

**ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BARANG
CONSUMABLE MENGGUNAKAN METODE *MIN-MAX*
STOCK DI PT PLN NUSANTARA UP TANJUNG AWAR-AWAR**

SKRIPSI



Disusun Oleh:

JESINKA

NPM. 22032010050

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2026

**ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BARANG CONSUMABLE
MENGUNAKAN METODE *MIN-MAX STOCK* DI PT PLN NUSANTARA
UP TANJUNG AWAR-AWAR**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Industri



Diajukan Oleh:

**JESINKA
NPM. 22032010050**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"

**JAWA TIMUR
SURABAYA**

2026

SKRIPSI

**ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BARANG *CONSUMABLE*
MENGUNAKAN METODE *MIN-MAX STOCK* DI PT PLN NUSANTARA
POWER UP TANJUNG AWAR-AWAR**

Disusun Oleh:

JESINKA

22032010050

**Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi dan diterima oleh
Publikasi Jurnal Akreditasi Sinta 1-3
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Surabaya
Pada Tanggal : 25 Mei 2026**

Tim Penguji :

1.



Dr. Dira Ernawati, S.T., M.T.
NIP. 197806022021212003

2.



Ir. Rr. Rochmoeljati, MMT.
NIP. 196110291991032001

Pembimbing :

1.



**Dr. Farida Pulansari, S.T., M.T., CSCM.,
CIIQA., IPM.**
NIP. 197902032021212007

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

**Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Surabaya**



Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P

NIP. 19650403 199103 2 001



KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Jesinka
NPM : 22032010050
Program Studi : ~~Teknik Kimia~~ / Teknik Industri / ~~Teknologi Pangan~~ /
~~Teknik Lingkungan~~ / ~~Teknik Sipil~~

Telah telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ *) ~~PRA RENCANA (DESAIN)~~ /
~~SKRIPSI / TUGAS AKHIR~~ Ujian Lisan Periode Mei, TA 2025/2026.

Dengan judul : **ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BARANG
CONSUMABLE MENGGUNAKAN METODE MIN-MAX
STOCK DI PT PLN NUSANTARA POWER UP TANJUNG
AWAR-AWAR**

Dosen yang memerintahkan revisi


1. Dr. Farida Pulansari, S.T., M.T., CSCM., CIIQA., IPM.
2. Dr. Dira Ernawati, S.T., M.T.
3. Ir. Rr. Rochmoeljati, MMT.

()
()
()

Surabaya, 25 Mei 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Dr. Farida Pulansari, S.T., M.T., CSCM., CIIQA., IPM

NIP. 197902032021212007

Catatan: *) coret yang tidak perlu



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Jesinka
NPM : 22032010050
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemulan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 25 Mei 2026

Yang Membuat pernyataan



Jesinka

NPM. 2203201050

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah saya panjatkan atas kehadiran Allah S.W.T yang telah memberikan hidayah dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat serta salam semoga senantiasa bermuara pada baginda Nabi Muhammad S.A.W.

Dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Pengendalian Persediaan Barang *Consumable* Menggunakan Metode *Min-Max Stock* Di PT PLN Nusantara Power Up Tanjung Awar-awar” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri di Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penulis menyadari banyak terdapat kejenuhan dan hambatan, akan tetapi berkat pertolongan Allah S.W.T serta dorongan, bimbingan, dan motivasi spiritual maupun mental dari semua pihak sehingga penulisan laporan skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun guna memperbaiki serta menyempurnakan karya ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu bidang optimasi dan pemodelan sistem di Program Studi Teknik Industri.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU. selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

2. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP, selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Ir. Rusindiyanto, MT, selaku Koordinator Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Dr. Farida Pulansari, S.T., M.T., CSCM., CIIQA., IPM. selaku dosen pembimbing skripsi saya yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, serta kesabaran dalam memberikan pengarahan kepada penulis.
5. Ibu Nur Rahmawati, S.T., M.T., CSCA. dan Ibu Ir. Iriani, MMT. yang menjadi dosen penguji penulis dan membantu dalam merevisi, serta mengarahkan penulis agar penyusunan skripsi bisa lebih terarah.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
7. Bapak Agung selaku Asisten Manager Dept. *Warehouse* dan *Inventory* yang banyak membantu penulis, semoga kebaikan selalu menyertai bapak. Seluruh staff Departemen *Warehouse* dan *Inventory* serta pihak yang telah membantu dan meluangkan waktu dalam penyusunan penelitian ini.
8. Secara khusus, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Mama dan Papa tercinta. Terima kasih atas segala doa yang tidak pernah putus, kasih sayang yang tulus, serta dukungan baik secara moral maupun materiil yang selalu diberikan kepada penulis. Segala pengorbanan, kerja keras, dan kesabaran Mama dan Papa menjadi sumber kekuatan dan

motivasi terbesar bagi penulis dalam menyelesaikan setiap proses, termasuk dalam penyusunan skripsi ini.

9. Teruntuk kakak perempuan tercinta, Yulinda. Terima kasih atas segala dukungan, perhatian, dan semangat yang selalu diberikan kepada penulis dalam setiap proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi sosok yang selalu menguatkan, memberi motivasi, serta menjadi tempat berbagi cerita sehingga telah memberikan energi positif yang sangat berarti bagi penulis.
10. Teruntuk sahabat-sahabat terbaik sejak SMK yaitu Dela, Uus, Adel, Sasa, dan Nadya. Terima kasih atas kebersamaan yang penuh cerita, dukungan yang tidak pernah berhenti, serta semangat yang selalu kalian berikan kepada penulis hingga mampu menyelesaikan penelitian ini.
11. Teruntuk Mutiara Arva Pratama terima kasih atas kebersamaan dan kerja sama yang sudah diberikan selama ini sehingga menjadi bagian dari perjalanan yang tidak terlupakan bagi penulis.
12. Teruntuk “Circle K” yaitu Hibat, Keyvan, dan Dsap atas kebersamaan, dukungan, serta semangat yang telah diberikan selama perkuliahan terutama proses penyusunan skripsi.
13. Teruntuk teman-teman “Bismillah Cumlaude” yaitu Gilang, Ameng, Rachmad, Habib, Sasa, dan Dewi. Terima kasih sudah menjadi bagian dari perjalanan perkuliahan, atas kebersamaan, bantuan, dan dukungan yang telah diberikan selama masa kuliah.

14. Teruntuk teman-teman perkuliahan yang sudah mewarnai kehidupan dan banyaknya pengalaman di kampus, terima kasih kepada kepada Dept. Kewirausahaan 2023 dan 2024, Aslab SPT 2026, Divisi Danus 2023, Rekan HMTI 2023 dan 2024, dan Teman Angkatan 2022 "Enzigo".
15. Penulis juga ingin mengungkapkan penghargaan yang mendalam kepada semua pihak yang meski tidak bisa disebutkan satu per satu, telah memberikan dukungan, semangat, dan doa tulusnya dalam menemani perjalanan pelaksanaan dan penyusunan tugas akhir ini.
16. *Last but not least*, terima kasih kepada diri sendiri yang telah mampu bertahan dan berjuang selama menempuh pendidikan hingga akhirnya berhasil meraih gelar Sarjana Teknik (S.T.). Terima kasih karena tidak menyerah dalam menghadapi berbagai proses, tantangan, dan rasa lelah selama perjalanan ini. Semua usaha, doa, dan perjuangan yang telah dilakukan menjadi bukti bahwa diri ini mampu melewati setiap tahap dengan baik

Semoga amal baik yang telah Bapak, Ibu, dan rekan sekalian, mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah S.W.T, Aamiin. Penulis menyadari akan kekurangan dan keterbatasan kemampuan dalam menulis skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk melengkapi kekurangan dalam penulisan skripsi ini.

Surabaya, 5 April 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	8
1.3 Batasan Masalah.....	8
1.4 Asumsi-Asumsi	9
1.5 Tujuan Penelitian.....	9
1.6 Manfaat Penelitian.....	10
1.6.1 Manfaat teoritis.....	10
1.6.2 Manfaat praktis.....	10
1.7 Sistematika Penulisan.....	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1 <i>Supply chain</i> (Rantai Pasok).....	14
2.2 <i>Supply chain Management</i>	16
2.3 Pengendalian Persediaan	21

2.3.1	Pengklasifikasian Persediaan.....	23
2.3.2	Biaya Persediaan	25
2.4	Pengadaan.....	26
2.4.2	Tugas Bagian Pengadaan.....	29
2.4.3	Proses Pembelian.....	31
2.5	<i>Stock Out</i>	32
2.6	Peramalan	33
2.6.1	Karakteristik Peramalan	37
2.6.2	Langkah-Langkah dalam Peramalan	37
2.6.3	Uji Kesalahan Peramalan	39
2.6.4	Jenis Pola Data	42
2.7	<i>Min-Max Stock Inventory</i>	45
2.8	<i>Software Win-QSB</i>	54
2.9	Penelitian Terdahulu	55
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		61
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	61
3.2	Identifikasi dan Definisi Operasional Variabel.....	61
3.2.1	Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>).....	61
3.2.2	Variabel Bebas (<i>Independent Variable</i>).....	61
3.3	Langkah-langkah Pemecahan Masalah	63
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		71
4.1	Pengumpulan Data	71

4.1.1	Data Persediaan dan Penggunaan Barang <i>Consumable</i> Tahun 2025	71
4.1.2	Data Harga Barang <i>Consumable</i>	72
4.1.3	Data Kapasitas Gudang Barang <i>Consumable</i>	73
4.1.4	Data Biaya Persediaan	73
4.1.5	Data Frekuensi Pesan, Jumlah Persediaan Rata-rata, dan <i>Lead Time</i>	74
4.2	Pengolahan Data	75
4.2.1	Peramalan Barang <i>Consumable</i>	75
4.2.2	Perhitungan Metode <i>Min-Max Stock</i>	141
4.2.2.1	Perhitungan <i>Safety Stock</i>	141
4.2.2.2	Perhitungan Persediaan Minimum dan Maksimum <i>Inventory</i>	142
4.2.2.3	<i>Order Quantity</i> (Q)	145
4.2.2.4	<i>Reorder Point</i> (ROP)	147
4.2.2.5	Perhitungan Pemesanan yang dilakukan selama 1 Tahun (F)	148
4.2.2.6	Total <i>Inventory Cost</i>	150
4.2.3	Perhitungan Biaya Persediaan Dengan Metode Perusahaan	152
4.2.4	Perbandingan Total Biaya Persediaan Metode <i>Min-Max Stock</i> Dengan Metode Perusahaan	151
4.3	Hasil dan Pembahasan	153
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		159
5.1	Kesimpulan	159

5.2	Saran.....	159
	DAFTAR PUSTAKA.....	161
	LAMPIRAN.....	168

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Barang <i>Consumable</i>	4
Tabel 4. 1 Data Kebutuhan Barang <i>Consumable</i>	72
Tabel 4. 2 Data Harga Barang <i>Consumable</i>	72
Tabel 4. 3 Data Kapasitas Barang <i>Consumable</i>	73
Tabel 4. 4 Data Biaya Pemesanan Tahun 2025	74
Tabel 4. 5 Data Biaya Penyimpanan Tahun 2025	74
Tabel 4. 6 Data Frekuensi Pesan, Jumlah Persediaan Rata-rata, dan Lead Time Tahun 2025	75
Tabel 4. 7 Hasil Peramalan <i>Gloves</i> Metode SES ($\alpha = 0,49$)	91
Tabel 4. 8 Hasil Kesalahan Peramalan <i>Gloves</i> Metode SES.....	92
Tabel 4. 9 Hasil Peramalan <i>Earplug</i> Metode SES ($\alpha = 0,76$).....	94
Tabel 4. 10 Hasil Kesalahan Peramalan <i>Earplug</i> Metode SES.....	96
Tabel 4. 11 Hasil Peramalan <i>Bolt</i> Metode SES ($\alpha = 0,27$).....	97
Tabel 4. 12 Hasil Kesalahan Peramalan <i>Bolt</i> Metode SES	99
Tabel 4. 13 Hasil Peramalan <i>O-Ring</i> Metode SES($\alpha = 0,22$).....	100
Tabel 4. 14 Hasil Kesalahan Peramalan <i>O-Ring</i> Metode SES	102
Tabel 4. 15 Hasil Peramalan <i>Electrode welding</i> Metode SES ($\alpha = 0,24$)	103
Tabel 4. 16 Hasil Kesalahan Peramalan <i>Electrode welding</i> Metode SES.....	105
Tabel 4. 17 Hasil Peramalan <i>Gloves</i> Metode MA.....	106
Tabel 4. 18 Hasil Kesalahan Peramalan <i>Gloves</i> Metode MA	108
Tabel 4. 19 Hasil Peramalan <i>Earplug</i> Metode MA.....	109
Tabel 4. 20 Hasil Kesalahan Peramalan <i>Earplug</i> Metode MA	111

Tabel 4. 21 Hasil Peramalan <i>Bolt</i> Metode MA	112
Tabel 4. 22 Hasil Kesalahan Peramalan <i>Bolt</i> Metode MA.....	114
Tabel 4. 23 Hasil Peramalan O-Ring Metode MA	115
Tabel 4. 24 Hasil Kesalahan Peramalan <i>O-Ring</i> Metode MA.....	117
Tabel 4. 25 Hasil Peramalan Electrode Welding Metode MA	118
Tabel 4. 26 Hasil Kesalahan Peramalan.....	120
Tabel 4. 27 Hasil Peramalan <i>Gloves</i> Metode WMA	121
Tabel 4. 28 Hasil Kesalahan Peramalan <i>Gloves</i> Metode WMA	123
Tabel 4. 29 Hasil Peramalan Earplug Metode WMA.....	124
Tabel 4. 30 Hasil Kesalahan Peramalan <i>Earplug</i> Metode WMA.....	126
Tabel 4. 31 Hasil Peramalan Bolt Metode WMA	127
Tabel 4. 32 Hasil Kesalahan Peramalan <i>Bolt</i> Metode WMA.....	129
Tabel 4. 33 Hasil Peramalan O-Ring Metode WMA	130
Tabel 4. 34 Hasil Kesalahan Peramalan.....	132
Tabel 4. 35 Hasil Peramalan Electrode Welding Metode WMA.....	133
Tabel 4. 36 Hasil Kesalahan Peramalan <i>Electrode Welding</i>	135
Tabel 4. 37 Perbandingan Nilai Error Untuk <i>Gloves</i>	136
Tabel 4. 38 Perbandingan Nilai Error Untuk Earplug.....	136
Tabel 4. 39 Perbandingan Nilai Error Untuk Bolt.....	136
Tabel 4. 40 Perbandingan Nilai Error Untuk O-Ring	137
Tabel 4. 41 Perbandingan Nilai Error Untuk Electrode Welding.....	137
Tabel 4. 42 Peramalan Pembelian Barang Consumable.....	140
Tabel 4. 43 Perhitungan Safety stock.....	142
Tabel 4. 44 Perhitungan Minimum Inventory	144

Tabel 4. 45 Perhitungan Maximum Inventory	145
Tabel 4. 46 Perhitungan Order Quantity	147
Tabel 4. 47 Perhitungan Frekuensi Pemesanan.....	149
Tabel 4. 48 Rekapitulasi Hasil Metode Min-Max.....	151
Tabel 4. 49 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Persediaan Barang Consumable Metode Min- Max Stock.....	151
Tabel 4. 50 Rekapitulasi Perhitungan Persediaan Menggunakan Metode Perusahaan Tahun 2025.....	152
Tabel 4. 51 Perhitungan Penghematan Biaya dan Persentase Penghematan Biaya	154

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis Pola Data <i>Trend</i>	43
Gambar 2. 2 Jenis Pola Data Siklis	43
Gambar 2. 3 Pola Data Musiman	44
Gambar 2. 4 Pola Data Konstan	45
Gambar 4. 1 Plot Data <i>Demand Gloves</i>	76
Gambar 4. 2 Plot Data <i>Demand Earplug</i>	77
Gambar 4. 3 Plot Data <i>Demand Bolt</i>	77
Gambar 4. 4 Plot Data <i>Demand O-Ring</i>	77
Gambar 4. 5 Plot Data <i>Demand Electrode Welding</i>	78
Gambar 4. 6 Hasil Peramalan Metode SES <i>Software Win-QSB Untuk Gloves</i> ..	79
Gambar 4. 7 Hasil Peramalan Metode SES <i>Software Win-QSB Untuk Earplug</i> .	80
Gambar 4. 8 Hasil Peramalan Metode SES <i>Software Win-QSB Untuk Bolt</i>	81
Gambar 4. 9 Hasil Peramalan Metode SES <i>Software WIN-QSB Untuk O-Ring</i> .	81
Gambar 4. 10 Hasil Peramalan Metode SES <i>Software WIN-QSB Untuk Electrode Welding</i>	82
Gambar 4. 11 Hasil Peramalan Metode MA <i>Software Win-QSB</i>	83
Gambar 4. 12 Hasil Peramalan Metode MA <i>Software WIN-QSB Untuk Earplug</i>	83
Gambar 4. 13 Hasil Peramalan Metode MA <i>Software WIN-QSB Untuk Bolt</i>	84
Gambar 4. 14 Hasil Peramalan Metode MA <i>Software WIN-QSB Untuk O-Ring</i>	85
Gambar 4. 15 Hasil Peramalan Metode MA <i>Software WIN-QSB Untuk Electrode Welding</i>	85

Gambar 4. 16 Hasil Peramalan Metode WMA <i>Software</i> WIN-QSB Untuk <i>Gloves</i>	86
Gambar 4. 17 Hasil Peramalan Metode MA <i>Software</i> WIN-QSB Untuk <i>Earplug</i>	87
Gambar 4. 18 Hasil Peramalan Metode WMA <i>Software</i> WIN-QSB Untuk <i>Bolt</i> ..	87
Gambar 4. 19 Hasil Peramalan Metode WMA <i>Software</i> WIN-QSB Untuk <i>O-Ring</i>	88
Gambar 4. 20 Hasil Peramalan Metode WMA <i>Software</i> WIN-QSB Untuk <i>Electrode Welding</i>	89
Gambar 4. 21 Grafik Perbandingan <i>Gloves</i> Berdasarkan Metode SES ($\alpha = 0,49$)	92
Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan <i>Earplug</i> Berdasarkan Metode SES($\alpha = 0,76$)	95
Gambar 4. 23 Grafik Perbandingan <i>Bolt</i> Berdasarkan Metode SES ($\alpha = 0,27$)....	98
Gambar 4. 24 Grafik Perbandingan <i>O-Ring</i> Berdasarkan Metode SES ($\alpha = 0,22$)	101
Gambar 4. 25 Grafik Perbandingan <i>Electrode Welding</i> Berdasarkan Metode SES ($\alpha = 0,24$).....	104
Gambar 4. 26 Grafik Perbandingan <i>Gloves</i> Berdasarkan Metode MA.....	107
Gambar 4. 27 Grafik Perbandingan <i>Earplug</i> Berdasarkan Metode MA.....	110
Gambar 4. 28 Grafik Perbandingan <i>Bolt</i> Berdasarkan Metode MA	113
Gambar 4. 29 Grafik Perbandingan <i>O-Ring</i> Berdasarkan Metode MA	116
Gambar 4. 30 Grafik Perbandingan <i>Electrode Welding</i> Berdasarkan Metode MA	119

Gambar 4. 31 Grafik Perbandingan <i>Gloves</i> Berdasarkan Metode WMA	122
Gambar 4. 32 Grafik Perbandingan <i>Earplug</i> Berdasarkan Metode MA.....	125
Gambar 4. 33 Grafik Perbandingan <i>Bolt</i> Berdasarkan Metode WMA	128
Gambar 4. 34 Grafik Perbandingan <i>O-Ring</i> Berdasarkan Metode WMA	131
Gambar 4. 35 Grafik Perbandingan <i>Electrode Welding</i> Berdasarkan Metode WMA	134
Gambar 4. 36 <i>Moving Range Chart Gloves</i>	138
Gambar 4. 37 <i>Moving Range Chart Earplug</i>	138
Gambar 4. 38 <i>Moving Range Chart Bolt</i>	139
Gambar 4. 39 <i>Moving Range Chart O-Ring</i>	139
Gambar 4. 40 <i>Moving Range Chart Electrode Welding</i>	139

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Uji Stasioner Data Penggunaan Barang <i>Consumable</i> dengan <i>Software</i> SPSS.....	168
Lampiran 2. Nilai Alpha (α) <i>Single Exponential Smoothing</i>	173
Lampiran 3. Perhitungan <i>Moving Range Chart</i> (MRC)	176
Lampiran 4. Perhitungan <i>Total Inventory Cost</i> Perusahaan.....	181
Lampiran 5. Perhitungan Penghematan Biaya dan Persentase Penghematan Biaya	184

ABSTRAK

PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-Awar merupakan perusahaan pembangkit listrik yang sangat bergantung pada ketersediaan barang *consumable* untuk menunjang kelancaran operasional dan pemeliharaan. Permasalahan utama yang dihadapi perusahaan adalah ketidakseimbangan persediaan yang menyebabkan terjadinya *stockout* (kekurangan stok) pada barang-barang kritis seperti *gloves*, *earplug*, *bolt*, *o-ring*, dan *electrode welding*, yang berimplikasi pada tingginya total biaya persediaan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan metode peramalan permintaan yang paling akurat dan merancang sistem pengendalian persediaan menggunakan metode *Min-Max Stock* guna meminimalkan biaya serta risiko kekurangan stok. Metode peramalan yang diuji meliputi *Single Exponential Smoothing* (SES), *Moving Average* (MA), dan *Weighted Moving Average* (WMA), dengan pemilihan metode terbaik didasarkan pada nilai *Error* terkecil (MAD, MSE, dan MAPE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode SES paling tepat untuk material *gloves*, metode MA untuk *earplug*, sedangkan material *bolt*, *o-ring*, dan *electrode welding* lebih optimal menggunakan metode WMA dengan nilai MAPE di bawah 15% yang menunjukkan akurasi peramalan yang baik. Penerapan metode *Min-Max Stock* menghasilkan parameter pengendalian yang lebih terukur, di mana rata-rata frekuensi pemesanan menjadi lebih efisien, yaitu 16-21 kali per tahun dibandingkan metode perusahaan yang mencapai 24 kali per tahun. Dari sisi finansial, metode *Min-Max Stock* mampu menekan total biaya persediaan secara signifikan. Total biaya persediaan yang semula Rp 1.657.784.000 dengan metode perusahaan, turun menjadi Rp 1.387.156.000, sehingga menghasilkan penghematan sebesar Rp 270.628.000 atau sekitar 16,32%. Dengan demikian, integrasi peramalan dan metode *Min-Max Stock* terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi manajemen gudang dan menjaga keberlanjutan operasional di PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-Awar.

Kata kunci: Barang *Consumable*, *Min-Max Stock*, Pengendalian Persediaan, Total Biaya Persediaan.

ABSTRACT

PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-Awar is a power generation company that relies heavily on the availability of consumable goods to support smooth operations and maintenance. The main problem faced by the company is an inventory imbalance that causes stockouts of critical items such as gloves, earplugs, bolts, o-rings, and welding electrodes, which results in high total inventory costs. This study aims to determine the most accurate demand forecasting method and design an inventory control system using the Min-Max Stock method to minimize costs and the risk of stock shortages. The forecasting methods tested include Single Exponential Smoothing (SES), Moving Average (MA), and Weighted Moving Average (WMA), with the best method selected based on the lowest Error values (MAD, MSE, and MAPE). The results showed that the SES method is most suitable for gloves, the MA method for earplugs, while bolts, o-rings, and welding electrodes are more optimal using the WMA method with a MAPE value below 10%, indicating good forecasting accuracy. The application of the Min-Max Stock method resulted in more measurable control parameters, where the average ordering frequency became more efficient at 16-21 times per year compared to the company's method which reached 24 times per year. From a financial perspective, the Min-Max Stock method is able to significantly reduce total inventory costs. The total inventory cost, which was originally IDR 1,657,784,000 with the company's method, decreased to IDR 1,387,156,000, resulting in a saving of IDR 270,628,000 or approximately 16.32%. Thus, the integration of forecasting and the Min-Max Stock method is proven effective in improving warehouse management efficiency and maintaining operational sustainability at PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-Awar.

Keywords: *Consumable Goods, Inventory Control, Min-Max Stock, Total Inventory Cost.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri sektor energi memiliki peranan strategis dalam mendukung keberlangsungan kegiatan ekonomi serta menjamin stabilitas berbagai aktivitas industri, transportasi, dan pelayanan publik (Jaya dkk., 2025). Pengendalian persediaan merupakan elemen fundamental dalam menjaga kelancaran operasi serta mempertahankan stabilitas rantai pasok di berbagai sektor industri. Ketidaktepatan dalam pengelolaan persediaan dapat menimbulkan *stockout*, *overstock*, dan meningkatnya biaya operasional. Govindan dkk. (2020) menjelaskan bahwa ketidakefisienan pengendalian persediaan menyebabkan distorsi aliran material dan menurunkan performa rantai pasok secara keseluruhan. Alkahtani dkk. (2021) menegaskan bahwa model pengendalian persediaan berperan penting dalam menjaga keberlanjutan operasi, terutama pada barang yang bersifat kritis atau berfluktuasi tinggi. Sementara itu, Zhang dan Zhou (2021) menjelaskan bahwa ketidakakuratan perencanaan permintaan merupakan penyebab utama ketidakseimbangan persediaan sehingga meningkatkan risiko *stockout*. Fan dkk. (2022) menunjukkan bahwa perusahaan dengan sistem pengendalian persediaan yang responsif memiliki tingkat layanan pelanggan lebih tinggi serta biaya distribusi lebih rendah. Selain itu, penelitian oleh Tran dan Wang (2023) menekankan bahwa penggunaan pendekatan analitis dalam *inventory control* dapat mengurangi volatilitas pasokan dan memperbaiki reliabilitas material operasional.

Di sisi lain, Li dkk. (2024) menemukan bahwa pengendalian persediaan yang efektif mampu meningkatkan efisiensi rantai pasok, khususnya pada barang *consumable* yang memiliki tingkat penggunaan tinggi. Dengan demikian, pengendalian persediaan yang akurat dan terencana menjadi kunci dalam menjaga keberlanjutan operasional.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mendukung pengendalian persediaan secara objektif dan terukur. Metode *ABC Analysis* digunakan untuk mengelompokkan barang berdasarkan tingkat kepentingannya sehingga membantu perusahaan dalam menentukan prioritas pengendalian (Pujawan dan Mahendrawathi, 2017). Sementara itu, metode *Material Requirement Planning* (MRP) digunakan untuk mengelola persediaan dengan struktur permintaan bertingkat, khususnya pada industri manufaktur (Ridwan dan Gaffar, 2022). Namun, dalam menghadapi fluktuasi permintaan yang tinggi, integrasi *Forecasting* dan metode *Min-Max Stock* lebih unggul, dikarenakan *Forecasting* memungkinkan perusahaan untuk memperkirakan kebutuhan di masa yang akan datang berdasarkan data historis, sementara metode *Min-Max Stock* mengatur batas minimum dan maksimum persediaan untuk menjaga keseimbangan antara kekurangan dan kelebihan stok (Rachmawati dan Lentari, 2022). Integrasi kedua metode ini lebih efektif dalam meningkatkan akurasi perencanaan persediaan dan mengurangi risiko *stockout* atau *overstock*, terutama pada barang dengan permintaan yang fluktuatif.

PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar merupakan salah satu pelaksana operasional di bawah naungan PT PLN (Persero) yang bergerak dalam bidang penyediaan dan distribusi energi listrik di wilayah Kabupaten Tuban, Jawa

Timur. Dalam menunjang kegiatan operasional, perusahaan memiliki dua jenis gudang, yaitu gudang *sparepart* dan gudang *consumable*. Gudang *sparepart* berfungsi untuk menyimpan komponen dan suku cadang peralatan pembangkit seperti *bearing, seal, belt, filter, valve*, dan *electrical parts* yang digunakan untuk kegiatan pemeliharaan mesin serta peralatan mekanik maupun elektrik. Sementara itu, gudang *consumable* berisi perlengkapan kerja yang bersifat habis pakai, antara lain *gloves, earplug, bolt, o-ring, electrode welding* dan barang habis pakai lainnya. Ketersediaan barang *consumable* memiliki peran penting dalam mendukung keselamatan serta efektivitas kerja teknisi, karena berbagai perlengkapan kerja habis pakai tersebut digunakan sebagai penunjang aktivitas operasional, terutama pada kegiatan pemeliharaan dan perbaikan peralatan pembangkit.

Kondisi aktual menunjukkan bahwa PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar menghadapi permasalahan dalam pengendalian persediaan barang *consumable*. Permasalahan tersebut terlihat dari terjadinya *stockout* pada beberapa jenis barang dengan frekuensi yang cukup tinggi selama periode pengamatan. Dalam penelitian ini, objek yang dianalisis difokuskan pada lima jenis barang *consumable* yang memiliki tingkat *stockout* tertinggi yaitu *gloves, earplug, bolt, o-ring, dan electrode welding*. Ketidaktepatan dalam perencanaan kebutuhan persediaan menyebabkan jumlah stok yang tersedia sering tidak sejalan dengan pola pemakaian aktual di lapangan. Terjadinya *stockout* tersebut menunjukkan bahwa estimasi penggunaan belum mampu mencerminkan fluktuasi konsumsi barang secara akurat. Selain itu, belum adanya mekanisme peramalan permintaan yang memadai menyebabkan perusahaan sulit mengantisipasi lonjakan kebutuhan,

sehingga tingkat persediaan sering berada di bawah batas aman. Ketidaksiesuaian antara jumlah persediaan aktual dengan kebutuhan operasional ini berpotensi menghambat pelaksanaan kegiatan pemeliharaan serta menurunkan efektivitas aktivitas kerja di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan penerapan metode pengendalian persediaan yang lebih tepat untuk memastikan ketersediaan barang *consumable* secara optimal.

Tabel 1.1 Data Persediaan *Gloves*

Data Kebutuhan <i>Gloves</i> (Pack)					
Periode	<i>Existing</i>	Pesan	Sisa	<i>Demand</i>	Keterangan <i>Stock Out</i>
Januari	2180	2000	-	2198	-18
Februari	2000	2000	-	2025	-25
Maret	2000	2000	-	2050	-50
April	2000	2000	30	1970	-
Mei	2030	2000	-	2050	-20
Juni	2000	2000	-	2080	-80
Juli	2000	2000	200	1800	-
Agustus	2200	2000	250	1950	-
September	2250	2000	150	2100	-
Oktober	2150	2000	-	2440	-290
November	2000	2000	-	2028	-28
Desember	2000	2000	-	2105	-105
Total	24810	24000	630	24796	-616

Sumber: PT PLN Nusantara Power Up Tanjung Awar-awar (2025)

Tabel 1. 2 Data Persediaan *Earplug*

Data Kebutuhan <i>Earplug</i> (Pack)					
Periode	<i>Existing</i>	Pesan	Sisa	<i>Demand</i>	Keterangan <i>Stock Out</i>
Januari	2100	1500	100	2000	-
Februari	1600	1500	-	1650	-50
Maret	1500	1500	50	1450	-
April	1550	1500	30	1520	-
Mei	1530	1500	-	1600	-70
Juni	1500	1500	-	1620	-120
Juli	1500	1500	80	1420	-
Agustus	1580	1500	100	1480	-
September	1600	1500	20	1580	-

Data Kebutuhan Earplug (Pack)					
Periode	Existing	Pesan	Sisa	Demand	Keterangan Stock Out
Oktober	1520	1500	-	1560	-40
November	1500	1500	-	1540	-40
Desember	1500	1500	-	1500	-
Total	18980	18000	380	18920	-320

Sumber: PT PLN Nusantara Power Up Tanjung Awar-awar (2025)

Tabel 1. 3 Data Persediaan Bolt

Data Kebutuhan Bolt (Pack)					
Periode	Existing	Pesan	Sisa	Demand	Keterangan Stock Out
Januari	2520	2400	-	2545	-25
Februari	2400	2400	20	2380	-
Maret	2420	2400	-	2445	-25
April	2400	2400	35	2365	-
Mei	2435	2400	-	2455	-20
Juni	2400	2400	50	2350	-
Juli	2450	2400	-	2475	-25
Agustus	2400	2400	40	2360	-
September	2440	2400	-	2460	-20
Oktober	2400	2400	60	2340	-
November	2460	2400	-	2480	-20
Desember	2400	2400	50	2350	-
Total	29125	28800	255	29005	-135

Sumber: PT PLN Nusantara Power Up Tanjung Awar-awar (2025)

Tabel 1. 4 Data Persediaan O-Ring

Data Kebutuhan O-Ring (Pack)					
Periode	Existing	Pesan	Sisa	Demand	Keterangan Stock Out
Januari	1990	1900	-	2000	-10
Februari	1900	1900	20	1880	-
Maret	1920	1900	10	1910	-
April	1910	1900	35	1875	-
Mei	1935	1900	-	1960	-25
Juni	1900	1900	50	1850	-
Juli	1950	1900	-	1965	-15
Agustus	1900	1900	30	1870	-
September	1930	1900	-	1940	-10
Oktober	1900	1900	40	1860	-
November	1940	1900	-	1950	-10
Desember	1900	1900	35	1865	-

Data Kebutuhan <i>O-Ring</i> (Pack)					
Periode	<i>Existing</i>	Pesan	Sisa	<i>Demand</i>	Keterangan <i>Stock Out</i>
Total	23075	22800	220	22925	-70

Sumber: PT PLN Nusantara Power Up Tanjung Awar-awar (2025)

Tabel 1. 5 Data Persediaan *Electrode Welding*

Data Kebutuhan <i>Electrode Welding</i> (Pack)					
Periode	<i>Existing</i>	Pesan	Sisa	<i>Demand</i>	Keterangan <i>Stock Out</i>
Januari	340	300	-	350	-10
Februari	300	300	15	285	-
Maret	315	300	10	305	-
April	310	300	20	290	-
Mei	320	300	-	330	-10
Juni	300	300	25	275	-
Juli	325	300	5	320	-
Agustus	305	300	15	290	-
September	315	300	-	320	-5
Oktober	300	300	20	280	-
November	320	300	-	330	-10
Desember	300	300	15	285	-
Total	3750	3600	125	3660	-35

Sumber: PT PLN Nusantara Power Up Tanjung Awar-awar (2025)

Data kebutuhan barang *consumable* di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Tanjung Awar-awar menunjukkan pola permintaan yang berfluktuasi dengan variasi acak, sehingga diperlukan metode peramalan yang mampu menghasilkan estimasi kebutuhan yang akurat berbasis data historis. Kumar dan Singh (2022) menyebutkan bahwa *forecasting* berperan penting dalam mengatasi ketidakpastian permintaan karena mampu menangkap perubahan pola konsumsi dan meningkatkan akurasi perencanaan persediaan. Selain itu, metode peramalan terbukti efektif untuk barang habis pakai karena dapat menghaluskan variabilitas acak dan memberikan dasar keputusan yang lebih reliabel bagi pengadaan (Chen dkk., 2021). Doan dan Shrestha (2023) juga menegaskan bahwa prediksi permintaan yang akurat berkontribusi langsung pada pengurangan risiko

kekurangan stok dan peningkatan efisiensi rantai pasok. Selain itu, integrasi *forecasting* dengan metode *min-max stock* dinilai mampu mengoptimalkan pengendalian persediaan karena metode *min-max stock* mengatur batas minimum dan maksimum persediaan untuk menjaga keseimbangan antara kekurangan dan kelebihan stok (Rachmawati dan Lentari, 2022). Dengan demikian, penerapan *forecasting* dan metode *min-max stock* dalam penelitian ini dianggap tepat untuk menekan risiko *stockout* serta meningkatkan efisiensi pengelolaan persediaan barang *consumable* di sektor energi.

Penelitian ini memiliki kebaruan dalam penerapan integratif antara metode peramalan berbasis deret waktu dan metode *Min-Max Stock* dalam pengendalian persediaan barang *consumable* pada sektor energi. Penelitian terdahulu, seperti yang dilakukan oleh Iqbal dan Rahayu (2021), telah menggabungkan *forecasting* dan *Min-Max Stock*, namun fokus mereka terbatas pada optimalisasi persediaan di industri pangan. Sementara itu, Lakshmi dan Priya (2020) menerapkan pendekatan serupa pada sektor manufaktur, tetapi belum mencakup barang *consumable*. Sejauh ini, belum ada penelitian yang secara khusus mengkaji integrasi *forecasting* dengan metode *Min-Max Stock* untuk persediaan barang *consumable* di sektor energi, yang memiliki permintaan fluktuatif dan tingkat urgensi tinggi terkait keselamatan teknis. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki keterbaruan dengan menerapkan kedua metode tersebut dalam konteks operasional pembangkit listrik guna menghasilkan perencanaan pengadaan yang lebih akurat, ekonomis, dan responsif terhadap fluktuasi kebutuhan barang *consumable*.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan peningkatan efektivitas dan efisiensi pengendalian persediaan di PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar, mengingat terjadinya *stockout*. Peramalan permintaan yang akurat diperlukan untuk mencegah kekurangan persediaan yang dapat menghambat pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan. Metode *forecasting* berperan dalam memproyeksikan kebutuhan barang *consumable* berdasarkan pola historis, sedangkan metode *Min-Max Stock* menentukan batasan minimum dan maksimum persediaan untuk menjaga keseimbangan antara kekurangan dan kelebihan stok. Integrasi kedua metode ini diharapkan dapat mengurangi risiko *stockout*, menurunkan biaya penyimpanan, dan meningkatkan keberlanjutan pasokan barang *consumable* bagi teknisi di lapangan. Selain manfaat praktis, penelitian ini juga memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan ilmu manajemen persediaan, khususnya dalam pengendalian barang habis pakai yang bersifat *safety-critical* di sektor energi nasional.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahannya, yaitu:

“Bagaimana cara mengendalikan persediaan barang *consumable* untuk meminimalkan total biaya persediaan serta meminimalisir terjadinya *stockout* di PT PLN Nusantara UP Tanjung Awar-awar?”

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah, maka permasalahan perlu dibatasi sebagai berikut:

1. Objek pada penelitian ini meliputi 5 jenis barang *consumable* yang memiliki tingkat *stockout* tertinggi yaitu *gloves*, *earplug*, *bolt*, *o-ring*, dan *electrode welding*.
2. Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data historis periode Januari hingga Desember 2025 yang diperoleh dari perusahaan.
3. Penelitian ini hanya mencakup tahap usulan perbaikan pengendalian persediaan, tanpa melibatkan proses implementasi secara langsung di lapangan.

1.4 Asumsi-Asumsi

Adapun asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kebijakan dan prosedur perusahaan diasumsikan tetap berlaku secara konsisten selama periode penelitian berlangsung.
2. Data historis penggunaan barang *consumable* serta hasil wawancara dianggap *valid* dan representatif terhadap kondisi aktual perusahaan.
3. Kegiatan operasional perusahaan diasumsikan berjalan secara normal dan stabil sepanjang periode penelitian.
4. Proses pengadaan dan distribusi diasumsikan berlangsung dalam kondisi operasional normal, tanpa adanya gangguan eksternal yang signifikan.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu untuk menyusun pengendalian persediaan barang *consumable* guna meminimalkan total biaya

persediaan serta meminimalisir terjadinya *stockout* di PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diberikan melalui penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.6.1 Manfaat teoritis

Manfaat secara teoritis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan kajian ilmiah mengenai integrasi metode *forecasting* dan *Min-Max Stock* dalam pengendalian persediaan, khususnya pada barang *consumable* di sektor energi.
2. Menambah referensi akademik terkait perencanaan kebutuhan material dengan pendekatan kuantitatif yang menggabungkan peramalan dan penentuan jumlah pemesanan ekonomis.
3. Menjadi dasar teoritis bagi penelitian selanjutnya terkait optimasi persediaan pada industri utilitas dan pembangkit listrik.

1.6.2 Manfaat praktis

Manfaat secara praktis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membantu perusahaan dalam memprediksi kebutuhan secara lebih akurat berdasarkan pola permintaan aktual.
2. Memberikan rekomendasi jumlah pemesanan yang optimal melalui metode *Min-Max Stock* sehingga biaya persediaan dapat ditekan dan risiko *stockout* dapat diminimalkan.

3. Meningkatkan efektivitas pengendalian persediaan barang *consumable* sebagai perlengkapan kerja yang penting bagi keselamatan teknisi.
4. Memberikan rekomendasi strategis bagi manajemen dalam optimalisasi sistem rantai pasok perlengkapan kerja untuk menunjang keselamatan dan produktivitas teknisi di lapangan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi uraian tentang latar belakang penelitian yang menjelaskan alasan pentingnya pengendalian persediaan barang *consumable* di PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar serta permasalahan *stockout* yang terjadi. Bab ini juga memuat rumusan masalah, batasan masalah, asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan sebagai gambaran umum struktur skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan teori-teori yang menjadi landasan dalam penelitian, meliputi konsep *supply chain* dan *supply chain management*, teori pengendalian persediaan, biaya persediaan, *stock out*, metode peramalan (*forecasting*), pengukuran kesalahan peramalan, dan metode *Min-Max Stock*. Selain itu, bab ini juga memuat kajian penelitian

terdahulu yang relevan sebagai acuan dan pembanding bagi penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang akan digunakan, termasuk lokasi dan waktu penelitian, identifikasi dan definisi operasional variabel, serta teknik pengumpulan data. Pada bab ini juga dijelaskan langkah-langkah analisis data yang meliputi proses *forecasting*, penentuan *safety stock*, penetapan persediaan minimum dan maksimum, penentuan *order quantity*, penentuan *reorder point*, perhitungan total *inventory cost*, serta perbandingan hasil metode *min-max stock* dengan kondisi *existing* perusahaan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengolahan data dan analisis yang meliputi hasil peramalan permintaan barang *consumable*, hasil penentuan *safety stock*, *min level*, *max level*, *order quantity*, *reorder point*, frekuensi pemesanan dalam 1 tahun dan total *inventory cost* menggunakan metode *min-max*. Bab ini juga membahas perbandingan antara kondisi aktual perusahaan dengan hasil metode yang diusulkan, serta interpretasi hasil untuk mengevaluasi efektivitas metode *Forecasting* dan *Min-Max Stock* dalam mencegah *stockout* di PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta jawaban atas rumusan masalah. Selain itu, bab ini memberikan saran terkait peningkatan sistem pengendalian persediaan barang *consumable* di perusahaan serta rekomendasi untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pengendalian persediaan di sektor energi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Supply chain* (Rantai Pasok)

Rantai pasok adalah jaringan perusahaan-perusahaan yang secara bersama-sama bekerja untuk menciptakan dan menghantarkan suatu produk ke tangan pemakai akhir. Perusahaan-perusahaan tersebut biasanya termasuk *supplier*, pabrik, distributor, toko atau *retailer*, serta perusahaan pendukung seperti perusahaan jasa logistik. *Supply chain* sebagai suatu aktivitas integrasi yang terjadi di antara jaringan-jaringan yang menyediakan bahan baku, selanjutnya mengubahnya menjadi barang setengah jadi kemudian menjadi produk akhir, dan mengirimkan produk ke pelanggan melalui sistem distribusi. *Supply chain* diartikan sebagai aktivitas yang terkait dengan proses transformasi dan distribusi barang mulai dari bahan baku paling awal dari alam hingga produk jadi hingga ke pengguna akhir atau dengan kata lain proses yang terjadi antara jaringan fisik suatu produk diproses (Ridwan dan Gaffar, 2022).

