

OPTIMALISASI PRODUKSI PRODUK X MENGGUNAKAN PERAMALAN TIME SERIES DAN PERENCANAAN AGERGAT (STUDI KASUS PT. PHAPROS)

Rafi Dzakwan Kamal*¹, Bambang Purwanggono Sukarsono ², Faradhina Azzahra ³

^{1,2,3} Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Aktivitas yang dapat menekan biaya produksi seminimal mungkin agar dapat mewujudkan efisiensi perusahaan adalah dengan meramalkan jumlah permintaan. PT Phapros merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang produksi obat. PT Phapros memiliki masalah pada perencanaan produksi mereka, khususnya produk X, dimana produk X yang diproduksi berdasarkan forecasting berbeda jauh dengan aktual, dengan nilai MAPE selama tahun 2023 adalah sebesar 77%. Nilai MAPE yang melebihi 50% menandakan bahwa kemampuan model peramalan yang digunakan buruk. Hal ini dapat menyebabkan tambahan biaya, yaitu biaya simpan dan biaya buang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan metode peramalan terbaik untuk produk X dan memberikan rekomendasi atas permasalahan peramalan yang dialami PT Phapros untuk kasus produk X. Berdasarkan perhitungan beberapa metode peramalan, yaitu Holt's Winter dan SARIMA, didapatkan metode SARIMA (0,1,1) (1,1,1)¹² sebagai metode peramalan untuk produk X dengan nilai MAPE paling rendah, yaitu sebesar 13,43%. Namun, metode Holt's Winter Multiplicative masih dapat digunakan sebagai alternatif untuk peramalan produk X dikarenakan MAPE yang dihasilkan sebesar 16,83% dan masih masuk dalam kategori baik. Saran dari penelitian ini adalah bahwa untuk peramalan produk X dapat menggunakan metode SARIMA dan juga dapat menggunakan metode Holt's Winter Multiplicative sebagai alternatif.

Kata kunci: Forecasting; Additive Holt's Winter; Multiplicative Holt's Winter; SARIMA

Abstract

[Title: Optimizing The Production of Product X Using Time Series Forecasting and Aggregate Planning (Case Study: PT Phapros)] The endeavor to minimize production costs and enhance efficiency in companies often hinges on accurate demand forecasting. PT Phapros, a pharmaceutical production company, faces a significant challenge in production planning for its product X. The forecasting for this product exhibits a substantial deviation from actual production, with a concerning Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 77% in 2023. Such discrepancies can result in additional costs, including holding and disposal expenses. The research objective is to identify the optimal forecasting method for product X. Through a comparison of forecasting methods such as Holt's Winter and SARIMA, it was determined that the SARIMA (0,1,1) (1,1,1)¹² method yields the lowest MAPE at 13.43%. Nevertheless, the Holt's Winter Multiplicative method remains a viable alternative with a 16.83% MAPE, still falling within the acceptable range. The recommendation is for PT Phapros to adopt the SARIMA method as the primary forecasting tool for product X, with Holt's Winter Multiplicative serving as a suitable alternative.

Keywords: Forecasting; Additive Holt's Winter; Multiplicative Holt's Winter; SARIMA

1. Pendahuluan

Industri farmasi adalah pasar yang sangat diatur. Peraturan membatasi sebagian besar strategi GTM/pemasaran dibandingkan dengan pemasaran FMCG. Oleh karena itu, para pelaku industri wajib menggunakan taktik harga dan mengelola tingkat inventaris/penjualan secara efisien (Anusha dkk., 2014).

Pada umumnya, perusahaan melakukan kegiatan produksi dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal dengan biaya produksi yang dikeluarkan seminimal mungkin. Salah satu aktivitas yang dapat menekan biaya produksi seminimal mungkin agar dapat mewujudkan efisiensi perusahaan adalah dengan

meramalkan atau memperkirakan jumlah permintaan maupun penjualan (Montgomery dkk., 2015).

