

PERANCANGAN MODEL PERAMALAN PERMINTAAN BOLU LAPIS MENGGUNAKAN *MACHINE LEARNING* UNTUK Mendukung PROSES PERENCANAAN PRODUKSI

JIHAN KHALISA SALSABILA



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Perancangan Model Peramalan Permintaan Bolu Lapis Menggunakan *Machine Learning* untuk Mendukung Proses Perencanaan Produksi” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tugas akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Jihan Khalisa Salsabila
F3401221127



ABSTRAK

JIHAN KHALISA SALSABILA. Perancangan Model Peramalan Permintaan Bolu Lapis Menggunakan *Machine Learning* untuk Mendukung Proses Perencanaan Produksi. Dibimbing oleh MARIMIN.

Peramalan permintaan berperan penting dalam mendukung perencanaan produksi karena memengaruhi penentuan jumlah produksi, kebutuhan bahan baku, dan kapasitas produksi. Proses peramalan di PT XYZ masih menggunakan pendekatan berbasis pertimbangan subjektif (*judgement*) sehingga diperlukan metode berbasis data untuk mendukung pengambilan keputusan. Proyek ini bertujuan menganalisis karakteristik permintaan produk Bolu Lapis varian *Black Forest*, mengembangkan mekanisme disagregasi hasil peramalan bulanan menjadi mingguan, mengevaluasi kinerja algoritma XGBoost, LightGBM, CatBoost, dan *Support Vector Regression* (SVR) dengan metode *hyperparameter tuning*, serta merancang *prototype* sistem peramalan berbasis web. Data yang digunakan berupa data penjualan bulanan periode Januari 2022 hingga Februari 2025. Tahapan proyek meliputi *preprocessing* data, analisis eksploratif data, *feature engineering*, pelatihan model, optimasi *hyperparameter*, evaluasi model, disagregasi dan pengembangan sistem menggunakan metode *System Development Life Cycle* (SDLC) model *Prototype*. Hasil analisis menunjukkan tingkat variasi permintaan yang tinggi dengan nilai *Coefficient of Variation* sebesar 88,9%. Model terbaik diperoleh menggunakan CatBoost yang dioptimasi dengan Optuna yang menghasilkan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 8,89%, *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 153,9, *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar 247,7, dan akurasi sebesar 91,11%. *Prototype* sistem yang dikembangkan mampu mengimplementasikan model peramalan untuk menghasilkan peramalan permintaan bulanan dan mingguan serta berpotensi mendukung penyusunan rencana produksi berbasis data.

Kata kunci: CatBoost, *hyperparameter tuning*, *machine learning*, peramalan permintaan, perencanaan produksi



ABSTRACT

JIHAN KHALISA SALSABILA. Design of a Demand Forecasting Model for Layer Cake Using Machine Learning to Support Production Planning. Supervised by MARIMIN.

Demand forecasting plays an important role in supporting production planning because it influences production quantity determination, raw material requirements, and production capacity. The forecasting process at PT XYZ still relies on a subjective judgement-based approach, therefore, a data-driven method is required to support decision-making. This project aims to analyze the demand characteristics of the Black Forest variant of Bolu Lapis products, develop a disaggregation mechanism from monthly forecasting results into weekly periods, evaluate the performance of XGBoost, LightGBM, CatBoost, and Support Vector Regression (SVR) algorithm using hyperparameter tuning methods, and design a web-based forecasting system prototype. The data used in this project consisted of monthly sales data from January 2022 to February 2025. The project stages included data preprocessing, exploratory data analysis, feature engineering, model training, hyperparameter optimization, model evaluation, demand disaggregation, and system development using the System Development Cycle (SDLC) with the Prototype model. The results showed that demand variation was high, with a coefficient of variation value of 88.9%. The best model was obtained using CatBoost optimized with Optuna, which resulted in a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) of 8.89%, a Mean Absolute Error (MAE) of 153.9, a Root Mean Squared Error (RMSE) of 247.7, and an accuracy of 91.11%. The developed prototype was able to implement the forecasting model to generate monthly and weekly demand forecasts and has the potential to support data-driven production planning.

