



**ANALISIS PERBANDINGAN METODE SARIMAX, DEEP
FOREST, DAN LSTM PADA PREDIKSI BEBAN PUNCAK
LISTRIK HARIAN APARTEMEN**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister

AGUSTINA

55422110018

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2026



**ANALISIS PERBANDINGAN METODE SARIMAX, DEEP
FOREST, DAN LSTM PADA PREDIKSI BEBAN PUNCAK
LISTRIK HARIAN APARTEMEN**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister

AGUSTINA

**UNIV 55422110018 S
MERCU BUANA**

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2026

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agustina
NIM : 55422110018
Fakultas/Program Studi : Teknik/Magister Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tesis berjudul:

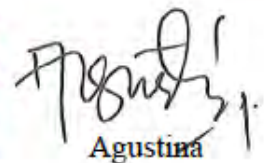
“Analisis Perbandingan Metode SARIMAX, Deep Forest, Dan LSTM Pada Prediksi Beban Puncak Listrik Harian Apartemen”, adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 2 Juli 2026




Agustina

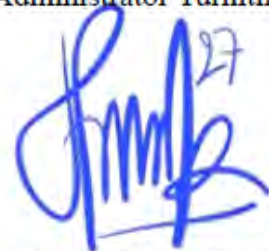
SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama : Agustina
NIM : 55422110018
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : ANALISIS PERBANDINGAN METODE SARIMAX,
DEEP FOREST, DAN JARINGAN SARAF TIRUAN
(LSTM) PADA PREDIKSI BEBAN PUNCAK
LISTRIK HARIAN APARTEMEN

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada Rabu, 15 Juli 2026 dengan hasil presentase sebesar 14 % dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 15 Juli 2026
Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi /Tesis ini diajukan oleh:

Nama Agustina
NIM 55422110018
Program Studi Magister Teknik Elektro
Judul Skripsi/Tesis "Analisis Perbandingan Metode SARIMAX, Deep Forest, Dan LSTM Pada Prediksi Beban Puncak Listrik Harian Apartemen"

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Strata S2 pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan Oleh:

Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyantho, S.T., M.T., IPU,

ASEAN Eng., APEC Eng. ACPE., SMIEEE

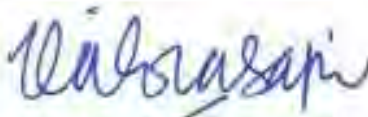
NIDN: 0312118206

Jakarta, 2 Juli 2026

Mengetahui,

Dekan

Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi

Magister Teknik Elektro



Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyantho, S.T., M.T., IPU,

ASEAN Eng., APEC Eng. ACPE., SMIEEE

NIDN: 0312118206

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT / Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan kekuatan yang dilimpahkan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "Analisis Perbandingan Metode SARIMAX, Deep Forest, dan LSTM pada Prediksi Beban Puncak Listrik Harian Apartemen" ini dengan baik.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana. Penelitian ini berangkat dari permasalahan nyata yang dihadapi pengelola gedung hunian vertikal, yakni sulitnya mengantisipasi lonjakan beban listrik harian yang dapat berdampak pada keandalan peralatan, biaya operasional, hingga denda kelebihan pemakaian daya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyelesaian tesis ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, doa, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Ir Andi Adriansyah M.Eng** selaku Rektor Universitas Mercubuana dan Dosen Penguji, atas catatan dan saran yang mempertajam analisis dan penyajian tesis ini;
2. Ibu **Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari M.T.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana, beserta seluruh dosen dan staf yang telah memberikan ilmu dan pelayanan terbaik selama masa studi;
3. Bapak **Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanto, S.T., M.T., IPU, ASEAN Eng., APEC Eng., ACPE., SMIEEE** selaku Dosen Pembimbing dan Kaprodi Magister Teknik Elektro, atas segala arahan, kesabaran, waktu, serta ilmu yang diberikan selama proses penyusunan tesis ini;
4. Bapak **Fadli Sirait, S.Si., M.T., Ph.D** selaku Dosen Penelaah, atas masukan dan koreksi yang sangat berharga dalam menyempurnakan kualitas penelitian ini;
5. Keluarga tercinta, atas doa yang tidak pernah putus, pengertian, dan pengorbanan yang menjadi sumber kekuatan terbesar penulis;
6. Rekan-rekan Program Magister Teknik Elektro atas kebersamaan, diskusi, dan semangat yang saling menguatkan;
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tesis ini.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang peramalan beban listrik, serta bagi para praktisi manajemen energi gedung.