Setiap perusahaan selalu berusaha untuk selalu berkembang dan mereka diharuskan untuk memiliki kemampuan dalam membuat keputusan yang tepat sehingga dapat menghadapi masa depan yang dapat berubah-ubah. Hal tersebut dikarenakan jarang sekali kejadian aktual terjadi sesuai dan akurat sesuai dengan apa yang telah diprediksi. Namun, jika semua faktor-faktor penting yang mempengaruhi diperhitungkan dengan model relasional dan faktor-faktor ini didefinisikan dengan baik, maka prediksi dapat lebih dekat dengan situasi aktual yang terjadi. Oleh karena itu, diperlukan perhatian khusus dalam memperhitungkan pemilihan metode yang akan digunakan dalam *forecasting* atau peramalan. Hal ini dikarenakan tidak ada satu pun metode *forecasting* atau peramalan yang dapat digunakan secara universal untuk semua kondisi dan situasi.

Penelitian ini akan membahas tentang metode *forecasting time series* terbaik untuk salah satu produk di salah satu perusahaan farmasi di Indonesia, yaitu PT Phapros Tbk, yang merupakan anak perusahaan Kimia Farma yang bergerak pada bidang produksi obat. Hingga saat ini, PT Phapros Tbk telah memproduksi lebih dari 250 jenis obat, dimana lebih dari 170 jenis obat yang diproduksi merupakan hasil pengembangan sendiri (non-lisensi). Selain itu, perusahaan ini telah memperluas lingkup bisnisnya pada sektor non obat yang berupa alat kesehatan non elektromedik dan sudah memperoleh izin pendistribusian dari Kementerian Kesehatan RI.

PT Phapros Tbk. memiliki masalah pada perencanaan produksi mereka, khususnya pada produk X, dimana produk X yang diproduksi berdasarkan *forecasting* mereka berbeda jauh dengan penjualan aktual. Produk X merupakan obat berbentuk tablet yang memiliki kandungan Dimenhydrinate yang digunakan untuk mengatasi mual, muntah, dan pusing yang diakibatkan dari mabuk perjalanan.

Perbedaan produksi dengan aktual penjualan pada produk X memiliki perbedaan yang cukup jauh dengan nilai MAPE selama tahun 2023 adalah sebesar 77%. Nilai MAPE yang melebihi 50% menandakan bahwa kemampuan model peramalan yang digunakan buruk. Hal ini dapat menyebabkan tambahan biaya-biaya yang dapat merugikan perusahaan yaitu biaya simpan dan biaya apabila dibuang. Serta dapat menyebabkan kerugian dikarenakan produk yang telah diproduksi akan dibuang. Total selisih produksi dengan penjualan yang terjadi pada tahun 2023 terdapat 350.216 produk.

PT Phapros Tbk. memiliki masalah pada bagian *forecasting* perencanaan produksi pada produk X. Perbedaan produksi dengan aktual penjualan pada produk X memiliki perbedaan yang cukup jauh dengan akurasi peramalan sebesar 83%. Hal ini dapat menyebabkan tambahan biaya-biaya yang dapat merugikan perusahaan yaitu biaya simpan, dan biaya apabila dibuang. Serta dapat menyebabkan kerugian dikarenakan produk yang telah diproduksi akan dibuang. Total produk yang dibuang pada tahun 2023 adalah sebesar 1.595.440. Dengan biaya material atau bahan baku sebesar Rp 850, maka perusahaan telah mengalami rugi sebesar Rp 1.356.124.000. Oleh karena itu, diperlukan metode *forecasting* yang tepat untuk dapat meminimalisir kerugian yang diakibatkan oleh over produksi.

2. Metode Penelitian

1) Kerangka Berpikir

Kerangka pikir merupakan visualisasi mengenai lingkup penelitian dan seluruh aspek yang ada dalam pembuatan laporan. Kerangka pikir disusun untuk membantu pembaca memahami isi penelitian yang dilakukan dan diharapkan mampu menggambarkan objek hingga sistem penelitian dengan baik.

