

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Machine learning

Machine learning merupakan salah satu cabang dari *Artificial Intelligence* yang memungkinkan mesin untuk belajar secara otomatis dari data tanpa perlu diprogram secara eksplisit. Mesin akan mempelajari pola-pola dalam data dan kemudian menggunakannya untuk membuat prediksi terhadap data baru yang sangat berguna dalam berbagai aplikasi seperti pengolahan citra, pengenalan suara, dan analisis data besar (Afuan & Isnanto, 2024).

Dua konsep utama dari *machine learning* yaitu pembelajaran (learning) dan generalisasi (generalization). Proses pembelajaran (learning) mengacu pada proses menemukan hubungan antara fitur-fitur input (input features) dan target output berdasarkan pada dataset yang tersedia. Sebagai ilustrasi, model dapat belajar mengenali hubungan antara jumlah jam belajar mahasiswa dengan nilai ujian yang diperoleh berdasarkan data siswa sebelumnya. Sementara itu, generalisasi adalah kemampuan model melakukan prediksi terhadap data baru yang belum pernah digunakan dalam proses pelatihan sebelumnya. Efektivitas model untuk melakukan generalisasi data, sehingga dapat mengidentifikasi pola data dengan baik dapat mendukung pengambilan keputusan yang tepat (Afuan & Isnanto, 2024).

2.1.2 Prediksi Permintaan

Prediksi adalah suatu proses yang menunjukkan hal yang akan terjadi dimasa depan dan menjadi masukan untuk pengambilan keputusan di masa depan. Menurut (Herjanto, 2020), prediksi adalah proses peramalan suatu variabel dengan pertimbangan yang lebih mengandalkan penilaian berbasis intuitif daripada mengandalkan data dimasa lalu. Namun dalam prakteknya, data kuantitatif sering digunakan untuk penilaian yang lebih objektif.

Prediksi permintaan adalah proses penting dalam sebuah manajemen bisnis, terutama dalam hal pengelolaan stok dan perencanaan produksi. Dengan prediksi yang akurat, perusahaan dapat mengoptimalkan persediaan, mengurangi biaya

penyimpanan dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Berbagai metode dapat digunakan untuk melakukan prediksi permintaan, salah satu pendekatan yang sering digunakan adalah time series analysis. Metode ini menggunakan data historis yang sudah diurutkan berdasarkan waktu untuk mengidentifikasi pola, trend, dan musiman yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi permintaan di masa depan (Fajrul et al., 2022).

Penggunaan *machine learning* dalam prediksi permintaan semakin lama semakin meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Algoritma *machine learning* seperti regresi decision tree, random forest, dan neural network dapat menangkap hubungan yang lebih mendalam antara variabel input dan variabel output. Keunggulan utama dari pendekatan menggunakan *machine learning* adalah kemampuannya untuk menganalisis data dalam jumlah besar dan dapat menemukan pola yang tidak bisa dieksekusi oleh metode tradisional.

2.1.3 Manajemen Stok

Persediaan (*inventory*) merupakan suatu hal yang penting bagi suatu perusahaan manufaktur. Manajemen persediaan adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mengatur dan mengelola barang-barang yang disimpan, mulai dari proses klarifikasi dan penjagaan keakuratan pencatatan persediaan barang. Manajemen stok barang bertujuan untuk menghindari keterlambatan dalam pengiriman barang dan menjamin ketersediaan stok melalui penggunaan safety stock. Pengendalian stok dengan safety stock bertujuan untuk memastikan jumlah barang di gudang tetap aman. Untuk mengetahui kapan perlu dilakukan pengadaan barang ulang, maka dapat menggunakan konsep reorder point (Suharyanto et al., 2025).

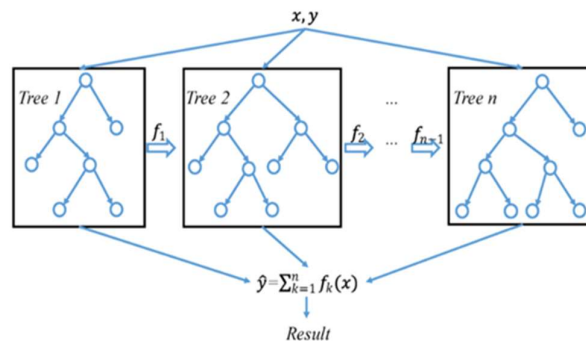
Pengukuran kinerja persediaan dapat dilakukan melalui tiga indikator utama, yaitu tingkat layanan pelanggan (persentase permintaan yang terpenuhi dari stok yang tersedia), frekuensi perputaran persediaan dalam periode tertentu, dan rasio persediaan terhadap penjualan atau biaya produksi. Untuk mengelola persediaan secara optimal dapat menggunakan beberapa teknik manajemen, di antaranya yang paling sering digunakan adalah metode Just-In-Time (JIT) dan *Economic Order Quantity (EOQ)*. Pendekatan JIT bertujuan untuk meminimalkan kelebihan stok dengan cara memproduksi atau memesan barang hanya ketika