Supply chain merupakan pengelolaan berbagai kegiatan dalam rangka memperoleh bahan mentah, dilanjutkan kegiatan transformasi sehingga menjadi produk dalam proses, kemudian menjadi produk jadi dan diteruskan dengan pengiriman kepada konsumen melalui sistem distribusi. Barang umumnya mengalir hulu ke hilir, uang mengalir dari hilir ke hulu. Dalam tinjauan secara horizontal, terdapat lima komponen utama atau pelaku dalam *supply chain*, antara lain *supplier*, *manufacturer* (pabrik pembuat barang), distributor (pedagang besar), *retailer* (pengecer), *customer* (pelanggan). Secara vertikal, ada lima komponen komponen

utama *supply chain*, yaitu *buyer* (pembeli), *transporter* (pengangkut), *warehouse* (penyimpan), *seller* (penjual) dan sebagainya (Putri dkk., 2023). Keputusan desain jaringan rantai pasokan meliputi penugasan peran fasilitas, lokasi pemrosesan (*manufacturing*), penyimpanan, dan transportasi yang berhubungan dengan fasilitas, dan alokasi kapasitas dan pasar pada masing-masing fasilitas. Keputusan desain jaringan rantai pasokan dikelompokkan menjadi:

1. Peran fasilitas
2. Lokasi fasilitas
3. Alokasi kapasitas Alokasi pasar dan penawaran

Keputusan desain jaringan memiliki dampak yang signifikan terhadap kinerja karena keputusan ini menentukan susunan dari rantai pasokan dan seperangkat hambatan yang menyertainya dalam pemicu rantai pasokan lainnya juga dapat digunakan untuk mengurangi biaya rantai pasokan atau untuk meningkatkan daya merespon. Seluruh keputusan desain jaringan ini berdampak pada masing-masing lainnya dan harus menjadi pertimbangan.

1. Keputusan-keputusan mengenai peran fasilitas itu penting karena keputusan tersebut menentukan kefleksibelan rantai pasokan dalam perubahannya untuk mempertemukan penawaran.
2. Keputusan lokasi fasilitas memiliki dampak jangka panjang dalam kinerja rantai pasokan karena sangatlah mahal dalam menghentikan fasilitas atau memindahkan ke lokasi yang berbeda. Keputusan lokasi yang tepat dapat membantu rantai pasokan untuk lebih merespon agar berbiaya rendah.
3. Keputusan alokasi kapasitas juga memiliki dampak yang signifikan terhadap

kinerja rantai pasokan. Mengingat alokasi kapasitas dapat dirubah dengan lebih mudah dibanding lokasi, keputusan kapasitas cenderung tetap pada beberapa tahun. Mengalokasikan terlalu banyak fasilitas tidak menghasilkan banyak kegunaan, hal ini menyebabkan berbiaya tinggi.

2.2 *Supply chain Management*

Supply chain adalah jaringan perusahaan-perusahaan yang secara bersama sama bekerja untuk menciptakan dan mengantarkan suatu produk ke tangan pemakai akhir. Perusahaan-perusahaan tersebut biasanya termasuk *supplier*, pabrik, distributor, toko atau ritel, serta perusahaan-perusahaan pendukung seperti perusahaan jasa logistik (Pujawan dan Mahendrawathi, 2024). *Supply chain* (rantai pasok) merupakan jejaring dari seluruh organisasi (mulai dari pemasok sampai ke pengguna akhir) dan aktivitas yang berhubungan dengan aliran dan transformasi dari barang, informasi dan uang. Istilah *Supply Chain Management* dikemukakan pertama kali oleh R. Oliver dan M. Weber pada tahun 1982, yang mengusulkan agar aliran material dari produsen bahan baku hingga konsumen akhir dilihat sebagai bagian dari sistem menyeluruh. *Supply chain* merupakan jaringan distribusi yang berupa fisik, yaitu perusahaan-perusahaan yang terlibat mulai dari *supplier* bahan baku, proses produksi, sampai pendistribusian ke pengguna akhir (konsumen). Sedangkan SCM (*Supply Chain Management*) adalah sebuah metode, alat, atau pendekatan pengelolaannya, yang bukan hanya berorientasi pada internal perusahaan tetapi juga berkaitan dengan hubungan yang diperlukan juga bersama oleh perusahaan perusahaan luar. Perusahaan-perusahaan ini bekerja sama untuk

saling berkolaborasi memuaskan konsumen dengan menghasilkan produk yang berkualitas, murah, dan pengiriman tepat waktu. *Supply chain management* yang baik dan terstruktur dapat meningkatkan *Supply chain* secara keseluruhan serta tidak mengakibatkan suatu pihak yang berkorban. Maka dari itu diperlukan adanya saling percaya, pengertian, dan aturan yang jelas (Pujawan dan Mahendrawathi, 2017).

Pada awalnya, fokus utama dari *Supply chain Management* (SCM) adalah memastikan pasokan bahan mentah dan produk jadi secara cepat dan andal kepada pelanggan. Oleh karena itu, efisiensi operasional serta kelancaran aliran produk dan informasi di sepanjang rantai pasok menjadi tantangan sehari-hari. Namun, saat ini SCM memainkan peran yang sangat penting dalam perekonomian global, sehingga memerlukan evaluasi yang lebih komprehensif, yang menekankan hubungan antara para pesertanya. Sebagai akibatnya, organisasi yang berhasil mengelola rantai pasoknya dengan baik kini mampu merespons dan memulihkan diri dari berbagai potensi risiko global. Seiring dengan meningkatnya kesadaran global akan pentingnya keberlanjutan, banyak perusahaan telah beralih dari manajemen rantai pasok tradisional ke manajemen rantai pasok yang berkelanjutan. Transformasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh rantai pasok, mulai dari bahan baku hingga produk akhir, dikelola dengan cara yang meminimalkan dampak lingkungan dan meningkatkan tanggung jawab sosial.

Perhatian terhadap dampak lingkungan dalam proses industri erat kaitannya dengan *sustainable Supply chain management* (SSCM). Hal ini telah memicu peningkatan minat terhadap SSCM di kalangan peneliti, akademisi, dan pimpinan

perusahaan. Praktik SSCM kini berkembang menjadi tren bisnis yang luas, mendorong pembangunan berkelanjutan di sektor industri. Beberapa organisasi telah mengadopsi model *triple bottom lines* (TBL) untuk mengevaluasi kinerja mereka dalam perspektif yang lebih luas untuk menciptakan kinerja lebih baik.

Semua informasi didalam *supply chain* menjadi sangat penting bagi semua pihak yang terlibat dikarenakan dengan adanya informasi tersebut maka pihak pihak yang turut terlibat di dalamnya akan dapat membuat keputusan terbaik bagi diri mereka masing-masing. Misalkan informasi mengenai ketersediaan kapasitas bahan baku produksi yang dimiliki oleh *supplier* juga sering dibutuhkan oleh pabrik serta informasi tentang status pengiriman bahan baku juga dibutuhkan oleh perusahaan yang mengirim maupun yang akan menerima. Masing-masing pihak yang turut terlibat dalam *Supply chain* harus saling berbagi informasi yang ada supaya pihak-pihak yang turut terlibat dan berkepentingan bisa memantau untuk kepentingan perencanaan yang lebih akurat. Kombinasi dari ketiga aliran tersebut yaitu untuk menciptakan dan menghantarkan suatu produk ke tangan konsumen akhir. Pengoptimalan rantai pasok tidak lepas dari menciptakan alur informasi secara mudah dan akurat dalam mata rantai tersebut (Apriani dkk., 2023).

Supply chain management ialah pengurusan bermacam aktivitas dalam bagan mendapatkan materi anom, dilanjutkan aktivitas alih bentuk alhasil jadi produk dalam cara, setelah itu jadi produk jadi serta diteruskan dengan pengiriman pada pelanggan lewat sistem penyaluran. Kegiatan- kegiatan yang berkaitan dengan pemasok serta agen. Pada *supply chain management*, strategi diawali dari agen ketersediaan pangkal energi selaku acuannya (Ridwan dan Gaffar, 2022).

Supply chain management merupakan sebuah cara yang dilakukan oleh perusahaan manufaktur dalam memenuhi kebutuhan pelanggan terhadap produk yang dihasilkan perusahaan. *Supply chain management* ini menentukan tercapainya kepuasan pelanggan dengan adanya *monitoring* kegiatan dari hulu sampai dengan hilir, akan berpengaruh terhadap kepuasan pelanggan atas produk yang dihasilkan. Keterbukaan yang terjadi didalam proses *supply chain management* akan berpengaruh terhadap semua proses yang terlibat hal ini menyebabkan adanya peningkatan pada kegiatan *upstream* dan *downstream* di dalam internal perusahaan (Andriana dan Alawy, 2023).

Supply chain dan *supply chain management* merupakan dua hal berbeda, *supply chain* adalah jaringan antara perusahaan dan pemasok saja. Sementara *supply chain management* adalah rangkaian dari proses pengelolaan, pemasok dan pelanggan. Sistem ini muncul sebagai fondasi yang mendukung pemenuhan kebutuhan konsumen sesuai bisnis. Manajemen rantai pemasok ini merupakan pendekatan terintegrasi antar fungsi maupun lintas organisasi dalam produksi dan mengantar produk ke pelanggan. Menekankan pada proses aliran barang atau jasa dari *supplier*, manufaktur, *retailer* hingga konsumen. Aktivitas ini masuk ke dalam satu kesatuan tanpa sekat pembatas yang besar hingga mekanisme informasi transparan. Prinsip Manajemen rantai pasokan adalah sinkronisasi dan koordinasi kegiatan dengan arus barang atau jasa, yang terjadi di dalam atau di antara organisasi (Sofyan dkk., 2022). Contoh manajemen rantai pasokan dalam pembuatan suatu produk, kompleksitas dan prinsip-prinsip yang memerlukan intervensi semua pihak yang terlibat, termasuk bagian lain dari manajemen.

1. Mengkoordinasikan hubungan logistik untuk melayani pelanggan yang berbeda.
2. Segmentasi konsumen menurut kebutuhannya.
3. Mendengarkan dan mengamati sinyal pasar dan menggunakannya sebagai sinyal sebagai dasar perencanaan permintaan untuk memastikan hasil perkiraan yang konsisten dan alokasi sumber pendanaan yang optimal.
4. Membedakan barang dan jasa sesuai kebutuhan konsumen dan mempercepat transformasi di sepanjang jaringan rantai pasok.
5. Merumuskan strategi teknologi dalam manajemen rantai pasokan, membuat keputusan hierarkis, dan memiliki gambaran yang jelas tentang aliran produk.
6. Implementasi adopsi pengukuran kinerja secara keseluruhan, tujuannya untuk meningkatkan pelayanan ke pada pengguna akhir.

Manfaat penerapan SCM yaitu untuk memenuhi kepentingan dalam pemenuhan persediaan barang yang mempunyai sifat cepat habis, pengendalian persediaan barang merupakan hal yang sangat penting bagi perusahaan. Selain itu untuk memenuhi kebutuhan pelanggan terhadap pilihan barang dagangan sesuai dengan apa yang pelanggan inginkan, serta dimana pelanggan menginginkannya. Pengendalian persediaan juga menjadi begitu penting dikarenakan pola konsumsi yang selalu berubah-ubah. Setiap konsumen berbeda dalam melakukan pembelian suatu produk. Ada yang intens setiap hari, minggu, bulan, dan ada juga konsumen yang melakukan pembelian tiba-tiba tanpa waktu yang direncanakan atau ada konsumen yang membeli dalam jumlah besar atau pun kecil bahkan pada hari-hari besar juga harus menjadi perhatian dalam menentukan persediaan. Proses bisnis inti

manajemen rantai pasok (*Supply chain management*) antara lain meliputi pelanggan *relationship management*, pelanggan *service management*, *order fulfillment*, *manufacturing flow management*, *procurement*, *product development*, *commercialization*. Dalam artian kepuasan dan loyalitas konsumen akhir yang diutamakan. Kepuasan dan loyalitas konsumen merupakan hal yang terpenting, dengan tujuan untuk menarik minat Perusahaan terhadap produk (Alvien dan Edi, 2021).

2.3 Pengendalian Persediaan

Persediaan merupakan salah satu faktor yang menentukan kelancaran produksi dan penjualan, maka persediaan harus dikelola secara tepat. Persediaan yang kurang akan sama tidak baiknya dengan persediaan yang berlebihan, sebab kondisi keduanya memiliki beban dan akibat masing-masing. Persediaan atau *inventory* didefinisikan sebagai sumber daya ekonomi fisik yang disimpan untuk mendukung proses produksi dan memenuhi permintaan pelanggan, meliputi bahan baku (*raw material*), produk jadi (*finished product*), komponen rakitan (*component*), bahan pembantu (*substance material*), dan barang dalam proses (*working in process inventory*) (Silver dkk., 2017).

Persediaan di sepanjang *Supply chain* memiliki implikasi yang besar terhadap kinerja finansial suatu perusahaan. Jumlah uang yang tertanam dalam bentuk persediaan biasanya sangat besar, sehingga persediaan adalah salah satu aset terbesar yang dimiliki *Supply chain*. Persediaan muncul di berbagai tempat dengan berbagai bentuk dan fungsi di sepanjang *Supply chain*. Mengelola aliran produk

dengan tepat adalah salah satu tujuan utama dari *Supply chain*. Aliran yang tepat berarti tidak terlalu cepat dan tidak terlalu lambat, jumlahnya sesuai dengan kebutuhan, dan terkirim ke tempat yang memang membutuhkan (Pujawan dan Mahendrawathi, 2017).

Persediaan dalam rantai pasok memiliki implikasi besar terhadap kinerja perusahaan, terutama terkait efisiensi biaya dan tingkat layanan. Ketidakseimbangan antara ketersediaan barang dan kebutuhan dapat menyebabkan pemborosan biaya penyimpanan maupun risiko kekurangan stok, khususnya pada lingkungan dengan permintaan yang tidak stabil. Chopra dan Meindl (2019) menjelaskan bahwa pada dasarnya persediaan akan mempermudah atau memperlancar jalannya operasi perusahaan yang harus dilakukan secara berturut-turut untuk menjual barang dagangan kepada langganan atau konsumen, sehingga perlu diketahui tujuan pengelolaan persediaan tersebut menjelaskan bahwa terdapat beberapa tujuan pengelolaan persediaan, yaitu :

- a. Untuk dapat memenuhi kebutuhan atau permintaan konsumen dengan cepat (memuaskan konsumen)
- b. Untuk menjaga kontinuitas produksi atau menjaga perusahaan tidak mengalami kehabisan persediaan yang mengakibatkan terhentinya proses produksi.
- c. Untuk mempertahankan dan bila mungkin meningkatkan penjualan dan laba perusahaan.
- d. Menjaga agar pembelian secara kecil-kecilan dapat dihindari, karena dapat mengakibatkan ongkos pesan menjadi besar.

- e. Menjaga supaya penyimpanan dalam *empalcement* tidak besar-besaran

2.3.1 Pengklasifikasian Persediaan

Setiap jenis persediaan memiliki karakteristik tersendiri dan cara pengelolaan yang berbeda. Pujawan dan Mahendrawathi (2017) menjelaskan berikut ini merupakan pengklasifikasian persediaan:

- a. Berdasarkan bentuknya, persediaan bisa diklasifikasikan menjadi bahan baku (*raw material*), barang setengah jadi (WIP), dan produk jadi (*finished product*).

Klasifikasi ini biasanya hanya berlaku pada konteks perusahaan manufaktur.

1. Persediaan bahan mentah (*raw material*) yaitu persediaan barang-barang berwujud, seperti besi, kayu serta komponen-komponen lainnya yang digunakan dalam proses produksi.
2. Persediaan komponen-komponen rakitan (*purchases parts/components*) yaitu persediaan barang-barang yang terdiri dari komponen-komponen yang diperoleh dari perusahaan lain, dimana secara langsung dapat dirakit menjadi suatu produk.
3. Persediaan bahan pembantu atau bahan penolong (*supplies*), yaitu persediaan barang yang diperlukan dalam proses produksi, tetapi tidak merupakan bagian atau komponen barang jadi.
4. Persediaan barang dalam proses (*work in process*), yaitu persediaan barang-barang yang merupakan keluaran dari tiap-tiap bagian dalam proses produksi atau yang telah diolah menjadi suatu bentuk, tapi masih perlu proses lebih lanjut menjadi barang jadi.

5. Persediaan barang jadi (*finished goods*), yaitu persediaan barang-barang yang telah selesai diproses atau diolah dalam pabrik dan siap untuk dijual atau dikirim kepada langganan
- b. Berdasarkan fungsinya persediaan dibagi menjadi:
 1. *Pipeline/transit inventory*, merupakan persediaan yang muncul karena *lead time* pengiriman dari satu tempat ke tempat lain. Persediaan ini akan banyak jika jarak atau waktu pengiriman Panjang. Jadi persediaan jenis ini dapat dikurangi dengan mempercepat pengiriman, misalnya dengan mengganti alat transportasi.
 2. *Cycle stock*, merupakan persediaan akibat motif memenuhi skala ekonomi. Persediaan ini mempunyai siklus tertentu. Pada saat pengiriman jumlahnya banyak, kemudian sedikit demi sedikit berkurang akibat dipakai atau dijual sampai akhirnya habis atau hampir habis, kemudian mulai dengan siklus baru lagi.
 3. Persediaan pengamanan (*safety stock*), merupakan persediaan yang berfungsi sebagai perlindungan terhadap ketidakpastian permintaan maupun pasokan. Perusahaan biasanya menyimpan lebih banyak dari yang diperkirakan akan dibutuhkan selama satu periode supaya kebutuhan yang lebih banyak bisa terpenuhi tanpa harus menunggu. Besar atau kecilnya persediaan pengaman terkait dengan biaya persediaan dan *service level*.
 4. *Anticipation Stock*, adalah persediaan yang dibutuhkan untuk mengantisipasi kenaikan permintaan akibat sifat musiman dari permintaan terhadap suatu produk. Walaupun *anticipation stock* juga mengantisipasi permintaan yang

tidak pasti, namun Perusahaan bisa memprediksi adanya kenaikan dalam jumlah yang significant (bukan sekedar pola acak).

2.3.2 Biaya Persediaan

Dalam persediaan, melakukan perhitungan biaya persediaan merupakan hal yang penting agar perusahaan tidak mengalami kerugian. Tujuan dari perhitungan biaya persediaan tersebut adalah untuk mengoptimalkan biaya yang terkait dengan penyimpanan barang di Gudang dan biaya yang terkait dengan pemesanan barang baru (Langoday, 2023). Berikut merupakan beberapa jenis biaya persediaan:

1. Biaya Penyimpanan (*holding cost*), merupakan biaya yang timbul akibat aktivitas penyimpanan persediaan di gudang dalam periode tertentu. Biaya ini meliputi biaya operasional fasilitas gudang, seperti penggunaan ruang penyimpanan, listrik dan fasilitas pendukung gudang, penggunaan peralatan penyimpanan, serta tenaga kerja yang terlibat dalam pengelolaan barang di gudang. Selain itu, biaya penyimpanan juga mencakup biaya penanganan risiko kerusakan persediaan, seperti biaya pemeriksaan kondisi barang, pemeliharaan persediaan, serta penggantian barang yang mengalami kerusakan selama proses penyimpanan. Oleh karena itu, biaya penyimpanan perlu diperhitungkan secara tepat agar perusahaan dapat mengendalikan persediaan secara efisien dan meminimalkan pemborosan biaya operasional.
2. Biaya Pemesanan (*ordering cost*), merupakan biaya yang timbul akibat aktivitas pemesanan barang kepada supplier. Biaya ini meliputi biaya administrasi pemesanan, biaya bongkar muat barang, serta biaya pemeriksaan jumlah dan kualitas barang yang dilakukan setiap kali pemesanan dilakukan.

Biaya pemesanan dikeluarkan untuk mendukung kelancaran proses pengadaan dan penerimaan barang agar sesuai dengan kebutuhan perusahaan.

2.4 Pengadaan

Manajemen pengadaan memiliki peran krusial dalam operasional suatu perusahaan dan menjadi kunci keberhasilan dalam mencapai tujuan bisnis. Manajemen pengadaan memungkinkan perusahaan untuk memperoleh sumber daya yang diperlukan dengan biaya yang efisien. Dengan mengelola proses pengadaan secara optimal, perusahaan dapat menegosiasikan kontrak yang menguntungkan, mengidentifikasi pemasok yang andal, serta meminimalkan risiko terkait dengan pasokan bahan atau layanan. Hal ini tidak hanya berdampak pada keberlanjutan operasional, tetapi juga membantu perusahaan mengurangi biaya produksi, meningkatkan profitabilitas, dan memberikan daya saing di pasar (Josiah dkk., 2024).

Para ahli telah mengemukakan berbagai definisi tentang pengadaan dan manajemen pengadaan. Berikut adalah beberapa pengertian pengadaan dan manajemen pengadaan menurut para ahli :

1. Menurut Siahaya (2016), pengadaan adalah usaha untuk mendapatkan barang dan jasa yang dibutuhkan secara logis dan terstruktur, dengan mematuhi etika dan norma yang berlaku serta mengikuti metode pengadaan yang standar sebagai panduan pelaksanaan pengadaan.

2. Menurut Gunawan (1996), pengadaan merujuk pada semua aktivitas yang dilakukan untuk memenuhi segala kebutuhan barang, benda, dan layanan yang di perlukan dalam pelaksanaan tugas.
3. Menurut Burt dan Pinkerton (2006), manajemen pengadaan adalah proses yang terorganisasi untuk menentukan apa yang harus dibeli, kapan, berapa banyak yang harus dibeli, bagaimana proses pembelian dilakukan, serta memastikan bahwa barang atau jasa yang dibutuhkan dapat diterima sesuai dengan spesifikasi kuantitas dan kualitasnya dalam waktu yang tepat.

Secara tradisional bagian pengadaan atau pembelian dianggap bagian yang kurang strategis. Bagian ini sering hanya diasosiasikan dengan kegiatan administrasi (klerikal) seperti meminta penawaran dari *supplier* (*request for quotation*), mencetak *purchase order* (PO), mengirimkan PO ke *supplier*, dan sebagainya. Dewasa ini anggapan tersebut sudah sangat banyak berubah. Bagian pembelian semakin dianggap strategis oleh banyak Perusahaan besar maupun kecil di dunia. Ini dikarenakan bagian ini punya potensi untuk menciptakan daya saing perusahaan ataupun *Supply chain* bukan hanya dari perannya dalam mendapatkan bahan baku dengan harga murah, tetapi juga dalam upaya meningkatkan *time to market* (dalam perancangan produk baru), meningkatkan kualitas produk (dengan bekerjasama dengan *supplier* untuk menjalankan program-program kualitas, meningkatkan *responsiveness* (dengan memilih *supplier - supplier* yang dan bukan hanya murah, tetapi juga responsif).

2.4.1 Manajemen Pengadaan

Manajemen pengadaan merupakan *profit center*, karena terlibat langsung dalam produksi dan kegiatan operasi yang menentukan biaya produksi dan hasil kerja pengadaan berakibat langsung terhadap kinerja serta menentukan keuntungan perusahaan. Tugas dari manajemen pengadaan adalah menyediakan *input* berupa barang maupun jasa, yang dibutuhkan dalam kegiatan produksi maupun kegiatan lain dalam perusahaan. Pada perusahaan manufaktur, barang yang harus dibeli oleh bagian pengadaan bisa diklasifikasikan secara umum menjadi (i) bahan baku dan komponen untuk kebutuhan produksi, (ii). *capital equipment* seperti mesin dan peralatan jangka panjang lainnya, dan (iii) suku cadang mesin, alat tulis kantor, dan sebagainya. Di samping itu bagian pengadaan juga biasanya bertugas menyediakan jasa seperti jasa transportasi dan pergudangan, jasa konsultasi, dan Bagian pengadaan tentu tidak hanya bisa berperan dalam menciptakan keunggulan dari segi ongkos (dengan mendapatkan sumber- sumber bahan baku, komponen, MRO (*Maintenance, Repair, and Operating supplies*), dengan harga yang murah. *competitive advantage* yang lain, Kualitas produk yang dihasilkan oleh sebuah perusahaan manufaktur akan sangat ditentukan oleh kemampuan bagian pengadaan untuk mendapatkan sumber-sumber bahan baku dan komponen yang berkualitas atau menjadi jembatan dalam membina *supplier - supplier* dengan berbagai program peningkatan kualitas. Dalam konteks *Supply chain* management, menyadari bahwa kualitas ditentukan semua *supply chain*, termasuk *supplier* tentunya, sangatlah penting (Lukman, 2021).

Pengadaan didefinisikan sebagai proses dalam mendapatkan sebuah produk atau layanan yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk menjalankan tujuan dari

bisnisnya. Fungsi pengadaan adalah menyiapkan dan memproses permintaan berupa barang dan jasa. Sebelum melakukan proses pengadaan, perlu menerapkan beberapa langkah mulai dari perencanaan pembelian dan penetapan standar kualitas hingga melakukan riset dan seleksi *supplier*, analisis nilai, negosiasi harga dan pembiayaan.

Dalam sebuah proses pengadaan akan menangani biaya langsung dan tidak langsung. Biaya langsung merupakan biaya yang diperlukan dikeluarkan untuk memproduksi atau memberikan layanan. Sedangkan biaya tidak langsung berhubungan dengan sesuatu yang akan dibeli dengan memiliki tujuan untuk menjalankan bisnis, seperti membeli peralatan alat tulis kantor dan peralatan penunjang jalannya sebuah operasi perusahaan yang sedang dilakukan. Proses pengadaan merupakan salah satu bagian dari strategi perusahaan, karena tanpa adanya kemampuan untuk membeli barang dan jasa tertentu, operasi perusahaan tidak dapat berjalan dengan lancar. Jika operasional perusahaan tidak dapat berjalan, maka dampak yang paling dirasakan oleh perusahaan adalah keuntungan yang di dapat oleh perusahaan akan sangat berkurang (Adikoro dan Wurjaningrum, 2022)

2.4.2 Tugas Bagian Pengadaan

Menurut Pujawan (2017) tugas-tugas bagian pengadaan banyak, salah satunya melakukan proses pembelian barang maupun jasa. Namun apabila dilihat tujuannya, yakni untuk menyediakan barang maupun jasa dengan harga yang

murah, berkualitas, dan terkirim tepat waktu, tugas-tugas bagian pengadaan tidak terbatas hanya pada kegiatan rutin pembelian umum, tugas-tugas yang dilakukan mencakup:

1. Merancang hubungan yang tepat dengan *supplier*

Hubungan dengan *supplier* bisa bersifat kemitraan jangka panjang maupun hubungan transaksional jangka pendek. Model hubungan mana yang tepat tentunya tergantung pada banyak hal, termasuk diantaranya kritis tidaknya barang yang dibeli dari *supplier* yang bersangkutan dan besar tidaknya nilai pembelian. Bagian pengadaan lab yang punya tugas untuk merancang *relationship portfolio* untuk semua *supplier*. Perusahaan mungkin memiliki *supplier* utama dan *supplier* pendamping (cadangan) untuk setiap item.

2. Memilih *supplier*

Kegiatan memilih *supplier* bisa memakan waktu dan sumber daya yang tidak sedikit apabila *supplier* yang dimaksud adalah *supplier* kunci. Kesulitan akan lebih tinggi kalau *supplier-supplier* yang akan dipilih berada di mancanegara (*global suppliers*). Untuk *supplier-supplier* kunci yang berpotensi untuk menjalin hubungan jangka panjang. Proses pemilihan ini bisa melibatkan evaluasi awal, mengundang mereka untuk presentasi, kunjungan lapangan (*site visit*) dan sebagainya. Proses yang seperti ini tentu memakan waktu dan biaya yang besar. Perlu juga diperhatikan bahwa pemilihan *supplier-supplier* kunci harus sejalan dengan strategi *supply chain*.

3. Memilih dan mengimplementasikan teknologi yang cocok

Kegiatan pengadaan selalu membutuhkan bantuan teknologi. Teknologi yang lebih tradisional dan lumrah digunakan adalah telepon dan fax. Dengan munculnya Internet, teknologi pengadaan mengalami perkembangan yang sangat dramatis.

4. Data item yang dibutuhkan dan data *supplier*

Bagian pengadaan harus memiliki data lengkap tentang item-item yang dibutuhkan maupun data tentang *supplier-supplier* mereka.

5. Melakukan proses pembelian

Ini adalah pekerjaan yang paling rutin dilakukan oleh bagian pengadaan. Proses pembelian bisa dilakukan dengan beberapa cara, misalnya pembelian rutin dan pembelian dengan melalui tender atau lelang (*auction*), Pembelian rutin dan pembelian dengan tender melewati proses-proses yang berbeda. Banyak aktivitas negosiasi maupun administrasi yang harus dilakukan pada proses pembelian ini.

6. Mengevaluasi kinerja *supplier*

Penilaian kinerja *supplier* juga pekerjaan yang sangat penting dilakukan untuk menciptakan daya saing yang berkelanjutan. Hasil penilaian ini digunakan sebagai masukan bagi *supplier* untuk meningkatkan kinerja mereka. Bagi perusahaan pembeli, kinerja *supplier* bisa digunakan sebagai dasar untuk menentukan volume pembelian maupun untuk menentukan peringkat *supplier*.

2.4.3 Proses Pembelian

Pembelian bisa dilakukan melalui proses tender atau pembelian rutin. Proses pembelian rutin biasanya berlaku untuk item-item yang *suppliernya* sudah jelas karena ada kesepakatan jangka panjang antara *supplier* dengan perusahaan. Sedangkan proses tender dan juga lelang dilakukan untuk item-item yang *supliernya* masih harus dipilih. Berikut akan dijelaskan selintas proses pembelian untuk kedua model tersebut. Walaupun proses tender dan lelang sedikit berbeda, pada bagian ini akan dikelompokkan menjadi satu karena pada hakekatnya banyak kemiripannya.

Pembelian rutin dilakukan untuk item-item yang kebutuhannya berulang (*repetitive*). Biasanya item-item yang seperti ini relatif standar sehingga proses pembelian tidak lagi melibatkan perancangan spesifikasi. Baik perusahaan maupun *supplier* sama-sama memiliki data yang lengkap tentang item-item sedangkan pembelian dengan metode tender atau lelang dilakukan apabila tidak memungkinkan untuk langsung mengirim PO ke *supplier* setelah ada PR atau MR dari bagian yang membutuhkan barang atau jasa.

2.5 Stock Out

Stock out merupakan kondisi kekurangan atau tidak tersedianya barang dalam persediaan. Kejadian ini dapat menghambat kelancaran proses produksi, mengakibatkan permintaan yang tidak terpenuhi, serta menambah biaya akibat kekurangan stok (Rachmawati dan Lentari, 2022). Fenomena ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan antara permintaan dan ketersediaan barang, yang dapat mengganggu operasional dan menurunkan tingkat kepuasan pelanggan. *Stock out*

menjadi masalah yang signifikan karena dapat menyebabkan penurunan penjualan akibat permintaan konsumen yang tidak dapat dipenuhi (Wijaya dkk., 2021). Penyebab utama dari *Stock out* sering kali terkait dengan ketidaksesuaian antara perencanaan produksi dan peramalan permintaan (Angraini dkk., 2025).

2.6 Peramalan

Peramalan (*Forecasting*) merupakan metode untuk memperkirakan suatu nilai di masa depan dengan menggunakan data masa lalu. Peramalan juga dapat diartikan sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian pada masa yang akan datang, sedangkan aktivitas peramalan merupakan suatu fungsi bisnis yang berusaha memperkirakan penjualan dan penggunaan suatu produk sehingga produk-produk itu dapat dibuat dalam kuantitas yang tepat. Manajemen produksi/operasi menggunakan hasil-hasil peramalan dalam pembuatan keputusan-keputusan yang menyangkut pemilihan proses, perencanaan kapasitas dan layout fasilitas serta untuk berbagai keputusan yang bersifat terus menerus berkenaan dengan perencanaan, scheduling dan persediaan (Hamirsa dan Rumita, 2022). Peramalan tidak memberikan hasil yang pasti tentang apa yang akan terjadi, namun dengan melakukan peramalan merupakan salah satu usaha mencari pendekatan mengenai apa yang akan terjadi di masa depan sehingga dapat menjadi salah satu parameter penentu untuk keputusan yang baik (Wildan dan Asy'ari, 2023).

Metode *forecast* dilakukan dengan menggunakan model matematis yang beragam dengan data historis yang terkait dengan peramalan dan variabel sebab akibat untuk meramalkan permintaan. Peramalan dikelompokkan berdasarkan

horizon waktu masa depan yang dicakupnya. Hakim dan Prastawa (2022) menjelaskan bahwa hubungan peramalan dengan horizon waktu terbagi atas beberapa kategori:

1. Ramalan jangka pendek, mencakup masa mendatang yang dekat (*immediate future*) dan memperhatikan kegiatan harian dari perusahaan bisnis, seperti *demand* harian atau kebutuhan sumber daya harian.
2. Ramalan jangka menengah, mencakup jangka waktu satu atau dua bulan sampai dengan satu tahun. Ramalan jangka waktu menengah berhubungan dengan rencana produksi tahunan dan akan merepresentasikan hal-hal seperti puncak dan lembah dari *demand* dan kebutuhan untuk menjamin adanya tambahan untuk sumber daya untuk tahun selanjutnya.
3. Ramalan jangka panjang mencakup periode lebih lama dari satu atau dua tahun. Ramalan jangka panjang berhubungan dengan usaha manajemen untuk merencanakan produk baru untuk pasar yang berubah, membangun fasilitas baru, atau menjamin adanya pembiayaan jangka panjang.

Peramalan berdasarkan sifatnya dibagi menjadi dua macam yaitu kualitatif dan kuantitatif, yaitu:

1. Peramalan kualitatif

Peramalan kualitatif merupakan peramalan yang dilakukan berdasarkan data kualitatif pada masa lalu. Peramalan tersebut lebih cenderung seperti opini orang yang berpengalaman pada bidang tertentu. Hasil peramalan yang dilakukan sangat bergantung pada pendapat, pengetahuan, dan pengalaman orang yang melakukan peramalan tersebut. Berikut contoh dari peramalan kualitatif:

- a. *Management estimate*, peramalan berdasarkan pertimbangan manajemen, biasanya dilakukan oleh manajemen senior.
- b. *Historical analogy*, merupakan peramalan berdasarkan pola data masa lalu dari produk-produk yang bisa disamakan secara analogi.
- c. *Dhelfi method*, merupakan kuesioner yang disebarakan kepada responden lalu jawabannya dirangkum dan diberikan kepada ahli untuk dilakukan peramalan.
- d. *Market research*, berbentuk masukan yang didapatkan dari konsumen atau konsumen yang berpotensi terhadap rencana pembelian pada periode yang diamati.

2. Peramalan Kuantitatif

Peramalan kuantitatif merupakan peramalan yang dilakukan berdasar data kuantitatif masa lalu. Hasil peramalan ini bergantung pada metode yang digunakan. Peramalan ini bisa digunakan jika terdapat informasi data periode masa lalu, data tersebut dapat diubah menjadi bentuk kuantitatif, dapat diasumsikan pola data masa lalu akan terus berlanjut hingga masa mendatang. Berikut merupakan metode peramalan kuantitatif:

- a. *Time series*, merupakan analisis deret waktu yang berdasar pada deret yang membentuk pola-pola bervariasi sepanjang waktu tertentu, dimodelkan untuk menentukan pola pada masa mendatang. Berikut merupakan beberapa metode *time series*:
 - 1) *Moving Average*, merupakan metode yang menggunakan permintaan baru untuk mendapatkan nilai ramalan untuk permintaan di masa mendatang.

Metode ini memiliki tujuan untuk mengurangi atau menghilangkan variasi permintaan acak dalam hubungannya dengan waktu. Contoh dari model ini yaitu *simple average*, *single Moving Average*, dan *double Moving Average*.

2) *Exponential Smoothing*, metode yang dipakai jika pola historis data permintaan bergejolak atau tidak stabil dari waktu ke waktu, maka digunakan α mendekati 1. Contoh metode ini yaitu *brown's Single Exponential Smoothing*, dan *Double Exponential Smoothing*.

3) ARIMA

b. *Causal* model, metode yang melakukan peramalan berdasar pada variabel yang mempengaruhi jumlah permintaan. Metode ini mengembangkan suatu model sebab akibat antara permintaan yang akan diramal dengan variabel lain yang berpengaruh. Contoh dari metode ini yaitu:

1) Metode peramalan regresi linier

2) Metode regresi linier berganda

3) Metode ekonometrik

4) Model *input-output*

5) *Other quantitative*, teknik peramalan dengan *market research*, *operation research*, *expert system*, *artificial*, *neural network*, dan *combining methods*

Ramalan yang tidak akurat dapat menimbulkan berbagai permasalahan dalam *Supply chain*. Kelebihan pasokan produk ke suatu wilayah sementara kekurangan di wilayah lain, kelebihan di suatu periode namun kekurangan di periode lain. Hal tersebut dapat membuat *service level* yang rendah dan ongkos-ongkos persediaan yang tinggi. Oleh karena itu, untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pada

Supply chain diperlukan cara-cara yang tepat dan pemilihan metode peramalan yang tepat untuk meningkatkan akurasi ramalan permintaan. Peningkatan akurasi dalam peramalan dapat dilakukan dengan menggunakan metode peramalan yang lebih baik, mencari data yang lebih komprehensif, melakukan kolaborasi dengan pihak-pihak lain pada *Supply chain*, serta memilih tingkat agregasi yang tepat untuk tiga dimensi waktu, wilayah, dan produk (Pujawan dan Mahendrawathi, 2017).

2.6.1 Karakteristik Peramalan

Dalam menentukan dan menggunakan hasil peramalan, perusahaan dan pengambil Keputusan harus memahami dan mempertimbangkan karakter peramalan, yaitu:

1. Peramalan selalu salah dan selalu fleksibel.
2. Peramalan jangka panjang pada umumnya lebih tidak akurat.
3. Peramalan agregat lebih akurat.
4. Peramalan jangka pendek lebih akurat.
5. Data terkini lebih handal.
6. Semakin jauh perusahaan dari konsumen, maka semakin besar distorsi informasi yang diterima dan semakin tidak akurat hasil peramalan.
7. Peramalan dilakukan pada independent item, penentuan jumlah kebutuhan unsur penyusunnya (*dependent item*) mengikuti jumlah permintaan produk akhir

2.6.2 Langkah-Langkah dalam Peramalan

Agar peramalan dapat memberikan hasil yang memuaskan, maka haruslah mengikuti prosedur atau langkah-langkah yang telah ditetapkan dalam peramalan.

Dengan mengikuti setiap langkah yang telah ditetapkan paling tidak dapat menghindari kesalahan yang tidak perlu, sehingga hasil ramalan tidak perlu diragukan. Menurut Kasmir (2019) berikut ini merupakan langkah-langkah dalam melakukan peramalan:

1. Mengumpulkan Data

Pengumpulan data merupakan langkah awal yang harus dilakukan. Data yang dikumpulkan merupakan data masa lalu atau data historis. Sebaiknya data yang digunakan adalah data dengan beberapa periode dengan lengkap.

2. Mengolah Data

Data yang telah dikumpulkan tersebut selanjutnya dibuat tabulasi data. Dengan demikian, akan diketahui pola data yang dimiliki dan memudahkan kita untuk melakukan peramalan melalui peramalan yang ada.

3. Menentukan Metode Peramalan

Setelah data ditabulasi, selanjutnya menentukan metode peramalan yang cocok untuk data tersebut. Masing-masing metode akan memberikan hasil peramalan yang berbeda-beda. Metode peramalan yang diinginkan adalah metode peramalan yang menghasilkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan kenyataannya atau metode yang akan memberikan penyimpangan terkecil. Pemilihan metode peramalan adalah dengan mempertimbangkan faktor horizon waktu, pola data, jenis peramalan, faktor biaya, ketepatan, dan kemudahan penggunaannya.

4. Memproyeksikan Data

Dalam penerapan aslinya kemungkinan terdapat perubahan di masa yang akan datang, seperti perubahan ekonomi, politik, sosial, atau perubahan kemasyarakatan lainnya, Perubahan ini akan berakibat tidak tepatnya hasil peramalan. Agar kita dapat meminimalkan biaya penyimpangan terhadap perubahan, maka perlu dilakukan proyeksi data dengan mempertimbangkan faktor perubahan tersebut untuk beberapa periode.

5. Mengambil Keputusan

Hasil peramalan yang telah dilakukan digunakan untuk mengambil keputusan untuk membuat berbagai perencanaan seperti perencanaan produksi, keuangan, penjualan, dan perencanaan lainnya, baik untuk perencanaan jangka panjang maupun jangka pendek.

2.6.3 Uji Kesalahan Peramalan

Uji Kesalahan Peramalan digunakan dengan membandingkan hasil peramalan dengan data aktual. Semakin kecil nilai kesalahan maka makin tinggi tingkat ketelitian peramalan, demikian sebaliknya. Lusiana dan Yuliarty (2020) menjelaskan bahwa besarnya kesalahan peramalan dapat dihitung dengan menggunakan beberapa metode perhitungan yaitu:

1. MAD (*Mean Absolute Deviation*)

MAD (*Mean Absolute Deviation*) adalah rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dari kenyataan. MAD mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai absolut masing-masing kesalahan) serta

MAD memberikan bobot yang sama pada setiap nilai selisih peramalan dan aktual dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$MAD = \sum |A_t - F_t| \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

\sum = Jumlah

A_t = *Demand* aktual periode -t

F_t = Permintaan peramalan (*forecast*) pada periode-t

2. MSE (*Mean Square Error*)

MSE (*Mean Square Error*), rata-rata kuadrat kesalahan. Perhitungan eror ini memberikan penalti pada selisih yang lebih besar dibandingkan selisih yang kecil melalui perhitungan kuadrat dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$MSE = \frac{\sum(\text{Forecast})^2}{n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

n = Banyaknya data hasil peramalan

3. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*)

MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu yang dikalikan 100% agar mendapatkan hasil secara persentase dan digunakan jika ukuran variabel yang diramalkan sangat menentukan akurasi peramalan dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{\text{forecast error}}{\text{actual}} \right| \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

4. MFE (*Mean Forecast Error*)

Mean Forecast Error (MFE) merupakan metode yang sangat efektif untuk menilai apakah hasil peramalan dalam suatu periode tertentu cenderung terlalu tinggi atau terlalu rendah. Jika hasil peramalan bersifat tidak bias, maka nilai MFE akan mendekati nol. Perhitungan MFE dilakukan dengan menjumlahkan seluruh kesalahan peramalan selama periode tertentu, kemudian membaginya dengan jumlah periode tersebut. Menurut Setiawan (2021) secara sistematis, MFE dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$MFE = \sum \frac{(X_t - F_t)}{n} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat

X_t = Permintaan aktual periode -t

F_t = Permintaan peramalan (*forecast*) pada periode-t

5. *Standard Deviation of Regression* (SR)

Metode ini memerlukan data yang bersifat tahunan dengan jumlah minimal lima tahun agar hasil peramalan dapat diolah secara optimal. Semakin banyak data historis yang tersedia, semakin andal dan stabil hasil peramalan serta semakin akurat pola atau tren yang teridentifikasi. Oleh karena itu, metode ini dinilai sangat efektif untuk digunakan dalam peramalan baik jangka pendek maupun jangka panjang. Adapun persamaan metode ini (Bonitasari dkk., 2025):

$$R = \sqrt{\frac{(At - Ft)^2}{n - f_0}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

A_t = *Demand* aktual periode -t

F_t = Permintaan peramalan (*forecast*) pada periode t

n = Jumlah periode pemalan yang terlibat

F_0 = Derajat kebebasan yang hilang

6. *Tracking Signal* (TS)

Tracking signal adalah alat ukur untuk menilai sejauh mana ketepatan suatu metode peramalan dalam memprediksi nilai aktual. *Tracking signal* berfungsi sebagai sistem pemantau kesalahan peramalan yang mampu menunjukkan kapan kesalahan tersebut tidak lagi bersifat acak. Nilai tracking signal akan memberikan sinyal kesalahan apabila $T_t \geq CL$ (*control limit*), dengan nilai inisialisasi $E_0 = 0$ dan $M_0 = 0,8(\sigma)$. Adapun persamaan metode ini adalah (Bonitasari dkk., 2025) :

$$TS = \frac{RSFE}{MAD} \dots\dots\dots (2.6)$$

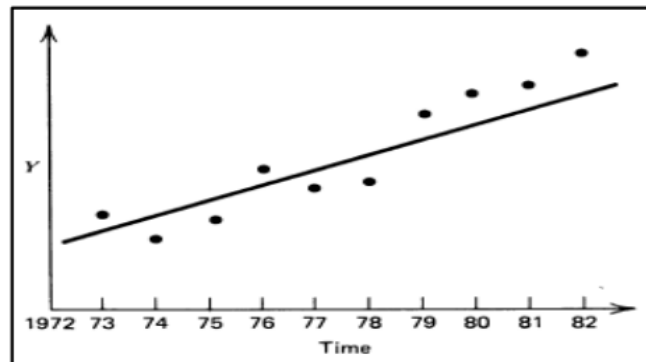
Keterangan :

RSFE= *Running Sum of Forecast Errors*

2.6.4 Jenis Pola Data

Peramalan yang baik merupakan peramalan yang dilakukan dengan mengikuti prosedur penyusunan yang baik. Plot data dilakukan sebelum memilih metode peramalan yang digunakan untuk menentukan pola data yang terbentuk agar dapat memilih metode *Forecasting*. Berikut macam-macam plot data:

1. Pola Data *Trend*

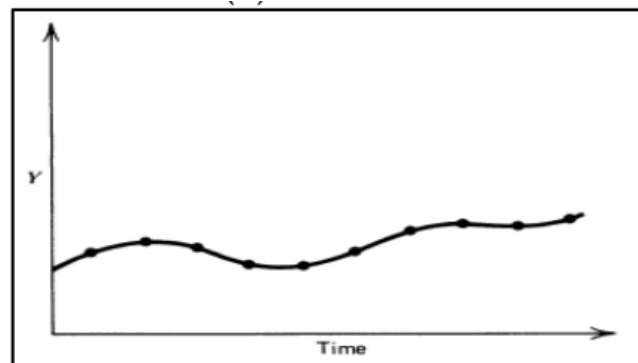


Gambar 2. 1 Jenis Pola Data *Trend*

Sumber: Hakim dan Prastawa (2022)

Trend, merupakan komponen jangka panjang yang berdasar pada pertumbuhan atau penurunan data runtut waktu. Pola data ini berbentuk pergerakan data sedikit demi sedikit meningkat atau menurun. Pola ini memiliki kecenderungan untuk naik atau turun terus menerus.