2) Objek Penelitian

Objek penelitian adalah hal yang menjadi sasaran penelitian atau suatu hal yang dianalisis, diriset, dan diteliti. Objek penelitian dapat berupa orang, organisasi, ataupun barang dan pada penelitian ini objeknya adalah produk X pada PT Phapros Tbk. yang memiliki masalah pada bagian *forecasting* mereka. Produk X merupakan produk yang digunakan untuk mengatasi mual, muntah, dan pusing akibat mabuk perjalanan. Pemilihan objek tersebut dikarenakan produk X merupakan produk yang selalu diproduksi oleh PT Phapros. Namun, terdapat permasalahan pada *forecasting demand* dari produk X sehingga jumlah yang diproduksi berbeda jauh dengan jumlah yang terjual. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan November hingga selesai.

3) Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat *explanatory (explanatory research)* beserta dengan aplikasinya. Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan literatur-literatur yang berkaitan dengan permasalahan yang diperoleh dari data penelitian dan dengan mengambil data kuantitatif dan kualitatif dari PT Phapros TBK. Data kuantitatif berupa data demand dari produk X pada Desember tahun 2021 hingga November tahun 2023. Sedangkan

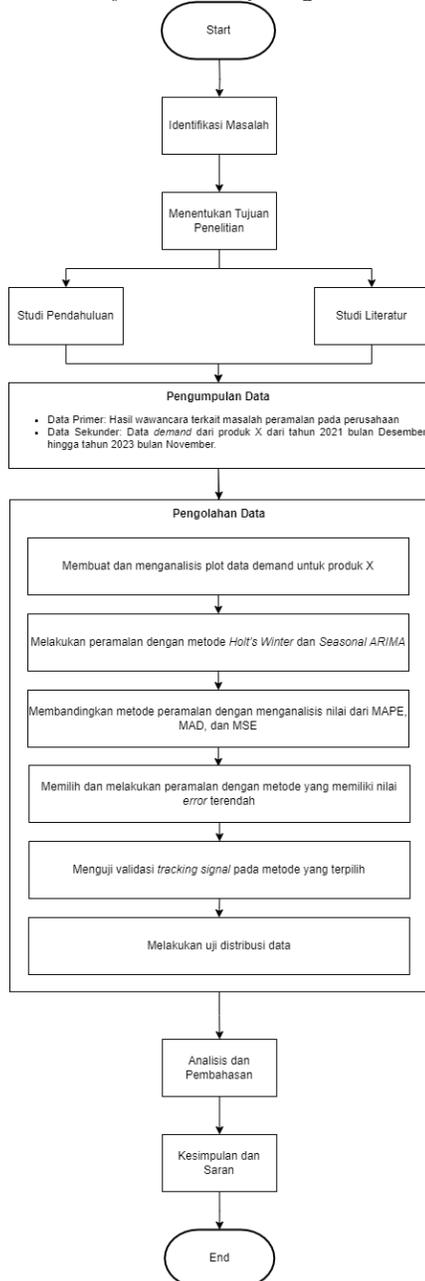
*Penulis Korespondensi.

E-mail: rafidzakwan@students.undip.ac.id

data kualitatif berupa hasil wawancara terkait masalah perencanaan produksi pada PT Phapros TBK. Selanjutnya, peneliti akan mempelajari, membahas, dan menjabarkan hasil pengamatan studi yang akan dituangkan dalam penulisan karya ilmiah yang berupa tugas akhir ini.

4) Alur Penelitian

Alur penelitian adalah gambaran dari tahap-tahap penelitian yang akan dilakukan, tahapan ini meliputi tahap awal penelitian hingga akhir penelitian. Alur penelitian ini digambarkan dalam bentuk *flowchart* seperti gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian

5) Tahapan Penelitian

a. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT Phapros sejak bulan November 2023. Departemen yang dituju yakni departemen PPIC dan departemen *marketing*. Objek penelitian yaitu produk X pada PT Phapros.