Keywords: CatBoost, demand forecasting, hyperparameter tuning, machine learning, production planning



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PERANCANGAN MODEL PERAMALAN PERMINTAAN BOLU LAPIS MENGGUNAKAN *MACHINE LEARNING* UNTUK Mendukung PROSES PERENCANAAN PRODUKSI

JIHAN KHALISA SALSABILA

Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada
Program Studi Sarjana Teknik Industri Pertanian

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tugas Akhir:
1. Prof. Dr. Taufik, S.T.P., M.Si.
2. Prof. Dr. Ono Suparno, S.T.P., M.T.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tugas Akhir : Perancangan Model Peramalan Permintaan Bolu Lapis Menggunakan *Machine Learning* untuk Mendukung Proses Perencanaan Produksi

Nama : Jihan Khalisa Salsabila
NIM : F3401221127

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Marimin, M.Sc.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Teknik Industri Pertanian:
Prof. Dr. Ono Suparno, S.T.P., M.T.
NIP 197212031997021001



Tanggal Ujian:
21 Juli 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga karya ilmiah yang berjudul “Perancangan Model Peramalan Permintaan Bolu Lapis Menggunakan *Machine Learning* untuk Mendukung Proses Perencanaan Produksi” dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Industri Pertanian. Penyusunan karya ilmiah ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-sebesarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Abdul Haris dan Ibu Mirawati, serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan dan motivasi kepada penulis, baik secara moral maupun materiil.
2. Prof. Dr. Ir. Marimin, M.Sc. selaku dosen PIC proyek sekaligus dosen pembimbing, serta Prof. Dr. Ono Suparno, S.TP., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, masukan, dan motivasi selama pelaksanaan proyek hingga penyusunan karya ilmiah ini.
3. Bapak Qoiman Bilqisti, Bapak Ganda Gunawan, Bapak Ardi Nur Prasetyo, Bapak Aenorofik, serta seluruh karyawan PT XYZ yang telah memberikan kesempatan, bantuan, data, serta berbagai masukan selama pelaksanaan proyek.
4. Sahabat-sahabat penulis, yaitu Shofy, Lutfiyyah, Utin, Silvia, Mina, Muti, Tabina, Kezzia, Alysha, Ghina, dan Afiqah yang senantiasa memberikan doa, dukungan, serta semangat selama proses penyusunan karya ilmiah ini.
5. Teman-teman terdekat penulis yang telah memberikan bantuan, motivasi, dan kebersamaan selama penulis menempuh studi.
6. Rekan satu tim Proyek Desain Utama Agroindustri, yaitu Cahya Ardi Saputra, Rafi Raihan Prihartono, Deanda Vanya Wishnu atas kerja sama, kebersamaan, serta dukungan selama pelaksanaan proyek dan penyusunan karya ilmiah ini.
7. Teman-teman Teknik Industri Pertanian Angkatan 59 atas kebersamaan, dukungan, dan pengalaman yang telah dibagikan selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan perbaikan pada proyek selanjutnya. Penulis berharap karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat serta menjadi salah satu referensi bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Jihan Khalisa Salsabila



