


## **Weighted Moving Average Berbasis Variasi Window untuk Optimasi Persediaan dan Reorder Point Fiber Optik**

DOI: <http://dx.doi.org/10.35889/jutisi.v15i2.3404>

Creative Commons License 4.0 (CC BY – NC) 

**Ridho Fajar Fahturohman<sup>1</sup>, Budi Nugroho<sup>2\*</sup>, Eva Yulia Puspaningrum<sup>3</sup>**  
 Informatika, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya, Indonesia  
 \*e-mail *Corresponding Author*: budinugroho.if@upnjatim.ac.id

### **Abstract**

*Poor inventory management is a primary challenge for telecommunications service providers. This study implements the weighted moving average (WMA) algorithm with window size variations to forecast demand for kabel drop core and Optical Network Terminal (ONT) at Fibertrust Madiun, integrating it with Safety Stock (SS) and Reorder Point (ROP) calculations. The data covers 63 kabel drop core transactions and 112 ONT transactions during January–December 2025, with coefficients of variation of 0.384 and 0.567 respectively. Three window sizes (3, 4, and 5 periods) were tested using MAD, MSE, and MAPE. Window 5 achieved the best accuracy with MAPE of 27.11% for kabel drop core and 47.57% for ONT, both in the sufficient category. A 95% service level provides the optimal balance between holding cost and stockout risk. ROP implementation has the potential to reduce stockout incidents by 71–79%, from 28 to 6–8 incidents per year.*

**Keywords:** *Weighted moving average; Reorder point; Safety stock; Inventory management; Stockout*

### **Abstrak**

Pengelolaan persediaan yang tidak tertata dengan baik menjadi tantangan utama perusahaan penyedia layanan telekomunikasi. Penelitian ini mengimplementasikan algoritma *weighted moving average* (WMA) dengan variasi ukuran window untuk meramalkan permintaan kabel drop core dan *Optical Network Terminal* (ONT) di Fibertrust Madiun, serta mengintegrasikannya dengan perhitungan *Safety Stock* (SS) dan *Reorder Point* (ROP). Data mencakup 63 transaksi kabel drop core dan 112 transaksi ONT selama Januari-Desember 2025, dengan koefisien variasi masing-masing 0,384 dan 0,567. Tiga variasi ukuran window (3, 4, dan 5 periode) diuji menggunakan metrik MAD, MSE, dan MAPE. Window 5 periode mencatat akurasi terbaik dengan MAPE 27,11% untuk kabel drop core dan 47,57% untuk ONT, keduanya berkategori cukup. *Service level* 95% memberikan keseimbangan terbaik antara biaya penyimpanan dan risiko kehabisan stok (*stockout*). Penerapan ROP berpotensi menekan insiden *stockout* hingga 71-79%, dari 28 insiden menjadi 6-8 insiden per tahun.

**Kata kunci:** *Weighted moving average; Reorder point; Safety stock; Manajemen persediaan; Stockout*

### **1. Pendahuluan**

Pengelolaan persediaan merupakan aspek kritis dalam keberlangsungan operasional perusahaan penyedia layanan telekomunikasi. Ketidaktersediaan komponen utama secara langsung menghambat proses instalasi jaringan dan berdampak pada kepuasan pelanggan, sementara kelebihan stok membebani biaya penyimpanan yang tidak produktif. Tantangan ini semakin kompleks pada industri fiber optik yang mengalami pertumbuhan pesat seiring meningkatnya kebutuhan akses internet berkecepatan tinggi di Indonesia, sehingga permintaan terhadap material jaringan seperti kabel *drop core* dan *Optical Network Terminal* (ONT) cenderung berfluktuasi tinggi dan sulit diprediksi secara intuitif. Tanpa sistem peramalan yang terstruktur, perusahaan tidak memiliki dasar ilmiah untuk menentukan kapan dan berapa banyak harus memesan kembali, sehingga menjadikan pengendalian persediaan berbasis metode kuantitatif sebagai kebutuhan yang mendesak.

Fibertrust Madiun adalah perusahaan penyedia layanan internet fiber optik yang bergantung pada ketersediaan dua komponen kritis: kabel drop core dan *Optical Network Terminal* (ONT). Tanpa sistem pencatatan yang memadai, perusahaan rentan terhadap dua kondisi yang sama-sama merugikan yaitu kelebihan stok yang membebani biaya gudang, maupun kehabisan stok (*stockout*) yang menghentikan proses pemasangan jaringan ke pelanggan. Kondisi *stockout* bahkan dapat mencapai 40% dari total transaksi ketika pengendalian persediaan dijalankan tanpa metode yang sistematis [1]. Catatan historis Fibertrust selama Januari-Desember 2025 mencatat 28 insiden *stockout* untuk ONT pada 21 tanggal berbeda, setara 25% dari total transaksi.