2. Pola Data Siklis



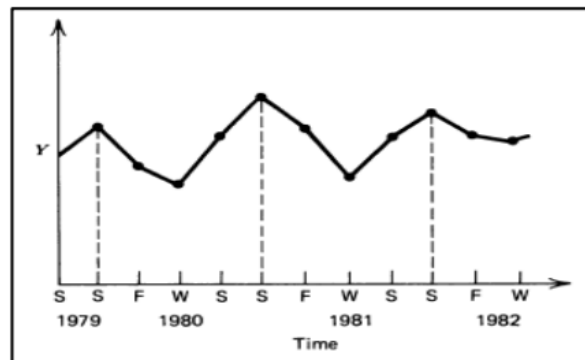
Gambar 2. 2 Jenis Pola Data Siklis

Sumber: Hakim dan Prastawa (2022)

Siklis, pola dalam data yang terjadi setiap beberapa tahun atau dalam kurun waktu tertentu. Fluktuasi atau siklus dari data terjadi sebab perubahan kondisi ekonomi. Penjualan suatu produk bisa saja memiliki siklus yang berulang secara

periodik. Produk-produk dipengaruhi pola aktivitas ekonomi yang terkadang periodic. Pola data siklis berguna dalam peramalan jangka menengah.

3. Pola Data Musiman

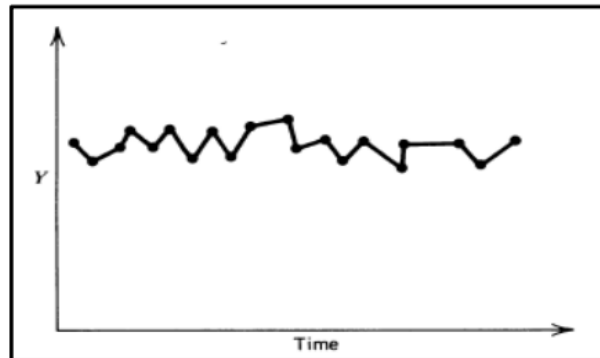


Gambar 2. 3 Pola Data Musiman

Sumber: Hakim dan Prastawa (2022)

Musiman (*seasonal*), merupakan pola data yang berulang pada kurun waktu tertentu. Data kuartalan, bulanan, atau mingguan akan membentuk fluktuasi musiman. Komponen musim tersebut antara lain faktor cuaca, libur, atau kecenderungan perdagangan. Pola musiman berfungsi untuk peramalan penjualan jangka pendek. Suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman. Pola ini dapat mempunyai pola musim yang berulang dari periode ke periode berikutnya. Misalnya pola yang berulang setiap bulan tertentu, tahun tertentu, atau minggu tertentu.

4. Pola Data Konstan



Gambar 2. 4 Pola Data Konstan

Sumber: Hakim dan Prastawa (2022)

Konstan adalah apabila pola data berfluktuasi di sekitar nilai rata – rata yang konstan (deret seperti ini stasioner terhadap nilai rata - ratanya). Pola data konstan dapat disebut juga sebagai pola data Horizontal (H)/Stationer.

2.7 *Min-Max Stock Inventory*

Min-Max Stock Inventory System merupakan salah satu metode pengendalian persediaan yang banyak digunakan pada perusahaan dengan pola permintaan yang bervariasi dan membutuhkan fleksibilitas dalam manajemen stok. Sistem ini bekerja dengan menetapkan dua batas kendali utama, yaitu minimum *inventory level* (*min level*) dan *maximum inventory level* (*max level*), yang berfungsi sebagai acuan dalam menentukan kapan dan berapa jumlah persediaan yang harus dipesan. Metode *Min-max stock* menjadi pilihan tepat bagi perusahaan yang ingin menjaga keseimbangan antara ketersediaan barang dan efisiensi biaya penyimpanan, terutama pada lingkungan operasional dengan permintaan yang tidak selalu stabil (Wahyuni dan Pratama, 2022).

Sebagai metode pengendalian persediaan yang bersifat praktis, *Min-max stock* mengatur pemesanan ulang dilakukan ketika persediaan mencapai batas minimum, sementara jumlah pesanan ditentukan agar *level* persediaan kembali mencapai batas maksimum. Sistem ini memungkinkan perusahaan menghindari dua permasalahan utama dalam manajemen persediaan, yaitu *stockout* akibat kekurangan stok akibat penumpukan barang. penetapan batas minimum dan maksimum dalam *Min-max stock* membantu perusahaan menjaga aliran persediaan tetap terkendali tanpa memerlukan pemantauan yang terlalu kompleks, sehingga metode ini cocok diterapkan pada berbagai jenis industri, termasuk manufaktur, distribusi, dan layanan kesehatan (Dewi dan Nugroho, 2021). Dalam struktur matematisnya, *Min-Max Stock Inventory System* melibatkan beberapa parameter penting seperti *safety stock*, *average demand*, dan *lead time usage* yang digunakan untuk menentukan nilai *minimum inventory level*. Adapun *maximum level* dapat dihitung berdasarkan kemampuan penyimpanan gudang serta kebutuhan operasional yang diproyeksikan.

Dalam praktiknya, *min-max stock* sering diintegrasikan dengan metode peramalan permintaan untuk menentukan rata-rata kebutuhan yang lebih akurat. penggunaan *forecasting* sebelum penerapan *min-max stock* dapat meningkatkan akurasi penentuan parameter *min level* dan *max level*, sehingga risiko kehabisan stok dapat diminimalkan. Integrasi ini sangat relevan dalam industri yang memiliki fluktuasi permintaan musiman maupun dinamis, karena keputusan pemesanan dapat disesuaikan dengan tren permintaan aktual. Sebagai salah satu metode pengendalian persediaan yang adaptif, *min-max stock* juga dapat digunakan

bersama model lain seperti *min-max stock* atau ROP untuk memperkuat sistem manajemen persediaan perusahaan. Dalam banyak penelitian, *min-max stock* menjadi dasar dalam menentukan *reorder point* ketika nilai *min level* dihubungkan dengan penggunaan selama *lead time* (Putra dan Lestari, 2023). Fleksibilitas ini menjadikan *min-max stock* sebagai metode yang tidak hanya efektif, tetapi juga mudah diterapkan dalam berbagai konteks operasional perusahaan. Selain itu, metode ini mampu memberikan keseimbangan optimal antara kuantitas pemesanan dan frekuensi pengadaan barang (Putra dan Lestari, 2023).

Menurut Hertanto (2020) mengemukakan metode *Min-Max Stock* merupakan metode yang digunakan dalam pengendalian bahan baku atas dasar bahwa persediaan terdapat pada dua tingkatan yaitu tingkatan maksimum dan tingkatan minimum. Setelah kedua tingkatan tersebut ditetapkan maka pada saat persediaan sampai ke tingkat minimum pemesanan bahan baku harus dilakukan untuk menempatkan persediaan pada tingkat maksimum dalam *inventory control*. Dengan menggunakan metode *Min-max stock* meliputi beberapa tahapan yang dapat dilakukan :

1. Dengan menentukan persediaan pengaman (*safety stock*). *Safety stock* merupakan persediaan ekstra yang perlu ditambah untuk menjaga sewaktu-waktu ada tambahan kebutuhan atau keterlambatan kedatangan barang.
2. Dengan menentukan persediaan minimum (*minimum stock*) yang merupakan jumlah pemakaian selama waktu pesanan pembelian dan dihitung dari perkalian antara waktu pesanan per periode dan pemakaian rata-rata dalam satu bulan /minggu/hari ditambah dengan persediaan pengaman.

3. Dengan menentukan persediaan maksimum (*maximum inventory*) dimana jumlah maksimum yang diperbolehkan dapat disimpan dalam persediaan.

4. Menentukan jumlah yang perlu dipesan untuk pengisian persediaan kembali.

Konsep minimum dan maksimum *stock* tidak berdasarkan perhitungan secara tetap, tetapi dapat dilakukan setiap waktu, dengan konsep “titik pemesanan kembali” atau *reorder point*. Cara kerja metode *Min-Max Stock* yakni apabila persediaan sudah melewati batas minimum dan mendekati batas *safety stock*, maka *reorder* harus dilakukan. *Minimum stock* adalah jumlah pemakaian selama waktu pesanan pembelian. Dihitung dari perkalian antara waktu pesanan per periode dan pemakaian rata-rata dalam satu bulan/ minggu/ hari ditambah dengan *safety stock*. Metode *Min-Max Stock* dalam penggunaannya didasarkan asumsi bahwa persediaan bahan baku ada pada dua tingkat yaitu tingkat minimum dan tingkat maksimum. Penerapan metode *Min-Max Stock* digunakan agar gudang (*warehouse*) dapat mengetahui berapa persediaan minimum dan maksimum bahan baku yang harus tersedia agar tidak terjadi pemborosan biaya (Bakhtiar dan Audina, 2021).

Menurut Hertanto (2020) metode *Min-Max Stock* merupakan metode yang digunakan dalam pengendalian bahan baku atas dasar bahwa persediaan terdapat pada dua tingkatan yaitu tingkatan maksimum dan tingkatan minimum. Setelah kedua tingkatan tersebut ditetapkan maka pada saat persediaan sampai ke tingkat minimum pemesanan bahan baku harus dilakukan untuk menempatkan persediaan pada tingkat maksimum. Metode ini merupakan metode pengendalian bahan baku yang berasumsi bahwa persediaan bahan baku terdapat pada dua tingkatan, yaitu tingkat maksimum dan tingkat minimum. Jika tingkat maksimum dan tingkat

minimum telah ditetapkan, maka pada saat persediaan sampai ke tingkat minimum pemesanan bahan baku harus dilakukan untuk menempatkan persediaan pada tingkat maksimum. Sehingga perusahaan akan dapat terhindar dari kelebihan persediaan yang menyebabkan pemborosan. Disatu sisi persediaan bahan baku yang terlalu kecil dapat menghambat kelancaran proses produksi.

Metode pemesanan persediaan *Min-Max Stock* adalah metode dasar pengendalian persediaan. Ada dua tingkatan yaitu :

1. *Min* – Jumlah persediaan minimum adalah nilai yang mewakili Tingkat persediaan yang memicu proses pemesanan ulang.
2. *Max* – Nilai maksimum mewakili *level stock* target, tidak akan memicu aktivitas pemesanan.

Menurut Hertanto (2020) dalam metode *Min-Max Stock*, tingkatan kuantitas maksimum dan minimum untuk tiap jenis bahan baku sudah ditentukan. Tingkatan minimum adalah margin pengaman yang diperlukan untuk mencegah terjadinya kekurangan bahan baku, kemudian tingkat minimum ini juga merupakan titik dalam melakukan pemesanan kembali, dimana kuantitas bahan baku yang dipesan yaitu sebesar kebutuhan untuk menjadikan persediaan pada tingkat yang maksimum. Pelaksanaan metode *Min-Max Stock* ini dapat didasarkan dengan observasi fisik atau melalui pencatatan dalam system akuntansi. Adapun langkah-langkah metode *Min-Max Stock* adalah sebagai berikut :

- a. *Safety stock*

Persediaan pengaman (*safety stock*) sangat diperlukan oleh perusahaan untuk menghindari masalah stock out maupun keterlambatan datang atas bahan baku yang diperlukan saat proses produksi berlangsung. Untuk menghilangkan kerugian yang ditimbulkan oleh *stock out* perusahaan membuat stok pengaman (Triwuri dkk., 2020). persediaan pengaman adalah persediaan yang berfungsi untuk melindungi atau menjaga kemungkinan terjadinya kekurangan barang, misalnya karena penggunaan barang yang lebih besar dari perkiraan semula atau keterlambatan dalam penerimaan barang yang dipesan. Rumus perhitungan *safety stock* adalah :

$$\text{Safety stock} = (\text{Pemakaian Maksimum} - T) \times C \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

T = Pemakaian barang rata-rata per periode (ton/pack/liter)

C = *Lead time* (bulan)

b. Menentukan Persediaan Minimum (*Minimum Inventory*)

Persediaan minimum (*Minimum stock*) merupakan jumlah pemakaian selama waktupesanan pembelian dan dihitung dari perkalian antara waktu pesanan per periode dan pemakaian rata-rata dalam satu bulan /minggu/hari ditambah dengan persediaan pengaman. Tingkatan *minimum* dalam persediaan merupakan bagian margin pengaman yang diperlukan untuk mencegah terjadinyakekurangan bahan baku, dan tingkat minimum ini sekaligus merupakan titik untuk melakukan pemesanan kembali, dimana kuantitas bahan baku yang dipesan adalah sebesar kebutuhan

untuk menjadikan persediaan pada tingkat yang maksimum (Kurniawan, 2022). Rumus *minimum inventory* adalah sebagai berikut :

$$\text{Minimum Inventory} = (T \times C) + SS \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

T = Pemakaian barang rata-rata per periode (ton/pack/liter)

C = *Lead time* (bulan)

SS = *Safety stock*

c. Menentukan Persediaan Maksimum (*Maximum Inventory*)

Menurut Kurniawan (2022) persediaan maksimum (*maximum inventory*) dimana merupakan jumlah maksimum yang diperbolehkan dapat disimpan dalam persediaan. Rumus *maximum inventory* adalah sebagai berikut :

$$\text{Maximum Inventory} = 2 (T \times C) + SS \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

T = Pemakaian barang rata-rata per periode (ton/pack/liter)

C = *Lead time* (bulan)

SS = *Safety stock*

d. Penentuan *Order Quantity* (Q)

Tingkat atau jumlah persediaan yang perlu dipesan untuk persediaan kembali adalah berapa jumlah barang yang harus dipesan jika persediaan sudah berada di *reorder point*, rumus *order quantity* adalah sebagai berikut :

$$Q = \text{Max} - \text{Min} \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

Max = Persediaan *maximum*

Min = Persediaan *minimum*

e. Penentuan Tingkat Pemesanan Kembali (*Reorder Point*)

Titik pemesanan kembali disebut dengan *Reorder Point* (ROP). ROP ialah titik dimana harus diadakan pesanan lagi sedemikian rupa sehingga kedatangan atau penerimaan material yang dipesan tepat pada waktu dimana persediaan di atas *safety stock* sama dengan nol (Meilani dan Saputra, 2016). Jika titik pemesanan ulang ditetapkan terlalu rendah, persediaan barang akan habis sebelum persediaan pengganti diterima sehingga produksi dapat terganggu atau permintaan pelanggan tidak terpenuhi. Jika titik persediaan ulang ditetapkan terlalu tinggi maka ketika persediaan baru sudah datang sedangkan persediaan di gudang masih banyak, akan mengakibatkan pemborosan biaya yang berlebih. Berikut rumus ROP :

$$ROP = (T \times C) + SS \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan:

ROP = Titik pemesanan ulang (*reorder point*)

T = Pemakaian barang rata-rata per periode (ton/pack/liter)

C = Waktu tenggang (*lead time*)

SS = Persediaan pengaman (*safety stock*)

f. Frekuensi Pemesanan

Penentuan frekuensi pemesanan dalam satu tahun (F) berdasarkan total permintaan dalam satu tahun (Lentari dan Rachmawati, 2022). Rumus frekuensi pemesanan adalah sebagai berikut :

$$\text{Frekuensi} = \frac{D}{Q} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan:

F = Frekuensi pemesanan (kali/tahun)

D = Jumlah kebutuhan barang

Q = Jumlah pemesanan

g. Total *Inventory Cost*

Total Inventory Cost (TIC) terdiri dari *ordering cost* yaitu biaya untuk melakukan pembelian barang atau biaya pemesanan dari *supplier* dan *holding cost* yaitu biaya yang berkaitan dengan penyimpanan (Bakhtiar dan Audina, 2021). Rumus *total inventory cost* adalah sebagai berikut :

$$\text{TIC} = \left(\frac{D}{Q} \times s\right) + (D \times H) \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan:

D = Jumlah kebutuhan barang

Q = Jumlah pemesanan

S = Biaya pesan

H = Biaya simpan

2.8 *Software Win-QSB*

Software WIN-QSB (Windows Quantitative System for Business) merupakan perangkat lunak yang dirancang untuk membantu penyelesaian berbagai permasalahan kuantitatif dalam bidang manajemen operasi, riset operasi, dan manajemen sains. Aplikasi ini menyediakan berbagai modul analisis yang dapat digunakan untuk mendukung proses pengambilan keputusan berbasis data dan metode matematis. WIN-QSB memiliki kemampuan dalam mengolah berbagai model kuantitatif seperti *linear programming*, *inventory control*, *forecasting*, *assignment*, dan *transportation*. Melalui modul-modul tersebut, pengguna dapat menentukan kombinasi produksi yang optimal untuk memaksimalkan keuntungan, merencanakan jumlah pemesanan yang efisien untuk meminimalkan biaya persediaan, serta mengalokasikan tenaga kerja secara optimal sesuai dengan beban pekerjaan. Dengan demikian, penggunaan WIN-QSB mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam pengambilan keputusan operasional (Sianturi, 2021).

WIN-QSB dikenal memiliki antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan, sehingga dapat dioperasikan oleh pengguna tanpa memerlukan kemampuan pemrograman yang kompleks. Tampilan berbasis menu yang terstruktur juga memudahkan pengguna dalam memilih metode analisis yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi. Hal ini menjadikan WIN-QSB sebagai salah satu alternatif *Software* yang banyak digunakan dalam pembelajaran maupun praktik di bidang teknik industri dan manajemen operasi. Dalam perkembangannya, penggunaan *Software* berbasis kuantitatif seperti WIN-QSB semakin penting karena mampu mengurangi subjektivitas dalam pengambilan keputusan serta

meningkatkan akurasi hasil analisis. Oleh karena itu, pemanfaatan *Software* ini sangat relevan dalam mendukung perencanaan produksi, pengendalian persediaan, serta optimasi sumber daya Perusahaan (Heizer dkk., 2017).

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya berperan sebagai dukungan dan referensi untuk penelitian yang sedang dilakukan. Adapun penelitian-penelitian terdahulu yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian oleh Bakhtiar, A., & Audina, S. (2021) berjudul "*Analisis Pengendalian Persediaan Aux Raw Material Menggunakan Metode Min-Max Stock di PT. Mitsubishi Chemical Indonesia*" yang dipublikasikan dalam J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri, Vol. 16, No. 3, hal. 161–168

Penelitian ini membahas penerapan metode *min-max stock* dalam pengendalian persediaan *auxiliary raw material* pada perusahaan industri polyester, yaitu PT. Mitsubishi Chemical Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan jumlah persediaan yang optimal, khususnya pada bahan baku Hydrobromic Acid dan Soda Ash Dense, serta membandingkan kebijakan perusahaan dengan hasil perhitungan menggunakan metode *min-max stock*. Metode ini digunakan untuk mengatur batas minimum dan maksimum persediaan guna menghindari terjadinya *stockout* maupun *overstock* yang dapat meningkatkan biaya operasional.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode *min-max stock* mampu menghasilkan jumlah *safety stock* yang lebih optimal, yaitu sebesar

17,5 ton untuk Hydrobromic Acid dan 5,41 ton untuk Soda Ash Dense. Selain itu, terdapat perbedaan signifikan antara kebijakan perusahaan dan hasil metode, terutama pada jumlah pemesanan dan frekuensi pemesanan. Penggunaan metode *min-max stock* terbukti dapat menurunkan frekuensi pemesanan serta mengoptimalkan ukuran pemesanan, sehingga berdampak pada efisiensi biaya persediaan. Total penghematan biaya yang diperoleh perusahaan mencapai Rp 7.550.000,00 untuk Hydrobromic Acid dan Rp 11.221.224,16 untuk Soda Ash Dense. Dengan demikian, metode *min-max stock* dinilai efektif dalam meningkatkan efisiensi pengendalian persediaan serta mengurangi total biaya inventory pada perusahaan.

2. Penelitian oleh Najma Febriawan, Famila Dwi Winati, & Karina Amanda Larasati (2025) berjudul "Perencanaan Persediaan Bahan Baku Semen Menggunakan Pendekatan Min-Max Inventory Berbasis Peramalan" yang dipublikasikan dalam Journal of Industrial and Mechanical Engineering (JIMIEN), Vol. 3, Issue 1, hal. 16–23.

Penelitian ini membahas optimasi perencanaan persediaan bahan baku *Fly Ash and Bottom Ash* (FABA) di PT Solusi Bangun Indonesia Tbk untuk mengatasi masalah *overstock* yang memicu pembengkakan biaya penyimpanan dan risiko pencemaran lingkungan. Tujuan utama penelitian adalah menentukan tingkat persediaan optimal dengan mengintegrasikan metode peramalan *time series* dan kebijakan pengendalian *min-max inventory*. Dalam pengolahan data, digunakan data historis penggunaan FABA periode Juli 2023 hingga Juni 2024, di mana metode *Moving Average*

dengan parameter $n=3$ dipilih sebagai basis perencanaan karena menghasilkan nilai *Error* terkecil (MSE dan MAD) serta menunjukkan stabilitas pada *Moving Range Chart*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan kebijakan *min-max inventory* berbasis peramalan mampu memberikan parameter pengendalian stok yang presisi untuk menjaga kelancaran operasional sekaligus menekan risiko penumpukan barang. Berdasarkan perhitungan dengan *service level* 95% dan *lead time* 1 hari, ditetapkan jumlah stok pengaman (*safety stock*) sebesar 191,34 ton. Lebih lanjut, penelitian ini menetapkan nilai persediaan minimum sebesar 758,83 ton dan persediaan maksimum sebesar 1.326,31 ton per bulan. Implementasi metode ini dinilai efektif dalam meningkatkan efisiensi ruang gudang, meminimalkan biaya operasional, serta mendukung keberlanjutan operasional perusahaan dengan mereduksi dampak lingkungan dari limbah FABA.

3. Penelitian oleh Atika Damayanti, Fransisca Debora, Ade Momon S, & Putri Meiliawati Kabul (2026) berjudul "Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Min-max stock Pada Produk Keramik Lantai PT AB" yang dipublikasikan dalam *INDUSTRIKA*, Vol. 10, No. 1, hal. 150–160.

Penelitian ini membahas penerapan metode *min-max stock* dalam pengendalian persediaan bahan baku pada industri keramik lantai, khususnya untuk material Andesit di PT AB. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan jumlah persediaan yang optimal guna menjaga kontinuitas produksi serta mengatasi masalah kekurangan bahan baku (*stockout*) yang

sebelumnya sering dialami perusahaan. Dalam proses pengolahan data, dilakukan peramalan kebutuhan menggunakan metode Regresi Linear yang dipilih karena memiliki nilai *Error* terkecil dibandingkan metode *time series* lainnya. Metode *min-max stock* digunakan untuk menetapkan batas stok tertinggi dan terendah guna menghindari kelebihan persediaan (*overstock*) maupun kekurangan persediaan yang dapat menghambat efisiensi biaya dan operasional.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode *min-max stock* menghasilkan parameter pengendalian persediaan yang lebih terukur, dengan jumlah stok pengaman (*safety stock*) optimal sebesar 40.181,68 Kg. Berdasarkan perhitungan, ditetapkan nilai stok minimum sebesar 658.182 Kg dan stok maksimum sebesar 1.276.183 Kg. Selain itu, ditentukan titik pemesanan kembali (*reorder point*) pada level 658.182 Kg dengan kuantitas pesanan sebesar 1.236.001 Kg dan frekuensi pemesanan sebanyak 60 kali dalam setahun. Implementasi metode ini dinilai efektif dalam meningkatkan efisiensi pengendalian persediaan, meminimalisir risiko *stockout*, serta mengefisienkan biaya penyimpanan di PT AB.

4. Penelitian oleh Al Dzaki, R., Zakaria, M., & Akmal, S. (2025) berjudul "Analisis dan Pengendalian Persediaan Suku Cadang Menggunakan Metode Min-Max Stock di PT. Aprindo Berkah Perkasa" yang dipublikasikan dalam *Industrial Engineering Journal*, Vol. 14, No. 1, hal. 12–20.

Penelitian ini membahas mengenai penerapan metode *min-max stock* untuk mengoptimalkan pengendalian persediaan enam jenis suku cadang

kendaraan berat di PT. Aprindo Berkah Perkasa. Masalah utama yang diangkat adalah seringnya terjadi kekurangan stok (*stockout*) yang menghambat proses pemeliharaan kendaraan dan menurunkan produktivitas perusahaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan jumlah unit suku cadang yang optimal guna memastikan ketersediaan barang sekaligus meminimalisir biaya operasional. Metodologi yang digunakan diawali dengan penerapan metode peramalan (*forecasting*) untuk mengantisipasi kebutuhan masa depan, yang kemudian dilanjutkan dengan perhitungan parameter *min-max stock* seperti *safety stock*, level minimum, dan level maksimum persediaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode peramalan eksponensial terpilih sebagai metode terbaik karena memiliki nilai *Standard Error of Estimate* (SEE) yang lebih kecil dibandingkan metode kuadratis. Melalui perhitungan *min-max stock*, peneliti berhasil menetapkan batas stok yang lebih terukur untuk keenam item suku cadang, misalnya pada item ban sz 1000 ditetapkan jumlah persediaan minimum 9 unit dan maksimum 18 unit. Penerapan metode ini terbukti meningkatkan efisiensi total biaya persediaan secara signifikan dibandingkan dengan kebijakan aktual perusahaan, dengan tingkat peningkatan efisiensi berkisar antara 1% hingga 10%. Rincian peningkatan efisiensi tersebut meliputi kampas kopling iveco (3%), *cross joint* hino (1%), *hydraulic pump* (4%), *bearing* iveco (9%), ban sz 1000 (1%), dan *compressor ac* hino (10%). Secara keseluruhan, metode *min-max stock*

dinilai lebih efektif dalam menjaga ketersediaan suku cadang dan menekan frekuensi pemesanan yang tidak efisien.

5. Penelitian oleh Rachmawati, N. L., & Lentari, M. (2022) berjudul "Penerapan Metode *Min-Max* untuk Minimasi *Stockout* dan *Overstock* Persediaan Bahan Baku" yang dipublikasikan dalam *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, Vol. 8, No. 2, hal. 143–148

Penelitian ini membahas penerapan *forecasting* dan *Min-max stock* dalam pengelolaan persediaan bahan baku tekstil. Metode *forecasting* yang digunakan adalah *Exponential Smoothing*, dan batas atas serta batas bawah persediaan dihitung menggunakan metode *Min-Max*. Penelitian ini bertujuan untuk menjaga kestabilan pasokan bahan baku dan mengoptimalkan pengelolaan stok dengan menghindari kelebihan atau kekurangan bahan baku.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menerapkan kombinasi kedua metode ini, perusahaan dapat meminimalkan biaya penyimpanan, meningkatkan ketepatan pemesanan bahan baku, dan mengurangi ketergantungan pada pemasok dengan persediaan yang lebih stabil. Penerapan metode *Min-max Stock* dalam mengatur batas persediaan memastikan perusahaan dapat memenuhi kebutuhan produksi tanpa mengalami kelebihan stok yang mengakibatkan pemborosan biaya. Penelitian ini menegaskan bahwa peramalan yang akurat serta pengaturan stok yang optimal dapat meningkatkan efisiensi dan kelancaran operasional di industri tekstil.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambilan data dalam penelitian ini dilaksanakan di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Tanjung Awar-Awar yang berlokasi di Jl. Tanjung Awar-awar, Semangke, Wadung, Kec. Jenu, Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Penelitian ini dimulai pada Bulan Agustus 2025 sampai Desember 2025.

3.2 Identifikasi dan Definisi Operasional Variabel

Identifikasi dan definisi operasional variabel dalam penelitian ini dilakukan untuk menentukan variabel yang akan diukur. Variabel ini juga dianalisis berdasarkan data yang tersedia di perusahaan, sehingga setiap variabel memiliki batasan yang jelas. Variabel digunakan sebagai acuan dalam proses pengolahan data dan analisis lebih lanjut untuk menjawab rumusan masalah penelitian.

3.2.1 Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau menjadi hasil dari variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini. Variabel terikat pada penelitian ini adalah total biaya persediaan barang *consumable* yang minimum.

3.2.2 Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang pengaruhnya terhadap variabel lain yang ingin diketahui atau yang menjadi sebab timbulnya perubahan pada variabel terikat. Pada penelitian ini, variabel bebasnya adalah :

1. Data Persediaan Barang *Consumable*

Data persediaan barang consumable adalah informasi mengenai jumlah stok barang habis pakai yang tersedia di gudang dalam periode tertentu. Variabel ini digunakan untuk mengetahui kondisi aktual persediaan serta mengevaluasi terjadinya *stockout* sebagai dasar pengendalian persediaan.

2. Biaya Pemesanan

Biaya pemesanan adalah biaya yang timbul setiap kali perusahaan melakukan pemesanan barang kepada pemasok, tanpa dipengaruhi oleh jumlah barang yang dipesan.

3. Biaya Penyimpanan

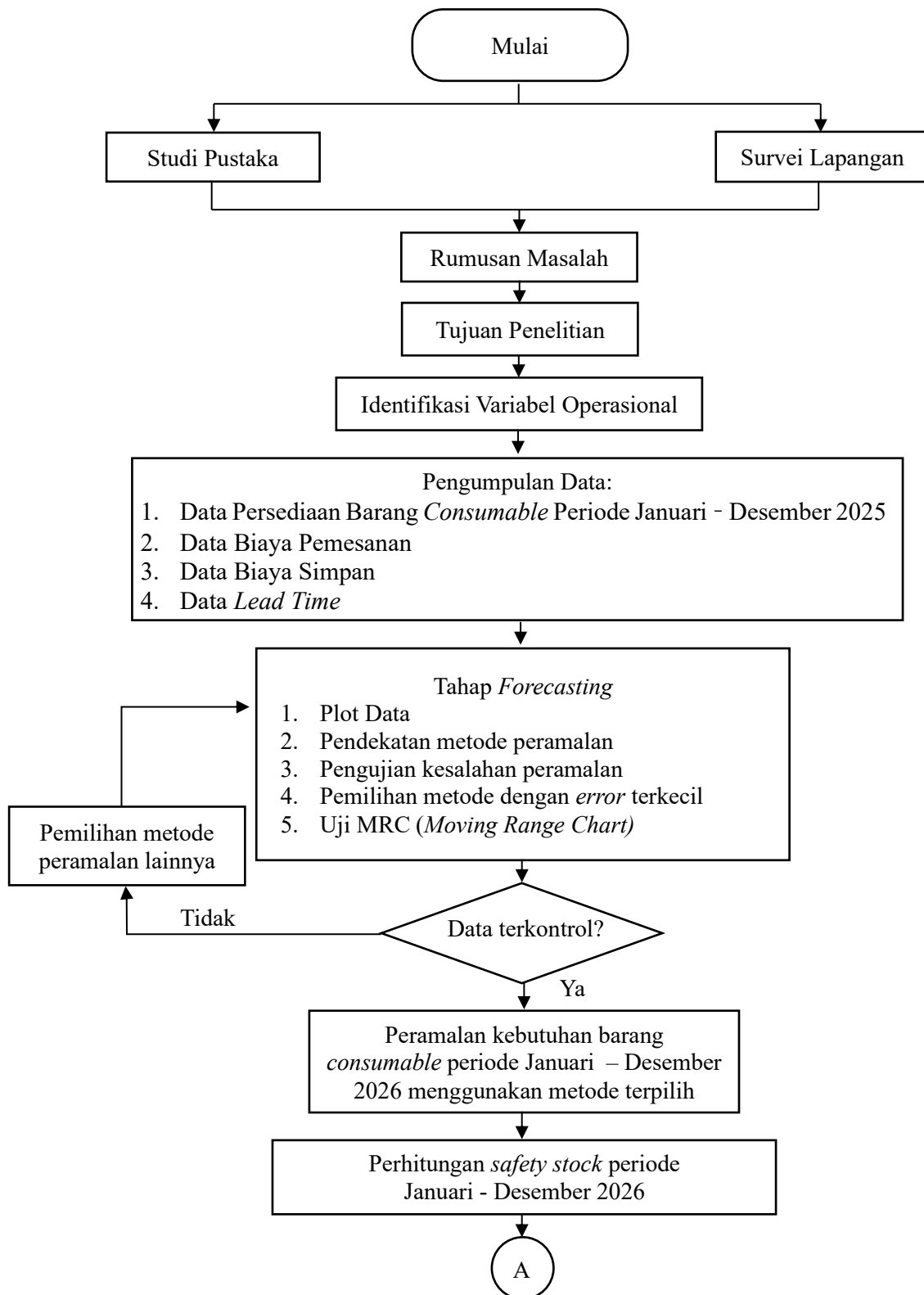
Biaya penyimpanan adalah biaya yang dikeluarkan untuk menyimpan barang di gudang, meliputi biaya sewa, tenaga kerja, dan pemeliharaan. Variabel ini berpengaruh terhadap besarnya total biaya persediaan.

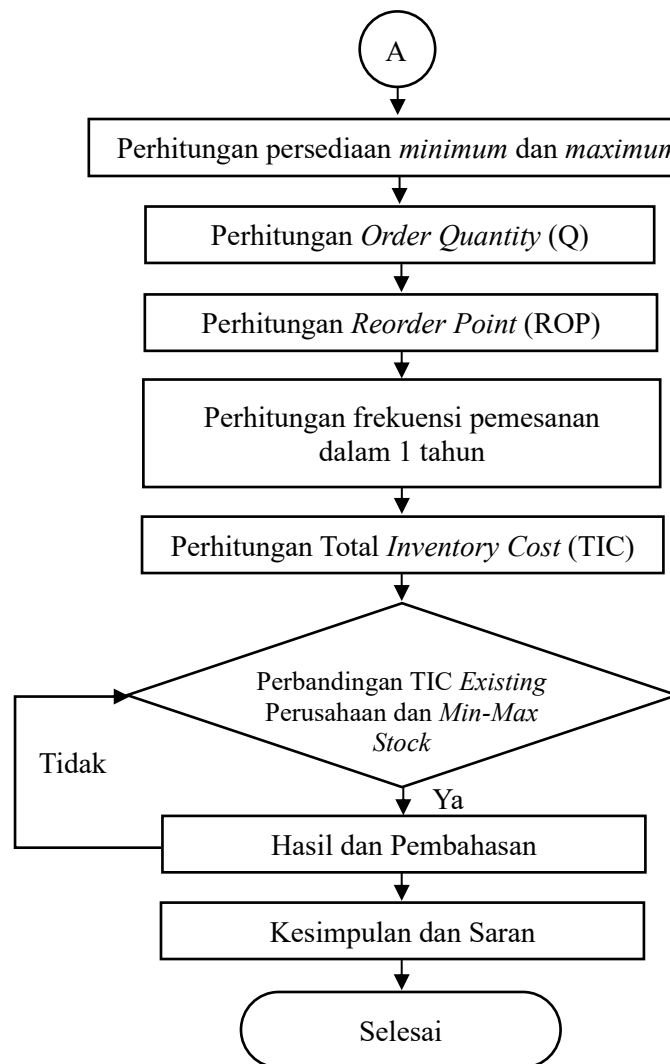
4. *Lead Time*

Lead time adalah waktu yang dibutuhkan sejak perusahaan melakukan pemesanan barang hingga barang tersebut diterima dan tersedia di gudang untuk digunakan. *Lead time* mencakup waktu pemrosesan pesanan, waktu pengiriman, serta waktu penerimaan barang. Variabel ini sangat penting dalam menentukan titik pemesanan kembali (*reorder point*) dan jumlah persediaan pengaman (*safety stock*). Semakin lama lead time, maka semakin besar risiko terjadinya kekurangan stok, sehingga perusahaan perlu mengantisipasinya dengan pengelolaan persediaan yang lebih tepat.

3.3 Langkah-langkah Pemecahan Masalah

Adapun langkah-langkah pemecahan masalah sebagai berikut:





Gambar 3. 1 *Flowchart* Kerangka Penelitian

Berikut adalah penjelasan alur proses yang menggambarkan langkah-langkah penelitian dan pemecahan masalah dalam penelitian sebagai berikut:

1. Mulai

Penelitian diawali dengan menentukan fokus dan arah penelitian. Tahapan ini menjadi titik awal bagi peneliti dalam menyusun rencana kegiatan serta menetapkan topik yang akan dikaji.

2. Studi Literatur

Peneliti mengumpulkan teori yang relevan mengenai *supply chain*, *supply chain management*, pengendalian persediaan, pengadaan, *stockout*, *forecasting*, *Min-Max Stock*, *software win-qs*, dan penelitian terdahulu sebagai landasan konseptual penelitian. Kajian literatur ini bertujuan untuk memperoleh landasan teoritis dan metodologis yang kuat sebagai dasar pelaksanaan penelitian.

3. Survei Lapangan

Peneliti melakukan observasi langsung ke PT PLN Nusantara UP Tanjung Awar-awar untuk memahami kondisi nyata proses pengadaan dan pengelolaan persediaan barang *consumable*. Hasil survei digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan aktual yang akan menjadi dasar analisis.

4. Rumusan Masalah

Peneliti merumuskan masalah utama penelitian berdasarkan hasil studi literatur dan temuan lapangan. Permasalahan yang dirumuskan difokuskan pada upaya untuk merencanakan pengadaan yang efektif agar dapat mencegah risiko *stockout*.

5. Batasan Masalah

Penelitian difokuskan pada pengendalian persediaan 5 barang *consumable* yang memiliki tingkat *stockout* tertinggi di PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar menggunakan Metode *forecasting* dan *Min-Max Stock* tanpa membahas perlengkapan kerja lainnya.

6. Asumsi – Asumsi

Data historis barang *consumable* dianggap *valid*, permintaan bersifat fluktuatif namun dapat diprediksi.

7. Tujuan Penelitian

Pada tahap ini, peneliti menetapkan tujuan penelitian yang ingin dicapai, yaitu menyusun pengendalian persediaan barang *consumable* guna untuk meminimalkan risiko *stockout* dan meningkatkan efisiensi pengadaan melalui penggabungan metode *forecasting* dan *Min-Max Stock*.

8. Manfaat Penelitian

Secara teoretis, penelitian memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu terkait pengendalian persediaan. Secara praktis, hasil penelitian diharapkan dapat membantu perusahaan dalam merencanakan kebutuhan barang *consumable* secara lebih akurat.

9. Identifikasi Variabel

Melakukan identifikasi variabel berdasarkan permasalahan yang didapat pada saat melakukan studi literatur dan survei lapangan, sehingga dapat diketahui variabel bebas dan variabel terikat dari penelitian. Terdapat dua jenis variabel yaitu variabel terikat dan variabel bebas.

10. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi permintaan, data persediaan aktual, biaya pemesanan, biaya penyimpanan, dan *lead time* barang *consumable*. Seluruh data diperoleh melalui dokumentasi perusahaan dan wawancara, sehingga data yang digunakan representatif terhadap kondisi nyata.

11. Pengolahan Data

Data yang terkumpul kemudian diolah untuk memperoleh informasi yang relevan dan siap dianalisis menggunakan metode yang telah ditentukan.

12. Tahap *Forecasting*

Pada tahap ini dilakukan perencanaan peramalan untuk mengetahui jumlah penjualan atau *demand* untuk periode Januari – Desember 2026. Berikut merupakan tahapan yang ada pada tahap *forecasting*:

a. Plot Data

Pada tahap ini dilakukan visualisasi dan identifikasi pola data dari data permintaan dan penjualan objek, sehingga berdasarkan bentuk pola data tersebut dapat digunakan untuk menentukan metode peramalan (*forecasting*) yang cocok untuk digunakan.

b. Penetapan Metode Peramalan

Pada tahap ini dilakukan penetapan metode peramalan yang cocok untuk digunakan berdasarkan bentuk plot data yang telah dibuat sebelumnya.

c. Uji Kesalahan Peramalan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan *error* peramalan yaitu MAD untuk mengetahui metode yang memiliki nilai *error* terkecil.

d. Pemilihan Metode Peramalan dengan MAD Terkecil

Pada tahap ini dilakukan pemilihan metode peramalan yang memiliki nilai MAD yang terkecil agar hasil peramalan yang dilakukan dapat dikatakan mendekati akurat.

e. Uji MRC (*Moving Range Chart*)

Setelah diperoleh metode peramalan yang cocok untuk diterapkan, selanjutnya dilakukan uji *Moving Range Chart* (MRC). Uji ini dilakukan untuk mengidentifikasi hasil peramalan terkendali dan stabil atau tidak. Apabila data peramalan terkontrol, maka dapat dilanjutkan untuk tahap selanjutnya. Namun apabila data tidak terkontrol, maka perlu dilakukan pemilihan metode peramalan lainnya dan uji kesalahan ulang dengan MAD yang terkecil.

13. Peramalan Kebutuhan Barang *Consumable* Menggunakan Metode Terpilih
- Beberapa metode peramalan digunakan *Single Exponential Smoothing*, *Moving Average*, dan *Weighted Moving Average*. Hasil setiap metode dibandingkan menggunakan ukuran kesalahan peramalan (MAD, MSE, dan MAPE) untuk menentukan metode terbaik.

