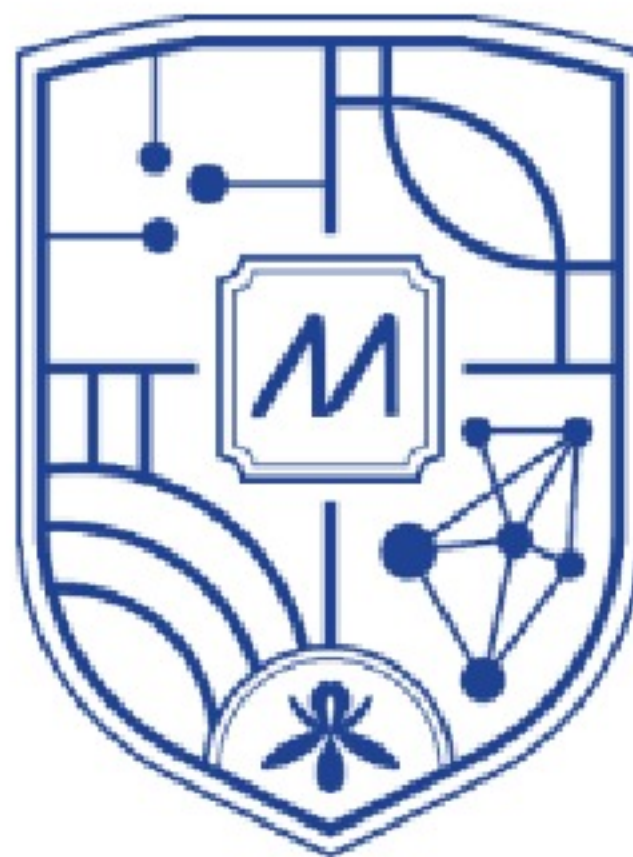


**PREDIKSI PENJUALAN RITEL DENGAN FAKTOR CUACA,
HARI LIBUR DAN HARI BESAR, SERTA AKTIVITAS PROMOSI
DENGAN MODEL *HYBRID MACHINE LEARNING***

SKRIPSI

Oleh:

**YOHANES ALDO ANANTHA
NIM. 221121470
ANELKA WINATA PERANGIN-ANGIN
NIM. 221121781**



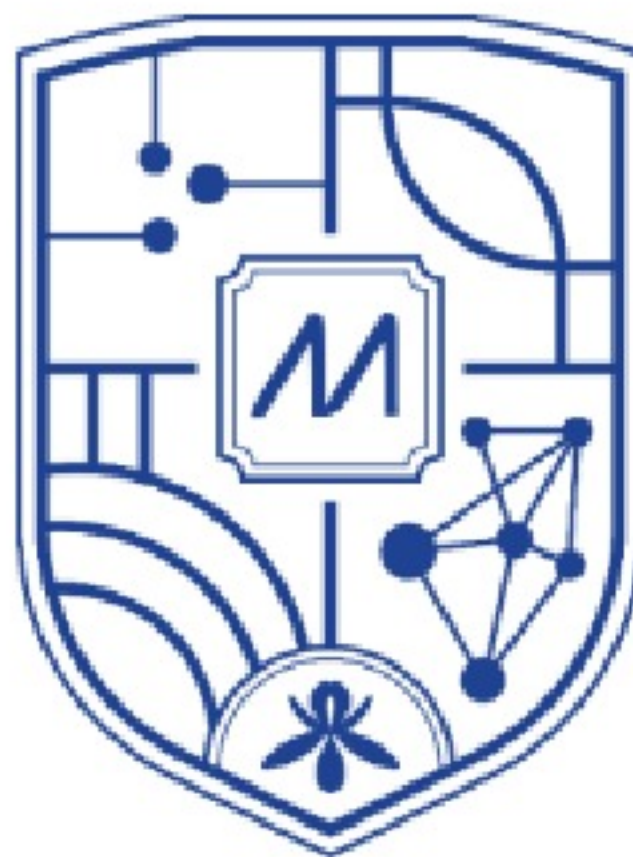
**PROGRAM STUDI S-1 SISTEM INFORMASI
FAKULTAS INFORMATIKA
UNIVERSITAS MIKROSKIL
MEDAN
2026**

**RETAIL SALES PREDICTION USING WEATHER FACTORS,
HOLIDAYS AND MAJOR HOLIDAYS, AND PROMOTIONAL
ACTIVITIES WITH A HYBRID MACHINE LEARNING MODEL**

UNDERGRADUATE THESIS

By:

**YOHANES ALDO ANANTHA
NIM. 221121470
ANELKA WINATA PERANGIN-ANGIN
NIM. 221121781**



**UNDERGRADUATE PROGRAM OF INFORMATION SYSTEM
FACULTY OF INFORMATICS
UNIVERSITAS MIKROSKIL
MEDAN
2026**

LEMBARAN PENGESAHAN

**PREDIKSI PENJUALAN RITEL DENGAN FAKTOR CUACA,
HARI LIBUR DAN HARI BESAR, SERTA AKTIVITAS PROMOSI
DENGAN MODEL *HYBRID MACHINE LEARNING***

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Persyaratan Guna
Mendapatkan Gelar Sarjana
Program Studi S-I Sistem Informasi

Oleh:

YOHANES ALDO ANANTHA
NIM. 221121470
ANELKA WINATA PERANGIN-ANGIN
NIM. 221121781

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I,


Roni Yunis, S.Kom., M.T.

