

19% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Small Matches (less than 10 words)

Top Sources

- 17%  Internet sources
- 7%  Publications
- 14%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

17% Internet sources
7% Publications
14% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	repository.itpln.ac.id	2%
2	Internet	123dok.com	1%
3	Internet	repository.its.ac.id	1%
4	Student papers	Universitas Putera Batam on 2026-01-29	1%
5	Internet	jurnal.fe.umi.ac.id	<1%
6	Internet	repository.pnj.ac.id	<1%
7	Publication	Diva Arifal Adha, Adam Ramadhan, Habil Maulana, Patlan Putra Humala Harahap...	<1%
8	Student papers	Universitas Tarumanagara on 2025-12-23	<1%
9	Internet	eprints.umpo.ac.id	<1%
10	Internet	adoc.pub	<1%
11	Internet	ojs.serambimekkah.ac.id	<1%

12	Publication	Ariyo Pranoto, Romi Andrianto. "Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor (KNN) ..."	<1%
13	Internet	archive.umsida.ac.id	<1%
14	Internet	text-id.123dok.com	<1%
15	Student papers	Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia (INSTIKI) on 2025-09-16	<1%
16	Internet	core.ac.uk	<1%
17	Internet	repository.unissula.ac.id	<1%
18	Internet	ejurnal.ung.ac.id	<1%
19	Internet	mulok.library.um.ac.id	<1%
20	Internet	repository.unsoed.ac.id	<1%
21	Internet	stipjakarta.ac.id	<1%
22	Internet	www.slideshare.net	<1%
23	Student papers	Sekolah Teknik Elektro & Informatika on 2025-08-20	<1%
24	Student papers	Telkom University on 2026-03-27	<1%
25	Student papers	Universitas Islam Indonesia on 2026-01-13	<1%

26	Internet	digilib.uinsby.ac.id	<1%
27	Internet	eprints.upj.ac.id	<1%
28	Internet	repository.ar-raniry.ac.id	<1%
29	Internet	repository.unika.ac.id	<1%
30	Student papers	Fakultas MIPA on 2026-04-29	<1%
31	Student papers	Universitas Merdeka Malang on 2026-04-17	<1%
32	Internet	repository.ibs.ac.id	<1%

PROPSAL SKIRPSI

**PREDIKSI BEBAN LISTRIK PADA GARDU INDUK
SIDOARJO MENGGUNAKAN LONG SHORT-TERM
MEMORY (LSTM)**



RACHMAD MAULID SANTONI
251020100093

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. JAMAALUDDIN, M.M

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO
2026

DAFTAR PUSTAKA

HALAMAN SAMPUL	i
DAFTAR PUSTAKA	ii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan	6
1.5 Manfaat	7
BAB II METEDOLOGI	9
2.1 Pendekatan Penelitian	9
2.2 Objek dan Variabel Penelitian	9
2.2.1 Objek Penelitian	9
2.2.2 Variabel Penelitian	9
2.2.3 Data dan Teknik Pengumpulan Data	9
2.4 Tahapan Penelitian	10
2.5 Metode Analisis Data	11
DAFTAR PUSTAKA	13

