

Prediksi Konsumsi Energi Listrik di Rumah Sakit Mata Undaan Surabaya Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan

Sudarto

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik, Indonesia

Informasi Artikel

Diterima : 21 Juni 2025

Revisi : 09 Juli 2025

Diterbitkan : 10 Juli 2025

Abstrak: Peningkatan pemakaian energi listrik yang signifikan di sektor kesehatan, terutama di Rumah Sakit Mata Undaan Surabaya, mengharuskan pengelolaan energi yang lebih efisien. Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi konsumsi energi listrik rumah sakit untuk periode 2025-2027. Metode yang digunakan adalah Jaringan Syaraf Tiruan dengan algoritma backpropagation, yang memanfaatkan data konsumsi energi listrik harian, pemakaian air sebagai indikator jumlah pasien, serta data suhu dan kelembaban udara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang dikembangkan mampu memberikan prediksi yang akurat dengan kesalahan relatif yang rendah. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam merencanakan kebutuhan energi listrik dan membantu manajemen rumah sakit dalam pengelolaan sumber daya energi secara lebih efisien. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada optimasi manajemen energi di sektor kesehatan.

Abstract: The significant increase in electricity consumption in the healthcare sector, particularly at Rumah Sakit Mata Undaan Surabaya, requires more efficient energy management. This study aims to predict the hospital's electricity consumption for the period 2025-2027. The method used is Artificial Neural Networks with the backpropagation algorithm, utilizing daily electricity consumption data, water usage as an indicator of the number of patients, and temperature and humidity data. The results show that the developed model is able to provide accurate predictions with a low relative error. This study is expected to assist in planning electricity needs and help hospital management in more efficient energy resource management. Thus, this research contributes to the optimization of energy management in the healthcare sector.

Kata kunci: jaringan syaraf tiruan, backpropagation, prediksi konsumsi energi

Keywords: artificial neural networks, backpropagation, energy consumption prediction

Sitasi: Sudarto. (2025). Prediksi Konsumsi Energi Listrik di Rumah Sakit Mata Undaan Surabaya Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan. *Journal of Engineering and Innovation*, 2(3), 50-55. <https://nafatimahpustaka.org/jein>

Pendahuluan

Konsumsi energi listrik di rumah sakit merupakan masalah yang kompleks, terutama bagi Rumah Sakit Mata Undaan Surabaya yang beroperasi 24 jam sehari dan memiliki banyak perangkat medis serta sistem yang mempengaruhi penggunaan energi. Variasi fluktuasi konsumsi energi disebabkan oleh banyak faktor seperti suhu, kelembaban, dan jumlah pasien yang berobat. Rumah sakit yang memiliki berbagai jenis peralatan medis dengan kebutuhan energi yang berbeda membutuhkan sistem prediksi yang dapat memantau dan merencanakan kebutuhan energi secara efisien.

Sebagai solusi, penelitian ini mengusulkan penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) untuk memprediksi konsumsi energi listrik di rumah sakit. Dengan menggunakan JST, diharapkan dapat diperoleh

perkiraan yang lebih akurat dan efisien, yang membantu pihak manajemen rumah sakit dalam merencanakan dan mengelola konsumsi energi secara optimal dengan merujuk pada penelitian Aziz et al. (2022) yang menggunakan JST dalam prediksi konsumsi energi listrik di sektor kesehatan dengan hasil yang menunjukkan efektivitas dalam mengatasi fluktuasi energi. Dalam penelitian tersebut, JST mampu memberikan estimasi yang lebih akurat mengenai penggunaan energi di rumah sakit yang memiliki kebutuhan energi yang sangat bervariasi tergantung pada jumlah pasien dan operasional rumah sakit. Selain itu, penelitian oleh Akbar (2024) membandingkan JST dengan metode Extreme Learning Machine (ELM) dalam memprediksi konsumsi energi listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa JST memiliki akurasi

