



**PREDIKSI OMSET HARIAN KEDAI PIZZA MENGGUNAKAN HYBRID
ARIMAX-LSTM BERBASIS MULTIVARIATE TIME SERIES**

Skripsi

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Sarjana Strata-1 Ilmu Komputer**

Oleh

MUHAMMAD NAFIS KAUTSARI

NIM 2211016210026

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

JULI 2026

SKRIPSI

PREDIKSI OMSET HARIAN KEDAI PIZZA MENGGUNAKAN HYBRID ARIMAX-LSTM BERBASIS MULTIVARIATE TIME SERIES

Oleh:

MUHAMMAD NAFIS KAUTSARI

2211016210026

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 22 Juni 2026
Susunan Dosen Penguji:

Pembimbing Utama



Fatma Indriani, S.T., M.I.T., Ph.D.
NIP. 198404202008122004

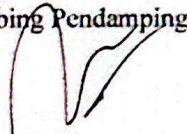
Penguji

1.



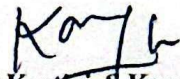
Andi Farmadi, S.Si., MT.
NIP. 197307252008011006

Pembimbing Pendamping



Setyo Wahyu Saputro, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198808072023211027

2.



Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198704212012122003



Banjarbaru, 13 Juli 2026

Koordinator Program Studi Ilmu Komputer

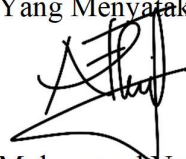
Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198704212012122003

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diberikan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarbaru, 13 Juli 2026

Yang Menyatakan,



Muhammad Nafis Kautsari

NIM. 2211016210026

ABSTRAK

PREDIKSI OMSET HARIAN KEDAI PIZZA MENGGUNAKAN HYBRID ARIMAX-LSTM BERBASIS MULTIVARIATE TIME SERIES (Oleh: Muhammad Nafis Kautsari; Pembimbing: Fatma Indriani, S.T., M.I.T., Ph.D. dan Setyo Wahyu Saputro, S.Kom., M.Kom.; 2026; 65 halaman)

Prediksi omset harian menjadi kebutuhan penting bagi UMKM food and beverage karena permintaan harian dapat berfluktuasi akibat pola waktu, hari libur, event lokal, dan kondisi cuaca. Penelitian ini bertujuan membangun dan membandingkan tiga model prediksi omset harian Kapal Layar Pizza Banjarbaru, yaitu ARIMAX, LSTM multivariat, dan Hybrid ARIMAX-LSTM. Data yang digunakan berupa 470 hari data valid periode 1 Januari 2025 hingga 31 Mei 2026, setelah 46 hari dengan omset nol dikeluarkan dari 516 hari kalender. Variabel target dimodelkan dalam skala logaritma, sedangkan variabel eksogen kandidat mencakup cuaca, hari libur nasional, akhir pekan, dan event lokal, yang diuji melalui seluruh kombinasi (power set) dari tiga kelompok fitur tersebut. Data dibagi secara kronologis menjadi 300 data latih, 76 data validasi, dan 94 data uji, kemudian evaluasi akhir dilakukan pada horizon sejajar 73 hari (11 Maret–31 Mei 2026). Kombinasi fitur terbaik diperoleh pada varian Event dan Libur (status event lokal, hari libur nasional, dan akhir pekan), sedangkan variabel cuaca tidak terbukti berkontribusi positif terhadap akurasi prediksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Hybrid ARIMAX-LSTM memperoleh performa numerik terbaik dengan MAPE 55,12%, RMSE Rp553.893,87, dan MAE Rp418.607,28, dibandingkan ARIMAX dengan MAPE 72,25% dan LSTM dengan MAPE 59,36%. Uji signifikansi menunjukkan bahwa Hybrid ARIMAX-LSTM signifikan lebih baik daripada ARIMAX, tetapi keunggulannya atas LSTM tidak terbukti signifikan secara statistik. Dengan demikian, Hybrid ARIMAX-LSTM dapat menjadi pendekatan prediksi yang kompetitif, dengan pemilihan variabel eksogen yang tepat, khususnya hari libur dan event lokal, terbukti memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan akurasi prediksi.