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam menunjang aktivitas masyarakat, sektor industri, perdagangan, serta pelayanan publik[1]. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk, berkembangnya sektor industri, serta bertambahnya aktivitas ekonomi, kebutuhan energi listrik di berbagai wilayah terus mengalami kenaikan, termasuk di Kabupaten Sidoarjo yang dikenal sebagai salah satu kawasan industri sekaligus wilayah penunjang utama Kota Surabaya[2]. Kondisi ini menuntut tersedianya sistem tenaga listrik yang andal serta pengelolaan operasional yang terencana dengan baik, terutama pada gardu induk yang berperan penting dalam sistem transmisi dan distribusi tenaga listrik. Dalam beberapa tahun terakhir, konsumsi energi listrik di Provinsi Jawa Timur menunjukkan kecenderungan meningkat. Data Statistik PLN mencatat bahwa penjualan energi listrik di Jawa Timur pada tahun 2022 mencapai 273.761,48 GWh[3]. Selain itu, pada tahun 2023 PLN Unit Induk Distribusi Jawa Timur melaporkan adanya pertumbuhan konsumsi listrik sekitar 3,3% dibandingkan tahun sebelumnya[4]. Hal tersebut menunjukkan bahwa permintaan energi listrik terus mengalami peningkatan dari waktu ke waktu. Sebagai bagian dari sistem distribusi tenaga listrik di Jawa Timur, Kabupaten Sidoarjo turut mengalami pertumbuhan beban listrik yang cukup signifikan. Apabila peningkatan kebutuhan listrik tersebut tidak diikuti dengan perencanaan beban yang tepat, maka dapat menimbulkan berbagai permasalahan, seperti terjadinya overload, penurunan kualitas daya listrik, hingga meningkatnya risiko gangguan pada peralatan gardu induk. Oleh sebab itu, prediksi beban listrik menjadi aspek yang sangat penting dalam mendukung perencanaan maupun pengoperasian sistem tenaga listrik, khususnya pada tingkat gardu induk. Prediksi beban yang dilakukan secara akurat dapat membantu operator dalam menentukan strategi operasi sistem, merencanakan kapasitas daya, serta menyusun jadwal pemeliharaan peralatan listrik secara lebih optimal.

Peningkatan kebutuhan listrik yang bersifat dinamis dan fluktuatif menuntut adanya sistem pengelolaan beban yang baik dan terencana[5]. Beban listrik yang

tidak terprediksi dengan akurat dapat menyebabkan berbagai permasalahan teknis, seperti kelebihan beban pada transformator, penurunan kualitas daya, peningkatan rugi-rugi energi, serta risiko gangguan pada sistem distribusi. Gardu induk sebagai simpul utama dalam sistem transmisi dan distribusi tenaga listrik memiliki peranan penting dalam menjaga keandalan pasokan listrik[6]. Oleh karena itu, perencanaan dan pengoperasian gardu induk harus didukung oleh informasi prediksi beban listrik yang akurat dan tepat waktu. Prediksi beban listrik (*load forecasting*) merupakan proses memperkirakan kebutuhan daya listrik di masa mendatang berdasarkan data historis dan variabel pendukung lainnya. Informasi hasil prediksi beban listrik sangat dibutuhkan oleh operator sistem tenaga listrik untuk berbagai keperluan, seperti perencanaan kapasitas peralatan, pengaturan operasi sistem, penjadwalan pemeliharaan, serta pengambilan keputusan strategis dalam pengembangan jaringan listrik[7]. Kesalahan dalam prediksi beban listrik dapat berdampak langsung pada menurunnya keandalan sistem dan meningkatnya biaya operasional[8]. Metode peramalan beban listrik konvensional, seperti regresi linier, metode statistik deret waktu, dan autoregressive integrated moving average (ARIMA), telah banyak digunakan pada penelitian sebelumnya. Namun, metode-metode tersebut memiliki keterbatasan dalam menangkap karakteristik data beban listrik yang bersifat nonlinier, kompleks, dan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti pola konsumsi pelanggan, kondisi cuaca, hari kerja dan hari libur, serta tren musiman[9]. Keterbatasan ini menyebabkan tingkat akurasi prediksi menjadi kurang optimal, terutama pada sistem dengan pola beban yang dinamis seperti di wilayah industri.

Seiring dengan perkembangan teknologi komputasi dan ketersediaan data yang semakin besar, pendekatan Artificial Intelligence (AI) mulai banyak diterapkan dalam bidang sistem tenaga listrik. AI mampu mempelajari pola data secara adaptif dan menangani hubungan nonlinier yang kompleks antara variabel input dan output[10]. Salah satu penerapan AI yang berkembang pesat adalah penggunaan jaringan saraf tiruan (*Artificial Neural Network*) untuk peramalan beban listrik. Dalam beberapa tahun terakhir, metode deep learning menjadi perhatian utama karena kemampuannya dalam mengolah data deret waktu dengan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional[11]. Salah satu