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR ISTILAH	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Keterkaitan dengan Proyek Utama	3
1.6 Ruang Lingkup	4
II TELAAH LITERATUR	5
2.1 Peramalan Permintaan dalam Manajemen Rantai Pasok	5
2.2 Karakteristik Permintaan Produk <i>Perishable</i>	5
2.3 Pendekatan <i>Machine Learning</i> untuk Peramalan Permintaan	6
2.4 Algoritma <i>Machine Learning</i>	6
2.5 <i>Hyperparameter Tuning</i>	7
2.6 Metrik Evaluasi Model	8
2.7 Perancangan Sistem	9
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Kerangka Pemikiran	10
3.3 Metode Pengumpulan Data	11
3.4 Prosedur Analisis dan Pengolahan Data	12
3.5 Perancangan Sistem	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Analisis Situasional	20
4.2 Eksplorasi Data	20
4.3 <i>Feature Engineering</i>	27
4.4 Hasil Pemodelan Iterasi 1	29
4.5 Hasil Pemodelan Iterasi 2	31
4.6 Transformasi Hasil Peramalan ke Multi-Horizon	36
4.7 Perancangan Sistem Peramalan Permintaan	37
4.8 Dampak Bisnis dan Implikasi Manajerial	41
4.9 Keterbatasan Proyek	43
V SIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Simpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	49
RIWAYAT HIDUP	54



DAFTAR TABEL

1	Jenis data dan metode pengambilan data	12
2	Interpretasi nilai MAPE	16
3	Bobot penilaian skala Likert	18
4	Kategori interpretasi hasil UAT	19
5	Statistik <i>Coefficient of Variation</i> keseluruhan data penjualan	21
6	Statistik deskriptif penjualan bulanan setiap toko	22
7	Daftar fitur yang digunakan dalam proyek	28
8	Hasil evaluasi model <i>baseline</i> iterasi pertama	29
9	Hasil evaluasi model setelah optimasi <i>hyperparameter</i> iterasi pertama	30
10	Hasil evaluasi metode perbandingan	32
11	Hasil evaluasi model <i>baseline</i> iterasi kedua	32
12	Hasil evaluasi model setelah optimasi <i>hyperparameter</i> iterasi kedua	33
13	Kombinasi <i>hyperparameter</i> terbaik model CatBoost dengan Optuna	35
14	<i>Functional requirements</i> sistem peramalan permintaan	38
15	<i>Non-functional requirements</i> sistem peramalan permintaan	39
16	Ringkasan dampak bisnis penerapan model peramalan	42

DAFTAR GAMBAR

1	Tahapan pembangunan model	11
2	Tahapan pengembangan sistem menggunakan model <i>Prototype</i>	18
3	Pola <i>time series</i> penjualan harian produk Bolu Lapis varian <i>Black Forest</i>	24
4	Pola musiman tahunan penjualan produk Bolu Lapis varian <i>Black Forest</i>	25
5	Pola penjualan berdasarkan hari dalam satu minggu	26
6	Autokorelasi data penjualan harian produk Bolu Lapis varian <i>Black Forest</i>	27
7	Perbandingan nilai aktual dan hasil peramalan model CatBoost-Optuna pada data pengujian	34
8	Tampilan halaman <i>input</i> data	40
9	Halaman hasil peramalan permintaan	41

DAFTAR LAMPIRAN

1	Rancangan BPMN sistem peramalan permintaan	50
2	Rancangan <i>Use Case Diagram</i> sistem peramalan permintaan	51
3	Dataset historis penjualan	52
4	Perhitungan dampak bisnis model peramalan	53