b. Jenis dan Sumber Data

Data primer merupakan data yang didapatkan langsung dari sumber aslinya. Sumber yang dimaksud disini bisa didapatkan dari narasumber maupun responden sebagai alat untuk mendapatkan informasi yang dicari mengenai suatu objek. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang didapat dari hasil wawancara langsung kepada kepala departemen PPIC dan *marketing* terkait di PT Phapros mengenai masalah-masalah yang ada di perusahaan saat ini. Data sekunder merupakan data yang berupa informasi yang didapatkan melalui studi literatur, buku, atau sumber yang tidak langsung, baik itu dari perusahaan yang sesuai dengan objek ataupun melalui pemahaman dan pembelajaran oleh peneliti. Data sekunder yang digunakan peneliti dalam penelitian ini berasal dari buku, literatur, jurnal, internet, dan data perusahaan. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *demand* dari produk X dari Desember tahun 2021 hingga November tahun 2023 yang berbentuk data bulanan.

c. Pengumpulan dan Pengolahan Data

- a) Membuat dan menganalisis plot data *demand* untuk produk X pada Desember tahun 2021 hingga November tahun 2023
- b) Melakukan peramalan dengan metode *Holt's Winter* dan *Seasonal ARIMA*
- c) Membandingkan metode peramalan dengan menganalisis nilai dari MAPE, MAD, dan MSE
- d) Memilih dan melakukan peramalan dengan metode yang memiliki nilai *error* terendah
- e) Menguji validasi pada metode yang terpilih
- f) Melakukan uji distribusi data
- g) Melakukan perencanaan agerगत dengan metode optimasi model program linear menggunakan data *demand* pada periode peramalan

d. Analisis dan Pembahasan

Pada tahapan ini, dilakukan analisa terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Analisis yang telah dilakukan diharapkan nantinya dapat membantu

memberikan pandangan kepada perusahaan untuk mengetahui hal-hal yang perlu diperbaiki dalam mengatasi terjadinya permasalahan yang terjadi sesuai dengan konsep peramalan.

e. Kesimpulan dan Saran

Pada tahapan ini, dilakukan penjelasan mengenai kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan beserta saran-saran yang berhubungan dengan penelitian sehingga dapat menjadi rekomendasi perbaikan bagi PT Phapros Tbk. dalam perencanaan produksi mereka, khususnya dengan metode *forecasting*.

Pada pengolahan data, peramalan dilakukan dengan menggunakan metode *Holt's Winter* dan *Seasonal ARIMA*. Untuk perhitungan *error*, metode yang digunakan adalah MAPE, MAD, dan MSE. Setelah metode peramalan terpilih dengan melihat *error* yang paling rendah, selanjutnya dilakukan uji validasi dan uji distribusi data menggunakan *tracking signal* dan *Kolmogorov-smirnov*.

Berikut merupakan perhitungan peramalan pada penelitian ini:

1. *Holt's Winter*

Metode *Holt's winter* menggunakan tiga konstanta, yaitu *smoothing* keseluruhan level, *smoothing trend*, dan *smoothing seasonal*. Terdapat beberapa variasi dari metode *Holt's Winter*, yaitu *Multiplicative Holt's Winter*, *Additive Holt's Winter*, dan *Double Seasonal Holt's Winter* (Yang dkk., 2017).

• *Multiplicative Holt's Winter*

Model multiplikatif digunakan apabila pola data yang dianalisis membentuk pola data musiman dan memiliki kecenderungan peningkatan atau penurunan (fluktuasi). Berikut merupakan rumus perhitungan dari peramalan dengan menggunakan metode *Multiplicative Holt's Winter* (Yang dkk., 2017):

- 1) Nilai peramalan (F_{t+m}) untuk periode (t+m) yang ditinjau pada akhir periode ke-t

$$F_{t+m} = (A_t + T_t m) S_{t-L}$$

- 2) Nilai pemulusan keseluruhan (*level*)

$$A_t = \alpha \frac{X_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

- 3) Nilai pemulusan kecenderungan (*trend*)

$$T_t = \beta (A_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

- 4) Nilai pemulusan musiman (*seasonal*)

$$S_t = \gamma \frac{X_t}{A_t} + (1 - \gamma) S_{t-L}$$

• *Additive Holt's Winter*

Model aditif digunakan apabila pola data yang dianalisis membentuk pola data musiman dan memiliki kecenderungan konstan. Berikut

merupakan rumus perhitungan dari peramalan dengan menggunakan metode *Additive Holt's Winter* (Yang dkk., 2017):