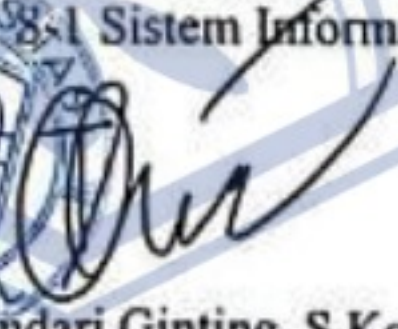
Dosen Pembimbing II,


Elly, S.Kom., M.TI.

Medan, 23 Juli 2026
Diketahui dan Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi
S-I Sistem Informasi




Tri Wulandari Ginting, S.Kom., M.Kom.

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Program Studi S-1 Sistem Informasi Universitas Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Yohanes Aldo Anantha
NIM : 221121470

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Tugas Akhir dengan judul dan tempat penelitian sebagai berikut:

Judul Tugas Akhir : Prediksi Penjualan Ritel Dengan Faktor Cuaca, Hari Libur Dan Hari Besar, Serta Aktivitas Promosi Dengan Model *Hybrid Machine Learning*
Tempat Penelitian : -
Alamat Tempat Penelitian : -
No. Telp. Tempat Penelitian : -

Schubungan dengan Tugas Akhir tersebut, dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penelitian dan penulisan Tugas Akhir tersebut merupakan hasil karya saya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh Universitas Mikroskil Medan, yakni pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas Tugas Akhir saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Universitas Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, secara keseluruhan atau hanya sebagian atau hanya ringkasannya saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya akan mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Tugas Akhir saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku, ataupun perangkat lunak/sistem informasi.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan, 02 Juli 2026

Saya yang membuat pernyataan,



Yohanes Aldo Anantha
NIM. 221121470

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Program Studi S-I Sistem Informasi Universitas Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama : Anelka Winata Perangin-Angin
NIM : 221121781

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Tugas Akhir dengan judul dan tempat penelitian sebagai berikut:

Judul Tugas Akhir : Prediksi Penjualan Ritel Dengan Faktor Cuaca, Hari Libur Dan Hari Besar, Serta Aktivitas Promosi Dengan Model *Hybrid Machine Learning*
Tempat Penelitian : -
Alamat Tempat Penelitian : -
No. Telp. Tempat Penelitian : -

Sehubungan dengan Tugas Akhir tersebut, dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa penelitian dan penulisan Tugas Akhir tersebut merupakan hasil karya saya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh Universitas Mikroskil Medan, yakni pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty Free Right) atas Tugas Akhir saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Universitas Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, secara keseluruhan atau hanya sebagian atau hanya ringkasannya saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya akan mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Tugas Akhir saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku, ataupun perangkat lunak/sistem informasi.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan, 02 Juli 2026

Saya yang membuat pernyataan,



Anelka Winata Perangin-Angin
NIM. 221121781

PREDIKSI PENJUALAN RITEL DENGAN FAKTOR CUACA, HARI LIBUR DAN HARI BESAR, SERTA AKTIVITAS PROMOSI DENGAN MODEL *HYBRID MACHINE LEARNING*

ABSTRAK

Prediksi penjualan ritel diperlukan untuk mendukung pengambilan keputusan terkait persediaan, promosi, dan perencanaan operasional. Penelitian ini bertujuan menganalisis keterkaitan faktor eksternal berupa suhu udara, hari libur dan hari besar, serta aktivitas promosi terhadap fluktuasi penjualan ritel mingguan, serta mengembangkan model hybrid machine learning untuk memprediksi Weekly_Sales. Data yang digunakan adalah Walmart Sales Forecast Dataset dengan variabel utama Temperature, IsHoliday, dan Markdown1-5, serta variabel pendukung Fuel_Price, CPI, Unemployment, Type, Size, Store, dan Dept. Penelitian dilakukan menggunakan tahapan CRISP-DM, meliputi business understanding, data understanding, data preparation, modeling, evaluation, dan deployment. Model yang dibandingkan terdiri atas XGBoost, Prophet, LSTM, serta model hybrid XGBoost-LSTM, Prophet-XGBoost, dan Prophet-LSTM dengan hyperparameter tuning menggunakan Grid Search. Evaluasi dilakukan menggunakan MAE, RMSE, sMAPE, dan R^2 , dengan sMAPE sebagai indikator utama karena skala Weekly_Sales bervariasi antar Store dan Dept. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Hybrid XGBoost-LSTM memberikan performa terbaik pada Walmart Sales Forecast Dataset dengan konfigurasi eksperimen yang digunakan, yaitu MAE 1.365,19, RMSE 2.983,92, sMAPE 16,46%, dan R^2 0,9816. Hasil deployment disajikan melalui dashboard untuk menampilkan prediksi penjualan secara informatif.

