3.

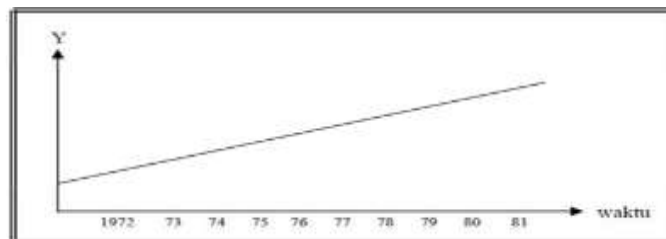


Gambar 2.3 Pola Data Siklis

Sumber: Spyros (2004)

4. Pola *Trend*

Terjadi bila data permintaan menunjukkan pola kecenderungan gerakan penurunan atau kenaikan jangka panjang. Metode peramalan yang sesuai adalah regresi linear, *exponential smoothing* atau *double exponential smoothing*. Gambar pola *trend* terdapat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Pola *Trend*

Sumber: Spyros (2004)

Sasaran akhir dari keseluruhan aktivitas peramalan adalah perkiraan mengenai kebutuhan modal. Dengan mengetahui kebutuhan modal pada semua aktivitas produksi, maka kebijakan harga dan keuntungan akan lebih mudah untuk dibuat (Baroto, 2004).

2.4 Prinsip- Prinsip Peramalan Permintaan

Pengelolaan dan strategi logistik dapat dilakukan secara efektif apabila dilandasi oleh beberapa prinsip penggunaan peramalan. Prinsip-prinsip ini secara singkat dapat dijelaskan sebagai berikut. Sebelum hal tersebut di bicarakan lebih

lanjut, perlu disadari bahwa yang sedang dibicarakan adalah mengenai suatu peramalan, bukan suatu kepastian. Oleh karena itu, perlu di ingat hukum pertama dan utama dari peramalan, yaitu peramalan dijamin meleset dan solusinya adalah dengan memperhatikan prinsip-prinsip peramalan. Berikut prinsip- prinsip peramalan (Indrajit, 2002):

1. Peramalan yang baik pun masih memungkinkan kesalahan yang signifikan.
2. Peramalan memerlukan pemantauan dan perhitungan perkiraan kesalahan.
3. Ketidakpastian yang mungkin besar harus selalu diantisipasi dan diperhitungkan.
4. Semua sistem peramalan selalu didasari oleh model yang bersifat implisit atau eksplisit.
5. Peramalan sering kali juga didasarkan atas peramalan agregat yang perlu dipecah-pecah menjadi komponen produk, letak geografis, atau komponen-komponen lain.

2.5 Metode Peramalan (Spyros, 2004)

Metode peramalan merupakan suatu metode atau teori pendekatan kemungkinan akan terjadinya suatu kejadian di masa yang akan datang dengan menganalisa keadaan di waktu yang lalu. Penyusunan peramalan yang berdasarkan pada data historis yang ada seringkali menggunakan *trend* untuk melaksanakan perhitungan peramalan penjualan.

Peramalan dibagi dalam 2 Model yaitu peramalan kualitatif dan peramalan kuantitatif. Peramalan kualitatif umumnya bersifat subyektif, dipengaruhi oleh intuisi, emosi, pendidikan dan pengalaman seseorang. Oleh karena itu, hasil peramalan dari satu orang dengan orang yang lain dapat berbeda. Meskipun demikian, peramalan dengan model kualitatif tidak berarti hanya menggunakan intuisi, tetapi seringkali mengikutsertakan model-model statistik sebagai bahan masukan dalam *judgement* (pendapat, keputusan) dan dapat dilakukan secara perseorangan maupun kelompok. Dalam peramalan secara kualitatif ada 4 metode yang umum dipakai, sebagai berikut:

- a. Juri opini eksekutif
- b. Metode delphi
- c. Gabungan tenaga penjualan
- d. Survey pasar

Sedangkan peramalan kuantitatif dapat diterapkan bila terdapat tiga kondisi berikut:

- a. Tersedia informasi tentang masa lalu.
- b. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik.
- c. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa mendatang.

Dalam peramalan secara kuantitatif ada beberapa metode yang umum dipakai, sebagai berikut:

➤ **Metode *Trend Linear***

Untuk menghitung peramalan dengan menggunakan metode *trend linear* dapat dilakukan dengan persamaan:

$$Y' = a + b.t \dots\dots\dots (2.1)$$

Nilai a dan b diperoleh dari:

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n t \cdot dt - (\sum_{i=1}^n t)(\sum_{i=1}^n dt)}{n \sum_{i=1}^n t^2 - (\sum_{i=1}^n t)^2} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$a = \bar{dt} - b\bar{t} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

b = nilai *slope*

a = nilai *intercept*

t = periode

n = jumlah periode

dt = penggunaan

➤ **Metode *Single Exponential Smoothing***

Metode penghalusan eksponensial mencoba untuk mengurangi ketidakaturan musiman dari data yang ada dengan memberikan bobot/timbangan kepada data yang ada dengan cara eksponensial. Menurut Anggriana (2015) bahwa metode *exponential smoothing* adalah metode yang paling sesuai untuk perencanaan & pengendalian yang berkaitan dengan sistem MRP dan untuk memenuhi kebutuhan pasar saat ini. Menghitung metode *single exponential smoothing* dilakukan dengan persamaan:

$$d'_{t+1} = \alpha \cdot dt + (1-\alpha) d't \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

F_{t+1} = *forecast* periode yang akan dihitung

D_t = *actual demand*

α = *smoothing constant*

F_t = *forecast* periode sebelumnya

➤ **Metode *Moving Average* (Rata-Rata Bergerak)**

Metode rata-rata bergerak ini menggunakan sejumlah data aktual permintaan yang baru untuk membangkitkan nilai ramalan untuk permintaan dimasa yang akan datang. Metode ini akan efektif diterapkan bila mengasumsikan bahwa permintaan pasar terhadap produk akan tetap stabil sepanjang waktu. Persamaan metode *moving average* yaitu:

$$MA = \frac{\sum_{t=1}^n dt}{n} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

MA = *moving average*

dt = penggunaan pada periode ke-t

n = jumlah periode

➤ **Metode *Constant* (Tetap)**

Persamaan garis yang menggambarkan pola konstan adalah:

$$d't = \frac{\sum_t^n dt}{n} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

$d't$ = peramalan periode yang akan dihitung

dt = penggunaan pada periode ke-t
 n = jumlah periode

➤ **Metode Quadratic**

Model ini menggunakan data yang secara *random* berfluktuasi membentuk kurva *quadratic*.

Rumus:

$$\delta = \sum_{t=1}^n \sum_{t=1}^n Y(t) - n \sum_{t=1}^n tY(t) \dots\dots\dots (2.7)$$

$$\gamma = (\sum_{t=1}^n t^2)^2 - n \sum_{t=1}^n t^4 \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\theta = \sum_{t=1}^n t^2 \sum_{t=1}^n Y(t) - n \sum_{t=1}^n t^2 Y(t) \dots\dots\dots (2.9)$$

$$\beta = (\sum_{t=1}^n t)^2 - n \sum_{t=1}^n t^2 \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\alpha = \sum_{t=1}^n t \sum_{t=1}^n t^2 - n \sum_{t=1}^n t^3 \dots\dots\dots (2.11)$$

$$b = \frac{\gamma\delta - \theta\alpha}{\gamma\beta - \alpha^2} \dots\dots\dots (2.12)$$

$$c = \frac{\theta - (b)(\alpha)}{\gamma} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$a = \frac{\sum_{t=1}^n Y(t)}{n} - b \frac{\sum_{t=1}^n t}{n} - c \frac{\sum_{t=1}^n t^2}{n} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$Y(t) = a + b \cdot t + c \cdot t^2 \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan:

- t = periode
- n = jumlah periode
- Yt = persamaan *quadratic*
- Y = penggunaan

➤ **Metode Siklis**

Merupakan gerak naik atau turun secara periodic dalam jangka panjang. Rumus untuk metode siklis adalah sebagai berikut:

$$a = \frac{\text{Jumlah Penggunaan}}{\text{Periode}} \dots\dots\dots$$

(2.16)

$$b = \frac{2 \times dt \times \text{total sin } (2\pi t/n)}{36} \dots\dots\dots$$

(2.17)

$$c = \frac{2 \times dt \times \text{total cos } (2\pi t/n)}{36} \dots\dots\dots$$

(2.18)

$$d't = a + b \times \sin (2\pi t/n) + c \times \cos (2\pi t/n) \dots\dots\dots$$

(2.19)

2.6 Menguji Ketepatan Peramalan

Ukuran akurasi hasil peramalan yang merupakan ukuran kesalahan peramalan merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang terjadi. Menurut Ren dan Glasure (2010) bahwa nilai kesalahan (*error*) yang sering digunakan dalam peramalan diantaranya *mean absolute percentage errors* (MAPE), *mean absolute deviation* (MAD) dan *mean square error* (MSE). Sedangkan menurut Nasution (2008) terdapat 4 ukuran yang biasa digunakan, yaitu:

- Rata-rata deviasi mutlak (*Mean Absolute Deviation = MAD*)
MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil di bandingkan kenyataannya. Secara sistematis MAD dirumuskan sebagai berikut:

$$MAD = \frac{\sum |dt-d't|}{n} \dots\dots\dots$$

(2.20)

Keterangan:

dt = penggunaan periode ke-t

$d't$ = peramalan penggunaan periode ke-t

n = jumlah periode

- Rata-rata kuadrat kesalahan (*Mean Square Error* = MSE)

Secara matematis MSE dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{MSE} = \frac{\sum_{t=1}^N (dt-d't)^2}{n} \dots\dots\dots$$

(2.21)

Keterangan:

dt = penggunaan periode ke-t

$d't$ = peramalan penggunaan periode ke-t

n = jumlah periode

- Rata-rata Persentase Kesalahan Absolut (*Mean Absolute Percentage Error* = MAPE)

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

$$\text{MAPE} = \frac{\sum \left| \frac{dt-d't}{dt} \right| \times 100}{n} \dots\dots\dots$$

(2.22)

Keterangan:

dt = penggunaan periode ke-t

$d't$ = peramalan penggunaan periode ke-t

n = jumlah periode

2.7 Validasi Menggunakan *Tracking Signal* (Heizer dan Render, 2005)

Peramalan yang sudah didapatkan tentunya harus di *monitor* dan dikendalikan. Perusahaan perlu menetapkan keputusan atas perbedaan yang signifikan dengan yang diramalkan melalui variabel yang di evaluasi. Satu cara untuk mengawasi peramalan berjalan dengan baik adalah dengan menggunakan sebuah sinyal penelusuran (*tracking signal*). Sinyal penelusuran adalah sebuah perhitungan

seberapa baik peramalan memprediksi nilai aktual. Rumus-rumus untuk mencari nilai *tracking signal* adalah sebagai berikut:

$$\text{MAD} = \sum \frac{(\text{Absolut dari } \textit{forecast error})}{n} \dots\dots\dots$$

(2.23)

$$\textit{Tracking Signal} = \frac{\text{RSFE}}{\text{MAD}} \dots\dots\dots$$

(2.24)

Analisis nilai-nilai *tracking signal* untuk model peramalan harus berada dalam batas-batas yang dapat diterima (maksimum +4 dan minimum -4). Nilai *tracking signal* yang semuanya positif menunjukkan bahwa nilai aktual permintaan lebih besar daripada peramalan. Suatu *tracking signal* yang baik memiliki RSFE yang rendah dan mempunyai *positive error* yang sama banyak atau seimbang dengan *negative error* sehingga pusat *tracking signal* mendekati nilai nol.

2.8 Biaya Sistem Persediaan

- Biaya Pembelian (*Purchasing Cost*) (Munawir dan Bachtiar, 2015)
Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang. Besarnya biaya pembelian ini tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan. Biaya pembelian menjadi faktor penting ketika harga yang tergantung pada ukuran pembelian. Situasi ini akan diistilahkan sebagai *quantity discount* atau *price break*, dimana harga barang per unit akan turun bila jumlah barang yang dibeli meningkat. Dalam kebanyakan teori persediaan, komponen biaya pembelian ini tidak dimasukkan kedalam total biaya sistem persediaan karena diasumsikan bahwa harga barang per unit tidak dipengaruhi oleh jumlah barang yang dibeli sehingga komponen biaya pembelian untuk periode waktu tertentu (misalnya 1 tahun) konstan akan hal ini tidak akan mempengaruhi jawaban optimal tentang berapa banyak barang yang harus disimpan.
- Biaya Pengadaan (*Procurement Cost*) (Munawir dan Bachtiar, 2015)
Biaya pengadaan dibedakan atas 2 jenis sesuai asal usul barang, yaitu biaya pemesanan (*Ordering Cost*) bila barang yang diperlukan

diperlukan diperoleh dari pihak luar (*Supplier*) dan biaya pembuatan (*Setup Cost*) bila barang diperoleh dengan memproduksi sendiri.

- Biaya Pemesanan (*Ordering Cost*) (Ristono, 2009)

Biaya pemesanan adalah semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar. Biaya ini meliputi biaya menentukan pemasok (*Supplier*), pengetikan pesanan, pengiriman pesanan, biaya pengangkutan, biaya pengiriman dan seterusnya. Besar kecilnya biaya pemesanan tergantung pada frekuensi pesanan, semakin sering memesan maka biaya yang dikeluarkan akan semakin besar dan sebaliknya.

- Biaya Penyimpanan (*Holding Cost/Carrying Cost*) (Ristono, 2009)

Biaya penyimpanan yaitu semua pengeluaran yang timbul akibat menyimpan barang atau biaya yang diperlukan untuk mengadakan dan memelihara persediaan. Besar kecilnya biaya simpan tergantung pada jumlah rata-rata barang yang disimpan di gudang, semakin banyak rata-rata persediaan, maka biaya simpan juga akan besar dan sebaliknya. Biaya simpan meliputi biaya sewa atau penggunaan gudang, biaya pemeliharaan gudang, biaya pemanasan atau pendingin dan biaya menghitung dan menimbang barang.

2.9 Service Level (Ristono, 2009)

Service level adalah suatu tingkatan pengukuran yang dinyatakan dalam prosentase untuk mengukur perbandingan antara permintaan dengan ketersediaan produk yang ada digudang. Apabila Perusahaan menganggap kepuasan konsumen adalah yang utama maka pilihan keputusan untuk memaksimalkan *service level* harus diterapkan, dengan harapan konsumen dapat terpuaskan dengan tersedianya produk yang dibutuhkan. Konsekuensi dari keputusan ini adalah tingkat persediaan yang tinggi agar dapat memenuhi permintaan konsumen yang sifatnya tidak pasti dan berfluktuasi, sedangkan apabila pihak Perusahaan beranggapan bahwa biaya persediaan harus ditekan maka keputusan untuk meminimumkan *inventory level* harus di sesuaikan. Konsekuensi dari keputusan ini adalah terjadinya *shortage* (kekurangan) yang tinggi. Sehingga mengakibatkan terjadinya *back order* yang tinggi pula. Selain itu dengan tidak terpenuhinya kebutuhan

konsumen, maka pihak Perusahaan akan kehilangan peluang untuk memperoleh keuntungan dan memunculkan konsumen beralih ke produk lain.

Menentukan tingkat *inventory* atau *safety stock* yang tepat merupakan pekerjaan yang paling penting dan menantang bagi *operation manager*, *safety stock* ditetapkan bukanlah untuk menghilangkan seluruh *stock out*, namun mengantisipasi kebutuhan persediaan ketika kondisi pasar sulit ditentukan. Apabila Perusahaan menetapkan *service level* sebesar 95%, artinya 95% *order* dapat terpenuhi sedangkan 5% tidak dapat terpenuhi (*stock out*), jumlah *safety stock* akan berbanding lurus dengan *service level*.

Menurut Pujawan, *et al* (2015) bahwa permasalahan yang terkait dengan kapasitas pergudangan atau *stock item*, pendekatan yang paling sesuai adalah dengan fokus pada faktor biaya dan *service level*.

2.10 Lead Time

Lead time adalah jangka waktu yang dibutuhkan sejak MRP menyarankan suatu pesanan sampai *item* yang dipesan siap untuk digunakan atau besarnya waktu saat barang baik berupa barang jadi maupun komponen atau bahan baku mulai dipesan atau diproduksi sampai barang tersebut selesai dan diterima siap untuk dipakai (Surianto, 2013). Menurut Sett, *et al* (2012) bahwa untuk mengatasi permasalahan didalam gudang dapat dilakukan dengan meningkatkan permintaan atau mengurangi waktu (*lead time*) agar tidak terjadi *stockout* dan *overstock* didalam gudang atau perbedaan antara pemesanan dengan penggunaan.

2.11 Safety Stock (Sari dan Sudayat, 2012)

Safety stock adalah persediaan yang disiapkan sebagai penyangga untuk mengantisipasi adanya perbedaan antara peramalan dan permintaan aktual, antara *delivery time* yang diharapkan dan aktualnya, serta hal-hal tak terduga lainnya. Rumus *safety stock* sebagai berikut:

$$Safety\ Stock = Z \times \sqrt{\frac{PC}{T}} \times \sigma D \dots\dots\dots$$

(2.25)

Keterangan:

Z = 1,65 (nilai dari tingkat kepercayaan 95% dari tabel normal)

PC = jumlah periode yang akan dihitung perencanaannya ditambah dengan *lead time*T = jumlah periode yang dihitung dalam perhitungan standar deviasi *demand* σD = standar deviasi dari *demand*

2.12 Kebijakan Pengambilan Keputusan Metode *Lot Sizing* (Ristono, 2009)

Kebijakan persediaan dikembangkan untuk menentukan kapan dilakukan penggantian kembali (*replenishment*) persediaan dan berapa banyak harus dipesan dalam sekali pemesanan. Keputusan tentang ukuran *lot* dan saat produksi sangat penting karena menyangkut penggunaan tenaga kerja dan peralatan yang ekonomis. Pemilihan metode *lot sizing* yang akan digunakan mempengaruhi keefektifan sistem MRP secara keseluruhan. Didalam pemilihan keputusan metode *lot sizing* yang digunakan, hal yang dipertimbangkan adalah biaya-biaya yang terjadi akibat adanya persediaan (biaya persediaan), yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) dan biaya penyimpanan (*holding cost*).

Sedangkan menurut Madinah, *et al* (2013) bahwa metode *lot sizing* merupakan metode untuk meminimalkan jumlah barang yang akan dipesan dan meminimalkan biaya persediaan. Berikut 10 metode *lot sizing* yang dapat digunakan:

- Jumlah pesanan tetap atau *Fixed Order Quantity* (FOQ)
- Jumlah pesanan ekonomi atau *Economic Order Quantity* (EOQ)
- *Lot* untuk *lot* atau *Lot for Lot* (LFL)
- Kebutuhan periode tetap atau *Fixed Period Requirements* (FPR)
- Jumlah pesanan periode atau *Period Order Quantity* (POQ)

- Ongkos unit terkecil atau *Least Unit Cost* (LUC)
- Ongkos total terkecil atau *Least Total Cost* (LTC)
- Keseimbangan suatu periode atau *Part Period Balancing* (PPB)
- Metode *Silver Meal* (SM)
- *Algoritma Wagner Whittin* (AWW)

Menurut Miftah, *et al* (2010) untuk melakukan perencanaan kebutuhan material dapat dilakukan dengan melakukan peramalan yang kemudian menggunakan perhitungan dengan metode *lot sizing* dengan memperhatikan total biaya persediaan yang optimal atau terkecil. Penjelasan beberapa metode *lot sizing* menurut Madinah, *et al* (2013) adalah sebagai berikut:

- ***Least Unit Cost* (LUC)**

Teknik LUC ini dan ketiga teknik berikutnya mempunyai kesamaan tertentu, yaitu ukuran kuantitas pemesanan dan interval pemesanannya bervariasi. Pada teknik LUC ini ukuran kuantitas pemesanan ditentukan dengan cara coba-coba, yaitu dengan jalan mempertanyakan apakah ukuran *lot* disuatu periode sebaiknya sama dengan ukuran bersihnya atau bagaimana kalau ditambah dengan periode-periode berikutnya. Keputusan ditentukan berdasarkan ongkos per unit (ongkos pengadaan per unit ditambah ongkos simpan per unit) terkecil dari setiap bakal ukuran *lot* yang akan dipilih. Sedangkan menurut Tersine dalam Madinah, *et al* (2013) bahwa total biaya relevan per unit sebagai berikut:

$$\frac{TRC(T)}{\sum_{k=1}^T Rk} = \frac{C + \text{total } h \text{ sampai akhir } T}{\sum_{k=1}^T Rk} \dots\dots\dots$$

(2.26)

$$\frac{TRC(T)}{T} = \frac{C + Ph \sum_{k=1}^T (k-1)Rk}{\sum_{k=1}^T Rk} \dots\dots\dots$$

(2.27)

- ***Part Period Balancing* (PPB)**

Metode PPB sering juga disebut Metode *Part Period Algorithm* adalah pendekatan jumlah *lot* untuk menentukan jumlah pemesanan berdasarkan keseimbangan antara biaya pesan dan biaya simpan. Oleh karena itu metode ini disebut juga *Part Period Balancing* (PPB) atau total biaya

terkecil. Metode ini menseleksi jumlah periode untuk mencukupi pesanan tambahan berdasarkan akumulasi biaya simpan dan biaya pesan. Tujuannya adalah menentukan jumlah *lot* untuk memenuhi periode kebutuhan. Penentuan jumlah pesanan (*lot*) dilaksanakan dengan mengakumulasikan permintaan dari periode-periode yang berdampingan kedalam suatu *lot* tunggal sampai *carrying cost* kumulatifnya melampaui atau sama dengan *setup cost*. Metode PPB ini menggunakan dasar logika yang sama dengan teknik LTC, perhitungan kuantitas pemesanan juga sama. PBB secara sederhana menambahkan kebutuhan sampai nilai bagian periode mencapai *economic part period* (EPP). Menurut Surianto (2013) bahwa EPP adalah kuantitas pembelian yang dapat menyeimbangkan metode *lot for lot*, biaya pesan dan biaya simpan berdasarkan kebutuhan bersih kumulatif dari beberapa periode yang digabungkan. Rumus EPP adalah sebagai berikut:

$$EPP = \frac{S}{h} \dots\dots\dots (2.28)$$

Dimana:

S = ongkos pesan /ongkos *setup*

h = ongkos simpan per unit per periode

- **Metode *Silver Meal* Algoritma**

Metode *Silver-Meal* atau sering pula disebut metode SM yang dikembangkan oleh Edward Silver dan Harlan Meal berdasarkan pada periode biaya. Penentuan rata-rata biaya per periode adalah jumlah periode dalam penambahan pesanan yang meningkat. Penambahan pesanan dilakukan ketika rata-rata biaya periode pertama meningkat. Jika pesanan datang pada awal periode pertama dan dapat mencukupi kebutuhan hingga akhir periode T. Langkah perhitungan dengan *silver meal* menurut Tersine dalam Madinah, *et al* (2013) yaitu:

$$\frac{TRC(T)}{T} = \frac{C + \text{total } h \text{ sampai akhir } T}{T} \dots\dots\dots (2.29)$$

$$\frac{TRC(T)}{T} = \frac{C + Ph \sum_{k=1}^T (k-1)R_k}{T} \dots\dots\dots (2.30)$$

Keterangan:

- C = biaya pemesanan per periode
 h = persentase biaya simpan per periode
 P = biaya pembelian per unit
 Ph = biaya simpan per periode
 TRC (T) = total biaya relevan pada periode T
 T = waktu penambahan dalam periode
 Rk = rata-rata permintaan dalam periode k

Ketika total biaya per unit mulai bertambah pada $T+1$, maka T dipilih sebagai periode pemesanan. Apabila $T=L$, jika akhir dari horizon perencanaan telah dicapai, maka perhitungan dapat dihentikan atau apabila tidak maka kembali ke langkah pertama. Secara keseluruhan langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Tentukan ukuran *lot* tentatif dimulai dari periode T. Ukuran *lot* tentatif = dt , *net req* pada periode T. Hitung ongkos total per periodenya.
2. Tambahkan kebutuhan pada periode berikutnya pada *lot* tersebut. Kemudian hitung ongkos total per periodenya.
3. Bandingkan ongkos total per periode sekarang dengan yang sebelumnya, jika $TRC(L) \leq TRC(L-1)$ kembali ke langkah 2 dan $TRC(L) > TRC(L-1)$.
4. Ukuran *lot* pada periode $T = \sum_{t-T}^{L-t} dt$
5. Sekarang $T = L$, jika akhir dari horizon perencanaan telah dicapai, hentikan algoritma/perhitungan.