- 1) Nilai peramalan (F_{t+m}) untuk periode (t+m) yang ditinjau pada akhir periode ke-t

$$F_{t+m} = A_t + T_t m + S_{t-L}$$

- 2) Nilai pemulusan keseluruhan (*level*)

$$A_t = \alpha (X_t - S_{t-L}) + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

- 3) Nilai pemulusan kecenderungan (*trend*)

$$T_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

- 4) Nilai pemulusan musiman (*seasonal*)

$$S_t = \gamma (X_t - A_t) + (1 - \gamma) S_{t-L}$$

Keterangan:

A_t = Nilai pemulusan keseluruhan

T_t = Nilai pemulusan *trend*

S_t = Nilai pemulusan musiman

α = Nilai parameter pemulusan dimana $0 < \alpha \leq 1$

β = Nilai parameter *trend* dimana $0 < \beta \leq 1$

γ = Nilai parameter musiman dimana $0 < \gamma \leq 1$

S_{t-L} = Nilai estimasi faktor musiman

L = Panjang musiman

F_{t+m} = Peramalan ke-m periode

2. *Seasonal ARIMA*

Seasonal ARIMA merupakan notasi *ARIMA* yang diperluas sehingga dapat menangani aspek musiman (Makridakis dkk., 1999).

$$ARIMA(p, d, q)(P, D, Q)^s$$

Dimana:

(p, d, q) : Bagian yang tidak musiman dari model

(P, D, Q) : Bagian musiman dari model

S : Jumlah periode musim

Dengan menambahkan AR, *differencing*, dan MA yang mengandung unsur musiman, akan diperoleh model *SARIMA* sebagai berikut:

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \phi_0 + \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)a_t$$

Dimana:

$$\phi_p(B) : 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p$$

$$\Phi_P(B^s) : 1 - \phi_1 B^s - \dots - \phi_p B^{Ps}$$

$$\theta_q(B) : 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q$$

$$\Theta_Q(B^s) : 1 - \theta_1 B^s - \dots - \theta_Q B^{Qs}$$

Berikut merupakan perhitungan *error* pada penelitian ini:

1. MAPE

MAPE merupakan suatu metode pengukuran tingkat akurasi peramalan yang menyatakan persentase kesalahan hasil ramalan terhadap permintaan aktual dalam periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan

tersebut terlalu tinggi atau terlalu rendah. Berikut merupakan rumus perhitungan dari MAPE (Heizer dkk., 2017):

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

Keterangan:

A_t = Permintaan aktual pada periode t

F_t = Peramalan permintaan pada periode t

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat

2. MAD

MAD adalah rata-rata kesalahan mutlak dalam periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan tersebut lebih besar atau lebih kecil jika dibandingkan dengan aktual. Berikut adalah rumus perhitungan dari MAD (Heizer dkk., 2017):

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

3. MSE

MSE merupakan jumlah kuadrat semua kesalahan dari suatu peramalan di setiap periode yang kemudian dibagi dengan jumlah dari periode peramalan. Berikut merupakan rumus perhitungan dari MSE (Heizer dkk., 2017):

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

Keterangan:

A_t = Permintaan aktual pada periode t

F_t = Peramalan permintaan pada periode t

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat

Berikut merupakan perhitungan uji validasi pada penelitian ini:

1. Tracking Signal

Tracking signal adalah ukuran seberapa baik suatu ramalan dalam memperkirakan nilai-nilai aktual. Ramalan akan diperbaiki setiap minggu, bulan, atau triwulan untuk membandingkan data permintaan baru dengan nilai-nilai ramalan. Berikut merupakan rumus perhitungan dari tracking signal (Heizer dkk., 2017):

$$Tracking\ Signal = \frac{CFE}{MAD}$$

Keterangan:

CFE = Jumlah galat peramalan (*Cumulative Forecast Error*)