yang lebih tinggi dalam memprediksi konsumsi energi, khususnya dalam rumah sakit yang beroperasi 24 jam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model dan melakukan prediksi konsumsi energi listrik di Rumah Sakit Mata Undaan Surabaya menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan dengan harapan dapat memberikan estimasi akurat yang dapat membantu perencanaan dan pengelolaan daya listrik rumah sakit dimasa yang akan datang.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen untuk memprediksi konsumsi energi listrik di Rumah Sakit Mata Undaan Surabaya menggunakan model Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Model JST dipilih karena kemampuannya dalam mengatasi kompleksitas dan ketidakpastian yang ada dalam data konsumsi energi listrik rumah sakit pada periode tahun 2022 hingga 2024 untuk memprediksi konsumsi listrik pada tahun 2025 hingga 2027. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer yang mencakup pencatatan harian konsumsi energi listrik dalam satuan Amper dan kWh serta data sekunder yaitu pemakaian air dalam satuan meter kubik dan informasi suhu beserta kelembaban udara yang diambil dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) untuk periode 2022 hingga 2024.

Tabel 1. Data Yang Digunakan Dalam Penelitian

Input	Keterangan	Sumber Data
Jumlah Hari	Jumlah total hari dalam satu bulan	Kalender
Hari Kerja	Jumlah hari kerja dalam satu bulan	Kalender
Air	Pemakaian air dalam satuan meter kubik per hari	Monitoring
Suhu	Suhu rata-rata harian dalam derajat Celsius (°C)	Data BMKG
Kelembaban	Kelembaban rata-rata harian dalam persen (%)	Data BMKG
Ampere	Nilai arus listrik tertinggi dalam satuan ampere per hari	Monitoring

kWh	Total pemakaian energi listrik harian dalam kilowatt-jam (kWh)	Monitoring
-----	--	------------

Pada Tabel 1 menampilkan fitur data yang digunakan dalam penelitian. Seluruh data yang terkumpul kemudian dibagi menjadi dua bagian: data latih (training data) yang digunakan untuk melatih model, dan data uji (test data) yang digunakan untuk menguji akurasi prediksi model. Semua data yang digunakan di-normalisasi ke dalam rentang nilai antara 0 dan 1 untuk meningkatkan kinerja model.

Model JST yang digunakan dalam penelitian ini berbasis algoritma Backpropagation dengan tiga lapisan utama: lapisan input, lapisan tersembunyi, dan lapisan output. Jumlah lapisan tersembunyi dan neuron yang digunakan disesuaikan berdasarkan eksperimen awal untuk memaksimalkan akurasi prediksi.

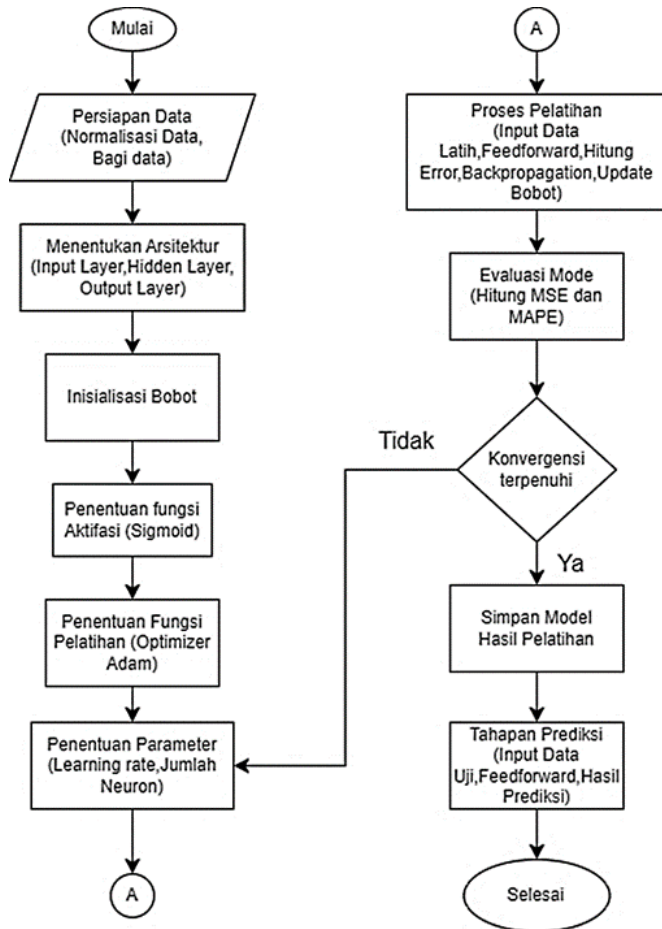
Model dilatih menggunakan algoritma backpropagation, dengan tujuan untuk meminimalkan kesalahan prediksi melalui proses penyesuaian bobot antar neuron. Fungsi aktivasi yang digunakan pada lapisan tersembunyi adalah fungsi sigmoid atau ReLU, yang memungkinkan model untuk menangkap hubungan non-linear dalam data dan untuk mencapai akurasi terbaik dilakukan tuning model dengan beberapa kombinasi hyperparameter hingga tercapai akurasi terbaik sebagaimana yang telah dilakukan oleh Aziz et al. (2022) dalam penelitian mereka tentang prediksi konsumsi energi listrik di rumah sakit, model JST dioptimalkan menggunakan algoritma Backpropagation, yang telah terbukti efektif dalam menghasilkan prediksi yang akurat dalam konteks sektor kesehatan.