Nilai koefisien variasi (CV) ONT sebesar 0,567 dan kabel drop core sebesar 0,384 mengindikasikan fluktuasi permintaan yang tidak dapat diabaikan. Nilai CV di atas 0,49 mengindikasikan variasi permintaan tinggi yang memerlukan metode peramalan adaptif [2]. Berdasarkan klasifikasi ADI dan  $CV^2$ , permintaan ONT tergolong irregular ( $ADI < 1,32$ ;  $CV^2 \geq 0,49$ ) pola berfrekuensi tinggi namun sangat berfluktuasi. Untuk mengatasi kondisi semacam ini, sistem informasi berbasis web yang dilengkapi fitur *safety stock* dan *reorder point* otomatis terbukti mampu meningkatkan efisiensi pencatatan hingga 80% sekaligus memperbaiki akurasi data hingga 85% [3].

Metode *weighted moving average* (WMA) dipilih karena lebih akurat dengan memberikan bobot lebih tinggi pada data yang lebih relevan dalam peramalan [4]. WMA terbukti mampu memberikan akurasi yang beragam bergantung karakteristik data dengan MAPE 3,83% pada peramalan permintaan tempe [5], MAPE 14,54% pada sistem peramalan persediaan berbasis web [6], dan MAPE 24,41% pada sistem informasi ritel [7]. Integrasi WMA dengan *reorder point* pada pengelolaan sparepart juga terbukti menekan kesalahan peramalan secara signifikan [8]. Namun, studi-studi tersebut belum mengeksplorasi secara sistematis pengaruh variasi ukuran window terhadap akurasi prediksi, khususnya pada data material fiber optik dengan  $CV > 0,49$ .

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengkaji permasalahan serupa dari berbagai sudut pandang. Ridwan dan Ahsan meneliti penentuan ROP dan *safety stock* pada material habis pakai menggunakan Artificial Neural Network sebagai metode peramalannya. Integrasi hasil peramalan dengan perhitungan SS dan ROP pada service level 95% terbukti andal mencegah kehabisan stok (*stockout*), bahkan pada kondisi *lead time* yang berfluktuasi antara 10 hingga 31 hari [9].

Sementara itu, Suhendra et al. mengintegrasikan WMA dengan ROP untuk sistem peramalan persediaan sparepart sepeda motor. Dengan pembobotan linear naik dan window 4 periode, metode ini berhasil menekan kesalahan peramalan secara signifikan dibanding prediksi manual perusahaan sebelumnya [8]. Lebih spesifik terkait pemilihan ukuran window, Suryadana dan Sarasvananda mengevaluasi pengaruh ukuran window pada sistem peramalan berbasis website. Pengujian komparatif window 3, 4, 5, dan 6 bulan menunjukkan window 3 bulan menghasilkan MAD terkecil sebesar 100,67, membuktikan bahwa pemilihan ukuran window berdampak langsung pada akurasi [10].

Dalam konteks sistem informasi berbasis web, Hidayatulloh et al. mengembangkan sistem peramalan persediaan menggunakan WMA window 4 periode di perusahaan perdagangan UDRJ. Sistem ini menghasilkan MAPE 14,54% dan meningkatkan akurasi peramalan 18,18% dibanding prediksi manual sebelumnya [6]. Sebagai acuan evaluasi akurasi, Pramesti et al. menetapkan kriteria interpretasi nilai MAPE yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini: MAPE < 10% dikategorikan sangat baik, 10%–20% baik, 20%–50% cukup, dan > 50% buruk [11].

Berdasarkan kajian di atas, sebagian besar penelitian sebelumnya menerapkan WMA untuk peramalan saja atau SS-ROP saja, dengan ukuran window yang umumnya ditetapkan tanpa pengujian komparatif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengimplementasikan WMA dengan variasi window 3, 4, dan 5 periode menggunakan metrik MAD, MSE, dan MAPE untuk menemukan konfigurasi paling akurat, menganalisis pengaruh service level terhadap nilai SS dan ROP pada dua skenario *lead time* yang berbeda, serta mengukur seberapa besar penerapan ROP dapat menekan insiden kehabisan stok (*stockout*) berdasarkan simulasi data historis.

## 2. Metodologi

Data yang digunakan bersumber dari history transaksi keluar barang Fibertrust Madiun selama Januari-Desember 2025, yang dicatat secara manual menggunakan Microsoft Excel. Karakteristik statistik kedua produk disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Karakteristik Data Penelitian

Parameter	Kabel Drop Core	ONT
Periode	Januari – Desember 2025	Januari – Desember 2025
Jumlah Transaksi Keluar	63	112
Rata-rata Bulanan ( $\mu$ )	658,75 meter	5,25 unit
Standar Deviasi ( $\sigma$ )	252,96 meter	2,976 unit
Koefisien Variasi (CV)	0,384	0,567
Stockout Aktual	0 insiden	28 insiden
<i>Lead time</i> Gudang Pusat	4 hari	4 hari
<i>Lead time</i> Distributor Lokal	1 hari	1 hari

Koefisien variasi dihitung dengan membagi standar deviasi permintaan ( $\sigma$ ) terhadap nilai rata-ratanya ( $\mu$ ), sehingga menghasilkan ukuran dispersi relatif yang bebas satuan dan dapat dibandingkan antar produk meski satuannya berbeda.

