BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di tengah arus globalisasi, sektor industri model mengalami perkembangan yang signifikan karena gaya berpakaian kini telah menjadi bagian tak terpisahkan dari gaya hidup masyarakat modern. Dinamika ini melahirkan konsep *fast fashion*, yaitu produk busana yang diproduksi dengan siklus cepat dan harga terjangkau, yang memungkinkan peluncuran berbagai ragam model pakaian secara bergantian dalam setiap musimnya guna memenuhi tuntutan tren (Purbandono Hardani & Ykpn, 2023).

Produk *fashion* mencakup variasi yang luas, mulai dari pakaian hingga aksesori seperti sepatu dan tas, yang pada dasarnya merupakan kebutuhan pokok manusia. Namun, perilaku konsumsi saat ini sering kali bergeser dari sekadar pemenuhan kebutuhan menjadi pemenuhan keinginan, yang dipicu oleh pengaruh lingkungan sosial atau keinginan meniru gaya figur publik. Salah satu produk *fashion* yang paling fleksibel dalam mengakomodasi perubahan visual dan tren ini adalah kaos (*t-shirt*), yang kini memiliki perputaran permintaan sangat dinamis mengikuti popularitas desain atau gaya yang sedang digandrungi pasar (Arsita & Sanjaya, 2021).

Hypo Studio merupakan salah satu bisnis yang bergerak di bidang jasa sablon dan konveksi pakaian berlokasi di Jalan Cut Nyak Dien gang Haji Sobari Rt 22 Rw 03 Kelurahan Cijoho Kecamatan Kuningan Kabupaten Kuningan yang telah beroperasi sejak tahun 2021. Konveksi ini menawarkan beragam produk pakaian *t-shirt*. Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik konveksi, didapatkan permasalahan utama yang dihadapi oleh Hypo Studio yaitu ketidakakuratan dalam stok, yang mengakibatkan sering terjadinya kelebihan (*overstock*) dan kekurangan (*understock*) stok barang. Hal ini terjadi karena proses produksi barang dan penjualan masih berdasarkan perkiraan subjektif tanpa didukung analisis data yang akurat. Selain itu, Pemanfaatan data transaksi belum optimal, di mana rekapitulasi data yang menumpuk pada berkas digital (*Microsoft Excel*) saat ini hanya berfungsi sebagai catatan

administratif saja dan belum dimanfaatkan sebagai instrumen analisis prediktif untuk mendukung efektivitas stok dan penjualan. Fenomena ini menjadi tantangan tersendiri dalam menentukan jumlah stok produk yang harus tersedia bulan berikutnya, karena permintaan konsumen yang fluktuatif sering kali sulit untuk diprediksi secara akurat.

Dampak dari permasalahan ini sangat berpengaruh bagi efisiensi operasional konveksi. *Overstock* menyebabkan penumpukan barang di gudang berisiko mengalami kerusakan pada barang, sementara *understock* mengakibatkan kehilangan peluang penjualan karena konsumen beralih ke kompetitor lain.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sistem yang dapat melakukan peramalan penjualan dengan pola tren dan musiman secara akurat. Peramalan (*forecasting*) adalah proses analisis yang bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai kemungkinan kejadian di masa depan dengan memanfaatkan data historis sebagai dasar pengambilan keputusan (Nurdin, 2022). Peramalan memiliki peran yang krusial dalam mendukung proses perencanaan, khususnya dalam pengelolaan dan penjadwalan sumber daya yang tersedia. Melalui peramalan, organisasi dapat memperoleh perkiraan tingkat kebutuhan terhadap produk, bahan, tenaga kerja, aspek keuangan, maupun layanan yang dijadikan sebagai dasar dalam penyusunan jadwal operasional. Selain itu, peramalan juga membantu dalam mengidentifikasi kebutuhan serta jenis sumber daya yang diperlukan pada masa mendatang, sehingga dapat menunjang perencanaan sumber daya secara jangka panjang dalam suatu organisasi atau perusahaan (Rahmayuda Syahru et al., 2020). Hasil peramalan memberikan dukungan bagi pemangku kepentingan dalam mengambil keputusan, terutama dalam menjaga keseimbangan antara stabilitas biaya dan ketersediaan stok yang dibutuhkan (Lutfi et al., 2021).