- **Metode *Economic Order Quantity* (EOQ) (Nasution, 2008)**

Setiap Perusahaan industri dalam usahanya untuk melakukan proses produksi yaitu dengan melakukan pembelian. Dalam melakukan pembelian bahan baku yang harus dibeli untuk memenuhi kebutuhan selama 1 periode tertentu agar Perusahaan tidak kekurangan bahan baku dan juga bisa mendapatkan bahan tersebut dengan biaya seminimal

mungkin. Biaya yang timbul sehubungan dengan adanya pembelian dan persediaan bahan baku (*carrying cost* dan *ordering cost*) setelah dihitung maka dapat ditentukan jumlah pembelian yang optimal atau disebut dengan EOQ. EOQ yaitu jumlah kuantitas bahan yang dapat diperoleh dengan biaya minimal atau sering dikatakan sebagai jumlah pembelian yang optimal. Pembelian dalam jumlah optimal ini untuk mencari berapa jumlah yang tepat untuk dibeli dalam setiap kali pembelian untuk menutup kebutuhan yang tepat ini, maka akan menghasilkan total biaya persediaan yang paling minimal. Perbaikan produktivitas sehubungan dengan persediaan bahan terletak pada upaya penurunan biaya yang timbul karena persediaan. Biaya yang timbul karena persediaan diantaranya adalah biaya pengadaan, biaya penyimpanan, biaya kehilangan, biaya kerusakan dan biaya alternatif. Penetapan ukuran lot dengan teknik ini adalah tetap. Namun perhitungannya sudah mencakup biaya pesan serta biaya simpan. Rumus EOQ yaitu:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times D \times s}{h}} \dots\dots\dots$$

(2.31)

Keterangan:

D: *Demand*

s: Biaya pesan/unit

h: Biaya simpan

- **Metode *Period Order Quantity* (POQ)**

Metode ini merupakan perbaikan dari teknik EOQ dimana teknik ini dipakai pada sifat permintaan yang tidak kontinu. Teknik POQ berprinsip pada periode pemesanan yang selalu tetap dengan kuantitas berbeda.

Rumus POQ yaitu:

$$POQ = \frac{\text{Jumlah periode}}{F} \dots\dots\dots$$

(2.32)

$$F = \frac{\lambda}{EOQ} \dots\dots\dots$$

(2.33)

Keterangan:

F: Frekuensi pemesanan

λ : Jumlah *demand* keseluruhan

EOQ: *Economic order quantity*

Jumlah periode: Banyaknya periode yang digunakan.

2.13 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis & Tahun	Judul Penelitian	Metode	
1	Pujawan, <i>et al.</i> (2015)	<i>An Integrated shipment planning and storage capacity decision under uncertainty</i>	ANOVA	Menyajikan sebuah Gambaran mengenai <i>transportation and distribution systems, storage capacity</i> . Solusinya dengan mengidentifikasi berbagai faktor biaya dan pengiriman perencanaan dan kapasitas skenario “what-if” dan tiap skenario di evaluasi <i>analysis of variance</i> (ANOVA). Hasil dari penyimpanan kapasitas dan jam kerja pel dan meningkatkan <i>service level</i> .
2	Tularam & Saeed. (2016)	<i>The Use Of Exponential Smoothing (ES), Holts And Winter (HW) And ARIMA Models In Oil Price Analysis</i>	<i>Exponential Smoothing (ES), Holts And Winter (HW) And ARIMA Models</i>	Menyajikan perbandingan kinerja ketepatan Ketiga model itu diolah dengan menggunakan MATLAB menunjukkan bahwa model A kemudian model HW dan yang terakhir memiliki nilai <i>error</i> terkecil dan menggunakan <i>industry</i> , peramalan itu aspek penting dalam mengetahui hal yang akan terjadi di masa keputusan mengenai harga minyak dan gas

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Penulis & Tahun	Judul Penelitian	Metode	
3	Sett, <i>et al.</i> (2012)	<i>A Two Warehouse Inventory Model With Increasing Demand And Time Deterioration</i>	Model 2 persediaan gudang	Menyajikan model 2 persediaan di gudang pengurangan waktu. Karena gudang sedangkan sering digunakan untuk me Dengan menggunakan <i>two warehouses</i> karena juga menggunakan analisis se penyimpangan parameter dalam kisaran ini berlaku di industri yang tingkat pesat.

4	Fildes & Kingsman. (2011)	<i>Incorporating Demand Uncertainty And Forecast Error In Supply Chain Planning Models</i>	Teknik <i>lot sizing</i> yang digunakan diantaranya EOQ, POQ, LUC, LTC, SM, WW	Menyajikan kerangka kerja untuk permintaan/merencanakan kebutuhan dan kesalahan pada biaya unit dan tingkatan rantai pasokan termasuk juga dengan MRP dapat dengan menggunakan teknik digunakan diantaranya EOQ, POQ, menggunakan <i>random noise data generated DGP</i> . Hasilnya adalah EOQ pilihan untuk LTC lebih baik untuk <i>autoregressive</i> manufaktur yang memiliki permasalahan dengan meramalkan kesalahan dan persentase mengarah pada besarnya persentase dalam
---	---------------------------	--	--	--

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Penulis & Tahun	Judul Penelitian	Metode	
5	Ren & Glasure. (2010)	<i>Applicability of the Revised Mean Absolute Percentage Errors (MAPE) Approach to Some Popular Normal and Non-normal Independent Time Series</i>	<i>Forecasting error</i> diantaranya MAPE, MAD, MSE dan MAPE	Secara umum nilai kesalahan peramalan diantaranya <i>mean absolute deviation (MAD)</i> dan penelitian ini memfokuskan pada <i>absolute percentage errors</i> (peramalan dari metode <i>moving time series</i> . Hasilnya adalah MAPE untuk mengukur keakuratan peramalan dengan koefisien variasinya lebih untuk <i>independent time series</i> .
6	Munawir & Bachtiar. (2015)	Perencanaan Persediaan Bahan Baku dengan Metode Heuristik <i>Silver Meal dan Part Period Balancing</i> (Studi Kasus: PT. Megah Andalan Kalasan)	Metode heuristik <i>silver meal dan part period balancing</i>	<i>Lot size</i> untuk pembelian bahan waktu pemesanan kembali bahan dan biaya persediaan Rp.6.119.000,00 sebesar Rp.3.140.055,58.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Penulis & Tahun	Judul Penelitian	Metode	
7	Madinah, <i>et al.</i> (2013)	Penentuan <i>Lot Sizing</i> Pada Perencanaan Pengadaan Bahan Baku Kikir dan Mata Bor (Studi kasus: PT X, Sidoarjo)	Metode peramalan dekomposisi aditif dan <i>winter's exponential smoothing</i>	Hasil peramalan k pada penelitian ini dilakukan Perusahaan produksi Perusahaan perencanaan peng hasil perencanaan penelitian ini den dapat meminimas segi biaya persed masing bahan bak metode <i>Wagner W</i> penyimpanan sel penghematan sebe Perusahaan. Sed menggunakan m pemesanan dan bi memiliki persen p dengan metode Pe

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Penulis & Tahun	Judul Penelitian	Metode	
8	Surianto, A. (2013)	Penerapan Metode <i>Material Requirement Planning</i> (MRP) di PT. Bokormas Mojokerto	<i>Material requirement planning</i> (MRP) diantaranya <i>lot for lot</i> (LFL), <i>economic order quantity</i> (EOQ), <i>period order quantity</i> (POQ), <i>part period balancing</i> (PPB) dan <i>wagner within</i> (WW).	Penelitian in perencanaan mengetahui t dengan meto didapatkan penghematan bahan baku y berjalan den WW membe dengan tingk

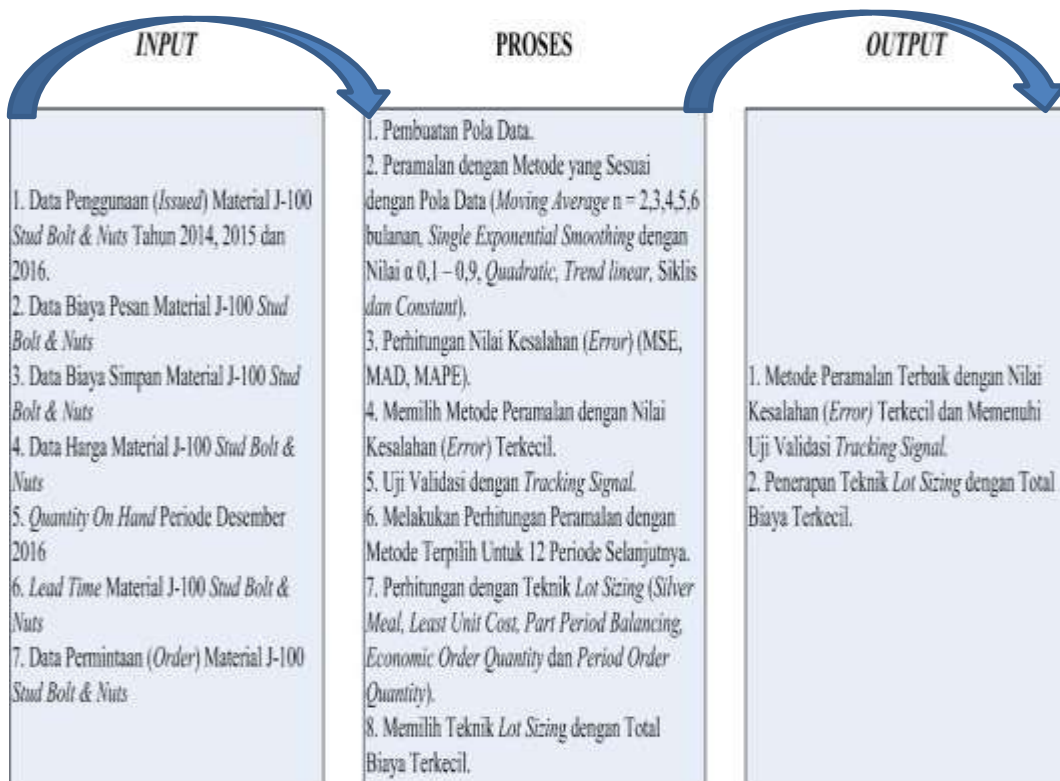
9	Anggriana, K. Z. (2015)	Analisis Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Busbar Berdasarkan Sistem MRP Di PT TIS	Metode peramalan diantaranya <i>simple moving average</i> , <i>weight moving average</i> , <i>exponential smoothing</i> dan <i>linear regression</i> . Metode MRP diantaranya <i>Lot for Lot</i> (LFL), <i>economic order quantity</i> (EOQ) dan <i>period order quantity</i> (POQ)	Perencanaan pembuatan p... yang kuat ag... pasar saat ini... nilai <i>errorny</i> ... metode MR... (POQ) yang
---	-------------------------	--	---	---

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Nama Penulis & Tahun	Judul Penelitian	Metode	
10	Miftah, <i>et al.</i> (2010)	Penerapan Perencanaan Kebutuhan Material Dengan Teknik <i>Lot Sizing</i> Pada C Mulyasari Bakery	Metode peramalan diantaranya <i>regresi linier</i> , <i>exponential smoothing</i> . Metode <i>lot sizing</i> diantaranya <i>fixed order quantity</i> (FOQ), <i>fixed period requirement</i> (FPR), <i>lot for lot</i> (LFL) dan <i>economic order quantity</i> (EOQ).	Untuk men... pengendalian... peramalan y... dengan nilai... terbaik ada... memiliki tot...
11	Sari & Sudayat. (2012)	Penentuan Tingkat Kebutuhan <i>Safety Stock</i> di Industri Farmasi	Metode <i>naiive</i> , <i>single exponential smoothing</i> , <i>product aggregation</i> , kombinasi, EOQ dan ROP.	Untuk <i>saf</i> ... mengguna... metode nai... meminimalis... adalah deng... estimasi pe... <i>service leve</i> ... untuk Perusa...

2.14 Kerangka Pemikiran

Kerangka utama pada penelitian ini terletak pada perencanaan kebutuhan material yang membutuhkan peramalan dan analisis dengan teknik *lot sizing*. Sebelum melakukan peramalan diperlukan pembuatan pola untuk mengetahui metode peramalan yang sesuai. Kemudian melakukan perhitungan peramalan dan perhitungan nilai kesalahan (*error*). Dari hasil perhitungan peramalan tersebut, dipilih metode peramalan dengan nilai *error* terkecil. Selanjutnya melakukan uji validasi dengan *tracking signal* untuk mengetahui keadaan data berada dalam batas kendali atau tidak. Setelah mengetahui metode peramalan yang sesuai dan sudah berada dalam batas kendali, maka dilakukan perhitungan peramalan dengan metode tersebut untuk 12 periode selanjutnya dan juga dapat digunakan sebagai *input* untuk menganalisis kembali dengan menggunakan teknik *lot sizing* (*silver meal, least unit cost, part period balancing, economic order quantity* dan *period order quantity*). Gambar analisis pemikiran dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Kerangka Pemikiran

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ, Departemen *Supply Chain Management*, Divisi Logistik yang terletak di Jalan TB. Simatupang, Kav 99, Jakarta Selatan 12520.

3.2 Data dan Informasi

3.2.1 Jenis Data yang Digunakan

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri 2 jenis, diantaranya:

1. Data Kuantitatif

Data kuantitatif dalam penelitian ini, yaitu data yang diperoleh dari Perusahaan dalam bentuk angka-angka seperti data penggunaan material J-100 *stud bolt & nuts* selama 36 periode, data biaya simpan & pesan, data harga material, data *quantity on hand*, *lead time* dan data permintaan (*order*).

2. Data Kualitatif

Data kualitatif pada penelitian ini adalah data yang diperoleh dari Perusahaan dalam bentuk informasi baik lisan maupun tulisan.

3.2.2 Sumber Data

Penelitian ini menggunakan 2 sumber data yaitu:

1. Data Primer

Merupakan data yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian baik melalui pengamatan langsung, wawancara. Data primer diantaranya gambar material J-100 *stud bolt & nuts* dan data biaya pesan hasil wawancara dengan tim *inventory analyst*.

2. Data Sekunder

Merupakan data yang bersumber dari data atau dokumen yang dimiliki oleh Perusahaan. Data sekunder ini diantaranya data penggunaan material J-100

stud bolt & nuts selama 36 periode, data biaya simpan, data harga material, data *quantity on hand*, *lead time* dan data permintaan (*order*).

3.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan suatu cara untuk mendapatkan data primer maupun sekunder untuk keperluan penelitian. Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian ini dengan pengambilan data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang langsung diamati oleh peneliti. Sedangkan data sekunder adalah data yang tidak langsung diamati peneliti. Dalam penelitian ini terdapat beberapa metode pengumpulan data yang digunakan, antara lain:

1. Penelitian Kepustakaan

Metode ini berupa pengumpulan data dari beberapa literatur-literatur penunjang yang dapat mendukung dalam pengumpulan data dan membahas objek yang diteliti.

2. Penelitian Lapangan

Metode yang digunakan untuk pengumpulan data adalah sebagai berikut:

- a. Pengamatan Langsung (Observasi)

Observasi dilakukan dengan pencatatan dan pengamatan dengan objek penelitian untuk mendapatkan data yang dibutuhkan seperti gambar material J-100 *stud bolt & nuts*.

- b. Wawancara (*Interview*)

Dilakukan dengan wawancara secara langsung kepada pihak-pihak yang berkompeten dalam Perusahaan tersebut yaitu tim gudang D Marunda dan *inventory analyst* untuk mendapatkan data biaya pesan.

3. Studi Dokumentasi

Melakukan pengumpulan data dengan mempelajari dan mengamati berbagai sumber dokumen dan data yang dimiliki oleh Perusahaan seperti data penggunaan (*issued*), data biaya simpan, data harga material, *quantity on hand*, *lead time* dan data permintaan (*order*).

3.4 Teknik Analisis

Untuk merencanakan kebutuhan material J-100 *stud bolt & nuts* melalui tahapan sebagai berikut:

1. Membuat plot data penggunaan selama 36 periode untuk mengetahui metode peramalan yang sesuai dengan data tersebut.
2. Pada data ini tidak memerlukan pengujian validitas data dan sejenisnya karena data ini adalah data asli (*real*) milik Perusahaan bukan data *sampling*.
3. Setelah mengetahui metode peramalan yang sesuai dilanjutkan dengan melakukan peramalan dengan metode diantaranya *moving average*, *exponential smoothing* dengan nilai alfa 0.1 sampai dengan 0.9, *trend linear*, *quadratic*, siklis dan *constant*.
4. Melakukan perhitungan nilai *error* seperti MAD, MSE dan MAPE dan memilih kembali metode peramalan yang sesuai dengan nilai *error* terkecil.
5. Melakukan validasi menggunakan *tracking signal* untuk mengetahui data tersebut didalam batas kendali atau diluar batas kendali.
6. Melakukan perhitungan peramalan dengan metode terpilih untuk 12 periode selanjutnya sebagai *input* perhitungan dengan teknik *lot sizing*.
7. Melakukan analisis dengan teknik *lot sizing* yaitu metode *silver meal*, *least unit cost*, *part period balancing*, *economic order quantity* dan *period order quantity*.
8. Memilih teknik *lot sizing* dengan total biaya terkecil.

3.5 Langkah-Langkah Penelitian

1. Mulai
2. Identifikasi

Pada langkah ini dilakukan *survey* terhadap kondisi riil sistem yang dikaji untuk memperoleh gambaran yang jelas dalam penyusunan permasalahan yang akan dibahas.

3. Studi Pustaka

Pada langkah ini lebih diperdalam kembali mengenai pemikiran teoritis yang kemudian dituangkan dalam kebutuhan yang telah diidentifikasi pada

studi pendahuluan. Literatur bersumber dari jurnal penelitian, buku dan penelitian – penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

4. Observasi Lapangan

Observasi lapangan yang dilakukan untuk melihat secara nyata bagaimana kondisi nyata sistem yang terdapat di Perusahaan.

5. Pengumpulan Data

Aktivitas pengumpulan data meliputi data-data yang berkaitan dengan penelitian yang bersumber dari Perusahaan yaitu data primer, data sekunder serta data pendukung.

6. Pengolahan Data

Data yang sudah dikumpul kemudian diolah dengan beberapa tahapan yang meliputi tahap pembuatan plot data penggunaan untuk peramalan sampai pada tahap pemilihan teknik *lot sizing* yang tepat/optimal dengan total biaya terkecil.

7. Hasil

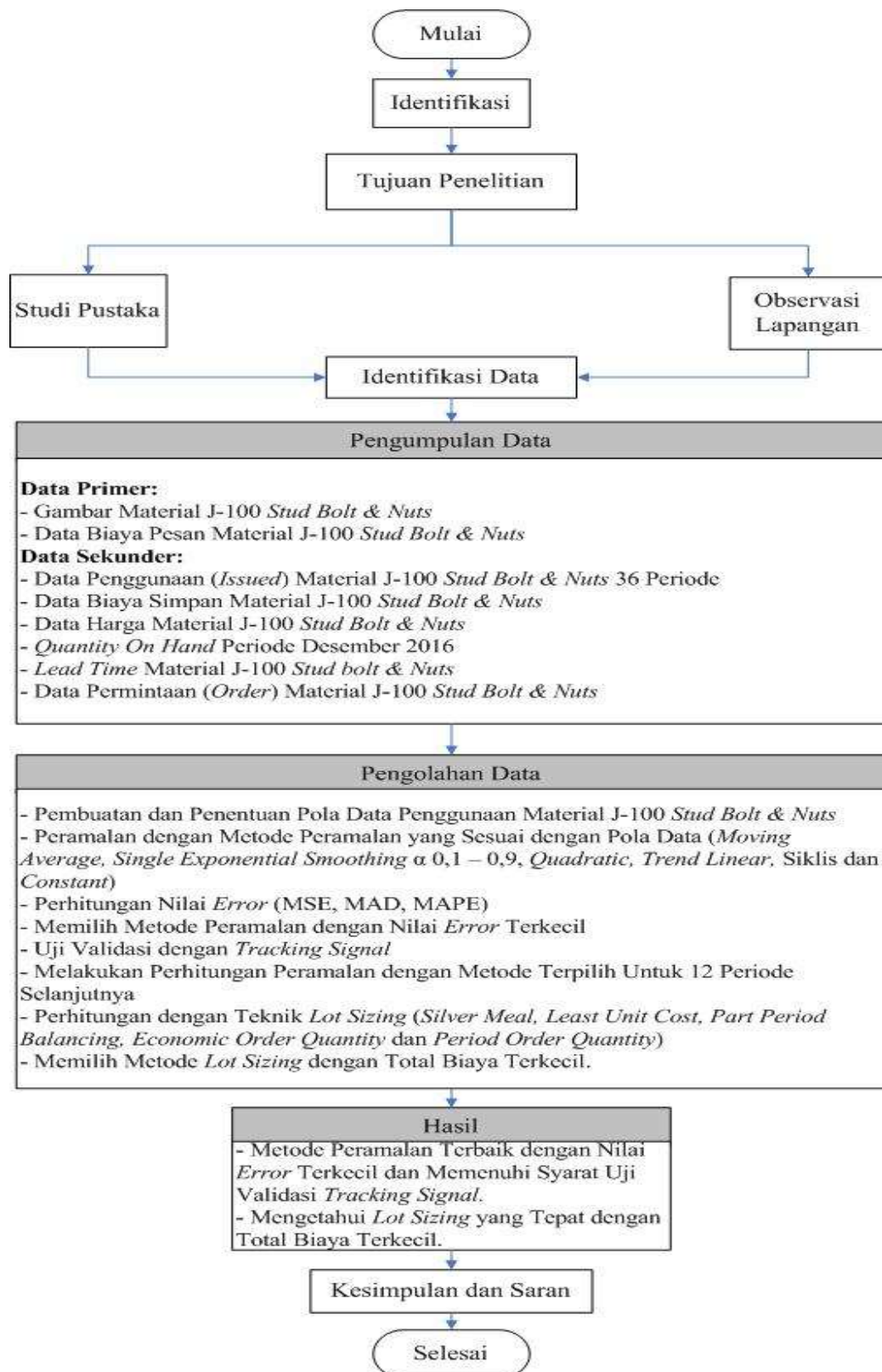
Hasil yang diharapkan adalah mengetahui metode peramalan yang terbaik dan mengetahui penerapan *lot sizing* untuk perencanaan kebutuhan material J-100 *stud bolt & nuts*.

8. Kesimpulan dan Saran

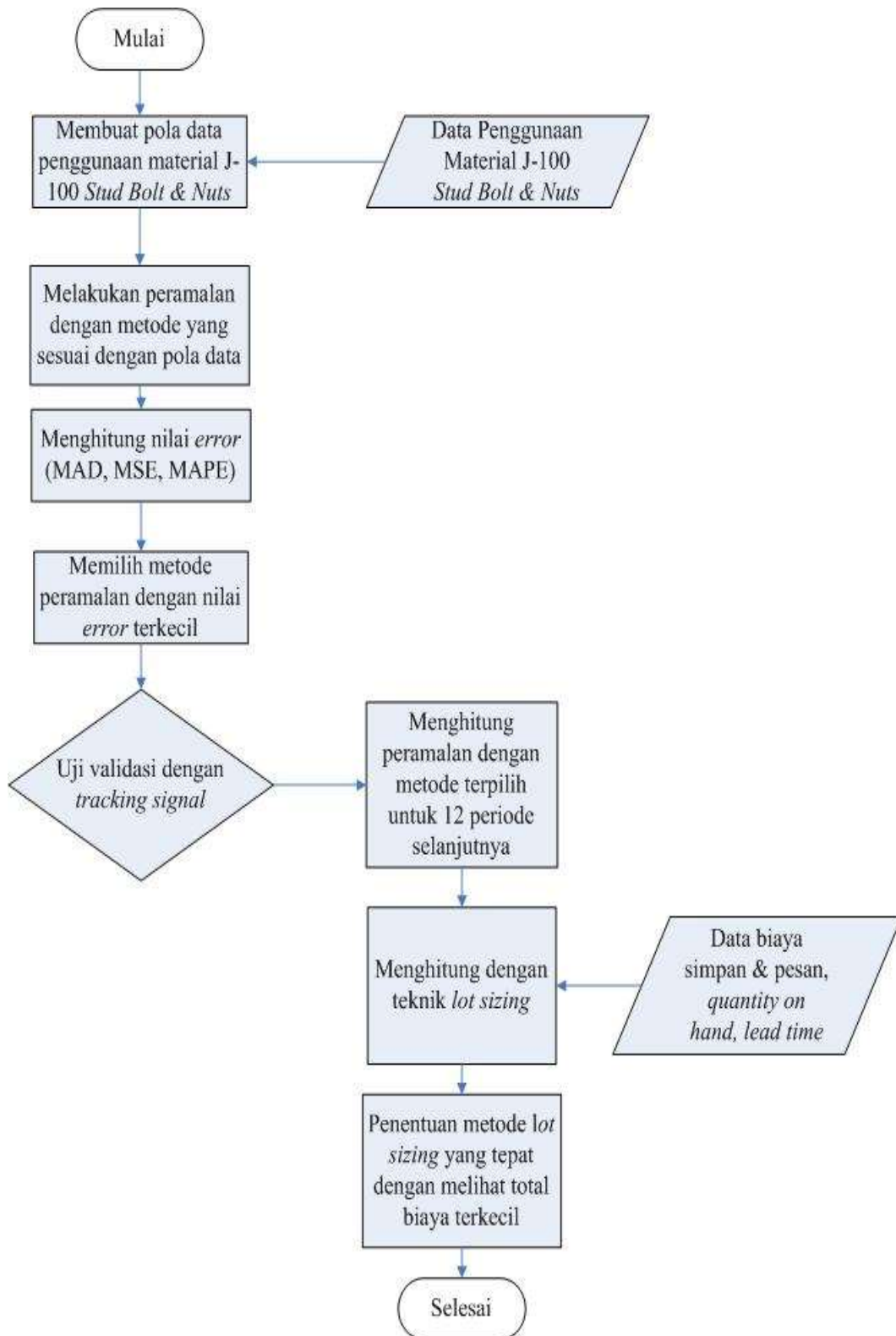
Tahapan akhir dari penelitian. Kesimpulan harus dapat mengungkapkan hal-hal pokok yang diperoleh dari intisari penelitian. Sedangkan saran ditujukan untuk memberikan petunjuk bagi penelitian selanjutnya.