Kata kunci: *Prediksi Penjualan, Ritel, Hybrid Machine Learning, sMAPE*

ABSTRACT

Retail sales forecasting is needed to support decision-making in inventory management, promotion planning, and operational activities. This study aims to analyze the relationship between external factors, including air temperature, holidays and special days, and promotional activities, and weekly retail sales fluctuations, as well as to develop hybrid machine learning models for predicting Weekly_Sales. The dataset used is the Walmart Sales Forecast Dataset, with Temperature, IsHoliday, and Markdown1-5 as the main variables, supported by Fuel_Price, CPI, Unemployment, Type, Size, Store, and Dept. The research follows the CRISP-DM stages, consisting of business understanding, data understanding, data preparation, modeling, evaluation, and deployment. The evaluated models include XGBoost, Prophet, LSTM, and hybrid models consisting of XGBoost-LSTM, Prophet-XGBoost, and Prophet-LSTM, with hyperparameter tuning using Grid Search. Model performance is evaluated using MAE, RMSE, sMAPE, and R^2 , with sMAPE as the main indicator because Weekly_Sales has different scales across Store and Dept. The results show that Hybrid XGBoost-LSTM achieved the best performance on the Walmart Sales Forecast Dataset under the experimental configuration used in this study, with MAE of 1,365.19, RMSE of 2,983.92, sMAPE of 16.46%, and R^2 of 0.9816. The deployment results are presented through a dashboard.

Keywords: *Sales Forecasting, Retail, Hybrid Machine Learning, sMAPE*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, berkat, dan penyertaan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Prediksi Penjualan Ritel Menggunakan Faktor Cuaca, Hari Libur dan Hari Besar, serta Aktivitas Promosi dengan Model *Hybrid Machine Learning*”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Informatika, Universitas Mikroskil Medan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan metode *machine learning* dalam memprediksi penjualan ritel secara mingguan dengan mempertimbangkan beberapa faktor eksternal yang terdapat dalam *dataset*, seperti suhu udara, hari libur dan hari besar, serta aktivitas promosi. Dalam prosesnya, penulis mencoba mengembangkan serta membandingkan performa model tunggal dengan model *hybrid* guna memperoleh pendekatan yang lebih optimal dalam mendukung prediksi penjualan. Penulis menyadari bahwa selama proses penyusunan skripsi ini terdapat berbagai tantangan, baik dalam tahap pengolahan data, pembangunan model, evaluasi hasil, maupun penulisan laporan. Namun demikian, berkat bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Roni Yunis, S.Kom., M.T., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Elly, S.Kom., M.TI., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan saran, motivasi, dan dukungan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lebih terarah.
3. Bapak Hardy, S.Kom, M.Sc., Ph.D., selaku Rektor Universitas Mikroskil Medan.
4. Bapak Sunaryo Winardi, S.Kom., M.T., selaku Dekan Fakultas Informatika Universitas Mikroskil Medan.
5. Ibu Tri Wulandari Ginting, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi S-1 Sistem Informasi Fakultas Informatika Universitas Mikroskil Medan, atas segala dukungan dan fasilitas yang diberikan selama masa studi.

6. Ibu Hita S.Kom., M.TI., selaku Dosen Wali Kelas Sistem Informai A Pagi, atas bimbingan akademis, perhatian, dan motivasi yang diberikan sejak awal perkuliahan.
7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Universitas Mikroskil yang telah membimbing, memberikan ilmu pengetahuan, serta berbagai pengalaman berharga yang menjadi bekal bagi penulis selama menjalani proses perkuliahan di Universitas Mikroskil.
8. Bapak Alm. Aman dan Ibu Agata Riningsih , selaku orang tua dari Yohanes Aldo Anantha, beserta seluruh keluarga besar, yang senantiasa memberikan doa yang tulus, dukungan yang tiada henti, kasih sayang yang mendalam, serta semangat dan motivasi kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga proses penyelesaian skripsi ini.
9. Bapak Winardi Perangin Angin dan Ibu Mareta Br Tarigan selaku orang tua dari Anelka Winata Perangin-Angin, beserta seluruh keluarga besar, yang senantiasa memberikan doa yang tulus, dukungan yang tiada henti, kasih sayang yang mendalam, serta semangat dan motivasi kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga proses penyelesaian skripsi ini.
10. Anelka Winata Perangin-Angin selaku rekan yang telah memberikan bantuan, dukungan, semangat, serta menjadi tempat berbagi cerita dan motivasi bagi penulis selama menghadapi berbagai proses dan tantangan dalam penyusunan skripsi ini.
11. Yohanes Aldo Anantha selaku rekan yang telah memberikan bantuan, dukungan, semangat, serta menjadi tempat berbagi cerita dan motivasi bagi penulis selama menghadapi berbagai proses dan tantangan dalam penyusunan skripsi ini.
12. Seluruh teman-teman seperjuangan di Universitas Mikroskil yang telah memberikan dukungan, semangat, bantuan, serta kebersamaan yang berarti bagi penulis selama menjalani masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat serta menambah wawasan bagi pembaca, khususnya dalam bidang prediksi penjualan, *data mining*, dan pengembangan model *hybrid machine learning*.