14. Penentuan *Safety Stock*

Safety stock dihitung untuk mengantisipasi ketidakpastian permintaan dan *lead time*. Nilai *safety stock* memastikan bahwa perusahaan tetap memiliki persediaan cadangan selama terjadi fluktuasi permintaan.

15. Penentuan Persediaan *Minimum* dan *Maximum*

Persediaan *minimum* dan *maximum* dihitung untuk menciptakan batas optimal jumlah barang yang dapat disimpan tanpa menimbulkan biaya penyimpanan berlebih.

16. Perhitungan *Order Quantity*

Order Quantity merupakan jumlah pemesanan optimal yang dilakukan setiap kali perusahaan melakukan pengadaan barang. Pada metode *Min–Max Stock*, jumlah pemesanan ditentukan berdasarkan selisih antara batas maksimum persediaan (*maximum stock*) dengan kondisi persediaan saat mencapai titik minimum (*minimum stock*). Dengan demikian, tujuan perhitungan *order quantity* adalah untuk mengembalikan tingkat persediaan ke kondisi maksimum sehingga ketersediaan barang tetap terjaga tanpa menimbulkan kelebihan stok.

17. Perhitungan *Reorder Point* (ROP)

Reorder point dihitung untuk mengetahui titik pemesanan ulang yang tepat sehingga pemesanan dapat dilakukan sebelum persediaan mencapai kondisi kritis. ROP mempertimbangkan permintaan selama lead time dan *safety stock*.

18. Perhitungan Frekuensi Pemesanan dalam 1 Tahun

Frekuensi pemesanan adalah jumlah berapa kali perusahaan melakukan pemesanan dalam periode satu tahun. Frekuensi pemesanan digunakan untuk mengetahui intensitas pengadaan barang serta sebagai dasar dalam menghitung biaya pemesanan. Semakin kecil jumlah pemesanan per *order*, maka frekuensi pemesanan akan semakin sering, dan sebaliknya.

19. Perhitungan *Total Inventory Cost* (TIC)

Total Inventory Cost (TIC) merupakan total biaya yang timbul akibat aktivitas persediaan dalam suatu periode tertentu. Perhitungan TIC bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi kebijakan persediaan yang diterapkan, sehingga dapat

diketahui apakah metode *Min–Max Stock* mampu meminimalkan total biaya persediaan dibandingkan metode yang digunakan perusahaan.

20. Perbandingan Hasil

Hasil perhitungan dibandingkan dengan kondisi *stock out* nyata perusahaan.

Tahap ini dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana metode yang diterapkan mampu mengurangi tingkat *stock out* dan meningkatkan efektivitas pengendalian persediaan.

21. Hasil dan Pembahasan

Seluruh hasil analisis, mulai dari peramalan, *min-max*, *safety stock*, hingga TIC, disajikan dan dijelaskan secara mendalam. Pembahasan menghubungkan hasil perhitungan dengan kondisi perusahaan untuk menilai efektivitas usulan perbaikan.

22. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ditutup dengan kesimpulan yang menjawab rumusan masalah dan memberikan saran untuk peningkatan sistem pengendalian persediaan di masa mendatang.

23. Selesai

Tahapan penelitian diakhiri setelah seluruh proses analisis, pembahasan, dan kesimpulan disusun dengan baik. Dokumen penelitian disusun menjadi lap

Tahapan penelitian diakhiri setelah seluruh proses analisis, pembahasan, dan kesimpulan disusun dengan baik. Dokumen penelitian disusun menjadi laporan skripsi yang siap diseminarkan dan dipertahankan secara akademis.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Data Persediaan dan Penggunaan Barang *Consumable* Tahun 2025

Penelitian ini membutuhkan beberapa data yang berkaitan dengan permasalahan pengendalian persediaan yang terjadi di PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar. Data-data yang diperlukan meliputi data pembelian dan permintaan, data harga barang, data kapasitas gudang, data biaya pemesanan, data biaya penyimpanan, data frekuensi pesan, jumlah persediaan rata-rata, dan *lead time*.

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui proses wawancara dengan bagian gudang dan pengadaan, observasi langsung di lapangan, serta dokumentasi dan rekap data internal perusahaan terkait penggunaan dan persediaan barang *consumable*. Barang *consumable* dipilih sebagai objek penelitian karena merupakan salah satu perlengkapan kerja habis pakai yang memiliki tingkat penggunaan tinggi dan berperan penting dalam mendukung keselamatan teknisi saat melakukan kegiatan operasional dan pemeliharaan pembangkit.

Sebagai barang yang bersifat *safety-critical*, ketersediaan barang *consumable* harus selalu terjaga untuk menghindari risiko terhambatnya aktivitas kerja akibat terjadinya *stockout*. Oleh karena itu, diperlukan analisis terhadap data historis penggunaan dan persediaan guna menentukan sistem pengendalian persediaan yang

lebih optimal. Berikut merupakan data persediaan dan penggunaan barang *consumable* di PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar selama periode Januari–Desember 2025 yang digunakan sebagai dasar proses *forecasting* dan perhitungan metode *Min-Max Stock*.

Tabel 4. 1 Data Kebutuhan Barang *Consumable*

Data Kebutuhan Barang <i>Consumable</i> (pack)					
Periode	<i>Gloves</i>	<i>Earplug</i>	<i>Bolt</i>	<i>O-Ring</i>	<i>Electrode Welding</i>
Januari	2198	2000	2545	2000	350
Februari	2025	1650	2380	1880	285
Maret	2050	1450	2445	1910	305
April	1970	1520	2365	1875	290
Mei	2050	1600	2455	1960	330
Juni	2080	1620	2350	1850	275
Juli	1800	1420	2475	1965	320
Agustus	1950	1480	2360	1870	290
September	2100	1580	2460	1940	320
Oktober	2440	1560	2340	1860	280
November	2028	1540	2480	1950	330
Desember	2105	1500	2350	1865	285
TOTAL	24796	18920	29005	22925	3660
AVERAGE	2067	1577	2418	1911	305

Sumber: PT PLN Nusantara Power Up Tanjung Awar-awar (2025)

4.1.2 Data Harga Barang *Consumable*

Harga beli barang *consumable* pada PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Data Harga Barang *Consumable*

No.	Item	Satuan	Isi per pack	Harga
1	<i>Gloves</i>	pack	12	Rp 20.000
2	<i>Earplug</i>	pack	50	Rp 105.000
3	<i>Bolt</i>	pack	50	Rp 80.000
4	<i>O-Ring</i>	pack	50	Rp 120.000
5	<i>Electrode Welding</i>	pack	50	Rp 150.000

Sumber: PT PLN Nusantara Power Up Tanjung Awar-awar (2025)

4.1.3 Data Kapasitas Gudang Barang *Consumable*

Data kapasitas gudang barang *consumable* pada PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar digunakan untuk mengetahui kemampuan penyimpanan persediaan dalam mendukung kelancaran operasional perusahaan. Informasi mengenai kapasitas gudang ini mencakup kondisi ruang penyimpanan yang tersedia untuk menampung berbagai jenis barang *consumable* yang digunakan dalam kegiatan operasional. Adapun data kapasitas gudang barang *consumable* pada perusahaan tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Data Kapasitas Barang *Consumable*

No.	Item	Kapasitas (<i>pack</i>)
1	<i>Gloves</i>	2500
2	<i>Earplug</i>	2100
3	<i>Bolt</i>	2700
4	<i>O-Ring</i>	2100
5	<i>Electrode welding</i>	400

Sumber: PT. PLN Nusantara Power Up Tanjung Awar-awar (2025)

4.1.4 Data Biaya Persediaan

Pengelolaan biaya terkait persediaan perlu dirancang secara optimal oleh perusahaan untuk mengurangi total biaya persediaan. Biaya persediaan terdapat di PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar meliputi biaya pemesanan dan biaya penyimpanan:

1. Biaya Pemesanan

Biaya pemesanan merupakan pengeluaran yang harus dikelola oleh manajemen dalam proses pembelian dan pemesanan barang. Biaya ini dapat mencakup biaya administrasi seperti pembuatan dokumen dan komunikasi

dengan *supplier* ataupun bidang lain. Biaya pemeriksaan timbul karena perlunya memverifikasi kualitas dan spesifikasi barang yang diterima.

Tabel 4. 4 Data Biaya Pemesanan Tahun 2025

No.	Keterangan	Biaya
1	Biaya Administrasi	Rp 30.000
2	Biaya Bongkar Muat	Rp 200.000
3	Biaya Pemeriksaan Jumlah dan Kualitas	Rp 80.000
TOTAL		Rp 310,000

Sumber: PT. PLN Nusantara Power Up Tanjung Awar-awar (2025)

2. Biaya Penyimpanan

Biaya penyimpanan merupakan biaya yang berhubungan dengan aktivitas penyimpanan barang, durasi penyimpanan, serta nilai dari barang yang disimpan. Rincian biaya penyimpanan barang *consumable* yang dikeluarkan oleh PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4. 5 Data Biaya Penyimpanan Tahun 2025

No	Keterangan	Persentase Biaya
1.	Biaya Operasional Fasilitas Gudang	8%
2.	Biaya Penanganan Risiko Kerusakan Persediaan	12%
Total Biaya Simpan		20%

Sumber: PT. PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar (2025)

4.1.5 Data Frekuensi Pesan, Jumlah Persediaan Rata-rata, dan *Lead Time*

Data frekuensi pemesanan, jumlah persediaan rata-rata, dan lead time diperlukan untuk mengetahui kondisi pengendalian persediaan barang *consumable* pada perusahaan. Informasi tersebut digunakan sebagai dasar dalam menganalisis kebutuhan persediaan, tingkat ketersediaan barang, serta waktu tunggu pengadaan barang agar proses operasional dapat berjalan dengan lancar.

Tabel 4. 6 Data Frekuensi Pesan, Jumlah Persediaan Rata-rata, dan
Lead Time Tahun 2025

No.	Item	Frekuensi pesan (tahun)	Jumlah Permintaan Rata-rata	<i>Lead Time</i> (Bulan)
1	<i>Gloves</i>	24	2067	20/30
2	<i>Earplug</i>	24	1577	20/30
3	<i>Bolt</i>	24	2418	15/30
4	<i>O-Ring</i>	24	1911	15/30
5	<i>Electrode welding</i>	24	305	15/30

Sumber: PT. PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar (2025)

4.2 Pengolahan Data

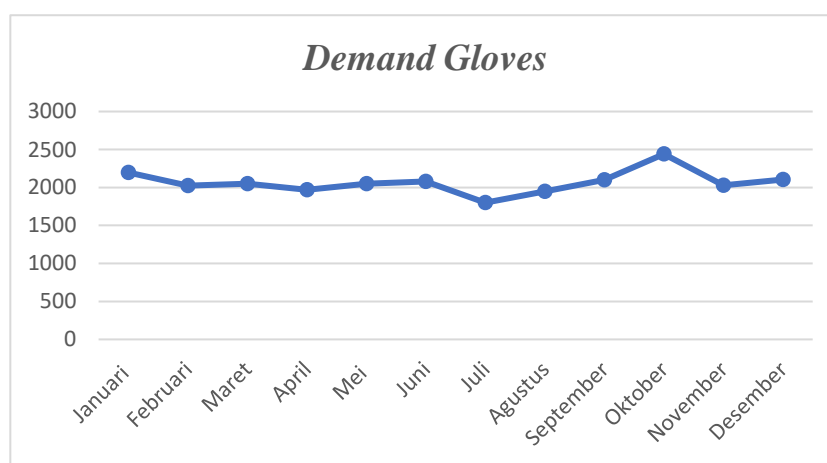
4.2.1 Peramalan Barang *Consumable*

Salah satu faktor yang dapat membantu perusahaan dalam memperkirakan besarnya kebutuhan pada periode yang akan datang adalah dengan melakukan perhitungan peramalan (*forecasting*) permintaan. Peramalan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui estimasi kebutuhan pada periode mendatang, sehingga perusahaan dapat menyusun perencanaan pengadaan dan persediaan secara lebih akurat. Selain itu, hasil peramalan permintaan menjadi dasar dalam penentuan rencana pengadaan barang, perhitungan kebutuhan persediaan, serta penetapan kebijakan pemesanan yang optimal. Data historis penggunaan barang *consumable* pada periode-periode sebelumnya sangat membantu dalam memilih metode peramalan yang paling sesuai dengan pola permintaan yang terjadi. Dalam penelitian ini, penentuan rencana kebutuhan periode Januari – Desember 2026 didasarkan pada data historis penggunaan selama 12 bulan sebelumnya, yaitu periode Januari – Desember 2025.

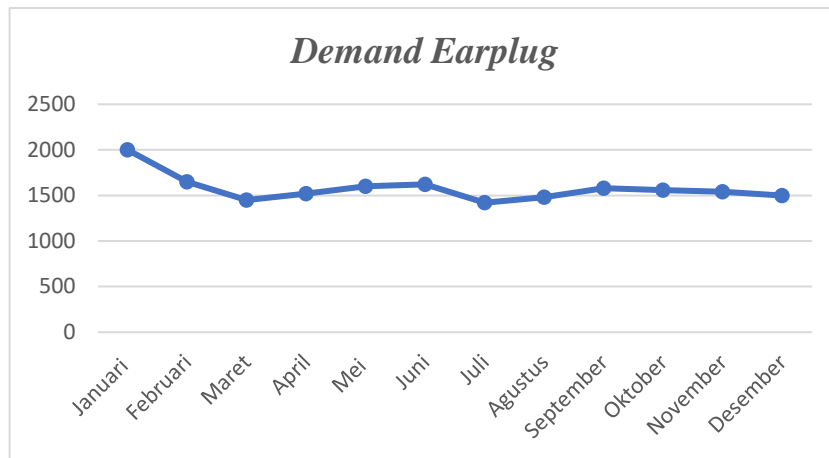
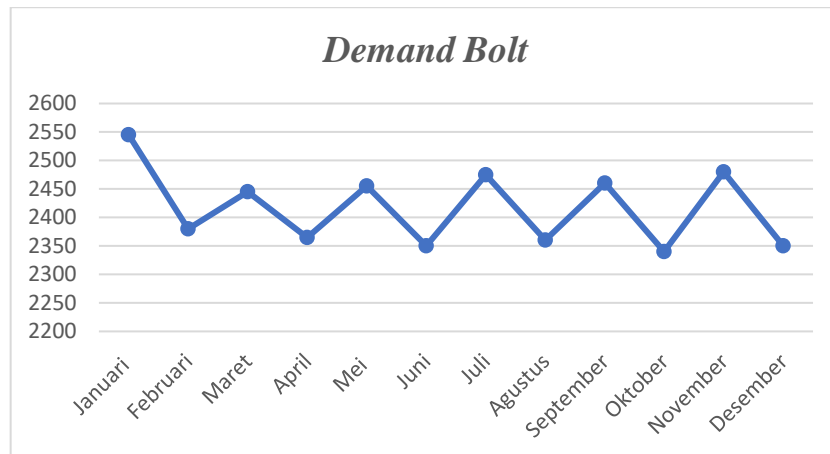
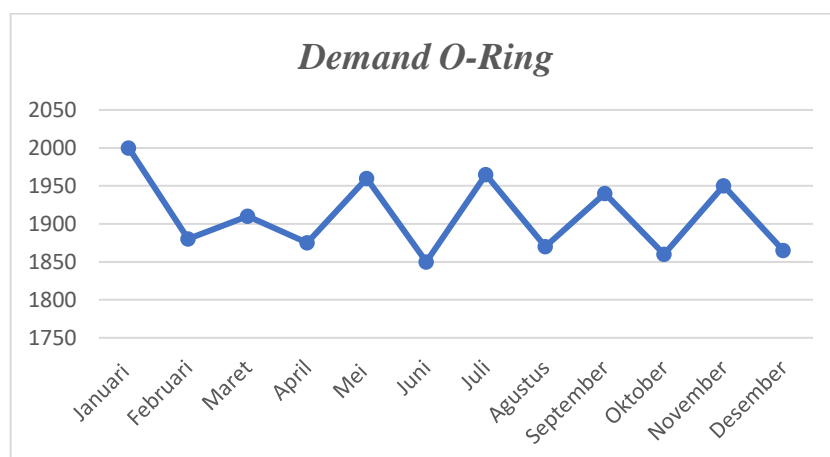
Tahap awal yang dilakukan adalah melakukan plot data penggunaan barang untuk mengidentifikasi pola permintaan yang terbentuk, apakah menunjukkan pola *trend*, musiman, siklis, atau konstan. Berdasarkan hasil plot data tersebut, dipilih beberapa metode peramalan sebagai pembanding guna meminimalkan tingkat kesalahan dalam proses peramalan. Setiap metode peramalan yang digunakan akan menghasilkan nilai estimasi yang berbeda-beda. Oleh karena itu, untuk menentukan metode terbaik, dilakukan pengujian tingkat akurasi menggunakan ukuran kesalahan peramalan seperti MAD, MSE, dan MAPE. Metode dengan nilai kesalahan terkecil dipilih sebagai metode yang paling akurat dan digunakan sebagai dasar perhitungan sistem pengendalian persediaan menggunakan metode *Min-Max*.

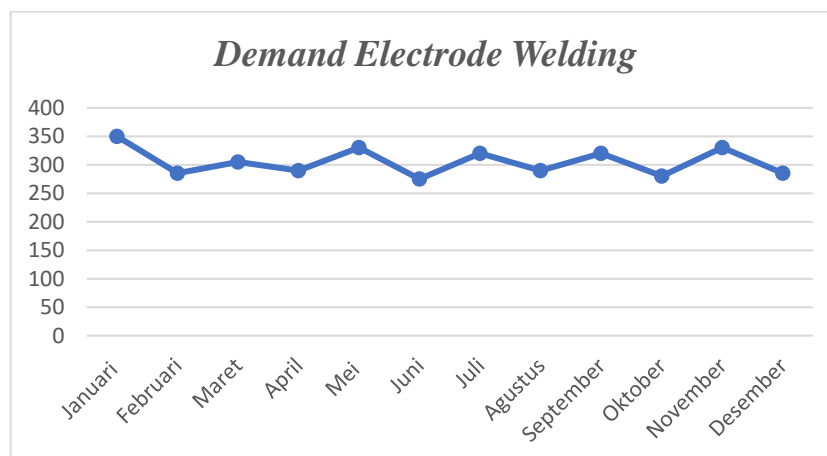
4.2.1.1 Plotting Data Kebutuhan Bulan Januari – Desember 2025

Plotting data kebutuhan barang *consumable* dilakukan untuk mengetahui pola pergerakan permintaan setiap item selama periode penelitian sehingga dapat menjadi dasar dalam menentukan metode *forecasting* yang sesuai. Adapun berikut merupakan grafik plotting data dari lima barang *consumable* selama periode Januari–Desember 2025.



Gambar 4. 1 Plot Data *Demand Gloves*

Gambar 4. 2 Plot Data *Demand Earplug*Gambar 4. 3 Plot Data *Demand Bolt*Gambar 4. 4 Plot Data *Demand O-Ring*



Gambar 4. 5 Plot Data *Demand Electrode Welding*

Berdasarkan pola dari plot data di atas, terlihat bahwa pola data kebutuhan barang *consumable* untuk periode Januari hingga Desember 2025 memiliki fluktuasi yang cukup signifikan. Dalam analisis ini, pola data yang tercipta menunjukkan pola horizontal, yang berarti permintaan cenderung bergerak stabil. Pola ini bisa menjadi indikasi bahwa permintaan cenderung terpengaruh oleh faktor-faktor tertentu, seperti musim atau kegiatan operasional bersifat rutin dan dapat diprediksi.

Dengan demikian, metode peramalan yang sesuai untuk pola data horizontal ini adalah metode peramalan yang menghaluskan data atau meredam fluktuasi acak, seperti metode :

1. Metode *Single Exponential Smoothing*
2. Metode *Moving Average*
3. Metode *Weighted Moving Average*

Sedangkan untuk perhitungan kesalahan yang digunakan dalam penelitian metode peramalan yang terbaik adalah sebagai berikut:

1. *Mean Absolute Deviation (MAD)*
2. *Mean Square Error (MSE)*
3. *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*

4.2.1.2 Perhitungan Peramalan Pembelian Barang *Consumable* menggunakan *Software Win-QSB*

Perhitungan peramalan barang *consumable* dilakukan dengan menerapkan beberapa metode peramalan, yaitu *Single Exponential Smoothing*, *Moving Average*, dan *Weighted Moving Average*. Setiap metode tersebut digunakan untuk memperoleh estimasi yang lebih akurat mengenai kebutuhan persediaan di masa depan. Proses perhitungan, seluruh analisis ini dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak Win-QSB.

1. Metode *Single Exponential Smoothing*

04-13-2026 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2198								
2	2025	2198	-173	-173	173	29929	8.54321	-1	
3	2050	2113.23	-63.22998	-236.23	118.115	16963.52	5.8138	-2	
4	1970	2082.247	-112.2473	-348.4773	116.1591	15508.83	5.775145	-3	
5	2050	2027.246	22.75391	-325.7234	92.8078	11761.06	4.608845	-3.509655	
6	2080	2038.396	41.60449	-284.1189	82.56714	9755.033	4.087119	-3.441065	
7	1800	2058.782	-258.7817	-542.9006	111.9362	19290.53	5.80206	-4.850088	
8	1950	1931.979	18.02136	-524.8793	98.51983	16581.13	5.105218	-5.327651	
9	2100	1940.809	159.1909	-365.6884	106.1037	17676.21	5.414631	-3.446518	
10	2440	2018.813	421.1874	55.49902	141.113	35423.16	6.730981	0.3932949	0.2325779
11	2028	2225.194	-197.1943	-141.6953	146.7211	35769.41	7.030241	-0.9657457	0.3625512
12	2105	2128.569	-23.56909	-165.2644	135.5255	32568.14	6.492917	-1.219434	0.3764205
13		2117.02							
CFE		-165.2644							
MAD		135.5255							
MSE		32568.14							
MAPE		6.492917							
Trk. Signal		-1.219434							
R-square		0.3764205							
		Alpha=0.49							
		F(0)=2198							

Gambar 4. 6 Hasil Peramalan Metode SES *Software Win-QSB* Untuk *Gloves*

Hasil peramalan *gloves* dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dapat dilihat pada tabel di atas. Pada metode ini menghasilkan nilai MAD 135,52; MSE 32568,14; dan MAPE sebesar 6,49%.

04-14-2026 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2000								
2	1650	2000	-350	-350	350	122500	21.21212	-1	
3	1450	1734	-284	-634	317	101578	20.39916	-2	
4	1520	1518.16	1.839966	-632.16	211.9467	67719.8	13.63979	-2.982637	
5	1600	1519.558	80.44165	-551.7184	179.0704	52407.56	11.48675	-3.081014	
6	1620	1580.694	39.30603	-512.4124	151.1175	42235.04	9.674657	-3.39082	
7	1420	1610.567	-190.5665	-702.9789	157.6924	41248.47	10.29891	-4.457913	
8	1480	1465.736	14.26404	-688.7148	137.2026	35384.89	8.965322	-5.019692	
9	1580	1476.577	103.4233	-585.2915	132.9802	32298.83	8.662879	-4.401343	
10	1560	1555.178	4.821655	-580.4698	118.7404	28712.66	7.734679	-4.888564	
11	1540	1558.843	-18.84277	-599.3126	108.7506	25876.9	7.083567	-5.51089	
12	1500	1544.522	-44.52222	-643.8348	102.9117	23704.65	6.709438	-6.25619	
13		1510.685							
CFE		-643.8348							
MAD		102.9117							
MSE		23704.65							
MAPE		6.709438							
Trk.Signal		-6.25619							
R-square									
		Alpha=0.76							
		F(0)=2000							

Gambar 4. 7 Hasil Peramalan Metode SES *Software Win-QSB* Untuk *Earplug*

Hasil peramalan *earplug* dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dapat dilihat pada tabel di atas. Pada metode ini menghasilkan nilai MAD 102,91; MSE 23704,65; dan MAPE sebesar 6,70%.

04-14-2026 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2545								
2	2380	2545	-165	-165	165	27225	6.932773	-1	
3	2445	2500.45	-55.44995	-220.45	110.225	15149.85	4.600332	-2	
4	2365	2485.479	-120.4785	-340.9285	113.6428	14938.26	4.764965	-3	
5	2455	2452.949	2.050781	-338.8777	85.74481	11204.74	3.594607	-3.952165	
6	2350	2453.503	-103.5029	-442.3806	89.29643	11106.37	3.756562	-4.954068	
7	2475	2425.557	49.44287	-392.9377	82.65417	9662.738	3.463417	-4.753997	
8	2360	2438.907	-78.90674	-471.8445	82.11883	9171.814	3.446287	-5.745874	
9	2460	2417.602	42.39819	-429.4463	77.15375	8250.039	3.230939	-5.566111	
10	2340	2429.049	-89.04932	-518.4956	78.47548	8214.454	3.294782	-6.607103	
11	2480	2405.006	74.9939	-443.5017	78.12732	7955.417	3.267698	-5.676653	
12	2350	2425.254	-75.25439	-518.7561	77.86614	7747.036	3.261755	-6.662152	
13		2404.936							
CFE		-518.7561							
MAD		77.86614							
MSE		7747.036							
MAPE		3.261755							
Trk.Signal		-6.662152							
R-square									
		Alpha=0.27							
		F(0)=2545							

Gambar 4. 8 Hasil Peramalan Metode SES *Software Win-QSB* Untuk *Bolt*

Hasil peramalan *bolt* dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dapat dilihat pada tabel di atas. Pada metode ini menghasilkan nilai MAD 77,86; MSE 7747,03; dan MAPE sebesar 3,26%.

04-14-2026 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2000								
2	1880	2000	-120	-120	120	14400	6.382979	-1	
3	1910	1973.6	-63.59998	-183.6	91.79999	9222.479	4.856411	-2	
4	1875	1959.608	-84.60803	-268.208	89.40267	8534.492	4.74175	-3	
5	1960	1940.994	19.00574	-249.2023	71.80344	6491.173	3.798733	-3.470618	
6	1850	1945.176	-95.17554	-344.3778	76.47786	7004.615	4.067911	-4.502974	
7	1965	1924.237	40.76306	-303.6147	70.52539	6114.117	3.735668	-4.305042	
8	1870	1933.205	-63.20483	-366.8196	69.4796	5811.365	3.68485	-5.279529	
9	1940	1919.3	20.7002	-346.1194	63.38217	5138.507	3.357621	-5.460832	
10	1860	1923.854	-63.85388	-409.9733	63.43459	5020.597	3.365997	-6.46293	
11	1950	1909.806	40.19397	-369.7793	61.11052	4680.093	3.23552	-6.050992	
12	1865	1918.649	-53.64868	-423.428	60.43217	4516.283	3.202892	-7.006665	
13		1906.846							
CFE		-423.428							
MAD		60.43217							
MSE		4516.283							
MAPE		3.202892							
Trk.Signal		-7.006665							
R-square									
		Alpha=0.22							
		F(0)=2000							

Gambar 4. 9 Hasil Peramalan Metode SES *Software WIN-QSB* Untuk *O-Ring*

Hasil peramalan *o-ring* dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dapat dilihat pada gambar di atas. Pada metode ini menghasilkan nilai MAD 60,43; MSE 4516,28; dan MAPE sebesar 3,20%.

04-14-2026 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	350								
2	285	350	-65	-65	65	4225	22.80702	-1	
3	305	334.4	-29.39999	-94.39999	47.2	2544.68	16.22318	-2	
4	290	327.344	-37.34399	-131.744	43.91466	2161.311	15.10787	-3	
5	330	318.3814	11.61856	-120.1254	35.84064	1654.731	12.21109	-3.351654	
6	275	321.1699	-46.16989	-166.2953	37.90649	1750.117	13.12669	-4.386989	
7	320	310.0891	9.910889	-156.3844	33.24055	1474.802	11.4551	-4.704628	
8	290	312.4677	-22.46771	-178.8521	31.70158	1336.23	10.92544	-5.641743	
9	320	307.0755	12.92453	-165.9276	29.35445	1190.081	10.06462	-5.652555	
10	280	310.1774	-30.17737	-196.105	29.44588	1159.036	10.14385	-6.659844	
11	330	302.9348	27.06519	-169.0398	29.20781	1116.385	9.949619	-5.787486	
12	285	309.4305	-24.43045	-193.4702	28.77351	1069.154	9.824389	-6.723902	
13		303.5671							
CFE		-193.4702							
MAD		28.77351							
MSE		1069.154							
MAPE		9.824389							
Trk. Signal		-6.723902							
R-square									
		Alpha=0.24							
		F(0)=350							

Gambar 4. 10 Hasil Peramalan Metode SES *Software* WIN-QSB

Untuk *Electrode Welding*

Hasil peramalan *electrode welding* dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dapat dilihat pada tabel di atas. Pada metode ini menghasilkan nilai MAD 28,77; MSE 1069,15; dan MAPE sebesar 9,82%.

2. Metode *Moving Average*

04-13-2026 Month	Actual Data	Forecast by 3-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2198								
2	2025								
3	2050								
4	1970	2091	-121	-121	121	14641	6.142132	-1	
5	2050	2015	35	-86	78	7933	3.924724	-1.102564	
6	2080	2023.333	56.66663	-29.33337	70.88888	6359.036	3.524602	-0.4137937	0.5816833
7	1800	2033.333	-233.3334	-262.6667	111.5	18380.39	5.884193	-2.355756	0.4396384
8	1950	1976.667	-26.66663	-289.3334	94.53333	14846.54	4.980858	-3.060649	0.4930128
9	2100	1943.333	156.6666	-132.6667	104.8889	16462.85	5.394101	-1.264831	0.2538902
10	2440	1950	490	357.3333	159.9048	48411.02	7.492367	2.234663	0.1473524
11	2028	2163.333	-135.3333	222	156.8333	44649.02	7.389976	1.415516	0.1892893
12	2105	2189.333	-84.33325	137.6667	148.7778	40478.25	7.014015	0.9253181	0.2719982
13		2191							
CFE		137.6667							
MAD		148.7778							
MSE		40478.25							
MAPE		7.014015							
Trk. Signal		0.9253181							
R-square		0.2719982							
		m=3							

Gambar 4. 11 Hasil Peramalan Metode MA *Software* Win-QSB Untuk *Gloves*

Hasil peramalan *gloves* dengan menggunakan metode *Moving Average* dapat dilihat pada tabel di atas. Pada metode ini menghasilkan nilai MAD 148,77; MSE 40478,25; dan MAPE sebesar 7,01%.

04-14-2026 Month	Actual Data	Forecast by 3-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2000								
2	1650								
3	1450								
4	1520	1700	-180	-180	180	32400	11.8421	-1	
5	1600	1540	60	-120	120	18000	7.796052	-1	
6	1620	1523.333	96.66663	-23.33337	112.2222	15114.81	7.186394	-0.2079212	
7	1420	1580	-160	-183.3334	124.1667	17736.11	8.206697	-1.476511	
8	1480	1546.667	-66.66663	-250	112.6666	15077.78	7.466258	-2.218935	
9	1580	1506.667	73.33337	-176.6666	106.1111	13461.11	6.99544	-1.664921	0.9936901
10	1560	1493.333	66.66663	-110	100.4762	12173.01	6.606592	-1.094787	
11	1540	1540	0	-110	87.91666	10651.39	5.780768	-1.251185	
12	1500	1560	-60	-170	84.8148	9867.899	5.582905	-2.004367	
13		1533.333							
CFE		-170							
MAD		84.8148							
MSE		9867.899							
MAPE		5.582905							
Trk. Signal		-2.004367							
R-square									
		m=3							

Gambar 4. 12 Hasil Peramalan Metode MA *Software* WIN-QSB Untuk *Earplug*

Hasil peramalan *earplug* dengan menggunakan metode *Moving Average* dapat dilihat pada tabel di atas. Pada metode ini menghasilkan nilai MAD 84,81; MSE 9867,89; dan MAPE sebesar 5,58%.

04-14-2026 Month	Actual Data	Forecast by 3-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE [%]	Tracking Signal	R-square
1	2545								
2	2380								
3	2445								
4	2365	2456.667	-91.66675	-91.66675	91.66675	8402.793	3.875973	-1	
5	2455	2396.667	58.33325	-33.3335	75	5902.78	3.126036	-0.444466	0.58162
6	2350	2421.667	-71.66675	-105.0002	73.88892	5647.228	3.100574	-1.421055	0.8514237
7	2475	2390	85	-20.00024	76.66669	6041.671	3.184016	-0.2608727	0.2388982
8	2360	2426.667	-66.66675	-86.66699	74.6667	5722.228	3.112185	-1.160718	0.3095534
9	2460	2395	65	-21.66699	73.05558	5472.69	3.033867	-0.2965823	0.1988153
10	2340	2431.667	-91.66675	-113.3337	75.71432	5891.276	3.160084	-1.49686	0.2534116
11	2480	2386.667	93.33325	-20.00049	77.91669	6243.753	3.235503	-0.2566907	0.1642261
12	2350	2426.667	-76.66675	-96.66724	77.7778	6203.091	3.238493	-1.242864	0.1847596
13		2390							
CFE		-96.66724							
MAD		77.7778							
MSE		6203.091							
MAPE		3.238493							
Trk.Signal		-1.242864							
R-square		0.1847596							
		m=3							

Gambar 4. 13 Hasil Peramalan Metode MA *Software* WIN-QSB Untuk *Bolt*

Hasil peramalan *bolt* dengan menggunakan metode *Moving Average* dapat dilihat pada tabel di atas. Pada metode ini menghasilkan nilai MAD 77,77; MSE 6203,09; dan MAPE sebesar 3,23%.

04-14-2026 Month	Actual Data	Forecast by 3-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2000								
2	1880								
3	1910								
4	1875	1930	-55	-55	55	3025	2.933333	-1	
5	1960	1888.333	71.66663	16.66663	63.33331	4080.553	3.294897	0.2631573	0.2787383
6	1850	1915	-65	-48.33337	63.88887	4128.702	3.367769	-0.7565225	0.2510442
7	1965	1895	70	21.66663	65.41666	4321.526	3.416412	0.3312096	0.1164916
8	1870	1925	-55	-33.33337	63.33332	4062.221	3.321365	-0.5263165	0.1329179
9	1940	1895	45	11.66663	60.27777	3722.684	3.154402	0.1935477	0.1221356
10	1860	1925	-65	-53.33337	60.95237	3794.444	3.203005	-0.8750008	0.1466833
11	1950	1890	60	6.666626	60.83333	3770.138	3.187245	0.1095884	0.1278392
12	1865	1916.667	-51.66663	-45	59.8148	3647.838	3.140921	-0.7523221	0.1315944
13		1891.667							
CFE		-45							
MAD		59.8148							
MSE		3647.838							
MAPE		3.140921							
Trk. Signal		-0.7523221							
R-square		0.1315944							
		m=3							

Gambar 4. 14 Hasil Peramalan Metode MA *Software* WIN-QSB Untuk *O-Ring*

Hasil peramalan *o-ring* dengan menggunakan metode *Moving Average* dapat dilihat pada tabel di atas. Pada metode ini menghasilkan nilai MAD 59,81; MSE 3647,83; dan MAPE sebesar 3,14%.

04-14-2026 Month	Actual Data	Forecast by 3-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	350								
2	285								
3	305								
4	290	313.3333	-23.33334	-23.33334	23.33334	544.4449	8.04598	-1	
5	330	293.3333	36.66666	13.33331	30	944.4443	9.578545	0.4444438	0.3611108
6	275	308.3333	-33.33334	-20.00003	31.11111	1000	10.4261	-0.642858	0.2164948
7	320	298.3333	21.66666	1.666626	28.75	867.3611	9.512283	0.0579696	0.1273368
8	290	308.3333	-18.33334	-16.66672	26.66667	761.1112	8.874195	-0.6250018	0.1535641
9	320	295	25	8.333282	26.38889	738.426	8.697246	0.3157875	0.1462994
10	280	310	-30	-21.66672	26.90476	761.508	8.985394	-0.8053116	0.1555284
11	330	296.6667	33.33334	11.66663	27.70834	805.2084	9.124847	0.4210511	0.1222695
12	285	310	-25	-13.33337	27.40741	785.1853	9.085634	-0.4864879	0.123902
13		298.3333							
CFE		-13.33337							
MAD		27.40741							
MSE		785.1853							
MAPE		9.085634							
Trk. Signal		-0.4864879							
R-square		0.123902							
		m=3							

Gambar 4. 15 Hasil Peramalan Metode MA *Software* WIN-QSB Untuk *Electrode*

Welding

Hasil peramalan *electrode welding* dengan menggunakan metode *Moving Average* dapat dilihat pada tabel di atas. Pada metode ini menghasilkan nilai MAD 27,40; MSE 785,18; dan MAPE sebesar 9,08%.

3. *Weighted Moving Average*

04-14-2026 Month	Actual Data	Forecast by 3-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE [%]	Tracking Signal	R-square
1	2198								
2	2025								
3	2050								
4	1970	2066.333	-96.33325	-96.33325	96.33325	9280.096	4.890013	-1	
5	2050	2005.833	44.16663	-52.16663	70.24994	5615.393	3.522241	-0.7425861	0.9971238
6	2080	2023.333	56.66663	4.5	65.72217	4813.964	3.25628	6.847005E-02	0.3008106
7	1800	2051.667	-251.6667	-247.1667	112.2083	19444.51	5.937581	-2.202749	0.3701134
8	1950	1935	15	-232.1667	92.76665	15600.61	4.903911	-2.502696	0.4456702
9	2100	1921.667	178.3334	-53.83337	107.0278	18300.97	5.501936	-0.5029851	0.2987833
10	2440	2000	440	386.1666	154.5952	43343.69	7.292058	2.497921	0.1678711
11	2028	2245	-217	169.1666	162.3958	43811.86	7.718076	1.041693	0.3145565
12	2105	2177.333	-72.33325	96.83337	152.3889	39525.21	7.242318	0.635436	0.3806863
13		2135.167							
CFE		96.83337							
MAD		152.3889							
MSE		39525.21							
MAPE		7.242318							
Trk.Signal		0.635436							
R-square		0.3806863							
		m=3							
		w(1)=1							
		w(2)=2							
		w(3)=3							

Gambar 4. 16 Hasil Peramalan Metode WMA *Software* WIN-QSB Untuk *Gloves*

Hasil peramalan *gloves* dengan menggunakan metode *Weighted Moving Average* dapat dilihat pada tabel di atas. Pada metode ini menghasilkan nilai MAD 152,38; MSE 39525,21; dan MAPE sebesar 7,24%.

04-14-2026 Month	Actual Data	Forecast by 3-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2000								
2	1650								
3	1450								
4	1520	1608.333	-88.33337	-88.33337	88.33337	7802.785	5.811406	-1	
5	1600	1518.333	81.66663	-6.666748	85	7236.111	5.457785	-7.843233E-02	
6	1620	1548.333	71.66663	64.99988	80.55554	6536.109	5.113145	0.8068952	
7	1420	1596.667	-176.6666	-111.6667	104.5833	12704.86	6.945187	-1.06773	0.3394938
8	1480	1516.667	-36.66663	-148.3334	90.99998	10432.77	6.051644	-1.630038	0.4264412
9	1580	1483.333	96.66663	-51.66675	91.94442	10251.38	6.062727	-0.5619346	0.4160171
10	1560	1520	40	-11.66675	84.52379	9015.472	5.562923	-0.1380292	0.4136513
11	1540	1553.333	-13.33337	-25.00012	75.62498	7910.76	4.975783	-0.3305802	0.4194992
12	1500	1553.333	-53.33337	-78.3335	73.14814	7347.837	4.81798	-1.070888	0.4226316
13		1523.333							
CFE		-78.3335							
MAD		73.14814							
MSE		7347.837							
MAPE		4.81798							
Trk.Signal		-1.070888							
R-square		0.4226316							
		m=3							
		w(1)=1							
		w(2)=2							
		w(3)=3							

Gambar 4. 17 Hasil Peramalan Metode MA *Software* WIN-QSB Untuk *Earplug*

Hasil peramalan *earplug* dengan menggunakan metode *Weighted Moving Average* dapat dilihat pada tabel di atas. Pada metode ini menghasilkan nilai MAD 73,14; MSE 7347,83; dan MAPE sebesar 4,81%.

04-14-2026 Month	Actual Data	Forecast by 3-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2545								
2	2380								
3	2445								
4	2365	2440	-75	-75	75	5625	3.171247	-1	
5	2455	2394.167	60.83325	-14.16675	67.91663	4662.842	2.82459	-0.2085903	0.2841215
6	2350	2423.333	-73.33325	-87.5	69.72217	4901.15	2.923248	-1.254981	0.5625531
7	2475	2387.5	87.5	0	74.16663	5589.925	3.076274	0	0.1540573
8	2360	2430	-70	-70	73.3333	5451.94	3.05424	-0.9545459	0.221168
9	2460	2396.667	63.33325	-6.666748	71.66663	5211.8	2.974287	-9.302445E-02	0.1420924
10	2340	2429.167	-89.16675	-95.8335	74.16664	5603.073	3.093752	-1.292138	0.1868574
11	2480	2383.333	96.66675	0.833252	76.97916	6070.746	3.194265	1.082438E-02	0.1308078
12	2350	2430	-80	-79.16675	77.3148	6107.33	3.217597	-1.023953	0.1510561
13		2391.667							
CFE		-79.16675							
MAD		77.3148							
MSE		6107.33							
MAPE		3.217597							
Trk.Signal		-1.023953							
R-square		0.1510561							
		m=3							
		w(1)=1							
		w(2)=2							
		w(3)=3							

Gambar 4. 18 Hasil Peramalan Metode WMA *Software* WIN-QSB Untuk *Bolt*

Hasil peramalan *bolt* dengan menggunakan metode *Weighted Moving Average* dapat dilihat pada tabel di atas. Pada metode ini menghasilkan nilai MAD 77,31; MSE 6107,33; dan MAPE sebesar 3,21%.

04-14-2026 Month	Actual Data	Forecast by 3-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	2000								
2	1880								
3	1910								
4	1875	1915	-40	-40	40	1600	2.133333	-1	
5	1960	1887.5	72.5	32.5	56.25	3428.125	2.916157	0.5777778	0.250865
6	1850	1923.333	-73.33337	-40.83337	61.94446	4078.011	3.265426	-0.6591933	0.1893278
7	1965	1890.833	74.16663	33.33325	65	4433.681	3.392665	0.5128193	0.1179714
8	1870	1925.833	-55.83337	-22.50012	63.16668	4170.417	3.311281	-0.3562024	0.1203981
9	1940	1898.333	41.66663	19.1665	59.58333	3764.699	3.117361	0.3216756	0.1138673
10	1860	1920.833	-60.83337	-41.66687	59.76191	3755.556	3.139254	-0.6972145	0.1213012
11	1950	1888.333	61.66663	19.99976	60	3761.458	3.142146	0.3333293	0.1173432
12	1865	1918.333	-53.33337	-33.33362	59.25926	3659.569	3.110763	-0.5625048	0.1175361
13	CFE	1892.5							
		-33.33362							
	MAD	59.25926							
	MSE	3659.569							
	MAPE	3.110763							
	Trk. Signal	-0.5625048							
	R-square	0.1175361							
		m=3							
		w(1)=1							
		w(2)=2							
		w(3)=3							

Gambar 4. 19 Hasil Peramalan Metode WMA *Software* WIN-QSB Untuk *O-Ring*

Hasil peramalan *o-ring* dengan menggunakan metode *Weighted Moving Average* dapat dilihat pada tabel di atas. Pada metode ini menghasilkan nilai MAD 59,25; MSE 2659,56; dan MAPE sebesar 3,11%.