Berikut ini adalah gambar yang menjelaskan urutan alur pembuatan Model JST dari awal persiapan data sampai selesai dan menghasilkan data hasil prediksi: disajikan pada Gambar 1

Pengujian model dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi konsumsi energi listrik dengan data aktual yang ada pada periode 2022-2024. Akurasi model dievaluasi menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Mean Squared Error (MSE), sebagaimana dijelaskan oleh Tiana (2020), evaluasi model menggunakan MAPE dan MSE adalah teknik yang tepat untuk menilai kesalahan dalam prediksi konsumsi energi listrik. Dengan perhitungan menggunakan rumus dibawah ini:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100$$

MSE digunakan untuk mengukur rata-rata kesalahan kuadrat antara hasil prediksi dan nilai aktual, sementara MAPE digunakan untuk mengukur persentase kesalahan absolut yang terjadi dalam prediksi. Model dianggap berhasil apabila nilai MAPE di bawah 10% dan MSE menunjukkan nilai yang rendah sebagaimana disampaikan oleh Hyndman & Koehler (2006).



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Model

Dengan menggunakan metode ini, diharapkan model yang dihasilkan dapat memberikan prediksi yang akurat mengenai pola konsumsi energi listrik harian di Rumah Sakit Mata Undaan Surabaya, serta memberikan rekomendasi yang berguna bagi manajemen rumah sakit dalam perencanaan dan pengelolaan kebutuhan energi di tahun-tahun mendatang.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Mata Undaan Surabaya, mencakup periode waktu dari Januari 2022 hingga Desember 2024, dan hasil data ini digunakan untuk memprediksi konsumsi energi listrik untuk tahun 2025 hingga 2027. Data yang digunakan merupakan data harian yang mencakup jumlah hari, hari kerja, pemakaian air, suhu, kelembaban, arus listrik tertinggi (Ampere), dan pemakaian energi listrik (kWh). Untuk mengurangi fluktuasi hariandata tersebut kemudian diolah menjadi data rata-rata bulanan.

Tabel 2. Kutipan Data Bulanan

Tahun	Bl n	Hari Kerja	Air	Suhu	Ph	Am p	kWh
2022	1	25	56.8	27.8	81	407.1	3644.2
2022	2	22	55	27.5	81.8	392.9	3308
2022	3	26	57.3	28.1	81.3	427.6	3468.8
...
2023	1	26	58.1	28	80.1	697.4	4746.5
2023	2	23	56.7	27.4	82.6	544.5	4666.1
2023	3	26	56.8	28.3	78.8	536.6	5008.1
2023	4	20	45.4	28.7	79	507.3	4084.3
...
2024	10	27	62.1	30.6	66.1	615.1	5849.7
2024	11	26	64.5	29.9	75.2	606.4	5690.4
2024	12	24	71.6	28.5	80.8	541.1	5622.8

Tabel 2 menunjukkan data rata-rata bulanan untuk setiap fitur dari Januari 2022 hingga Desember 2024. Selanjutnya, data tersebut diolah menjadi format time series dengan time step 12, seperti yang ditampilkan dalam Tabel 3. Pemisahan data menjadi data latih (training data) dan data uji (test data) dilakukan untuk memvalidasi model, dan seluruh data dinormalisasi menggunakan min-max normalization untuk memastikan bahwa seluruh fitur memiliki rentang nilai yang sama, yaitu antara 0 dan 1 (lihat Tabel 4) menggunakan rumus min-max normalization sebagai berikut:

$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

Tabel 3. Format Penyusunan Data Time Step: 12

Pola	Data Input	Target
1	Data pada bulan ke 1 sampai bulan ke 12	Data pada bulan ke 13
2	Data pada bulan ke 2 sampai bulan ke 13	Data pada bulan ke 14
3	Data pada bulan ke 3 sampai bulan ke 14	Data pada bulan ke 15
4	Data pada bulan ke 4 sampai bulan ke 15	Data pada bulan ke 16
5	Data pada bulan ke 5 sampai bulan ke 16	Data pada bulan ke 17
6	Data pada bulan ke 6 sampai bulan ke 17	Data pada bulan ke 18
dst.	dst.	dst.

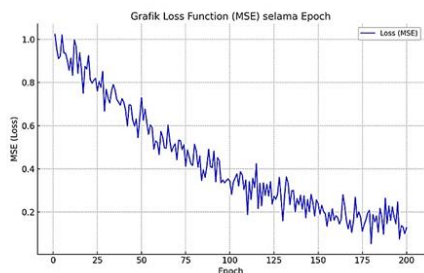
Tabel 4. Nilai in-max normalisasi

Fitur	Nilai Terendah	Nilai Tertinggi	Rentang Nilai
Jumlah hari	28	31	3
Hari kerja	20	26	6
Air	45.4	72.8	27.4
Suhu	27.4	30.7	3.3
Kelembaban	62.8	82.6	19.8
Ampere	392.9	697.4	304.5
kWh	3305.3	5612.6	2307.3

Wibowo (2023) menyebutkan bahwa normalisasi data sangat penting untuk menghindari bias yang disebabkan oleh perbedaan skala antar fitur dalam model prediksi energi listrik rumah sakit. Proses ini membantu model untuk memberikan prediksi yang lebih akurat dan stabil.

Model JST yang digunakan berbasis algoritma Backpropagation dengan tiga lapisan utama: lapisan

input, lapisan tersembunyi, dan lapisan output. Jumlah lapisan tersembunyi dan neuron yang digunakan disesuaikan melalui eksperimen awal untuk memaksimalkan akurasi prediksi. Proses pelatihan model dilakukan dengan beberapa kombinasi nilai hyperparameter, dan hasilnya dapat dilihat pada grafik fungsi Loss yang menunjukkan penurunan konsisten nilai MSE sepanjang epoch.

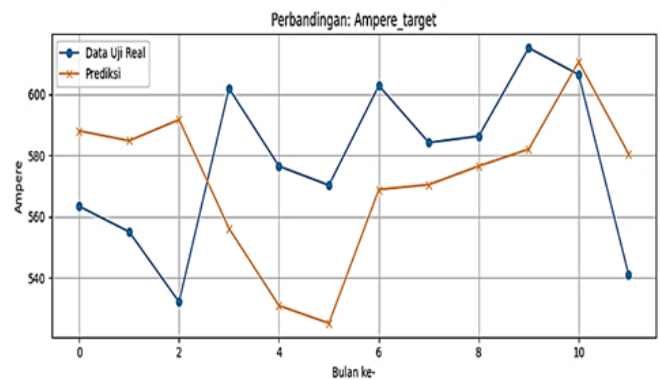


Gambar 2. Grafik Fungsi Loss selama epoch

Hasil dari grafik fungsi loss Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai MSE terus menurun hingga mencapai nilai yang sangat kecil (sekitar 0.2), menunjukkan bahwa model sudah cukup mendekati

konvergensi. Ini mengindikasikan bahwa jumlah epoch 200 sudah cukup efektif untuk mencapai hasil optimal.