metode deep learning yang banyak digunakan dalam peramalan beban listrik adalah Long Short-Term Memory (LSTM). LSTM merupakan pengembangan dari Recurrent Neural Network (RNN) yang dirancang untuk mengatasi permasalahan *vanishing gradient* dan mampu menyimpan informasi jangka panjang[12]. Kemampuan ini menjadikan LSTM sangat sesuai untuk memodelkan data beban listrik yang memiliki ketergantungan temporal, seperti pola harian, mingguan, dan musiman. Berbagai penelitian dalam lima tahun terakhir menunjukkan bahwa LSTM mampu menghasilkan akurasi prediksi yang lebih baik dibandingkan metode statistik maupun jaringan saraf konvensional dalam prediksi beban listrik jangka pendek hingga menengah. Penerapan LSTM dalam prediksi beban listrik pada tingkat gardu induk menjadi semakin relevan, mengingat data operasional gardu induk umumnya berbentuk deret waktu dengan resolusi tertentu (per jam atau per hari)[13]. Dengan memanfaatkan data historis beban listrik gardu induk, model LSTM diharapkan mampu mengenali pola konsumsi listrik secara lebih akurat dan memberikan hasil prediksi yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan operasional. Selain itu, pemanfaatan AI dalam sistem tenaga listrik juga sejalan dengan perkembangan konsep *smart grid*, yang menekankan penggunaan teknologi cerdas untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem kelistrikan[10]. Artificial Intelligence (AI) tidak hanya digunakan dalam peramalan beban, tetapi juga dalam optimalisasi kinerja dan efisiensi sistem kelistrikan. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa algoritma kecerdasan buatan dan metaheuristik mampu meningkatkan respons dinamis sistem, menurunkan overshoot, serta mempercepat pencapaian kondisi stabil pada sistem tenaga listrik yang bersifat fluktuatif. Penerapan algoritma Firefly berbasis kecerdasan buatan mampu meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem konversi energi listrik, sehingga menunjukkan potensi besar AI dalam mendukung pengelolaan sistem kelistrikan yang kompleks dan dinamis, termasuk pada sistem distribusi dan gardu induk[14]. Selain pengembangan metode prediksi dan optimasi berbasis AI, ketersediaan data historis yang akurat dan berkelanjutan juga menjadi faktor penting dalam keberhasilan peramalan beban listrik. Penelitian yang dilakukan oleh Mubarak dan kawan – kawan pada tahun 2022 menunjukkan bahwa sistem monitoring arus, tegangan, dan daya listrik berbasis sensor dan pencatatan data

31 terintegrasi mampu menyediakan data kelistrikan secara real-time dan terdokumentasi dengan baik. Data historis yang tersimpan secara kontinu tersebut sangat mendukung analisis data deret waktu dan menjadi fondasi penting dalam penerapan metode deep learning seperti Long Short-Term Memory (LSTM) untuk meningkatkan akurasi prediksi beban listrik pada tingkat gardu induk[15].

18 Berdasarkan hasil telaah terhadap berbagai penelitian dalam lima tahun terakhir, dapat diketahui bahwa penerapan metode Artificial Intelligence, khususnya Long Short-Term Memory (LSTM), telah banyak digunakan dalam peramalan beban listrik dan menunjukkan tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan metode konvensional. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih dilakukan pada skala sistem yang luas, seperti tingkat nasional, provinsi, atau kota, sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi operasional pada tingkat gardu induk[11]. Penelitian yang secara spesifik membahas prediksi beban listrik pada level gardu induk, terutama pada wilayah dengan karakteristik industri dan permukiman padat seperti Kabupaten Sidoarjo, masih relatif terbatas[13]. Selain itu, beberapa penelitian lebih menekankan pada peningkatan akurasi model secara teoritis, namun belum banyak yang mengaitkan hasil prediksi dengan kebutuhan operasional gardu induk, seperti perencanaan kapasitas transformator dan pengelolaan beban harian[16]. Kondisi ini menunjukkan adanya celah penelitian yang perlu dikaji lebih lanjut, khususnya terkait penerapan LSTM pada data beban listrik gardu induk lokal yang bersifat dinamis dan kompleks.