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \dots \dots \dots (1)$$

Pengujian dilakukan dalam lima skenario yang dirancang untuk menjawab masing-masing tujuan penelitian, seperti dirangkum pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Skenario Pengujian Penelitian

Skenario	Fokus	Parameter	Tujuan
S1	Variasi Window	WS = 3, 4, 5	Window optimal
S2	Service Level	SL = 90%, 95%, 99%	Trade-off biaya–risiko
S3	<i>Lead time</i>	4 hari vs 1 hari	Pengaruh <i>Lead time</i>
S4	Efektivitas ROP	Tanpa vs dengan ROP	Manfaat nyata ROP
S5	Tren Error	MAPE Juni–Desember 2025	Adaptasi model

### 2.1 Weighted moving average

WMA merupakan pengembangan dari rata-rata bergerak sederhana yang memberikan bobot lebih besar pada data terbaru, dengan asumsi bahwa periode terkini lebih relevan untuk memprediksi permintaan masa depan [12]. Setiap periode diberi bobot linear naik, periode terlama mendapat bobot 1, periode terbaru mendapat bobot n, sehingga model lebih responsif terhadap perubahan tren tanpa mengabaikan historis.

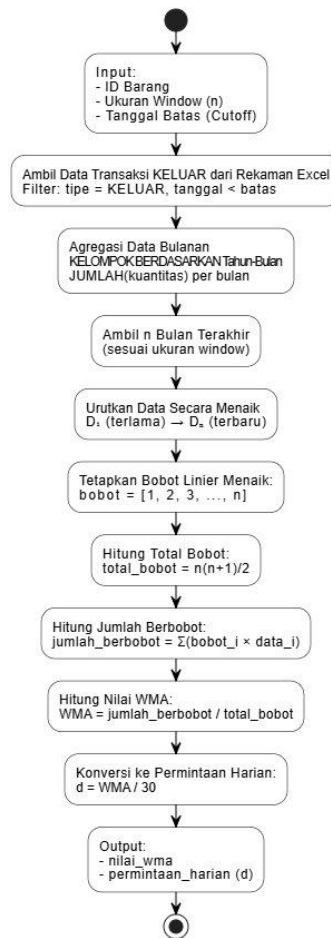
$$WMA = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i \cdot x_i)}{\sum_{i=1}^n w_i} \dots \dots \dots (2)$$

Di mana  $X_i$  merupakan data aktual pada periode ke- $i$ , sedangkan  $W_i$  adalah bobot yang ditetapkan secara linear naik dari 1 hingga  $n$  dengan total bobot  $n(n+1)/2$ . Selanjutnya, nilai WMA dikonversi ke permintaan harian agar dapat digunakan langsung pada perhitungan SS dan ROP.

$$d = \frac{WMA}{\text{hari kerja}} \dots \dots \dots (3)$$

Nilai  $d$  yang diperoleh dari persamaan (3) merepresentasikan rata-rata permintaan per hari, di mana jumlah hari kerja dalam sebulan ditetapkan berdasarkan kalender operasional

perusahaan. Alur lengkap implementasi WMA mulai dari pengambilan data transaksi hingga menghasilkan nilai d dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Proses Perhitungan *Weighted moving average*

Gambar 1 memperlihatkan bahwa data transaksi keluar terlebih dahulu difilter dan diagregasi per bulan, kemudian n bulan terakhir diurutkan dari terlama ke terbaru untuk mendapatkan pasangan data serta bobot yang tepat. Nilai WMA final kemudian dibagi jumlah hari kerja dalam sebulan untuk menghasilkan permintaan harian yang menjadi masukan pada tahap berikutnya.

**2.2 Safety Stock dan Reorder Point**

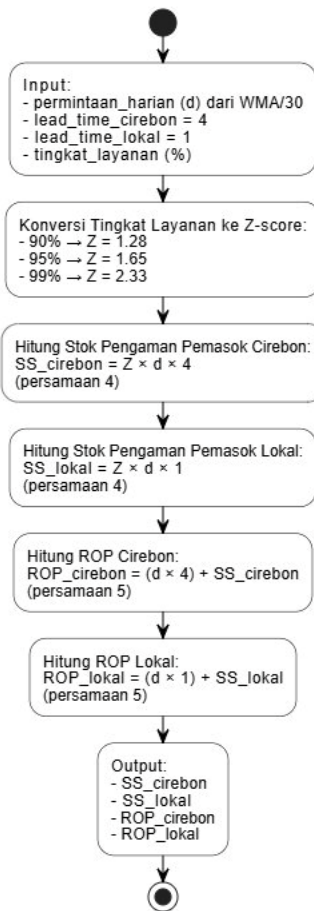
*Safety stock* adalah cadangan stok yang dirancang melindungi operasional dari lonjakan permintaan tak terduga maupun keterlambatan pengiriman dari gudang [13]. Nilainya dihitung sebagai produk dari nilai *Z-score service level*, permintaan harian, dan *lead time*.