9. Selesai

Berikut diagram alir tahapan pelaksanaan penelitian yang menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan mulai dari awal sampai penelitian ini selesai dilaksanakan.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Pengolahan Data

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan

PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ (*Offshore North West Java*) di laut Jawa mencakup daerah seluas 8.300 kilometer persegi yang membentang dari utara Cirebon hingga Kepulauan Seribu. Pada saat ini, PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ merupakan operator dari PSC, setelah perubahan kepemilikan dari BP menjadi Pertamina pada bulan Juli 2009. Pada bulan Juli tahun 2017, PHE ONWJ telah memproduksi minyak sebesar 33.000 barel minyak per hari (BOPD) dan produksi gas bumi sebesar 126,8 juta standar kaki kubik per hari (MMSCFD) (PT. Pertamina, 2017). PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ berhasil menaikkan produksi minyak dengan tetap mempertahankan produksi gas sejak proses divestasi pada tahun 2009. Pada tahun 2010, PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ menerima penghargaan di bidang HSE untuk 2010 *Zero Accident Award* untuk pencapaian 12 juta jam kerja tanpa kecelakaan dari Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi.

Pada tahun 2011, mendapatkan kembali penghargaan Proper Kementerian Lingkungan Hidup – Peringkat Hijau, Sertifikasi ISO 14001 untuk 16 fasilitas, MURI *Award* – Sertifikasi ISO untuk fasilitas *offshore*, dan Pertamina HSSE *Award* – Patra Adikriya Bhumi Utama. Pada tahun 2012, mendapatkan kembali penghargaan K3 untuk Marunda *Shorebase* dari Menakertrans *Award*, dan peringkat hijau dari Proper Kementerian Lingkungan Hidup. Pada tahun 2013, 127 anjungan PHE ONWJ tersertifikat kelayakan konstruksi. Proyek lima *subsidence* yaitu proyek pertama kali di dunia dan sukses dilaksanakan. Pada tahun 2014, telah menyelesaikan proyek GG yang meliputi pembangunan OPF Balongan, anjungan lepas pantai tak berpenghuni GGA dan penggelaran pipa bawah laut. Pada tahun 2015, proyek KL Gas Lift Compressor selesai dilakukan.

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Visi Perusahaan adalah untuk menjadi Perusahaan eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi lepas pantai dengan kinerja operasi unggul berkelas dunia yang memberikan laba kompetitif, berperan dalam peningkatan kualitas lingkungan hidup serta memberi manfaat terhadap peri kehidupan masyarakat.

Misi Perusahaan adalah untuk menjalankan operasi eksplorasi dan produksi minyak dan gas bumi secara aman dan handal berdasarkan prinsip-prinsip komersial yang kuat. Meningkatkan efisiensi operasi dan secara konsisten berupaya menurunkan jejak lingkungan Perusahaan melalui pengelolaan lingkungan hidup secara berkelanjutan. Memfasilitasi para pemangku kepentingan untuk mendorong terwujudnya pembangunan berkelanjutan untuk masyarakat di sekitar wilayah operasi Perusahaan.

4.1.3 Flow Station Perusahaan

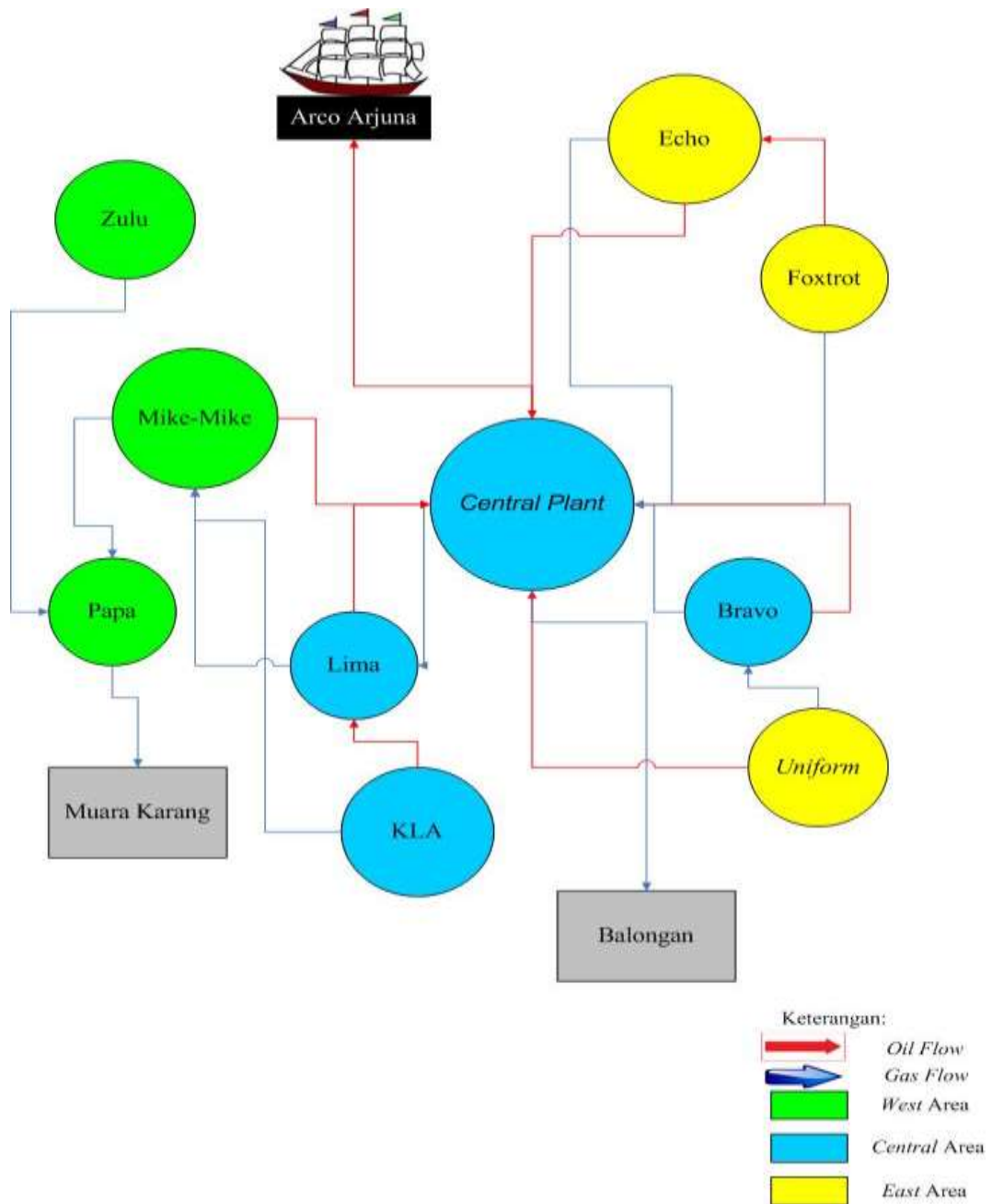
PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ memiliki beberapa *drilling platform* yang tersebar di laut Jawa. *Platform* tersebut terbagi menjadi 2 area utama yaitu *West* dan *East*. Setiap area memiliki beberapa *flow station*. Daftar *flow station* yang tersebar di laut Jawa milik PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 *Flow Station* PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ

West Area	East Area
Zulu	Alpha
Papa	<i>Uniform</i>
Lima	Echo
Mike-mike	Foxtrot
KLA dan Bravo	<i>Central Plant</i>

Sumber: Data PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ

Aliran distribusi minyak dan gas secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Aliran Distribusi Minyak dan Gas PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ

Sumber: Data PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ

Hasil produksi migas dari masing- masing *flow station* kemudian disalurkan melalui pipa bawah tanah (*subsea line*) menuju Arco Ardjuna (*Tanker*) untuk *storage* minyak, sedangkan gas akan dialirkan dari *Central Plant* langsung ke muara karang ORF (*Offshore Receiving Facility*) dan Balongan OPF (*Offshore Process Facility*) untuk penjualan langsung ke konsumen.

4.1.4 Gambaran Material J-100 *Stud Bolt & Nuts*

Material J-100 *stud bolt & nuts* adalah material *fast moving* yang dimiliki oleh PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ. Material tersebut tidak diproduksi oleh PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ melainkan dari *supplier*. *Supplier* material J-100 *stud bolt & nuts* yang bekerja sama dengan PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ adalah PT. Bukit Baja Nusantara. Material J-100 *stud bolt & nuts* adalah material yang merupakan komponen penting untuk pelaksanaan proses penghasil minyak dan gas di *offshore*. Kata J-100 itu memiliki arti yaitu lokasi gudang yang menyimpan material *stud bolt & nuts*. Material J-100 *stud bolt & nuts* disimpan dalam sebuah box yang biasa disebut dengan *carton* oleh pekerja gudang J-100 PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ. *Carton* tersebut diletakkan pada sebuah pallet yang disimpan di dalam gudang J-100. Gambar fisik material J-100 *stud bolt & nuts* dapat dilihat pada Gambar 4.2, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



Gambar 4.2 Material J-100 *Stud Bolt & Nuts*

Sumber: Data Primer PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ



Gambar 4.3 *Carton* Material J-100 *Stud Bolt & Nuts*

Sumber: Data Primer PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ



Gambar 4.4 Pallet Material J-100 *Stud Bolt & Nuts*

Sumber: Data Primer PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ

4.1.5 Data Penggunaan Material J-100 *Stud Bolt & Nuts*

Dalam merencanakan kebutuhan material J-100 *stud bolt & nuts*, data yang diambil adalah data penggunaan material selama 36 periode atau 3 tahun yaitu tahun 2014, tahun 2015 dan tahun 2016. Data penggunaan material J-100 *stud bolt & nuts* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Penggunaan Material J-100 *Stud Bolt & Nuts*

NO	ISSUED DATE	ISSUED QUANTITY	NO	ISSUED DATE	ISSUED QUANTITY
1	Januari 2014	530	23	November 2015	672
2	Februari 2014	150	24	Desember 2015	0
3	Maret 2014	794	25	Januari 2016	0
4	April 2014	112	26	Februari 2016	88
5	Mei 2014	0	27	Maret 2016	161
6	Juni 2014	0	28	April 2016	364
7	Juli 2014	0	29	Mei 2016	592
8	Agustus 2014	480	30	Juni 2016	1.208
9	September 2014	1.858	31	Juli 2016	332
10	Oktober 2014	462	32	Agustus 2016	160
11	November 2014	705	33	September 2016	203
12	Desember 2014	150	34	Oktober 2016	1.102
13	Januari 2015	33	35	November 2016	384
14	Februari 2015	275	36	Desember 2016	28
15	Maret 2015	996	Keterangan: 1. ICN atau kode material ini adalah 08-425-0240-1 2. ICN <i>Description</i> atau deskripsi kode material ini adalah <i>Stud Bolt & Nuts (Full Thread), Unc, 5/8"X4 1/2"L, Unc, Stud Bolt A-193 B7 & Nut A-194 2h Sf, 2 Heavy Hex Removable Nuts, Fluorocarbon Coated, 35 Micron Min Thck.</i>		
16	April 2015	249			
17	Mei 2015	508			
18	Juni 2015	1.115			
19	Juli 2015	338			
20	Agustus 2015	167			
21	September 2015	170			
22	Oktober 2015	180			

Sumber: Data Sekunder PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ

4.1.6 Data Inventory On Hand Material J-100 Stud Bolt & Nuts

Inventory on hand atau *stock* didapat dari data Perusahaan yaitu laporan persediaan periode Desember tahun 2016. Data *inventory on hand* material J-100 *stud bolt & nuts* terdapat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data *Inventory On Hand* Periode Desember Tahun 2016

Nama Material	Jumlah (Unit)
Material J-100 <i>stud bolt & nuts</i>	227

Sumber: Data Sekunder PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ

4.1.7 Data Biaya Material J-100 Stud Bolt & Nuts

1. Biaya Pesan

Biaya yang dikeluarkan sehubungan dengan pemesanan barang ke *supplier* (Ristono, 2009). Berdasarkan hasil wawancara dengan tim *inventory analyst* PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ untuk biaya pesan diasumsikan sama dengan nilai *price* atau harga material J-100 *stud bolt & nuts*. Nilai *price* di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ sudah termasuk dengan komponen biaya pesan seperti biaya persiapan pesanan, biaya penerimaan barang, biaya pengiriman pesanan ke gudang dan biaya proses pembayaran (biaya transfer ke bank *supplier*) (Ristono, 2009). Harga material (*price*) J-100 *stud bolt & nuts* milik PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ bervariasi. Menurut Ristono (2009) bahwa semakin besar jumlah yang dipesan dalam sekali pesan maka biaya pesan per unit akan turun dan sebaliknya. Oleh karena itu berdasarkan hasil wawancara dengan tim *inventory analyst* PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ yang terdapat pada lampiran 1 bahwa biaya pesan didapatkan dari harga (*price*) material pada periode pengambilan data terakhir yaitu periode Desember 2016 sebesar \$1,82. Karena satuan mata uang yang digunakan adalah rupiah maka nilai biaya pesan material J-100 *stud bolt & nuts* adalah $\$1,82 \times \text{Rp } 13.300 = \text{Rp } 24.206$.

2. Biaya Simpan

Biaya yang timbul akibat penyimpanan barang atau material seperti fasilitas penyimpanan, sewa gudang, keusangan, asuransi, dan pajak (Ristono, 2009). Menurut Rahmawati (2011) bahwa biaya simpan memiliki nilai fraksi

sebesar 5% dari harga (*price*) material/barang. Oleh karena itu, biaya simpan untuk material J-100 *stud bolt & nuts* adalah $5\% \times \text{Rp } 24.206 = \text{Rp } 1.210$.

4.2 Pengolahan Data

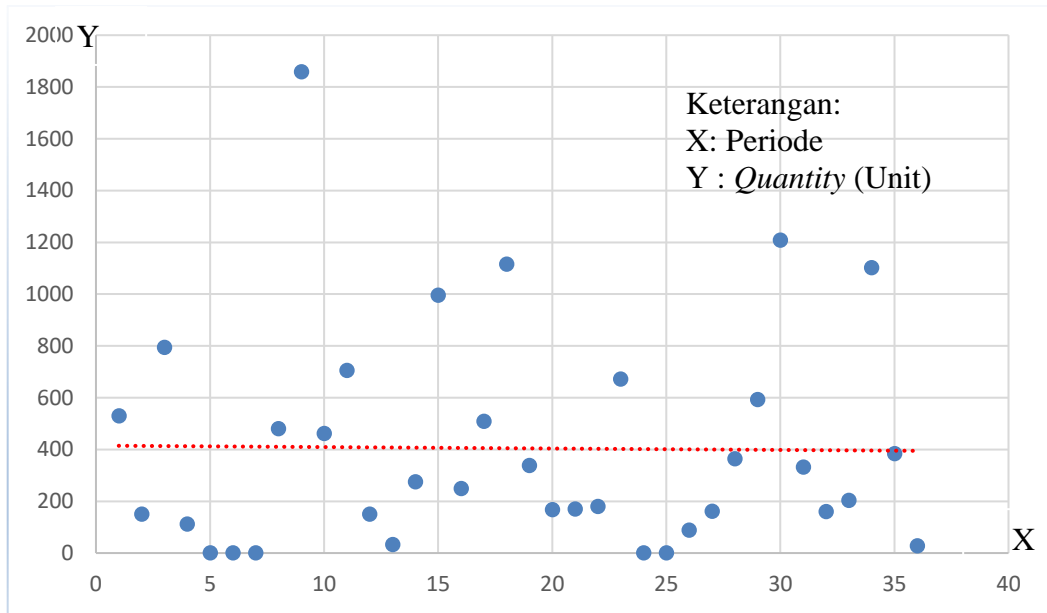
Dalam merencanakan kebutuhan material J-100 *stud bolt & nuts* diawali dengan melakukan peramalan akan penggunaan material tersebut untuk waktu yang akan datang. Peramalan dilakukan dengan memperhatikan pola data, melakukan perhitungan dengan metode peramalan yang memiliki kesalahan (*error*) peramalan terkecil kemudian di validasi dengan *tracking signal* dan selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan teknik *lot sizing*. Untuk pengolahan data ini tidak memerlukan uji sebagai pembuktian keakuratan data karena data ini adalah data asli (*real*) milik Perusahaan, bukan data *sampling* dan sejenisnya. Hanya cukup dengan uji validasi peramalan dengan menggunakan *tracking signal*.

4.2.1 Peramalan Penggunaan Material J-100 Stud Bolt & Nuts

Peramalan ini melalui beberapa tahapan diantaranya penentuan pola data penggunaan 36 periode sebelumnya, peramalan dan pengukuran kesalahan (*error*) dengan menggunakan metode peramalan yang sesuai dengan pola data dan melakukan validasi dengan *tracking signal*.

4.2.1.1 Penentuan Pola Penggunaan

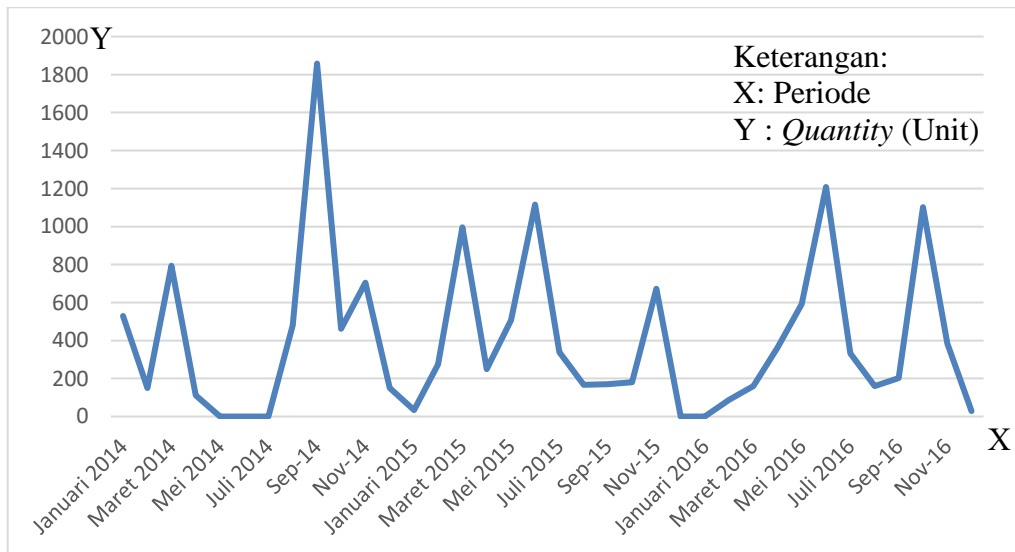
Sebelum menentukan pola data penggunaan, hal yang harus dilakukan adalah membuat *scatter* diagram untuk mengetahui penyebaran data penggunaan material J-100 *stud bolt & nuts*. *Scatter* diagram dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Scatter* Diagram Material J-100 *Stud Bolt & Nuts*

Sumber: Data PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ

Apabila data penggunaan material J-100 *stud bolt & nuts* dibuat dalam grafik untuk mengetahui pola data dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Pola Data Penggunaan Material J-100 *Stud Bolt & Nuts*

Sumber: Data PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ

Menurut Spyros (2004) bahwa terdapat 4 jenis pola permintaan/penggunaan diantaranya pola siklis, pola musiman, pola horizontal dan pola *trend*. Berdasarkan pola data yang terlihat pada Gambar 4.6 bahwa data

mengalami fluktuasi dan berulang dalam suatu interval waktu tertentu yaitu pada periode 5 sampai dengan periode 7, periode 24 dan periode 25 tidak terjadi penggunaan material J-100 *stud bolt & nuts*. Oleh karena itu pola data tersebut cenderung pada pola siklis. Berdasarkan penggunaan material J-100 *stud bolt & nuts* bahwa material tersebut merupakan komponen yang sangat penting untuk menyatukan sebuah komponen lain dan saat melakukan pemesanan berjumlah banyak sehingga terlihat ada beberapa periode yang tidak ada penggunaan material tersebut.

Perhitungan metode peramalan yang sesuai dengan pola data tersebut terdapat pada 4.2.1.2 sampai dengan 4.2.1.7.

4.2.1.2 Peramalan dan Pengukuran Nilai Kesalahan (*Error*) Peramalan dengan Metode *Moving Average*

Untuk menentukan peramalan periode mendatang maka perlu dilakukan peramalan dengan metode yang sesuai. Salah satunya dengan metode *moving average*. Berikut ini adalah peramalan dengan menggunakan metode *moving average* (2, 3, 4, 5, 6 bulan) berdasarkan data penggunaan 3 tahun (2014-2016) yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Peramalan dengan Metode *Moving Average* (n= 2, 3, 4, 5, 6 bulan)

Periode (t)	Penggunaan (dt)	MA (2)	MA (3)	MA (4)	MA (5)	MA (6)
1	530					
2	150					
3	794	340				
4	112	472	491			
5	0	453	352	397		
6	0	56	302	264	317	
7	0	0	37	227	211	264
8	480	0	0	28	181	176
9	1.858	240	160	120	118	231
10	462	1.169	779	585	468	408
11	705	1.160	933	700	560	467
12	150	584	1.008	876	701	584
13	33	428	439	794	731	609
14	275	92	296	338	642	615
15	996	154	153	291	325	581
16	249	636	435	364	432	437
17	508	623	507	388	341	401

18	1.115	379	584	507	412	369
----	-------	-----	-----	-----	-----	-----

Tabel 4.4 Peramalan dengan Metode *Moving Average* (n= 2, 3, 4, 5, 6 bulan)

(Lanjutan)

Periode (t)	Penggunaan (dt)	MA (2)	MA (3)	MA (4)	MA (5)	MA (6)
19	338	812	624	717	629	529
20	167	727	654	553	641	580
21	170	253	540	532	475	562
22	180	169	225	448	460	425
23	672	175	172	214	394	413
24	0	426	341	297	305	440
25	0	336	284	256	238	255
26	88	0	224	213	204	198
27	161	44	29	190	188	185
28	364	125	83	62	184	184
29	592	263	204	153	123	214
30	1.208	478	372	301	241	201
31	332	900	721	581	483	402
32	160	770	711	624	531	458
33	203	246	567	573	531	470
34	1.102	182	232	476	499	477
35	384	653	488	449	601	600
36	28	743	563	462	436	565

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berikut ini contoh perhitungan peramalan untuk periode 3 dengan menggunakan metode *moving average* 2 bulan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Contoh Perhitungan Peramalan Periode 3 MA 2 Bulan

Periode (t)	Penggunaan (dt)	MA (2)
1	530	
2	150	
3	794	340

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Rumus yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned}
 MA &= \frac{\sum_{t=1}^2 dt}{n} \\
 &= \frac{530+150}{2} \\
 &= 340
 \end{aligned}$$

Untuk nilai kesalahan (*error*) yang terdiri dari *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) dengan metode *moving average* (2, 3, 4, 5, 6 bulan) terdapat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai Kesalahan (*Error*) dengan Metode *Moving Average* (2, 3, 4, 5, 6 bulan)

	MA (2)	MA (3)	MA (4)	MA (5)	MA (6)
MAD	432	410	397	389	373
MSE	288.924	274.702	265.713	257.036	237.364
MAPE	203	195	205	198	199

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berikut ini contoh perhitungan nilai kesalahan (*error*) dengan metode *moving average* 2 bulan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7 Contoh Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) dengan Metode *Moving Average* (2 bulan)

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	dt-d't	(dt-d't)	(dt-d't) ²	dt-d't/dt x 100
1	530					
2	150					
3	794	340	454	454	206.116	57%
4	112	472	360	-360	129.600	321%
5	0	453	453	-453	205.209	#N/A
6	0	56	56	-56	3.136	#N/A
7	0	0	0	0	0	#N/A
8	480	0	480	480	230.400	100%
9	1.858	240	1.618	1.618	2.617.924	87%
10	462	1.169	707	-707	499.849	153%
11	705	1.160	455	-455	207.025	65%
12	150	584	434	-434	187.922	289%
13	33	428	395	-395	155.630	1.195%
14	275	92	184	184	33.672	67%
15	996	154	842	842	708.964	85%
16	249	636	387	-387	149.382	155%
17	508	623	115	-115	13.110	23%
18	1.115	379	737	737	542.432	66%

Tabel 4.7 Contoh Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) dengan Metode *Moving Average* (2 bulan) (Lanjutan)

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	dt-d't	(dt-d't)	(dt-d't) ²	dt-d't/dt x 100
19	338	812	474	-474	224.202	140%
20	167	727	560	-560	313.040	335%
21	170	253	83	-83	6.806	49%
22	180	169	12	12	132	6%
23	672	175	497	497	247.009	74%
24	0	426	426	-426	181.476	#N/A
25	0	336	336	-336	112.896	#N/A
26	88	0	88	88	7.744	100%
27	161	44	117	117	13.689	73%
28	364	125	240	240	57.360	66%
29	592	263	330	330	108.570	56%
30	1.208	478	730	730	532.900	60%
31	332	900	568	-568	322.624	171%
32	160	770	610	-610	372.100	381%
33	203	246	43	-43	1.849	21%
34	1.102	182	921	921	847.320	84%
35	384	653	269	-269	72.092	70%
36	28	743	715	-715	511.225	2.554%
TOTAL	14.566	14.081	14.689	-195	9.823.409	6.902%
AVERAGE			432		288.924	203%
			MAD		MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Rumus yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \frac{\sum |dt-d't|}{n} \\ &= \frac{14.689}{34} \\ &= 432 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \frac{\sum_{t=1}^N (dt-d't)^2}{n} \\ &= \frac{9.823.409}{34} \\ &= 288.924 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \frac{\sum \left| \frac{dt-d't}{dt} \right| \times 100}{n} \\ &= \frac{6.902}{34} \\ &= 203 \end{aligned}$$

Untuk tabel perhitungan nilai kesalahan (*error*) dengan menggunakan metode *moving average* (3, 4, 5, 6 bulan) dapat dilihat pada lampiran 2 sampai dengan lampiran 5.