Medan, 30 Juni 2026

Penulis,

Yohanes Aldo Anantha

Anelka Winata Perangin-Angin

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	6
2.1 Prediksi penjualan	6
2.1.1 Prediksi Penjualan pada Ritel.....	6
2.1.2 Jenis-Jenis Prediksi Penjualan.....	7
2.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penjualan Ritel	10
2.2.1 Pengaruh Cuaca Terhadap Penjualan	11
2.2.2 Pengaruh Hari Besar dan Hari Libur	11
2.2.3 Pengaruh Aktivitas Promosi terhadap Penjualan.....	12
2.3 <i>Machine Learning</i> untuk Prediksi	13
2.3.1 <i>Machine Learning</i>	13
2.3.2 <i>Deep Learning</i>	15
2.3.3 Algoritma <i>Machine Learning</i> untuk Prediksi	17
2.4 Model <i>Hybrid Machine Learning</i>	20
2.4.1 <i>Hybrid Model</i>	20
2.4.2 Jenis-Jenis <i>Hybrid Model</i>	21
2.4.3 Keunggulan <i>Hybrid Model</i>	24
2.4.4 Metode <i>Hyperparameter Tuning</i>	25
2.5 <i>eXtreme Gradient Boost (XGBoost)</i>	27
2.6 <i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i>	29
2.7 <i>Prophet</i>	33
2.8 Evaluasi Model Prediksi.....	35
2.9 <i>Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM)</i>	37

2.10	Penelitian Terdahulu.....	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		46
3.1	Tahapan <i>CRISP-DM</i>	46
3.2	<i>Business Understanding</i>	46
3.3	<i>Data Understanding</i>	48
3.4	<i>Data Preparation</i>	71
3.5	Modeling.....	77
3.6	<i>Evaluation</i>	82
3.7	<i>Deployment</i>	84
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		86
4.1	HASIL	86
4.1.1	<i>Data Preparation</i>	86
4.1.2	<i>Modeling</i>	100
4.1.3	<i>Hyperparameter Tuning</i>	127
4.1.4	<i>Evaluation</i>	164
4.1.5	<i>Deployment</i>	170
4.2	PEMBAHASAN.....	175
4.2.1	Analisis <i>Data Preparation</i>	175
4.2.2	Analisis Performa Model <i>Baseline</i>	176
4.2.3	Analisis Performa Model <i>Hybrid</i>	177
4.2.4	Analisis Dampak <i>Hyperparameter Tuning</i>	178
4.2.5	Analisis Perbandingan Model.....	180
4.2.6	Implikasi Hasil Penelitian.....	181
BAB V PENUTUP.....		183
5.1	Kesimpulan.....	183
5.2	Saran	184
DAFTAR PUSTAKA		185
LAMPIRAN		190
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		191

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur Model <i>XGBoost</i>	28
Gambar 2.2 Arsitektur Model <i>LSTM</i>	30
Gambar 3.1 Tahapan CRISP-DM.....	46
Gambar 3.2 Pengumpulan Dataset.....	49
Gambar 3.3 Tampilan Dataset <i>Features</i> dan <i>Stores</i>	50
Gambar 3.4 Tampilan Dataset <i>Features</i> dan <i>Stores</i>	50
Gambar 3.5 Tampilan Struktur Data.....	52
Gambar 3.6 Tampilan Penanganan Tipe Data <i>Date</i>	53
Gambar 3.7 Tampilan Pemeriksaan <i>Missing Value</i>	54
Gambar 3.8 Tampilan Pemeriksaan Duplikasi	55
Gambar 3.9 Tampilan Integrasi Dataset	55
Gambar 3.10 Tampilan Analisis Deskriptif.....	56
Gambar 3.11 Tampilan Identifikasi Nilai <i>Weekly_Sales</i>	57
Gambar 3.12 Tampilan Pemeriksaan Rentang Waktu dan Entitas Unik.....	57
Gambar 3.13 Pemeriksaan <i>Missing Value</i> Setelah Integrasi	58
Gambar 3.14 Pembentukan Variabel Eksplorasi	59
Gambar 3.15 Visualisasi Eksplorasi Variabel Numerik	61
Gambar 3.16 Visualisasi Eksplorasi Variabel Kategorikal.....	62
Gambar 3.17 Visualisasi Variabel <i>Store</i> dengan <i>Weekly_Sales</i>	62
Gambar 3.18 Pembentukan Dataset Faktor Eksternal terhadap <i>Weekly Sales</i>	63
Gambar 3.19 Penyusunan Data Hari Libur.....	64
Gambar 3.20 Pola <i>Weekly Sales</i> dengan faktor Eksternal	65
Gambar 3.21 Pembentukan Dataset Visualisasi Faktor Ekonomi	66
Gambar 3.22 Keterkaitan Variabel Ekonomi terhadap Pola <i>Weekly Sales</i>	67
Gambar 3.23 Visualisasi <i>Heatmap Correlation</i>	68
Gambar 3.24 Tampilan Implementasi <i>Outliers</i>	69
Gambar 3.25 Visualisasi <i>Outliers</i>	70
Gambar 3.26 Tampilan Implementasi <i>Decomposition</i>	71
Gambar 3.27 Visualisasi <i>Decomposition</i>	71
Gambar 4.1 Tampilan Integrasi Dataset <i>Train</i> dan <i>Test</i>	87
Gambar 4.2 Tampilan Penanganan Nilai Negatif pada Variabel <i>Weekly_Sales</i>	87
Gambar 4.3 Tampilan Hasil Penanganan Nilai Negatif pada <i>Weekly_Sales</i>	88
Gambar 4.4 Tampilan Implementasi Imputasi <i>Missing Value</i>	89