04-14-2026 Month	Actual Data	Forecast by 3-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	350								
2	285								
3	305								
4	290	305.8333	-15.83334	-15.83334	15.83334	250.6948	5.459774	-1	
5	330	294.1667	35.83334	20	25.83334	767.3616	8.159182	0.7741932	0.3350697
6	275	312.5	-37.5	-17.5	29.72223	980.3244	9.984909	-0.5887849	0.1696735
7	320	295.8333	24.16666	6.666656	28.33334	881.2501	9.376701	0.2352937	0.1195768
8	290	306.6667	-16.66666	-10	26	760.5556	8.650785	-0.3846154	0.1231656
9	320	297.5	22.5	12.5	25.41667	718.1713	8.380863	0.4918033	0.1207687
10	280	310	-30	-17.5	26.07143	744.1469	8.71421	-0.6712329	0.1245245
11	330	295	35	17.5	27.1875	804.2535	8.950691	0.6436782	0.1136643
12	285	311.6667	-26.66666	-9.166656	27.12963	793.9043	8.995806	-0.3378836	0.1169093
13		299.1667							
CFE		-9.166656							
MAD		27.12963							
MSE		793.9043							
MAPE		8.995806							
Trk.Signal		-0.3378836							
R-square		0.1169093							
		m=3							
		w(1)=1							
		w(2)=2							
		w(3)=3							

Gambar 4. 20 Hasil Peramalan Metode WMA *Software* WIN-QSB Untuk

Electrode Welding

Hasil peramalan *electrode welding* dengan menggunakan metode *Weighted Moving Average* dapat dilihat pada tabel di atas. Pada metode ini menghasilkan nilai MAD 27,12; MSE 793,90; dan MAPE sebesar 8,99%.

4.2.1.3 Perhitungan Peramalan Barang *Consumable* menggunakan *Software*

Excel

Selanjutnya untuk perhitungan peramalan yang dilakukan menggunakan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*, *Moving Average*, dan *Weighted Moving Average* menggunakan bantuan *software excel*.

1. Metode *Single Exponential Smoothing*

Penentuan nilai parameter α (*alpha*) pada metode *Single Exponential Smoothing* tidak dilakukan secara subjektif, melainkan melalui proses pengujian menggunakan *software* POM-QM. Dalam penelitian ini, dilakukan percobaan beberapa nilai α pada rentang 0 hingga 1 untuk memperoleh parameter yang paling optimal. Setiap nilai α yang diuji kemudian dievaluasi berdasarkan tingkat kesalahan peramalan yang dihasilkan. Nilai α yang dipilih adalah nilai yang menghasilkan tingkat kesalahan peramalan paling kecil, sehingga dianggap mampu memberikan hasil peramalan yang paling akurat dan representatif terhadap pola data permintaan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai α yang optimal berbeda untuk setiap jenis barang *consumable*. Perbedaan ini disebabkan oleh karakteristik pola permintaan masing-masing barang yang tidak sama, sehingga memerlukan tingkat pembobotan yang berbeda antara data aktual terbaru dan data sebelumnya. Berdasarkan hasil pengolahan menggunakan *software*, diperoleh nilai α untuk masing-masing item, yaitu *gloves* sebesar 0,49; *earplug* sebesar 0,76; *bolt* sebesar 0,27; *oring* sebesar 0,22; dan *electrode welding* sebesar 0,24. Nilai-nilai tersebut dipilih karena memberikan tingkat kesalahan peramalan paling kecil dibandingkan dengan nilai α lainnya, sehingga digunakan dalam peramalan pada penelitian ini.

A. *Gloves*

Berikut merupakan hasil peramalan permintaan *gloves* yang telah dihitung menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES).

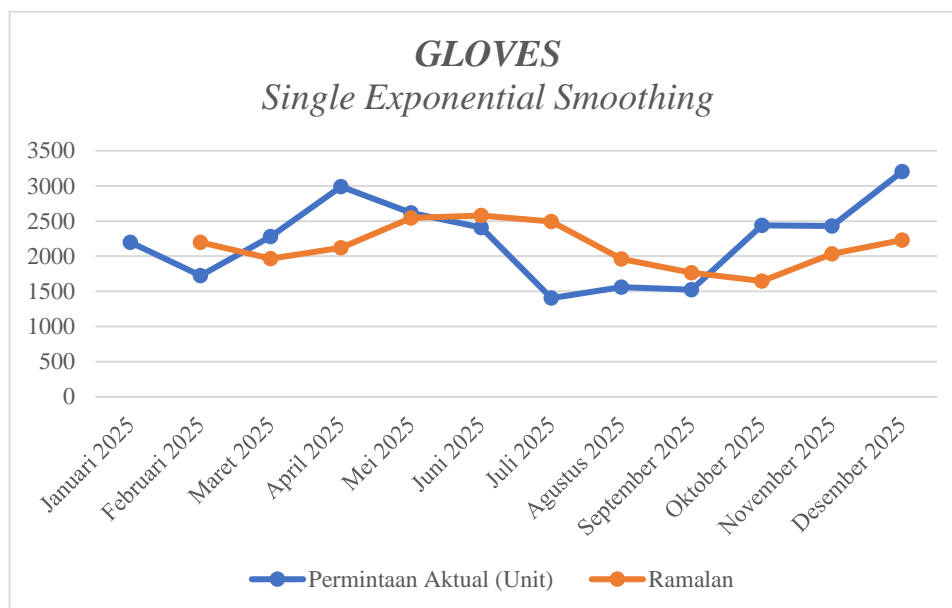
Tabel 4. 7 Hasil Peramalan *Gloves* Metode SES ($\alpha = 0,49$)

Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan SES ($\alpha = 0,49$)
1	Januari 2025	2198	
2	Februari 2025	2025	2198
3	Maret 2025	2050	2113
4	April 2025	1970	2082
5	Mei 2025	2050	2027
6	Juni 2025	2080	2038
7	Juli 2025	1800	2059
8	Agustus 2025	1950	1932
9	September 2025	2100	1941
10	Oktober 2025	2440	2019
11	November 2025	2028	2225
12	Desember 2025	2105	2128
13	Januari 2026		2117
TOTAL		24796	24879
AVERAGE		2067	2074

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 \text{SES} &= (\alpha \times A_{t-1}) + (1 - \alpha)F_{t-1} \\
 &= (0,49 \times 2025) + (1 - 0,49) 2198 \\
 &= 2113 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan peramalan *gloves* dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dengan nilai $\alpha = 0,49$ diperoleh hasil peramalan permintaan pada bulan Maret 2026 sebanyak 2113. Secara keseluruhan, total hasil peramalan sebesar 24879 *pack*.



Gambar 4. 21 Grafik Perbandingan *Gloves* Berdasarkan Metode SES ($\alpha = 0,49$)

Dari grafik perbandingan data aktual dan peramalan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,49$ dapat diketahui bahwa garis peramalan mengikuti pola pergerakan data aktual secara umum. Hal ini terlihat pada bulan Maret dimana permintaan aktual sebesar 2050 sedangkan peramalan mencapai 2113.

Perhitungan kesalahan peramalan dilakukan untuk mengukur sejauh mana akurasi peramalan dibandingkan dengan data aktual, serta mengidentifikasi tingkat kesalahan yang terjadi dalam setiap periode. Adapun hasil perhitungan dari peramalan menggunakan metode *single exponential smoothing* sebagai berikut:

Tabel 4. 8 Hasil Kesalahan Peramalan *Gloves* Metode SES

Bulan	Permintaan Aktual	F	Error	Error	Square	%Error	%Error
Jan-25	2198						
Feb-25	2025	2198	-173	173	29929	-9	9
Mar-25	2050	2113	-63	63	3969	-3	3
Apr-25	1970	2082	-112	112	12544	-6	6

Bulan	Permintaan Aktual	F	Error	Error/	Square	%Error	%Error/
Mei-25	2050	2027	23	23	529	1	1
Jun-25	2080	2038	42	42	1764	2	2
Jul-25	1800	2059	-259	259	67081	-14	14
Aug-25	1950	1932	18	18	324	1	1
Sep-25	2100	1941	159	159	25281	8	8
Okt-25	2440	2019	421	421	177241	17	17
Nov-25	2028	2225	-197	197	38809	-10	10
Des-25	2105	2128	-23	23	529	-1	1
Jan-26		2117					
TOTAL	24796	24879	-164	1490	358000	-14	72

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \\ &= \sum \left| \frac{1490}{11} \right| \\ &= 135,45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \\ &= \frac{358000}{11} \\ &= 32545,45 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \sum \frac{\left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100\% \\ &= \frac{72}{11} \\ &= 6,54\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan peramalan *gloves* menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dengan nilai $\alpha = 0,49$ diperoleh ukuran kesalahan peramalan yang menunjukkan tingkat akurasi metode tersebut. Nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) sebesar 135,45; Nilai *Mean Squared Error*

(MSE) sebesar 332545,45 sementara itu, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 6,54%.

B. *Earplug*

Berikut merupakan hasil peramalan permintaan *earplug* yang telah dihitung menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES).

Tabel 4. 9 Hasil Peramalan *Earplug* Metode SES ($\alpha = 0,76$)

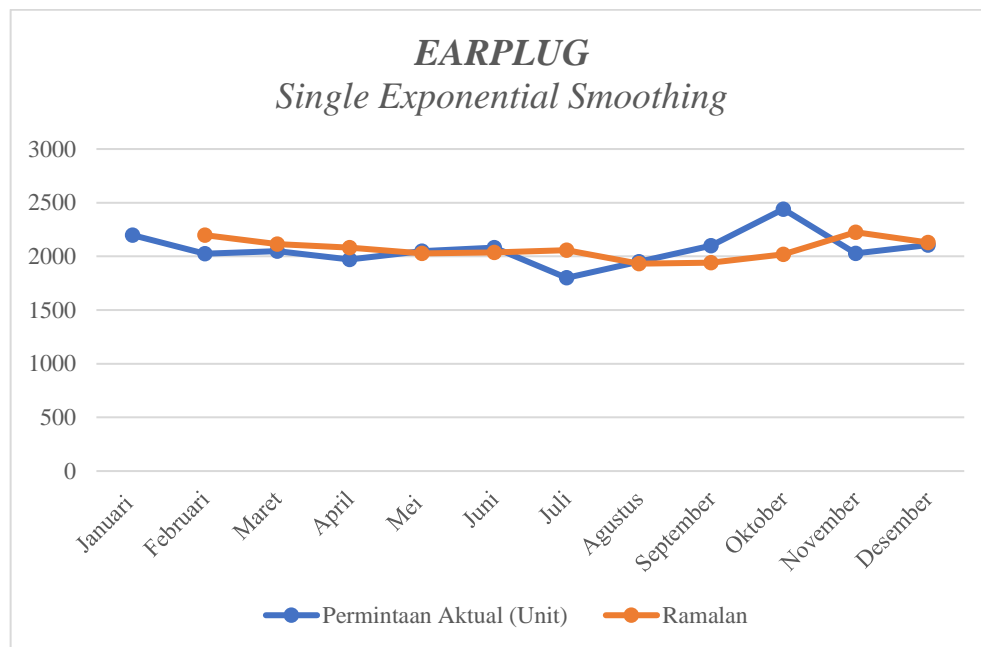
Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan SES ($\alpha = 0,76$)
1	Januari 2025	2000	
2	Februari 2025	1650	2000
3	Maret 2025	1450	1734
4	April 2025	1520	1518
5	Mei 2025	1600	1520
6	Juni 2025	1620	1581
7	Juli 2025	1420	1611
8	Agustus 2025	1480	1466
9	September 2025	1580	1477
10	Oktober 2025	1560	1555
11	November 2025	1540	1559
12	Desember 2025	1500	1545
13	Januari 2026		1511
TOTAL		18920	19077
AVERAGE		1577	1590

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 \text{SES} &= (\alpha \times A_{t-1}) + (1 - \alpha) F_{t-1} \\
 &= (0,49 \times 1650) + (1 - 0,49) 2000 \\
 &= 1734 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan peramalan dengan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dengan nilai $\alpha = 0,76$ diperoleh hasil peramalan permintaan pada

bulan Maret 2026 sebanyak 1734. Secara keseluruhan, total hasil peramalan sebesar 19077 *pack*.



Gambar 4. 22 Grafik Perbandingan *Earplug* Berdasarkan Metode SES ($\alpha = 0,76$)

Dari grafik perbandingan data aktual dan peramalan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,76$ dapat diketahui bahwa garis peramalan mengikuti pola pergerakan data aktual secara umum. Hal ini terlihat pada bulan Maret dimana permintaan aktual sebesar 1450 *pack* sedangkan peramalan mencapai 1734 *pack*.

Perhitungan kesalahan peramalan dilakukan untuk mengukur sejauh mana akurasi peramalan dibandingkan dengan data aktual, serta mengidentifikasi tingkat kesalahan yang terjadi dalam setiap periode. Adapun hasil perhitungan dari peramalan menggunakan metode *single exponential smoothing* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Hasil Kesalahan Peramalan *Earplug* Metode SES

Bulan	Permintaan Aktual	F	Error	Error	Square	%Error	%Error
Jan-25	2000						
Feb-25	1650	2000	-350	350	122500	-21	21
Mar-25	1450	1734	-284	284	80656	-20	20
Apr-25	1520	1518	2	2	4	0	0
Mei-25	1600	1520	80	80	6400	5	5
Jun-25	1620	1581	39	39	1521	2	2
Jul-25	1420	1611	-191	191	36481	-13	13
Aug-25	1480	1466	14	14	196	1	1
Sep-25	1580	1477	103	103	10609	7	7
Okt-25	1560	1555	5	5	25	0	0
Nov-25	1540	1559	-19	19	361	-1	1
Des-25	1500	1545	-45	45	2025	-3	3
Jan-26		1511					
TOTAL	18920	19077	-646	1132	260778	-43	73

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \\ &= \sum \left| \frac{1132}{11} \right| \\ &= 102,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \\ &= \frac{260778}{11} \\ &= 23707,09 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \sum \frac{\left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100\% \\ &= \frac{73}{11} \\ &= 6,63\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan peramalan *earplug* menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dengan nilai $\alpha = 0,76$ diperoleh ukuran kesalahan peramalan yang menunjukkan tingkat akurasi metode tersebut. Nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) sebesar 102,9; Nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 23707,09 sementara itu, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 6,36%.

C. Bolt

Berikut merupakan hasil peramalan permintaan *bolt* yang telah dihitung menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES).

Tabel 4. 11 Hasil Peramalan *Bolt* Metode SES ($\alpha = 0,27$)

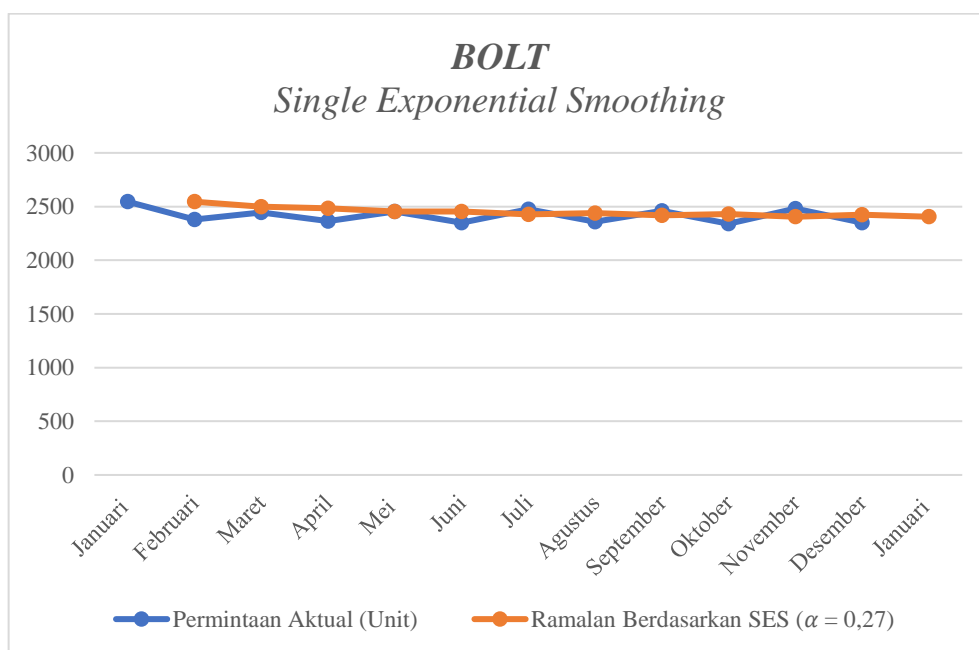
Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan SES ($\alpha = 0,27$)
1	Januari 2025	2545	
2	Februari 2025	2380	2545
3	Maret 2025	2445	2500
4	April 2025	2365	2485
5	Mei 2025	2455	2453
6	Juni 2025	2350	2454
7	Juli 2025	2475	2426
8	Agustus 2025	2360	2439
9	September 2025	2460	2418
10	Oktober 2025	2340	2429
11	November 2025	2480	2405
12	Desember 2025	2350	2425
13	Januari 2026		2405
TOTAL		29005	29384
AVERAGE		1418	2449

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned} \text{SES} &= (\alpha \times A_{t-1}) + (1 - \alpha)F_{t-1} \\ &= (0,27 \times 2380) + (1 - 0,73) 1545 \end{aligned}$$

= 2500 pack

Berdasarkan perhitungan peramalan *bolt* dengan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dengan nilai $\alpha = 0,27$ diperoleh hasil peramalan permintaan pada bulan Maret 2026 sebanyak 2500 pack. Secara keseluruhan, total hasil peramalan sebesar 29384 pack.



Gambar 4. 23 Grafik Perbandingan *Bolt* Berdasarkan Metode SES ($\alpha = 0,27$)

Dari grafik perbandingan data aktual dan peramalan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,27$ dapat diketahui bahwa garis peramalan mengikuti pola pergerakan data aktual secara umum. Hal ini terlihat pada bulan Maret dimana permintaan aktual sebesar 2445 pack sedangkan peramalan mencapai 2500 pack.

Perhitungan kesalahan peramalan dilakukan untuk mengukur sejauh mana akurasi peramalan dibandingkan dengan data aktual, serta mengidentifikasi tingkat kesalahan yang terjadi dalam setiap periode. Adapun hasil perhitungan dari

peramalan produksi menggunakan metode *single exponential smoothing* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Hasil Kesalahan Peramalan *Bolt* Metode SES

Bulan	Permintaan Aktual	F	Error	Error	Square	%Error	%Error
Jan-25	2545						
Feb-25	2380	2545	-165	165	27225	-7	7
Mar-25	2445	2500	-55	55	3025	-2	2
Apr-25	2365	2485	-120	120	14400	-5	5
Mei-25	2455	2453	2	2	4	0	0
Jun-25	2350	2454	-104	104	10816	-4	4
Jul-25	2475	2426	49	49	2401	2	2
Aug-25	2360	2439	-79	79	6241	-3	3
Sep-25	2460	2418	42	42	1764	2	2
Okt-25	2340	2429	-89	89	7921	-5	5
Nov-25	2480	2405	75	75	5625	3	3
Des-25	2350	2425	-75	75	5625	-3	3
Jan-26		2405					
TOTAL	29005	29384	-519	855	85047	-22	36

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \\ &= \sum \left| \frac{855}{11} \right| \\ &= 77,72 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \\ &= \frac{85047}{11} \\ &= 7731,54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \sum \frac{\left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100\% \\ &= \frac{36}{11} \end{aligned}$$

$$= 3,27\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan peramalan *gloves* menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dengan nilai $\alpha = 0,27$ diperoleh ukuran kesalahan peramalan yang menunjukkan tingkat akurasi metode tersebut. Nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) sebesar 77,72; Nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 7731,54 sementara itu, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 3,27%.

D. O-Ring

Berikut merupakan hasil peramalan permintaan *o-ring* yang telah dihitung menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES).

Tabel 4. 13 Hasil Peramalan *O-Ring* Metode SES($\alpha = 0,22$)

Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan SES ($\alpha = 0,22$)
1	Januari 2025	2000	
2	Februari 2025	1880	2000
3	Maret 2025	1910	1974
4	April 2025	1875	1960
5	Mei 2025	1960	1941
6	Juni 2025	1850	1945
7	Juli 2025	1965	1924
8	Agustus 2025	1870	1933
9	September 2025	1940	1919
10	Oktober 2025	1860	1924
11	November 2025	1950	1910
12	Desember 2025	1865	1919
13	Januari 2026		1907
TOTAL		10925	23256
AVERAGE		1910.416667	1938

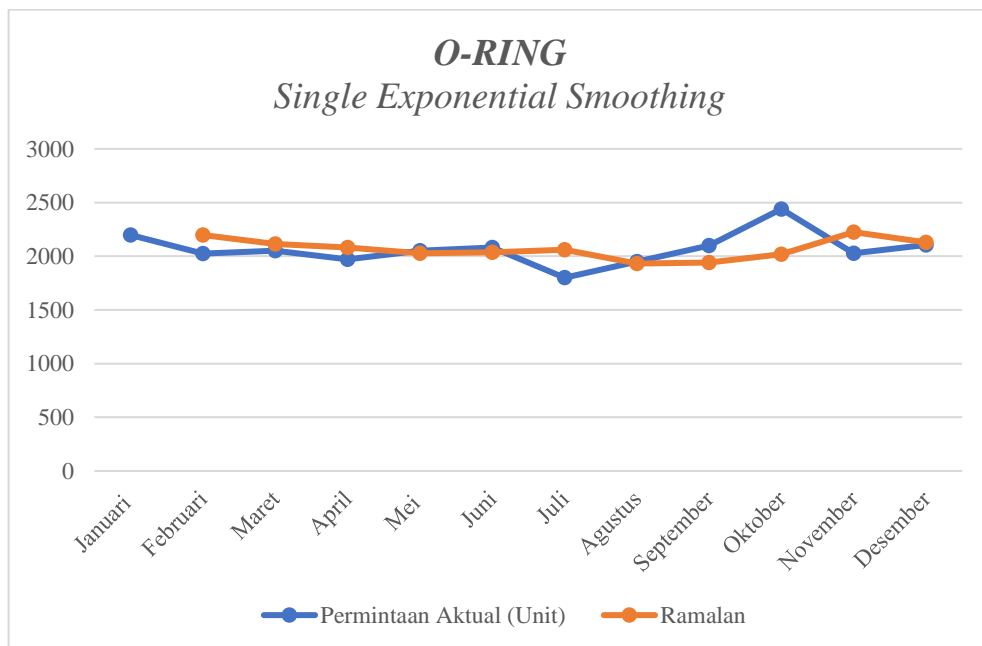
Sumber : Data diolah (2026)

$$SES = (\alpha \times At-1) + (1 - \alpha)Ft-1$$

$$= (0,22 \times 1880) + (1 - 0,22) 2000$$

= 1974 *pack*

Berdasarkan perhitungan peramalan *bolt* dengan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dengan nilai $\alpha = 0,22$ diperoleh hasil peramalan permintaan pada bulan Maret 2026 sebanyak 1974. Secara keseluruhan, total hasil peramalan permintaan dari bulan Februari 2026 sampai Januari 2027 sebesar 23256 *pack*.



Gambar 4. 24 Grafik Perbandingan *O-Ring* Berdasarkan Metode SES ($\alpha = 0,22$)

Dari grafik perbandingan data aktual dan peramalan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,22$ dapat diketahui bahwa garis peramalan mengikuti pola pergerakan data aktual secara umum. Hal ini terlihat pada bulan Maret dimana permintaan aktual sebesar 1910 *pack* sedangkan peramalan mencapai 1974 *pack*.

Perhitungan kesalahan peramalan dilakukan untuk mengukur sejauh mana akurasi peramalan dibandingkan dengan data aktual, serta mengidentifikasi tingkat kesalahan yang terjadi dalam setiap periode. Adapun hasil perhitungan dari

peramalan menggunakan metode *single exponential smoothing* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 14 Hasil Kesalahan Peramalan *O-Ring* Metode SES

Bulan	Permintaan Aktual	F	Error	Error	Square	%Error	%Error
Jan-25	2000						
Feb-25	1880	2000	-120	120	14400	-6	6
Mar-25	1910	1974	-64	64	4096	-3	3
Apr-25	1875	1960	-85	85	7225	-5	5
Mei-25	1960	1941	19	19	361	1	1
Jun-25	1850	1945	-95	95	9025	-5	5
Jul-25	1965	1924	41	41	1681	2	2
Aug-25	1870	1933	-63	63	3969	-3	3
Sep-25	1940	1919	21	21	441	1	1
Okt-25	1860	1924	-64	64	4096	-5	5
Nov-25	1950	1910	40	40	1600	2	2
Des-25	1865	1919	-54	54	2916	-3	3
Jan-26		1907					
TOTAL	10925	11256	-424	666	49810	-24	36

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \\ &= \sum \left| \frac{666}{11} \right| \\ &= 60,54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \\ &= \frac{49810}{11} \\ &= 4528,18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \sum \frac{\left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100\% \\ &= \frac{36}{11} \end{aligned}$$

$$= 3,27\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan peramalan *gloves* menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dengan nilai $\alpha = 0,22$ diperoleh ukuran kesalahan peramalan yang menunjukkan tingkat akurasi metode tersebut. Nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) sebesar 60,54; Nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 4528,18 sementara itu, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 3,27%.

E. *Electrode welding*

Berikut merupakan hasil peramalan permintaan *electrode welding* yang telah dihitung menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES).

Tabel 4. 15 Hasil Peramalan *Electrode welding* Metode SES ($\alpha = 0,24$)

Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan SES ($\alpha = 0,24$)
1	Januari 2025	350	
2	Februari 2025	285	350
3	Maret 2025	305	334
4	April 2025	290	327
5	Mei 2025	330	318
6	Juni 2025	275	321
7	Juli 2025	320	310
8	Agustus 2025	290	312
9	September 2025	320	307
10	Oktober 2025	280	310
11	November 2025	330	303
12	Desember 2025	285	309
13	Januari 2026		303
TOTAL		3660	3804
AVERAGE		305	317

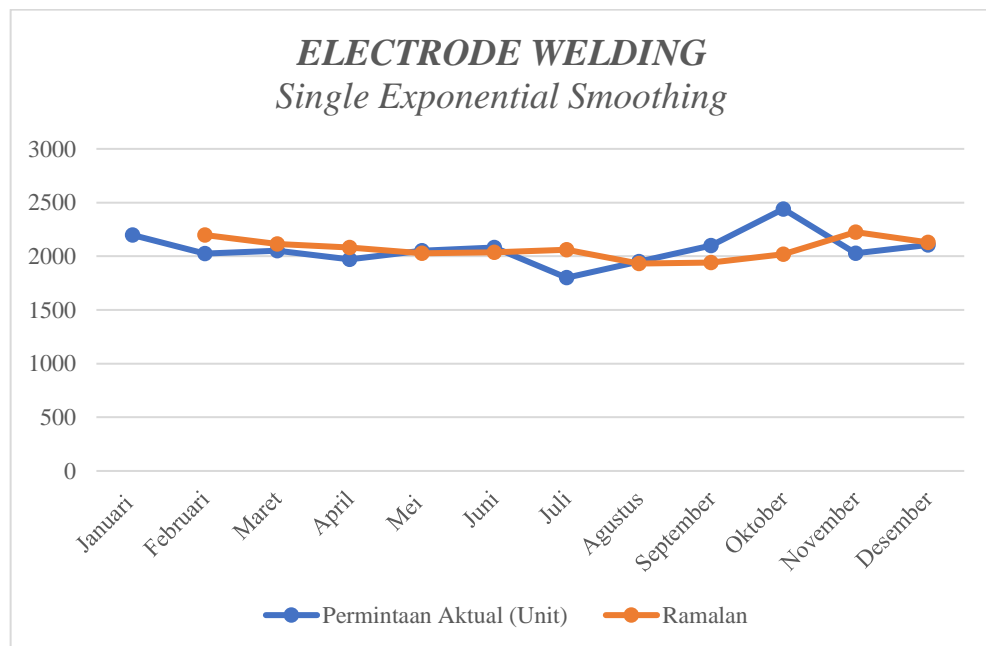
Sumber : Data diolah (2026)

$$\text{SES} = (\alpha \times A_{t-1}) + (1 - \alpha)F_{t-1}$$

$$= (0,24 \times 285) + (1 - 0,76) 350$$

= 334 pack

Berdasarkan perhitungan peramalan *bolt* dengan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dengan nilai $\alpha = 0,24$ diperoleh hasil peramalan permintaan pada bulan Maret 2026 sebanyak 334. Secara keseluruhan, total hasil peramalan permintaan dari bulan Februari 2026 sampai Januari 2027 sebesar 3804 pack.



Gambar 4. 25 Grafik Perbandingan *Electrode Welding* Berdasarkan Metode SES ($\alpha = 0,24$)

Dari grafik perbandingan data aktual dan peramalan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* dengan $\alpha = 0,24$ dapat diketahui bahwa garis peramalan mengikuti pola pergerakan data aktual secara umum. Hal ini terlihat pada bulan Maret dimana permintaan aktual sebesar 305 pack sedangkan peramalan mencapai 334 pack.

Perhitungan kesalahan peramalan dilakukan untuk mengukur sejauh mana akurasi peramalan dibandingkan dengan data aktual, serta mengidentifikasi tingkat

kesalahan yang terjadi dalam setiap periode. Adapun hasil perhitungan dari peramalan produksi menggunakan metode *single exponential smoothing* adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 16 Hasil Kesalahan Peramalan *Electrode welding* Metode SES

Bulan	Permintaan Aktual	F	Error	Error	Square	%Error	%Error
Jan-25	350						
Feb-25	285	350	-65	65	4225	-23	23
Mar-25	305	334	-29	29	841	-10	10
Apr-25	290	327	-37	37	1369	-13	13
Mei-25	330	318	12	12	144	4	4
Jun-25	275	321	-46	46	2116	-17	17
Jul-25	320	310	10	10	100	3	3
Aug-25	290	312	-22	22	484	-8	8
Sep-25	320	307	13	13	169	4	4
Okt-25	280	310	-30	30	900	-11	11
Nov-25	330	303	27	27	729	8	8
Des-25	285	309	-24	24	576	-8	8
Jan-26		303					
TOTAL	3660	3804	-191	315	11653	-71	109

Sumber : Data diolah (2026)

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right|$$

$$= \sum \left| \frac{315}{11} \right|$$

$$= 28,63$$

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

$$= \frac{11653}{11}$$

$$= 1059,36$$

$$MAPE = \sum \frac{\left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{109}{11}$$

$$= 9,9\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan peramalan *gloves* menggunakan metode *Single Exponential Smoothing* (SES) dengan nilai $\alpha = 0,24$ diperoleh ukuran kesalahan peramalan yang menunjukkan tingkat akurasi metode tersebut. Nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) sebesar 28,63; Nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 1059,36 sementara itu, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 9,9%.

2. Metode *Moving Average*

Metode *Moving Average* (rata-rata bergerak) adalah teknik peramalan yang digunakan untuk menganalisis data deret waktu (*time series*) dengan cara membuat rata-rata dari sekumpulan data masa lalu untuk memperkirakan nilai di masa depan.

A. *Gloves*

Berikut merupakan hasil peramalan pembelian *gloves* yang telah dihitung menggunakan metode *Moving Average*.

Tabel 4. 17 Hasil Peramalan *Gloves* Metode MA

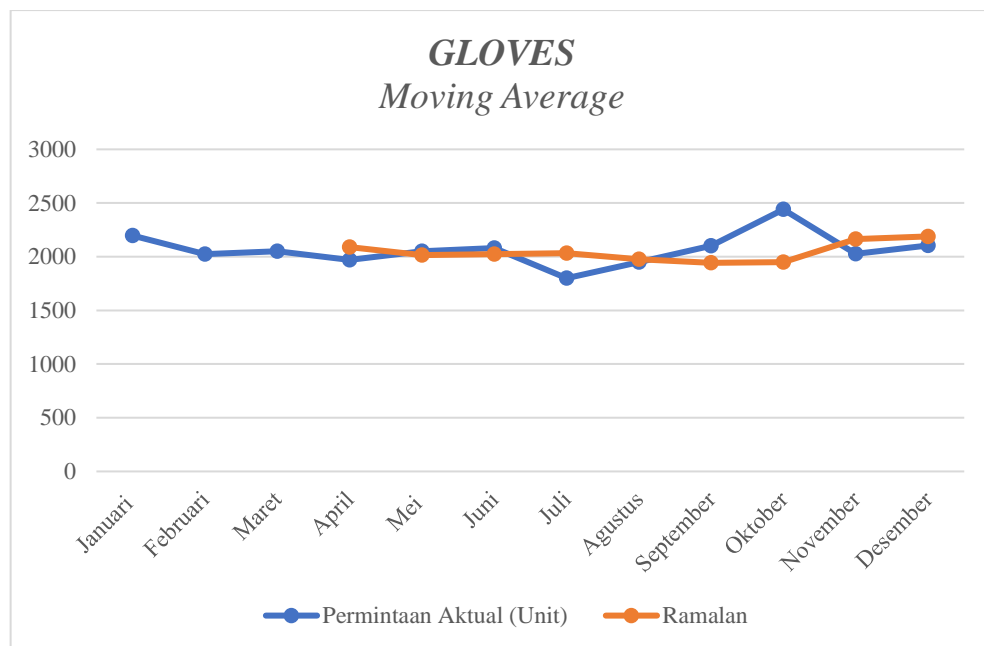
Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan <i>Moving Average</i>
1	Januari 2025	2198	
2	Februari 2025	2025	
3	Maret 2025	2050	
4	April 2025	1970	2091
5	Mei 2025	2050	2015
6	Juni 2025	2080	2023
7	Juli 2025	1800	2033
8	Agustus 2025	1950	1977

Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan Moving Average
9	September 2025	2100	1943
10	Oktober 2025	2440	1950
11	November 2025	2028	2163
12	Desember 2025	2105	2189
13	Januari 2026		2191
TOTAL		24796	20575
AVERAGE		2067	2058

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 MA &= \frac{\sum \text{demand pada } n \text{ periode sebelumnya}}{n} \\
 &= \frac{2198+2025+2050}{3} \\
 &= 2091 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan peramalan *gloves* menggunakan metode *Moving Average* seperti diatas, didapatkan hasil peramalan periode April adalah sebesar 2091 *pack*.



Gambar 4. 26 Grafik Perbandingan *Gloves* Berdasarkan Metode MA

Berdasarkan perhitungan peramalan *gloves* dengan metode *Moving Average* diperoleh hasil peramalan permintaan pada bulan April 2026 sebanyak 2091 *pack*. Secara keseluruhan, total hasil peramalan permintaan dari bulan Februari 2026 sampai Januari 2027 sebesar 20575 *pack*.

Berikut ini adalah hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Moving Average*, yang bertujuan untuk mengukur seberapa akurat metode ini dalam meramalkan permintaan. Kesalahan peramalan dihitung dengan membandingkan nilai ramalan dengan data permintaan aktual, sehingga dapat diketahui sejauh mana selisih antara keduanya:

Tabel 4. 18 Hasil Kesalahan Peramalan *Gloves* Metode MA

Bulan	Permintaan Aktual	F	Error	Error	Square	%Error	%Error
Jan-25	2198						
Feb-25	2025						
Mar-25	2050						
Apr-25	1970	2091	-121	121	14641	-6	6
Mei-25	2050	2015	35	35	1225	2	2
Jun-25	2080	2023	57	57	3249	3	3
Jul-25	1800	2033	-233	233	54289	-13	13
Aug-25	1950	1977	-27	27	729	-1	1
Sep-25	2100	1943	157	157	24649	7	7
Okt-25	2440	1950	490	490	240100	20	20
Nov-25	2028	2163	-135	135	18225	-7	7
Des-25	2105	2189	-84	84	7056	-4	4
Jan-26		2191					
TOTAL	24796	20575	139	1339	364163	1	63

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \\ &= \sum \left| \frac{1339}{9} \right| \end{aligned}$$

$$= 148,77$$

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

$$= \frac{364163}{9}$$

$$= 40462,55$$

$$\text{MAPE} = \sum \frac{\frac{|A_t - F_t|}{A_t}}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{63}{9}$$

$$= 7\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Moving Average*, diperoleh nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) sebesar 148,77; nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 40462,55 selanjutnya, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 7%.

B. *Earplug*

Berikut merupakan hasil peramalan pembelian *earplug* yang telah dihitung menggunakan metode *Moving Average*.

Tabel 4. 19 Hasil Peramalan *Earplug* Metode MA

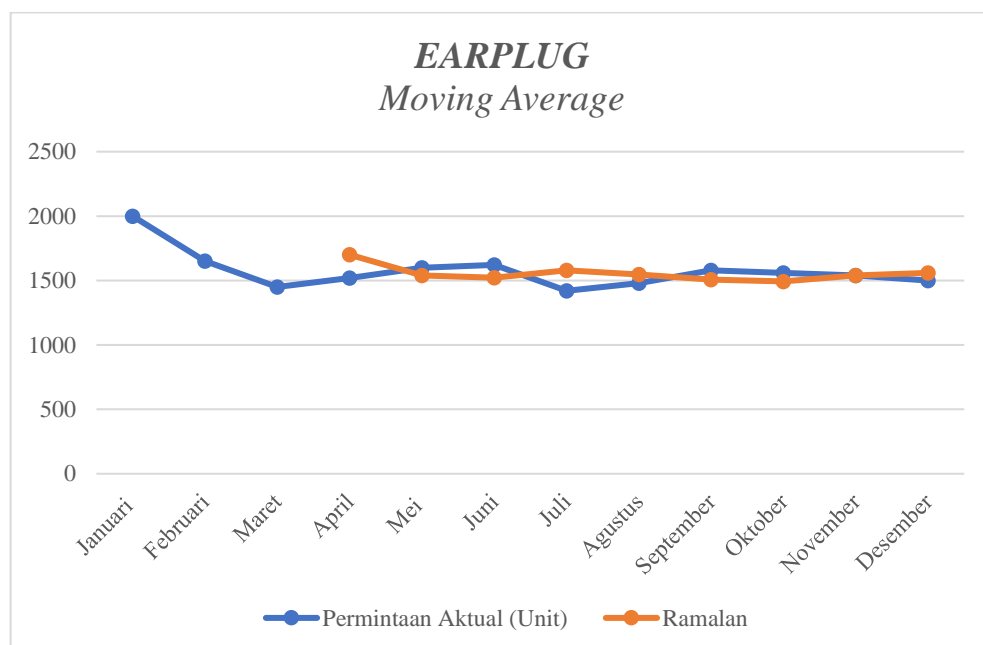
Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan <i>Moving Average</i>
1	Januari 2025	2000	
2	Februari 2025	1650	
3	Maret 2025	1450	
4	April 2025	1520	1700
5	Mei 2025	1600	1540
6	Juni 2025	1620	1523
7	Juli 2025	1420	1580
8	Agustus 2025	1480	1547
9	September 2025	1580	1507

Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan <i>Moving Average</i>
10	Oktober 2025	1560	1493
11	November 2025	1540	1540
12	Desember 2025	1500	1560
13	Januari 2026		1533
TOTAL		18920	15523
AVERAGE		1577	1553

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 MA &= \frac{\sum \text{demand pada } n \text{ periode sebelumnya}}{n} \\
 &= \frac{2000+1650+1450}{3} \\
 &= 1700 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan peramalan *earplug* menggunakan metode *Moving Average* seperti diatas, didapatkan hasil peramalan periode April adalah sebesar 1700 *pack*.



Gambar 4. 27 Grafik Perbandingan *Earplug* Berdasarkan Metode MA

Berdasarkan perhitungan peramalan *earplug* dengan metode *Moving Average* diperoleh hasil peramalan permintaan pada bulan Maret 2026 sebanyak 1700 *pack*. Secara keseluruhan, total hasil peramalan permintaan sebesar 15523 *pack*.

Berikut ini adalah hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Moving Average*, yang bertujuan untuk mengukur seberapa akurat metode ini dalam meramalkan permintaan. Kesalahan peramalan dihitung dengan membandingkan nilai ramalan dengan data permintaan aktual, sehingga dapat diketahui sejauh mana selisih antara keduanya:

Tabel 4. 20 Hasil Kesalahan Peramalan *Earplug* Metode MA

Bulan	Permintaan Aktual	F	Error	Error	Square	%Error	%Error
Jan-25	2000						
Feb-25	1650						
Mar-25	1450						
Apr-25	1520	1700	-180	180	32400	-12	12
Mei-25	1600	1540	60	60	3600	4	4
Jun-25	1620	1523	97	97	9409	6	6
Jul-25	1420	1580	-160	160	25600	-11	11
Aug-25	1480	1547	-67	67	4489	-5	5
Sep-25	1580	1507	73	73	5329	5	5
Okt-25	1560	1493	67	67	4489	4	4
Nov-25	1540	1540	0	0	0	0	0
Des-25	1500	1560	-60	60	3600	-4	4
Jan-26		1533					
TOTAL	18920	15523	-170	764	88916	-13	51

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 \text{MAD} &= \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \\
 &= \sum \left| \frac{764}{9} \right| \\
 &= 84,88
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \\ &= \frac{88916}{9} \\ &= 9879,55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \sum \frac{\frac{|A_t - F_t|}{A_t}}{n} \times 100\% \\ &= \frac{51}{9} \\ &= 5,66\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Moving Average*, diperoleh nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) sebesar 84,88; nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 9879,55 selanjutnya, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 5,66%.

C. Bolt

Berikut merupakan hasil peramalan pembelian *bolt* yang telah dihitung menggunakan metode *Moving Average*.

Tabel 4. 21 Hasil Peramalan *Bolt* Metode MA

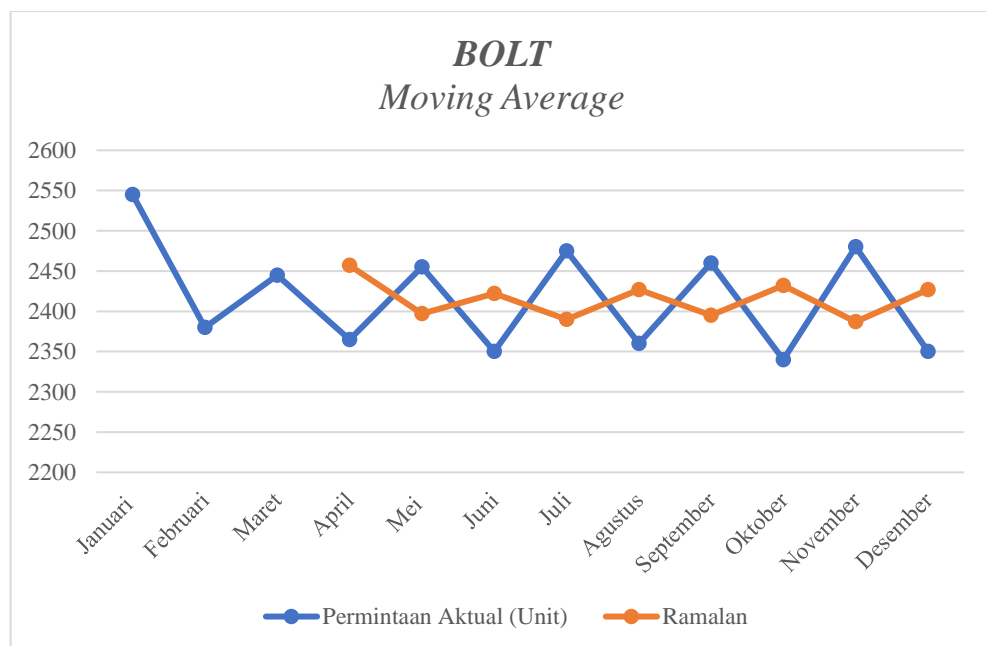
Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan <i>Moving Average</i>
1	Januari 2025	2545	
2	Februari 2025	2380	
3	Maret 2025	2445	
4	April 2025	2365	2457
5	Mei 2025	2455	2397
6	Juni 2025	2350	2422
7	Juli 2025	2475	2390
8	Agustus 2025	2360	2427
9	September 2025	2460	2395
10	Oktober 2025	2340	2432
11	November 2025	2480	2387

Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan <i>Moving Average</i>
12	Desember 2025	2350	2427
13	Januari 2026		2390
TOTAL		29005	24124
AVERAGE		2418	2413

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 MA &= \frac{\sum \text{demand pada } n \text{ periode sebelumnya}}{n} \\
 &= \frac{2545+2380+2445}{3} \\
 &= 2457 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan peramalan *bolt* menggunakan metode *Moving Average* seperti diatas, didapatkan hasil peramalan periode April adalah sebesar 2457 pack.