Jakarta, Juli 2026

Penulis,

Agustina

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH DI REPOSITORI UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Agustina

NIM : 55422110018

Fakultas/Program Studi : Fakultas Teknik/Magister Teknik Elektro

Judul Tesis : **Analisis Perbandingan Metode SARIMAX, Deep Forest, Dan LSTM Pada Prediksi Beban Puncak Listrik Harian Apartemen**

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

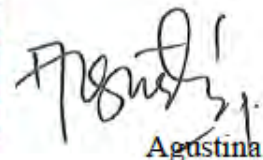
Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 10 Juli 2026

Yang menyatakan,




Agustina

ANALISIS PERBANDINGAN METODE SARIMAX, DEEP FOREST, DAN LSTM PADA PREDIKSI BEBAN PUNCAK LISTRIK HARIAN

APARTEMEN

AGUSTINA

ABSTRAK

Presisi peramalan beban kelistrikan (*load forecasting*) merupakan instrumen krusial dalam *Demand Side Management* (DSM) untuk memitigasi risiko pemanasan berlebih (*thermal overloading*) transformator distribusi saat terjadi anomali beban puncak (*peak load*). Penelitian ini membandingkan kinerja tiga mazhab arsitektur komputasi—SARIMAX (statistik parametrik), *Cascade Deep Forest* (ansambel hierarkis), dan LSTM (jaringan saraf tiruan)—dalam memproyeksikan beban harian fasilitas apartemen yang hanya memiliki ketersediaan data operasional terbatas (*low-to-medium dataset*). Hasil komputasi membuktikan superioritas absolut model SARIMAX dengan tingkat galat terendah (MAPE 4,64%; RMSE 384 kWh), yang mengklasifikasikannya sebagai peramalan yang sangat akurat (*highly accurate*). Sebaliknya, arsitektur kecerdasan buatan mengalami instabilitas akibat defisit volume data; LSTM mencatat galat tertinggi (MAPE 7,74%; RMSE 682 kWh), sementara ekstraksi *Permutation Importance* menyingkap kegagalan *Deep Forest* (MAPE 7,55%) dalam merespons fluktuasi termodinamis suhu udara karena terlalu terbias pada matriks kalender. Penelitian ini menegaskan bahwa untuk manajemen energi bangunan dengan limitasi data historis, kesederhanaan matematis model statistik jauh lebih andal dan siap diintegrasikan pada *Building Energy Management System* (BEMS) dibandingkan kompleksitas algoritma *black-box*.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Kata Kunci: *Demand Side Management*, Peramalan Beban Listrik, SARIMAX, *Cascade Deep Forest*, LSTM, *Building Energy Management System*.