25 Berdasarkan celah penelitian tersebut, kebaruan dari penelitian ini terletak pada penerapan metode Artificial Intelligence berbasis Long Short-Term Memory (LSTM) untuk memprediksi beban listrik pada Gardu Induk Sidoarjo dengan memanfaatkan data historis operasional gardu induk sebagai data deret waktu. 23 Penelitian ini tidak semata-mata menitikberatkan pada ketepatan nilai prediksi secara numerik, tetapi juga memperhatikan bagaimana hasil peramalan tersebut dapat diterapkan dalam kebutuhan operasional sistem tenaga listrik. Salah satu aspek yang menjadi perhatian utama adalah kemampuan sistem dalam membantu mengantisipasi terjadinya beban puncak serta potensi overload pada gardu induk. 9 Dengan menggunakan studi kasus pada sistem kelistrikan di Indonesia, penelitian

ini diharapkan mampu memberikan manfaat baik dari sisi akademis maupun implementasi praktis, terutama dalam pengembangan teknologi Artificial Intelligence pada bidang sistem tenaga listrik. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai bahan acuan bagi pengelola sistem tenaga listrik maupun penelitian lanjutan di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik pola beban listrik pada Gardu Induk Sidoarjo berdasarkan data historis operasional yang tersedia?
2. Bagaimana kinerja metode Long Short-Term Memory (LSTM) dalam memprediksi beban listrik pada Gardu Induk Sidoarjo berbasis data deret waktu?
3. Seberapa akurat hasil prediksi beban listrik yang dihasilkan oleh model LSTM jika ditinjau menggunakan parameter evaluasi kesalahan (error) yang relevan?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada prediksi beban listrik di Gardu Induk Sidoarjo sebagai objek studi.
2. Data yang digunakan merupakan data historis beban listrik gardu induk dalam bentuk deret waktu (time series) dengan interval waktu tertentu (per jam atau per hari), sesuai dengan ketersediaan data.
3. Data yang digunakan dalam proses analisis hanya mencakup periode tertentu yang disesuaikan dengan ketersediaan serta validitas data operasional yang diperoleh.
4. Penelitian ini hanya memfokuskan penggunaan metode peramalan beban listrik berbasis Artificial Intelligence, khususnya dengan pendekatan Long Short-Term Memory (LSTM).

5. Pembahasan dalam penelitian ini tidak mencakup aspek teknis terkait peralatan fisik gardu induk, seperti perancangan transformator, sistem proteksi, maupun konstruksi jaringan tenaga listrik.
6. Penelitian ini tidak mengkaji secara rinci pengaruh faktor eksternal, seperti gangguan pada jaringan listrik, pemadaman yang terjadi secara tidak terjadwal, maupun perubahan kebijakan tarif listrik terhadap proses pemodelan yang dilakukan.
7. Variabel masukan yang digunakan dalam model hanya berupa data historis beban listrik, sehingga faktor lain seperti kondisi suhu, kelembapan, cuaca, maupun aspek sosial dan ekonomi tidak dimasukkan dalam proses pemodelan.
8. Penilaian terhadap performa model prediksi pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa parameter kesalahan (error) yang umum diterapkan dalam analisis peramalan beban listrik.
9. Hasil peramalan yang diperoleh dalam penelitian ini diarahkan untuk mendukung kebutuhan analisis pada perencanaan dan operasional gardu induk, terutama dalam upaya mengantisipasi terjadinya beban puncak serta kemungkinan overload pada sistem.

22

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik pola beban listrik pada Gardu Induk Sidoarjo berdasarkan data historis operasional yang tersedia.
2. Menerapkan metode Long Short-Term Memory (LSTM) untuk melakukan prediksi beban listrik pada Gardu Induk Sidoarjo berbasis data deret waktu.
3. Mengevaluasi tingkat akurasi hasil prediksi beban listrik yang dihasilkan oleh model LSTM menggunakan parameter kesalahan (error) yang relevan.
4. Membandingkan hasil prediksi beban listrik dengan data beban aktual pada Gardu Induk Sidoarjo untuk mengetahui kinerja model yang dibangun.
5. Menganalisis pemanfaatan hasil prediksi beban listrik berbasis LSTM dalam mendukung perencanaan dan pengoperasian gardu induk, khususnya dalam mengantisipasi beban puncak dan potensi kelebihan beban.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan keilmuan di bidang sistem tenaga listrik, khususnya terkait penerapan metode Artificial Intelligence (AI) berbasis Long Short-Term Memory (LSTM) untuk prediksi beban listrik. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi ilmiah bagi penelitian selanjutnya yang membahas peramalan beban listrik pada tingkat gardu induk dengan pendekatan deep learning.