Gambar 4.5 Tampilan Hasil Implementasi Imputasi	89
Gambar 4.6 Tampilan Pembentukan Fitur Promosi dan Fitur Waktu	90
Gambar 4.7 Tampilan Proses Pembagian <i>Data Train, Validation, dan Test Internal</i>	91
Gambar 4.8 Tampilan Hasil Pembagian <i>Data Train, Validation, dan Test Internal</i> ..	92
Gambar 4.9 Tampilan Proses <i>Encoding</i> pada Variabel Kategorikal	92
Gambar 4.10 Tampilan Hasil <i>Encoding</i>	93
Gambar 4.11 Penyalinan <i>Data</i> untuk Kebutuhan Model <i>XGBoost</i>	94
Gambar 4.12 Pembentukan Fitur <i>Lag</i> dan <i>Rolling Mean</i> Model <i>XGBoost</i>	94
Gambar 4.13 Pemisahan Kembali Data <i>XGBoost</i> Berdasarkan <i>Set Data</i>	95
Gambar 4.14 Penetapan Fitur dan Target untuk Pemodelan <i>XGBoost</i>	95
Gambar 4.15 Tampilan Penentuan <i>Regressor</i> dan Fungsi Penyiapan Data <i>Prophet</i>	96
Gambar 4.16 Tampilan Hasil Penyiapan Data <i>Prophet</i>	97
Gambar 4.17 Persiapan Dataset <i>LSTM</i>	97
Gambar 4.18 Pembentukan Fitur <i>Sales_Lag</i> dan <i>Rolling_Mean</i>	98
Gambar 4.19 Proses Pemisahan Kembali Dataset <i>LSTM</i>	98
Gambar 4.20 Penentuan Fitur dan Target <i>LSTM</i>	99
Gambar 4.21 Proses <i>Scaling</i> Fitur dan Target	100
Gambar 4.22 Tampilan Pembangunan Model <i>XGBoost Baseline</i>	101
Gambar 4.23 Tampilan Hasil Evaluasi <i>XGBoost Baseline</i>	102
Gambar 4.24 Tampilan Tabel Prediksi <i>XGBoost Baseline</i>	102
Gambar 4.25 Visualisasi Aktual dan Prediksi <i>XGBoost Baseline</i>	103
Gambar 4.26 Tampilan Fungsi Model <i>Prophet Baseline</i>	104
Gambar 4.27 Tampilan Pelatihan <i>Prophet Baseline</i>	104
Gambar 4.28 Tampilan Hasil Evaluasi <i>Prophet Baseline</i>	105
Gambar 4.29 Tampilan Tabel Prediksi <i>Prophet Baseline</i>	106
Gambar 4.30 Visualisasi Aktual dan Prediksi <i>Prophet Baseline</i>	106
Gambar 4.31 Tampilan Pembentukan <i>Sequence LSTM Baseline</i>	107
Gambar 4.32 Tampilan Arsitektur Model <i>LSTM Baseline</i>	108
Gambar 4.33 Tampilan Pelatihan Model <i>LSTM Baseline</i>	108
Gambar 4.34 Tampilan Hasil Evaluasi <i>LSTM Baseline</i>	109
Gambar 4.35 Visualisasi <i>Loss</i> dan <i>sMAPE LSTM Baseline</i>	110
Gambar 4.36 Tampilan Tabel Prediksi <i>LSTM Baseline</i>	110
Gambar 4.37 Visualisasi Aktual dan Prediksi <i>LSTM Baseline</i>	111
Gambar 4.38 Tampilan Fungsi <i>Sequence Hybrid XGBoost-LSTM</i>	111