ANALISIS PERBANDINGAN METODE SARIMAX, DEEP FOREST, DAN LSTM PADA PREDIKSI BEBAN PUNCAK LISTRIK HARIAN

APARTEMEN

AGUSTINA

ABSTRACT

Precision in load forecasting is a crucial instrument in Demand Side Management (DSM) to mitigate the risk of thermal overloading in distribution transformers during peak load anomalies. This study compares the performance of three computational architecture paradigms—SARIMAX (parametric statistics), *Cascade Deep Forest* (hierarchical ensemble), and LSTM (deep neural network)—in projecting the daily load of apartment facilities with limited operational data availability (*low-to-medium dataset*). Computational results demonstrate the absolute superiority of the SARIMAX model with the lowest error rates (MAPE 4.64%; RMSE 384 kWh), which definitively classifies it as highly accurate based on the Lewis (1982) standard. In contrast, artificial intelligence architectures experienced instability due to a deficit in data volume; LSTM recorded the highest error (MAPE 7.74%; RMSE 682 kWh), while *Permutation Importance* extraction revealed the failure of *Deep Forest* (MAPE 7.55%) in responding to thermodynamic fluctuations in air temperature due to an over-reliance on calendar matrices. This research confirms that for building energy management with historical data limitations, the mathematical simplicity of statistical models is far more reliable and ready for integration into Building Energy Management Systems (BEMS) compared to the complexity of black-box algorithms.

Keywords: Demand Side Management, Load Forecasting, SARIMAX, Cascade Deep Forest, LSTM, Building Energy Management System.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH DI REPOSITORI UMB	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Kontribusi Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kajian Penelitian Terdahulu (<i>State of the Art</i>).....	7
2.2 Landasan Teori.....	9
2.3 Perbandingan dengan penelitian terdahulu.....	20
2.4 Diagram Venn Posisi Penelitian	22
2.5 Hipotesis Penelitian.....	25
BAB III METODOLOGI PENELEITIAN.....	27
3.1 Instrumen Penelitian.....	27
3.2 Akuisisi dan Karakteristik Data	30
3.3 Prapemrosesan dan Mekanisme Disagregasi Matriks Data	31
3.4 Skenario Komparasi dan Evaluasi Metrik Kinerja.....	36
3.5 Spesifikasi Lingkungan Komputasi.....	39
BAB IV HASIL PENELITIAN	41

4.1	Evaluasi Kinerja Pemodelan Statistik Parametrik SARIMAX.....	41
4.2	Evaluasi Kinerja Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan LSTM	44
4.3	Evaluasi Kinerja Ansambel Hierarkis Cascade Deep Forest.....	47
4.4	Analisis Komparatif dan Validasi Hipotesis Penelitian	49
4.5	Implikasi Praktis terhadap Sistem Manajemen Energi	54
BAB V KESIMPULAN.....		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....		57
LAMPIRAN.....		60



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi komponen deret waktu (Data Simulasi).	10
Gambar 2. 2 Diagram Venn Pemetaan Studi Literatur dan Posisi Penelitian pada Komparasi Model SARIMAX, LSTM, dan Cascade Deep Forest.	24
Gambar 3. 1 Bagan Alir Metodologi Penelitian dan Alur Komputasi Peramalan Beban Listrik.....	29
Gambar 3. 2 Aliran Transformasi Dimensi Tensor pada Vanilla LSTM	34
Gambar 3. 3 Arsitektur Internal Gerbang Lupa LSTM.....	35
Gambar 3. 4 Arsitektur Pemrosesan Ansambel Hierarkis Cascade Deep Forest.....	36
Gambar 3. 5 Arsitektur Dekomposisi Paralel Pemodelan SARIMAX.....	37
Gambar 4. 1 Plot Diagnostik Residual Model Terbaik SARIMAX	42
Gambar 4. 2 Komparasi Observasi Aktual dan Proyeksi SARIMAX.....	44
Gambar 4. 3 Kurva Pembelajaran Jaringan LSTM dengan Mekanisme Early Stopping ..	45
Gambar 4. 4 Komparasi Observasi Aktual dan Proyeksi LSTM	47
Gambar 4. 5 Tingkat Kepentingan Variabel (Permutation Importance) pada Model Cascade Deep Forest	48
Gambar 4. 6 Komparasi Observasi Aktual dan Proyeksi Cascade Deep Forest.....	49
Gambar 4. 7 Klasemen Akhir Kinerja Arsitektur Pemodelan	50



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Interpretasi Nilai dari MAPE.....	19
Tabel 2. 2 Tabel Perbandingan Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3. 1 Keterangan Dataset Penelitian	30
Tabel 4. 1 Tabel Komparasi Final Metode Prediksi Beban Listrik Apartemen	52