diperlukan oleh pelanggan saja. Metode ini memiliki keuntungan yang dapat mengurangi biaya penyimpanan, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan fleksibilitas dalam merespons perubahan permintaan (Suharyanto et al., 2025).

2.1.4 Extreme Gradient Boosting (XGBoost)

XGBoost merupakan hasil pengembangan dari metode gradient boosting yang diperkenalkan oleh (Friedman, 2001) dalam penelitiannya yang berjudul *Greedy Function Approximation: A Gradient Boosting Machine*. Friedman mengembangkan pendekatan boosting sebagai proses optimasi untuk mengembangkan *Gradient Boosting Machine (GBM)*. Pada prinsipnya, model baru dibangun untuk memprediksi kesalahan dari model sebelumnya dengan pendekatan boosting. Proses yang terjadi adalah model baru akan ditambahkan dengan perbaikan dari model sebelumnya hingga tidak terjadi lagi penurunan signifikan pada nilai fungsi loss. Dengan menerapkan metode gradient descent, kesalahan dapat dikurangi pada setiap iterasi.

XGBoost merupakan penyempurnaan dari pendekatan Gradient Boosting Machine (GBM) dengan menambahkan regulasi (L1 dan L2), efisiensi komputasi melalui paralelisasi, serta kemampuan menangani missing point secara otomatis (Chen & Guestrin, 2016). Proses komputasi algoritma *XGBoost* digambarkan pada Gambar 2. 1 berikut (Wang et al., 2019):



Gambar 2.1 Rumus *XGBoost*

Pada setiap iterasi t , prediksi untuk data ke- i dihitung sebagai:

$$\hat{y}_i^{(t)} = \hat{y}_i^{(t-1)} + f_t(x_i)$$

Dimana:

$\hat{y}_i^{(t)}$ adalah prediksi pada iterasi sebelumnya,

$f_t(x_i)$ adalah fungsi dari pohon baru yang dibangun pada iterasi ke- t

x_i adalah data input ke- i , yaitu atribut dari data yang akan diprediksi.

Secara umum, prediksi akhir merupakan penjumlahan dari seluruh pohon keputusan:

$$\hat{y}_i = y^i(0) + \sum_{k=1}^n f_k(x_i)$$

Untuk memahami cara kerja *XGBoost* secara mendasar, dilakukan perbandingan perhitungan secara manual dan menggunakan bantuan mesin (program) dengan data sederhana. Contoh perhitungan *XGBoost* dengan data sederhana yaitu nilai $x = [1, 2]$ dan $y = [2, 4]$.

Secara manual, prediksi awal dilakukan dengan mengambil rata-rata nilai target (y), yaitu $(2 + 4)/2 = 3$. Kemudian, dihitung selisih antara target dan prediksi awal, yang menghasilkan nilai -1 untuk data pertama dan +1 untuk data kedua. Pohon koreksi kemudian dibuat sederhana, yaitu jika $x \leq 1.5$, maka prediksi koreksi adalah -1, dan jika $x > 1.5$, maka koreksi adalah +1. Dengan demikian, prediksi akhir menjadi 2 dan 4, yang sesuai dengan target asli.

Sementara itu, perhitungan menggunakan mesin dilakukan dengan library *XGBoost* di Python. Model dibuat dengan `n_estimators=1`, `max_depth=1`, dan `learning_rate=1`, lalu dilatih pada data yang sama. Hasil prediksi yang dihasilkan oleh mesin juga menunjukkan nilai $[2.0, 4.0]$, yang identik dengan hasil perhitungan manual.

Dari perbandingan ini dapat disimpulkan bahwa secara konsep, perhitungan manual pada *XGBoost* masih dapat dilakukan untuk data kecil. Namun, dengan data yang lebih kompleks dan berjumlah besar, perhitungan menggunakan mesin jauh lebih efisien dan akurat.