2. Manfaat Praktis :

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Memberikan informasi prediksi beban listrik yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan dan pengoperasian Gardu Induk Sidoarjo.
- b. Membantu operator sistem tenaga listrik dalam mengantisipasi beban puncak serta mengurangi risiko terjadinya kelebihan beban (overload) pada peralatan gardu induk.
- c. Mendukung proses perencanaan kapasitas transformator dan pengelolaan beban harian agar sistem distribusi tenaga listrik dapat beroperasi secara lebih andal dan efisien.
- d. Menjadi bahan evaluasi dalam penerapan teknologi Artificial Intelligence pada sistem tenaga listrik, khususnya dalam konteks pengembangan konsep smart grid di Indonesia.

3. Manfaat bagi Peneliti dan Akademisi

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengalaman peneliti dalam menerapkan metode deep learning pada permasalahan nyata di bidang ketenagalistrikan. Selain itu, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi akademik bagi mahasiswa dan peneliti lain yang tertarik

pada topik prediksi beban listrik dan penerapan Artificial Intelligence dalam sistem tenaga listrik.

BAB II METEDOLOGI

2.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode pemodelan dan analisis data deret waktu (time series). Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini berfokus pada pengolahan data numerik berupa data historis beban listrik gardu induk serta evaluasi hasil prediksi menggunakan parameter kesalahan (error) tertentu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Artificial Intelligence (AI) berbasis Deep Learning, yaitu Long Short-Term Memory (LSTM). Metode LSTM dipilih karena memiliki kemampuan dalam mempelajari ketergantungan temporal jangka pendek maupun jangka panjang pada data deret waktu, sehingga sesuai untuk memodelkan pola beban listrik yang bersifat dinamis dan nonlinier.

2.2 Objek dan Variabel Penelitian

2.2.1 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah Gardu Induk Sidoarjo, dengan fokus pada data historis beban listrik sebagai representasi kondisi operasional gardu induk.

2.2.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

- Variabel input: Data historis beban listrik gardu induk (dalam satuan MW atau kVA) pada interval waktu tertentu (per jam atau per hari).
- Variabel output: Nilai prediksi beban listrik pada periode waktu selanjutnya.

2.2.3 Data dan Teknik Pengumpulan Data

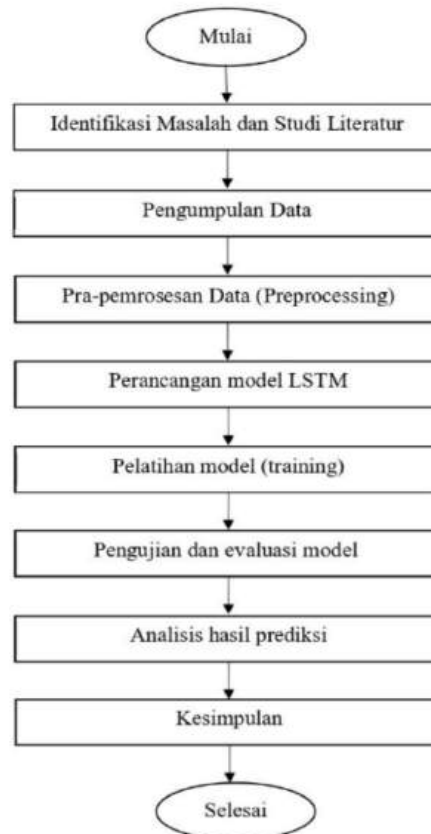
Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder, yaitu data historis beban listrik Gardu Induk Sidoarjo yang diperoleh dari instansi terkait atau sumber resmi pengelola sistem tenaga listrik. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui:

1. Pengumpulan data historis beban listrik sesuai periode waktu yang tersedia.

2. Studi literatur, yaitu mengkaji jurnal ilmiah, buku referensi, dan penelitian terdahulu yang relevan dengan prediksi beban listrik dan metode LSTM.
3. Dokumentasi, untuk memperoleh informasi pendukung terkait sistem kelistrikan dan karakteristik gardu induk.