Gambar 4. 28 Grafik Perbandingan *Bolt* Berdasarkan Metode MA

Berdasarkan perhitungan peramalan *bolt* dengan metode *Moving Average* diperoleh hasil peramalan permintaan pada bulan Maret 2026 sebanyak 2457 *pack*. Secara keseluruhan, total hasil peramalan permintaan sebesar 24124 *pack*.

Berikut ini adalah hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Moving Average*, yang bertujuan untuk mengukur seberapa akurat metode ini dalam meramalkan permintaan. Kesalahan peramalan dihitung dengan membandingkan nilai ramalan dengan data permintaan aktual, sehingga dapat diketahui sejauh mana selisih antara keduanya:

Tabel 4. 22 Hasil Kesalahan Peramalan *Bolt* Metode MA

Bulan	Permintaan Aktual	F	Error	Error	Square	%Error	%Error
Jan-25	2545						
Feb-25	2380						
Mar-25	2445						
Apr-25	2365	2457	-92	92	8464	-4	4
Mei-25	2455	2397	58	58	3364	2	2
Jun-25	2350	2422	-72	72	5184	-3	3
Jul-25	2475	2390	85	85	7225	3	3
Aug-25	2360	2427	-67	67	4489	-3	3
Sep-25	2460	2395	65	65	4225	3	3
Okt-25	2340	2432	-92	92	8464	-4	4
Nov-25	2480	2387	93	93	8649	4	4
Des-25	2350	2427	-77	77	5929	-3	3
Jan-26		2390					
TOTAL	29005	24124	-99	701	55993	-5	29

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 \text{MAD} &= \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \\
 &= \sum \left| \frac{701}{9} \right| \\
 &= 77,88
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \\ &= \frac{55993}{9} \\ &= 6221,44 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MAPE} &= \sum \frac{\left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100\% \\ &= \frac{29}{9} \\ &= 3,22\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Moving Average*, diperoleh nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) sebesar 77,88; nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 6221,44 selanjutnya, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 3,22%.

D. *O-Ring*

Berikut merupakan hasil peramalan pembelian *o-ring* yang telah dihitung menggunakan metode *Moving Average*.

Tabel 4. 23 Hasil Peramalan *O-Ring* Metode MA

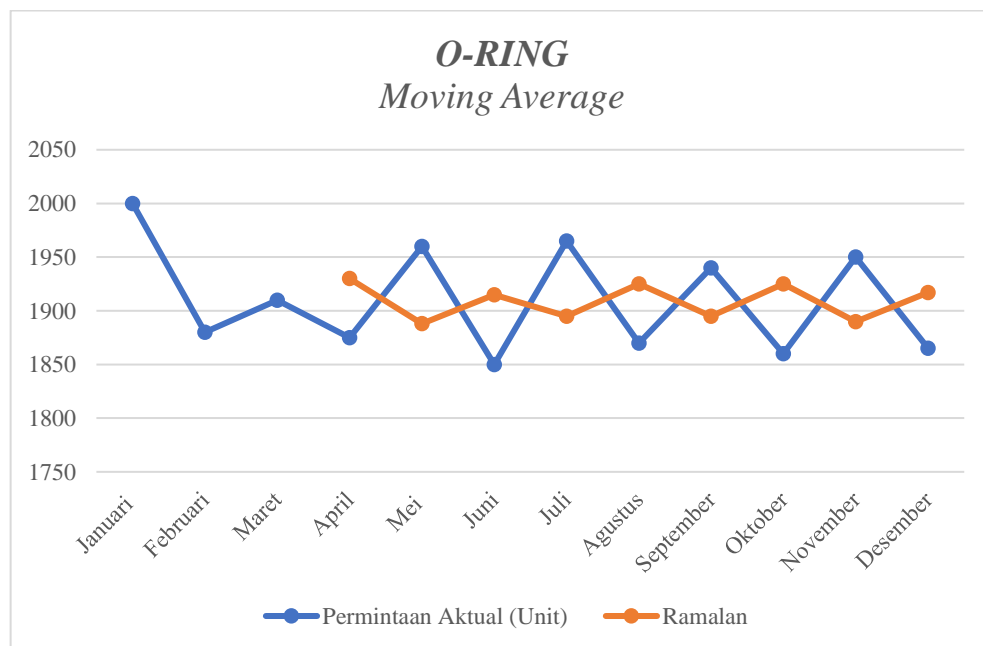
Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan <i>Moving Average</i>
1	Januari 2025	2000	
2	Februari 2025	1880	
3	Maret 2025	1910	
4	April 2025	1875	1930
5	Mei 2025	1960	1888
6	Juni 2025	1850	1915
7	Juli 2025	1965	1895
8	Agustus 2025	1870	1925
9	September 2025	1940	1895
10	Oktober 2025	1860	1925
11	November 2025	1950	1890

Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan Moving Average
12	Desember 2025	1865	1917
13	Januari 2026		1892
TOTAL		22925	19072
AVERAGE		1910.416667	1907.2

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 MA &= \frac{\sum \text{demand pada } n \text{ periode sebelumnya}}{n} \\
 &= \frac{2000+1880+1910}{3} \\
 &= 1930 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan peramalan *o-ring* menggunakan metode *Moving Average* seperti diatas, didapatkan hasil peramalan periode April adalah sebesar 1930 *pack*.



Gambar 4. 29 Grafik Perbandingan *O-Ring* Berdasarkan Metode MA

Berdasarkan perhitungan peramalan *o-ring* dengan metode *Moving Average* diperoleh hasil peramalan permintaan pada bulan Maret 2026 sebanyak 1930 *pack*.

Secara keseluruhan, total hasil peramalan permintaan dari bulan Februari 2026 sampai Januari 2027 sebesar 19072 *pack*.

Berikut ini adalah hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Moving Average*, yang bertujuan untuk mengukur seberapa akurat metode ini dalam meramalkan permintaan. Kesalahan peramalan dihitung dengan membandingkan nilai ramalan dengan data permintaan aktual, sehingga dapat diketahui sejauh mana selisih antara keduanya:

Tabel 4. 24 Hasil Kesalahan Peramalan *O-Ring* Metode MA

Bulan	Permintaan Aktual	F	Error	Error	Square	%Error	%Error
Jan-25	2000						
Feb-25	1880						
Mar-25	1910						
Apr-25	1875	1930	-55	55	3025	-3	3
Mei-25	1960	1888	72	72	5184	4	4
Jun-25	1850	1915	-65	65	4225	-4	4
Jul-25	1965	1895	70	70	4900	4	4
Aug-25	1870	1925	-55	55	3025	-3	3
Sep-25	1940	1895	45	45	2025	2	2
Okt-25	1860	1925	-65	65	4225	-3	3
Nov-25	1950	1890	60	60	3600	3	3
Des-25	1865	1917	-52	52	2704	-3	3
Jan-26		1892					
TOTAL	22925	19072	-45	539	32913	-3	29

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \\ &= \sum \left| \frac{539}{9} \right| \\ &= 59,88 \end{aligned}$$

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

$$= \frac{32913}{9}$$

$$= 3657$$

$$\text{MAPE} = \sum \frac{\left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{29}{9}$$

$$= 3,22\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Moving Average*, diperoleh nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) sebesar 59,88; nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 3657 selanjutnya, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 3,22%.

E. *Electrode Welding*

Berikut merupakan hasil peramalan pembelian *electrode welding* yang telah dihitung menggunakan metode *Moving Average*.

Tabel 4. 25 Hasil Peramalan *Electrode Welding* Metode MA

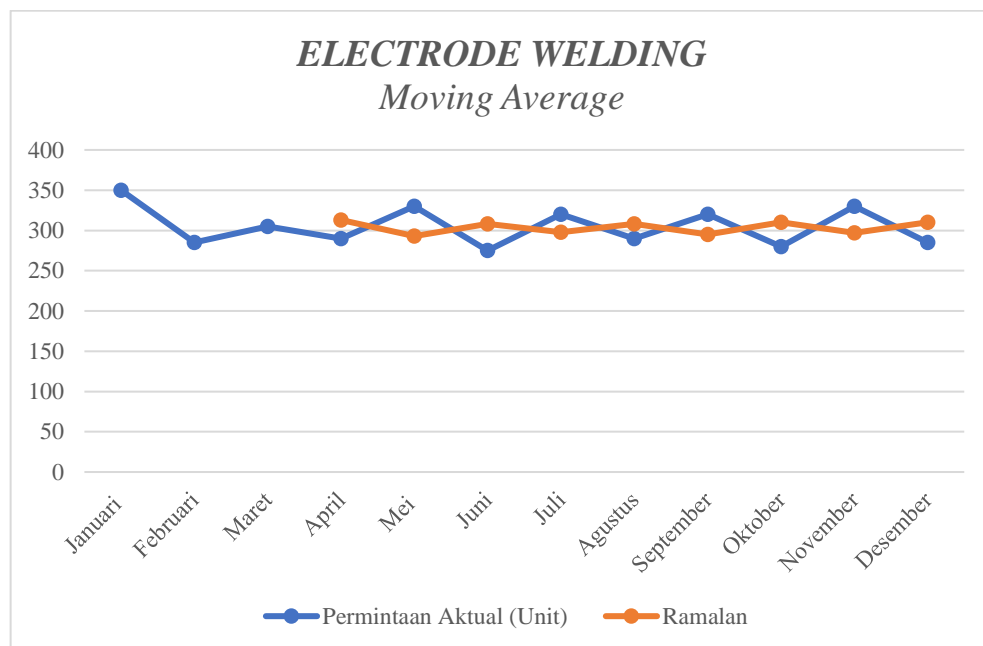
Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan <i>Moving Average</i>
1	Januari 2025	350	
2	Februari 2025	285	
3	Maret 2025	305	
4	April 2025	290	313
5	Mei 2025	330	293
6	Juni 2025	275	308
7	Juli 2025	320	298
8	Agustus 2025	290	308
9	September 2025	320	295
10	Oktober 2025	280	310
11	November 2025	330	297
12	Desember 2025	285	310
13	Januari 2026		298

Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan <i>Moving Average</i>
TOTAL		3660	3030
AVERAGE		305	303

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 MA &= \frac{\sum \text{demand pada } n \text{ periode sebelumnya}}{n} \\
 &= \frac{350+285+305}{3} \\
 &= 313 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan peramalan *electrode welding* menggunakan metode *Moving Average* seperti diatas, didapatkan hasil peramalan periode April adalah sebesar 313 *pack*.



Gambar 4. 30 Grafik Perbandingan *Electrode Welding* Berdasarkan Metode MA

Berdasarkan perhitungan peramalan *electrode welding* dengan metode *Moving Average* diperoleh hasil peramalan permintaan pada bulan Maret 2026

sebanyak 313. Secara keseluruhan, total hasil peramalan permintaan sebesar 3030 *pack*.

Berikut ini adalah hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Moving Average*, yang bertujuan untuk mengukur seberapa akurat metode ini dalam meramalkan permintaan. Kesalahan peramalan dihitung dengan membandingkan nilai ramalan dengan data permintaan aktual, sehingga dapat diketahui sejauh mana selisih antara keduanya:

Tabel 4. 26 Hasil Kesalahan Peramalan

Bulan	Permintaan Aktual	F	Error	Error	Square	%Error	%Error
Jan-25	350						
Feb-25	285						
Mar-25	305						
Apr-25	290	313	-23	23	529	-8	8
Mei-25	330	293	37	37	1369	11	11
Jun-25	275	308	-33	33	1089	-12	12
Jul-25	320	298	22	22	484	7	7
Aug-25	290	308	-18	18	324	-6	6
Sep-25	320	295	25	25	625	8	8
Okt-25	280	310	-30	30	900	-11	11
Nov-25	330	297	33	33	1089	10	10
Des-25	285	310	-25	25	625	-9	9
Jan-26		298					
TOTAL	3660	3030	-12	246	7034	-10	82

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \\ &= \sum \left| \frac{246}{9} \right| \\ &= 27,33 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 &= \frac{7034}{9} \\
 &= 781,55 \\
 \text{MAPE} &= \sum \frac{\left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100\% \\
 &= \frac{82}{9} \\
 &= 9,11\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Moving Average*, diperoleh nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) sebesar 27,33; nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 781,55 selanjutnya, nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 9,11%.

3. Metode *Weighted Moving Average*

Metode *Weighted Moving Average* adalah teknik peramalan yang digunakan untuk menganalisis data deret waktu (*time series*) dengan cara membuat rata-rata dari sekumpulan data masa lalu untuk memperkirakan nilai di masa depan.

A. *Gloves*

Berikut merupakan hasil peramalan permintaan *gloves* yang telah dihitung menggunakan metode *Weighted Moving Average*.

Tabel 4. 27 Hasil Peramalan *Gloves* Metode WMA

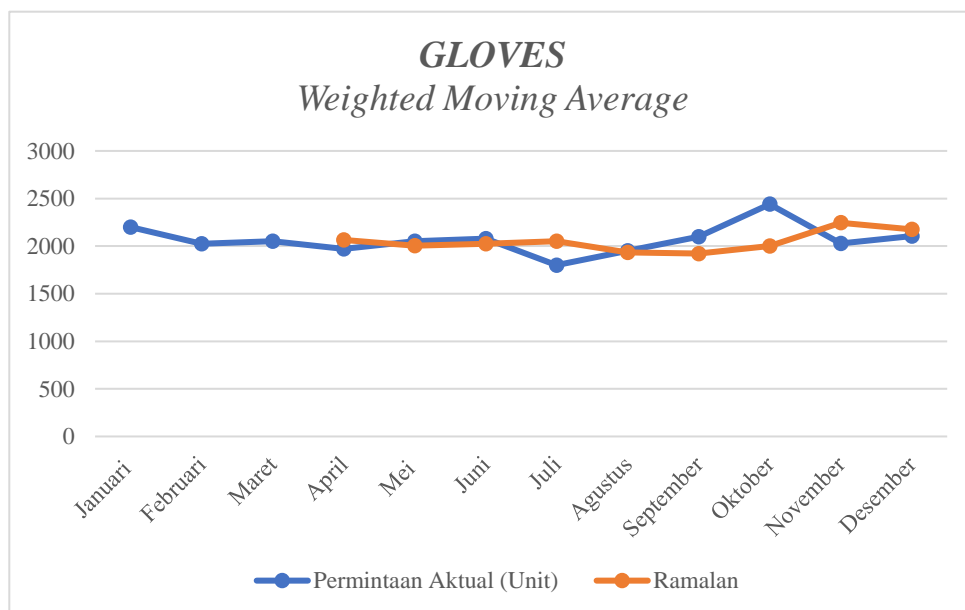
Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan <i>Moving Average</i>
1	Januari 2025	2198	
2	Februari 2025	2025	
3	Maret 2025	2050	
4	April 2025	1970	2066
5	Mei 2025	2050	2006

Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan Moving Average
6	Juni 2025	2080	2023
7	Juli 2025	1800	2052
8	Agustus 2025	1950	1935
9	September 2025	2100	1922
10	Oktober 2025	2440	2000
11	November 2025	2028	2245
12	Desember 2025	2105	2177
13	Januari 2026		2135
TOTAL		24796	20561
AVERAGE		2064	2057

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 \text{Weighted Moving Average} &= \frac{\sum(\text{bobot periode } n)(\text{permintaan periode } n)}{\sum \text{ bobot}} \\
 &= \frac{(1 \times 2198) + (2 \times 2025) + (3 \times 2050)}{6} \\
 &= 2066 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *Weighted Moving Average* seperti di atas, didapatkan hasil peramalan *gloves* periode April adalah sebesar 2066 *pack*.



Gambar 4. 31 Grafik Perbandingan *Gloves* Berdasarkan Metode WMA

Berdasarkan perhitungan peramalan *gloves* dengan metode *Weighted Moving Average* diperoleh hasil peramalan permintaan pada bulan Maret 2026 sebanyak 2066 *pack*. Secara keseluruhan, total hasil peramalan permintaan sebesar 20561 *pack*.

Berikut ini adalah hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Weighted Moving Average*, yang bertujuan untuk mengukur seberapa akurat metode ini dalam meramalkan permintaan. Kesalahan peramalan dihitung dengan membandingkan nilai ramalan dengan data permintaan aktual, sehingga dapat diketahui sejauh mana selisih antara keduanya:

Tabel 4. 28 Hasil Kesalahan Peramalan *Gloves* Metode WMA

Bulan	Permintaan Aktual	F	Error	Error	Square	%Error	%Error
Jan-25	2198						
Feb-25	2025						
Mar-25	2050						
Apr-25	1970	2066	-96	96	9216	-5	5
Mei-25	2050	2006	44	44	1936	2	2
Jun-25	2080	2023	57	57	3249	3	3
Jul-25	1800	2052	-252	252	63504	-14	14
Aug-25	1950	1935	15	15	225	1	1
Sep-25	2100	1922	178	178	31684	8	8
Okt-25	2440	2000	440	440	193600	18	18
Nov-25	2028	2245	-217	217	47089	-11	11
Des-25	2105	2177	-72	72	5184	-3	3
Jan-26		2135					
TOTAL	28775	20561	-1167	1371	355687	-1	65

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \\ &= \sum \left| \frac{1371}{9} \right| \end{aligned}$$

$$= 152,33$$

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

$$= \frac{355687}{9}$$

$$= 39520,77$$

$$\text{MAPE} = \sum \frac{\left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{65}{9}$$

$$= 7,22\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *moving average* di atas, didapatkan hasil peramalan MAD sebesar 152,33; MSE sebesar 39520,77; dan MAPE sebesar 7,22%.

B. *Earplug*

Berikut merupakan hasil peramalan permintaan *earplug* yang telah dihitung menggunakan metode *Weighted Moving Average*.

Tabel 4. 29 Hasil Peramalan *Earplug* Metode WMA

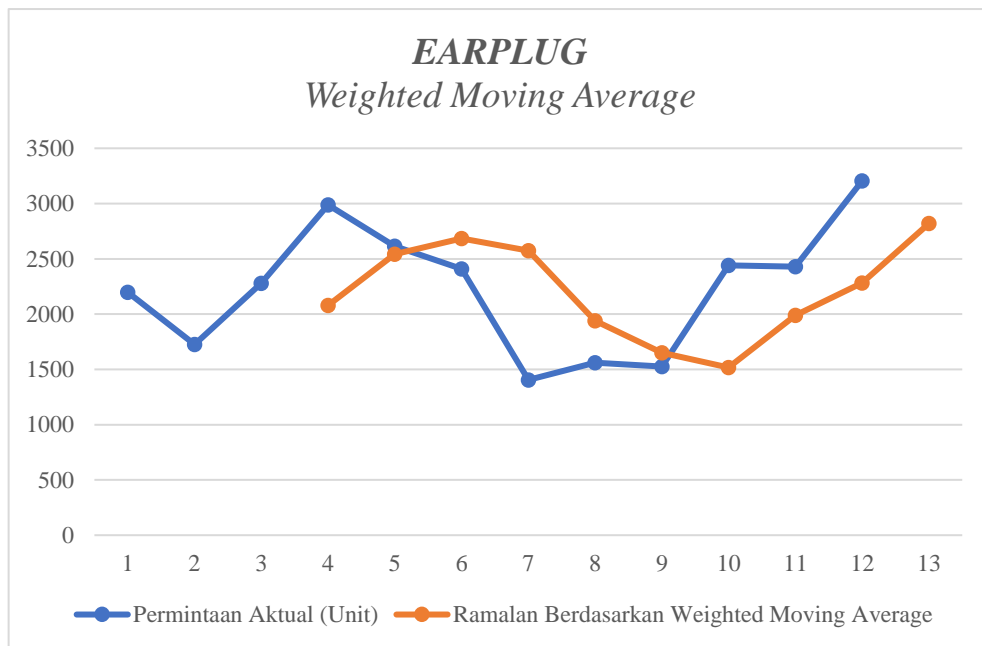
Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan <i>Moving Average</i>
1	Januari 2025	2000	
2	Februari 2025	1650	
3	Maret 2025	1450	
4	April 2025	1520	1608
5	Mei 2025	1600	1518
6	Juni 2025	1620	1548
7	Juli 2025	1420	1597
8	Agustus 2025	1480	1517
9	September 2025	1580	1483
10	Oktober 2025	1560	1520
11	November 2025	1540	1553

Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan Moving Average
12	Desember 2025	1500	1553
13	Januari 2026		1523
TOTAL		18920	15420
AVERAGE		1577	1542

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 \text{Weighted Moving Average} &= \frac{\sum(\text{bobot periode } n)(\text{permintaan periode } n)}{\sum \text{bobot}} \\
 &= \frac{(1 \times 2000) + (2 \times 1650) + (3 \times 1450)}{6} \\
 &= 1608 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *Weighted Moving Average* seperti di atas, didapatkan hasil peramalan *earplug* periode April adalah sebesar 1608 *pack*.



Gambar 4. 32 Grafik Perbandingan *Earplug* Berdasarkan Metode WMA

Berdasarkan perhitungan peramalan *earplug* dengan metode *Weighted Moving Average* diperoleh hasil peramalan permintaan pada bulan Maret 2026

sebanyak 1608 *pack*. Secara keseluruhan, total hasil peramalan permintaan sebesar 15420 *pack*.

Berikut ini adalah hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Weighted Moving Average*, yang bertujuan untuk mengukur seberapa akurat metode ini dalam meramalkan permintaan. Dapat diketahui sejauh mana selisih antara keduanya:

Tabel 4. 30 Hasil Kesalahan Peramalan *Earplug* Metode WMA

Bulan	Permintaan Aktual	F	Error	Error	Square	%Error	%Error
Jan-25	2000						
Feb-25	1650						
Mar-25	1450						
Apr-25	1520	1608	-88	88	7744	-6	6
Mei-25	1600	1518	82	82	6724	5	5
Jun-25	1620	1548	72	72	5184	4	4
Jul-25	1420	1597	-177	177	31329	-12	12
Aug-25	1480	1517	-37	37	1369	-3	3
Sep-25	1580	1483	97	97	9409	6	6
Okt-25	1560	1520	40	40	1600	3	3
Nov-25	1540	1553	-13	13	169	-1	1
Des-25	1500	1553	-53	53	2809	-4	4
Jan-26		1523					
TOTAL	28775	15420	-1167	659	66337	-8	44

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \\ &= \sum \left| \frac{659}{9} \right| \\ &= 73,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \\ &= \frac{66337}{9} \end{aligned}$$

$$= 7370,77$$

$$\text{MAPE} = \sum \frac{\left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{44}{9}$$

$$= 4,88\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *moving average* di atas, didapatkan hasil peramalan MAD sebesar 73,22; MSE sebesar 7370,77; dan MAPE sebesar 4,88%.

C. Bolt

Berikut merupakan hasil peramalan permintaan *bolt* yang telah dihitung menggunakan metode *Weighted Moving Average*.

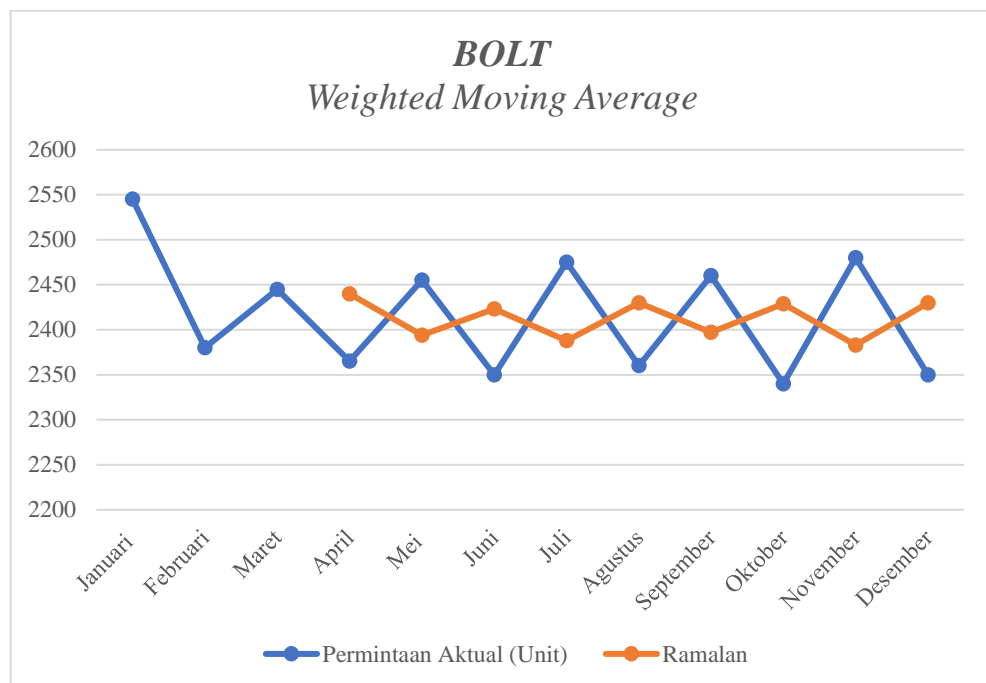
Tabel 4. 31 Hasil Peramalan *Bolt* Metode WMA

Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan <i>Moving Average</i>
1	Januari 2025	2545	
2	Februari 2025	2380	
3	Maret 2025	2445	
4	April 2025	2365	2440
5	Mei 2025	2455	2394
6	Juni 2025	2350	2423
7	Juli 2025	2475	2388
8	Agustus 2025	2360	2430
9	September 2025	2460	2397
10	Oktober 2025	2340	2429
11	November 2025	2480	2383
12	Desember 2025	2350	2430
13	Januari 2026		2392
TOTAL		29005	24106
AVERAGE		2418	2411

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 \text{Weighted Moving Average} &= \frac{\sum(\text{bobot periode } n)(\text{permintaan periode } n)}{\sum \text{bobot}} \\
 &= \frac{(1 \times 2545) + (2 \times 2380) + (3 \times 2445)}{6} \\
 &= 2440 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *Weighted Moving Average* seperti di atas, didapatkan hasil peramalan *bolt* periode April adalah sebesar 2440 *pack*.



Gambar 4. 33 Grafik Perbandingan *Bolt* Berdasarkan Metode WMA

Berdasarkan perhitungan peramalan *earplug* dengan metode *Weighted Moving Average* diperoleh hasil peramalan permintaan pada bulan Maret 2026 sebanyak 2440 *pack*. Secara keseluruhan, total hasil peramalan permintaan dari bulan Februari 2026 sampai Januari 2027 sebesar 24106 *pack*.

Berikut ini adalah hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Weighted Moving Average*, yang bertujuan untuk mengukur seberapa akurat metode ini dalam meramalkan permintaan. Kesalahan peramalan dihitung dengan membandingkan nilai ramalan dengan data permintaan aktual, sehingga dapat diketahui sejauh mana selisih antara keduanya:

Tabel 4. 32 Hasil Kesalahan Peramalan *Bolt* Metode WMA

Bulan	Permintaan Aktual	F	Error	Error	Square	%Error	%Error
Jan-25	2545						
Feb-25	2380						
Mar-25	2445						
Apr-25	2365	2440	-75	75	5625	-3	3
Mei-25	2455	2394	61	61	3721	2	2
Jun-25	2350	2423	-73	73	5329	-3	3
Jul-25	2475	2388	87	87	7569	4	4
Aug-25	2360	2430	-70	70	4900	-3	3
Sep-25	2460	2397	63	63	3969	3	3
Okt-25	2340	2429	-89	89	7921	-4	4
Nov-25	2480	2383	97	97	9409	4	4
Des-25	2350	2430	-80	80	6400	-3	3
Jan-26		2392					
TOTAL	29005	24106	-1167	695	54843	-3	29

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 \text{MAD} &= \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \\
 &= \sum \left| \frac{695}{9} \right| \\
 &= 77,22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{MSE} &= \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \\
 &= \frac{54843}{9} \\
 &= 6093,66
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \sum \frac{\left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100\% \\
 &= \frac{29}{9} \\
 &= 3,22\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *moving average* di atas, didapatkan hasil peramalan MAD sebesar 77,22; MSE sebesar 6093,66; dan MAPE sebesar 3,22%.

D. *O-Ring*

Berikut merupakan hasil peramalan permintaan *o-ring* yang telah dihitung menggunakan metode *Weighted Moving Average*.

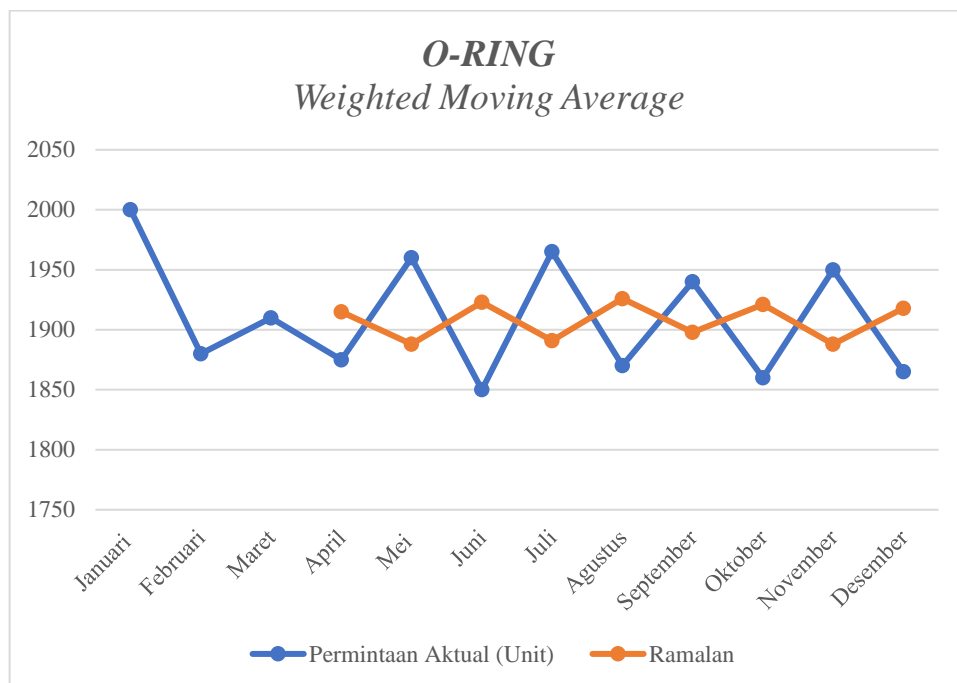
Tabel 4. 33 Hasil Peramalan *O-Ring* Metode WMA

Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan <i>Moving Average</i>
1	Januari 2025	2000	
2	Februari 2025	1880	
3	Maret 2025	1910	
4	April 2025	1875	1915
5	Mei 2025	1960	1888
6	Juni 2025	1850	1923
7	Juli 2025	1965	1891
8	Agustus 2025	1870	1926
9	September 2025	1940	1898
10	Oktober 2025	1860	1921
11	November 2025	1950	1888
12	Desember 2025	1865	1918
13	Januari 2026		1893
TOTAL		22925	19061
AVERAGE		1911	1907

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 \text{Weighted Moving Average} &= \frac{\sum(\text{bobot periode } n)(\text{permintaan periode } n)}{\sum \text{bobot}} \\
 &= \frac{(1 \times 2000) + (2 \times 1880) + (3 \times 1910)}{6} \\
 &= 1915 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *Weighted Moving Average* seperti di atas, didapatkan hasil peramalan *gloves* periode April adalah sebesar 1915 *pack*.



Gambar 4. 34 Grafik Perbandingan *O-Ring* Berdasarkan Metode WMA

Berdasarkan perhitungan peramalan *earplug* dengan metode *Weighted Moving Average* diperoleh hasil peramalan permintaan pada bulan Maret 2026 sebanyak 1915 *pack*. Secara keseluruhan, total hasil peramalan permintaan dari bulan Februari 2026 sampai Januari 2027 sebesar 19061 *pack*.

Berikut ini adalah hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Weighted Moving Average*, yang bertujuan untuk mengukur seberapa akurat metode ini dalam meramalkan permintaan. Kesalahan peramalan dihitung dengan membandingkan nilai ramalan dengan data permintaan aktual, sehingga dapat diketahui sejauh mana selisih antara keduanya:

Tabel 4. 34 Hasil Kesalahan Peramalan

Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	F	Error	Error	Square	%Error	%Error
Jan-25	2000						
Feb-25	1880						
Mar-25	1910						
Apr-25	1875	1915	-40	40	1600	-2	2
Mei-25	1960	1888	72	72	5184	4	4
Jun-25	1850	1923	-73	73	5329	-4	4
Jul-25	1965	1891	74	74	5476	4	4
Aug-25	1870	1926	-56	56	3136	-3	3
Sep-25	1940	1898	42	42	1764	2	2
Okt-25	1860	1921	-61	61	3721	-3	3
Nov-25	1950	1888	62	62	3844	3	3
Des-25	1865	1918	-53	53	2809	-3	3
Jan-26		1893					
TOTAL	22925	19061	-1167	533	32863	-2	28

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 \text{MAD} &= \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \\
 &= \sum \left| \frac{533}{9} \right| \\
 &= 59,22
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{MSE} &= \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \\
 &= \frac{32863}{9} \\
 &= 3651,44
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{MAPE} &= \sum \frac{\left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100\% \\
 &= \frac{28}{9} \\
 &= 3,11\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Weighted Moving Average* di atas, didapatkan hasil peramalan MAD sebesar 59,22; MSE sebesar 3651,44; dan MAPE sebesar 3,11%.

E. *Electrode Welding*

Berikut merupakan hasil peramalan permintaan *electrode welding* yang telah dihitung menggunakan metode *Weighted Moving Average*.

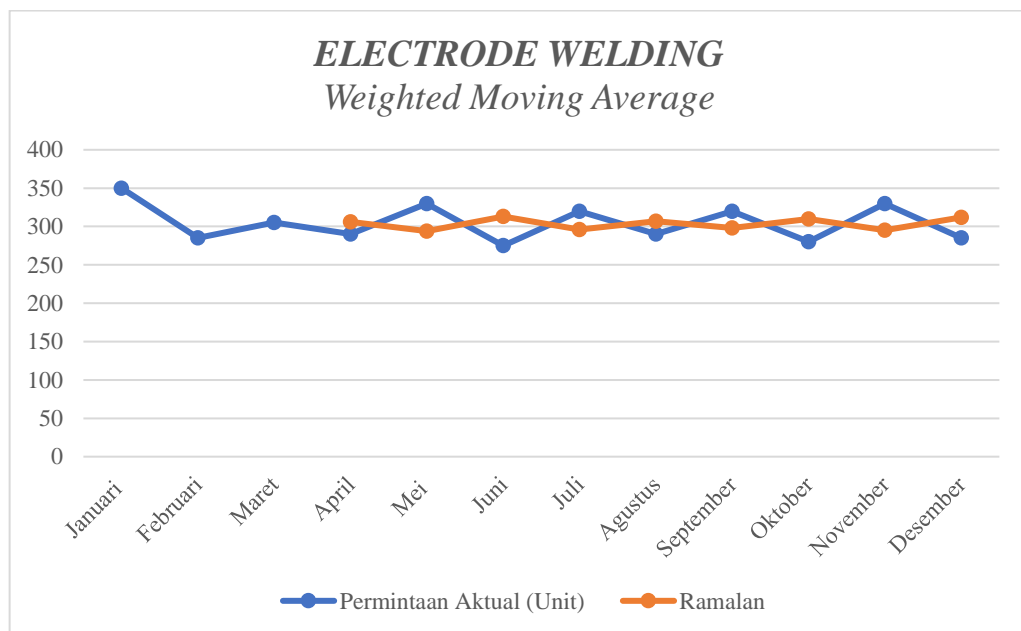
Tabel 4. 35 Hasil Peramalan *Electrode Welding* Metode WMA

Periode	Bulan	Permintaan Aktual (Pack)	Ramalan Berdasarkan <i>Moving Average</i>
1	Januari 2025	350	
2	Februari 2025	285	
3	Maret 2025	305	
4	April 2025	290	306
5	Mei 2025	330	294
6	Juni 2025	275	313
7	Juli 2025	320	296
8	Agustus 2025	290	307
9	September 2025	320	298
10	Oktober 2025	280	310
11	November 2025	330	295
12	Desember 2025	285	312
13	Januari 2026		299
TOTAL		3660	3030
AVERAGE		305	303

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned}
 \text{Weighted Moving Average} &= \frac{\sum(\text{bobot periode } n)(\text{permintaan periode } n)}{\sum \text{bobot}} \\
 &= \frac{(1 \times 350) + (2 \times 285) + (3 \times 305)}{6} \\
 &= 306 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *Weighted Moving Average* seperti di atas, didapatkan hasil peramalan *electrode welding* periode April adalah sebesar 306 *pack*.



Gambar 4. 35 Grafik Perbandingan *Electrode Welding* Berdasarkan Metode WMA

Berdasarkan perhitungan peramalan *electrode welding* dengan metode *Weighted Moving Average* diperoleh hasil peramalan permintaan pada bulan Maret 2026 sebanyak 306 *pack*. Secara keseluruhan, total hasil peramalan sebesar 3030 *pack*.

Berikut ini adalah hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *Weighted Moving Average*, yang bertujuan untuk mengukur seberapa akurat

metode ini dalam meramalkan permintaan. Kesalahan peramalan dihitung dengan membandingkan nilai ramalan dengan data permintaan aktual, sehingga dapat diketahui sejauh mana selisih antara keduanya:

Tabel 4. 36 Hasil Kesalahan Peramalan *Electrode Welding*

Bulan	Permintaan Aktual	F	Error	Error	Square	%Error	%Error
Jan-25	350						
Feb-25	285						
Mar-25	305						
Apr-25	290	306	-16	16	256	-6	6
Mei-25	330	294	36	36	1296	11	11
Jun-25	275	313	-38	38	1444	-14	14
Jul-25	320	296	24	24	576	8	8
Aug-25	290	307	-17	17	289	-6	6
Sep-25	320	298	22	22	484	7	7
Okt-25	280	310	-30	30	900	-8	8
Nov-25	330	295	35	35	1225	11	11
Des-25	285	312	-27	27	729	-9	9
Jan-26		299					
TOTAL	3660	3030	-1167	245	7199	-6	80

Sumber : Data diolah (2026)

$$\begin{aligned} \text{MAD} &= \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \\ &= \sum \left| \frac{245}{9} \right| \\ &= 27,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{MSE} &= \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \\ &= \frac{7199}{9} \\ &= 799,88 \end{aligned}$$

$$\text{MAPE} = \sum \frac{\left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|}{n} \times 100\%$$

$$= \frac{80}{9}$$

$$= 8,89\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan kesalahan peramalan menggunakan metode *moving average* di atas, didapatkan hasil peramalan MAD sebesar 27,22; MSE sebesar 799,88; dan MAPE sebesar 8,89%.

4.2.1.4 Perbandingan Nilai *Error*

Setelah dilakukannya peramalan barang *consumable* dengan menggunakan metode *Single Exponential Smoothing*, *Moving Average*, dan Metode *Weighted Moving Average* maka selanjutnya dilakukan pemilihan nilai MAD yang terkecil dari tiap metode peramalan tersebut.

Tabel 4. 37 Perbandingan Nilai *Error* Untuk *Gloves*

Metode	MAD	MSE	MAPE
<i>Single Exponential Smoothing</i>	135.455	32545.455	6.545
<i>Moving Average</i>	148.778	40462.556	7.000
<i>Weighted Moving Average</i>	152.333	39520.778	7.222

Sumber : Data diolah (2026)

Tabel 4. 38 Perbandingan Nilai *Error* Untuk *Earplug*

Metode	MAD	MSE	MAPE
<i>Single Exponential Smoothing</i>	102.909	23707.091	6.636
<i>Moving Average</i>	84.889	9879.556	5.667
<i>Weighted Moving Average</i>	73.222	7370.778	4.889

Sumber : Data diolah (2026)

Tabel 4. 39 Perbandingan Nilai *Error* Untuk *Bolt*

Metode	MAD	MSE	MAPE
<i>Single Exponential Smoothing</i>	77.727	7731.545	3.273
<i>Moving Average</i>	77.889	6221.444	3.222
<i>Weighted Moving Average</i>	77.222	6093.667	3.222

Sumber : Data diolah (2026)

Tabel 4. 40 Perbandingan Nilai *Error* Untuk *O-Ring*

Metode	MAD	MSE	MAPE
<i>Single Exponential Smoothing</i>	60.545	4528.182	3.273
<i>Moving Average</i>	59.889	3657.000	3.222
<i>Weighted Moving Average</i>	59.222	3651.444	3.111

Sumber : Data diolah (2026)

Tabel 4. 41 Perbandingan Nilai *Error* Untuk *Electrode Welding*

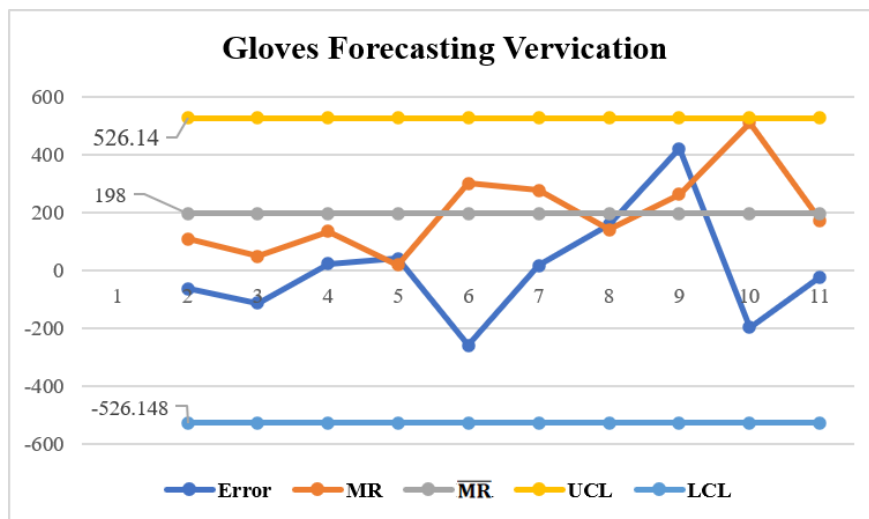
Metode	MAD	MSE	MAPE
<i>Single Exponential Smoothing</i>	28.636	1059.364	9.909
<i>Moving Average</i>	27.333	781.556	9.111
<i>Weighted Moving Average</i>	27.222	799.889	8.889

Sumber : Data diolah (2026)

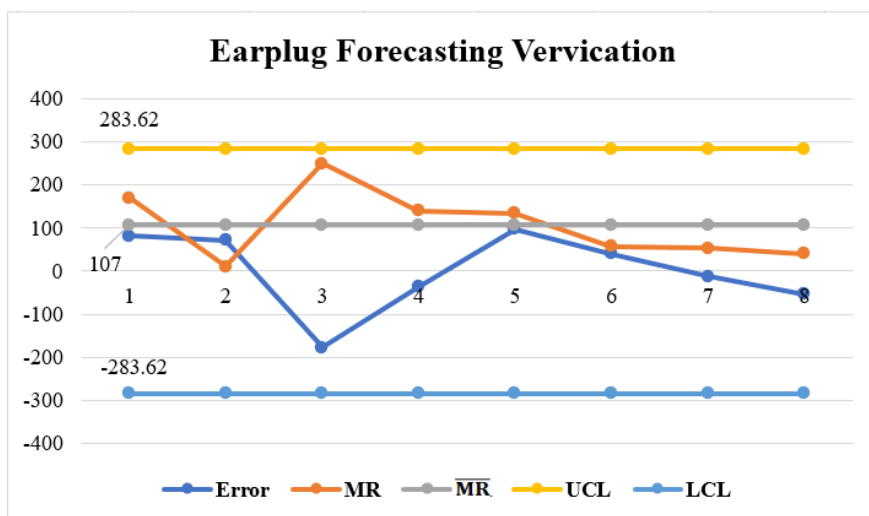
Berdasarkan hasil perbandingan nilai *Error* pada masing-masing metode peramalan, diperoleh bahwa setiap item memiliki metode terbaik yang berbeda sesuai dengan tingkat akurasi yang dihasilkan. Pada item *gloves*, metode *Single Exponential Smoothing* dipilih karena memiliki nilai *Error* terkecil. Selanjutnya, pada item *earplug*, *bolt*, *o-ring*, dan *electrode welding* metode *Weighted Moving Average* menunjukkan performa terbaik dengan nilai MAD, MSE, dan MAPE yang seluruhnya paling kecil, sehingga metode ini dinilai paling akurat dalam memprediksi kebutuhan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemilihan metode peramalan terbaik pada penelitian ini didasarkan pada nilai MAPE terkecil sebagai indikator utama, dengan mempertimbangkan nilai MAD dan MSE sebagai pendukung, sehingga metode yang digunakan untuk masing-masing item mampu memberikan hasil peramalan yang lebih akurat dan representatif terhadap kondisi aktual.