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISTILAH

<i>Baseline Model</i>	: Model awal yang menggunakan parameter bawaan sebagai pembanding sebelum dilakukan optimasi
<i>CatBoost</i>	: Algoritma <i>Gradient Boosting</i> yang menggunakan metode <i>ordered boosting</i> dan dirancang untuk menghasilkan model yang stabil
<i>CV</i>	: <i>Coefficient of Variation</i> adalah ukuran tingkat variasi data berdasarkan perbandingan simpangan baku terhadap rata-rata
<i>Data Leakage</i>	: Kondisi ketika informasi data yang seharusnya tidak diketahui model ikut digunakan selama pelatihan
<i>Demand Forecasting</i>	: Proses memperkirakan permintaan produk pada periode mendatang berdasarkan data historis dan informasi pendukung
<i>Disagregasi</i>	: Proses mengubah hasil peramalan dari tingkat agregat menjadi tingkat yang lebih rinci menggunakan proporsi historis
<i>Feature Engineering</i>	: Proses membentuk dan memilih variabel prediktor agar model mampu mempelajari pola data dengan lebih baik
<i>Genetic Algorithm</i>	: Algoritma optimasi yang meniru mekanisme evolusi melalui seleksi, <i>crossover</i> , dan mutasi
<i>Gradient Boosting</i>	: Teknik pembelajaran <i>ensemble</i> yang membangun model secara bertahap untuk memperbaiki kesalahan pada iterasi sebelumnya
<i>Grid Search</i>	: Metode optimasi <i>hyperparameter</i> dengan mencoba seluruh kombinasi parameter yang telah ditentukan
<i>Hyperparameter Tuning</i>	: Proses mencari kombinasi parameter model terbaik untuk meningkatkan kinerja peramalan
<i>Judgement</i>	: Pertimbangan profesional yang dilakukan oleh pihak berwenang berdasarkan pengalaman, pengetahuan bisnis, kondisi operasional, dan informasi yang tersedia sebagai dasar dalam pengambilan keputusan
<i>Label Encoding</i>	: Teknik mengubah data kategorikal menjadi representasi numerik
<i>Lag Feature</i>	: Variabel yang dibentuk dari nilai permintaan pada periode sebelumnya
<i>LightGBM</i>	: Algoritma <i>Gradient Boosting</i> yang dirancang untuk komputasi cepat dan efisien pada data berukuran besar
<i>Machine Learning</i>	: Pendekatan kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer mempelajari pola dari data untuk menghasilkan peramalan tanpa deprogram secara eksplisit



Optuna	: <i>Framework</i> optimasi <i>hyperparameter</i> berbasis Bayesian yang mencari kombinasi parameter secara adaptif
<i>Ordered Target Statistics</i>	: Teknik pada algoritma CatBoost untuk mengubah variabel kategorikal menjadi representasi numerik menggunakan nilai target yang dihitung secara berurutan berdasarkan data sebelumnya, sehingga mengurangi risiko <i>target leakage</i> selama proses pelatihan model
PPIC	: <i>Production Planning and Inventory Control</i> adalah fungsi perusahaan yang bertanggung jawab terhadap perencanaan produksi dan pengendalian persediaan
<i>Prediction Shift</i>	: Perbedaan distribusi peramalan antara data pelatihan dan data baru yang disebabkan oleh penggunaan informasi target secara tidak tepat selama proses pelatihan, sehingga dapat menurunkan kemampuan generalisasi model
<i>Retraining</i>	: Proses melatih kembali model menggunakan data terbaru agar tetap sesuai dengan perubahan pola data
<i>Rolling Statistics</i>	: Statistik bergerak yang dihitung pada jendela waktu tertentu
<i>Seasonality</i>	: Pola perubahan data yang berulang secara periodik
<i>Store Rank</i>	: Variabel yang merepresentasikan karakteristik relatif setiap toko berdasarkan performa historis
SVR	: <i>Support Vector Regression</i> adalah algoritma berbasis <i>Support Vector Machine</i> yang digunakan untuk memperkirakan nilai kontinu
<i>Temporal Split</i>	: Pembagian data pelatihan dan pengujian berdasarkan urutan waktu tanpa pengacakan
<i>Time Series</i>	: Data yang disusun berdasarkan urutan waktu sehingga setiap observasi memiliki hubungan dengan periode sebelumnya
<i>Understock</i>	: Kondisi ketika jumlah produk yang tersedia lebih rendah daripada permintaan
<i>Winsorization</i>	: Teknik pra-pemrosesan data statistik yang menangani nilai ekstrem (<i>outlier</i>) dengan cara mengganti nilai yang berada di luar batas persentil tersebut, tanpa menghapus observasi dari dataset
XGBoost	: <i>Extreme Gradient Boosting</i> adalah algoritma <i>Extreme Gradient Boosting</i> yang menggunakan regularisasi untuk meningkatkan akurasi dan mengurangi <i>overfitting</i>