4.2.1.3 Peramalan dan Pengukuran Nilai Kesalahan (*Error*) Peramalan dengan Metode *Single Exponential Smoothing*

Untuk menentukan peramalan periode mendatang maka perlu dilakukan peramalan dengan metode yang sesuai. Salah satunya dengan metode *single exponential smoothing*. Berikut ini adalah peramalan dengan menggunakan metode *single exponential smoothing* dengan nilai (α 0,1 – 0,9) berdasarkan data penggunaan 3 tahun (2014-2016) yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perhitungan Peramalan dengan Metode *Single Exponential Smoothing*
dengan Nilai (α 0,1 – 0,9)

Periode	Penggunaan (dt)	$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,2$	$\alpha = 0,3$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,7$	$\alpha = 0,8$	$\alpha = 0,9$
1	530	530	530	530	530	530	530	530	530	530
2	150	530	530	530	530	530	530	530	530	530
3	794	492	454	416	378	340	302	264	226	188
4	112	522	522	529	544	567	597	635	680	724
5	0	481	440	404	371	340	306	269	226	183
6	0	433	352	283	223	170	122	81	45	0
7	0	390	282	198	134	85	49	24	9	0
8	480	351	225	139	80	42	20	7	2	0
9	1.858	364	276	241	240	261	296	338	384	430
10	462	513	593	726	887	1.060	1.233	1.402	1.563	1.724
11	705	508	566	647	717	761	770	744	682	620
12	150	528	594	664	712	733	731	717	700	682
13	33	490	505	510	487	441	382	320	260	200
14	275	444	411	367	306	237	173	119	78	38
15	996	427	384	339	293	256	234	228	236	244
16	249	484	506	536	574	626	691	766	844	922
17	508	461	455	450	444	438	426	404	368	328
18	1.115	465	465	467	470	473	475	477	480	482
19	338	530	595	662	728	794	859	924	988	1.052
20	167	511	544	565	572	566	546	514	468	418
21	170	477	468	445	410	366	319	271	227	183
22	180	446	409	363	314	268	230	200	181	162

Tabel 4.8 Perhitungan Peramalan dengan Metode *Single Exponential Smoothing*
dengan Nilai (α 0,1 – 0,9) (Lanjutan)

Periode	Penggunaan (dt)	$\alpha = 0,1$	$\alpha = 0,2$	$\alpha = 0,3$	$\alpha = 0,4$	$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,6$	$\alpha = 0,7$	$\alpha = 0,8$	$\alpha = 0,9$
23	672	419	363	308	260	224	200	186	180	174
24	0	445	425	417	425	448	483	526	574	622
25	0	400	340	292	255	224	193	158	115	72
26	88	360	272	204	153	112	77	47	23	0
27	161	333	235	169	127	100	84	76	75	74
28	364	316	220	167	141	131	130	135	144	153
29	592	321	249	226	230	247	270	295	320	345
30	1.208	348	318	336	375	420	463	503	538	573
31	332	434	496	597	708	814	910	997	1.074	1.151
32	160	424	463	518	558	573	563	531	480	429
33	203	397	402	410	399	366	321	271	224	180
34	1.102	378	362	348	320	285	250	224	207	191

35	384	450	510	574	633	693	761	838	923	
36	28	444	485	517	533	539	535	520	492	
Periode Selanjutnya		402	394	370	331	283	231	176	121	
TOTAL	14.566	15.846	15.248	15.098	15.063	15.059	15.065	15.072	15.078	1

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berikut ini contoh perhitungan peramalan untuk periode 2 dengan menggunakan metode *single exponential smoothing* dengan α 0,1 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rumus: } d'_{t+1} &= \alpha \cdot dt + (1-\alpha) d't \\ &= 0,1 \times 530 + (1-0,1) \times 530 \\ &= 53 + 477 \\ &= 530 \end{aligned}$$

Untuk nilai kesalahan (*error*) yang terdiri dari *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) dengan metode *single exponential smoothing* dengan nilai (α 0,1 – 0,9) terdapat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Nilai Kesalahan (*Error*) Metode *Single Exponential Smoothing* (α 0,1–0,9)

	SES $\alpha = 0,1$	SES $\alpha = 0,2$	SES $\alpha = 0,3$	SES $\alpha = 0,4$	SES $\alpha = 0,5$	SES $\alpha = 0,6$
MAD	353	366	376	385	395	404
MSE	197.993	210.696	222.331	233.292	244.092	255.280
MAPE	164	172	178	180	180	177

Tabel 4.9 Nilai Kesalahan (*Error*) Metode *Single Exponential Smoothing* (α 0,1–0,9) (Lanjutan)

	SES $\alpha = 0,7$	SES $\alpha = 0,8$	SES $\alpha = 0,9$
MAD	409	413	420
MSE	267.475	281.390	297.872
MAPE	173	167	161

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berikut ini contoh perhitungan nilai kesalahan (*error*) dengan metode *single exponential smoothing* dengan nilai $\alpha = 0,1$ adalah sebagai berikut:

Tabel 4.10 Contoh Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) dengan Metode SES

$$\alpha=0,1$$

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	(dt-d't)	dt-d't	(dt-d't) ²	dt-d't/dt x 100
1	530	530				
2	150	530	-380	380	144.400	253%
3	794	492	302	302	91.204	38%
4	112	522	-410	410	168.264	366%
5	0	481	-481	481	231.534	#N/A
6	0	433	-433	433	187.543	#N/A
7	0	390	-390	390	151.910	#N/A
8	480	351	129	129	16.698	27%
9	1.858	364	1.494	1.494	2.232.926	80%
10	462	513	-51	51	2.614	11%
11	705	508	197	197	38.802	28%
12	150	528	-378	378	142.670	252%
13	33	490	-457	457	208.799	1.385%
14	275	444	-169	169	28.646	62%
15	996	427	569	569	323.391	57%
16	249	484	-235	235	55.316	94%
17	508	461	47	47	2.240	9%
18	1.115	465	650	650	421.972	58%
19	338	530	-192	192	37.005	57%
20	167	511	-344	344	118.425	206%
21	170	477	-307	307	94.075	180%
22	180	446	-266	266	70.780	148%
23	672	419	253	253	63.786	38%
24	0	445	-445	445	197.755	#N/A
25	0	400	-400	400	160.181	#N/A
26	88	360	-272	272	74.095	309%
27	161	333	-172	172	29.578	107%
28	364	316	48	48	2.325	13%
29	592	321	271	271	73.654	46%
30	1.208	348	860	860	740.037	71%
31	332	434	-102	102	10.357	31%
32	160	424	-264	264	69.482	165%
33	203	397	-194	194	37.727	96%
34	1.102	378	724	724	524.449	66%
35	384	450	-66	66	4.386	17%
36	28	444	-416	416	172.729	1.484%
Total	14.566	15.846	-1.280	12.369	6.929.754	5.755%
		<i>Average</i>	-37	353	197.993	164%
				MAD	MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Rumus yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \frac{\sum |dt-d't|}{n} & \text{MSE} &= \frac{\sum_{t=1}^N (dt-d't)^2}{n} & \text{MAPE} &= \frac{\sum \left| \frac{dt-d't}{dt} \right| \times 100}{n} \\ &= \frac{12.369}{35} & &= \frac{6.929.754}{35} & &= \frac{5755}{35} \\ &= 353 & &= 197.993 & &= 164 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan nilai kesalahan (*error*) dengan menggunakan metode *single exponential smoothing* dengan nilai $\alpha = 0,2 - 0,9$ dapat dilihat pada lampiran 6 sampai dengan lampiran 13.

4.2.1.4 Peramalan dan Pengukuran Nilai Kesalahan (*Error*) Peramalan dengan Metode *Quadratic*

Untuk menentukan peramalan periode mendatang maka perlu dilakukan peramalan dengan metode yang sesuai. Salah satunya dengan metode *quadratic*. Berikut ini adalah peramalan dengan menggunakan metode *quadratic* berdasarkan data penggunaan 3 tahun (2014-2016) yang dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perhitungan Peramalan dengan Metode *Quadratic*

Periode (t)	Penggunaan (Y(t))	t • y	t ²	t ³	t ⁴	t ² • Y (t)
1	530	530	1	1	1	530
2	150	300	4	8	16	600
3	794	2.382	9	27	81	7.146
4	112	4.48	16	64	256	1.792
5	0	0	25	125	625	0
6	0	0	36	216	1.296	0
7	0	0	49	343	2.401	0
8	480	3.840	64	512	4.096	30.720
9	1.858	16.722	81	729	6.561	150.498
10	462	4.620	100	1.000	10.000	46.200
11	705	7.755	121	1.331	14.641	85.305
12	150	1.800	144	1.728	20.736	21.600
13	33	429	169	2.197	28.561	5.577
14	275	3850	196	2.744	38.416	53.900
15	996	14.940	225	3.375	50.625	224.100
16	249	3.984	256	4.096	65.536	63.744

Tabel 4.11 Perhitungan Peramalan dengan Metode *Quadratic* (Lanjutan)

Periode (t)	Penggunaan (Y(t))	t • y	t ²	t ³	t ⁴	t ² • Y (t)
17	508	8.636	289	4.913	83.521	146.812
18	1.115	20.070	324	5.832	104.976	361.260
19	338	6.422	361	6.859	130.321	122.018
20	167	3.340	400	8.000	160.000	66.800
21	170	3.570	441	9.261	194.481	74.970
22	180	3.960	484	10.648	234.256	87.120
23	672	15.456	529	12.167	279.841	355.488
24	0	0	576	13.824	331.776	0
25	0	0	625	15.625	390.625	0
26	88	2.288	676	17.576	456.976	59.488
27	161	4.347	729	19.683	531.441	117.369
28	364	10.192	784	21.952	614.656	285.376
29	592	17.168	841	24.389	707.281	497.872
30	1.208	36.240	900	27.000	810.000	1.087.200
31	332	10.292	961	29.791	923.521	319.052
32	160	5.120	1.024	32.768	1.048.576	163.840
33	203	6.699	1.089	35.937	1.185.921	221.067
34	1.102	37.468	1.156	39.304	1.336.336	1.273.912
35	384	13.440	1.225	42.875	1.500.625	470.400
36	28	1.008	1.296	46.656	1.679.616	36.288
∑ = 666	14.566	267.316	16.206	443.556	12.948.594	6.438.044

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Setelah melakukan perhitungan dengan menggunakan *software* Ms. Excel dilanjutkan dengan menghitung beberapa komponen persamaan *quadratic*. Diantaranya:

- $$\delta = \sum_{t=1}^n \sum_{t=1}^n Y(t) - n \sum_{t=1}^n tY(t)$$

$$= (666 \times 14.566) - (36 \times 267.316)$$

$$= 77.580$$
- $$\gamma = (\sum_{t=1}^n t^2)^2 - n \sum_{t=1}^n t^4$$

$$= (16.206)^2 - (36 \times 12.948.594)$$

$$= (262.634.436) - (466.149.384)$$

$$= - 203.514.948$$
- $$\theta = \sum_{t=1}^n t^2 \sum_{t=1}^n Y(t) - n \sum_{t=1}^n t^2 Y(t)$$

$$= (16.206 \times 14.566) - (36 \times 6.438.044)$$

$$= 4.287.012$$

$$4. \beta = (\sum_{t=1}^n t)^2 - n \sum_{t=1}^n t^2$$

$$= (666)^2 - (36 \times 16.206)$$

$$= 443.556 - 583.416$$

$$= -139.860$$

$$5. \alpha = \sum_{t=1}^n t \sum_{t=1}^n t^2 - n \sum_{t=1}^n t^3$$

$$= (666 \times 16.206) - (36 \times 443.556)$$

$$= 10.793.196 - 15.968.016$$

$$= -5.174.820$$

$$6. b = \frac{\gamma\delta - \theta\alpha}{\gamma\beta - \alpha^2}$$

$$= \frac{(-203.514.948) \cdot (77.580) - (4.287.012) \cdot (-5.174.820)}{(-203.514.948) \cdot (-139.860) - (-5.174.820)^2}$$

$$= 3,8$$

$$7. c = \frac{\theta - (b)(\alpha)}{\gamma}$$

$$= \frac{(4.287.012) - (3,8)(-5.174.820)}{(-203.514.948)}$$

$$= -0,12$$

$$8. a = \frac{\sum_{t=1}^n Y(t)}{n} - b \frac{\sum_{t=1}^n t}{n} - c \frac{\sum_{t=1}^n t^2}{n}$$

$$= \frac{14.566}{36} - \frac{(3,8 \cdot 666)}{36} - \frac{(-0,12 \cdot 16.206)}{36}$$

$$= 388,33$$

Maka persamaan *quadratic*nya menjadi:

$$Y(t) = a + b \cdot t + c \cdot t^2$$

$$= 388,33 + (3,8)t - 0,12(t)^2$$

Setelah mendapatkan persamaan *quadratic* dilanjutkan dengan menghitung peramalan (y') dengan metode *quadratic* atau persamaan *quadratic* yang sudah didapatkan. Hasil perhitungan peramalan dengan metode *quadratic* dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Peramalan dengan Metode *Quadratic*

Periode (t)	Penggunaan (y)	t ²	Forecast (y')	y-y'	(y-y') ²	y-y'	y-y' /y x 100
1	530	1	392	138	19.041	138	26
2	150	4	395	-245	60.246	245	164
3	794	9	399	395	156.302	395	50
4	112	16	402	-290	83.874	290	259
5	0	25	404	-404	163.483	404	#N/A
6	0	36	407	-407	165.494	407	#N/A
7	0	49	409	-409	167.322	409	#N/A
8	480	64	411	69	4.754	69	14
9	1.858	81	413	1.445	2.088.574	1.445	78
10	462	100	414	48	2.272	48	10
11	705	121	416	289	83.747	289	41
12	150	144	417	-267	71.102	267	178
13	33	169	417	-384	147.802	384	1165
14	275	196	418	-143	20.452	143	52
13	33	169	417	-384	147.802	384	1165
15	996	225	418	578	333.703	578	58
16	249	256	418	-169	28.700	169	68
17	508	289	418	90	8.055	90	18
18	1.115	324	418	697	486.018	697	63
19	338	361	417	-79	6.274	79	23
20	167	400	416	-249	62.165	249	149
21	170	441	415	-245	60.128	245	144
22	180	484	414	-234	54.686	234	130
23	672	529	412	260	67.470	260	39
24	0	576	410	-410	168.436	410	#N/A
25	0	625	408	-408	166.733	408	#N/A
26	88	676	406	-318	101.130	318	361
27	161	729	403	-242	58.782	242	151
28	364	784	401	-37	1.343	37	10
29	592	841	398	194	37.787	194	33
30	1.208	900	394	814	662.059	814	67
31	332	961	391	-59	3.459	59	18
32	160	1.024	387	-227	51.552	227	142
33	203	1.089	383	-180	32.418	180	89
34	1.102	1.156	379	723	523.004	723	66
35	384	1.225	374	10	94	10	3
36	28	1.296	370	-342	116.697	342	1.220
$\Sigma = 666$	14.566	16.206	14.566	0	6.265.158	11.500	4.887

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Untuk nilai kesalahan (*error*) yang terdiri dari *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) dengan metode *quadratic* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \frac{\sum |y-y'|}{n} \\ &= \frac{11.500}{36} \\ &= 319 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \frac{\sum_{t=1}^N (y-y')^2}{n} \\ &= \frac{6.265.158}{36} \\ &= 174.032 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \frac{\sum \left| \frac{y-y'}{y} \right| \times 100}{n} \\ &= \frac{4.887}{36} \\ &= 135,75 \end{aligned}$$

4.2.1.5 Peramalan dan Pengukuran Nilai Kesalahan (*Error*) Peramalan dengan Metode *Trend Linear*

Untuk menentukan peramalan periode mendatang maka perlu dilakukan peramalan dengan metode yang sesuai. Salah satunya dengan metode *trend linear*. Berikut ini adalah peramalan dengan menggunakan metode *trend linear* berdasarkan data penggunaan 3 tahun (2014-2016) yang dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Pada peramalan metode *trend linear* terlebih dahulu harus mencari nilai *slope* (b) dan nilai *interceptnya* (a) untuk memudahkan perhitungan.

Tabel 4.13 Peramalan dengan Metode *Trend Linear*

Periode (t)	Penggunaan (dt)	t dt	t ²
1	530	530	1
2	150	300	4
3	794	2.382	9
4	112	448	16
5	0	0	25
6	0	0	36
7	0	0	49

Tabel 4.13 Peramalan dengan Metode *Trend Linear* (Lanjutan)

Periode (t)	Penggunaan (dt)	t dt	t ²
8	480	3.840	64
9	1.858	16.722	81
10	462	4.620	100
11	705	7.755	121
12	150	1.800	144
13	33	429	169
14	275	3.850	196
15	996	14.940	225
16	249	3.984	256
17	508	8.636	289
18	1.115	20.070	324
19	338	6.422	361
20	167	3.340	400
21	170	3.570	441
22	180	3.960	484
23	672	15.456	529
24	0	0	576
25	0	0	625
26	88	2.288	676
27	161	4.347	729
28	364	10.192	784
29	592	17.168	841
30	1.208	36.240	900
31	332	10.292	961
32	160	5.120	1.024
33	203	6.699	1.089
34	1.102	37.468	1.156
35	384	13.440	1.225
36	28	1.008	1.296
∑ = 666	14.566	267.316	16.206
$\bar{X} = 18,5$	404,61		

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari Tabel 4.13 selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung nilai *slope* (b) dan nilai *intercept* (a) dengan menggunakan rumus:

$$y' = a + b \cdot t$$

a. Menghitung nilai *slope*:

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n t \cdot dt - (\sum_{i=1}^n t)(\sum_{i=1}^n dt)}{n \sum_{i=1}^n t^2 - (\sum_{i=1}^n t)^2}$$

$$= \frac{(36 \times 267.316) - (666 \times 14.566)}{(36 \times 16.206) - (666)^2}$$

$$= -0,55$$

b. Menghitung nilai *intercept*:

$$a = \bar{dt} - b\bar{t}$$

$$= 404,61 - (-0,55 \times 18,5)$$

$$= 414,785$$

c. Persamaan peramalan linear

$$y' = a + b \cdot t$$

$$y' = 414,785 + (-0,55)t$$

$$y' = 414,785 - 0,55t$$

Dari persamaan peramalan linear perhitungan diatas kemudian digunakan untuk perhitungan peramalan ($d't$) material J-100 *stud bolt & nuts* dengan metode *trend linear*. Hasil peramalannya dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil Peramalan dengan Metode *Trend Linear*

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	(dt-d't)	dt-d't	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
1	530	414	116	116	13.382	22%
2	150	414	-264	264	69.571	176%
3	794	413	381	381	145.002	48%
4	112	413	-301	301	90.393	268%
5	0	412	-412	412	169.826	#N/A
6	0	412	-412	412	169.369	#N/A
7	0	411	-411	411	168.913	#N/A
8	480	410	70	70	4.839	14%
9	1.858	410	1.448	1.448	2.097.049	78%
10	462	409	53	53	2.775	11%
11	705	409	296	296	87.751	42%
12	150	408	-258	258	66.676	172%
13	33	408	-375	375	140.372	1.135%
14	275	407	-132	132	17.452	48%
15	996	407	589	589	347.448	59%
16	249	406	-157	157	24.648	63%
17	508	405	103	103	10.518	20%

Tabel 4.14 Hasil Peramalan dengan Metode *Trend Linear* (Lanjutan)

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	(dt-d't)	dt-d't	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
18	1.115	405	710	710	504.258	64%
19	338	404	-66	66	4.400	20%
20	167	404	-237	237	56.064	142%
21	170	403	-233	233	54.394	137%
22	180	403	-223	223	49.582	124%
23	672	402	270	270	72.838	40%
24	0	402	-402	402	161.251	#N/A
25	0	401	-401	401	160.805	#N/A
26	88	400	-312	312	97.626	355%
27	161	400	-239	239	57.071	148%
28	364	399	-35	35	1.249	10%
29	592	399	193	193	37.331	33%
30	1.208	398	810	810	655.724	67%
31	332	398	-66	66	4.314	20%
32	160	397	-237	237	56.227	1.48%
33	203	397	-194	194	37.469	95%
34	1.102	396	706	706	498.417	64%
35	384	396	-12	12	144	3%
36	28	395	-367	367	134.618	1.310%
		Total		11.488	6.269.755,2	4.938%

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Untuk nilai kesalahan (*error*) yang terdiri dari *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) dengan metode *trend linear* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \frac{\sum |dt-d't|}{n} \\ &= \frac{11.488}{36} \\ &= 319 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \frac{\sum_{t=1}^N (dt-d't)^2}{n} \\ &= \frac{6.269.755,2}{36} \\ &= 174.160 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \frac{\sum \left| \frac{d^t}{dt} - \frac{d^t}{dt} \right| \times 100}{n} \\ &= \frac{4.938}{36} \\ &= 137,17 \end{aligned}$$

4.2.1.6 Peramalan dan Pengukuran Nilai Kesalahan (*Error*) Peramalan dengan Metode Siklis

Untuk menentukan peramalan periode mendatang maka perlu dilakukan peramalan dengan metode yang sesuai. Salah satunya dengan metode siklis. Berikut ini adalah peramalan dengan menggunakan metode siklis berdasarkan data penggunaan 3 tahun (2014-2016) yang dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Peramalan dengan Metode Siklis

Periode (t)	Penggunaan (dt)	$2\pi t/n$	Sin ($2\pi t/n$)	Cos ($2\pi t/n$)	dt • Cos ($2\pi t/n$)	dt • Sin ($2\pi t/n$)	d't
1	530	10	0,174	0,985	522,050	92,220	403
2	150	20	0,342	0,940	141,000	51,300	414
3	794	30	0,500	0,866	687,604	397,000	425
4	112	40	0,643	0,766	85,792	72,016	435
5	0	50	0,766	0,643	0,000	0,000	445
6	0	60	0,866	0,500	0,000	0,000	453
7	0	70	0,940	0,342	0,000	0,000	459
8	480	80	0,985	0,174	83,520	472,800	464
9	1.858	90	1,000	0,000	0,000	1,858,000	467
10	462	100	0,985	-0,174	-80,388	455,070	468
11	705	110	0,940	-0,342	-241,110	662,700	467
12	150	120	0,866	-0,500	-75,000	129,900	465
13	33	130	0,766	-0,643	-21,219	25,278	460
14	275	140	0,643	-0,766	-210,650	176,825	454
15	996	150	0,500	-0,866	-862,536	498,000	446
16	249	160	0,342	-0,940	-234,060	85,158	437
17	508	170	0,174	-0,985	-500,380	88,392	427
18	1.115	180	0,000	-1,000	-1115,000	0,000	417
19	338	190	-0,174	-0,985	-332,930	-58,812	406
20	167	200	-0,342	-0,940	-156,980	-57,114	395
21	170	210	-0,500	-0,866	-147,220	-85,000	384
22	180	220	-0,643	-0,766	-137,880	-115,740	374

Tabel 4.15 Peramalan dengan Metode Siklis (Lanjutan)

Periode (t)	Penggunaan (dt)	$2\pi t/n$	Sin ($2\pi t/n$)	Cos ($2\pi t/n$)	dt • Cos ($2\pi t/n$)	dt • Sin ($2\pi t/n$)	d't
23	672	230	-0,766	-0,643	-432,096	-514,752	365
24	0	240	-0,866	-0,500	0,000	0,000	357
25	0	250	-0,940	-0,342	0,000	0,000	350
26	88	260	-0,985	-0,174	-15,312	-86,680	345
27	161	270	-1,000	0,000	0,000	-161,000	342
28	364	280	-0,985	0,174	63,336	-358,540	341
29	592	290	-0,940	0,342	202,464	-556,480	342
30	1.208	300	-0,866	0,500	604,000	-1046,128	345
31	332	310	-0,766	0,643	213,476	-254,312	349
32	160	320	-0,643	0,766	122,560	-102,880	355
33	203	330	-0,500	0,866	175,798	-101,500	363
34	1.102	340	-0,342	0,940	1035,880	-376,884	372
35	384	350	-0,174	0,985	378,240	-66,816	382
36	28	360	0,000	1,000	28,000	0,000	392
TOTAL	14.566	6.660			-219,041	1.122,021	14.566

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Sebelum menentukan peramalan ($d't$) harus menentukan nilai a, b dan c terlebih dahulu.

$$a = \frac{\text{Jumlah Penggunaan}}{\text{Periode}}$$

$$= \frac{14.566}{36}$$

$$= 405$$

$$b = \frac{2 \times dt \times \text{total sin } (2\pi t/n)}{36}$$

$$= \frac{2 \times 1.122,021}{36}$$

$$= 62,335$$

$$c = \frac{2 \times dt \times \text{total cos } (2\pi t/n)}{36}$$

$$= \frac{2 \times -219.041}{36}$$

$$= -12,169$$

Setelah itu, masukkan kedalam persamaan untuk menentukan nilai $d't$, dengan rumus sebagai berikut:

$$d't = a + b \times \sin (2\pi t/n) + c \times \cos (2\pi t/n)$$

Berikut ini contoh perhitungan peramalan ($d't$) untuk periode 1 adalah sebagai berikut:

$$d't = 405 + (62,335 \times 0,174) + (-12,169 \times 0,985)$$

$$= 403$$

Untuk nilai kesalahan (*error*) yang terdiri dari *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) dengan metode siklis adalah sebagai berikut:

Tabel 4.16 Nilai Kesalahan (*Error*) dengan Metode Siklis

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	dt-d't	(dt-d't)	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
1	530	403	127	127	16.010	24%
2	150	414	264	-264	69.955	176%
3	794	425	369	369	135.984	46%
4	112	435	323	-323	104.569	289%
5	0	445	445	-445	197.611	#N/A
6	0	453	453	-453	204.764	#N/A
7	0	459	459	-459	210.721	#N/A
8	480	464	16	16	259	3%
9	1.858	467	1.391	1.391	1.935.032	75%
10	462	468	6	-6	38	1%
11	705	467	238	238	56.469	34%
12	150	465	315	-315	99.022	210%
13	33	460	427	-427	182.486	1.294%
14	275	454	179	-179	32.046	65%
15	996	446	550	550	302.152	55%
16	249	437	188	-188	35.483	76%
17	508	427	81	81	6.489	16%
18	1.115	417	698	698	487.511	63%
19	338	406	68	-68	4.590	20%
20	167	395	228	-228	51.862	136%
21	170	384	214	-214	45.788	126%
22	180	374	194	-194	37.578	108%
23	672	365	307	307	94.441	46%
24	0	357	357	-357	127.245	#N/A
25	0	350	350	-350	122.625	#N/A
26	88	345	257	-257	66.218	292%
27	161	342	181	-181	32.861	113%
28	364	341	23	23	525	6%
29	592	342	250	250	62.573	42%
30	1.208	345	863	863	745.555	71%
31	332	349	17	-17	290	5%
32	160	355	195	-195	38.106	122%

Tabel 4.16 Nilai Kesalahan (*Error*) dengan Metode Siklis (Lanjutan)

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	dt-d't	(dt-d't)	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
33	203	363	160	-160	25.570	79%
34	1.102	372	730	730	533.113	66%
35	384	382	2	2	5	1%
36	28	392	364	-364	132.818	1.302%
Total	14.566		11.289		6.198.364	4.962%
<i>Average</i>			314		172.177	138%
			MAD		MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Rumus yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{MAD} &= \frac{\sum |dt-d't|}{n} & \text{MSE} &= \frac{\sum_{t=1}^n (dt-d't)^2}{n} & \text{MAPE} &= \frac{\sum \left| \frac{dt-d't}{dt} \right| \times 100}{n} \\
 &= \frac{11.289}{36} & &= \frac{6.198.364}{36} & &= \frac{4.962}{36} \\
 &= 314 & &= 172.177 & &= 138
 \end{aligned}$$

4.2.1.7 Peramalan dan Pengukuran Nilai Kesalahan (*Error*) Peramalan dengan Metode *Constant*

Untuk menentukan peramalan periode mendatang maka perlu dilakukan peramalan dengan metode yang sesuai. Salah satunya dengan metode *constant*. Berikut ini adalah peramalan dengan menggunakan metode *constant* berdasarkan data penggunaan 3 tahun (2014-2016) yang dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Peramalan dengan Metode *Constant*

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	dt-d't	(dt-d't)	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
1	530	405	125	125	15.625	24%
2	150	405	255	-255	65.025	170%
3	794	405	389	389	151.321	49%
4	112	405	293	-293	85.849	262%
5	0	405	405	-405	164.025	#N/A
6	0	405	405	-405	164.025	#N/A
7	0	405	405	-405	164.025	#N/A
8	480	405	75	75	5.625	16%
9	1.858	405	1.453	1.453	2.111.209	78%
10	462	405	57	57	3.249	12%
11	705	405	300	300	90.000	43%
12	150	405	255	-255	65.025	170%

Tabel 4.17 Peramalan dengan Metode *Constant* (Lanjutan)

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	dt-d't	(dt-d't)	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
13	33	405	372	-372	138.384	1.127%
14	275	405	130	-130	16.900	47%
15	996	405	591	591	349.281	59%
16	249	405	156	-156	24.336	63%
17	508	405	103	103	10.609	20%
18	1.115	405	710	710	504.100	64%
19	338	405	67	-67	4.489	20%
20	167	405	238	-238	56.644	143%
21	170	405	235	-235	55.225	138%
22	180	405	225	-225	50.625	125%
23	672	405	267	267	71.289	40%
24	0	405	405	-405	164.025	#N/A
25	0	405	405	-405	164.025	#N/A
26	88	405	317	-317	100.489	360%
27	161	405	244	-244	59.536	152%
28	364	405	41	-41	1.681	11%
29	592	405	187	187	34.969	32%
30	1.208	405	803	803	644.809	66%
31	332	405	73	-73	5.329	22%
32	160	405	245	-245	60.025	153%
33	203	405	202	-202	40.804	100%
34	1.102	405	697	697	485.809	63%
35	384	405	21	-21	441	5%
36	28	405	377	-377	142.129	1.346%
Total	14.566	14.580	11.528	-14	6.270.956	4.980%
<i>Average</i>	405					
			320		174.193	138%
			MAD		MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berikut ini contoh perhitungan peramalan untuk periode 1 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus: } d't &= \frac{\sum_t^n dt}{n} \\
 &= \frac{\sum_1^{36} 14.566}{36} \\
 &= 405
 \end{aligned}$$

Untuk contoh perhitungan nilai kesalahan (*error*) adalah sebagai berikut:

Rumus yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{MAD} &= \frac{\sum |dt-d't|}{n} \\
 &= \frac{11.528}{36} \\
 &= 320
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 \text{MSE} &= \frac{\sum_{t=1}^N (dt-d't)^2}{n} \\
 &= \frac{6.270.956}{36} \\
 &= 174.193
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \frac{\sum \left| dt - \frac{d't}{dt} \right| \times 100}{n} \\
 &= \frac{4.980}{36} \\
 &= 138
 \end{aligned}$$

Dari beberapa metode yang sudah dilakukan perhitungan maka didapatkan nilai perbandingan MAD, MSE dan MAPE sebagai berikut:

Tabel 4.18 Perbandingan Nilai Kesalahan MAD, MSE dan MAPE

Metode Peramalan	MAD	MSE	MAPE
<i>Moving Average 2 Bulanan</i>	432	288.924	203
<i>Moving Average 3 Bulanan</i>	410	274.702	195
<i>Moving Average 4 Bulanan</i>	397	265.713	205
<i>Moving Average 5 Bulanan</i>	389	257.036	198
<i>Moving Average 6 Bulanan</i>	373	237.364	199
<i>Single Exponential Smoothing α 0,1</i>	353	197.993	164
<i>Single Exponential Smoothing α 0,2</i>	366	210.696	172
<i>Single Exponential Smoothing α 0,3</i>	376	222.331	178
<i>Single Exponential Smoothing α 0,4</i>	385	233.292	180
<i>Single Exponential Smoothing α 0,5</i>	395	244.092	180
<i>Single Exponential Smoothing α 0,6</i>	404	255.280	177
<i>Single Exponential Smoothing α 0,7</i>	409	267.475	173
<i>Single Exponential Smoothing α 0,8</i>	413	281.390	167
<i>Single Exponential Smoothing α 0,9</i>	420	297.872	161
<i>Quadratic</i>	319	174.032	136
<i>Trend Linear</i>	319	174.160	137,17
Siklis	314	172.177	138
<i>Constant</i>	320	174.193	138

Sumber: Hasil Pengolahan Data

4.2.1.8 Validasi Menggunakan *Tracking Signal* Dengan Metode Siklis

Cara untuk mengontrol peramalan agar menghasilkan metode peramalan yang baik adalah dengan menggunakan *tracking signal*. Dengan menggunakan *tracking signal*, hasil peramalan 36 periode tersebut harus berada dalam batas -4 dan +4. Perhitungan untuk *tracking signal* dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Perhitungan Untuk *Tracking Signal* Dengan Metode Siklis

Periode	Penggunaan (dt)	e	e	Kum e	e ²	e /(dt)	RSFE	MAD	TS
1	530	127	127	127	16.010	0,24	127	127	1,00
2	150	-264	264	391	69.955	1,76	-138	196	-0,71
3	794	369	369	760	135.984	0,46	231	253	0,91
4	112	-323	323	1.083	104.569	2,89	-93	271	-0,34
5	0	-445	445	1.528	197.611	#N/A	-537	306	-1,76
6	0	-453	453	1.980	204.764	#N/A	-990	330	-3,00
7	0	-459	459	2.439	210.721	#N/A	-1.449	348	-4,00
8	480	16	16	2.455	259	0,03	-1.433	307	-4,00
9	1.858	1.391	1.391	3.846	1.935.032	0,75	-41	427	-0,10
10	462	-6	6	3.853	38	0,01	-48	385	-0,12
11	705	238	238	4.090	56.469	0,34	190	372	0,51
12	150	-315	315	4.405	99.022	2,10	-125	367	-0,34
13	33	-427	427	4.832	182.486	12,94	-552	372	-1,48
14	275	-179	179	5.011	32.046	0,65	-731	358	-2,04
15	996	550	550	5.561	302.152	0,55	-181	371	-0,49
16	249	-188	188	5.749	35.483	0,76	-370	359	-1,03
17	508	81	81	5.830	6.489	0,16	-289	343	-0,84
18	1.115	698	698	6.528	487.511	0,63	409	363	1,13
19	338	-68	68	6.596	4.590	0,20	341	347	0,98
20	167	-228	228	6.823	51.862	1,36	114	341	0,33
21	170	-214	214	7.037	45.788	1,26	-100	335	-0,30
22	180	-194	194	7.231	37.578	1,08	-294	329	-0,89
23	672	307	307	7.538	94.441	0,46	13	328	0,04
24	0	-357	357	7.895	127.245	#N/A	-343	329	-1,04

Tabel 4.19 Perhitungan Untuk *Tracking Signal* Dengan Metode Siklis (Lanjutan)

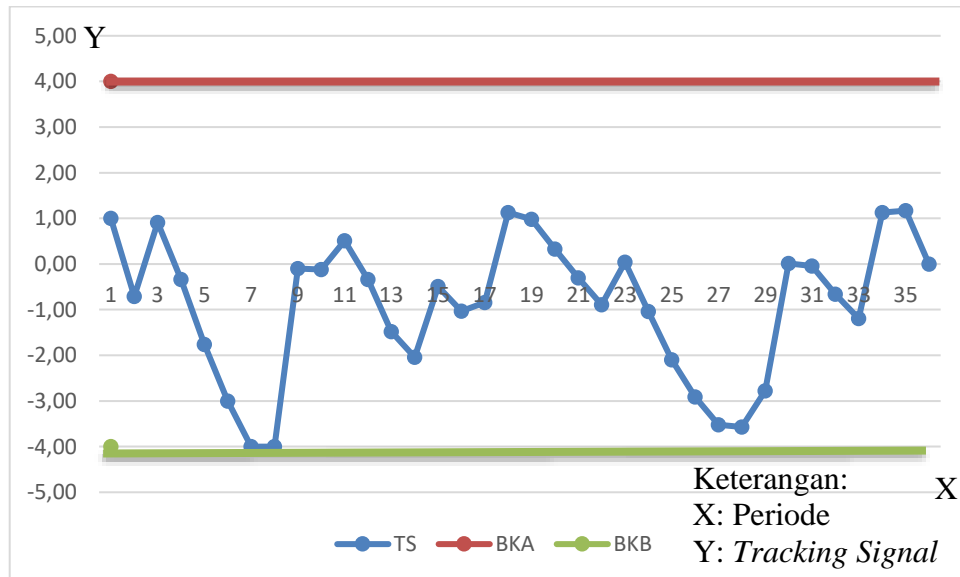
Periode	Penggunaan (dt)	e	e	Kum e	e ²	e /(dt)	RSFE	MAD	TS
25	0	-350	350	8.245	122.625	#N/A	-694	330	-2,10
26	88	-257	257	8.503	66.218	2,92	-951	327	-2,91
27	161	-181	181	8.684	32.861	1,13	-1.132	322	-3,52
28	364	23	23	8.707	525	0,06	-1.109	311	-3,57
29	592	250	250	8.957	62.573	0,42	-859	309	-2,78
30	1.208	863	863	9.820	745.555	0,71	4	327	0,01
31	332	-17	17	9.838	290	0,05	-13	317	-0,04
32	160	-195	195	10.033	38.106	1,22	-208	314	-0,66
33	203	-160	160	10.193	25.570	0,79	-368	309	-1,19
34	1.102	730	730	10.923	533.113	0,66	362	321	1,13
35	384	2	2	10.925	5	0,01	364	312	1,17
36	28	-364	364	11.289	132.818	13,02	0	314	0,00

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berikut ini adalah contoh perhitungan *tracking signal* untuk periode 2 adalah sebagai berikut:

1. Mencari nilai e dari penggunaan (dt) – peramalan ($d't$), yaitu $150 - 414 = -264$
2. Mencari nilai $|e|$ dengan membuat hasil yang negatif menjadi positif
3. Mencari nilai Kum $|e|$ dengan menjumlahkan hasil pada periode 1 dengan periode 2, yaitu 127 dari hasil pembulatan $+ 264 = 391$
4. Mencari nilai RSFE dari kumulatif nilai e , yaitu 127 dari hasil pembulatan dari periode 1 $+ (-264) = -138$
5. Mencari nilai $MAD = \frac{\text{Kum } |e|}{\text{Periode}} = \frac{391}{2} = 196$
6. Mencari nilai *tracking signal* (TS) dari $\frac{RSFE}{MAD}$ yaitu $\frac{-138}{196} = -0,71$

Berikut ini adalah hasil *tracking signal* yang dibuat dalam grafik untuk mengetahui hasil berada didalam batas kendali atau diluar batas kendali. *Tracking signal* dengan metode siklis terdapat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Tracking Signal Dengan Metode Siklis

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Hasil dari *tracking signal* semua data berada dalam batas kendali +4 dan -4, sehingga metode siklis adalah metode terpilih yang dapat digunakan untuk perhitungan peramalan 12 periode selanjutnya.

4.2.1.9 Peramalan 12 Periode Selanjutnya

Metode peramalan terpilih adalah metode peramalan dengan nilai *error* terkecil yaitu metode siklis. Perhitungan peramalan untuk 12 periode selanjutnya yaitu tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Peramalan 12 Periode Selanjutnya Dengan Metode Siklis

Periode (t)	$2\pi t/n$	Sin ($2\pi t/n$)	Cos ($2\pi t/n$)	d't
37	370	0,173	0,984	403
38	380	0,342	0,939	415
39	390	0,5	0,866	425
40	400	0,642	0,766	435
41	410	0,766	0,642	445
42	420	0,866	0,5	453
43	430	0,939	0,342	459
44	440	0,984	0,173	464

Tabel 4.20 Peramalan 12 Periode Selanjutnya Dengan Metode Siklis (Lanjutan)

Periode (t)	$2\pi t/n$	Sin ($2\pi t/n$)	Cos ($2\pi t/n$)	d't
45	450	1	0	467
46	460	0,984	-0,173	468
47	470	0,939	-0,342	467
48	480	0,866	-0,5	465

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk periode 37, sebagai berikut:

1. Mencari nilai $2\pi t/n$, yaitu:

$$\frac{2 \times \pi \times t}{n}$$

$$\frac{2 \times 180 \times 37}{36}$$

370

2. Mencari nilai sin 370 dan cos 370 dengan bantuan kalkulator, didapatkan hasil: 0,173 dan 0,984.
3. Menentukan peramalan (d't) periode ke 37 dengan nilai a, b dan c yang sama.

$$\begin{aligned} \text{Rumus: } d't &= a + b \times \sin (2\pi t/n) + c \times \cos (2\pi t/n) \\ &= 405 + (62,335 \times 0,173) + (-12,169 \times 0,984) \\ &= 403 \end{aligned}$$

4.2.2 Penerapan Perhitungan Teknik *Lot Sizing*

Berdasarkan hasil perhitungan peramalan yang menggunakan beberapa metode, ditemukan bahwa metode yang baik yaitu metode siklis dengan nilai kesalahan (*error*) terkecil dan sudah memenuhi syarat *tracking signal*. Selanjutnya hasil peramalan dari metode terpilih tersebut digunakan untuk menghitung perencanaan penggunaan dengan teknik *lot sizing*. Teknik *lot sizing* merupakan sebuah cara/metode untuk meminimalkan biaya persediaan dengan melihat total biaya terkecil. Teknik *lot sizing* yang digunakan diantaranya metode *silver meal*, *least unit cost*, *part period balancing*, *economic order quantity* dan *period order quantity*.

4.2.2.1 Silver Meal

Perhitungan dengan menggunakan metode *silver meal* dapat dilihat pada Tabel 4.21 dan Tabel 4.22.

Tabel 4.21 Kombinasi *Silver Meal*

No	Periode	Biaya Order	Biaya Simpan/Unit	Lot yang Dibutuhkan	Total Holding Cost	Ongkos Rata-Rata	Lot Size
1	37	Rp 24.206	Rp 1.210	176	0	24.206	176
2	37,38	Rp 24.206	Rp 1.210	415	Rp 502.150	263.178	591
1	38	Rp 24.206	Rp 1.210	415	0	24.206	415
2	38,39	Rp 24.206	Rp 1210	425	Rp 514.250	269.228	840
1	39	Rp 24.206	Rp 1.210	425	0	24.206	425
2	39,40	Rp 24.206	Rp 1.210	435	Rp 526.350	275.278	860
1	40	Rp 24.206	Rp 1.210	435	0	24.206	435
2	40,41	Rp 24.206	Rp 1.210	445	Rp 538.450	281.328	880
1	41	Rp 24.206	Rp 1.210	445	0	24.206	445
2	41,42	Rp 24.206	Rp 1.210	453	Rp 548.130	286.168	898
1	42	Rp 24.206	Rp 1.210	453	0	24.206	453
2	42,43	Rp 24.206	Rp 1.210	459	Rp 555.390	289.798	912
1	43	Rp 24.206	Rp 1.210	459	0	24.206	459
2	43,44	Rp 24.206	Rp 1.210	464	Rp 561.440	292.823	923
1	44	Rp 24.206	Rp 1.210	464	0	24.206	464
2	44,45	Rp 24.206	Rp 1.210	467	Rp 565.070	294.638	931
1	45	Rp 24.206	Rp 1210	467	0	24.206	467

Tabel 4.21 Kombinasi *Silver Meal* (Lanjutan)

No	Periode	Biaya Order	Biaya Simpan/Unit	Lot yang Dibutuhkan	Total Holding Cost	Ongkos Rata-Rata	Lot Size
2	45,46	Rp 24.206	Rp 1.210	468	Rp 566.280	295.243	935
1	46	Rp 24.206	Rp 1.210	468	0	24.206	468
2	46,47	Rp 24.206	Rp 1.210	467	Rp 565070	294.638	935
1	47	Rp 24206	Rp 1.210	467	0	24.206	467
2	47,48	Rp 24.206	Rp 1.210	465	Rp 562.650	293.428	932
1	48	Rp 24.206	Rp 1.210	465	0	24.206	465

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.22 Metode *Silver Meal* Material J-100 Stud Bolt & Nuts

Stud Bolt & Nuts 2 Bulan 0 Rp 1.210 Rp 24.206	MATERIAL J-100 STUD BOLT & NUTS												Lot Size:	SI		
	Nov'16	Des'16	Jan'17 (37)	Feb'17 (38)	Mar'17 (39)	Apr'17 (40)	Mei'17 (41)	Jun'17 (42)	Jul'17 (43)	Ags'17 (44)	Sep'17 (45)	Okt'17 (46)			Nov'17 (47)	De
			403	415	425	435	445	453	459	464	467	468			467	4
		227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
		176	415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	4			
		176	415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	4			
176	415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	465					
0																
12																
0																
Rp 290.472																
TOTAL COST													Rp2			

Rp 24.206

lahan Data

4.2.2.2 Least Unit Cost

Perhitungan dengan menggunakan metode *least unit cost* dapat dilihat pada Tabel 4.23 dan Tabel 4.24.

Tabel 4.23 Kombinasi *Least Unit Cost*

Kombinasi	Biaya Pesan (Order)	Biaya Simpan (Inventory)	Total Biaya	Trial Lot Size	Cost per Unit
37	Rp 24.206	0	Rp 24.206	176	Rp 137,53
37,38	Rp 24.206	Rp 502.275	Rp 526.481	591	Rp 890,83
38	Rp 24.206	0	Rp 24.206	415	Rp 58,33
38,39	Rp 24.206	Rp 514.378	Rp 538.584	840	Rp 641,17
39	Rp 24.206	0	Rp 24.206	425	Rp 56,96
39,40	Rp 24.206	Rp 526.481	Rp 550.687	860	Rp 640,33
40	Rp 24.206	0	Rp 24.206	435	Rp 55,65
40,41	Rp 24.206	Rp 538.584	Rp 562.790	880	Rp 639,53
41	Rp 24.206	0	Rp 24.206	445	Rp 54,40
41,42	Rp 24.206	Rp 548.266	Rp 572.472	898	Rp 637,50
42	Rp 24.206	0	Rp 24.206	453	Rp 53,43
42,43	Rp 24.206	Rp 555.528	Rp 579.734	912	Rp 635,67
43	Rp 24.206	0	Rp 24.206	459	Rp 52,74
43,44	Rp 24.206	Rp 561.579	Rp 585.785	923	Rp 634,65
44	Rp 24.206	0	Rp 24.206	464	Rp 52,17
44,45	Rp 24.206	Rp 565.210	Rp 589.416	931	Rp 633,10
45	Rp 24.206	0	Rp 24.206	467	Rp 51,83
45,46	Rp 24.206	Rp 566.420	Rp 590.626	935	Rp 631,69
46	Rp 24.206	0	Rp 24.206	468	Rp 51,72
46,47	Rp 24.206	Rp 565.210	Rp 589.416	935	Rp 630,39
47	Rp 24.206	0	Rp 24.206	467	Rp 51,83
47,48	Rp 24.206	Rp 562.790	Rp 586.996	932	Rp 629,82
48	Rp 24.206	0	Rp 24.206	465	Rp 52,06

umber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.24 Metode *Least Unit Cost* Material J-100 Stud Bolt & Nuts

ud Bolt & Nuts	MATERIAL J-100 STUD BOLT & NUTS												Lot Size:	LEAST U
2 Bulan														
0														
Rp 1.210														
p 24.206														
Nov'16	Des'16	Jan'17 (37)	Feb'17 (38)	Mar'17 (39)	Apr'17 (40)	Mei'17 (41)	Jun'17 (42)	Jul'17 (43)	Ags'17 (44)	Sep'17 (45)	Okt'17 (46)	Nov'17 (47)	Des'17 (48)	
		403	415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	465	
	227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		176	415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	465	
		176	415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	465	
176	415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	465			
0														
12														
0														
Rp 290.472														

TOTAL COST

Rp 290.4

p 24.206

lahan Data

4.2.2.3 Part Period Balancing

Perhitungan dengan menggunakan metode *part period balancing* dapat dilihat pada Tabel 4.25 sampai dengan Tabel 4.38.