$$SS = Z \times d \times L \dots\dots\dots (4)$$

Nilai Z dipilih sesuai *service level* yang ditetapkan yaitu 1,28 untuk 90%, 1,65 untuk 95%, dan 2,33 untuk 99%, sementara L adalah *lead time* dalam hari. ROP kemudian dihitung dengan menjumlahkan permintaan selama periode tunggu dengan *safety stock* yang telah dihitung[14].

$$ROP = (d \times L) + SS \dots\dots\dots (5)$$

ROP pada persamaan (5) menyatakan ambang batas stok yang harus dipesan kembali agar persediaan tidak habis selama menunggu pengiriman. Alur perhitungan SS dan ROP untuk dua skenario *lead time* diilustrasikan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Flowchart Proses Perhitungan Safety Stock dan Reorder Point

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai Z-score dipetakan dari *service level* yang dipilih, kemudian SS dan ROP dihitung secara terpisah untuk gudang pusat (*lead time* 4 hari) dan distributor lokal (*lead time* 1 hari), menghasilkan empat nilai keluaran sekaligus.

**2.3 Metrik Evaluasi Akurasi**

Akurasi prediksi dievaluasi menggunakan tiga metrik yang saling melengkapi. MAD mengukur rata-rata deviasi absolut dalam satuan data asli sehingga mudah diinterpretasikan secara langsung, MSE memberikan penalti lebih besar pada kesalahan ekstrem melalui operasi kuadrat, dan MAPE menjadi metrik utama karena bebas skala sehingga perbandingan antar produk dengan satuan berbeda tetap valid [15].

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |A_t - F_t|}{n} \dots\dots\dots (6)$$

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n} \dots\dots\dots (7)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \times 100}{n} \dots\dots\dots (8)$$

Pada ketiga persamaan di atas,  $A_t$  adalah nilai aktual dan  $F_t$  adalah nilai prediksi pada periode  $t$ , sedangkan  $n$  adalah jumlah periode yang dievaluasi. MAPE dipilih sebagai metrik utama karena sifatnya yang bebas skala sehingga memudahkan perbandingan lintas produk

dengan satuan berbeda. Untuk memetakan tingkat kemampuan model secara kualitatif, nilai MAPE diinterpretasikan menggunakan kategori pada Tabel 3 [11].

**Tabel 3.** Kategori Akurasi Peramalan Berdasarkan Nilai MAPE

Nilai MAPE	Kategori
< 10%	Sangat Baik
10% – 20%	Baik
20% – 50%	Cukup
> 50%	Buruk

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Komparasi Ukuran Window

Data transaksi keluar terlebih dahulu diagregasi ke level bulanan, kemudian WMA dihitung untuk setiap variasi window pada masing-masing produk. Sebagai contoh, berikut perhitungan WMA window 5 untuk kabel drop core bulan Desember 2025, menggunakan data Juli-November 2025 dengan bobot [1, 2, 3, 4, 5]:

$$\begin{aligned}
 WMA_{Des} &= \frac{1 \times 584 + 2 \times 621 + 3 \times 632 + 4 \times 695 + 5 \times 703}{15} \\
 &= \frac{584 + 1242 + 1896 + 2780 + 3515}{15} = 668 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Total bobot diperoleh dari rumus  $n(n+1)/2 = 5 \times 6 / 2 = 15$ . Prosedur yang sama diterapkan pada setiap periode evaluasi untuk ketiga variasi window, dengan hasil lengkap tersaji pada Tabel 4 dan Tabel 5.

**Tabel 4.** Komparasi Ukuran Window untuk Kabel Drop Core

WS	Periode Evaluasi	MAD	MSE	MAPE (%)	Prediksi Jan 2026
3	9	237,33	82.401	33,55	602,33 m
4	8	178,76	49.850	27,39	598,10 m
<b>5*</b>	<b>7</b>	<b>185,81</b>	<b>54.870</b>	<b>27,11*</b>	<b>614,87 m</b>

**Tabel 5.** Komparasi Ukuran Window untuk ONT

WS	Periode Evaluasi	MAD	MSE	MAPE (%)	Prediksi Jan 2026
3	9	3,04	14,39	79,29	5,33 unit
4	8	2,83	14,32	49,66	5,80 unit
<b>5*</b>	<b>7</b>	<b>2,92</b>	<b>15,80</b>	<b>47,57*</b>	<b>5,80 unit</b>

Window 5 menghasilkan MAPE terendah untuk kedua produk, 27,11% untuk kabel drop core dan 47,57% untuk ONT, sehingga ditetapkan sebagai konfigurasi optimal. Keduanya berada di kategori cukup (20%–50%) berdasarkan Tabel 3 [11]. Selisih akurasi antara kedua produk mencerminkan perbedaan tingkat fluktuasi permintaannya dengan CV ONT yang lebih tinggi (0,567 vs 0,384) membuat polanya lebih sulit diprediksi. Meski demikian, akurasi ini sudah cukup memadai sebagai acuan pengadaan, sebagaimana juga dicapai pada sistem ritel serupa dengan MAPE 24,41% [7].