4.2.1.5 Verifikasi Hasil Peramalan dengan Uji *Moving Range Chart* (MRC)

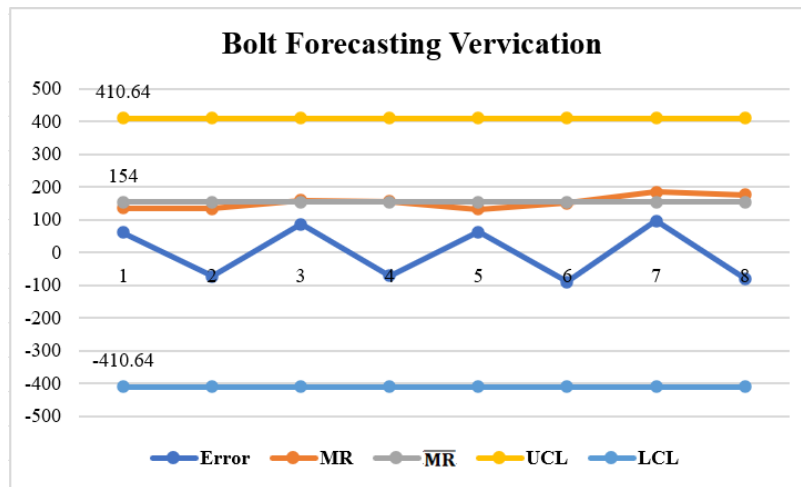
Selanjutnya dilakukan Uji *Moving Range Chart* (MRC) menggunakan *Software Excel* yang tertera pada lampiran untuk mengetahui data permintaan berada dalam kondisi terkendali berdasarkan metode peramalan yang diterapkan. Hasil pengujian tersebut digunakan sebagai dasar verifikasi peramalan terhadap keseluruhan data pembelian barang *consumable*. Berikut merupakan hasil verifikasi peramalan barang *consumable* dengan metode *Moving Range Chart* :



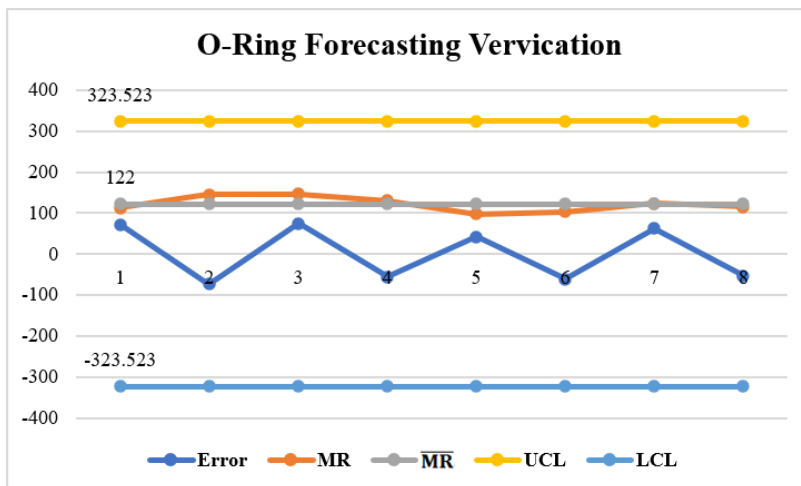
Gambar 4. 36 *Moving Range Chart* Gloves



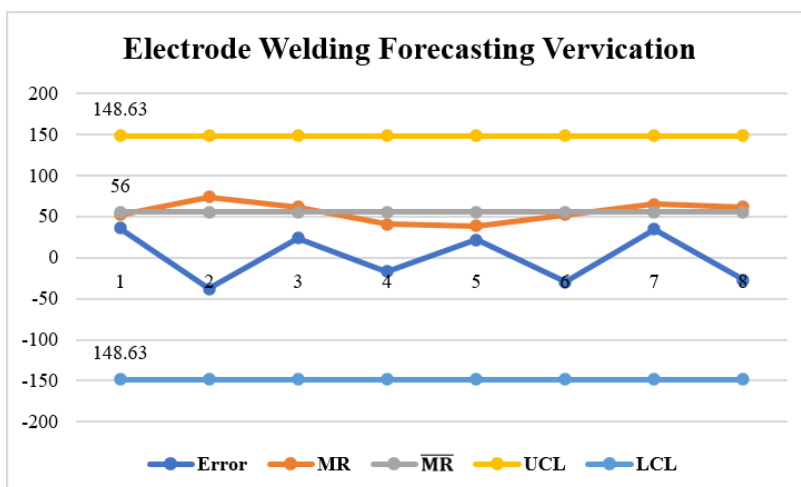
Gambar 4. 37 *Moving Range Chart* Earplug



Gambar 4. 38 Moving Range Chart Bolt



Gambar 4. 39 Moving Range Chart O-Ring



Gambar 4. 40 Moving Range Chart Electrode Welding

Berdasarkan gambar grafik di atas dapat diketahui bahwa seluruh nilai *error* peramalan berada di dalam batas kendali atas (BKA) dan batas kendali bawah (BKB) yang telah ditentukan. Tidak terdapat titik *error* yang melewati batas kendali tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa data berada dalam kondisi terkendali. Hal ini menunjukkan bahwa hasil peramalan yang diperoleh bersifat stabil dan tidak mengalami penyimpangan yang signifikan. Dengan demikian, metode peramalan yang digunakan dapat diandalkan dan layak digunakan untuk meramalkan permintaan pada periode mendatang.

4.2.1.6 Hasil Peramalan dengan Metode Terpilih

Tahapan selanjutnya setelah analisis *Moving Range Chart* (MRC) dilakukan pada permintaan barang *consumable* adalah penentuan hasil akhir peramalan kebutuhan barang *consumable*.

Tabel 4. 42 Peramalan Pembelian Barang *Consumable*

Periode	Bulan	Hasil Peramalan				
		<i>Gloves</i>	<i>Earplug</i>	<i>Bolt</i>	<i>O-Ring</i>	<i>Electrode welding</i>
1	Januari					
2	Februari	2198				
3	Maret	2113				
4	April	2082	1608	2440	1915	306
5	Mei	2027	1518	2394	1888	294
6	Juni	2038	1548	2423	1923	313
7	Juli	2059	1597	2388	1891	296
8	Agustus	1932	1517	2430	1926	307
9	September	1941	1483	2397	1898	298
10	Oktober	2019	1520	2429	1921	310
11	November	2225	1553	2383	1888	295
12	Desember	2128	1553	2430	1918	312
13	Januari	2117	1523	2392	1893	299

Periode	Bulan	Hasil Peramalan				
		<i>Gloves</i>	<i>Earplug</i>	<i>Bolt</i>	<i>O-Ring</i>	<i>Electrode welding</i>
TOTAL		24879	15420	24106	19061	19061
AVERAGE		2074	1542	2411	1907	19062

Sumber : Data diolah (2026)

4.2.2 Perhitungan Metode *Min-Max Stock*

4.2.2.1 Perhitungan *Safety Stock*

Safety stock adalah sebuah perhitungan yang digunakan untuk menentukan stok pengaman pada persediaan yang bertujuan untuk mengatasi supaya tidak terjadi *stock out* di gudang. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk metode *Min-Max Stock* pada persediaan barang *consumable* di PT PLN Nusantara Power UPTanjung Awar-awar berdasarkan rumus persamaan

$$\text{Safety stock} = (\text{Pemakaian Maksimum} - T) \times C$$

Keterangan:

T = Pemakaian barang rata-rata per periode (*pack*)

C = *Lead Time* (bulan)

a. *Gloves*

$$\begin{aligned} \text{Safety stock} &= (\text{Pemakaian Maksimum} - T) \times C \\ &= (2225 \text{ pack} - 2074 \text{ pack}) \times 0,66 \\ &= 101 \text{ pack} \end{aligned}$$

b. *Earplug*

$$\begin{aligned} \text{Safety stock} &= (\text{Pemakaian Maksimum} - T) \times C \\ &= (1608 \text{ pack} - 1542 \text{ pack}) \times 0,66 \\ &= 44 \text{ pack} \end{aligned}$$

c. *Bolt*

$$\begin{aligned}
 \text{Safety stock} &= (\text{Pemakaian Maksimum} - T) \times C \\
 &= (2440 \text{ pack} - 2411 \text{ pack}) \times 0,5 \\
 &= 15 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

d. *O-Ring*

$$\begin{aligned}
 \text{Safety stock} &= (\text{Pemakaian Maksimum} - T) \times C \\
 &= (1926 \text{ pack} - 1907 \text{ pack}) \times 0,5 \\
 &= 10 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

e. *Electrode welding*

$$\begin{aligned}
 \text{Safety stock} &= (\text{Pemakaian Maksimum} - T) \times C \\
 &= (313 \text{ pack} - 303 \text{ pack}) \times 0,5 \\
 &= 5 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 43 Perhitungan *Safety stock*

<i>Safety stock (pack)</i>				
<i>Gloves</i>	<i>Earplug</i>	<i>Bolt</i>	<i>O-Ring</i>	<i>Electrode welding</i>
101	44	15	10	5

Sumber : Data diolah (2026)

4.2.2.2 Perhitungan Persediaan Minimum dan Maksimum *Inventory*

Perhitungan untuk metode *minimum* dan *maximum inventory* pada persediaan barang *consumable* di PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar adalah sebagai berikut :

1. Persediaan Minimum (*Minimum Inventory*)

$$\text{Minimum Inventory} = (T \times C) + SS$$

Keterangan:

T = Pemakaian barang rata-rata per periode (*pack*)

C = *Lead time* (bulan)

SS = *Safety stock*

a. *Gloves*

$$\begin{aligned} \text{Minimum Inventory} &= (T \times C) + SS \\ &= (2074 \text{ pack} \times 0,66) + 101 \text{ pack} \\ &= 1484 \text{ pack} \end{aligned}$$

b. *Earplug*

$$\begin{aligned} \text{Minimum Inventory} &= (T \times C) + SS \\ &= (1542 \text{ pack} \times 0,66) + 44 \text{ pack} \\ &= 964 \text{ pack} \end{aligned}$$

c. *Bolt*

$$\begin{aligned} \text{Minimum Inventory} &= (T \times C) + SS \\ &= (2411 \text{ pack} \times 0,5) + 15 \text{ pack} \\ &= 1221 \text{ pack} \end{aligned}$$

d. *O-Ring*

$$\begin{aligned} \text{Minimum Inventory} &= (T \times C) + SS \\ &= (1907 \text{ pack} \times 0,5) + 10 \text{ pack} \\ &= 964 \text{ pack} \end{aligned}$$

e. *Electrode welding*

$$\begin{aligned} \text{Minimum Inventory} &= (T \times C) + SS \\ &= (303 \text{ pack} \times 0,5) + 5 \text{ pack} \end{aligned}$$

$$= 157 \text{ pack}$$

Tabel 4. 44 Perhitungan *Minimum Inventory*

<i>Minimum Inventory (pack)</i>				
<i>Gloves</i>	<i>Earplug</i>	<i>Bolt</i>	<i>O-Ring</i>	<i>Electrode welding</i>
1484	804	1221	964	157

Sumber : Data diolah (2026)

2. Persediaan Maksimum (*Maximum Inventory*)

$$\text{Maximum Inventory} = 2 (T \times C) + SS$$

Keterangan:

T = Pemakaian barang rata-rata per periode (*pack*)

C = *Lead time* (bulan)

a. *Gloves*

$$\begin{aligned} \text{Maximum Inventory} &= 2 (T \times C) + SS \\ &= 2 (2074 \text{ pack} \times 0,66) + 101 \text{ pack} \\ &= 2766 \text{ pack} \end{aligned}$$

b. *Earplug*

$$\begin{aligned} \text{Maximum Inventory} &= 2 (T \times C) + SS \\ &= 2 (751 \text{ pack} \times 0,66) + 44 \text{ pack} \\ &= 2056 \text{ pack} \end{aligned}$$

c. *Bolt*

$$\begin{aligned} \text{Maximum Inventory} &= 2 (T \times C) + SS \\ &= 2 (2411 \text{ pack} \times 0,5) + 15 \text{ pack} \\ &= 2411 \text{ pack} \end{aligned}$$

d. *O-Ring*

$$\begin{aligned}
 \text{Maximum Inventory} &= 2 (T \times C) + SS \\
 &= 2 (1927 \text{ pack} \times 0,5) + 10 \text{ pack} \\
 &= 1907 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

e. *Electrode welding*

$$\begin{aligned}
 \text{Maximum Inventory} &= 2 (T \times C) + SS \\
 &= 2 (303 \text{ pack} \times 0,5) + 5 \text{ pack} \\
 &= 303 \text{ pack}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 45 Perhitungan *Maximum Inventory*

<i>Maximum Inventory (pack)</i>				
<i>Gloves</i>	<i>Earplug</i>	<i>Bolt</i>	<i>O-Ring</i>	<i>Electrode Welding</i>
2766	2056	2411	1907	303

Sumber : Data diolah (2026)

4.2.2.3 *Order Quantity (Q)*

Order Quantity (jumlah pemesanan) merupakan perhitungan yang digunakan untuk menentukan berapa banyak jumlah barang yang harus dipesan setiap kali melakukan pemesanan. Penentuan jumlah ini sangat penting dalam sistem pengendalian persediaan karena berpengaruh langsung terhadap biaya pemesanan (*ordering cost*) dan biaya penyimpanan (*holding cost*). Jika jumlah pemesanan terlalu besar, maka biaya simpan akan meningkat. Sebaliknya, jika terlalu kecil, maka frekuensi pemesanan akan tinggi sehingga biaya pesan menjadi besar. Perhitungan untuk *order quantity* pada persediaan barang *consumable* di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Tanjung Awar-awar berdasarkan rumus persamaan

$$Q = \text{Max} - \text{Min}$$

Keterangan:

Q = titik pemesanan ulang

Max = Persediaan maksimum

Min = Persediaan minimum

Perhitungan:

a. *Gloves*

$$\begin{aligned} Q &= Max - Min \\ &= 2766 \text{ pack} - 1484 \text{ pack} \\ &= 1282 \text{ pack} \end{aligned}$$

b. *Earplug*

$$\begin{aligned} Q &= Max - Min \\ &= 2056 \text{ pack} - 1072 \text{ pack} \\ &= 984 \text{ pack} \end{aligned}$$

c. *Bolt*

$$\begin{aligned} Q &= Max - Min \\ &= 2411 \text{ pack} - 1221 \text{ pack} \\ &= 1190 \text{ pack} \end{aligned}$$

d. *O-Ring*

$$\begin{aligned} Q &= Max - Min \\ &= 1907 \text{ pack} - 964 \text{ pack} \\ &= 943 \text{ pack} \end{aligned}$$

e. *Electrode welding*

$$Q = Max - Min$$

$$= 303 \text{ pack} - 157 \text{ pack}$$

$$= 146 \text{ pack}$$

Tabel 4. 46 Perhitungan *Order Quantity*

<i>Order Quantity (pack)</i>				
<i>Gloves</i>	<i>Earplug</i>	<i>Bolt</i>	<i>O-Ring</i>	<i>Electrode welding</i>
1282	984	1190	943	146

Sumber : Data diolah (2026)

4.2.2.4 *Reorder Point (ROP)*

Reorder point adalah sebuah metode yang digunakan untuk menentukan titik untuk memesan kebutuhan bahan baku atau suatu produk. Titik pemesanan ini penting perannya untuk mengendalikan persediaan supaya dapat meminimalkan biaya penyimpanan di gudang dan dapat mengatasi terjadinya *stock out*. Perhitungan untuk *reorder point* pada persediaan barang *consumable* di PT PLN Nusantara Power Unit Pembangkit Tanjung Awar-awar berdasarkan rumus persamaan

$$ROP = (T \times C) + SS$$

Perhitungan:

a. *Gloves*

$$\begin{aligned} ROP &= (T \times C) + SS \\ &= (2074 \text{ pack} \times 0,66) + 101 \text{ pack} \\ &= 1484 \text{ pack} \end{aligned}$$

b. *Earplug*

$$\begin{aligned} ROP &= (T \times C) + SS \\ &= (1542 \text{ pack} \times 0,66) + 44 \text{ pack} \\ &= 1072 \text{ pack} \end{aligned}$$

c. *Bolt*

$$\begin{aligned} \text{ROP} &= (T \times C) + \text{SS} \\ &= (2411 \text{ pack} \times 0,5) + 15 \text{ pack} \\ &= 1221 \text{ pack} \end{aligned}$$

d. *O-Ring*

$$\begin{aligned} \text{ROP} &= (T \times C) + \text{SS} \\ &= (1907 \text{ pack} \times 0,5) + 10 \text{ pack} \\ &= 964 \text{ pack} \end{aligned}$$

e. *Electrode Welding*

$$\begin{aligned} \text{ROP} &= (T \times C) + \text{SS} \\ &= (303 \text{ pack} \times 0,5) + 5 \text{ pack} \\ &= 157 \text{ pack} \end{aligned}$$

Tabel 4.47 Perhitungan *Reorder Point*

<i>Reorder Point (pack)</i>				
<i>Gloves</i>	<i>Earplug</i>	<i>Bolt</i>	<i>O-Ring</i>	<i>Electrode welding</i>
1481	1072	1221	964	157

Sumber : Data diolah (2026)

4.2.2.5 Perhitungan Pemesanan yang dilakukan selama 1 Tahun (F)

$$F = \frac{D}{Q}$$

Keterangan :

D = Penggunaan barang maksimum

Q = Tingkat pemesanan kembali

a. *Gloves*

$$F = \frac{D}{Q} = \frac{24879 \text{ pack}}{1282 \text{ pack}}$$

$$= 19 \text{ kali}$$

b. *Earplug*

$$F = \frac{D}{Q} = \frac{15420 \text{ pack}}{984 \text{ pack}}$$

$$= 16 \text{ kali}$$

c. *Bolt*

$$F = \frac{D}{Q} = \frac{24106 \text{ pack}}{1190 \text{ pack}}$$

$$= 20 \text{ kali}$$

d. *O-Ring*

$$F = \frac{D}{Q} = \frac{19061 \text{ pack}}{943 \text{ pack}}$$

$$= 20 \text{ kali}$$

e. *Electrode welding*

$$F = \frac{D}{Q} = \frac{3030 \text{ pack}}{146 \text{ pack}}$$

$$= 21 \text{ kali}$$

Tabel 4. 47 Perhitungan Frekuensi Pemesanan

Frekuensi Pemesanan				
<i>Gloves</i>	<i>Earplug</i>	<i>Bolt</i>	<i>O-Ring</i>	<i>Electrode welding</i>
19	16	20	20	21

Sumber : Data diolah (2026)

4.2.2.6 Total Inventory Cost

Perhitungan total *inventory cost* dilakukan berdasarkan rumus persamaan :

$$\text{TIC} = \left(\frac{D}{Q} \times s\right) + (D \times H)$$

a. *Gloves*

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \left(\frac{D}{Q} \times s\right) + (D \times H) \\ &= \left(\frac{24879 \text{ pack}}{1282 \text{ pack}} \times \text{Rp } 310.000\right) + (24879 \times (20\% \times \text{Rp } 20.000)) \\ &= \text{Rp } 105.406.000 \end{aligned}$$

b. *Earplug*

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \left(\frac{D}{Q} \times s\right) + (D \times H) \\ &= \left(\frac{15420 \text{ pack}}{984 \text{ pack}} \times \text{Rp } 310.000\right) + (15420 \times (20\% \times \text{Rp } 105.000)) \\ &= \text{Rp } 328.780.000 \end{aligned}$$

c. *Bolt*

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \left(\frac{D}{Q} \times s\right) + (D \times H) \\ &= \left(\frac{24106 \text{ pack}}{1190 \text{ pack}} \times \text{Rp } 310.000\right) + (24106 \times (20\% \times \text{Rp } 80.000)) \\ &= \text{Rp } 391.896.000 \end{aligned}$$

d. *O-Ring*

$$\begin{aligned} \text{TIC} &= \left(\frac{D}{Q} \times s\right) + (D \times H) \\ &= \left(\frac{19061 \text{ pack}}{943 \text{ pack}} \times \text{Rp } 310.000\right) + (19061 \times (20\% \times \text{Rp } 120.000)) \\ &= \text{Rp } 463.664.000 \end{aligned}$$

e. *Electrode Welding*

$$\begin{aligned}
 \text{TIC} &= \left(\frac{D}{Q} \times s \right) + (D \times H) \\
 &= \left(\frac{3030 \text{ pack}}{146 \text{ pack}} \times \text{Rp } 310.000 \right) + (3030 \times (20\% \times \text{Rp } 150.000)) \\
 &= \text{Rp } 97.410.000
 \end{aligned}$$

Adapun rekapitulasi persediaan barang *consumable* menggunakan metode *min-max stock* adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 48 Rekapitulasi Hasil Metode *Min-Max*

Keterangan	Barang Consumable				
	<i>Gloves</i>	<i>Earplug</i>	<i>Bolt</i>	<i>O-Ring</i>	<i>Electrode Welding</i>
SS	101	44	15	10	5
<i>Min</i>	1484	1072	1221	964	157
<i>Max</i>	2766	2056	2411	1907	303
ROP	1484	1072	1221	963.05	157
Q	1282	984	1190	943	146
Frekuensi	19	16	20	20	21
TIC	Rp105.406.000	Rp328.780.000	Rp391.896.000	Rp463.664.000	Rp97.410.000

Sumber : Data diolah (2026)

Berikut merupakan hasil rekapitulasi perhitungan biaya pesan dan biaya simpan barang *consumable* menggunakan metode *min-max stock* adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 49 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Persediaan Barang *Consumable*

Metode *Min-Max Stock*

Barang Consumable	Biaya Pemesanan	Biaya Simpan	Total Persediaan
<i>Gloves</i>	Rp 5.890.000	Rp 99.516.000	Rp 105.406.000
<i>Earplug</i>	Rp 4.960.000	Rp 323.820.000	Rp 328.780.000
<i>Bolt</i>	Rp 6.200.000	Rp 385.696.000	Rp 391.896.000
<i>O-Ring</i>	Rp 6.200.000	Rp 457.464.000	Rp 463.664.000
<i>Electrode welding</i>	Rp 6.510.000	Rp 90.900.000	Rp 97.410.000
Total Persediaan Keseluruhan			Rp 1.387.156.000

Sumber : Data diolah (2026)

4.2.3 Perhitungan Biaya Persediaan Dengan Metode Perusahaan Tahun 2025

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan total biaya persediaan menggunakan metode yang diterapkan oleh Perusahaan. Hasil perhitungan ini nantinya akan dibandingkan dengan total biaya persediaan dari metode yang diusulkan. Berikut adalah contoh perhitungan total biaya persediaan barang *consumable gloves* dengan metode perusahaan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Biaya Pemesanan

$$\begin{aligned} O_p &= \text{Frekuensi pemesanan} \times \text{Biaya pemesanan} \\ &= 24 \times \text{Rp } 310.000 \\ &= \text{Rp } 7.440.000 \end{aligned}$$

2. Biaya Simpan

$$\begin{aligned} O_s &= \text{Biaya simpan} \times \text{Persediaan} \\ &= (20\% \times \text{Rp } 20.000) \times 24879 \text{ pack} \\ &= \text{Rp } 99.184.000 \end{aligned}$$

3. Total Biaya Persediaan

$$\begin{aligned} O_T &= O_p + O_s \\ &= \text{Rp } 7.440.000 + \text{Rp } 99.184.000 \\ &= \text{Rp } 106.624.000 \end{aligned}$$

Adapun rekapitulasi perhitungan biaya persediaan barang *consumable* menggunakan metode perusahaan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 50 Rekapitulasi Perhitungan Persediaan Menggunakan Metode Perusahaan Tahun 2025

Barang Consumable	Biaya Pemesanan	Biaya Simpan	Total Persediaan
<i>Gloves</i>	Rp7.440.000	Rp 99.184.000	Rp 106.624.000
<i>Earplug</i>	Rp7.440.000	Rp 397.320.000	Rp 404.760.000
<i>Bolt</i>	Rp 7.440.000	Rp 464.080.000	Rp 471.520.000

Barang Consumable	Biaya Pemesanan	Biaya Simpan	Total Persediaan
<i>O-Ring</i>	Rp 7.440.000	Rp 550.200.000	Rp 557.640.000
<i>Electrode welding</i>	Rp 7.440.000	Rp 109.800.000	Rp 117.240.000
Total Persediaan Keseluruhan			Rp 1.657.784.000

Sumber : Data diolah (2026) diolah (2026)

4.2.4 Perbandingan Total Biaya Persediaan Metode *Min-Max Stock* dan Metode Perusahaan

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, diketahui bahwa metode yang menghasilkan total *inventory cost* terkecil maka dianggap sebagai metode yang paling optimal. Jika total biaya pada metode usulan lebih kecil dibandingkan dengan metode perusahaan, maka metode usulan tersebut akan diterima.

Tabel 4. 49 Perbandingan TIC Perusahaan Dengan Metode *Min-Max Stock*

No.	Barang Consumable	Metode Perusahaan	Metode <i>Min-Max Stock</i>
1	<i>Gloves</i>	Rp 106.624.000	Rp 105.406.000
2	<i>Earplug</i>	Rp 404.760.000	Rp 328.780.000
3	<i>Bolt</i>	Rp 471.520.000	Rp 391.896.000
4	<i>O-Ring</i>	Rp 557.640.000	Rp 463.664.000
5	<i>Electrode welding</i>	Rp 117.240.000	Rp 97.410.000
Total Biaya Persediaan		Rp 1.657.784.000	Rp 1.387.156.000

Sumber : Data diolah (2026)

Berdasarkan tabel 4.49 diketahui bahwa total biaya persediaan dengan metode *min-max stock* lebih kecil dibandingkan dengan metode perusahaan. Berikut ini adalah contoh perhitungan penghematan biaya dan persentase penghematan biaya untuk barang *gloves*.

- Penghematan biaya = TIC metode perusahaan – TIC metode *Min-Max Stock*
 = Rp 106.624.000 – Rp 105.406.000
 = Rp 1.218.000

- Persentase penghematan biaya

$$\begin{aligned} \text{Persentase} &= \frac{\text{TIC metode perusahaan} - \text{TIC metode Min-Max Stock}}{\text{TIC metode perusahaan}} \times 100\% \\ &= \frac{106.624.000 - \text{Rp } 105.406.000}{\text{Rp } 106.624.000} \times 100\% \\ &= 1,14\% \end{aligned}$$

Tabel 4. 51 Perhitungan Penghematan Biaya dan Persentase Penghematan Biaya

No.	Barang Consumable	Penghematan	Persentase
1	<i>Gloves</i>	Rp 1.218.000	1,14%
2	<i>Earplug</i>	Rp 75.980.000	18,77%
3	<i>Bolt</i>	Rp 79.624.000	16,89%
4	<i>O-Ring</i>	Rp 93.976.000	16,85%
5	<i>Electrode welding</i>	Rp 19.830.000	16,91%
Total Persediaan Keseluruhan		Rp 270.628.000	16,32%

Sumber : Data diolah (2026)

Maka dapat disimpulkan bahwa total biaya persediaan metode *min-max stock* lebih rendah 16,32% dibandingkan dengan total biaya persediaan metode perusahaan.

4.3 Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil peramalan kebutuhan barang *consumable* periode Januari–Desember 2026, terlihat bahwa setiap item memiliki karakteristik permintaan yang berbeda sehingga metode peramalan terbaik yang terpilih juga tidak sama. Pada item *gloves*, metode yang digunakan adalah *Single Exponential Smoothing* (SES) karena menghasilkan nilai kesalahan peramalan sebesar MAD 135,455, MSE 32.545,455, dan MAPE 6,545%. Hasil peramalan *gloves* menunjukkan total kebutuhan sebesar 24.879 *pack* dengan rata-rata 2.074 *pack* per bulan. Pada item *earplug*, metode terbaik adalah *Weighted Moving Average* (WMA) dengan nilai

MAD 73,222, MSE 7.370,778, dan MAPE 4,889%, serta total hasil peramalan sebesar 15.420 *pack* dengan rata-rata 1.542 *pack* per bulan. Untuk item *bolt*, metode terpilih juga *Weighted Moving Average* karena memberikan *Error* terendah, yaitu MAD 77,222, MSE 6.093,667, dan MAPE 3,222%, dengan total kebutuhan hasil ramalan sebesar 24.106 *pack* atau rata-rata 2.411 *pack* per bulan. Pada item *O-Ring*, metode terbaik adalah *Weighted Moving Average* dengan nilai MAD 59,222, MSE 3.651,444, dan MAPE 3,111%, sedangkan total kebutuhan hasil ramalan sebesar 19.061 *pack* dengan rata-rata 1.907 *pack* per bulan. Selanjutnya, pada item *electrode welding*, metode terbaik adalah *Weighted Moving Average* dengan nilai MAD 27,222, MSE 799,889, dan MAPE 8,889% dengan total hasil ramalan 3.030 *pack* dan rata-rata 303 *pack* per bulan.

Setelah diperoleh hasil *forecasting*, tahap berikutnya adalah perhitungan metode *Min-Max Stock* untuk menentukan batas pengendalian persediaan yang optimal. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *safety stock* yang dibutuhkan masing-masing item adalah 101 *pack* untuk *gloves*, 44 *pack* untuk *earplug*, 15 *pack* untuk *bolt*, 10 *pack* untuk *O-Ring*, dan 5 *pack* untuk *electrode welding*. Besarnya *safety stock* ini menunjukkan adanya kebutuhan cadangan persediaan untuk mengantisipasi fluktuasi penggunaan selama *lead time*. Dengan adanya *safety stock* tersebut, perusahaan memiliki cadangan minimum yang dapat digunakan untuk mencegah terjadinya *stockout* saat permintaan aktual melebihi rata-rata.

Berdasarkan perhitungan metode *Min-Max Stock*, diperoleh *minimum inventory* sebesar 1484 *pack* untuk *gloves*, 1072 *pack* untuk *earplug*, 1221 *pack* untuk *bolt*, 964 *pack* untuk *O-Ring*, dan 157 *pack* untuk *electrode welding*. Nilai

minimum inventory ini sekaligus menjadi titik batas bawah persediaan sebelum dilakukan pemesanan ulang. Artinya, ketika stok *gloves* telah mencapai 1484 *pack*, perusahaan harus segera melakukan pemesanan kembali agar tidak terjadi kekurangan barang pada periode berikutnya. Selanjutnya, nilai *maximum inventory* yang diperoleh adalah 2766 *pack* untuk *gloves*, 2056 *pack* untuk *earplug*, 2411 *pack* untuk *bolt*, 1907 *pack* untuk *O-Ring*, dan 303 *pack* untuk *electrode welding*. Nilai tersebut menunjukkan batas atas persediaan yang sebaiknya disimpan perusahaan agar tidak terjadi kelebihan stok. Dengan rentang minimum–maksimum tersebut, pengendalian persediaan menjadi lebih terarah karena perusahaan memiliki batas stok yang jelas untuk setiap item.

Hasil berikutnya adalah penentuan *order quantity* (Q) dan *reorder point* (ROP). Nilai Q yang diperoleh masing-masing adalah 1282 *pack* untuk *gloves*, 984 *pack* untuk *earplug*, 1190 *pack* untuk *bolt*, 943 *pack* untuk *O-Ring*, dan 146 *pack* untuk *electrode welding*. Ini berarti setiap kali pemesanan dilakukan, perusahaan disarankan memesan sejumlah tersebut agar stok kembali naik dari level minimum menuju level maksimum. Adapun nilai ROP yang diperoleh adalah 1484 *pack* untuk *gloves*, 1072 *pack* untuk *earplug*, 1221 *pack* untuk *bolt*, 964 *pack* untuk *O-Ring*, dan 157 *pack* untuk *electrode welding*. Pada penelitian ini nilai ROP sama atau sangat mendekati nilai *minimum inventory*, yang menunjukkan bahwa titik pemesanan ulang ditetapkan saat stok menyentuh batas minimum. Secara operasional, kondisi ini memudahkan perusahaan karena keputusan pemesanan dapat langsung dilakukan ketika stok mencapai batas minimum tanpa perlu perhitungan tambahan yang rumit. Frekuensi pemesanan yang dihasilkan juga

menjadi lebih efisien, yaitu 19 kali per tahun untuk *gloves*, 16 kali per tahun untuk *earplug*, 20 kali per tahun untuk *bolt*, 20 kali per tahun untuk *O-Ring*, dan 21 kali per tahun untuk *electrode welding* masing-masing 21 kali per tahun. Hal ini menunjukkan bahwa setelah menggunakan metode *Min-max stock*, frekuensi pembelian tidak lagi seragam seperti kebijakan perusahaan sebelumnya, tetapi menyesuaikan karakteristik kebutuhan tiap item.

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa metode perusahaan menghasilkan total biaya persediaan tertinggi yaitu sebesar Rp 1.657.784.000 dan Metode *Min-Max Stock* memberikan total biaya sebesar Rp 1.387.156.000. Hal ini menunjukkan bahwa kedua metode usulan *Min-Max Stock* mampu menekan biaya persediaan secara signifikan dibandingkan metode perusahaan. Metode *Min-Max Stock* lebih unggul karena menghasilkan total biaya yang paling minimum. Perbedaan ini terjadi karena metode *Min-Max* mampu mengontrol batas persediaan secara lebih fleksibel. Secara total, metode *min-max stock* mampu menurunkan biaya persediaan sebesar Rp 270.628.000 atau sekitar 16,32% dibanding kebijakan perusahaan. Angka ini membuktikan bahwa metode usulan tidak hanya efektif dalam mengendalikan *level* stok, tetapi juga mampu memberikan penghematan biaya yang besar secara keseluruhan.

Berdasarkan seluruh hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa integrasi *forecasting* dan metode *min-max stock* mampu memberikan perbaikan yang nyata terhadap sistem pengendalian persediaan barang *consumable*. *Forecasting* berperan dalam menghasilkan estimasi kebutuhan yang lebih akurat sesuai pola konsumsi tiap item, sedangkan metode *min-max stock* menerjemahkan hasil tersebut ke dalam

keputusan operasional berupa *safety stock*, *minimum stock*, *maximum stock*, Q , dan ROP. Dengan pendekatan ini, perusahaan tidak lagi melakukan pemesanan secara seragam atau hanya berdasarkan kebiasaan, melainkan berdasarkan kebutuhan aktual yang telah diproyeksikan secara kuantitatif. Dampaknya, risiko *stockout* dapat ditekan karena perusahaan memiliki batas aman stok. Dalam konteks penelitian ini, keberhasilan metode usulan paling kuat terlihat pada aspek biaya, yaitu penurunan total biaya persediaan dari Rp 1.657.784.000 menjadi Rp 1.387.156.000. Oleh karena itu, metode *Min-Max Stock* dapat dinyatakan lebih efektif dan efisien untuk diterapkan pada pengendalian persediaan barang *consumable* di PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-awar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada persediaan barang *consumable* di PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-Awar maka dapat disimpulkan, frekuensi pemesanan menggunakan metode *Min-Max Stock* untuk masing-masing barang yaitu *gloves* sebanyak 16 kali per tahun, *earplug* sebanyak 16 kali per tahun, *bolt* sebanyak 21 kali per tahun, *o-ring* sebanyak 21 kali per tahun, dan *electrode welding* sebanyak 18 kali per tahun. Selain itu, terdapat perbedaan *total inventory cost* (TIC) antara metode perusahaan dan metode *Min-Max Stock*, dimana total biaya persediaan menggunakan metode perusahaan sebesar Rp 1.657.784.000, sedangkan metode *Min-Max Stock* sebesar Rp 1.387.156.000. Dengan demikian, penerapan metode *Min-Max Stock* mampu menghasilkan penghematan biaya persediaan sebesar Rp 270.628.000 atau sekitar 16,32%.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian ini yaitu

1. PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-Awar sebaiknya untuk mengoptimalkan pengendalian persediaan melalui metode *Min-Max*, dengan melakukan evaluasi rutin terhadap batas minimum dan maksimum persediaan yang ditetapkan. Batas-batas ini perlu disesuaikan secara berkala berdasarkan data permintaan yang terbaru dan fluktuasi permintaan yang terjadi. Dengan

cara ini, perusahaan dapat menjaga keseimbangan antara ketersediaan barang dan efisiensi biaya penyimpanan, serta memastikan ketersediaan barang *consumable* yang sesuai dengan kebutuhan operasional teknisi di lapangan

2. PT PLN Nusantara Power UP Tanjung Awar-Awar disarankan untuk mengintegrasikan teknologi yang lebih canggih dalam pengelolaan persediaan, seperti penggunaan sistem berbasis ERP (*Enterprise Resource Planning*) atau SCM (*Supply Chain Management*). Dengan teknologi ini, perusahaan dapat memantau stok secara *real-time*, mempermudah proses pemesanan ulang, serta meminimalkan risiko *stockout*, yang sangat penting untuk mendukung kelancaran operasional pemeliharaan dan keselamatan teknisi di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Dzaki, R., Zakaria, M., & Akmal, S. (2025). Analisis dan pengendalian persediaan suku cadang menggunakan metode min-max stock di PT. Aprindo Berkah Perkasa. *Industrial Engineering Journal*, 14(1), 12.
- Alkhatib, S. F., Darlington, R., Yang, Z., & Nguyen, T. T. (2021). A novel technique for evaluating and selecting logistics service providers based on the logistics performance index. *International Journal of Production Economics*, 231, 107867. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107867>
- Alvien, A., & Edi, D. (2021). Sistem Informasi Penjualan Toko Expert Vape. Inc Dengan Metode *Supply Chain* Management. *Jurnal STRATEGI-Jurnal Maranatha*, 3(1), 250–259.
- Andriana, A. D., & Alawy, M. S. (2023). Pemodelan Dan Perancangan *Supply chain* Management Pada Produk Sparepart Mobil. *Journal of Innovation And Future Technology (IFTECH)*, 5(1), 23–30.
- Angraini, D., Novitri, A., Irawan, B., Kesehatan, F. I., & Bukittinggi, M. N. (2025). *Analisis Faktor Penyebab Stock out Obat Di Gudang Farmasi Rsi Ibnu Sina Padang*. 4(1), 307–321. <https://doi.org/10.55123/Sehatmas.V4i1.3453>
- Apriani, E., Aridito, Mn., Sigit Cahyono, M., Sukarjo, H., Gustina, S., & Febria Laksana, F. (2023). Penerapan SCM Dan Internet Of Things (Iot) Pada Sistem

- Pengelolaan Sampah Yang Berkelanjutan. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 195–199. <https://doi.org/10.31949/jb.v4i1.3875>
- Bakhtiar, A., & Audina, S. (2021). Analisis pengendalian persediaan aux raw material menggunakan metode min-max stock di PT. Mitsubishi Chemical Indonesia. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 16(3), 161-169.
- Bhattacharyya, S. C. (2011). *Energy economics: Concepts, issues, markets and governance*. Springer. <https://www.sciencedirect.com/book/9780857092696/energy-economics>
- Chen, X., Li, Y., & Zhao, K. (2021). Inventory management under demand uncertainty: A case study in supply chain optimization. *International Journal of Production Economics*, 231, 107862. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107862>
- Damayanti, A., Debora, F., Momon S, A., & Kabul, P. M. (2026). Pengendalian persediaan bahan baku menggunakan metode min-max stock pada produk keramik lantai PT AB. *INDUSTRIKA*, 10(1), 150-151.
- Doan, T. H., & Shrestha, A. (2023). Demand forecasting accuracy and its impact on supply chain performance. *Sustainability*, 15(4), 3120. <https://doi.org/10.3390/su15043120>
- Fan, Y., Li, Q., & Wang, X. (2022). Responsive supply chain management under uncertainty: A sustainability perspective. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129807. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129807>
- Febriawan, N., Winati, F. D., & Larasati, K. A. (2025). Perencanaan persediaan bahan baku semen menggunakan pendekatan min-max inventory berbasis

- peramalan. *JIMIEN: Journal of Industrial and Mechanical Engineering*, 3(1), 16-23.
- Govindan, K., Mina, H., & Alavi, B. (2020). A decision support system for demand management in healthcare supply chains considering the epidemic outbreaks: A case study of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *International Journal of Production Economics*, 228, 107789. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107789>
- Hakim, P. R., & Prastawa, H. (2022). *Forecating Demand & Usulan Safety stock Pasir Silika Dengan Metode Time Series Pada Pt Solusi Bangun Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap. Industrial Engineering Online Journal*, 11(4), 1–10. <https://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Index.Php/Ieoj/Article/View/36096/27762>
- Hamirsa, M. H., & Rumita, R. (2022). *Usulan Perencanaan Peramalan (Forecasting) Dan Safety stock Persediaan Spare Part Busi Champion Type Ra7yc - 2 (Ev - 01 / Ew - 01 / 2) Menggunakan Metode Time Series Pada Pt Triangle Motorindo Semarang. 2.*
- Handfield, R., & Nichols, J. E. (2002). *Supply chain Redesign: Transforming Supply chains Into Integrated Value Systems*. Financial Times-Prentice Hall.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (13th ed.). Pearson.
- Iqbal, M., & Rahayu, S. (2021). Penerapan metode forecasting dan min-max stock dalam pengendalian persediaan bahan baku. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 10(2), 95–102.

- Johsan, I. J., Ningsih, T. H., Taribuka, M. F., Faradhiba, D. G. E., Fajrianti, I., & Mokodompit, E. A. (2025). *Sinergi pengelolaan persediaan, MRP, dan JIT: Strategi efisiensi operasional dalam rantai pasok modern*. Jurnal HOMANIS: Halu Oleo Manajemen dan Bisnis, 2(2), 525–534.
- Josiah, T., Riswandi, I., & Tukimun. (2024). *Manajemen pengadaan*. Sulur Pustaka. www.sulur.co.id
- Karttunen, E. (2023). *Digital transformation of the purchasing and supply management*. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 53(5–6), 685–704.
- Kasmir. (2019). *Pengantar Manajemen Keuangan* (2nd Ed.). Kencana.
- Kumar, S., Singh, A., & Yadav, R. (2023). *Forecasting electricity consumption using Exponential Smoothing techniques: A case study in the energy sector*. IEEE Access, 9, 134521–134530.
- Lakshmi, K., & Priya, S. (2020). Inventory optimization in manufacturing industry using forecasting and min-max approach. *Materials Today: Proceedings*, 33, 412–417. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.254>
- Langoday, T. O. (2023). *Manajemen Produksi Dan Operasi*. Penerbit Litnus.
- Li, L., Su, Q., & Chen, X. (2024). The impact of inventory management practices on supply chain performance: Evidence from manufacturing firms. *International Journal of Production Economics*, 266, 108–120. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108120>
- Lukman. (2021). *Supply chain Management* (1st ed.). CV. Cahaya BIntang Cemerlang.