Tabel 4.25 Perhitungan *Economic Part Period (EPP)*

PPB TABLE		
s (ongkos pesan)	Rp	24.206
h (ongkos simpan)	Rp	1.210
EPP		20,00

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.26 Algoritma 1 *Part Period Balancing*

Period	t	Net Req	Inventory Period	Part - Period	Accumulated Part-Period		Bakal Lot
1	37	176	0	0	0	<20	176
2	38	415	1	415	415	<20	591
3	39	425	2	850	1.265	<20	1.016
4	40	435	3	1.305	2.570	<20	1.451
5	41	445	4	1.780	4.350	<20	1.896
6	42	453	5	2.265	6.615	<20	2.349
7	43	459	6	2.754	9.369	<20	2.808
8	44	464	7	3.248	12.617	<20	3.272
9	45	467	8	3.736	16.353	<20	3.739
10	46	468	9	4.212	20.565	<20	4.207
11	47	467	10	4.670	25.235	<20	4.674
12	48	465	11	5.115	30.350	<20	5.139

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.27 Algoritma 2 *Part Period Balancing*

Period	t	Net Req	Inventory Period	Part - Period	Accumulated Part-Period		Bakal Lot
2	38	415	0	0	0	<20	415
3	39	425	1	425	425	<20	840
4	40	435	2	870	1.295	<20	1.275
5	41	445	3	1.335	2.630	<20	1.720
6	42	453	4	1.812	4.442	<20	2.173
7	43	459	5	2.295	6.737	<20	2.632
8	44	464	6	2.784	9.521	<20	3.096
9	45	467	7	3.269	12.790	<20	3.563
10	46	468	8	3.744	16.534	<20	4.031
11	47	467	9	4.203	20.737	<20	4.498
12	48	465	10	4.650	25.387	<20	4.963

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.28 Algoritma 3 Part Period Balancing

<i>Period</i>	<i>t</i>	<i>Net Req</i>	<i>Inventory Period</i>	<i>Part - Period</i>	<i>Accumulated Part-Period</i>		<i>Bakal Lot</i>
3	39	425	0	0	0	<20	425
4	40	435	1	435	435	<20	860
5	41	445	2	890	1.325	<20	1.305
6	42	453	3	1.359	2.684	<20	1.758
7	43	459	4	1.836	4.520	<20	2.217
8	44	464	5	2.320	6.840	<20	2.681
9	45	467	6	2.802	9.642	<20	3.148
10	46	468	7	3.276	12.918	<20	3.616
11	47	467	8	3.736	16.654	<20	4.083
12	48	465	9	4.185	20.839	<20	4.548

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.29 Algoritma 4 Part Period Balancing

<i>Period</i>	<i>t</i>	<i>Net Req</i>	<i>Inventory Period</i>	<i>Part - Period</i>	<i>Accumulated Part-Period</i>		<i>Bakal Lot</i>
4	40	435	0	0	0	<20	435
5	41	445	1	445	445	<20	880
6	42	453	2	906	1.351	<20	1.333
7	43	459	3	1.377	2.728	<20	1.792
8	44	464	4	1.856	4.584	<20	2.256
9	45	467	5	2.335	6.919	<20	2.723
10	46	468	6	2.808	9.727	<20	3.191
11	47	467	7	3.269	12.996	<20	3.658
12	48	465	8	3.720	16.716	<20	4.123

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.30 Algoritma 5 Part Period Balancing

<i>Period</i>	<i>t</i>	<i>Net Req</i>	<i>Inventory Period</i>	<i>Part - Period</i>	<i>Accumulated Part-Period</i>		<i>Bakal Lot</i>
5	41	445	0	0	0	<20	445
6	42	453	1	453	453	<20	898
7	43	459	2	918	1.371	<20	1.357
8	44	464	3	1.392	2.763	<20	1.821
9	45	467	4	1.868	4.631	<20	2.288
10	46	468	5	2.340	6.971	<20	2.756
11	47	467	6	2.802	9.773	<20	3.223
12	48	465	7	3.255	13.028	<20	3.688

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.31 Algoritma 6 Part Period Balancing

<i>Period</i>	<i>t</i>	<i>Net Req</i>	<i>Inventory Period</i>	<i>Part - Period</i>	<i>Accumulated Part-Period</i>		<i>Bakal Lot</i>
6	42	453	0	0	0	<20	453
7	43	459	1	459	459	<20	912
8	44	464	2	928	1.387	<20	1.376
9	45	467	3	1.401	2.788	<20	1.843
10	46	468	4	1.872	4.660	<20	2.311
11	47	467	5	2.335	6.995	<20	2.778
12	48	465	6	2.790	9.785	<20	3.243

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.32 Algoritma 7 *Part Period Balancing*

<i>Period</i>	<i>t</i>	<i>Net Req</i>	<i>Inventory Period</i>	<i>Part - Period</i>	<i>Accumulated Part-Period</i>		<i>Bakal Lot</i>
7	43	459	0	0	0	<20	459
8	44	464	1	464	464	<20	923
9	45	467	2	934	1.398	<20	1.390
10	46	468	3	1.404	2.802	<20	1.858
11	47	467	4	1.868	4.670	<20	2.325
12	48	465	5	2.325	6.995	<20	2.790

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.33 Algoritma 8 *Part Period Balancing*

<i>Period</i>	<i>t</i>	<i>Net Req</i>	<i>Inventory Period</i>	<i>Part - Period</i>	<i>Accumulated Part-Period</i>		<i>Bakal Lot</i>
8	44	464	0	0	0	<20	464
9	45	467	1	467	467	<20	931
10	46	468	2	936	1.403	<20	1.399
11	47	467	3	1.401	2.804	<20	1.866
12	48	465	4	1.860	4.664	<20	2.331

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.34 Algoritma 9 *Part Period Balancing*

<i>Period</i>	<i>t</i>	<i>Net Req</i>	<i>Inventory Period</i>	<i>Part - Period</i>	<i>Accumulated Part-Period</i>		<i>Bakal Lot</i>
9	45	467	0	0	0	<20	467
10	46	467	1	467	467	<20	934
11	47	467	2	934	1.401	<20	1.401
12	48	465	3	1.395	2.796	<20	1.866

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.35 Algoritma 10 *Part Period Balancing*

<i>Period</i>	<i>t</i>	<i>Net Req</i>	<i>Inventory Period</i>	<i>Part - Period</i>	<i>Accumulated Part-Period</i>		<i>Bakal Lot</i>
10	46	468	0	0	0	<20	468
11	47	467	1	467	467	<20	935
12	48	465	2	930	1.397	<20	1.400

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.36 Algoritma 11 *Part Period Balancing*

<i>Period</i>	<i>t</i>	<i>Net Req</i>	<i>Inventory Period</i>	<i>Part - Period</i>	<i>Accumulated Part-Period</i>		<i>Bakal Lot</i>
11	47	467	0	0	0	<20	467
12	48	465	1	465	465	<20	932

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.37 Algoritma 12 *Part Period Balancing*

<i>Period</i>	<i>t</i>	<i>Net Req</i>	<i>Inventory Period</i>	<i>Part - Period</i>	<i>Accumulated Part-Period</i>		<i>Bakal Lot</i>
12	48	465	0	0	0	<20	465

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.38 Metode *Part Period Balancing* Material J-100 Stud Bolt & Nuts

MATERIAL J-100 STUD BOLT & NUTS													Lot Size:	PA BALA
Des'16	Jan'17 (37)	Feb'17 (38)	Mar'17 (39)	Apr'17 (40)	Mei'17 (41)	Jun'17 (42)	Jul'17 (43)	Ags'17 (44)	Sep'17 (45)	Okt'17 (46)	Nov'17 (47)	Des'17 (48)		
	403	415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	465		
227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	176	415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	465		
	176	415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	465		
415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	465				
0														
12														
0														
Rp 290.472														
TOTAL COST													Rp 290.	

206

Data

4.2.2.4 Economic Order Quantity

Perhitungan dengan menggunakan metode *economic order quantity* (EOQ) dapat dilihat pada Tabel 4.39.

Tabel 4.39 Perhitungan Nilai EOQ

Biaya Simpan/unit (h)	Rp 1.210
Biaya Pesan/unit (s)	Rp 24.206
<i>Demand</i> (D)	5.366
EOQ	463

Sumber: Pengolahan Data

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{EOQ} &= \sqrt{\frac{2 \times s \times D}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 24.206 \times 5.366}{1.210}} \\
 &= 463
 \end{aligned}$$

Perhitungan EOQ untuk material J-100 *stud bolt & nuts* terdapat pada Tabel 4.40.

Tabel 4.40 Metode *Economic Order Quantity* Material J-100 Stud Bolt & Nuts

<i>Stud Bolt & Nuts</i>	MATERIAL J-100 STUD BOLT & NUTS												<i>Lot Size:</i>	<i>ECONOMY QUANTITY</i>
2 Bulan														
0														
Rp 1.210														
Rp 24.206														
Nov'16	Des'16	Jan'17 (37)	Feb'17 (38)	Mar'17 (39)	Apr'17 (40)	Mei'17 (41)	Jun'17 (42)	Jul'17 (43)	Ags'17 (44)	Sep'17 (45)	Okt'17 (46)	Nov'17 (47)	Des'17 (48)	
		403	415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	465	
	227	287	335	373	401	419	429	433	432	428	423	419	417	
		176	128	90	62	44	34	30	31	35	40	44	46	
		463	463	463	463	463	463	463	463	463	463	463	463	
463	463	463	463	463	463	463	463	463	463	463	463			
4.796														
12														
Rp 5.804.599														
Rp 290.472														
TOTAL COST													Rp 6.095.000	
Rp 24.206														

lahan Data

4.2.2.5 Period Order Quantity

Perhitungan dengan menggunakan metode *period order quantity* (POQ) dapat dilihat pada Tabel 4.41.

Tabel 4.41 Perhitungan Nilai POQ

POQ TABEL	
λ	5.366
F	12
POQ	1 periode

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Keterangan:

λ : *demand* keseluruhan

F: frekuensi Pemesanan

Contoh Perhitungan:

λ = jumlah *demand* keseluruhan

$$\begin{aligned} F &= \frac{\lambda}{\text{EOQ}} \\ &= \frac{5.366}{463} \\ &= 12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{POQ} &= \frac{\text{Jumlah periode}}{F} \\ &= \frac{12}{12} \\ &= 1 \text{ Periode} \end{aligned}$$

Perhitungan *period order quantity* untuk material J-100 *stud bolt & nuts* terdapat pada Tabel 4.42.

Tabel 4.42 Metode *Period Order Quantity* Material J-100 Stud Bolt & Nuts

<i>Stud Bolt & Nuts</i>	MATERIAL J-100 STUD BOLT & NUTS												<i>Lot Size:</i>	<i>P</i>
2 Bulan														<i>Q</i>
0														
Rp 1.210														
Rp 24.206														
Nov'16	Des'16	Jan'17 (37)	Feb'17 (38)	Mar'17 (39)	Apr'17 (40)	Mei'17 (41)	Jun'17 (42)	Jul'17 (43)	Ags'17 (44)	Sep'17 (45)	Okt'17 (46)	Nov'17 (47)	Des'17	
		403	415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	467	
	227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		176	415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	467	
		176	415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	467	
176	415	425	435	445	453	459	464	467	468	467	465			
0														
12														
0														
Rp 290.472														
TOTAL COST													Rp 290.472	

Rp 24.206

bahan Data

Berdasarkan Tabel 4.22, Tabel 4.24, Tabel 4.38, Tabel 4.40 dan Tabel 4.42 adalah hasil perhitungan dengan menggunakan metode *silver meal*, *least unit cost*, *part period balancing*, *economic order quantity* dan *period order quantity* yang memiliki *safety stock* 0 (tidak memiliki *safety stock*) dengan *lead time* selama 2 bulan. Nilai *gross requirement* didapat dari hasil peramalan metode terpilih yaitu metode siklis. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode *silver meal*, *least unit cost*, *part period balancing* dan *period order quantity* yaitu menghasilkan total biaya sama dengan Rp 290.472 dengan pemesanan yang dilakukan setiap periode (bulan). Sedangkan untuk metode *economic order quantity* menghasilkan total biaya sebesar Rp 6.095.071 dengan pemesanan yang dilakukan setiap periode (bulan). Perbedaan hasil perhitungan dari metode *economic order quantity* dengan metode lainnya adalah bahwa metode EOQ dilakukan pemesanan dengan kuantitas sama dengan nilai EOQ yang sudah dihitung sebelumnya, bukan berdasarkan kebutuhan saat periode tersebut sehingga menimbulkan adanya *on hand* pada setiap periode.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, akan dikemukakan pembahasan terhadap hasil-hasil dari penelitian serta temuan yang berhubungan dengan perencanaan kebutuhan material J-100 *stud bolt & nuts* di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ.

5.1 Kondisi Perusahaan

Perhitungan pengolahan data yang telah dilakukan merupakan hal yang baru dan sebagian besar belum pernah diterapkan di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ. Data penggunaan yang dijadikan dasar perhitungan menunjukkan data yang tidak stabil atau fluktuatif dan memiliki rentang yang cukup tinggi. Bahkan data penggunaan selama 36 periode yang diambil terdapat nilai 0 yang artinya tidak ada penggunaan. Apabil tidak adanya penggunaan sedangkan permintaan terus di *release* akan menimbulkan terjadinya ketidaksesuaian antara permintaan dan penggunaan yang berdampak pada penumpukan material di gudang. Selama ini, tim *inventory analyst* melakukan perencanaan pemesanan belum menggunakan cara yang sesuai dan hanya menggunakan intuisi tanpa dibantu dengan sistem perhitungan yang akurat.

5.2 Hasil Peramalan

Dari pengolahan data yang telah dilakukan, salah satu analisis yang dilakukan terhadap hasil penelitian adalah mengetahui metode peramalan yang sesuai dengan pola data, nilai kesalahan (*error*) terkecil dan uji validasi dengan *tracking signal* untuk material J-100 *stud bolt & nuts*. Untuk indikator nilai kesalahan (*error*) yang umum digunakan menurut Heizer dan Render (2005) diantaranya MAD, MSE dan MAPE.

Dari 18 metode peramalan yang digunakan, metode yang paling sesuai dengan data material J-100 *stud bolt & nuts* adalah metode siklis yang menghasilkan nilai kesalahan (*error*) peramalan yang paling kecil. Diantaranya menggunakan analisis MAD, MSE, MAPE dan harus memenuhi uji validasi *tracking signal*. Berikut analisis untuk masing-masing metode peramalan yang digunakan.

5.2.1 Hasil Peramalan Menggunakan Metode *Moving Average*

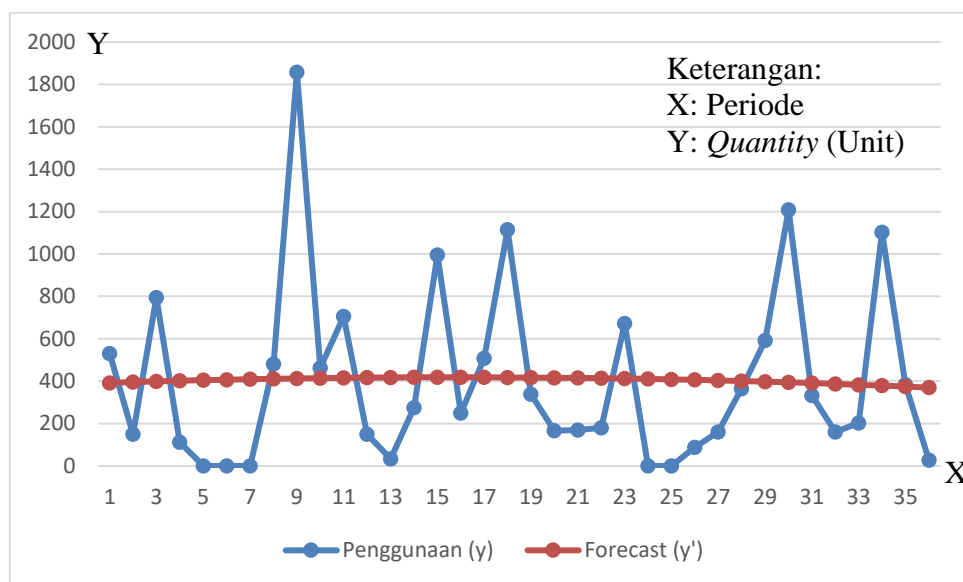
Metode *moving average* yang digunakan adalah *moving average* 2, 3, 4, 5, 6 bulanan karena berdasarkan pola data bahwa untuk material J-100 *stud bolt & nuts* menunjukkan pola siklis, dimana metode peramalan yang sesuai salah satunya adalah metode *moving average*. Dari hasil peramalan menggunakan metode *moving average*, terlihat bahwa semakin besar nilai N bulanan yang digunakan maka semakin menurun nilai kesalahan (*error*) seperti MAD dan MSE. Menurut Nasution dan Prasetyawan (2008) bahwa semakin besar nilai N, maka semakin halus perubahan nilai MA dari periode per periode. Kebalikannya, semakin kecil nilai N, maka hasil peramalan akan lebih agresif dalam mengantisipasi perubahan data terbaru yang diperhitungkan. Apabila permintaan berubah secara signifikan dari waktu ke waktu, maka peramalan harus cukup agresif sehingga nilai N yang kecil akan lebih sesuai untuk digunakan. Hal tersebut adalah alasan penggunaan nilai N sebesar 2, 3, 4, 5 dan 6 bulanan karena data penggunaan material J-100 *stud bolt & nuts* mengalami perubahan secara signifikan atau tidak cenderung stabil yang ditandai dengan adanya jumlah penggunaan sebesar 0 dan jumlah penggunaan mencapai >1.000 .

5.2.2 Hasil Peramalan Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing*

Nilai α yang digunakan pada metode *single exponential smoothing* adalah $0,1 - \alpha 0,9$. Dari hasil peramalan terlihat bahwa semakin besar nilai α yang digunakan atau semakin α mendekati nilai 1 maka nilai kesalahan (*error*) seperti MAD dan MSE akan semakin meningkat. Menurut Nasution dan Prasetyawan (2008) bahwa bila α mempunyai nilai yang mendekati 1, maka peramalan yang baru akan menyesuaikan kesalahan dengan besar pada peramalan sebelumnya. Sedangkan bila α mendekati 0, maka peramalan yang baru akan menyesuaikan kesalahan dengan kecil.

5.2.3 Hasil Peramalan Menggunakan Metode *Quadratic*

Berdasarkan hasil peramalan dengan menggunakan metode *quadratic*, terlihat bahwa peramalan yang dihasilkan lebih halus (*smooth*) atau stabil. Perbandingan hasil peramalan dengan data penggunaan (*actual*) dapat dilihat pada Gambar 5.1.



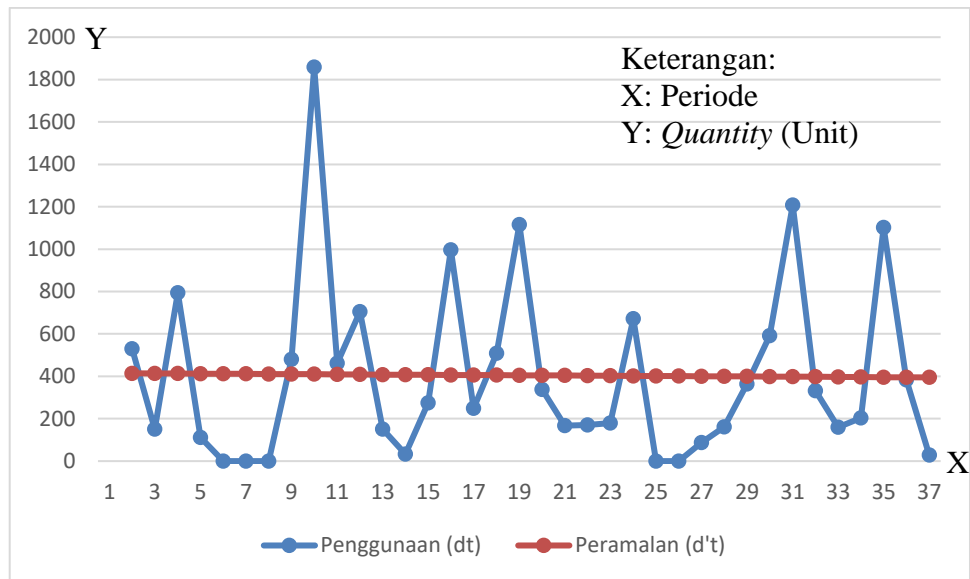
Gambar 5.1 Perbandingan Hasil Peramalan dan *Actual* Metode *Quadratic*

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari Gambar 5.1 terlihat bahwa dengan semakin stabilnya tingkat penggunaan material J-100 *stud bolt & nuts* akan berdampak baik pada Perusahaan karena material akan terus bergerak keluar dari gudang dan tidak ada penyimpanan yang berlebih yang dapat menimbulkan terjadinya *gap* antara pemesanan dengan penggunaan.

5.2.4 Hasil Peramalan Menggunakan Metode *Trend Linear*

Berdasarkan hasil peramalan dengan menggunakan metode *trend linear*, terlihat bahwa peramalan yang dihasilkan lebih halus (*smooth*) atau stabil. Perbandingan hasil peramalan dengan data penggunaan (*actual*) dapat dilihat pada Gambar 5.2.



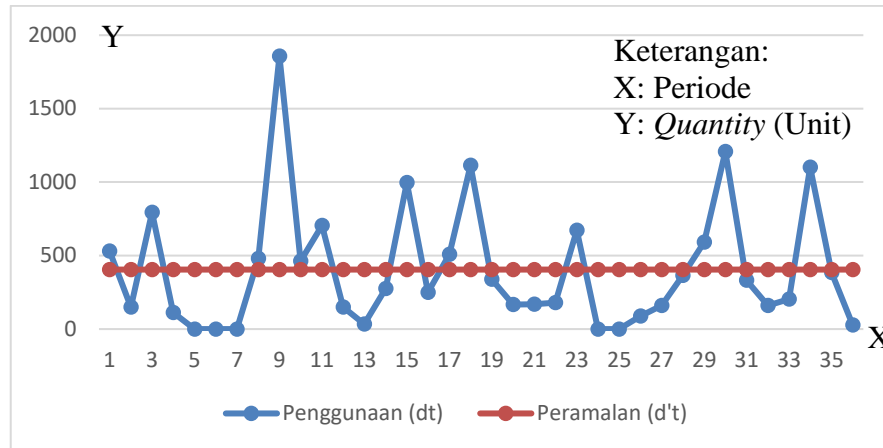
Gambar 5.2 Perbandingan Hasil Peramalan dan *Actual* Metode *Trend Linear*

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari Gambar 5.2 terlihat bahwa dengan semakin stabilnya tingkat penggunaan material J-100 *stud bolt & nuts* akan berdampak baik pada Perusahaan karena material akan terus bergerak keluar dari gudang dan tidak ada penyimpanan yang berlebih yang dapat menimbulkan terjadinya *gap* antara pemesanan dengan penggunaan.

5.2.5 Hasil Peramalan Menggunakan Metode *Constant*

Berdasarkan hasil peramalan dengan menggunakan metode *constant*, terlihat bahwa peramalan yang dihasilkan adalah stabil. Karena peramalan didapat dari rata-rata penggunaan secara keseluruhan. Perbandingan hasil peramalan dengan data penggunaan (*actual*) dapat dilihat pada Gambar 5.3.



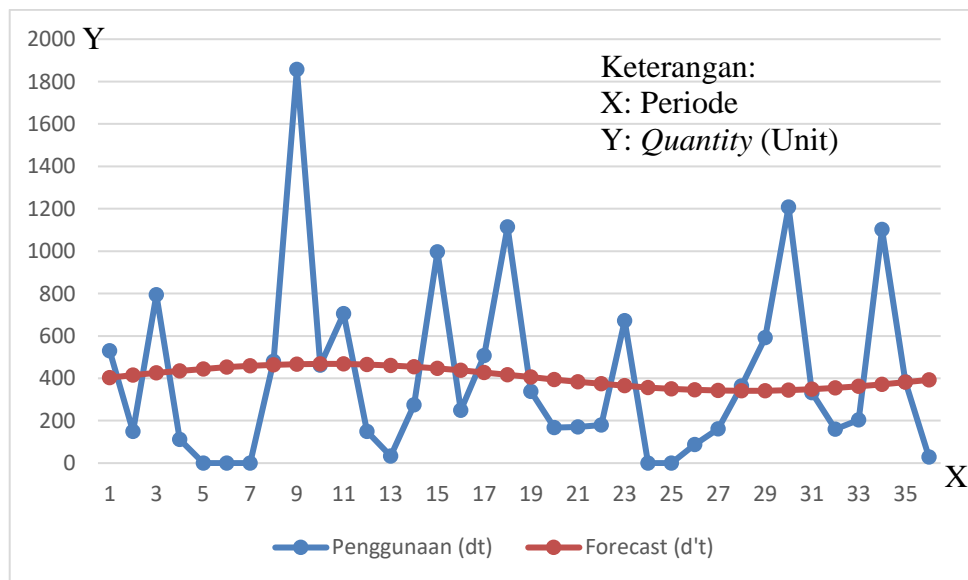
Gambar 5.3 Perbandingan Hasil Peramalan dan *Actual* Metode *Constant*

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari Gambar 5.3 terlihat bahwa dengan menggunakan metode *constant*, hasil peramalannya stabil. Namun metode konstan ini hanya dapat digunakan jika data berfluktuasi sekitar rata-rata secara stabil.

5.2.6 Hasil Peramalan Menggunakan Metode Siklis

Berdasarkan hasil peramalan dengan menggunakan metode siklis, terlihat bahwa peramalan yang dihasilkan lebih halus (*smooth*) atau stabil. Perbandingan hasil peramalan dengan data penggunaan (*actual*) dapat dilihat pada Gambar 5.4.



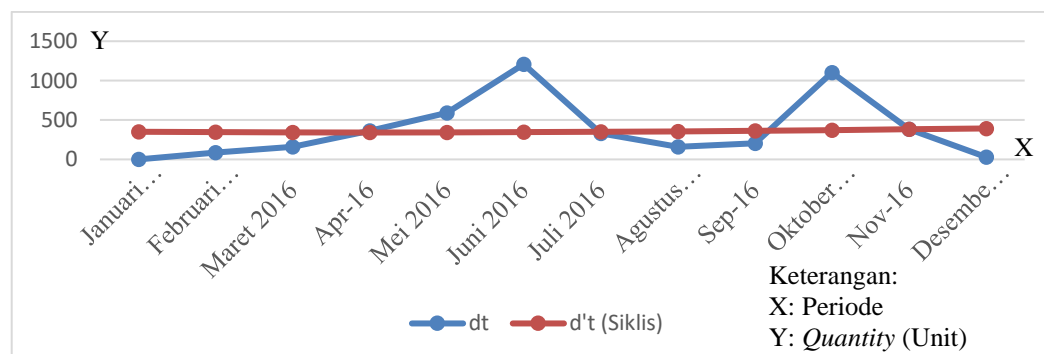
Gambar 5.4 Perbandingan Hasil Peramalan dan *Actual* Metode Siklis 36 Periode

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Hasil keseluruhan nilai kesalahan (*error*) dari metode peramalan yang digunakan untuk material J-100 *stud bolt & nuts* dapat dilihat pada Tabel 4.18 di Bab IV. Analisisnya adalah untuk memilih metode peramalan yang terbaik harus memiliki nilai kesalahan (*error*) terkecil. Berdasarkan hasil perhitungan dengan berbagai metode peramalan, didapatkan hasil bahwa untuk nilai kesalahan (*error*) seperti MAD dan MSE terkecil adalah metode siklis. Sedangkan untuk nilai kesalahan (*error*) MAPE terkecil adalah metode *quadratic*. Oleh karena itu, metode peramalan terbaik yang terpilih adalah metode siklis karena memenuhi 2 persyaratan nilai kesalahan (*error*) terkecil. Hal ini sesuai dengan menurut Gaspersz (2005), akurasi peramalan semakin tinggi jika MAD, MSE dan MAPE semakin kecil. Metode siklis terpilih untuk metode peramalan dengan nilai kesalahan (*error*) terkecil sehingga dapat dilakukan uji validasi menggunakan *tracking signal*. Gambar grafik hasil dari *tracking signal* terdapat pada Gambar 4.7 di Bab IV.