Salah satu metode yang dapat diterapkan dalam peramalan adalah *Exponential Smoothing*, yaitu metode yang memanfaatkan data historis dengan memberikan bobot tertentu pada data masa lalu untuk memperkirakan nilai pada periode yang akan datang. Metode *Single Exponential Smoothing* banyak

dimanfaatkan untuk peramalan jangka pendek dengan asumsi bahwa data hanya mengalami fluktuasi di sekitar nilai rata-rata tanpa adanya kecenderungan tren tertentu (Amel & Ernawati, 2024). *Double Exponential Smoothing* merupakan metode peramalan linier yang memiliki prinsip serupa dengan *Single Exponential Smoothing*, namun menerapkan proses pemulusan sebanyak dua kali. Metode ini digunakan ketika data menunjukkan adanya pola tren, sehingga mampu mengikuti perubahan nilai data dari waktu ke waktu (Amel & Ernawati, 2024). Metode *Triple Exponential Smoothing* menerapkan tiga tahapan pemulusan data yang bertujuan untuk meminimalkan kesalahan dalam proses peramalan. Proses pemulusan tersebut dikendalikan oleh tiga parameter utama, yaitu nilai *alpha* (α), *beta* (β), dan *gamma* (γ), yang masing-masing berperan dalam menyesuaikan tingkat pemulusan data (Amel & Ernawati, 2024).

Triple Exponential Smoothing (TES) atau yang dikenal juga sebagai metode *Holt-Winters*. *Triple Exponential Smoothing* (TES) mampu mengakomodasi baik pola tren maupun pola musiman secara bersamaan, sehingga menghasilkan tingkat akurasi yang lebih tinggi untuk data dengan karakteristik kompleks. Selain itu, TES juga menawarkan fleksibilitas dalam penyesuaian parameter (α, β, γ), yang memungkinkan proses optimasi hasil peramalan menjadi lebih efektif.

Penelitian yang dilakukan oleh Ratih & Hayuningtas, (2020) menerapkan metode *Triple Exponential Smoothing* (TES) untuk peramalan penjualan alat kesehatan, khususnya produk Easy Touch Kolesterol Strip. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan TES dengan nilai konstanta $\alpha = 0{,}1$ menghasilkan tingkat kesalahan terkecil, yaitu *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 0,33%. Hal ini membuktikan bahwa metode TES efektif dalam memperkirakan jumlah stok di masa mendatang untuk mendukung kelancaran distribusi serta memenuhi kebutuhan pelanggan secara optimal.

Selanjutnya, penelitian oleh Vimala & Nugroho (2022) menggunakan TES untuk meramalkan penjualan obat di Apotek Mandiri Medika. Penelitian

tersebut membandingkan tiga metode peramalan, yaitu *Single Exponential Smoothing* (SES*), Double Exponential Smoothing* (DES), dan *Triple Exponential Smoothing* (TES). Hasilnya menunjukkan bahwa TES memiliki tingkat akurasi tertinggi dengan nilai *Sum of Squared Error* (SSE) sebesar 3306,302, *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 91,841735, dan MAPE sebesar 9,58%. Sementara itu, penelitian oleh Bayu Saputro et al. (2022) menerapkan TES untuk memprediksi penjualan helm di Toko Trend Helm Blitar. Dengan parameter $\alpha = 0,3$, $\beta = 0,3$, dan $\gamma = 0,3$, diperoleh MAPE sebesar 44,4%, yang menunjukkan bahwa metode ini masih layak digunakan dalam memprediksi penjualan dengan pola tren yang fluktuatif.