2.4 Tahapan Penelitian

Untuk mempermudah pemahaman terhadap tahapan penelitian yang dilakukan dalam skripsi ini, maka alur penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir (flowchart). Diagram alir tersebut menggambarkan urutan langkah penelitian secara sistematis, mulai dari tahap identifikasi masalah dan studi literatur, pengumpulan serta pra-pemrosesan data, perancangan dan pelatihan model Long Short-Term Memory (LSTM), hingga tahap pengujian, analisis hasil prediksi, dan penarikan kesimpulan, berikut merupakan tahapan penelitian ini :



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Tahapan penelitian dalam skripsi ini meliputi beberapa langkah utama sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah dan studi literatur

Mengkaji permasalahan terkait peningkatan kebutuhan listrik dan pentingnya prediksi beban pada tingkat gardu induk.

2. Pengumpulan data

Mengumpulkan data historis beban listrik Gardu Induk Sidoarjo sesuai periode yang ditentukan.

3. Pra-pemrosesan data (preprocessing)

Meliputi pembersihan data (data cleaning), normalisasi data, serta pembagian data menjadi data pelatihan (training) dan data pengujian (testing).

4. Perancangan model LSTM

Menentukan struktur model LSTM, termasuk jumlah layer, neuron, fungsi aktivasi, dan parameter pelatihan.

5. Pelatihan model (training)

Model LSTM dilatih menggunakan data training untuk mempelajari pola beban listrik.

6. Pengujian dan evaluasi model

Model diuji menggunakan data testing dan dievaluasi menggunakan parameter kesalahan (error).

7. Analisis hasil prediksi

Menganalisis hasil prediksi beban listrik dan keterkaitannya dengan kondisi operasional gardu induk.

8. Penarikan kesimpulan

Menyimpulkan hasil penelitian dan memberikan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

2.5 Metode Analisis Data

Metode analisis data pada penelitian ini difokuskan pada evaluasi kinerja model prediksi beban listrik berbasis Long Short-Term Memory (LSTM) terhadap data uji (testing data) yang telah dipisahkan pada tahap pra-pemrosesan data. Analisis tidak dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi terhadap kondisi

operasional beban aktual secara langsung, melainkan berdasarkan nilai kesalahan prediksi yang dihasilkan oleh model pada data pengujian. Tahapan analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

1. Pembagian data (data splitting)

Data historis beban listrik dibagi menjadi data pelatihan (training) dan data pengujian (testing) dengan proporsi tertentu untuk memastikan model mampu mempelajari pola data secara optimal.

2. Pelatihan model LSTM

Model LSTM dilatih menggunakan data pelatihan untuk mengenali pola temporal beban listrik berdasarkan data historis.

3. Pengujian model

Model yang telah dilatih digunakan untuk menghasilkan prediksi beban listrik pada data pengujian.

4. Evaluasi kinerja model

Kinerja model dievaluasi menggunakan parameter kesalahan (error) yang umum digunakan dalam peramalan beban listrik, antara lain:

- Mean Absolute Error (MAE)
- Mean Squared Error (MSE)
- Root Mean Squared Error (RMSE)
- Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Nilai parameter kesalahan tersebut digunakan untuk menilai tingkat akurasi dan stabilitas model LSTM dalam memprediksi beban listrik berdasarkan pola historis data.