Berdasarkan uji validasi menggunakan *tracking signal* dapat diketahui bahwa dengan metode siklis sudah sesuai untuk metode peramalan terbaik material J-100 *stud bolt & nuts*. Terlihat dari hasil *tracking signal* yang berada dalam batas kendali meskipun ada beberapa data yang tepat di batas kendali bawah yaitu -4 tetapi tetap dikatakan berada dalam batas kendali. Karena batas kendali menggunakan *tracking signal* adalah +4 untuk batas kendali atas dan -4 untuk batas kendali bawah.

Untuk melihat lebih jelas pola siklis yang dimiliki oleh data penggunaan secara *actual* dan perbandingan dengan hasil peramalan menggunakan metode siklis dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Perbandingan Nilai Peramalan dan Penggunaan Material J-100 *Stud Bolt & Nuts* Tahun 2016

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan Gambar 5.5 terlihat bahwa data penggunaan material J-100 *stud bolt & nuts* tahun 2016 memiliki gambaran pola siklis 3 bulanan dan memiliki rentang jauh bahkan terdapat data penggunaan 0 yang dapat menyebabkan penumpukan material. Akan tetapi setelah data tersebut diolah menggunakan metode siklis menjadi lebih halus (*smooth*) dan cukup stabil. Pada penggunaan aktual tahun 2016, titik minimum penggunaan terendah terjadi pada bulan Januari 2016 dengan nilai sebesar 0 artinya tidak ada material J-100 *stud bolt & nuts* yang keluar dari gudang pada bulan tersebut. Sedangkan titik pencapaian penggunaan tertinggi terjadi pada bulan Juni 2016 sebesar 1.208. Hasil perhitungan dengan menggunakan metode peramalan siklis adalah tidak adanya penggunaan dengan nilai 0 dibandingkan dari penggunaan aktualnya sehingga setiap ada pemesanan akan ada pengeluaran. Pada metode peramalan siklis, hasil akhir periode tersebut juga dapat memenuhi kebutuhan dari penggunaan di tahun 2016.

5.3 Hasil Penerapan Teknik *Lot Sizing* Material J-100 *Stud Bolt & Nuts*

Dari hasil Tabel 4.22, Tabel 4.24, Tabel 4.38, Tabel 4.40 dan Tabel 4.42 untuk material J-100 *stud bolt & nuts* terlihat hasil perhitungan untuk penerapan teknik *lot sizing* dengan metode *silver meal*, *least unit cost*, *part period balancing*, *economic order quantity* dan *period order quantity*. Dari keseluruhan metode yang digunakan maka akan dipilih metode yang memiliki total biaya paling kecil serta sesuai untuk material tersebut. Dengan teknik *lot sizing* dapat membantu tim *inventory analyst* dalam menentukan kebutuhan, karena bekerja berdasarkan penjadwalan yang telah dibuat untuk permintaan dan penggunaan dimasa yang akan datang. Sehingga mampu membuat perencanaan masa depan dengan perencanaan yang lebih dini pada setiap periodenya. Di dalam uji coba penerapan teknik *lot sizing*, faktor yang mempengaruhi biaya yaitu adanya *safety stock*. Namun PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ menerapkan untuk jenis material ini tidak memiliki *safety stock*. Berikut rincian biaya simpan dan biaya pesan dalam penerapan teknik *lot sizing* (*silver meal*, *least unit cost*, *part period balancing*, *economic order quantity* dan *period order quantity*) dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Perbandingan Total Biaya Pada Perhitungan Teknik *Lot Sizing*

Teknik <i>Lot Sizing</i>	Biaya Simpan	Biaya Pesan	Total Biaya
<i>Silver Meal</i>	Rp 0	Rp 290.472	Rp 290.472
<i>Least Unit Cost</i>	Rp 0	Rp 290.472	Rp 290.472
<i>Part Period Balancing</i>	Rp 0	Rp 290.472	Rp 290.472
<i>Economic Order Quantity</i>	Rp 5.804.599	Rp 290.472	Rp 6.095.071
<i>Period Order Quantity</i>	Rp 0	Rp 290.472	Rp 290.472

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Perhitungan teknik *lot sizing* menggunakan metode *silver meal*, *least unit cost*, *part period balancing*, *economic order quantity* dan *period order quantity* bertujuan untuk mendapatkan metode perhitungan dengan kriteria biaya simpan dan biaya pesan terkecil. Namun dari tabel 5.1 dapat dilihat bahwa hasil perhitungan dari metode *silver meal*, *least unit cost*, *part period balancing* dan *period order quantity* memiliki total biaya yang sama dan terkecil sebesar Rp 290.472 dan melakukan pemesanan pada setiap periode atau tidak berlaku penggabungan periode. Berikut penjelasan dari masing-masing metode:

1. Metode *Silver Meal*

Pada metode ini, penentuan ongkos rata-rata untuk 1 periode berdasarkan penjumlahan dari biaya pesan dengan total *holding cost*, sedangkan 2 periode atau lebih berdasarkan penjumlahan biaya pesan dengan nilai total *holding cost* sebelum dan sesuai periode perhitungan kemudian dibagi dengan banyaknya periode yang dihitung. Untuk total *holding cost* 1 periode bergantung pada adanya *safety stock*, karena untuk jenis material ini PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ tidak memiliki *safety stock*, maka untuk perhitungan total *holding cost* 1 periode selalu menghasilkan biaya Rp 0. Sedangkan untuk 2 periode atau lebih bergantung pada nilai *net requirement*. Pada jenis material ini, tercatat data *inventory on hand/project on hand* sama dengan 227 unit sedangkan permintaan sebesar 403 maka tim *inventory analyst* harus segera memesan sebanyak *lot size* 176 unit yang didapat dari pemilihan ongkos rata-rata terkecil.

Apabila ongkos rata-rata periode selanjutnya lebih besar daripada ongkos rata-rata periode sebelumnya, maka perhitungan berhenti sampai pada periode

tersebut dan memulai kembali pada periode yang baru. Sedangkan apabila ongkos rata-rata periode selanjutnya lebih kecil daripada ongkos rata-rata periode sebelumnya, maka perhitungan terus berlanjut dengan menambahkan periode perhitungan.

Oleh karena itu, untuk metode *silver meal* menghasilkan bahwa pemesanan dilakukan pada setiap periode dengan mempertimbangkan bahwa jenis material ini merupakan material yang murah dan dapat dibeli dengan *supplier* yang lokasinya tidak jauh. Sehingga berapa pun hasil peramalan kebutuhan harus dipesan tanpa harus mengurangi atau melebihi karena dapat menimbulkan *stockout* atau *overstock*. Apabila terjadi kenaikan permintaan dan tidak sesuai dengan yang sudah di pesan, maka pertimbangan jarak pemesanan dengan *supplier* yang menjadi alasan bahwa hal itu bukan sebuah masalah melainkan dapat segera di pesan karena lokasi *supplier* yang tidak jauh.

2. Metode *Least Unit Cost*

Pada metode ini penentuannya berdasarkan *cost per unit* yang didapat dari total biaya dibagi dengan *trial lot size*. Total biaya didapat dari total biaya simpan dengan biaya pesan. Untuk biaya simpan ini bergantung pada jumlah *inventory on hand* yang dihitung berdasarkan adanya *gross requirement* dan *planned order receipts* yang sama dengan nilai *net requirement*. Untuk 1 periode, biaya simpan terdapat *on hand* sama dengan 0 karena kebutuhan yang di *release* dikurangi *on hand* dan juga dipengaruhi oleh tidak adanya *safety stock*. Dapat di analisis bahwa dengan tidak adanya *safety stock*, maka pada perhitungan *net requirement* tidak dipengaruhi oleh *safety stock*. Pada *planned order receipts* diisi oleh *trial lot size* terpilih dengan *cost per unit* terkecil.

Pada metode ini, jika *cost per unit* periode selanjutnya lebih besar daripada *cost per unit* periode sebelumnya maka perhitungan berhenti pada periode tersebut dan memulai kembali dengan periode baru. Sedangkan jika *cost per unit* periode selanjutnya lebih kecil daripada *cost per unit* periode sebelumnya maka perhitungan terus berlanjut dengan menambahkan periode perhitungan.

Jika dilihat dari persentase *trial lot size* dengan total biaya, semakin kecil persentasenya maka *cost per unit* akan semakin besar.

Oleh karena itu, untuk metode ini didapatkan hasil bahwa pemesanan dilakukan pada setiap periode. Dengan mempertimbangkan bahwa jenis material ini merupakan material yang murah dan dapat dibeli dengan *supplier* yang lokasinya tidak jauh. Sehingga berapa pun hasil peramalan kebutuhan harus dipesan tanpa harus mengurangi atau melebihi karena dapat menimbulkan *stockout* atau *overstock*. Apabila terjadi kenaikan permintaan dan tidak sesuai dengan yang sudah di pesan, maka pertimbangan jarak pemesanan dengan *supplier* yang menjadi alasan bahwa hal itu bukan sebuah masalah melainkan dapat segera di pesan karena lokasi *supplier* yang tidak jauh.

3. Metode *Part Period Balancing*

Pada metode ini penentuannya berdasarkan nilai *accumulated part-period* yang mendekati nilai *economic part period* (EPP). Biaya pesan yang dimiliki oleh PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ kecil sehingga menyebabkan EPP yang dihasilkan juga kecil. Hal itu berpengaruh pada penentuan *accumulated part-period* yang mendekati nilai EPP. Semakin kecil biaya pesan maka semakin kecil juga nilai *economic part period*. Menurut Ristono (2009) bahwa ketika *accumulated part period* (APP) pertama melebihi EPP itu menandai adanya suatu pengisian kembali perencanaan pemesanan untuk periode tersebut, karena EPP adalah pengkonversian suatu pesanan yang tetap dengan menambahkan kebutuhan pada periode yang akan datang sampai APP kosong dan EPP dapat diisi kembali dan prosedur itu terus diulang sampai tahap pengisian kembali pada periode berikutnya.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, didapatkan bahwa untuk pemesanan dilakukan pada setiap periode dengan memilih bakal lot dari hasil pemilihan APP yang mendekati nilai EPP. Dengan mempertimbangkan bahwa jenis material ini merupakan material yang murah dan dapat dibeli dengan *supplier* yang lokasinya tidak jauh. Sehingga berapa pun hasil peramalan kebutuhan harus dipesan tanpa harus mengurangi atau melebihi karena dapat menimbulkan *stockout* atau *overstock*. Apabila yang dipesan

tidak sesuai dengan permintaan, maka pertimbangan jarak pemesanan dengan *supplier* yang menjadi alasan bahwa hal itu bukan sebuah masalah melainkan dapat segera di pesan karena lokasi *supplier* yang tidak jauh.

4. Metode *Economic Order Quantity*

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode *economic order quantity* (EOQ) bahwa pemesanan selalu dilakukan sebesar nilai EOQ yang sudah dihitung sebelumnya. Terlihat bahwa jumlah yang dipesan dengan kebutuhan saat itu berbeda dan memiliki sisa yang harus disimpan atau menjadi *stock on hand*. Hal itu membuat Perusahaan lebih banyak memiliki persediaan (*stock on hand*) sehingga menimbulkan biaya simpan yang cukup besar.

5. Metode *Period Order Quantity*

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode *period order quantity* (POQ) bahwa interval pemesanan dilakukan berdasarkan hasil perhitungan POQ yaitu banyaknya periode yang digunakan dibagi dengan frekuensi pemesanan. POQ yang didapat adalah 1 periode artinya pemesanan dilakukan pada setiap periode (bulan).

5.4 Perbandingan Total Biaya Aktual dengan Peramalan

Berikut perbandingan total biaya yang dikeluarkan Perusahaan secara aktual dengan hasil peramalan dengan 36 periode yang dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Total Biaya Aktual

Periode	<i>Move Order Quantity</i>	<i>Issued Quantity</i>	Kekurangan	Kelebihan	<i>Overstock Cost</i>	<i>Stockout Cost</i>
1	530	530	-	-	-	-
2	150	150	-	-	-	-
3	1234	794	-	440	532,400	-
4	156	112	-	44	53,240	-
5	0	0	-	-	-	-
6	0	0	-	-	-	-
7	0	0	-	-	-	-
8	480	480	-	-	-	-

9	1926	1858	-	68	82,280	-
10	518	462	-	56	67,760	-
11	892	705	-	187	226,270	-

Tabel 5.2 Total Biaya Aktual (Lanjutan)

Periode	<i>Move Order Quantity</i>	<i>Issued Quantity</i>	Kekurangan	Kelebihan	Biaya Simpan	Biaya Pesan
13	354	33	-	321	388,410	-
14	275	275	-	-	-	-
15	96	996	-900	-	-	21,785,400
16	249	249	-	-	-	-
17	508	508	-	-	-	-
18	1115	1115	-	-	-	-
19	338	338	-	-	-	-
20	167	167	-	-	-	-
21	170	170	-	-	-	-
22	340	180	-	160	193,600	-
23	708	672	-	36	43,560	-
24	0	0	-	-	-	-
25	0	0	-	-	-	-
26	88	88	-	-	-	-
27	161	161	-	-	-	-
28	364	364	-	-	-	-
29	592	592	-	-	-	-
30	1208	1208	-	-	-	-
31	364	332	-	32	38,720	-
32	160	160	-	-	-	-
33	384	203	-	181	219,010	-
34	1102	1102	-	-	-	-
35	384	384	-	-	-	-
36	28	28	-	-	-	-
Total Biaya					1,845,250	21,785,400
					23,630,650	

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari hasil total biaya secara aktual dibandingkan dengan peramalan didapatkan hasil bahwa secara aktual Perusahaan sering mengalami *overstock* sehingga memiliki biaya simpan yang cukup banyak meskipun biaya pesan yang dimiliki Perusahaan lebih tinggi daripada biaya simpan. Hal itu disebabkan karena terdapat 1 periode, dimana terjadi kekurangan *stock* yang cukup besar. Sedangkan untuk peramalan, pemesanan dilakukan pada setiap periode sehingga jumlah yang dipesan akan sama dengan jumlah yang digunakan.

5.5 Perbedaan Kondisi Secara Aktual dan Usulan

Secara aktual, di Perusahaan selama ini melakukan pemesanan belum menggunakan cara yang sesuai. Melainkan melakukan pemesanan kepada *supplier* hanya berdasarkan *request* dari *user* tanpa melihat status persediaan di dalam gudang. Oleh karena itu, pihak gudang (*warehouse*) memiliki kesulitan ketika material yang baru di pesan kemudian di simpan kembali sedangkan status persediaan material tersebut masih ada di gudang dan pada akhirnya material tersebut menumpuk di gudang. Selain itu juga yang menjadi masalah adalah tim *inventory analyst* kurang memastikan *user* bahwa kebutuhan yang diinginkan tersebut sama dengan yang akan digunakan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan kebutuhan akan material J-100 *stud bolt & nuts* agar ketidaksesuaian antara pemesanan dengan penggunaan dapat teratasi. Berikut perbedaan kondisi secara aktual dan usulan yang dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Perbedaan Kondisi Secara Aktual dan Usulan

Aktual	Usulan	Hasil Penelitian Terdahulu
<p>Terdapat ketidaksesuaian antara pemesanan dengan penggunaan serta pernah tidak terjadi penggunaan yang menyebabkan material diam didalam gudang dengan waktu yang cukup lama.</p>	<p>Dilakukannya peramalan penggunaan dengan menggunakan metode peramalan terpilih material J-100 <i>stud bolt & nuts</i> yaitu metode siklis karena memiliki nilai kesalahan (<i>error</i>) terkecil dan memenuhi syarat uji validasi <i>tracking signal</i>.</p>	<p>Hal ini sesuai dengan menurut An (2015) bahwa dalam merencanakan mengendalikan suatu persediaan menggunakan MRP harus mel peramalan terlebih dahulu dengan metode peramalan terbaik dari nilai terkecil.</p>
<p>Perusahaan belum memiliki cara yang sesuai dalam melakukan pemesanan kepada <i>supplier</i> karena hanya berdasarkan intuisi tanpa dibantu dengan perhitungan yang akurat.</p>	<p>Dilakukannya perencanaan pemesanan dengan menggunakan teknik <i>lot sizing</i> terpilih yaitu teknik yang menggunakan metode dengan total biaya terkecil. Untuk mengetahui periode pemesanan dan jumlah yang harus di pesan. Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa metode terpilih untuk material J-100 <i>stud bolt & nuts</i> adalah metode yang melakukan pemesanan pada setiap periode atau sejenis dengan metode <i>lot for lot</i> (LFL). Pada Perusahaan ini, prosedur yang digunakan oleh <i>supplier</i> tidak mewajibkan dalam sekali pesan harus memiliki batas minimum pemesanan. Sehingga memudahkan Perusahaan untuk memesan secara bebas tanpa harus terikat, seperti memesan tidak harus dengan minimal 1 carton.</p>	<p>Hal ini sesuai dengan menurut Mi (2010) bahwa teknik <i>lot sizing</i> terbaik dalam penerapan perencanaan kebutuhan material adalah metode <i>lot</i> (LFL) karena memiliki total persediaan yang optimal.</p>

Sumber: Hasil Pengolahan Data

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, akan dikemukakan beberapa kesimpulan hasil dari penelitian serta saran yang dapat digunakan untuk penelitian tentang perencanaan kebutuhan material J-100 *stud bolt & nuts* di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulannya yaitu:

1. Dari hasil perhitungan peramalan dengan nilai kesalahan (*error*) yang telah diuji validasi menggunakan *tracking signal*, didapatkan hasil metode peramalan terpilih yaitu metode siklis. Karena metode siklis memiliki nilai *mean absolute deviation* (MAD), *mean square error* (MSE) dan *mean absolute percentage error* (MAPE) terkecil dan berdasarkan uji *tracking signal* semua data *tracking signal* berada dalam batas kendali. Penerapan secara realistis di Perusahaan adalah dengan melakukan peramalan terhadap penggunaan di masa mendatang menggunakan metode siklis. Dari hasil peramalan penggunaan tersebut dapat dijadikan bahan untuk melakukan perencanaan pemesanan yang dapat digunakan oleh tim *inventory analyst* dalam memesan material J-100 *stud bolt & nuts* ke *supplier*.
2. Dari hasil perhitungan dengan teknik *lot sizing* seperti *silver meal*, *least unit cost*, *part period balancing*, *economic order quantity* dan *period order quantity* didapatkan hasil bahwa metode *silver meal*, *least unit cost*, *part period balancing* dan *period order quantity* memiliki total biaya yang sama, terkecil dan sejenis dengan metode *lot for lot*, dimana untuk pemesanannya semua dilakukan pada setiap periode. Karena Perusahaan belum menerapkan metode yang sesuai untuk jenis material J-100 *stud bolt & nuts*, maka setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil bahwa untuk jenis material ini menggunakan penerapan metode *lot for lot* untuk lebih mudah di implementasikan.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini, baik untuk implementasi pada Perusahaan ataupun untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Untuk melakukan perencanaan kebutuhan dapat dilakukan dengan peramalan terlebih dahulu menggunakan metode siklis untuk pola data material J-100 *stud bolt & nuts* kemudian melakukan perhitungan teknik *lot sizing* sejenis *lot for lot* dengan melakukan pemesanan pada setiap periode. Peramalan dan teknik *lot sizing* sejenis *lot for lot* ini dapat diimplementasikan di Perusahaan karena hasil dari keduanya tersebut saling berkaitan dan menjawab dari adanya permasalahan ketidaksesuaian antara tingkat pemesanan dan tingkat penggunaan.
2. Penelitian ini hanya fokus pada material *fast moving* yaitu material J-100 *stud bolt & nuts*, dapat diharapkan untuk penelitian selanjutnya material yang diteliti dapat ditambah lagi. Mengingat kondisi gudang J-100 yang penuh dengan material yang menumpuk meskipun jenis materialnya adalah bergerak cepat (*fast moving*). Sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih bervariasi dan memiliki kepastian akan persediaan barang yang sesungguhnya sesuai dengan kondisi yang ada untuk di masa yang akan datang.
3. Untuk melakukan perencanaan kebutuhan material lainnya dapat menggunakan metode peramalan yang tepat atau sesuai dengan pola data (*history*) masing-masing jenis material yang akan direncanakan.
4. Untuk penerapan teknik *lot sizing* yang sejenis dengan material J-100 *stud bolt & nuts* dapat menggunakan metode *lot for lot* (LFL), namun juga harus mempertimbangkan banyak hal seperti jarak *supplier* dan harga material tersebut.
5. Perlu adanya verifikasi kepada *user* saat melakukan pemesanan untuk meyakinkan bahwa penggunaannya harus sesuai dengan pemesanan.
6. Perlu adanya konfirmasi dari tim *inventory analyst* dengan pihak *warehouse* sebelum melakukan pemesanan ke *supplier* untuk memverifikasi sisa *on hand* material tersebut di gudang agar dapat dipertimbangkan permintaan dari *user* untuk di *release*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggriana, K. Z. 2015. Analisis Perencanaan dan Pengendalian Persediaan Busbar Berdasarkan Sistem MRP di PT. TIS. *Jurnal PASTI*, Vol IX No. 3, 320-337.
- Baroto, T. 2004. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Fildes, R., & Kingsman, B. 2011. Incorporating Demand Uncertainty And Forecast Error In Supply Chain Planning Models. *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 62 No. 1, 483-500.
- Freddy, R. 2007. *Manajemen Persediaan: Aplikasi di Bidang Bisnis*. Edisi 2. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Gaspersz. 2005. *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: Gramedia.
- Heizer, J.H., & Render, B. 2005. *Manajemen Operasi*. Edisi 7. Jakarta: Salemba Empat.
- Hendra, K. 2009. *Manajemen Produksi: Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Edisi 4. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Indrajit, R. E. 2002. *Strategi Mengelola Manajemen Rantai Pasokan Bagi Perusahaan Modern Di Indonesia*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Madinah, W.N., Sumantri, Y., & Azlia, W. 2013. Penentuan *Lot Sizing* Pada Perencanaan Pengadaan Bahan Baku Kikir dan Mata Bor (Studi kasus: PT X, Sidoarjo). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Vol. 3 No. 3, 505-515.
- Miftah, F., Syarif, E., & Santoso. 2010. Penerapan Perencanaan Kebutuhan Material Dengan Teknik *Lot Sizing* Pada C Mulyasari Bakery. *Jurnal PASTI*, Vol. 4 No. 1, 1-6.
- Munawir, H., & Bachtiar, Y. 2015. Perencanaan Persediaan Bahan Baku dengan Metode Heuristik *Silver Meal* dan *Part Period Balancing* (Studi Kasus: PT. Megah Andalan Kalasan). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri UMS*, Vol. 1 No. 1, 1-9.
- Nasution, A. H. 2008. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Surabaya: Guna Widya.
- PT. Pertamina. 2017. *PHE ONWJ Memulai Pengembangan Lapangan SP*. Diakses melalui <http://www.pertamina.com/news-room/siaran-pers/phe->

[onwj-memulai-pengembangan-lapangan-sp/NewsDetailM.](#) Diakses tanggal 10 November 2017.

- Pujawan, N., Arief, M.M., Tjahjono, B., & Kritchanchai, D. 2015. An Integrated shipment planning and storage capacity decision under uncertainty. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.45 No. 910, 913-937.
- Rahmawati, S. 2011. Analisis Penyimpangan dan Pengeluaran Bahan Curah PT. Semen Padang. *Jurnal Industri FT Unand*. Vol. 10 No.1, 85-92.
- Ren, L., & Glasure, Y. 2010. Applicability of the Revised Mean Absolute Percentage Errors (MAPE) Approach to Some Popular Normal and Non-normal Independent Time Series. *International Atlantic Economic Society*, Vol. 15 No. 1, 409-420.
- Rika, A. 2009. *Manajemen Pabrik: Pendekatan Sistem untuk Efisiensi dan Efektivitas*. Edisi 1. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ristono, A. 2009. *Manajemen Persediaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sari, D.K., & Sudayat, H. 2012. Penentuan Tingkat Kebutuhan Safety Stock di Industri Farmasi. *Jurnal Teknik Industri Universitas Suryadarma Jakarta*, Vol. 1 No. 1, 69-83.
- Sett, B.K., Sarkar, B., & Goswami, A. 2012. A Two Warehouse Inventory Model With Increasing Demand And Time Varying Deterioration. *International Journal of Scientia Iranica*, Vol. 19 No. 6, 1969-1977.
- Spyros, M. 2004. *Metode dan Aplikasi Peramalan Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Surianto, A. 2013. Penerapan Metode *Material Requirement Planning* (MRP) Di PT. Bokormas Mojokerto. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB UB*, Vol. 1 No. 1, 1-9.
- Tularam, G.A., & Saeed, T. 2016. The Use Of Exponential Smoothing, Holts And Winter And ARIMA Models In Oil Price Analysis. *International Journal of Mathematics, Game Theory and Algebra*, Vol. 25 No. 1, 13-22.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Wawancara dengan Tim *Inventory Analyst* Tentang Biaya Pesan

Tim *inventory analyst* adalah sebuah tim yang memiliki tugas untuk mengatur persediaan material yang dimiliki oleh Perusahaan dan bertanggung jawab terhadap hubungan antara *supplier* dengan *user*. Penulis telah melakukan wawancara dengan tim *inventory analyst* terkait dengan biaya pesan untuk material J-100 *stud bolt & nuts*. Wawancara tersebut dilakukan pada tanggal 21 Juli 2017 saat sedang melakukan magang di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ. Tim *inventory analyst* dipercaya sebagai *expert*-nya bidang persediaan termasuk tentang biaya pesan. Selama ini, Perusahaan tidak pernah memiliki catatan terkait rincian biaya pesan secara detail. Melainkan tim *inventory analyst* selalu melakukan pemesanan dengan biaya pesan yang sudah menjadi satu kesatuan dengan harga material tersebut. Oleh karena itu, hasil dari wawancara tersebut adalah bahwa biaya pesan untuk material J-100 *stud bolt & nuts* sama dengan harga material tersebut. Tergantung material yang digunakan. Untuk material J-100 *stud bolt & nuts* memiliki harga sebesar \$1,82 yang di konversikan kedalam rupiah menjadi Rp 24.206. Maka biaya pesan/unit untuk material J-100 *stud bolt & nuts* adalah Rp 24.206.