Kemudian, penelitian oleh Andelawati & Overbeek (2021) menerapkan TES untuk meramalkan penjualan makanan dan minuman di sebuah kafe. Dengan parameter $\alpha = 0,5$, metode ini menghasilkan nilai MAPE sebesar 22%, menunjukkan akurasi yang baik dalam memperkirakan kebutuhan bahan baku. Sementara itu, penelitian Wahyuono et al. (2022) menggunakan TES pada peramalan penjualan ban di Tri Jaya Ban, Surabaya. Kombinasi parameter $\alpha = 0,2$, $\beta = 0,1$, dan $\gamma = 0,2$ menghasilkan MSE sebesar 0,085 dan MAPE sebesar 3,4%, yang mengindikasikan tingkat akurasi yang sangat tinggi. Hasil penelitian-penelitian tersebut membuktikan bahwa metode *Triple Exponential Smoothing* efektif digunakan dalam peramalan penjualan di berbagai sektor, baik untuk produk kesehatan, ritel, maupun otomotif.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas metode *Triple Exponential Smoothing* model *Multiplicative Seasonal* dalam melakukan peramalan penjualan serta mengembangkan sebuah website yang mampu memperkirakan jumlah produk yang akan terjual di Hypo Studio pada periode mendatang. Metode *Triple Exponential Smoothing* dalam penelitian ini dikembangkan berdasarkan studi-studi sebelumnya dengan mencakup pemanfaatan data historis yang lebih akurat, optimasi parameter pemulusan melalui teknik *automatic tuning* yaitu dilakukan secara otomatis, dimana sistem mencari sendiri nilai terbaik parameter dengan meminimalkan nilai kesalahan sekecil mungkin, serta integrasi sistem berbasis web untuk

pembaruan data secara *real-time*. Sistem yang dihasilkan diharapkan dapat membantu Hypo Studio dalam mengelola stok produk, memantau penjualan secara lebih presisi, dan meminimalkan tingkat kesalahan dalam peramalan penjualan dengan mempertimbangkan variabel eksternal serta menerapkan pendekatan *hybrid* untuk mengatasi pola fluktuasi musiman, sehingga pemilik dapat mengambil keputusan yang lebih tepat dalam pengelolaan usaha dan memperoleh hasil prediksi yang lebih akurat serta relevan dengan kondisi aktual.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis melakukan penelitian dengan judul **"Sistem Peramalan Penjualan Kaos Menggunakan Metode *Triple Exponential Smoothing* Berbasis Web (Studi kasus: Hypo Studio).**

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka permasalahan dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Hypo Studio sering mengalami naik-turun stok barang (*overstock* dan *understock*) karena sistem produksi hanya berdasarkan perkiraan, sehingga menyebabkan kerugian akibat barang menumpuk atau kekurangan stok saat permintaan tinggi.
2. Pemanfaatan data penjualan belum optimal, di mana rekapitulasi data yang menumpuk pada berkas digital (*Microsoft Excel*) saat ini hanya berfungsi sebagai catatan administratif saja dan belum dimanfaatkan sebagai instrumen analisis predifktif untuk mendukung efektifitas pengelolaan stok dan penjualan.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana sistem peramalan penjualan yang diterapkan di Hypo Studio dapat mendukung pengambilan keputusan penjualan dan membantu pengelolaan stok barang?

2. Bagaimana metode *Triple Exponential Smoothing* model *Multiplicative* dalam mengolah data historis penjualan untuk meramalkan penjualan di Hypo Studio?