2.1.5 Flutter

Flutter merupakan framework multi platform yang dikembangkan oleh Google dan menggunakan bahasa pemrograman Dart yang memungkinkan pengembangan aplikasi *mobile*, website, dan desktop hanya dengan satu basis kode sehingga prosesnya menjadi lebih efisien dan sederhana. Bahasa pemrograman Dart

bersifat berorientasi objek dan dapat dikompilasi ke dalam kode native ARM maupun JavaScript. Hal ini memungkinkan satu kode program mencakup baik user interface maupun logika (Muslim et al., 2022).

Selain itu, flutter juga bersifat deklaratif yang berarti user interface yang dibuat berdasarkan pada kondisi data atau state aplikasi. Apabila terjadi perubahan data, maka User Interface akan secara otomatis diperbarui melalui pembuatan ulang widget yang relevan. Flutter juga menggunakan mesin rendering Skia 2D yang mendukung berbagai platform perangkat keras dan perangkat lunak, termasuk yang digunakan dalam Google Chrome, Chrome OS, Android hingga Firefox OS. Proyek ini bersifat open-source dan dikembangkan secara aktif oleh Google bersama komunitas melalui platform Github (Muslim et al., 2022).

2.1.6 Firebase

Firebase adalah platform *Backend-as-a-Service (BaaS)* berbasis data NoSQL yang di hosting di cloud, yang disediakan oleh Google untuk menyimpan data dalam format JSON dan menyinkronkannya secara real-time ke semua klien yang terhubung. Setiap perubahan data akan diterima langsung oleh perangkat dalam hitungan milidetik tanpa membutuhkan permintaan HTTP konvensional. Firebase Realtime Database tidak membutuhkan server aplikasi tambahan karena bisa diakses langsung dari perangkat *mobile* atau browser. *Firebase Realtime Database Security Rules* adalah keamanan serta validasi data pada Firebase melalui *expression-based rules* (Google, n.d.).

2.1.7 Toko Dunia Helm

Toko Dunia Helm adalah sebuah toko usaha retail yang bergerak di bidang penjualan berbagai jenis helm. Toko ini sudah berdiri sejak tahun 2017 dan berlokasi di Pekanbaru, tepatnya di Jl. Dharma Bakti, Kecamatan Payung Sekaki, Kota Pekanbaru. Produk yang dijual meliputi helm half-face, full-face, helm anak-anak, berbagai jenis kaca helm, aksesoris helm, hingga mantel.

Sistem pencatatan yang dilakukan masih bersifat manual, yaitu menggunakan pencatatan pada buku tulis. Hal ini membuat proses pemantauan stok dan analisis penjualan menjadi kurang efisien dan rentan terhadap kesalahan pencatatan. Pada wawancara yang dilakukan pada tanggal 17 Mei 2025, pemilik

toko menjelaskan bahwa penjualan tertinggi biasanya terjadi ketika akhir pekan, hari libur besar seperti Hari Raya Lebaran dan Tahun Baru. Selain faktor hari libur, cuaca juga turut mempengaruhi penjualan, ketika musim hujan penjualan cenderung menurun dibanding sebelumnya.

Rata-rata penjualan helm per hari berkisar 5 sampai 10 unit terjual, sedangkan pada momen hari besar keagamaan dan libur nasional bisa meningkat dari sebelumnya. Untuk omzet harian toko berada pada kisaran Rp1.000.000 per hari pada hari biasa dan dapat mencapai hingga Rp2.000.000 per hari pada hari-hari ramai. Dengan estimasi ini, omzet bulanan toko dapat berkisar antara Rp30.000.000 hingga Rp50.000.000 tergantung permintaan dan musim penjualan.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh (Winurputra & Ratnawati, 2025) membahas mengenai Peramalan Penjualan Produk Menggunakan Extreme Gradient Boosting (*XGBoost*) Dan Kerangka Kerja Crisp-Dm Untuk Pengoptimalan Manajemen Persediaan (Studi Kasus: UB Mart). Penelitian ini menunjukkan bahwa metode *XGBoost* memberikan hasil MAE sebesar 11,58 dan RMSE sebesar 29,19 yang menunjukkan tingkat kesalahan prediksi yang rendah. Performa model yang baik ini sangat dipengaruhi oleh pemilihan fitur yang tepat dalam proses pelatihan.