#### 3.2 Dampak Service level

Dengan window 5 sebagai konfigurasi terpilih, permintaan harian kabel drop core adalah  $d = 614,87/30 = 20,5$  m/hari dan ONT adalah  $d = 5,80/30 = 0,193$  unit/hari. Hasil perhitungan SS

dan ROP untuk tiga *service level* pada kedua skenario *lead time* disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

**Tabel 6.** SS dan ROP Kabel Drop Core pada Service Level

Service Level	Z	SS (4 hari)	ROP (4 hari)	SS (1 hari)	ROP (1 hari)
90%	1,28	52,48 m	134,48 m	13,12 m	33,62 m
<b>95%*</b>	<b>1,65</b>	<b>67,65 m</b>	<b>149,65 m</b>	<b>16,91 m</b>	<b>37,41 m</b>
99%	2,33	95,53 m	177,53 m	23,88 m	44,38 m
$\Delta$ (99% vs 90%)	–	+82%	+32%	+82%	+32%

**Tabel 7.** SS dan ROP ONT Core pada Service Level

Service Level	Z	SS (4 hari)	ROP (4 hari)	SS (1 hari)	ROP (1 hari)
90%	1,28	0,987	1,759	0,247	0,440
<b>95%*</b>	<b>1,65</b>	<b>1,273</b>	<b>2,045</b>	<b>0,318</b>	<b>0,511</b>
99%	2,33	1,796	2,568	0,449	0,642
$\Delta$ (99% vs 90%)	–	+82%	+46%	+82%	+46%

Peningkatan *service level* dari 90% ke 99% mendorong kenaikan *safety stock* sebesar 82% secara linear pada kedua produk. Bila ditimbang dari sisi efisiensi, melompat dari 95% ke 99% hanya untuk mengurangi probabilitas *stockout* dari 5% menjadi 1% membutuhkan tambahan *safety stock* 28-40%, sebuah pertukaran yang kurang menguntungkan bagi skala usaha Fibertrust Madiun. Studi kasus pada industri kemasan menemukan bahwa kenaikan *service level* dari 95% ke 99% meningkatkan *safety stock* rata-rata 40% dengan pengurangan risiko yang tidak sebanding [16]. Atas dasar itu, *service level* 95% ditetapkan sebagai pilihan optimal dalam penelitian ini.

### 3.3 Dampak Perbedaan Lead time

Distributor lokal dengan *lead time* 1 hari hanya memerlukan *safety stock* 25% dari nilai gudang pusat yang beroperasi dengan *lead time* 4 hari. Sebagai ilustrasi, SS kabel drop core pada *service level* 95% adalah 67,65 Meter untuk *lead time* 4 hari, berbanding 16,91 Meter untuk *lead time* 1 hari dengan selisih 75%. Hubungan ini bersumber langsung dari persamaan (4), karena SS berbanding lurus dengan L, memperpendek *lead time* empat kali lipat secara otomatis memotong kebutuhan cadangan stok hingga 75% tanpa mengubah parameter lainnya. Ini menjadi argumen kuat untuk mempertimbangkan opsi pengiriman lokal sebagai respons darurat saat stok mendekati titik kritis, meski harga satuannya mungkin lebih tinggi dari gudang pusat.

### 3.4 Efektivitas Reorder Point

Simulasi retrospektif dilakukan dengan menerapkan nilai ROP hasil skenario 2 (*service level* 95%, *lead time* 4 hari) ke data transaksi ONT aktual sepanjang 2025, kemudian mencatat berapa insiden *stockout* yang masih terjadi. Hasilnya disajikan pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Simulasi Efektivitas ROP pada ONT

Kondisi	Stockout	Tercegah	Efektivitas
Tanpa ROP (kondisi aktual 2025)	28	–	–
Dengan ROP (SL 95%, LT 4 hari)	6–8	20–22	71–79%

Penerapan ROP secara konsisten berpotensi mencegah 20-22 dari 28 insiden, setara reduksi 71-79%. Angka ini masuk akal mengingat sebagian besar insiden terjadi bukan karena lonjakan luar biasa, melainkan karena tidak ada sinyal pemesanan ulang yang memicu tindakan sebelum stok habis. Otomasi ROP dalam sistem informasi penjualan berbasis web terbukti mampu menghilangkan keterlambatan respons pengadaan yang menjadi akar utama insiden

kehabisan stok (*stockout*) [17]. Pengintegrasian *safety stock* ke dalam sistem informasi juga meningkatkan akurasi data stok hingga 85%, yang secara langsung memperkuat efektivitas pemicu ROP [3]. Sisa 6-8 insiden yang tidak tercegah berasal dari lonjakan permintaan ekstrem, khususnya Juli 2025 saat permintaan mencapai 12 unit atau 5,85 kali nilai ROP yang berada di luar jangkauan mekanisme ROP berbasis rata-rata dan memerlukan pendekatan terpisah seperti buffer musiman.