1.4 Batasan Masalah

Agar permbahasan masalah menjadi lebih jelas dan terarah maka diperlukan adanya batasan masalah. Adapun ruang lingkup permasalahan dibatasi oleh:

1. Data penelitian mencakup penjualan produk kaos polos Hypo Studio periode Januari 2023 – April 2026.
2. Penelitian difokuskan pada produk kaos polos yang memiliki data penjualan lengkap serta menunjukkan pola perubahan permintaan yang berulang dan fluktuatif berdasarkan data historis penjualan.
3. Implementasi berbasis web untuk memudahkan akses.
4. Menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing* model *Multiplicative* untuk meramalkan penjualan.
5. Sistem akan meramalkan penjualan untuk setiap bulan berikutnya setiap produk kaos polos.
6. Tingkat akurasi peramalan diukur menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).
7. *Tools* yang digunakan dalam membuat perancangan *interface* adalah Figma.
8. Perancangan sistem menggunakan UML yang mencakup (*Use case diagram, Activity diagram, Class Diagram, Sequence diagram*) yang menggunakan Draw.io.
9. Perancangan *database* menggunakan diagram *Entity Relationship Diagram*
10. Pengembangan sistem menggunakan metode *Waterfall*
11. Pembuatan website menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan *Framework Laravel* dan *database MySQL, tools* yang digunakan untuk

pemrograman adalah *Visual Studio Code* dan untuk *database* menggunakan phpMyAdmin.

12. User pada sistem ini yaitu admin, bagian penjualan, manajer, dan pemilik toko
13. Hak akses admin bertanggung jawab mengelola semua yang ada di dalam sistem seperti pengelolaan data produk, penjualan, proses peramalan, laporan penjualan, laporan peramalan dan kelola user.
14. Hak akses pemilik toko adalah mengelola laporan peramalan dan laporan penjualan.
15. Hak akses manajer bertanggung jawab dalam pengelolaan proses peramalan penjualan
16. Hak akses penjualan berperan dalam pengelolaan data produk dan penjualan.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diidentifikasi tersebut, maka menjadi tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem berbasis web yang dapat meramalkan penjualan di masa yang akan datang untuk membantu pemilik usaha dalam mengambil keputusan dengan tepat.
2. Menerapkan metode *Triple Exponential Smoothing* model *Multiplicative* dalam sistem peramalan penjualan di Hypo Studio.

1.6 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
    a. Menjelaskan penerapan metode *Triple Exponential Smoothing* model *Multiplicative* dalam perancangan website yang digunakan untuk memprediksi penjualan di Hypo Studio.

b. Memahami proses peramalan penjualan di Hypo Studio menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing* model *Multiplicative* melalui kajian dan pemanfaatan sumber referensi yang relevan.

2. Manfaat Praktisi
    1) Bagi Penulis
        a. Penulis dapat mengimplementasikan pengetahuan yang telah diperoleh saat perkuliahan untuk merancang aplikasi berbasis web.
        b. Memenuhi serta menyelesaikan salah satu tahapan dalam perkuliahan
    2) Bagi Hypo Studio
        a. Menyediakan informasi mengenai peramalan penjualan mengalami peningkatan atau penurunan untuk bulan mendatang
        b. Menyajikan informasi data yang dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan serta upaya pencegahan terkait stok barang.

1.7 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dan manfaat diatas, maka pertanyaan dari peneliti yaitu:

1. Apakah metode *Triple Exponential Smoothing* model *Multiplicative* dapat digunakan untuk meramalkan penjualan pada Hypo Studio?
2. Apakah sistem peramalan penjualan di Hypo Studio dapat memberikan data yang mendukung pengambilan keputusan dan dapat membantu mengelola stok barang?

1.8 Metodologi Penelitian

Agar penelitian yang dilakukan lebih akurat dan terstruktur dengan baik, maka diperlukan beberapa metodologi penelitian. Biasanya di dalamnya

terdiri dari teknik pengumpulan data, dan metode penyelesaian masalah, sebagai berikut:

1.8.1 Teknik Pengumpulan Data

Pada metode ini dijelaskan proses pengumpulan data yang diperlukan untuk pelaksanaan penelitian. Beberapa metode yang digunakan meliputi Metode Observasi, Metode Wawancara, dan Studi Pustaka. Penjelasan mengenai masing-masing metode tersebut dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Metode Observasi

   Observasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap objek penelitian dengan melibatkan seluruh pancaindra. Dalam pelaksanaannya, observasi bertujuan untuk memperoleh data secara rinci dan sistematis melalui pencatatan hasil pengamatan di lapangan (Prawiyogi et al., 2021). Pada metode observasi, peneliti melakukan pengumpulan data dengan cara mengunjungi langsung lokasi penelitian, yaitu Hypo Studio, guna memperoleh informasi yang relevan sebagai dasar penyusunan penelitian ini. Kegiatan observasi dilaksanakan melalui pengamatan langsung terhadap proses stok barang, pencatatan data penjualan, serta proses produksi barang.

b. Metode Wawancara

   Wawancara merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan melalui interaksi langsung antara peneliti dan responden dengan tujuan menggali informasi yang lebih mendalam terkait topik penelitian. Melalui teknik ini, peneliti dapat memperoleh pemahaman yang lebih rinci mengenai pandangan, pengalaman, serta pendapat responden (Romdona et al., 2025). Dalam metode wawancara, peneliti melakukan sesi tanya jawab secara langsung dengan pemilik Hypo Studio, guna memperoleh informasi dan data yang relevan untuk mendukung penelitian ini. Kegiatan wawancara ini bertujuan untuk meningkatkan keakuratan serta kelengkapan data yang diperoleh.

c. Studi Literatur

Studi Literatur merupakan metode penelitian yang dilakukan dengan cara mengidentifikasi, mengevaluasi, serta menafsirkan berbagai hasil penelitian yang relevan dan sesuai dengan permasalahan atau fenomena tertentu yang sedang terjadi di masyarakat secara aktual (Andriani, 2022)**.**

1.8.2 Metode Penyelesaian Masalah

Metode penyelesaian yang digunakan peneliti dalam penelitian ini yaitu dengan metode forecasting menggunakan *Triple Exponential Smoothing*. Metode *Triple Exponential Smoothing* atau *Holt–Winters* merupakan metode peramalan yang dikembangkan oleh Charles C. Holt dan disempurnakan oleh Peter R. Winters, yang menggabungkan komponen tren dari metode *Holt* dengan komponen musiman dari metode *Winters* sehingga mampu menangani data deret waktu yang memiliki tren dan musiman secara bersamaan. Metode ini menggunakan tiga parameter pemulusan, yaitu α (*alpha*) untuk komponen level, β (*beta*) untuk komponen tren, dan γ (*gamma*) untuk komponen musiman (Harahap & Darnius, 2022). Pada metode *Triple Exponential Smoothing* terdapat dua model musiman, yaitu model *Additive Seasonal* dan model *Multiplicative Seasonal*, yang pemilihannya disesuaikan dengan karakteristik fluktuasi pola musiman pada data (Tambuwun et al., 2023).

Pada metode *Additive Seasonal*, komponen *level*, *trend*, dan *seasonal* digabungkan melalui proses penjumlahan. Metode ini digunakan ketika data deret waktu (*time series*) memiliki pola musiman dengan amplitudo yang relatif tetap dari waktu ke waktu. Dengan kata lain, besarnya variasi musiman tidak dipengaruhi oleh perubahan tingkat data, sehingga pola musimannya cenderung konstan meskipun terjadi kenaikan atau penurunan level data. Oleh karena itu, metode *Additive* Seasonal cocok diterapkan pada data yang memiliki fluktuasi musiman yang stabil, seperti data penjualan produk dengan permintaan yang relatif sama pada setiap periode musim (Rizal et al., 2025) .