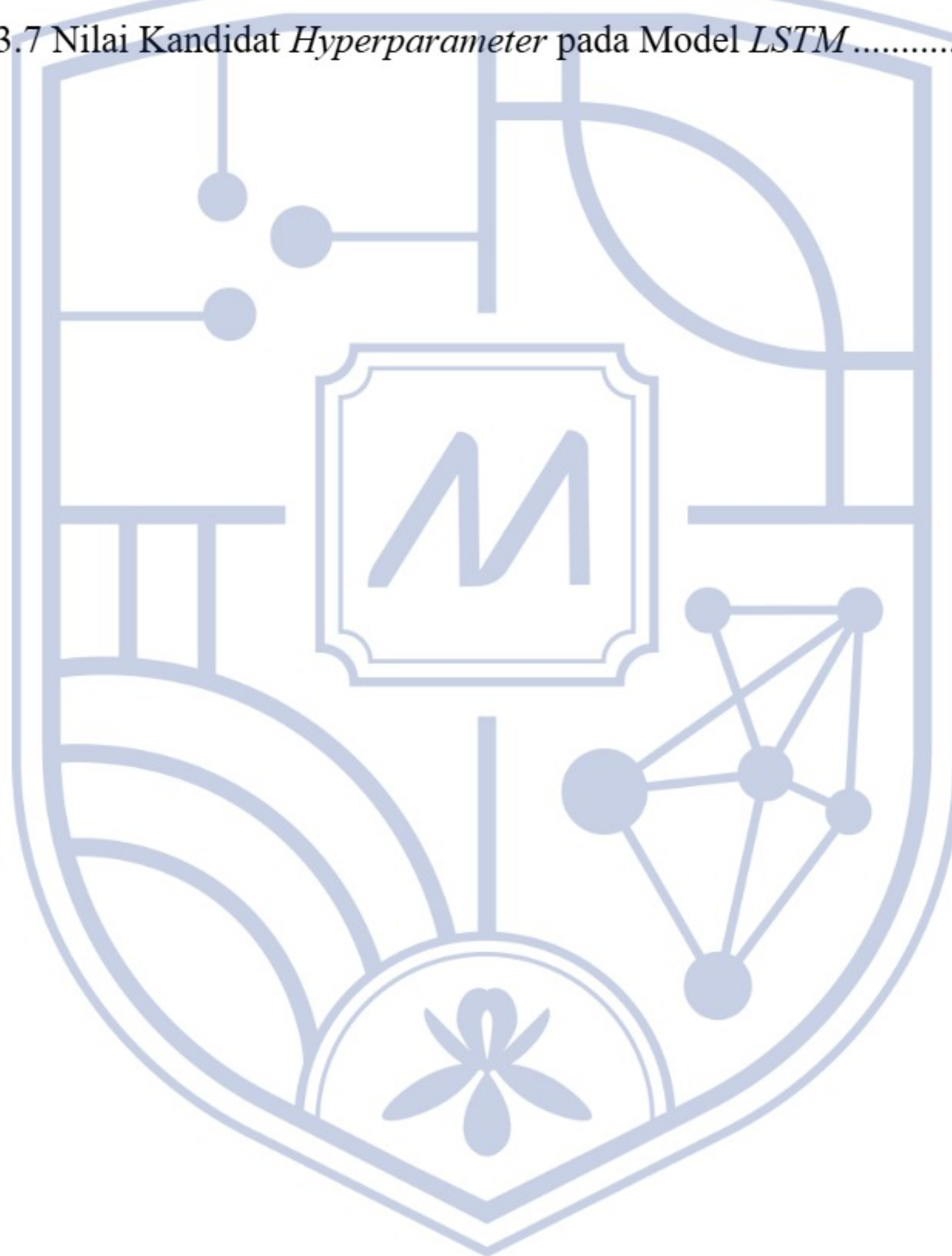
Gambar 4.39 Tampilan Pembentukan Residual <i>XGBoost</i>	112
Gambar 4.40 Tampilan Hasil Struktur Data Residual <i>XGBoost</i>	112
Gambar 4.41 Tampilan Pembentukan <i>Sequence Residual XGBoost</i>	113
Gambar 4.42 Tampilan Arsitektur <i>LSTM Residual XGBoost</i>	113
Gambar 4.43 Tampilan Pembentukan Prediksi Akhir <i>XGBoost-LSTM</i>	114
Gambar 4.44 Tampilan Hasil Evaluasi <i>Hybrid XGBoost-LSTM</i>	114
Gambar 4.45 Visualisasi <i>Loss</i> dan <i>sMAPE Hybrid XGBoost-LSTM</i>	115
Gambar 4.46 Tampilan Tabel Prediksi <i>Hybrid XGBoost-LSTM</i>	115
Gambar 4.47 Visualisasi Aktual dan Prediksi <i>Hybrid XGBoost-LSTM</i>	116
Gambar 4.48 Tampilan Pembentukan <i>Residual Prophet</i>	117
Gambar 4.49 Tampilan Penyesuaian Dataset <i>Prophet-XGBoost</i>	117
Gambar 4.50 Tampilan Penentuan Fitur dan Target <i>Prophet-XGBoost</i>	118
Gambar 4.51 Tampilan Pelatihan <i>XGBoost Residual Prophet</i>	119
Gambar 4.52 Tampilan Hasil Evaluasi <i>Hybrid Prophet-XGBoost</i>	119
Gambar 4.53 Tampilan Tabel Prediksi <i>Hybrid Prophet-XGBoost</i>	120
Gambar 4.54 Visualisasi Aktual dan Prediksi <i>Hybrid Prophet-XGBoost</i>	121
Gambar 4.55 Tampilan Pembentukan <i>Residual Prophet</i> untuk <i>LSTM</i>	122
Gambar 4.56 Tampilan Pembentukan <i>Sequence Residual Prophet</i>	123
Gambar 4.57 Tampilan Arsitektur <i>LSTM Residual Prophet</i>	123
Gambar 4.58 Tampilan Pelatihan <i>Hybrid Prophet-LSTM</i>	124
Gambar 4.59 Tampilan Prediksi Residual Prophet-LSTM	124
Gambar 4.60 Tampilan Pembentukan Prediksi Akhir <i>Prophet-LSTM</i>	125
Gambar 4.61 Tampilan Hasil Evaluasi Hybrid Prophet-LSTM	125
Gambar 4.62 Visualisasi <i>Loss</i> dan <i>sMAPE Hybrid Prophet-LSTM</i>	126
Gambar 4.63 Tampilan Tabel Prediksi <i>Hybrid Prophet-LSTM</i>	126
Gambar 4.64 Visualisasi Aktual dan Prediksi <i>Hybrid Prophet-LSTM</i>	127
Gambar 4.65 Tampilan Kandidat <i>Hyperparameter XGBoost</i>	128
Gambar 4.66 Tampilan Hasil <i>Grid Search XGBoost</i>	129
Gambar 4.67 Tampilan Pelatihan <i>XGBoost Tuning</i>	129
Gambar 4.68 Tampilan Hasil Evaluasi <i>XGBoost Tuning</i>	130
Gambar 4.69 Tampilan Tabel Prediksi <i>XGBoost Tuning</i>	130
Gambar 4.70 Visualisasi Aktual dan Prediksi <i>XGBoost Tuning</i>	131
Gambar 4.71 Tampilan Kandidat Parameter <i>Grid Search Prophet</i>	131
Gambar 4.72 Tampilan Pembentukan <i>Holiday</i> dan <i>Regressor Prophet Tuning</i>	132