5. Analisis hasil prediksi

Hasil prediksi dianalisis untuk mengidentifikasi kemampuan model dalam mengikuti tren, pola musiman, dan fluktuasi beban listrik pada data uji, tanpa melakukan perbandingan langsung terhadap kondisi operasional sistem tenaga listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. M. Nurmansyah and F. Apriani, "Layanan Publik Penyediaan Listrik oleh PT . PLN (Persero) di," vol. 2, no. 1, pp. 247–255, 2024.
- [2] L. Hasanah, "PENGARUH PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR JALAN, LISTRIK, DAN AIR TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI DI KOTA SURABAYA," 2024.
- [3] S. Pln, *Statistik pln*, no. 03001. 2022.
- [4] *Statistik 2 pln 3*, no. 03001. 2023.
- [5] S. Johan, A. M. Ginting, P. Studi, M. Managemen, and U. P. Harapan, "DETERMINASI KONSUMSI LISTRIK DI INDONESIA," vol. 30, no. 1, pp. 106–117, 2022.
- [6] A. Sumiyati *et al.*, "Konsep Dasar Transmisi Tenaga Listrik : Klasifikasi , Komponen Serta Gangguannya," vol. 11, no. 2, pp. 612–617, 2024.
- [7] P. Rojanavasuu, A. Jitpattanakul, and S. Mekruksavanich, "Comparative Analysis of LSTM-based Deep Learning Models for HAR using Smartphone Sensor," *2021 Jt. 6th Int. Conf. Digit. Arts, Media Technol. with 4th ECTI North. Sect. Conf. Electr. Electron. Comput. Telecommun. Eng. ECTIDAMT NCON 2021*, pp. 269–272, Mar. 2021, doi: 10.1109/ECTIDAMT NCON51128.2021.9425733.
- [8] A. Moradzadeh, A. Mansour-Saatloo, M. Nazari-Heris, B. Mohammadi-Ivatloo, and S. Asadi, "Introduction and Literature Review of the Application of Machine Learning/Deep Learning to Load Forecasting in Power System," *Power Syst.*, pp. 119–135, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-77696-1_6.
- [9] R. Hakim, D. Despa, and L. Hakim, "Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek Menggunakan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (Arima)," *Electrician*, vol. 14, no. 1, pp. 26–33, 2020, doi: 10.23960/elc.v14n1.2143.
- [10] S. S. Khan, S. Ahmad, and M. Naeem, "On-grid joint energy management and trading in uncertain environment," *Appl. Energy*, vol. 330, p. 120318, Jan. 2023, doi: 10.1016/J.APENERGY.2022.120318.
- [11] D. Syed *et al.*, "Deep Learning-Based Short-Term Load Forecasting Approach in Smart Grid with Clustering and Consumption Pattern

- Recognition,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 54992–55008, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3071654.
- [12] S. Hochreiter and J. Schmidhuber, “Long Short-Term Memory,” *Neural Comput.*, vol. 9, no. 8, pp. 1735–1780, Nov. 1997, doi: 10.1162/NECO.1997.9.8.1735.
- [13] N. Aiza, I. M. A. Nrartha, I. M. Ginarsa, A. B. Muljono, A. Zainuddin, and S. Sultan, “Implementasi Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System untuk Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek di Gardu Induk 150 kV Tanjung,” *J. Fokus Elektroda Energi List. Telekomun. Komputer, Elektron. dan Kendali*, vol. 10, no. 2, pp. 35–40, 2025, doi: 10.33772/jfe.v10i2.1015.
- [14] I. Anshory *et al.*, “Optimization DC-DC boost converter of BLDC motor drive by solar panel using PID and firefly algorithm,” *Results Eng.*, vol. 21, no. December 2023, p. 101727, 2024, doi: 10.1016/j.rineng.2023.101727.
- [15] A. M. 'Aafi, J. Jamaaluddin, and I. Anshory, “Implementasi Sensor Pzem-017 Untuk Monitoring Arus, Tegangan dan Daya Pada Instalasi Panel Surya dengan Sistem Data Logger Menggunakan Google Spreadsheet dan Smartphone,” *SNESTIK Semin. Nas. Tek. Elektro, Sist. Informasi, dan Tek. Inform.*, pp. 191–196, 2022, [Online]. Available: <https://ejurnal.itats.ac.id/snestikdanhttps://snestik.itats.ac.id>
- [16] K. Ullah *et al.*, “Short-Term Load Forecasting: A Comprehensive Review and Simulation Study with CNN-LSTM Hybrids Approach,” *IEEE Access*, vol. 12, no. August, pp. 111858–111881, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3440631.