Pada metode *Multiplicative Seasonal*, komponen *evel*, *trend*, dan *seasonal* digabungkan melalui proses perkalian. Metode ini digunakan ketika data deret waktu (*time series*) memiliki pola musiman dengan amplitudo yang berubah mengikuti tingkat data. Dengan kata lain, besarnya variasi musiman tidak konstan, melainkan meningkat atau menurun seiring dengan perubahan level data. Kondisi ini menunjukkan bahwa pola musiman bersifat proporsional terhadap level data, sehingga fluktuasi musiman akan semakin besar ketika level data meningkat dan semakin kecil ketika *level* data menurun. Oleh karena itu, metode *Multiplicative Seasonal* sesuai digunakan pada data yang variasi musimannya bergantung pada level data, seperti data penjualan produk yang mengalami kenaikan atau penurunan mengikuti tren musiman tertentu (Rizal et al., 2025) .

Komponen-komponen dalam *Triple Exponential Smoothing (Rizal et al., 2025)*:

a. Level

Level adalah komponen yang merepresentasikan nilai rata-rata atau nilai dasar dari data *time series* pada suatu waktu tertentu. Dalam hal ini level dibedakan berdasarkan *Triple Exponential Smoothing Additive* dan *Multiplicative*

Additive

$$L_t = \alpha \,.\, (Y_t \; - \; S_{t-s}) + (1 - \alpha) \,.\, (L_{t-1} + T_{t-1}) \quad \text{.....(1)}$$

Multiplicative

$$L_t = \alpha \,.\, \left(\frac{Y_t}{S_{t-s}}\right) + (1 - \alpha) \,.\, (L_{t-1} + T_{t-1}) \quad \text{.....(2)}$$

b. Trend

Trend adalah komponen yang menggambarkan pola perubahan jangka panjang pada data *time series*, yang menunjukkan kecenderungan data untuk mengalami peningkatan, penurunan, atau tetap stabil dari waktu ke waktu.

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad \text{.....(3)}$$

c. Seasonal

Seasonal adalah komponen yang menunjukkan variasi atau perubahan periodik dalam data time series yang muncul secara berulang pada selang waktu yang tetap, misalnya setiap bulan, kuartal, atau tahun, akibat adanya pengaruh musiman yang konsisten.

Additive

$S_t = \gamma\,(Y_t - L_t) + (1-\gamma)\,S_{t-s}$.....(4)

Multiplicative

$S_t = \gamma\,.\left(\frac{Y_t}{L_t}\right) + (1-\gamma).\,S_{t-s}$.....(5)

Penelitian ini menerapkan model *Triple Exponential Smoothing Multiplicative Seasonal* karena pola musiman pada data yang diteliti bersifat proporsional terhadap level data. Artinya, perubahan amplitudo musiman akan mengikuti perubahan tingkat data dari waktu ke waktu. Oleh karena itu, model ini dianggap sesuai untuk menganalisis data penjualan produk yang menunjukkan kecenderungan naik atau turun sesuai dengan pola tren musiman tahunan.

Persamaan yang digunakan untuk peramalan dengan menggunakan metode *Triple Exponential Smoothing Multiplicative* adalah sebagai berikut:

a. Nilai Inisialisasi Awal *Level*:

$L_0 = \left(\frac{1}{k}\right)(Y_1 + Y_2 + \cdots + Y_k)$.....(1)

b. Nilai Inisialisasi Awal *Trend*:

$T_0 = \left(\frac{1}{k}\right).\left(\frac{Y_{k+1}-Y_1}{k} + \frac{Y_{k+2}-Y_2}{k} + \ldots + \frac{Y_{k+k}-Y_k}{k}\right)$.....(2)

c. Nilai Inisialisasi Awal Musiman:

$S_0 = \left(\frac{Y_t}{L_1}\right)$.....(3)

d. Perhitungan *Level*:

$L_t = \alpha\,.\left(\frac{Y_t}{S_{t-s}}\right) + (1-\alpha)\,.\,(L_{t-1} + T_{t-1})$.....(4)

e. Perhitungan *Trend*:

$T_t = \beta\,.\,(L_t - L_{t-1}) + (1-\beta)\,.\,T_{t-1}$.....(5)

f. Perhitungan Komponen Musiman:

$$S_t = \gamma \,.\left(\frac{Y_t}{L_t}\right) + (1-\gamma).S_{t-s} \quad \text{.....(6)}$$

g. Perhitungan Ramalan:

$$F_{t+k} = (L_t + T_t \cdot k)\,.S_{t+k-s} \quad \text{.....(7)}$$

Keterangan:

L_t = Menunjukkan nilai level pada waktu t.