### 3.5 Tren Error dan Adaptasi Model

Nilai MAPE dihitung ulang setiap bulan untuk melihat bagaimana akurasi model berkembang seiring bertambahnya data historis. Hasilnya disajikan pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Perkembangan Mape Bulanan Kabel Drop Core Window 5

Bulan	MAPE (%)	Perubahan	Catatan
Juni 2025	42,61	–	Awal evaluasi, data masih terbatas
Juli 2025	35,47	↓ 16,8%	Penurunan signifikan
Agustus 2025	28,86	↓ 18,6%	Tren penurunan berlanjut
September 2025	38,89	↑ 34,8%	Kenaikan sementara akibat outlier
Oktober 2025	31,92	↓ 17,9%	Pemulihan tanpa intervensi
November 2025	28,55	↓ 10,6%	Mendekati kestabilan
Desember 2025	27,11	↓ 5,0%	Nilai akhir terbaik
Total	↓ 36,4%	–	Juni → Desember

Selama enam bulan evaluasi, MAPE turun 36,4% dari 42,61% menjadi 27,11%, seluruhnya tetap dalam kategori cukup sesuai Tabel 3. Satu-satunya kenaikan terjadi pada September akibat outlier di data Agustus, namun model kembali membaik pada Oktober tanpa perlu penyesuaian parameter, menunjukkan ketahanan natural dari skema pembobotan WMA [12]. Pada ONT, MAPE turun dari 58,2% (buruk) menjadi 47,57% (cukup), sebuah lompatan kategori yang menegaskan bahwa akumulasi data historis memberi dampak nyata terhadap kualitas prediksi.

### 3.6 Pembahasan

Temuan dalam penelitian ini secara konsisten memperkuat dan memperluas hasil-hasil penelitian terdahulu yang telah mengkaji penggunaan metode *Weighted moving average* (WMA) dalam konteks peramalan dan pengendalian persediaan. Pertama, capaian MAPE 27,11% untuk kabel drop core dan 47,57% untuk ONT pada window 5 periode selaras dengan spektrum akurasi yang telah dilaporkan oleh penelitian-penelitian sebelumnya. Hidayatulloh et al. melaporkan MAPE 14,54% pada sistem peramalan berbasis web di perusahaan perdagangan dengan karakteristik permintaan yang relatif stabil [6], sedangkan Amuharnis et al. mencatat MAPE 24,41% pada toko ritel dengan fluktuasi permintaan moderat [7]. Penelitian ini menempatkan hasil tersebut pada bagian atas rentang “cukup” (20%–50%), yang secara logis dapat dijelaskan oleh tingkat fluktuasi permintaan yang lebih tinggi, di mana CV ONT sebesar 0,567 melampaui ambang batas intermittent demand ( $CV^2 \geq 0,49$ ) yang dikemukakan Fan et al. [2]. Dengan demikian, nilai MAPE yang lebih tinggi pada penelitian ini bukan merupakan kelemahan metodologis, melainkan cerminan karakteristik data yang memang lebih kompleks.

Kedua, temuan bahwa window 5 periode menghasilkan akurasi terbaik memperkaya diskusi yang telah dirintis oleh Suryadana dan Sarasvananda [10], yang membandingkan window 3, 4, 5, dan 6 bulan pada data keramik dan menemukan window 3 bulan sebagai yang terbaik. Perbedaan hasil ini mengindikasikan bahwa ukuran window optimal bersifat kontekstual dan bergantung pada pola data spesifik, bukan merupakan konstanta universal. Pada data material fiber optik dengan volatilitas tinggi, window yang lebih panjang mampu meredam pengaruh outlier sesaat sekaligus menangkap tren jangka menengah, suatu mekanisme yang secara teoritis didukung oleh sifat pembobotan linear WMA sebagaimana dijelaskan Dirgantara et al. [12]. Hal ini menegaskan bahwa pengujian komparatif multi-window seperti yang dilakukan dalam

penelitian ini merupakan praktik metodologis yang penting sebelum menetapkan parameter model.

Ketiga, potensi reduksi stockout ONT sebesar 71–79% yang dihasilkan dari penerapan ROP konsisten dengan bukti empiris dari penelitian-penelitian sejenis. Suhendra et al. membuktikan bahwa integrasi WMA dengan ROP mampu menekan kesalahan peramalan dan mencegah kehabisan stok pada pengelolaan sparepart sepeda motor [8]. Ridwan dan Ahsan mengonfirmasi efektivitas ROP berbasis peramalan pada material habis pakai industri, bahkan dalam kondisi lead time yang sangat berfluktuasi antara 10 hingga 31 hari [9]. Khasan et al. melaporkan bahwa otomatisasi ROP dalam sistem informasi berbasis web mampu menghilangkan keterlambatan respons pengadaan yang menjadi akar utama insiden kehabisan stok [17]. Temuan penelitian ini memperkuat konsensus yang berkembang bahwa penerapan ROP berbasis peramalan kuantitatif secara konsisten memberikan dampak positif yang signifikan terhadap pengendalian persediaan, terlepas dari sektor industri yang dikaji.