Dalam permasalahan lain, Prayetno (2022) melakukan penelitian dengan judul Purchasing Prediction Using *Machine learning* Algorithms for Optimizing *Inventory* Management. Penelitian ini menggunakan model LSTM untuk melakukan prediksi stok sparepart HP dengan hasil akurasi yang cukup baik. Penelitian ini membuktikan bahwa model LSTM dapat menangkap pola musiman dalam data penjualan dan dapat diandalkan untuk optimalisasi peramalan stok.

Li, (2024) memaparkan hasil penelitian dengan judul A Sales Prediction Method Based on *XGBoost* Algorithm Model. Penelitian ini menjelaskan bahwa model *XGBoost* memiliki hasil prediksi yang lebih akurat sehingga dapat membantu perusahaan dalam pengambilan keputusan untuk mengoptimalkan strategi pemasaran dalam jangka panjang bagi perusahaan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Rachman et al., 2024) membahas mengenai Penerapan Regresi Linear Berganda dalam Prediksi dan Optimalisasi Persediaan Barang Toko Mungil. Penelitian ini menunjukkan bahwa model Regresi Linear

Berganda mampu memberikan prediksi yang akurat, dan memudahkan Toko Mungil dalam optimalisasi ketersediaan barang dan memenuhi permintaan pasar.

Penelitian lain dilakukan oleh (Wijaya et al., 2024), membahas mengenai Meningkatkan Prediksi Penjualan Retail Xyz Dengan Teknik Optimasi Random Search pada Model *XGBoost*. Penelitian ini menunjukkan bahwa model *XGBoost* yang telah dioptimasi menggunakan teknik Random Search mampu menghasilkan prediksi yang lebih akurat dibandingkan dengan model dasar.

Tabel 2.1 Perbandingan variabel penelitian

Judul	Tahun	Model Penelitian	Objek Penelitian	Hasil Penelitian
Peramalan Penjualan Produk Menggunakan Extreme Gradient Boosting (<i>XGBoost</i>) Dan Kerangka Kerja Crisp-Dm Untuk Pengoptimalan Manajemen Persediaan (Studi Kasus: UB Mart)	2025	<i>XGBoost</i>	UB Mart	Metode <i>XGBoost</i> memberikan hasil MAE sebesar 11,58 dan RMSE sebesar 29,19 yang menunjukkan tingkat kesalahan prediksi yang rendah.
A Sales Prediction Method Based on <i>XGBoost</i> Algorithm Model	2025	<i>XGBoost</i>	Retail	<i>XGBoost</i> memberikan hasil prediksi penjualan yang akurat dalam membantu perusahaan mengambil keputusan dan strategi pemasaran jangka panjang.
Purchasing Prediction Using <i>Machine learning</i> Algorithms for	2025	LSTM (Long Short-Term Memory)	Sparepart HP	LSTM dapat menangkap pola musiman dan digunakan untuk

Judul	Tahun	Model Penelitian	Objek Penelitian	Hasil Penelitian
Optimizing <i>Inventory</i> Management				optimalisasi peramalan stok sparepart HP.
Penerapan Regresi Linear Berganda dalam Prediksi dan Optimalisasi Persediaan Barang Toko Mungil	2024	Regresi Linear Berganda	Toko Mungil	Model Regresi Linear Berganda mampu memberikan prediksi yang akurat dan membantu toko dalam mengelola persediaan barang.
Meningkatkan Prediksi Penjualan Retail Xyz Dengan Teknik Optimasi Random Search pada Model <i>XGBoost</i>	2024	<i>XGBoost</i> dengan Random Search	Retail XYZ	<i>XGBoost</i> yang dioptimasi dengan teknik Random Search menghasilkan prediksi yang lebih akurat dibandingkan model dasar.

Berdasarkan kajian terhadap beberapa penelitian terdahulu pada Tabel 2.1 (Politeknik Caltex Riau, 2026), diketahui bahwa penelitian-penelitian tersebut sebagian besar berfokus pada prediksi penjualan produk tanpa mengintegrasikan hasil prediksi dengan sistem rekomendasi stok secara langsung. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dikembangkan sebuah aplikasi prediksi permintaan helm untuk optimalisasi stok yang menggunakan algoritma *XGBoost* untuk memprediksi helm yang lebih akurat. Aplikasi ini bertujuan untuk membantu pemilik toko helm dalam mengelola stok dengan lebih efisien dan memberikan rekomendasi pengadaan stok berdasarkan prediksi permintaan.