Y_t = Menunjukkan nilai data pada waktu t.

α, β, γ = Faktor penghalus yang mengontrol pengaruh dari observasi terbaru terhadap perhitungan level, trend dan komponen musiman.

T_t = Menunjukkan trend pada waktu t.

S_t = Menunjukkan musiman pada waktu t.

k = Panjang musiman dalam satuan waktu (misalnya, jika data bulanan, m biasanya adalah 12).

F_{t+k} = Menunjukkan peramalan pada waktu t+k.

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) digunakan untuk menilai tingkat ketepatan hasil peramalan berdasarkan rata-rata persentase kesalahan absolut. Semakin rendah nilai MAPE yang diperoleh, maka semakin baik tingkat akurasi peramalan yang dihasilkan (Sofiyati & Winarni, 2022). Adapun rumus MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) adalah sebagai berikut:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{A_i - F_i}{A_i}\right| \times 100\%$$

Keterangan:

Ai = Nilai aktual periode

Fi = Nilai peramalan periode

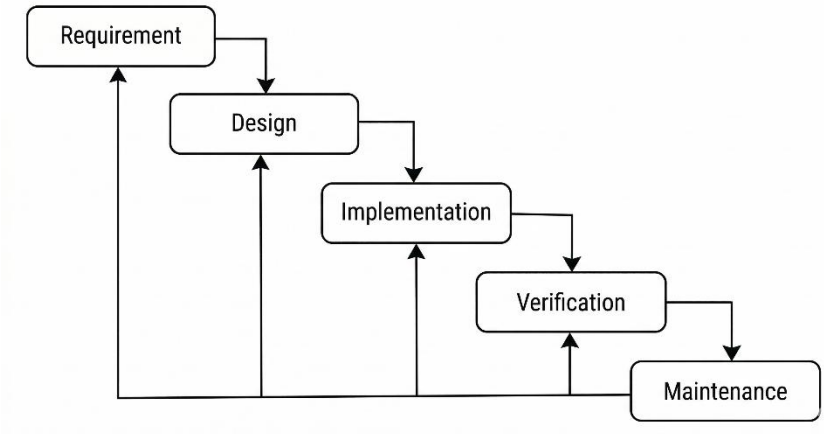
n = Jumlah data

Tabel 1. 1 Nilai Akurasi MAPE (Tambuwun et al., 2023)

Nilai MAPE	Akurasi Prediksi
MAPE ≤ 10%	Sangat Baik
10% ≤ MAPE ≤ 20%	Baik
20% ≤ MAPE ≤ 50%	Wajar
MAPE > 50%	Rendah

A. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang akan digunakan adalah metode *Waterfall* merupakan salah satu model dalam *System Development Life Cycle* (SDLC). Model pengembangan ini menggunakan pendekatan yang sistematis dan dilakukan secara bertahap. Disebut *waterfall* karena setiap tahap harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, sehingga prosesnya berjalan secara berurutan seperti aliran air terjun. Model ini bersifat linear, dimulai dari tahap perencanaan sebagai langkah awal hingga tahap pemeliharaan sebagai tahap akhir. Dalam metode ini, setiap tahap harus diselesaikan sepenuhnya sebelum masuk ke tahap selanjutnya, dan umumnya tidak memungkinkan untuk kembali atau mengulang ke tahap sebelumnya (Wahid, 2020) .