Gambar 4.73 Pembentukan Sampel <i>Group Store-Department</i>	133
Gambar 4.74 Pencarian Kombinasi Parameter <i>Prophet</i>	133
Gambar 4.75 Tampilan Hasil <i>Grid Search Prophet</i>	134
Gambar 4.76 Pelatihan Model <i>Prophet</i> Menggunakan Parameter Terbaik.....	134
Gambar 4.77 Tampilan Hasil Evaluasi <i>Prophet Tuning</i>	135
Gambar 4.78 Tampilan Tabel Prediksi <i>Prophet Tuning</i>	136
Gambar 4.79 Visualisasi Aktual dan Prediksi <i>Prophet Tuning</i>	136
Gambar 4.80 Tampilan Kandidat Parameter <i>Grid Search LSTM</i>	137
Gambar 4.81 Tampilan Pelatihan Kombinasi Parameter <i>LSTM</i>	138
Gambar 4.82 Tampilan Hasil <i>Grid Search LSTM</i>	138
Gambar 4.83 Tampilan Pembentukan <i>Sequence Final LSTM Tuning</i>	139
Gambar 4.84 Tampilan Pelatihan Final <i>LSTM Tuning</i>	139
Gambar 4.85 Visualisasi <i>Loss</i> dan <i>sMAPE LSTM Tuning</i>	140
Gambar 4.86 Tampilan Hasil Evaluasi <i>LSTM Tuning</i>	140
Gambar 4.87 Tampilan Tabel Prediksi <i>LSTM Tuning</i>	141
Gambar 4.88 Visualisasi Aktual dan Prediksi <i>LSTM Tuning</i>	141
Gambar 4.89 Tampilan Pembentukan <i>Residual XGBoost Tuning</i>	142
Gambar 4.90 Tampilan Penyusunan Data <i>Residual XGBoost Tuning</i>	143
Gambar 4.91 Tampilan Kandidat Parameter <i>XGBoost-LSTM Tuning</i>	143
Gambar 4.92 Tampilan Proses <i>Grid Search XGBoost-LSTM Tuning</i>	144
Gambar 4.93 Tampilan Pelatihan Kombinasi Parameter <i>XGBoost-LSTM Tuning</i> ..	144
Gambar 4.94 Tampilan Hasil <i>Grid Search XGBoost-LSTM Tuning</i>	145
Gambar 4.95 Tampilan Pelatihan Final <i>XGBoost-LSTM Tuning</i>	146
Gambar 4.96 Tampilan Pembentukan Prediksi Akhir <i>XGBoost-LSTM Tuning</i>	147
Gambar 4.97 Tampilan Hasil Evaluasi <i>XGBoost-LSTM Tuning</i>	147
Gambar 4.98 Visualisasi <i>Loss</i> dan <i>sMAPE XGBoost-LSTM Tuning</i>	148
Gambar 4.99 Tampilan Tabel Prediksi <i>XGBoost-LSTM Tuning</i>	148
Gambar 4.100 Visualisasi Aktual dan Prediksi <i>XGBoost-LSTM Tuning</i>	149
Gambar 4.101 Tampilan Pembentukan <i>Residual Prophet Tuning</i>	150
Gambar 4.102 Tampilan Integrasi <i>Residual Prophet Tuning</i> ke Data <i>XGBoost</i>	150
Gambar 4.103 Tampilan Penentuan Fitur dan Target <i>Prophet-XGBoost Tuning</i>	151
Gambar 4.104 Tampilan Kandidat Parameter <i>XGBoost Residual Prophet Tuning</i> .	151
Gambar 4.105 Tampilan Evaluasi Parameter <i>Prophet-XGBoost Tuning</i>	152
Gambar 4.106 Tampilan Hasil <i>Grid Search Prophet-XGBoost Tuning</i>	153