Kata Kunci: *prediksi omset, ARIMAX, LSTM, hybrid residual, multivariate time series*

ABSTRACT

DAILY REVENUE FORECASTING OF A PIZZA SHOP USING HYBRID ARIMAX-LSTM BASED ON MULTIVARIATE TIME SERIES (By: Muhammad Nafis Kautsari; Supervisors: Fatma Indriani, S.T., M.I.T., Ph.D. and Setyo Wahyu Saputro, S.Kom., M.Kom.; 2026; 65 pages)

Daily revenue forecasting is important for food and beverage MSMEs because daily demand may fluctuate due to temporal patterns, holidays, local events, and weather conditions. This study aims to develop and compare three daily revenue forecasting models for Kapal Layar Pizza Banjarbaru, namely ARIMAX, multivariate LSTM, and Hybrid ARIMAX-LSTM. The dataset consists of 470 valid daily observations from 1 January 2025 to 31 May 2026, after 46 zero-revenue days were removed from 516 calendar days. The target variable was modeled in logarithmic scale, while the candidate exogenous variables included weather, national holidays, weekends, and local events, tested through the complete power set of the three feature groups. The data were chronologically split into 300 training, 76 validation, and 94 testing observations, and the final evaluation was conducted on an aligned 73-day horizon (11 March–31 May 2026). The best feature combination was obtained with the Event and Holiday variant (local event status, national holiday status, and weekend status), while the weather variable was not shown to contribute positively to prediction accuracy. The results show that the Hybrid ARIMAX-LSTM achieved the best numerical performance with a MAPE of 55.12%, RMSE of Rp553,893.87, and MAE of Rp418,607.28, compared with ARIMAX with a MAPE of 72.25% and LSTM with a MAPE of 59.36%. The significance tests indicate that the Hybrid ARIMAX-LSTM was significantly better than ARIMAX, but its improvement over LSTM was not statistically significant. Therefore, Hybrid ARIMAX-LSTM can serve as a competitive forecasting approach, with a properly selected set of exogenous variables, particularly holidays and local events, shown to provide a meaningful contribution to prediction accuracy.

Keywords: revenue forecasting, ARIMAX, LSTM, hybrid residual, multivariate time series

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Prediksi Omset Harian Kedai Pizza Menggunakan Hybrid ARIMAX-LSTM Berbasis Multivariate Time Series” sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Program Sarjana Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, yaitu

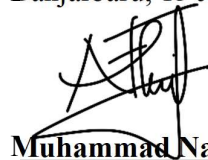
1. Allah SWT, karena atas limpahan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Keluarga yang senantiasa memberi bantuan, semangat, doa, dan dukungan selama proses penyelesaian skripsi.
3. Ibu Fatma Indriani, S.T., M.I.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing utama yang telah membimbing dan meluangkan waktu demi kelancaran penyelesaian skripsi.
4. Bapak Setyo Wahyu Saputro, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing pendamping yang turut memberikan bimbingan dan waktu sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.
5. Ibu Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom. selaku Koordinator Program Studi Ilmu Komputer FMIPA ULM atas bantuan dan izin yang diberikan.
6. Seluruh dosen dan staf Program Studi Ilmu Komputer FMIPA ULM atas ilmu dan bantuan yang sangat bermanfaat.
7. Denissa Zafira Naura Haliza yang senantiasa memberikan dukungan, semangat, doa, serta perhatian selama proses penyusunan skripsi.
8. Muhammad Kamal Khatami, Faris Abdul Aziz, Bagaskara Ridho Vandio, Muhammd Anhar Tamim, Bima Aji Nugraha yang selalu membantu saya selama proses pengerjaan skripsi.
9. Teman dan sahabat keluarga Ilmu Komputer angkatan 2022 “NVIDIA 22” yang selalu mendukung, dan mendoakan selama proses pengerjaan skripsi.

10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi kontribusi yang berarti dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Ilmu Komputer.

Banjarbaru, 13 Juli 2026



Muhammad Nafis Kautsari
NIM. 2211016210026

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kajian Terdahulu	7
2.2 Landasan Teori	15
2.2.1 <i>Time Series Forecasting</i>	15
2.2.2 <i>Multivariate Time Series</i>	15
2.2.3 Variabel Eksogen	15
2.2.4 <i>Preprocessing Data Time Series</i>	16