Dari sisi kontribusi terhadap pengembangan konsep dan keilmuan, penelitian ini memberikan setidaknya tiga sumbangan yang dapat memperkaya literatur manajemen persediaan. Pertama, penelitian ini mengisi celah (gap) yang selama ini belum ditangani secara sistematis dalam literatur, yaitu pengujian komparatif variasi ukuran window WMA secara bersamaan pada data dengan karakteristik *irregular demand* ( $CV > 0,49$ ). Temuan bahwa window 5 optimal untuk data tersebut memperkaya panduan praktis pemilihan parameter WMA yang sebelumnya belum tersedia untuk konteks material telekomunikasi. Kedua, penelitian ini mengembangkan kerangka analisis dua skenario *lead time* secara bersamaan (gudang pusat dengan distributor lokal), yang memberikan wawasan baru tentang implikasi strategis pemilihan pemasok terhadap kebutuhan cadangan stok. Hubungan kuantitatif yang ditemukan, bahwa lead time lebih pendek empat kali lipat secara langsung memangkas kebutuhan *safety stock* hingga 75%, dapat menjadi referensi empiris bagi pengambil keputusan dalam menyeimbangkan biaya pengadaan dan biaya penyimpanan. Ketiga, verifikasi penurunan MAPE sebesar 36,4% selama enam bulan evaluasi memberikan bukti empiris bahwa akumulasi data historis secara nyata meningkatkan kualitas prediksi WMA, suatu proposisi yang selama ini lebih banyak dibahas secara teoritis namun jarang diverifikasi secara longitudinal pada konteks persediaan material infrastruktur telekomunikasi.

Secara praktis, temuan ini memberikan rekomendasi konkret bagi Fibertrust Madiun maupun perusahaan penyedia layanan fiber optik sejenis. Penerapan mekanisme ROP berbasis WMA window 5 periode dengan *service level* 95% dapat langsung diimplementasikan sebagai fitur otomatis dalam sistem informasi persediaan berbasis web, sehingga petugas gudang tidak lagi mengandalkan estimasi manual yang rentan terhadap kesalahan. Prioritas implementasi sebaiknya diarahkan pada ONT mengingat tingkat stockout-nya yang jauh lebih tinggi dibanding kabel *drop core*. Untuk kondisi darurat ketika stok mendekati titik kritis, opsi pengadaan melalui distributor lokal dengan lead time 1 hari dapat menjadi solusi responsif yang secara signifikan mengurangi kebutuhan cadangan stok hingga 75% dibanding mengandalkan gudang pusat semata.

#### 4. Simpulan

Penelitian ini mengimplementasikan WMA pada data barang kabel drop core dan ONT di Fibertrust Madiun selama Januari-Desember 2025. Window 5 periode terbukti menjadi konfigurasi terbaik dengan MAPE 27,11% untuk kabel drop core dan 47,57% untuk ONT, keduanya di kategori cukup sesuai kriteria. Capaian ini sudah memadai sebagai acuan pengadaan mengingat karakteristik permintaan yang sangat berfluktuasi, terlebih MAPE terus membaik 36,4% dalam enam bulan evaluasi menunjukkan bahwa model semakin handal seiring bertambahnya data.

*Service level* 95% merupakan pilihan paling efisien antara biaya penyimpanan dan perlindungan terhadap risiko *stockout*. Distributor lokal dengan *lead time* 1 hari hanya membutuhkan 25% dari *safety stock* yang diperlukan gudang pusat, menjadikannya opsi strategis untuk kondisi mendesak. Hasil simulasi menunjukkan potensi reduksi insiden stockout ONT hingga 71–79% bila mekanisme ROP diterapkan secara konsisten. Penelitian selanjutnya disarankan mengarah pada integrasi algoritma ini ke dalam sistem informasi berbasis web agar perhitungan berjalan otomatis, serta mengeksplorasi perbandingan dengan metode lain seperti *Double Exponential Smoothing* pada karakteristik data serupa.