Gambar 4.107 Tampilan Pelatihan Final <i>Prophet-XGBoost Tuning</i>	153
Gambar 4.108 Tampilan Prediksi <i>Residual Prophet-XGBoost Tuning</i>	154
Gambar 4.109 Tampilan Penyusunan Hasil Prediksi <i>Prophet-XGBoost Tuning</i>	154
Gambar 4.110 Tampilan Hasil Evaluasi <i>Prophet-XGBoost Tuning</i>	155
Gambar 4.111 Tampilan Tabel Prediksi <i>Prophet-XGBoost Tuning</i>	155
Gambar 4.112 Visualisasi Aktual dan Prediksi <i>Prophet-XGBoost Tuning</i>	156
Gambar 4.113 Proses Penggabungan Hasil Prediksi <i>Prophet Tuning</i>	157
Gambar 4.114 Tampilan Pembentukan <i>Residual Prophet Tuning</i> untuk <i>LSTM</i>	158
Gambar 4.115 Tampilan <i>Scaling Residual Prophet-LSTM Tuning</i>	158
Gambar 4.116 Tampilan Fungsi <i>LSTM Residual Prophet Tuning</i>	159
Gambar 4.117 Tampilan Kandidat Parameter <i>Prophet-LSTM Tuning</i>	159
Gambar 4.118 Tampilan Proses <i>Grid Search Prophet-LSTM Tuning</i>	160
Gambar 4.119 Tampilan Hasil <i>Grid Search Prophet-LSTM Tuning</i>	161
Gambar 4.120 Tampilan Pelatihan Final <i>Prophet-LSTM Tuning</i>	161
Gambar 4.121 Tampilan Pembentukan Prediksi Akhir <i>Prophet-LSTM Tuning</i>	162
Gambar 4.122 Tampilan Hasil Evaluasi <i>Prophet-LSTM Tuning</i>	162
Gambar 4.123 Visualisasi <i>Loss</i> dan <i>sMAPE Prophet-LSTM Tuning</i>	163
Gambar 4.124 Tampilan Tabel Prediksi <i>Prophet-LSTM Tuning</i>	163
Gambar 4.125 Visualisasi Aktual dan Prediksi <i>Prophet-LSTM Tuning</i>	164
Gambar 4.126 Hasil Evaluasi Model <i>Baseline</i>	166
Gambar 4.127 Hasil Evaluasi Model <i>Hybrid</i>	167
Gambar 4.128 Hasil Evaluasi Model Setelah <i>Hyperparameter Tuning</i>	168
Gambar 4.129 Ranking Seluruh Model Berdasarkan Nilai <i>sMAPE Data Test</i>	169
Gambar 4.130 Penentuan Model Terbaik Penelitian	170
Gambar 4.131 Tampilan Utama Dashboard Prediksi Penjualan	172
Gambar 4.132 Tampilan Status Data Utama dan <i>Upload test.csv</i> pada Dashboard	172
Gambar 4.133 Tampilan Ringkasan dan Visualisasi Dashboard	173
Gambar 4.134 Tampilan Hasil Prediksi dan Fitur <i>Download</i>	174

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Penelitian Terdahulu	40
Tabel 3.1 Variabel Data <i>Features</i>	48
Tabel 3.2 Variabel Data <i>Stores</i>	49
Tabel 3.3 Variabel Data <i>Train</i>	49
Tabel 3.4 Variabel Data <i>Test</i>	49
Tabel 3.5 Nilai Kandidat <i>Hyperparameter</i> pada Model <i>Prophet</i>	81
Tabel 3.6 Nilai Kandidat <i>Hyperparameter</i> pada Model <i>XGBoost</i>	81
Tabel 3.7 Nilai Kandidat <i>Hyperparameter</i> pada Model <i>LSTM</i>	81



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Sales Forecasting Dashboard	190
Lampiran 2: Download Dataset	190
Lampiran 3: Repository	190