- Lusiana, A., & Yuliarty, P. (2020). Penerapan Metode Peramalan (*Forecasting*)
- Maharani, D., & Sari, R. (2023). Analisis pengendalian persediaan menggunakan metode economic order quantity (EOQ). *Jurnal Teknik Industri*, 24(2), 85–92.
- Maharani, M. P., & Sari, T. (2025). *Pengendalian persediaan bahan baku menggunakan metode analisis ABC, peramalan, dan Economic Order Quantity (MIN-MAX) pada PT. XYZ*. J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri, 20(2), 95–104.
- Patrucco, A. S. (2022). *Characteristics of supplier performance measurement systems*. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 25(2), 207–225.
- Pratama, A., & Rahmawati, D. (2021). Moving Average for *forecasting Consumable goods Demand* in the textile industry. *International Journal of Industrial Operations*, 9(3), 112–119.
- Pujawan, I. N., & Mahendrawathi. (2017). *Supply chain Management (3 ed.)*. Guna Widya.
- Pujawan, I. N., & Mahendrawathi. (2024). *Supply chain Management*. Andi Offset.
- Putri, P. M., Nofriadi, & Mardalius. (2023). Penerapan Aplikasi *Supply chain Management Untuk Pendistribusian Dan Stock Beras Berbasis Web*. *Journal Of Computer Science And Technology (JOCSTEC)*, 1(1), 10–15.
- Rachmawati, N. L., & Lentari, M. (2022). Penerapan Metode *Min-Max* Untuk Minimasi *Stockout* Dan *overstock* Persediaan Bahan Baku. *Jurnal Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 8(2), 143–148.

- Ridwan, M., & Rizal Gaffar, M. (2022). Efisiensi Persediaan Dan Distribusi Melalui Integrasi *Supply Chain* Management. *Applied Business and Administration Journal*, 1, 36–44.
- Sofyan, H., Nur Amalia, A., Akmal, D. P., & Ramdani, R. F. (2022). Analisa dan Mitigasi Risiko *Supply chain* dengan Pendekatan Model House of Risk Pada Perusahaan XYZ. *Jurnal Teknik Logika Informatika*, 12(2), 193–204.
- Tran, T. H., & Wang, Y. (2023). Inventory control policies under demand variability: A review and research agenda. *Processes*, 11(3), 1–20. <https://doi.org/10.3390/pr11030800>
- Tarigan, Z. J. H. (2020). *The effect of supplier trust, supplier innovation, and buyer–supplier relationship to improve supplier performance at manufacturing industry*. *KnE Life Sciences*, 5(3), 1–10.
- Wijaya, M. A., Nugroho, S., M. Ali Pahmi, & Miftahul Imtihan. (2021). Pengendalian Persediaan Produk Dengan Metode *Min-Max* Melalui Konsep *Supply chain* Management. *Jenius : Jurnal Terapan Teknik Industri*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.37373/Jenius.V2i1.92>
- Wildan, K., & Asy'ari, S. (2023). Penentuan Metode Peramalan (*Forecasting*) Pada Permintaan Penjualan Di Cv. Lia Tirta Jaya Prigen. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(11), 4077–4088.
- Zhong, J. (2023). *Internal and external collaboration and supply chain performance: A fit theory approach*. *International Journal of Production Economics*, 260, 108262.

Zhang, Y., & Zhou, Y. (2021). Demand uncertainty and inventory management: A review and future research directions. *Annals of Operations Research*.
<https://doi.org/10.1007/s10479-021-04054-3>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Uji Stasioner Data Kebutuhan Barang *Consumable* dengan *Software SPSS*

1. *Gloves*

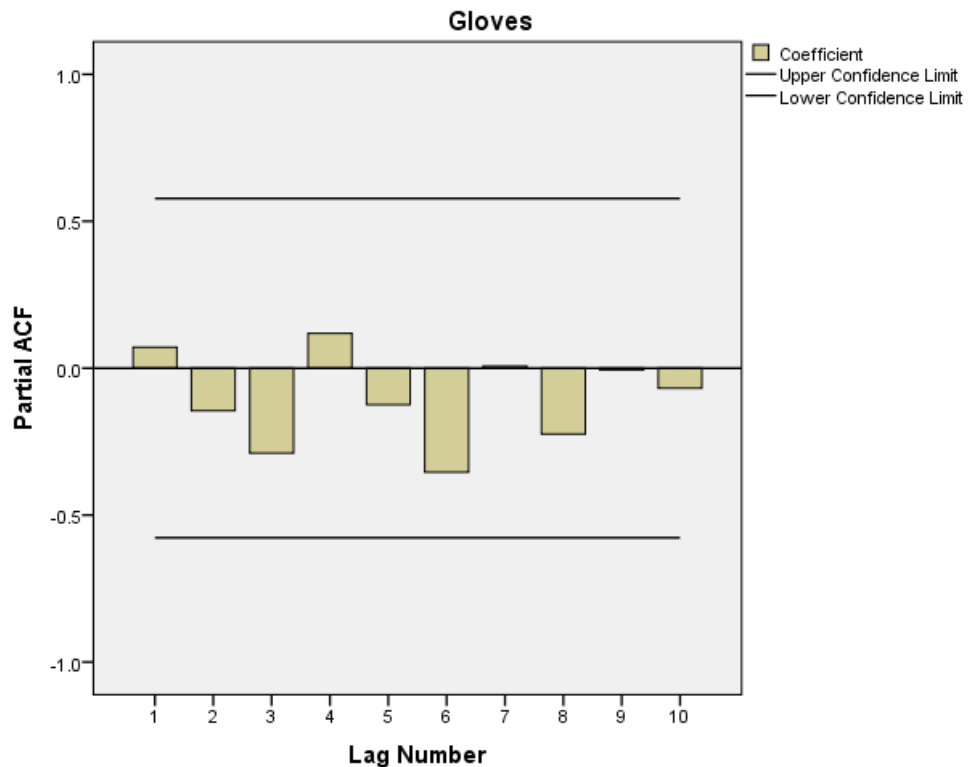
Autocorrelations

Series: Gloves

Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. ^b
1	.071	.256	.078	1	.780
2	-.139	.244	.402	2	.818
3	-.303	.231	2.117	3	.548
4	.090	.218	2.287	4	.683
5	-.021	.204	2.297	5	.807
6	-.255	.189	4.121	6	.660
7	-.077	.173	4.319	7	.742
8	-.055	.154	4.446	8	.815
9	.195	.134	6.574	9	.681
10	-.026	.109	6.630	10	.760

a. The underlying process assumed is independence (white noise).

b. Based on the asymptotic chi-square approximation.



2. Earplug

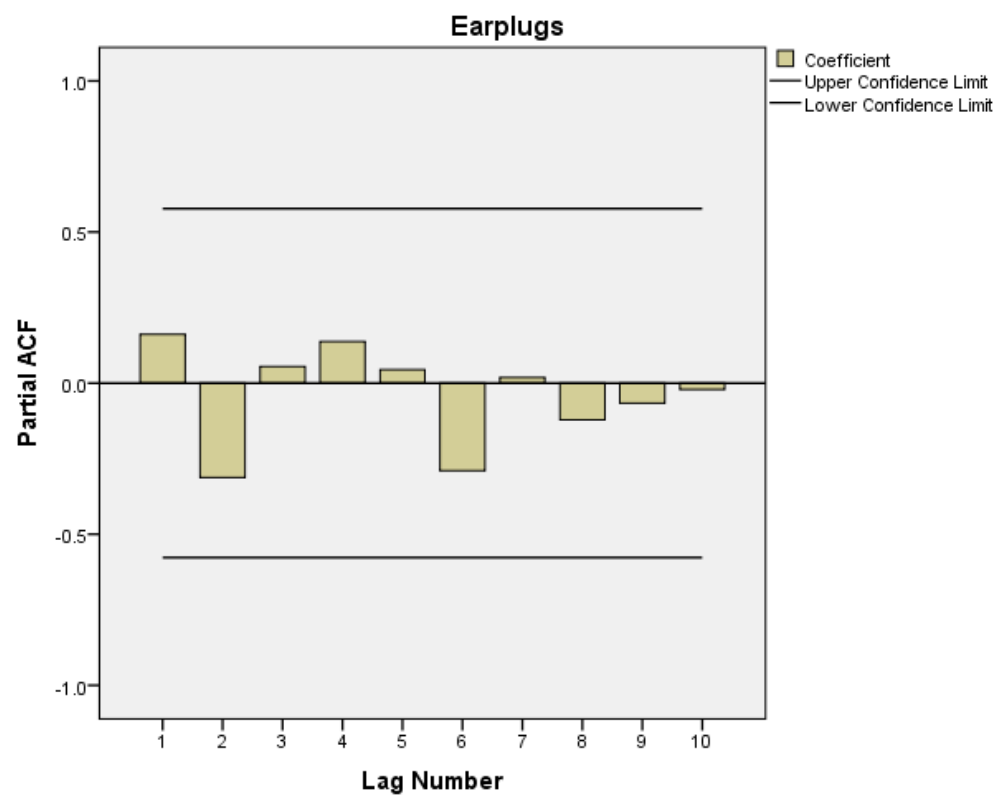
Autocorrelations

Series: Earplugs

Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. ^b
1	.162	.256	.399	1	.528
2	-.278	.244	1.695	2	.429
3	-.061	.231	1.764	3	.623
4	.205	.218	2.651	4	.618
5	.117	.204	2.979	5	.703
6	-.311	.189	5.690	6	.459
7	-.155	.173	6.492	7	.484
8	.037	.154	6.550	8	.586
9	.000	.134	6.550	9	.684
10	-.085	.109	7.162	10	.710

a. The underlying process assumed is independence (white noise).

b. Based on the asymptotic chi-square approximation.



3. Bolt

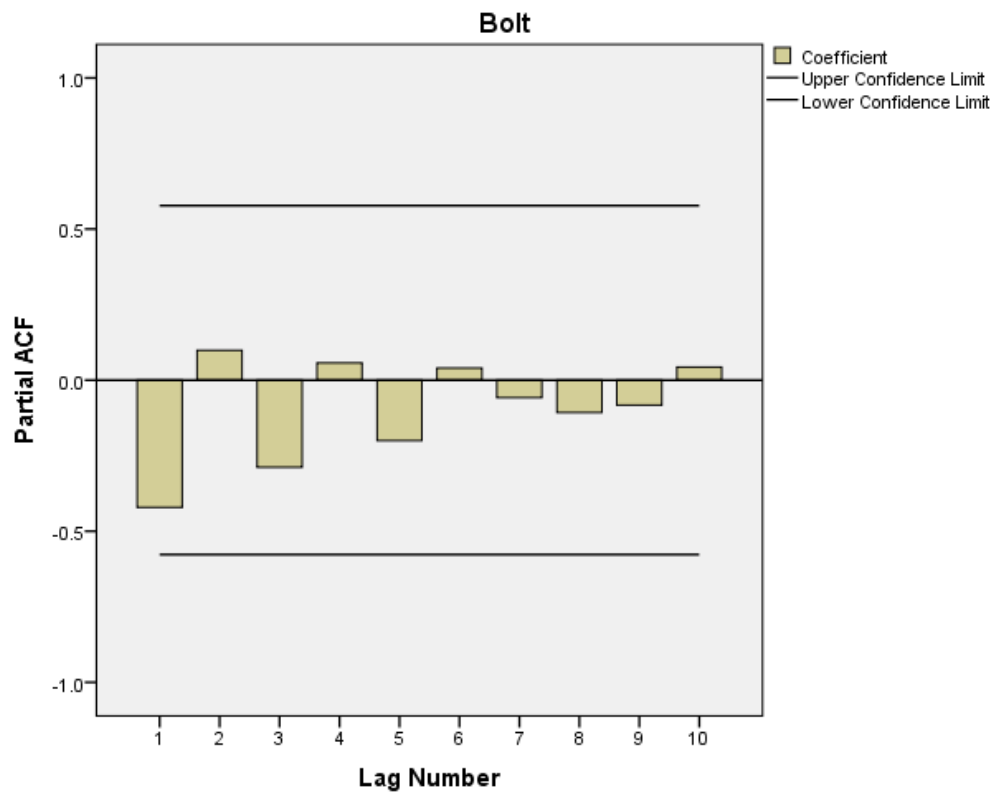
Autocorrelations

Series: Bolt

Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. ^b
1	-.421	.256	2.710	1	.100
2	.258	.244	3.831	2	.147
3	-.374	.231	6.447	3	.092
4	.292	.218	8.243	4	.083
5	-.337	.204	10.960	5	.052
6	.301	.189	13.505	6	.036
7	-.253	.173	15.661	7	.028
8	.163	.154	16.779	8	.032
9	-.216	.134	19.380	9	.022
10	.254	.109	24.804	10	.006

a. The underlying process assumed is independence (white noise).

b. Based on the asymptotic chi-square approximation.



4. *O-Ring*

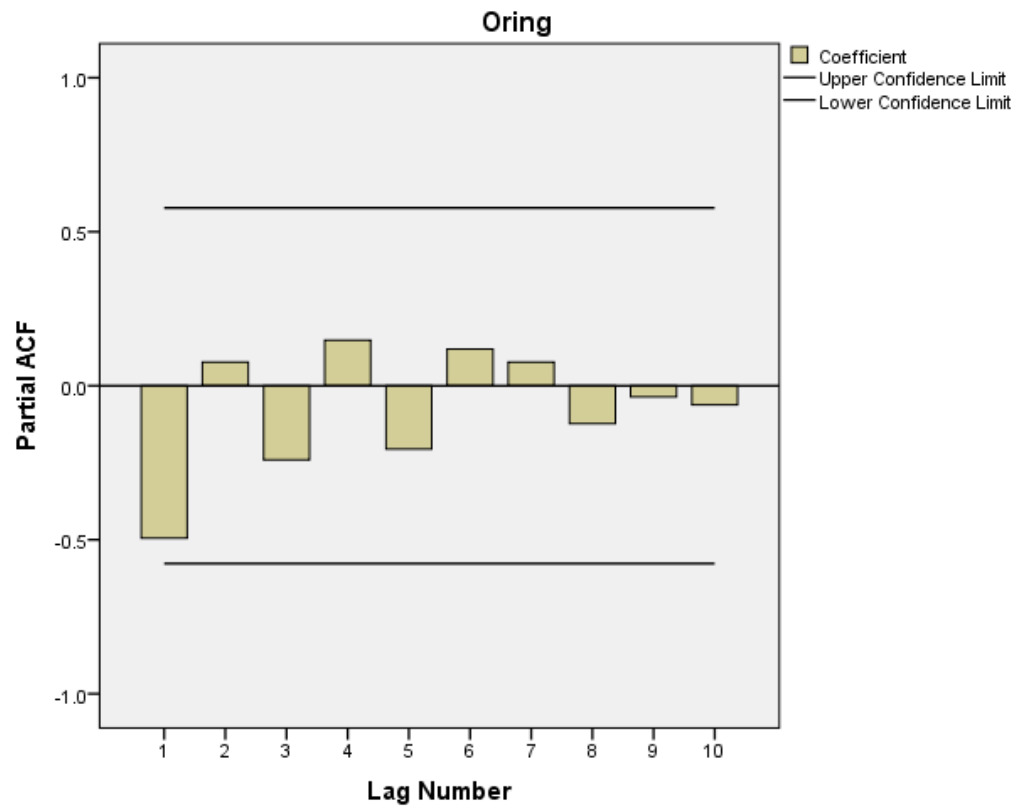
Autocorrelations

Series: Oring

Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. ^b
1	-.495	.256	3.735	1	.053
2	.302	.244	5.271	2	.072
3	-.357	.231	7.646	3	.054
4	.370	.218	10.517	4	.033
5	-.407	.204	14.499	5	.013
6	.393	.189	18.822	6	.004
7	-.250	.173	20.921	7	.004
8	.146	.154	21.820	8	.005
9	-.218	.134	24.492	9	.004
10	.196	.109	27.722	10	.002

a. The underlying process assumed is independence (white noise).

b. Based on the asymptotic chi-square approximation.



5. *Electrode Welding*

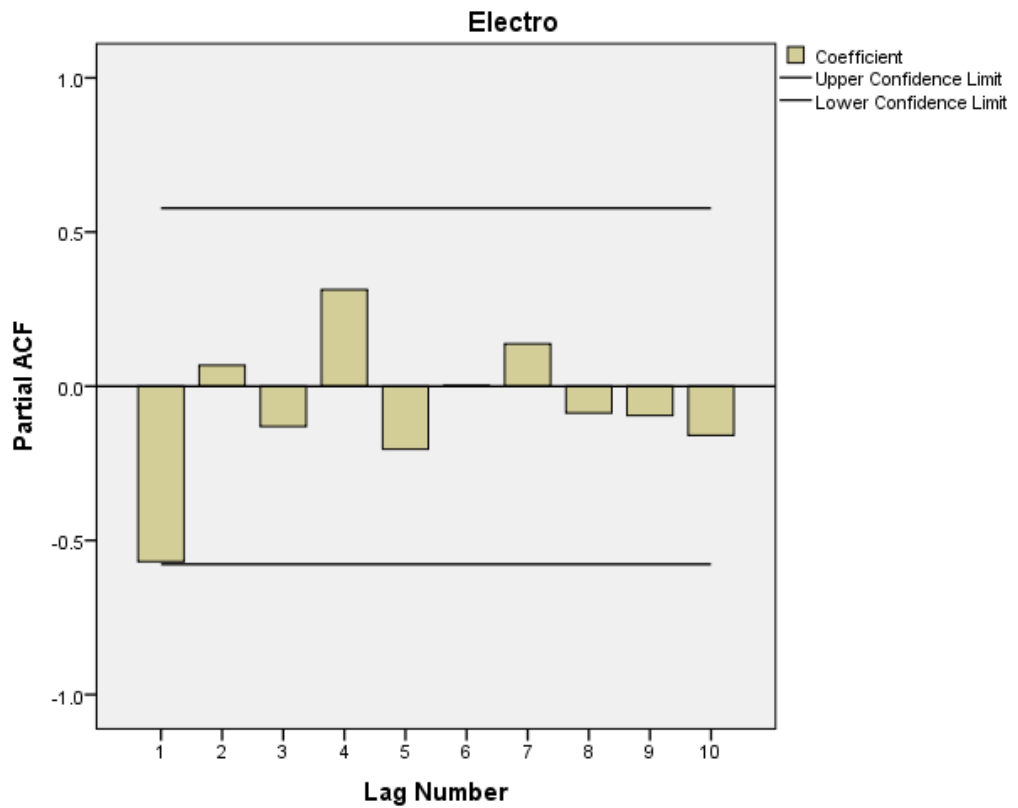
Autocorrelations

Series: Electro

Lag	Autocorrelation	Std. Error ^a	Box-Ljung Statistic		
			Value	df	Sig. ^b
1	-.569	.256	4.942	1	.026
2	.370	.244	7.236	2	.027
3	-.322	.231	9.177	3	.027
4	.449	.218	13.416	4	.009
5	-.504	.204	19.504	5	.002
6	.399	.189	23.951	6	.001
7	-.221	.173	25.592	7	.001
8	.159	.154	26.660	8	.001
9	-.272	.134	30.795	9	.000
10	.210	.109	34.505	10	.000

a. The underlying process assumed is independence (white noise).

b. Based on the asymptotic chi-square approximation.



Lampiran 2. Nilai Alpha (α) Single Exponential Smoothing

Nilai Alpha									
Gloves		Earplug		Bolt		O-Ring		Electrode Welding	
ALPHA	MAD	ALPHA	MAD	ALPHA	MAD	ALPHA	MAD	ALPHA	MAD
0	686.636	0	461.818	0	139.546	0	97.727	0	49.09
0.01	687.53	0.01	439.794	0.01	132.834	0.01	92.971	0.01	46.65
0.02	688.336	0.02	419.032	0.02	126.518	0.02	88.5	0.02	44.36
0.03	689.05	0.03	399.462	0.03	120.575	0.03	84.298	0.03	42.21
0.04	689.668	0.04	381.014	0.04	114.982	0.04	80.347	0.04	40.19
0.05	690.185	0.05	363.622	0.05	109.719	0.05	76.632	0.05	38.29
0.06	690.597	0.06	347.226	0.06	104.766	0.06	73.14	0.06	36.79
0.07	690.9	0.07	331.766	0.07	100.731	0.07	69.857	0.07	35.59
0.08	691.09	0.08	317.189	0.08	97.614	0.08	67.351	0.08	34.46
0.09	691.163	0.09	303.442	0.09	94.653	0.09	65.926	0.09	33.38
0.1	691.115	0.1	290.477	0.1	91.842	0.1	64.58	0.1	32.36
0.11	690.944	0.11	278.247	0.11	89.172	0.11	63.309	0.11	31.39
0.12	690.647	0.12	266.708	0.12	86.636	0.12	62.109	0.12	30.47
0.13	690.22	0.13	255.82	0.13	85.525	0.13	61.148	0.13	29.85
0.14	689.661	0.14	245.543	0.14	84.77	0.14	60.735	0.14	29.39
0.15	688.969	0.15	235.842	0.15	84.049	0.15	60.657	0.15	29.07
0.16	688.14	0.16	226.682	0.16	83.359	0.16	60.593	0.16	28.95
0.17	687.175	0.17	218.03	0.17	82.7	0.17	60.54	0.17	28.91
0.18	686.071	0.18	209.856	0.18	82.07	0.18	60.499	0.18	28.87
0.19	684.827	0.19	202.131	0.19	81.467	0.19	60.469	0.19	28.85
0.2	683.442	0.2	194.829	0.2	80.89	0.2	60.448	0.2	28.82
0.21	681.917	0.21	187.923	0.21	80.338	0.21	60.436	0.21	28.8
0.22	680.251	0.22	181.391	0.22	79.809	0.22	60.432	0.22	28.79
0.23	678.444	0.23	175.209	0.23	79.304	0.23	60.436	0.23	28.78
0.24	676.496	0.24	169.356	0.24	78.82	0.24	60.448	0.24	28.77
0.25	675.088	0.25	163.912	0.25	78.358	0.25	60.467	0.25	28.77
0.26	674.359	0.26	159.858	0.26	77.916	0.26	60.492	0.26	28.77
0.27	673.478	0.27	156	0.27	77.866	0.27	60.523	0.27	28.77
0.28	672.445	0.28	152.325	0.28	77.91	0.28	60.56	0.28	28.78
0.29	671.262	0.29	148.824	0.29	77.962	0.29	60.603	0.29	28.79
0.3	669.93	0.3	145.602	0.3	78.021	0.3	60.651	0.3	28.8
0.31	668.449	0.31	142.955	0.31	78.087	0.31	60.704	0.31	28.81
0.32	666.821	0.32	140.399	0.32	78.16	0.32	60.762	0.32	28.83
0.33	665.048	0.33	137.928	0.33	78.24	0.33	60.825	0.33	28.84
0.34	663.132	0.34	135.54	0.34	78.326	0.34	60.892	0.34	28.86

Nilai Alpha									
Gloves		Earplug		Bolt		O-Ring		Electrode Welding	
0.35	661.075	0.35	133.231	0.35	78.419	0.35	60.964	0.35	28.89
0.36	658.878	0.36	130.996	0.36	78.518	0.36	61.041	0.36	28.91
0.37	656.545	0.37	128.835	0.37	78.622	0.37	61.122	0.37	28.94
0.38	654.078	0.38	126.742	0.38	78.733	0.38	61.208	0.38	28.97
0.39	651.479	0.39	124.895	0.39	78.85	0.39	61.297	0.39	29
0.4	648.751	0.4	123.595	0.4	78.972	0.4	61.391	0.4	29.03
0.41	645.898	0.41	122.318	0.41	79.1	0.41	61.49	0.41	29.06
0.42	642.923	0.42	121.063	0.42	79.234	0.42	61.592	0.42	29.1
0.43	639.828	0.43	119.828	0.43	79.374	0.43	61.699	0.43	29.14
0.44	636.617	0.44	118.611	0.44	79.52	0.44	61.811	0.44	29.18
0.45	633.293	0.45	117.413	0.45	79.671	0.45	61.926	0.45	29.22
0.46	629.86	0.46	117.026	0.46	79.829	0.46	62.046	0.46	29.27
0.47	626.322	0.47	116.668	0.47	79.992	0.47	62.171	0.47	29.31
0.48	622.681	0.48	116.298	0.48	80.161	0.48	62.3	0.48	29.36
0.49	619.469	0.49	115.916	0.49	80.336	0.49	62.433	0.49	29.41
0.5	620.387	0.5	115.519	0.5	80.517	0.5	62.571	0.5	29.47
0.51	621.221	0.51	115.109	0.51	80.704	0.51	62.714	0.51	29.52
0.52	621.973	0.52	114.685	0.52	80.898	0.52	62.861	0.52	29.58
0.53	622.644	0.53	114.247	0.53	81.098	0.53	63.013	0.53	29.64
0.54	623.237	0.54	113.794	0.54	81.304	0.54	63.17	0.54	29.7
0.55	623.753	0.55	113.326	0.55	81.517	0.55	63.332	0.55	29.76
0.56	624.193	0.56	112.843	0.56	81.737	0.56	63.499	0.56	29.83
0.57	625.116	0.57	112.345	0.57	81.963	0.57	63.671	0.57	29.9
0.58	627.091	0.58	111.832	0.58	82.196	0.58	63.848	0.58	29.97
0.59	628.997	0.59	111.303	0.59	82.436	0.59	64.031	0.59	30.04
0.6	630.836	0.6	110.759	0.6	82.683	0.6	64.219	0.6	30.12
0.61	632.609	0.61	110.199	0.61	83.056	0.61	64.412	0.61	30.19
0.62	634.319	0.62	109.624	0.62	83.617	0.62	64.611	0.62	30.27
0.63	635.965	0.63	109.033	0.63	84.187	0.63	64.815	0.63	30.36
0.64	637.551	0.64	108.427	0.64	84.764	0.64	65.026	0.64	30.44
0.65	639.076	0.65	107.805	0.65	85.348	0.65	65.242	0.65	30.53
0.66	640.544	0.66	107.168	0.66	85.941	0.66	65.465	0.66	30.62
0.67	641.955	0.67	106.516	0.67	86.542	0.67	65.693	0.67	30.72
0.68	643.31	0.68	105.913	0.68	87.151	0.68	65.928	0.68	30.82
0.69	644.612	0.69	105.542	0.69	87.768	0.69	66.169	0.69	30.92
0.7	645.861	0.7	105.157	0.7	88.394	0.7	66.417	0.7	31.11
0.71	647.06	0.71	104.758	0.71	89.029	0.71	66.671	0.71	31.34

Nilai Alpha									
<i>Gloves</i>		<i>Earplug</i>		<i>Bolt</i>		<i>O-Ring</i>		<i>Electrode Welding</i>	
0.72	648.21	0.72	104.347	0.72	89.673	0.72	66.932	0.72	31.56
0.73	649.312	0.73	103.922	0.73	90.326	0.73	67.2	0.73	31.79
0.74	650.368	0.74	103.486	0.74	90.988	0.74	67.476	0.74	32.03
0.75	651.38	0.75	103.037	0.75	91.66	0.75	67.758	0.75	32.27
0.76	652.348	0.76	102.912	0.76	92.341	0.76	68.266	0.76	32.51
0.77	653.274	0.77	103.103	0.77	93.033	0.77	68.781	0.77	32.75
0.78	654.16	0.78	103.271	0.78	93.734	0.78	69.305	0.78	33
0.79	655.007	0.79	103.416	0.79	94.446	0.79	69.836	0.79	33.25
0.8	655.817	0.8	103.539	0.8	95.169	0.8	70.375	0.8	33.51
0.81	656.59	0.81	103.667	0.81	95.902	0.81	70.923	0.81	33.77
0.82	657.328	0.82	103.932	0.82	96.647	0.82	71.479	0.82	34.03
0.83	658.032	0.83	104.176	0.83	97.403	0.83	72.043	0.83	34.3
0.84	658.704	0.84	104.401	0.84	98.17	0.84	72.616	0.84	34.57
0.85	659.345	0.85	104.605	0.85	98.95	0.85	73.199	0.85	34.84
0.86	661.737	0.86	104.79	0.86	99.741	0.86	73.79	0.86	35.12
0.87	664.267	0.87	104.956	0.87	100.545	0.87	74.392	0.87	35.41
0.88	666.759	0.88	105.103	0.88	101.361	0.88	75.002	0.88	35.69
0.89	669.215	0.89	105.23	0.89	102.191	0.89	75.623	0.89	35.99
0.9	671.635	0.9	105.34	0.9	103.034	0.9	76.254	0.9	36.28
0.91	674.02	0.91	105.43	0.91	103.891	0.91	76.895	0.91	36.59
0.92	676.371	0.92	105.503	0.92	104.761	0.92	77.547	0.92	36.89
0.93	678.69	0.93	105.557	0.93	105.646	0.93	78.21	0.93	37.21
0.94	680.977	0.94	105.594	0.94	106.545	0.94	78.884	0.94	37.52
0.95	683.234	0.95	105.613	0.95	107.46	0.95	79.57	0.95	37.85
0.96	685.461	0.96	105.615	0.96	108.39	0.96	80.268	0.96	38.18
0.97	687.659	0.97	105.6	0.97	109.336	0.97	80.977	0.97	38.51
0.98	689.829	0.98	105.568	0.98	110.298	0.98	81.699	0.98	38.85
0.99	691.973	0.99	105.519	0.99	111.277	0.99	82.434	0.99	39.19
1	694.091	1	105.455	1	112.273	1	83.182	1	39.55

Lampiran 3. Perhitungan *Moving Range Chart* (MRC)

1. *Gloves*

No	Bulan	Aktual (Unit)	F	Error	MR	\overline{MR}	BKA	BKB
1	Jan-25	2198						
2	Feb-25	2025	2198	-173				
3	Mar-25	2050	2113	-63	110	197.80	526.148	-526.15
4	Apr-25	1970	2082	-112	49	197.80	526.148	-526.15
5	Mei-25	2050	2027	23	135	197.80	526.148	-526.15
6	Jun-25	2080	2038	42	19	197.80	526.148	-526.15
7	Jul-25	1800	2059	-259	301	197.80	526.148	-526.15
8	Aug-25	1950	1932	18	277	197.80	526.148	-526.15
9	Sep-25	2100	1941	159	141	197.80	526.148	-526.15
10	Okt-25	2440	2019	421	262	197.80	526.148	-526.15
11	Nov-25	2028	2225	-197	510	197.80	526.148	-526.15
12	Des-25	2105	2128	-23	174	197.80	526.148	-526.15
13	Jan-26	0	2117					
TOTAL		24796	24879	72	11981	197.80	3541.05	-526.15

- Nilai perhitungan rata-rata *moving range* sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\overline{MR} &= \frac{\sum MR}{n-1} \\ &= \frac{11981}{12-1} \\ &= 197,8\end{aligned}$$

- Nilai perhitungan rata-rata batas kontrol atas sebagai berikut :

$$\begin{aligned}BKA &= + 2,66 \times \overline{MR} \\ &= + 2,66 \times 197,8 \\ &= 526,148\end{aligned}$$

- Nilai perhitungan rata-rata batas kontrol bawah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}BKA &= - 2,66 \times \overline{MR} \\ &= - 2,66 \times 197,8 \\ &= - 526,148\end{aligned}$$

2. Earplug

No	Bulan	Aktual (Unit)	F	Error	MR	\overline{MR}	BKA	BKB
1	Jan-25	2000						
2	Feb-25	1650						
3	Mar-25	1450						
4	Apr-25	1520	1608	-88				
5	Mei-25	1600	1518	82	170	106.63	283.623	-283.62
6	Jun-25	1620	1548	72	10	106.63	283.623	-283.62
7	Jul-25	1420	1597	-177	249	106.63	283.623	-283.62
8	Aug-25	1480	1517	-37	140	106.63	283.623	-283.62
9	Sep-25	1580	1483	97	134	106.63	283.623	-283.62
10	Okt-25	1560	1520	40	57	106.63	283.623	-283.62
11	Nov-25	1540	1553	-13	53	106.63	283.623	-283.62
12	Des-25	1500	1553	-53	40	106.63	283.623	-283.62
13	Jan-26		1523					
TOTAL		18920	15420	-77	853	106.63	283.623	-283.62

- Nilai perhitungan rata-rata *moving range* sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\overline{MR} &= \frac{\sum MR}{n-1} \\ &= \frac{853}{12-1} \\ &= 106,63\end{aligned}$$

- Nilai perhitungan rata-rata batas kontrol atas sebagai berikut :

$$\begin{aligned}BKA &= + 2,66 \times \overline{MR} \\ &= + 2,66 \times 106,623 \\ &= 283,623\end{aligned}$$

- Nilai perhitungan rata-rata batas kontrol bawah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}BKA &= - 2,66 \times \overline{MR} \\ &= - 2,66 \times 106,623 \\ &= - 106,623\end{aligned}$$

3. Bolt

No	Bulan	Aktual (Unit)	F	Error	MR	\overline{MR}	BKA	BKB
1	Jan-25	2545	0					
2	Feb-25	2380	0					
3	Mar-25	2445	0					
4	Apr-25	2365	2440	-75				
5	Mei-25	2455	2394	61	136	154.38	410.638	-410.64
6	Jun-25	2350	2423	-73	134	154.38	410.638	-410.64
7	Jul-25	2475	2388	87	160	154.38	410.638	-410.64
8	Aug-25	2360	2430	-70	157	154.38	410.638	-410.64
9	Sep-25	2460	2397	63	133	154.38	410.638	-410.64
10	Okt-25	2340	2429	-89	152	154.38	410.638	-410.64
11	Nov-25	2480	2383	97	186	154.38	410.638	-410.64
12	Des-25	2350	2430	-80	177	154.38	410.638	-410.64
13	Jan-26		2392					
TOTAL		29005	24106	-79	1235	154.38	410.638	-410.64

- Nilai perhitungan rata-rata *moving range* sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\overline{MR} &= \frac{\sum MR}{n-1} \\ &= \frac{1235}{12-1} \\ &= 154,38\end{aligned}$$

- Nilai perhitungan rata-rata batas kontrol atas sebagai berikut :

$$\begin{aligned}BKA &= + 2,66 \times \overline{MR} \\ &= + 2,66 \times 154,38 \\ &= 410,638\end{aligned}$$

- Nilai perhitungan rata-rata batas kontrol bawah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}BKA &= - 2,66 \times \overline{MR} \\ &= - 2,66 \times 154,38 \\ &= - 410,638\end{aligned}$$

4. O-Ring

No	Bulan	Aktual (Unit)	F	Error	MR	\overline{MR}	BKA	BKB
1	Jan-25	2000						
2	Feb-25	1880						
3	Mar-25	1910						
4	Apr-25	1875	1915	-40				
5	Mei-25	1960	1888	72	112	121.63	323.523	-323.52
6	Jun-25	1850	1923	-73	145	121.63	323.523	-323.52
7	Jul-25	1965	1891	74	147	121.63	323.523	-323.52
8	Aug-25	1870	1926	-56	130	121.63	323.523	-323.52
9	Sep-25	1940	1898	42	98	121.63	323.523	-323.52
10	Okt-25	1860	1921	-61	103	121.63	323.523	-323.52
11	Nov-25	1950	1888	62	123	121.63	323.523	-323.52
12	Des-25	1865	1918	-53	115	121.63	323.523	-323.52
13	Jan-26	0	1893					
TOTAL		22925	19061	-33	973	121.63	323.523	-323.52

- Nilai perhitungan rata-rata *moving range* sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\overline{MR} &= \frac{\sum MR}{n-1} \\ &= \frac{973}{12-1} \\ &= 121,63\end{aligned}$$

- Nilai perhitungan rata-rata batas kontrol atas sebagai berikut :

$$\begin{aligned}BKA &= + 2,66 \times \overline{MR} \\ &= + 2,66 \times 121,63 \\ &= 323,523\end{aligned}$$

- Nilai perhitungan rata-rata batas kontrol bawah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}BKA &= - 2,66 \times \overline{MR} \\ &= - 2,66 \times 121,63 \\ &= - 323,523\end{aligned}$$

5. *Electrode Welding*

No	Bulan	Aktual (Unit)	F	Error	MR	\overline{MR}	BKA	BKB
1	Jan-25	350	0					
2	Feb-25	285	0					
3	Mar-25	305	0					
4	Apr-25	290	306	-16				
5	Mei-25	330	294	36	52	55.88	148.628	-148.63
6	Jun-25	275	313	-38	74	55.88	148.628	-148.63
7	Jul-25	320	296	24	62	55.88	148.628	-148.63
8	Aug-25	290	307	-17	41	55.88	148.628	-148.63
9	Sep-25	320	298	22	39	55.88	148.628	-148.63
10	Okt-25	280	310	-30	52	55.88	148.628	-148.63
11	Nov-25	330	295	35	65	55.88	148.628	-148.63
12	Des-25	285	312	-27	62	55.88	148.628	-148.63
13	Jan-26		299					
TOTAL		3660	3030	-11	447	55.88	148.628	-148.63

- Nilai perhitungan rata-rata *moving range* sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\overline{MR} &= \frac{\sum MR}{n-1} \\ &= \frac{447}{12-1} \\ &= 55,88\end{aligned}$$

- Batas perhitungan rata-rata batas kontrol atas sebagai berikut :

$$\begin{aligned}BKA &= + 2,66 \times \overline{MR} \\ &= + 2,66 \times 55,88 \\ &= 148,628\end{aligned}$$

- Batas perhitungan rata-rata batas kontrol bawah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}BKA &= - 2,66 \times \overline{MR} \\ &= - 2,66 \times 55,88 \\ &= - 323,523\end{aligned}$$

Lampiran 4. Perhitungan Total *Inventory Cost* Perusahaan Tahun 2025

1. *Earplug*

- Biaya Pemesanan

$$O_p = \text{Frekuensi pemesanan} \times \text{Biaya pemesanan}$$

$$= 24 \times 310.000$$

$$= \text{Rp } 7.440.000$$

- Biaya Simpan

$$O_s = \text{Biaya simpan} \times \text{persediaan}$$

$$= (20\% \times \text{Rp } 105.000) \times 1582 \text{ pack}$$

$$= \text{Rp } 397.320.000$$

- Total Biaya Persediaan

$$O_T = O_p + O_s$$

$$= \text{Rp } 7.440.000 + \text{Rp } 397.320.000$$

$$= \text{Rp } 404.760.000$$

2. *Bolt*

- Biaya Pemesanan

$$O_p = \text{Frekuensi pemesanan} \times \text{Biaya pemesanan}$$

$$= 24 \times 310.000$$

$$= \text{Rp } 7.440.000$$

- Biaya Simpan

$$O_s = \text{Biaya simpan} \times \text{Persediaan}$$

$$= (20\% \times \text{Rp } 80.000) \times 29005 \text{ pack}$$

$$= \text{Rp } 464.080.000$$

- Total Biaya Persediaan

$$\begin{aligned} O_T &= O_p + O_s \\ &= \text{Rp } 7.440.000 + \text{Rp } 464.080.000 \\ &= \text{Rp } 471.520.000 \end{aligned}$$

3. *O-Ring*

- Biaya Pemesanan

$$\begin{aligned} O_p &= \text{Frekuensi pemesanan} \times \text{Biaya pemesanan} \\ &= 24 \times 310.000 \\ &= \text{Rp } 7.440.000 \end{aligned}$$

- Biaya Simpan

$$\begin{aligned} O_s &= \text{Biaya simpan} \times \text{Persediaan} \\ &= (20\% \times \text{Rp } 120.000) \times 22925 \text{ pack} \\ &= \text{Rp } 550.200.000 \end{aligned}$$

- Total Biaya Persediaan

$$\begin{aligned} O_T &= O_p + O_s \\ &= \text{Rp } 7.440.000 + \text{Rp } 550.200.000 \\ &= \text{Rp } 557.640.000 \end{aligned}$$

4. *Electrode Welding*

- Biaya Pemesanan

$$\begin{aligned} O_p &= \text{Frekuensi pemesanan} \times \text{Biaya pemesanan} \\ &= 24 \times 310.000 \\ &= \text{Rp } 7.440.000 \end{aligned}$$

- Biaya Simpan

$$\begin{aligned}O_s &= \text{Biaya simpan} \times \text{Persediaan} \\ &= (20\% \times \text{Rp } 150.000) \times 3660 \text{ pack} \\ &= \text{Rp } 109.800.000\end{aligned}$$

- Total Biaya Persediaan

$$\begin{aligned}O_T &= O_p + O_s \\ &= \text{Rp } 7.440.000 + \text{Rp } 109.800.000 \\ &= \text{Rp } 117.240.000\end{aligned}$$

Lampiran 5. Perhitungan Penghematan Biaya dan Persentase Penghematan Biaya

1. *Earplug*

- Penghematan biaya = TIC metode perusahaan – TIC metode *Min-Max Stock*

$$= \text{Rp } 404.760.000 - \text{Rp } 328.780.000$$

$$= \text{Rp } 75.980.000$$

- Persentase penghematan biaya

$$\text{Persentase} = \frac{\text{TIC metode perusahaan} - \text{TIC metode Min-Max Stock}}{\text{TIC metode perusahaan}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp } 404.760.000 - \text{Rp } 328.780.000}{\text{Rp } 404.760.000} \times 100\%$$

$$= 18,77\%$$

2. *Bolt*

- Penghematan biaya = TIC metode perusahaan – TIC metode *Min-Max Stock*

$$= \text{Rp } 471.520.000 - \text{Rp } 391.896.000$$

$$= \text{Rp } 79.624.000$$

- Persentase penghematan biaya

$$\text{Persentase} = \frac{\text{TIC metode perusahaan} - \text{TIC metode Min-Max Stock}}{\text{TIC metode perusahaan}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp } 471.520.000 - \text{Rp } 391.896.000}{\text{Rp } 471.520.000} \times 100\%$$

$$= 16,89\%$$

3. *O-Ring*

- Penghematan biaya = TIC metode perusahaan – TIC metode *Min-Max Stock*

$$= \text{Rp } 557.640.000 - \text{Rp } 463.664.000$$

$$= \text{Rp } 93.976.000$$

- Persentase penghematan biaya

$$\text{Persentase} = \frac{\text{TIC metode perusahaan} - \text{TIC metode Min-Max Stock}}{\text{TIC metode perusahaan}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp } 557.640.000 - \text{Rp } 463.664.000}{\text{Rp } 557.640.000} \times 100\%$$

$$= 16,85\%$$

4. *Electrode Welding*

- Penghematan biaya = TIC metode perusahaan – TIC metode *Min-Max Stock*

$$= \text{Rp } 117.240.000 - \text{Rp } 97.410.000$$

$$= \text{Rp } 19.830.000$$

- Persentase penghematan biaya

$$\text{Persentase} = \frac{\text{TIC metode perusahaan} - \text{TIC metode Min-Max Stock}}{\text{TIC metode perusahaan}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp } 117.240.000 - \text{Rp } 97.410.000}{\text{Rp } 117.240.000} \times 100\%$$

$$= 16,91\%$$