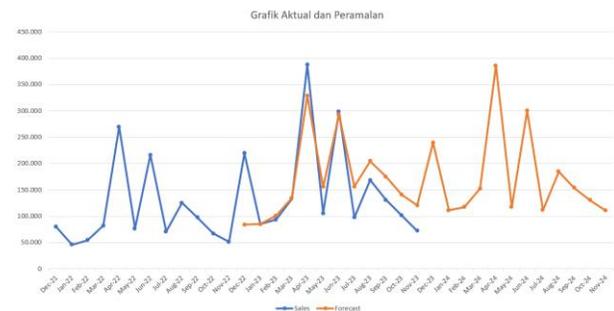
MAD = Rata-rata kesalahan mutlak (*Mean Absolute Deviation*)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perhitungan Peramalan dengan Metode Holt's Winter

Setelah pemilihan nilai parameter menggunakan solver pada Microsoft Excel, didapatkan ketiga nilai

parameter yaitu α (*level*) = 0,2, β (*trend*) = 0,1, dan γ (*seasonal*) = 0,9 untuk parameter aditif dan α (*level*) = 0,9, β (*trend*) = 0,1, dan γ (*seasonal*) = 0,9 untuk parameter multiplikatif. Setelah dilakukan perhitungan *Holt's Winter*, variasi musim aditif menghasilkan nilai MAPE sebesar 30%. Sedangkan perhitungan dengan variasi musiman multiplikatif menghasilkan nilai MAPE sebesar 16,83%. Hal ini membuktikan bahwa terbukti bentuk variasi musiman yang terbentuk pada data adalah variasi musiman multiplikatif. Hal ini dikarenakan data menunjukkan bahwa variasi musimnya cenderung meningkat dan menunjukkan pola tren karena pola data membesar seiring dengan meningkatnya ukuran dari data tersebut. Berikut merupakan hasil peramalan dalam bentuk grafik untuk *Additive Holt's Winter* pada Gambar 3 dan untuk *Multiplicative Holt's Winter* pada Gambar 4.



Gambar 3. Grafik Hasil Peramalan *Additive Holt's Winter*



Gambar 4. Grafik Hasil Peramalan *Multiplicative Holt's Winter*

3.2 Perhitungan Peramalan dengan Metode Seasonal ARIMA

Setelah dilakukan perhitungan, didapat model yang memenuhi uji signifikansi dan uji kelayakan, yaitu model (0,1,1) (1,1,1)¹². Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan bahwa model (0,1,1) (1,1,1)¹² memiliki nilai MAPE sebesar 13,43%. Gambar 5 merupakan grafik hasil peramalan untuk SARIMA (0,1,1) (1,1,1)¹².



Gambar 5. Grafik Hasil Peramalan SARIMA (0,1,1) (1,1,1)¹²

Perhitungan model SARIMA (0,1,1) (1,1,1)¹² untuk produk X dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y_t = Y_{t-1} + 1,9480Y_{t-12} - 1,9480Y_{t-13} - 0,9480Y_{t-24} + 0,9480Y_{t-25} + a_t + 0,71a_{t-12} - 0,6539a_{t-1} - 0,464269a_{t-13}$$