2.2.5 Uji Augmented Dickey-Fuller (ADF).....	18
2.2.6 ARIMA dan ARIMAX	19
2.2.7 Long Short-Term Memory (LSTM)	20
2.2.8 Hybrid ARIMAX-LSTM	22
2.2.9 Metrik Evaluasi	23
2.2.10 Uji Signifikansi	24
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Alat Penelitian.....	26
3.2 Bahan Penelitian	26
3.3 Alur Penelitian	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	30
4.1.1 Pengumpulan Data	30
4.1.2 Eksplorasi dan Analisis Data	32
4.1.3 <i>Preprocessing</i> Data	37
4.1.4 Pemodelan	41
4.2 Pembahasan	56
4.2.1 Kontribusi Variabel Eksogen	56
4.2.2 Performa Model Hybrid ARIMAX-LSTM	57
4.2.3 Perbandingan Ketiga Model.....	58
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1 Keaslian Penelitian.....	11
Tabel 2 Perancangan Penelitian	14
Tabel 3 Arsitektur Model LSTM	22
Tabel 4 Deskripsi Variabel Dataset.....	30
Tabel 5 Contoh 5 data awal Dataset.....	31
Tabel 6 Pembagian <i>Data Train, Validasi</i> dan <i>Test</i>	32
Tabel 7 Statistik Deskriptif Omset Harian	32
Tabel 8 Rata–rata omset harian berdasarkan hari dalam seminggu	33
Tabel 9 Omset pada hari libur nasional dan <i>event</i> lokal	34
Tabel 10 Statistik Variabel Cuaca Harian.....	36
Tabel 11 Hasil Uji <i>Augmented Dickey-Fuller</i> (ADF).....	37
Tabel 12 Ringkasan Tahapan <i>Preprocessing</i>	37
Tabel 13 Contoh hasil interpolasi linear	38
Tabel 14 Perbandingan Omset Sebelum dan Sesudah Transformasi.....	39
Tabel 15 Matriks Data Sebelum Normalisasi	40
Tabel 16 Matriks Data Sesudah Normalisasi	40
Tabel 17 Dataset akhir sebelum diberikan ke Model.....	41
Tabel 18 Ranking Kombinasi Kelompok Variabel Eksogen	42
Tabel 19 Dataset Untuk Model ARIMAX pada Varian Eksogen Terbaik	43
Tabel 20 Koefisien Model ARIMAX	43
Tabel 21 Metrik Evaluasi ARIMAX.....	44
Tabel 22 Dataset Model LSTM Tunggal	46
Tabel 23 Parameter LSTM.....	46
Tabel 24 Metrik Evaluasi LSTM	48
Tabel 25 Residual ARIMAX Sebelum dan Sesudah Normalisasi	50
Tabel 26 Contoh 5 data yang digunakan oleh LSTM untuk Grid Search	51
Tabel 27 Grid Search Hybrid ARIMAX-LSTM.....	51
Tabel 28 Dataset Residual Setelah Fit Ulang.....	52

Tabel 29 Rekonstruksi Prediksi Akhir Hybrid ARIMAX-LSTM.....	54
Tabel 30 Metrik Evaluasi Hybrid ARIMAX-LSTM	55
Tabel 31 Perbandingan Ketiga Model	58
Tabel 32 Uji Signifikansi Perbandingan Model.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1 Arsitektur sel LSTM (Pandit et al., 2023).....	21
Gambar 2 Alur Penelitian.....	27
Gambar 3 Deret Waktu Omset Harian Kapal Layar Pizza	33
Gambar 4 Rata-rata omset harian dalam seminggu.....	34
Gambar 5 Distribusi omset hari libur dan hari <i>event</i>	35
Gambar 6 Hubungan Variabel Cuaca terhadap $\log(\text{Omset})$	36
Gambar 7 Pola Residual ARIMAX di data train	44
Gambar 8 Prediksi ARIMAX vs Aktual	45
Gambar 9 Training Loss LSTM.....	47
Gambar 10 Prediksi LSTM vs Aktual.....	48
Gambar 11 Training Loss Hybrid ARIMAX-LSTM	53
Gambar 12 Prediksi Residual LSTM vs Residual Aktual ARIMAX	54
Gambar 13 Prediksi Hybrid vs Aktual	55
Gambar 14 Kontribusi Kelompok Fitur Eksogen terhadap MAPE	57
Gambar 15 Perbandingan Prediksi Ketiga Model vs Aktual	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

- Lampiran 1. *Import Library*
- Lampiran 2. Load Dataset
- Lampiran 3. *Load Dataset dan Preprocessing Data*
- Lampiran 4. Matriks Dataset Awal
- Lampiran 5. EDA ringkas
- Lampiran 6. Pola mingguan omset
- Lampiran 7. Statistik Variabel Cuaca
- Lampiran 8. Korelasi Pearson variabel cuaca vs log_omset
- Lampiran 9. Uji stasioneritas
- Lampiran 10. Definisi kombinasi variabel eksogen dan split data
- Lampiran 11. Fungsi Evaluasi, ARIMAX, LSTM
- Lampiran 12. Sebelum vs Sesudah Normalisasi Fitur Cuaca
- Lampiran 13. Print Dataset sebelum diberikan ke Model
- Lampiran 14. Validasi Hyperparameter pada Validation
- Lampiran 15. Refit pada Train + Validation dan Evaluasi Test
- Lampiran 16. Visualisasi Hasil Final
- Lampiran 17. Kesimpulan dan Hasil
- Lampiran 18. Perbandingan ARIMAX vs LSTM vs Hybrid
- Lampiran 19. Uji Signifikansi
- Lampiran 20. Kontribusi Variabel Eksogen