**Lampiran 2. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan
Metode *Moving Average* 3 Bulanan**

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	dt-d't	(dt-d't)	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
1	530					
2	150					
3	794					
4	112	491	379	-379	143.894	339%
5	0	352	352	-352	123.904	#N/A
6	0	302	302	-302	91.204	#N/A
7	0	37	37	-37	1.394	#N/A
8	480	0	480	480	230.400	100%
9	1.858	160	1.698	1.698	2.883.204	91%
10	462	779	317	-317	100.700	69%
11	705	933	228	-228	52.136	32%
12	150	1.008	858	-858	736.736	572%
13	33	439	406	-406	164.836	1.230%
14	275	296	21	-21	441	8%
15	996	153	843	843	711.211	85%
16	249	435	186	-186	34.472	75%
17	508	507	1	1	2	0%
18	1.115	584	531	531	281.607	48%
19	338	624	286	-286	81.796	85%
20	167	654	487	-487	236.844	291%
21	170	540	370	-370	136.900	218%
22	180	225	45	-45	2.025	25%
23	672	172	500	500	249.667	74%
24	0	341	341	-341	116.054	#N/A
25	0	284	284	-284	80.656	#N/A
26	88	224	136	-136	18.496	155%
27	161	29	132	132	17.336	82%
28	364	83	281	281	78.961	77%
29	592	204	388	388	150.285	65%
30	1.208	372	836	836	698.339	69%
31	332	721	389	-389	151.580	117%
32	160	711	551	-551	303.234	344%
33	203	567	364	-364	132.253	179%
34	1.102	232	870	870	757.480	79%
35	384	488	104	-104	10.885	27%
36	28	563	535	-535	286.225	1911%
Total	14.566		13.538	-419.333	9.065.159	6.447%
<i>Average</i>			410		274.702	195%
			MAD		MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

**Lampiran 3. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan
Metode *Moving Average* 4 Bulanan**

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	dt-d't	(dt-d't)	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
1	530					
2	150					
3	794					
4	112					
5	0	397	397	-397	157.212	#N/A
6	0	264	264	-264	69.696	#N/A
7	0	227	227	-227	51.302	#N/A
8	480	28	452	452	204.304	94%
9	1.858	120	1.738	1738	3.020.644	94%
10	462	585	123	-123	15.006	27%
11	705	700	5	5	25	1%
12	150	876	726	-726	527.439	484%
13	33	794	761	-761	578.741	2.305%
14	275	338	63	-63	3.906	23%
15	996	291	705	705	497.378	71%
16	249	364	115	-115	13.110	46%
17	508	388	120	120	14.340	24%
18	1.115	507	608	608	369.664	55%
19	338	717	379	-379	143.641	112%
20	167	553	386	-386	148.610	231%
21	170	532	362	-362	131.044	213%
22	180	448	268	-268	71.556	149%
23	672	214	458	458	209.993	68%
24	0	297	297	-297	88.358	#N/A
25	0	256	256	-256	65.280	#N/A
26	88	213	125	-125	15.625	142%
27	161	190	29	-29	841	18%
28	364	62	302	302	91.053	83%
29	592	153	439	439	192.502	74%
30	1.208	301	907	907	822.196	75%
31	332	581	249	-249	62.126	75%
32	160	624	464	-464	215.296	290%
33	203	573	370	-370	136.900	182%
34	1.102	476	626	626	392.189	57%
35	384	449	65	-65	4.258	17%
36	28	462	434	-434	188.573	1.551%
Total	14.566		12.716,75	2,75	8.502.807	6.559%
<i>Average</i>			397		265.713	205%
			MAD		MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

**Lampiran 4. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan
Metode *Moving Average* 5 Bulanan**

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	dt-d't	(dt-d't)	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
1	530					
2	150					
3	794					
4	112					
5	0					
6	0	317	317	-317	100.616	#N/A
7	0	211	211	-211	44.605	#N/A
8	480	181	299	299	89.281	62%
9	1.858	118	1.740	1.740	3.026.208	94%
10	462	468	6	-6	31	1%
11	705	560	145	145	21.025	21%
12	150	701	551	-551	303.601	367%
13	33	731	698	-698	487.204	2.115%
14	275	642	367	-367	134.396	133%
15	996	325	671	671	450.241	67%
16	249	432	183	-183	33.416	73%
17	508	341	167	167	28.023	33%
18	1.115	412	703	703	493.928	63%
19	338	629	291	-291	84.448	86%
20	167	641	474	-474	224.866	284%
21	170	475	305	-305	93.269	180%
22	180	460	280	-280	78.176	155%
23	672	394	278	278	77.284	41%
24	0	305	305	-305	93.269	#N/A
25	0	238	238	-238	56.549	#N/A
26	88	204	116	-116	13.549	132%
27	161	188	27	-27	729	17%
28	364	184	180	180	32.328	49%
29	592	123	469	469	220.336	79%
30	1.208	241	967	967	935.089	80%
31	332	483	151	-151	22.680	45%
32	160	531	371	-371	137.938	232%
33	203	531	328	-328	107.715	162%
34	1.102	499	603	603	363.609	55%
35	384	601	217	-217	47.089	57%
36	28	436	408	-408	166.627	1.458%
Total	14.566		12.066	377,6	7.968.127	6.143%
<i>Average</i>			389		257.036	198%
			MAD		MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

**Lampiran 5. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan
Metode *Moving Average* 6 Bulanan**

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	dt-d't	(dt-d't)	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
1	530					
2	150					
3	794					
4	112					
5	0					
6	0					
7	0	264	264	-264	69.872	#N/A
8	480	176	304	304	92.416	63%
9	1.858	231	1.627	1.627	2.647.129	88%
10	462	408	54	54	2.880	12%
11	705	467	238	238	56.803	34%
12	150	584	434	-434	188.501	289%
13	33	609	576	-576	331.968	1.746%
14	275	615	340	-340	115.373	124%
15	996	581	416	416	172.640	42%
16	249	437	188	-188	35.281	75%
17	508	401	107	107	11.378	21%
18	1115	369	747	747	557.262	67%
19	338	529	191	-191	36.608	57%
20	167	580	413	-413	170.707	247%
21	170	562	392	-392	153.795	231%
22	180	425	245	-245	59.780	136%
23	672	413	259	259	67.081	39%
24	0	440	440	-440	193.893	#N/A
25	0	255	255	-255	64.770	#N/A
26	88	198	110	-110	12.137	125%
27	161	185	24	-24	576	15%
28	364	184	181	181	32.580	50%
29	592	214	378	378	142.758	64%
30	1208	201	1.007	1007	1.014.385	83%
31	332	402	70	-70	4.923	21%
32	160	458	298	-298	88.506	186%
33	203	470	267	-267	71.022	131%
34	1.102	477	626	626	391.250	57%
35	384	600	216	-216	46.440	56%
36	28	565	537	-537	288.190	1.917%
TOTAL	14.566		11.200,5	6.828.333	7.120.907	5.975%
AVERAGE			373		237.364	199%
			MAD		MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

**Lampiran 6. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan
Metode *Single Exponential Smoothing* $\alpha = 0,2$**

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	(dt-d't)	dt-d't	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
1	530	530				
2	150	530	-380	380	144.400	253%
3	794	454	340	340	115.600	43%
4	112	522	-410	410	168.100	366%
5	0	440	-440	440	193.600	#N/A
6	0	352	-352	352	123.904	#N/A
7	0	282	-282	282	79.299	#N/A
8	480	225	255	255	64.882	53%
9	1.858	276	1.582	1.582	2.502.015	85%
10	462	593	-131	131	17.051	28%
11	705	566	139	139	19.192	20%
12	150	594	-444	444	197.288	296%
13	33	505	-472	472	223.102	1.431%
14	275	411	-136	136	18.460	49%
15	996	384	612	612	374.917	61%
16	249	506	-257	257	66.129	103%
17	508	455	53	53	2.838	10%
18	1.115	465	650	650	422.006	58%
19	338	595	-257	257	66.205	76%
20	167	544	-377	377	142.011	226%
21	170	468	-298	298	89.087	176%
22	180	409	-229	229	52.340	127%
23	672	363	309	309	95.466	46%
24	0	425	-425	425	180.471	#N/A
25	0	340	-340	340	115.502	#N/A
26	88	272	-184	184	33.813	209%
27	161	235	-74	74	5.492	46%
28	364	220	144	144	20.654	39%
29	592	249	343	343	117.629	58%
30	1.208	318	890	890	792.771	74%
31	332	496	-164	164	26.797	49%
32	160	463	-303	303	91.784	189%
33	203	402	-199	199	39.747	98%
34	1.102	362	740	740	546.870	67%
35	384	510	-126	126	15.976	33%
36	28	485	-457	457	208.955	1.633%
Total	14.566	15.248	-682	12.793	7.374.355	6.005%
Average			-19	366	210.696	172%
				MAD	MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

**Lampiran 7. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan
Metode *Single Exponential Smoothing* $\alpha = 0,3$**

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	(dt-d't)	dt-d't	(dt-d't) ²	$\frac{ dt-d't }{dt} \times 100$
1	530	530				
2	150	530	-380	380	144.400	253%
3	794	416	378	378	142.884	48%
4	112	529	-417	417	174.223	373%
5	0	404	-404	404	163.361	#N/A
6	0	283	-283	283	80.047	#N/A
7	0	198	-198	198	39.223	#N/A
8	480	139	341	341	116.531	71%
9	1.858	241	1617	1.617	2.614.548	87%
10	462	726	-264	264	69.765	57%
11	705	647	58	58	3.377	8%
12	150	664	-514	514	264.529	343%
13	33	510	-477	477	227.555	1.446%
14	275	367	-92	92	8.449	33%
15	996	339	657	657	431.198	66%
16	249	536	-287	287	82.564	115%
17	508	450	58	58	3.348	11%
18	1.115	467	648	648	419.261	58%
19	338	662	-324	324	10.4813	96%
20	167	565	-398	398	158.104	238%
21	170	445	-275	275	75.810	162%
22	180	363	-183	183	33.392	102%
23	672	308	364	364	132.558	54%
24	0	417	-417	417	174.006	#N/A
25	0	292	-292	292	85.263	#N/A
26	88	204	-116	116	13.549	132%
27	161	169	-8	8	72	5%
28	364	167	197	197	38.834	54%
29	592	226	366	366	133.916	62%
30	1.208	336	872	872	760.666	72%
31	332	597	-265	265	70.483	80%
32	160	518	-358	358	128.050	224%
33	203	410	-207	207	43.051	102%
34	1.102	348	754	754	568.151	68%
35	384	574	-190	190	36.241	50%
36	28	517	-489	489	239.374	1.747%
TOTAL	14.566	15.098	-532	13.151	7.781.596	6.218%
AVERAGE			-15	376	222.331	178%
				MAD	MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

**Lampiran 8. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan
Metode *Single Exponential Smoothing* $\alpha = 0,4$**

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	(dt-d't)	dt-d't	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
1	530	530				
2	150	530	-380	380	144.400	253%
3	794	378	416	416	173.056	52%
4	112	544	-432	432	186.970	386%
5	0	371	-371	371	137.968	#N/A
6	0	223	-223	223	49.668	#N/A
7	0	134	-134	134	17.881	#N/A
8	480	80	400	400	159.815	83%
9	1.858	240	1.618	1.618	2.617.475	87%
10	462	887	-425	425	180.866	92%
11	705	717	-12	12	148	2%
12	150	712	-562	562	316.183	375%
13	33	487	-454	454	206.462	1.377%
14	275	306	-31	31	938	11%
15	996	293	703	703	493.679	71%
16	249	574	-325	325	105.902	131%
17	508	444	64	64	4.063	13%
18	1.115	470	645	645	416.343	58%
19	338	728	-390	390	151.985	115%
20	167	572	-405	405	163.953	242%
21	170	410	-240	240	57.574	141%
22	180	314	-134	134	17.947	74%
23	672	260	412	412	169.430	61%
24	0	425	-425	425	180.649	#N/A
25	0	255	-255	255	65.034	#N/A
26	88	153	-65	65	4.226	74%
27	161	127	34	34	1.156	21%
28	364	141	223	223	49.906	61%
29	592	230	362	362	131.071	61%
30	1.208	375	833	833	694.260	69%
31	332	708	-376	376	141.426	113%
32	160	558	-398	398	158.117	249%
33	203	399	-196	196	38.253	96%
34	1.102	320	782	782	610.976	71%
35	384	633	-249	249	62.006	65%
36	28	533	-505	505	255.435	1.805%
TOTAL	14.566	15.063	-497	13.479	8.165.224	6.311%
AVERAGE			-14	385	233.292	180%
				MAD	MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Lampiran 9. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* $\alpha = 0,5$

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	(dt-d't)	dt-d't	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
1	530	530				
2	150	530	-380	380	144.400	253%
3	794	340	454	454	206.116	57%
4	112	567	-455	455	207.025	406%
5	0	340	-340	340	115.260	#N/A
6	0	170	-170	170	28.815	#N/A
7	0	85	-85	85	7.204	#N/A
8	480	42	438	438	191.461	91%
9	1.858	261	1.597	1.597	2.549.710	86%
10	462	1.060	-598	598	357.137	129%
11	705	761	-56	56	3.114	8%
12	150	733	-583	583	339.775	389%
13	33	441	-408	408	166.832	1.238%
14	275	237	38	38	1.427	14%
15	996	256	740	740	547.433	74%
16	249	626	-377	377	14.2172	151%
17	508	438	70	70	4.966	14%
18	1.115	473	642	642	412.467	58%
19	338	794	-456	456	207.828	135%
20	167	566	-399	399	159.154	239%
21	170	366	-196	196	38.601	116%
22	180	268	-88	88	7.785	49%
23	672	224	448	448	200.599	67%
24	0	448	-448	448	200.757	#N/A
25	0	224	-224	224	50.189	#N/A
26	88	112	-24	24	577	27%
27	161	100	61	61	3.720	38%
28	364	131	233	233	54.521	64%
29	592	247	345	345	118.851	58%
30	1.208	420	788	788	621.534	65%
31	332	814	-482	482	232.144	145%
32	160	573	-413	413	170.492	258%
33	203	366	-163	163	26.717	81%
34	1.102	285	817	817	667.936	74%
35	384	693	-309	309	95.706	81%
36	28	539	-511	511	260.796	1.824%
TOTAL			-493	13.836	8.543.220	6.289%
AVERAGE			-14	395	244.092	180%
				MAD	MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Lampiran 10. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* $\alpha = 0,6$

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	(dt-d't)	dt-d't	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
1	530	530				
2	150	530	-380	380	144.400	253%
3	794	302	492	492	242.064	62%
4	112	597	-485	485	235.419	433%
5	0	306	-306	306	93.685	#N/A
6	0	122	-122	122	14.990	#N/A
7	0	49	-49	49	2.398	#N/A
8	480	20	460	460	211.978	96%
9	1.858	296	1.562	1.562	2.440.357	84%
10	462	1.233	-771	771	594.648	167%
11	705	770	-65	65	4.284	9%
12	150	731	-581	581	337.772	387%
13	33	382	-349	349	122.131	1.059%
14	275	173	102	102	10.447	37%
15	996	234	762	762	580.468	76%
16	249	691	-442	442	195.582	178%
17	508	426	82	82	6.741	16%
18	1.115	475	640	640	409.396	57%
19	338	859	-521	521	271.507	154%
20	167	546	-379	379	143.964	227%
21	170	319	-149	149	22.133	88%
22	180	230	-50	50	2.451	28%
23	672	200	472	472	222.970	70%
24	0	483	-483	483	233.406	#N/A
25	0	193	-193	193	37.345	#N/A
26	88	77	11	11	115	12%
27	161	84	77	77	5.972	48%
28	364	130	234	234	54.715	64%
29	592	270	322	322	103.404	54%
30	1.208	463	745	745	554.468	62%
31	332	910	-578	578	334.257	174%
32	160	563	-403	403	162.619	252%
33	203	321	-118	118	13.996	58%
34	1.102	250	852	852	725.356	77%
35	384	761	-377	377	142.377	98%
36	28	535	-507	507	256.979	1.810%
TOTAL	14.566	15.065	-499	14.124	8.934.793	6193%
AVERAGE			-14	404	255.280	177%
				MAD	MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Lampiran 11. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* $\alpha = 0,7$

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	(dt-d't)	dt-d't	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
1	530	530				
2	150	530	-380	380	144.400	253%
3	794	264	530	530	280.900	67%
4	112	635	-523	523	273.529	467%
5	0	269	-269	269	72.307	#N/A
6	0	81	-81	81	6.508	#N/A
7	0	24	-24	24	586	#N/A
8	480	7	473	473	223.483	98%
9	1.858	338	1.520	1.520	2.309.859	82%
10	462	1.402	-940	940	883.700	203%
11	705	744	-39	39	1.522	6%
12	150	717	-567	567	321.154	378%
13	33	320	-287	287	82.376	870%
14	275	119	156	156	24.304	57%
15	996	228	768	768	589.469	77%
16	249	766	-517	517	266.947	207%
17	508	404	104	104	10.816	20%
18	1.115	477	638	638	407.299	57%
19	338	924	-586	586	342.857	173%
20	167	514	-347	347	120.175	208%
21	170	271	-101	101	10.201	59%
22	180	200	-20	20	412	11%
23	672	186	486	486	236.109	72%
24	0	526	-526	526	276.915	#N/A
25	0	158	-158	158	24.922	#N/A
26	88	47	41	41	1.652	46%
27	161	76	85	85	7.258	53%
28	364	135	229	229	52.239	63%
29	592	295	297	297	87.952	50%
30	1.208	503	705	705	496.983	58%
31	332	997	-665	665	441.572	200%
32	160	531	-371	371	137.903	232%
33	203	271	-68	68	4.679	34%
34	1.102	224	878	878	771.724	80%
35	384	838	-454	454	206.531	118%
36	28	520	-492	492	242.396	1.758%
TOTAL			-506	14.324	9.361.636	6.059%
AVERAGE			-14	409	267.475	173%
				MAD	MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Lampiran 12. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* $\alpha = 0,8$

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	(dt-d't)	dt-d't	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
1	530	530				
2	150	530	-380	380	144.400	253%
3	794	226	568	568	322.624	72%
4	112	680	-568	568	323.079	508%
5	0	226	-226	226	50.931	#N/A
6	0	45	-45	45	2.037	#N/A
7	0	9	-9	9	81	#N/A
8	480	2	478	478	228.670	100%
9	1.858	384	1.474	1.474	2.171.612	79%
10	462	1.563	-1.101	1.101	1.212.801	238%
11	705	682	23	23	517	3%
12	150	700	-550	550	302.996	367%
13	33	260	-227	227	51.570	688%
14	275	78	197	197	38.644	71%
15	996	236	760	760	578.081	76%
16	249	844	-595	595	353.950	239%
17	508	368	140	140	19.604	28%
18	1.115	480	635	635	403.228	57%
19	338	988	-650	650	422.499	192%
20	167	468	-301	301	90.601	180%
21	170	227	-57	57	3.272	34%
22	180	181	-1	1	2	1%
23	672	180	492	492	241.781	73%
24	0	574	-574	574	329.083	#N/A
25	0	115	-115	115	13.163	#N/A
26	88	23	65	65	4232	74%
27	161	75	86	86	7398	53%
28	364	144	220	220	48.489	60%
29	592	320	272	272	74.006	46%
30	1.208	538	670	670	449.447	55%
31	332	1.074	-742	742	550.443	223%
32	160	480	-320	320	102.646	200%
33	203	224	-21	21	444	10%
34	1.102	207	895	895	800.640	81%
35	384	923	-539	539	290.567	140%
36	28	492	-464	464	215.118	1.656%
TOTAL	14.566	15.078	-512	14.461	9.848.657	5.861%
AVERAGE			-15	413	281.390	167%
				MAD	MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Lampiran 13. Tabel Perhitungan Nilai Kesalahan (*Error*) Menggunakan Metode *Single Exponential Smoothing* $\alpha = 0,9$

Periode (t)	Penggunaan (dt)	Forecast (d't)	(dt-d't)	dt-d't	(dt-d't) ²	dt-d't/dt X 100
1	530	530				
2	150	530	-380	380	144.400	253%
3	794	188	606	606	367.236	76%
4	112	733	-621	621	386.138	555%
5	0	174	-174	174	30.325	#N/A
6	0	17	-17	17	303	#N/A
7	0	2	-2	2	3	#N/A
8	480	0	480	480	230.233	100%
9	1.858	432	1.426	1.426	2.033.426	77%
10	462	1.715	-1.253	1253	1.571.016	271%
11	705	587	118	118	13.844	17%
12	150	693	-543	543	295.103	362%
13	33	204	-171	171	29.352	519%
14	275	50	225	225	50.565	82%
15	996	253	743	743	552.773	75%
16	249	922	-673	673	452.460	270%
17	508	316	192	192	36.762	38%
18	1115	489	626	626	392.093	56%
19	338	1.052	-714	714	510.343	211%
20	167	409	-242	242	58.776	145%
21	170	191	-21	21	451	12%
22	180	172	8	8	62	4%
23	672	179	493	493	242.840	73%
24	0	623	-623	623	387.782	#N/A
25	0	62	-62	62	3.878	#N/A
26	88	6	82	82	6.687	93%
27	161	80	81	81	6.590	50%
28	364	153	211	211	44.571	58%
29	592	343	249	249	62.057	42%
30	1.208	567	641	641	410.767	53%
31	332	1.144	-812	812	659.196	245%
32	160	413	-253	253	64.106	158%
33	203	185	18	18	313	9%
34	1.102	201	901	901	811.383	82%
35	384	1.012	-628	628	394.288	164%
36	28	447	-419	419	175.387	1.496%
TOTAL			-511	14.709	10.425.506	5.647%
AVERAGE			-15	420	297.872	161%
				MAD	MSE	MAPE

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Lampiran 14. Surat Keterangan Perusahaan



SURAT KETERANGAN KERJA PRAKTEK PRACTICAL WORK CERTIFICATE

DENGAN INI MENERANGKAN BAHWA,
THIS IS TO CERTIFY THAT,

NAMA / NAME : Lilia Citra Ramadhanti

UNIVERSITAS / UNIVERSITY : Mercubuana

JURUSAN / MAJOR : Teknik Industri

TINGKAT / GRADE : Bachelor

TELAH BERHASIL MENYELESAIKAN KERJA PRAKTEK PADA PERUSAHAAN KAMI
HAS SUCCESSFULLY COMPLETED PRACTICAL WORK WITH US

DARI / FROM : 03 Juli 2017

SAMPAI / TO : 04 Agustus 2017

DALAM BIDANG STUDI / ON TOPIC

Menganalisa Perencanaan Kebutuhan Material Stok Item Stud Bolt & Nuts di PT PHE ONWJ
dengan 3 Metode Lot Sizing

HASIL/NILAI TERcantum DIBALIK SURAT KETERANGAN INI
GENERAL PERFORMANCE IS AS SHOWN ON THE RESERVE SIDE

Lampiran 15. Bukti Bimbingan Tugas Akhir



KARTU ASISTENSI

NAMA	<u>Lifia Citra R</u>	MATA KULIAH	TUGAS AKHIR
NIM	<u>41614010011</u>	SEMESTER/TAJAD	<u>Siji Ariyanti, ST, M.Sc</u>
EMAIL	<u>lifia.citra@gmail.com</u>	DOSEN	
TLPH/P	<u>0819673657156</u>	EMAIL	
PRODI	<u>Rekayasa Industri</u>	TLPH/P	
FAKULTAS	<u>TEKNIK</u>		

NO	TGL	KETERANGAN	PARAF
1	2/13 16	Bab 1	
2	27/13 17	Bab 2	
3	8/13 18	Bab 3 (Acc Sidang)	
4	24/13 18	Bab 4 (Metode peromian) Pengolahan data.	
5	5/13 19	Lorsiting (Perhitungan) (Bab 4)	

6.	12/17 9	Bimbingan PPT untuk seminar proposal	sf
7.	16/17 9	Bimbingan keseluruhan PPT & Bab 1,2,3 sebagai persiapan seminar proposal	sf
8.	3/17 10	Bab 4	sf
9.	24/17 10	silver meal	sf
10.	01/17 11	least unit cost & Pure Period Balancing	sf
11.	07/17 11	Bab 4 keseluruhan & Bab 5	sf
12.	18/17 11	Bab 4, Bab 5, Bab 6, Abstrak (Finishing) A	sf
13.	25/17 11	ACC sidang TA	sf