3.3 Metode Peramalan Terpilih

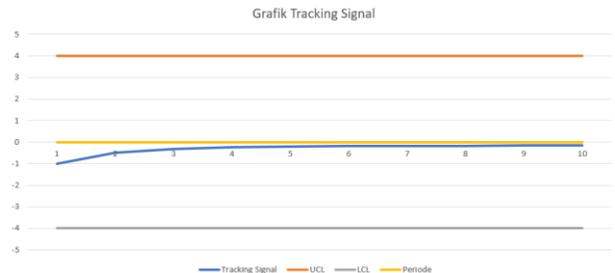
Metode peramalan terpilih adalah metode yang memiliki nilai *forecast error* terendah. Metode peramalan terpilih akan digunakan untuk meramalkan data permintaan produk X pada bulan Desember 2023 hingga bulan November 2024. Dilihat dari Tabel 4.9, nilai MAPE dari metode peramalan *Additive Holt's Winter*, *Multiplicative Holt's Winter*, dan *Seasonal ARIMA* memiliki nilai MAPE, MSE, dan MAD yang lebih rendah dibandingkan dengan peramalan yang dilakukan oleh PT Phapros. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan berdasarkan beberapa metode peramalan, didapatkan metode *Seasonal ARIMA* dengan model (0,1,1) (1,1,1)¹² adalah metode peramalan yang menghasilkan nilai MAPE paling rendah, yaitu sebesar 13,43%. Nilai MAPE sebesar 13,43% termasuk dalam kategori metode peramalan yang baik. Sedangkan untuk metode *Additive Holt's Winter* memiliki nilai MAPE sebesar 30% yang masuk dalam kategori layak dan *Multiplicative Holt's Winter* memiliki nilai MAPE sebesar 16,83% yang masuk dalam kategori baik. Untuk metode peramalan yang digunakan oleh PT Phapros, nilai MAPE yang dihasilkan adalah 79% yang masuk dalam kategori buruk. Sehingga metode *Seasonal ARIMA* dengan model (0,1,1) (1,1,1)¹² akan dijadikan acuan dalam menentukan hasil peramalan untuk bulan Desember 2023 hingga bulan November 2024. Tabel 1 merupakan hasil rekap MAPE, MAD, dan MSE dari metode peramalan *Additive Holt's Winter*, *Multiplicative Holt's Winter*, *Seasonal ARIMA*, dan aktual yang digunakan oleh PT Phapros.

Model	MAPE	MAD	MSE
HWA	30%	40457,7	2915037896
HWM	16,83%	27724,8	2224503864
(0,1,1)	13,43%	19708,7	577279957,8
(1,1,1) ¹²			
Aktual	79%	78502,61	10342013085,1

Tabel 1. Rekap *Error* Hasil Peramalan

3.4 Validasi Peramalan

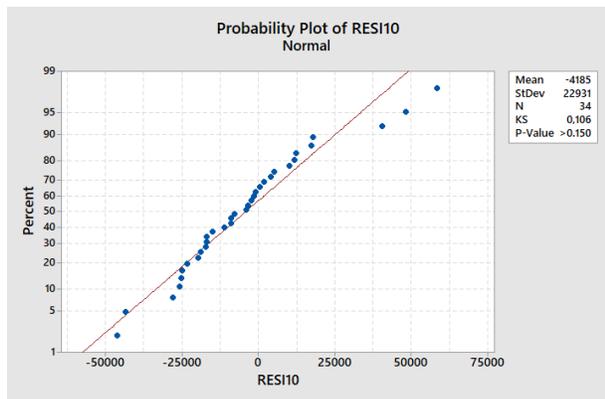
Setelah menentukan metode peramalan terpilih, maka akan dilakukan validasi dengan menggunakan *tracking signal*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah metode peramalan yang terpilih dan disarankan untuk digunakan layak atau tidak. *Tracking signal* memiliki nilai kontrol batas atas dan bawah sebesar ± 4 . Berdasarkan perhitungan perbandingan antara nilai aktual dengan peramalan data permintaan dari produk X, didapatkan nilai *tracking signal* terendah adalah sebesar -1 yang berarti nilai peramalan jauh lebih besar dibandingkan dengan nilai aktualnya. Sedangkan nilai *tracking signal* terbesar adalah sebesar -0,15. Nilai *tracking signal* negatif adalah kondisi dimana nilai peramalan lebih besar dibandingkan dengan nilai aktual. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode peramalan terpilih lulus uji validasi *tracking signal* karena nilai *tracking signal* yang didapat tidak melebihi batas atas dan batas bawah.