Gambar 1. 1 Metode Pengembangan Sistem Waterfall (Sommerville, 2011)

B. Tahapan Pengembangan Sistem

Berdasarkan gambar 1.1 terdapat 5 tahapan dalam metode Waterfall yang akan dijelaskan sebagai berikut:

1) Requirement

Pada tahap ini, pengembang sistem perlu melakukan komunikasi untuk memahami perangkat lunak yang diinginkan oleh pengguna beserta batasan-batasannya. Informasi tersebut dapat dikumpulkan melalui wawancara, diskusi, atau survei secara langsung. Selanjutnya, informasi yang diperoleh dianalisis guna mengidentifikasi data yang benar-benar dibutuhkan oleh pengguna (Wahid, 2020) .

2) Design

Pada tahap ini, pengembang mulai merancang desain sistem yang akan digunakan. Proses perancangan ini membantu dalam menentukan kebutuhan perangkat keras (*hardware*) atau perangkat lunak (*software*) serta berbagai persyaratan sistem yang diperlukan. Selain itu, tahap ini juga berperan penting dalam menetapkan arsitektur sistem secara menyeluruh agar pengembangannya lebih terarah dan terstruktur (Wahid, 2020) .

3) Implementation

Pada tahap ini, sistem mulai dikembangkan dalam bagian-bagian kecil yang disebut unit. Setiap unit dibuat secara terpisah, kemudian akan digabungkan pada tahap berikutnya. Sebelum diintegrasikan, masing-masing unit terlebih dahulu dikembangkan dan diuji untuk memastikan fungsinya berjalan dengan baik. Proses pengujian ini dikenal sebagai unit testing (Wahid, 2020).

4) Verification

Pada tahap ini, sistem diverifikasi dan diuji untuk memastikan apakah seluruh atau sebagian fungsinya sudah sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan. Proses pengujian ini dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu unit testing yang dilakukan pada modul atau bagian kode tertentu, system

testing untuk melihat bagaimana sistem bekerja ketika seluruh modul telah terintegrasi, serta acceptance testing yang dilakukan bersama atau atas nama pelanggan guna memastikan semua kebutuhan dan harapan mereka telah terpenuhi (Wahid, 2020) .

5) Maintenance

Tahap ini merupakan tahap terakhir dalam metode *waterfall*. Pada fase ini, perangkat lunak yang telah selesai dikembangkan mulai dijalankan dan digunakan. Selain itu, dilakukan juga proses pemeliharaan untuk memastikan sistem tetap berjalan dengan baik. Pemeliharaan ini mencakup perbaikan terhadap kesalahan atau masalah yang mungkin belum terdeteksi pada tahap-tahap sebelumnya (Wahid, 2020).

1.9 Jadwal Kegiatan

Peneliti menyusun kegiatan pelaksanaan penelitian yang akan dilaksanakan dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Jadwal Kegiatan Penelitian

NO	Tahapan	Desember				Januari				Februari				Maret				April			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
I	**Reqruirement**																				
1	Studi Literatur (Metode TES & Forecasting																				
2	Wawancara & Pengambilan Daata Penjualan Hypo Studio																				
3	Identifikasi Masalah & Analisis kebutuhan																				
II	**Design**																				
4	Preprocessing Data Penjualan																				
5	Simulasi Perhitungan Manual TES (Excel)																				
6	Perancangan Mockup & Arsitektur																				
III	**Implementation**																				
6	Coding Algoritma Triple Exponential Smoothing																				
7	Implementasi Sistem Berbasis Web (Frontend/Backend)																				
8	Integrasi Database & Sistem																				
IV	**Verification**																				
9	Pengujian Fungsional (Black Box Testing)																				
10	Pengujian Akurasi Peramalan (MAPE)																				
V	**Maintenance**																				
11	Pemeliharaan aplikasi dan kode																				
VI	**Dokumentasi & Penyerahan**																				
12	Perbaikan Akhir (Berdasarkan Feedback)																				
13	Penyusunan Laporan Akhir & Dokumen Teknis																				
14	Sidang Akhir																				