**Daftar Referensi**

- [1] V. Nurcahyawati, Riyondha Aprilian Brahmantyo, and Januar Wibowo, "Manajemen Persediaan Menggunakan Metode Safety Stock dan Reorder Point," *J. Sains Dan Inform.*, pp. 89–99, Aug. 2023, doi: 10.34128/jsi.v9i1.431.
- [2] L. Fan, X. Liu, W. Mao, K. Yang, and Z. Song, "Spare Parts Demand Forecasting Method Based on Intermittent Feature Adaptation," *Entropy*, vol. 25, no. 5, p. 764, May 2023, doi: 10.3390/e25050764.
- [3] F. A. Farhan, R. R. Setiawan, and Y. Irawan, "Sistem Informasi Pengelolaan Persediaan berbasis Safety Stock pada Industri Konveksi Seragam Polisi," *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 599–608, Aug. 2025, doi: 10.29408/edumatic.v9i2.31248.
- [4] E. Puspitasari, N. Eltivia, and N. I. Riwijanti, "Inventory Forecasting Analysis using The Weighted moving average Method in Go Public Trading Companies: English," *J. Appl. Bus. Tax. Econ. Res.*, vol. 2, no. 3, pp. 266–278, Feb. 2023, doi: 10.54408/jabter.v2i3.160.
- [5] S. Meliani, Y. Siagian, and R. Ananda, "Sistem Forecasting Permintaan Tempe menggunakan Metode Weighted moving average," *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 133–142, Jun. 2024, doi: 10.29408/edumatic.v8i1.25632.
- [6] A. Hidayatulloh, H. Tanuwijaya, and V. R. Hananto, "Penerapan Metode Rapid Application Development Dan Weighted moving average Pada Sistem Informasi Peramalan Persediaan Berbasis Web," *Jutisi J. Ilm. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, vol. 13, no. 1, p. 20, Apr. 2024, doi: 10.35889/jutisi.v13i1.1806.
- [7] Amuharnis, Iswandi, L. Rahmi, and Adriyendi, "Inventory Forecasting Information System Using The Weighted Moving Average Method At Tita's Store," *J. Kecerdasan Buatan Dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 57–69, Jan. 2026, doi: 10.69916/jkbt.v5i1.419.
- [8] C. A. Suhendra, M. Asfi, W. J. Lestari, and I. Syafrinal, "Sistem Peramalan Persediaan Sparepart Menggunakan Metode Weight Moving Average dan Reorder Point," *MATRIK J. Manaj. Tek. Inform. Dan Rekayasa Komput.*, vol. 20, no. 2, pp. 343–354, May 2021, doi: 10.30812/matrik.v20i2.1052.
- [9] A. F. Ridwan and Muhammad Ahsan, "Penentuan Reorder Point dan Safety Stock pada Consumable Material Berdasarkan Peramalan Menggunakan Artificial Neural Network," *J. Rekayasa Ind. JRI*, vol. 6, no. 1, pp. 51–61, Apr. 2024, doi: 10.37631/jri.v6i1.1220.
- [10] K. Suryadana and I. B. G. Sarasvananda, "Streamlining Inventory Forecasting with Weighted moving average Method at Parta Trading Companies," *J. Galaksi*, vol. 1, no. 1, pp. 12–21, May 2024, doi: 10.70103/galaksi.v1i1.2.
- [11] S. A. F. Pramesti, U. A. S. Sadikin, N. Imro'ah, and F. Maulida, "Prediksi Indeks Harga Konsumen Kota Pontianak Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing dan Analysis Trend," vol. 2, pp. 59–68, 2023, doi: 10.26418/ejmss.v2i2.73302.
- [12] M. R. Dirgantara, T. I. F. Rahma, and J. Nasution, "Analysis of The Effectiveness and Accuracy of A Production System Based on Demand Forecasting in Reducing Excess Stock," vol. 14, no. 3, pp. 1294–1308, 2025, doi: 10.54437/urwatulwutsqo.v14i3.2601.
- [13] J. Barros, P. Cortez, and M. S. Carvalho, "A systematic literature review about dimensioning safety stock under uncertainties and risks in the procurement process," *Oper. Res. Perspect.*, vol. 8, p. 100192, 2021, doi: 10.1016/j.orp.2021.100192.
- [14] N. I. Bawono and A. Erik, "Analisis Safety stock dan Reorder point Persediaan Bahan Baku Produk Barside K-59 di PT. XYZ," *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 3, Jul. 2023, doi: 10.32672/jse.v8i3.6435.
- [15] A. Rahayu, A. Lattu, and M. Mupaat, "Analysis Of Product Stock Inventory Forecasting Using Weighted Moving Average Method," *J. Tek. Inform. Jutif*, vol. 3, no. 6, pp. 1631–1638, Dec. 2022, doi: 10.20884/1.jutif.2022.3.6.421.
- [16] S. Demiray Kirmızı, Z. Ceylan, and S. Bulkan, "Enhancing Inventory Management through Safety-Stock Strategies—A Case Study," *Systems*, vol. 12, no. 7, p. 260, Jul. 2024, doi: 10.3390/systems12070260.
- [17] N. A. Khasan, P. K. Handayani, D. Laily Fithri, E. Darmanto, and R. R. Setiawan, "Penerapan Metode Safety Stock Dan Reorder Point Pada Sistem Informasi Penjualan Dan Monitoring Stok Berbasis Web Responsive," *J. SITECH Sist. Inf. Dan Teknol.*, vol. 6, no. 1, pp. 69–78, Aug. 2023, doi: 10.24176/sitech.v6i1.9850.