Gambar 5. Grafik *Tracking Signal* Metode Peramalan Terpilih

3.5 Uji Kolmogorov-Smirnov

Setelah dilakukan peramalan, selanjutnya dilakukan uji distribusi data menggunakan Kolmogorov-Smirnov untuk mengetahui jenis distribusi data permintaan (apakah berdistribusi normal atau tidak). Data yang baik merupakan data yang memiliki distribusi normal. Namun, jika data tidak berdistribusi normal, maka perlu dilakukan pendekatan untuk mengolahnya selama proses penelitian berlangsung. Nilai patokan data dapat dikatakan berdistribusi normal apabila nilai *Asymp.sig. (p)* > 0,05. Setelah dilakukan perhitungan, maka didapatkan nilai *Asymp.sig. (p)* > 0,150 yang artinya nilainya lebih besar daripada nilai 0,05. Sehingga dapat dikatakan data berdistribusi normal. Gambar 6 merupakan hasil uji Kolmogorov-smirnov metode peramalan terpilih.



Gambar 6. Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov Metode Peramalan Terpilih

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Metode peramalan yang dilakukan perbandingan adalah metode *Holt's Winter Additive*, *Holt's Winter Multiplicative*, dan *Seasonal ARIMA*. Metode tersebut dipilih dikarenakan pola data pada historis data penjualan untuk produk X mengandung unsur *trend* dan musiman. Setelah dilakukan peramalan pada metode-metode tersebut, didapatkan nilai MAPE terendah sebesar 13,43% pada metode *Seasonal ARIMA* dengan model (0,1,1) (1,1,1)¹² yang termasuk dalam kategori baik. Sedangkan untuk metode *Additive Holt's Winter* memiliki nilai MAPE sebesar 30% yang masuk dalam kategori layak dan *Multiplicative Holt's Winter* memiliki nilai MAPE sebesar 16,83% yang masuk dalam kategori baik. Untuk metode peramalan yang digunakan oleh PT Phapros, nilai MAPE yang dihasilkan adalah 79% yang masuk dalam kategori buruk. Sehingga metode *Seasonal ARIMA* dengan model (0,1,1) (1,1,1)¹² merupakan metode peramalan terbaik untuk kasus produk X.
2. Peramalan dengan metode *Holt's Winter Multiplicative* masih dapat digunakan karena MAPE yang dihasilkan tidak berbeda jauh, yaitu sebesar 16,83% dan masih masuk dalam kategori baik. Sehingga metode *Holt's Winter Multiplicative* dapat dijadikan alternatif yang baik apabila masih membutuhkan waktu untuk menguasai metode *Seasonal ARIMA* dan belum dilengkapi *software* yang sesuai. Namun, apabila sudah menguasai peramalan dengan metode *Seasonal ARIMA* dan telah didukung oleh *software* yang sesuai, metode *Seasonal ARIMA* adalah pilihan terbaik untuk meningkatkan akurasi peramalan khususnya di produk X.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya ucapkan pada Bapak Dr. Ir. Bambang Purwanggono Sukarsono, M.Eng. dan Ibu Faradhina Azzahra S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing pada penelitian ini yang telah memberi bimbingan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, serta teman-teman yang memberikan bantuan serta dukungan dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Amri, Trisna, & Harahap, E. N. (2012). Perencanaan Pengendalian Produksi Air Minum Dalam Kemasan Menggunakan Metode Aggregate Planning. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 1(1), 11–18.
- Anusha, S. L., Alok, S., & Shaik, A. (2014). Demand Forecasting for the Indian Pharmaceutical Retail: A Case Study. *Journal of Supply Chain Management Systems*, 3(2), 1–8.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management (Twelfth Edition). In *Operations Management*.
- Makridakis, S., & Hibon, M. (1997). ARMA models and the Box-Jenkins methodology. *Journal of Forecasting*, 16(3), 147–163. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-131X\(199705\)16:3:0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-131X(199705)16:3<147::A-FOR131X(199705)16:3:0.CO;2-X)
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2015). *Introduction Time Series Analysis and Forecasting*.
- Yang, Y. M., Yu, H., & Sun, Z. (2017). Aircraft failure rate forecasting method based on Holt-Winters seasonal model. *2017 2nd IEEE International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis, ICCCBDA 2017*, 520–524. <https://doi.org/10.1109/ICCCBDA.2017.7951969>