Model kemudian dievaluasi menggunakan Data Uji untuk menguji akurasi prediksi oleh model terhadap Data uji, dan berikut adalah Grafik dan Tabel perbandingan data Uji nyata dibandingkan data hasil prediksi model beserta perhitungan MAPE nya:

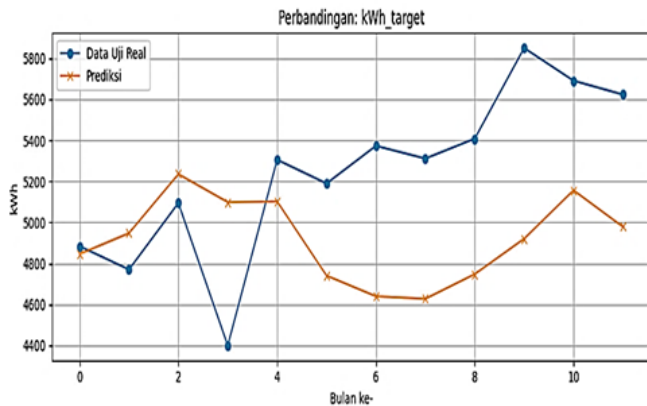


Gambar 3. Grafik Perbandingan Nilai Ampere Data Uji dengan Data Hasil Prediksi Model

Tabel 5 menunjukkan nilai dari Gambar 3 serta hasil perhitungan MAPE untuk data perbandingan nilai ampere data uji dengan data hasil prediksi model.

Tabel 5. Perbandingan Nilai Ampere Data Uji dengan Data Hasil Prediksi Model

Bulan (2024)	Ampere			
	Data Asli	Prediksi	Perbedaan (Error)	MAPE (%)
1	563.4	588.0223	24.6223	4.37
2	555.1	584.8203	29.7203	5.35
3	532.2	591.6926	59.4926	11.18
4	601.9	556.1904	45.7096	7.59
5	576.5	530.9920	45.5080	7.89
6	570.3	525.2413	45.0587	7.90
7	602.8	568.8800	33.9200	5.63
8	584.2	570.4754	13.7246	2.35
9	586.3	576.5432	9.7568	1.66
10	615.1	582.0679	33.0321	5.37
11	606.4	610.5767	4.1767	0.69
12	541.1	580.5204	39.4204	7.29
Rata-rata MAPE (%)				5.61



Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai kWh Data Uji dengan Data Hasil Prediksi Model

Tabel 6 menunjukkan nilai untuk fitur total konsumsi daya dari Gambar 4 serta hasil perhitungan MAPE untuk perbandingan data uji dengan data hasil prediksi model untuk kWh.

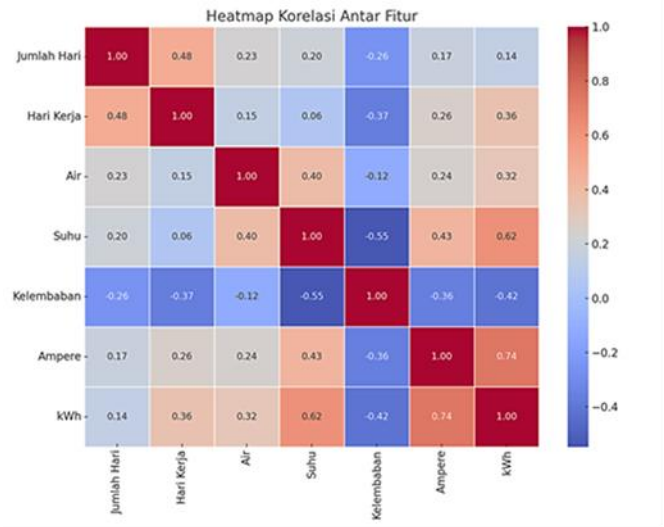
Tabel 6. Perbandingan Nilai kWh Data Uji dengan Data Hasil Prediksi Model

Bulan (2024)	kWh			
	Data Asli	Prediksi	Perbedaan (Error)	MAPE (%)
1	4883.8	4845.5304	38.2696	0.78
2	4770.1	4947.2835	177.1835	3.71
3	5094.1	5235.0444	140.9444	2.77
4	4400	5098.4117	698.4117	15.87
5	5305	5101.9174	203.0826	3.83
6	5189.6	4740.4718	449.1282	8.65
7	5372.9	4639.7000	733.2000	13.65
8	5311	4627.5389	683.4611	12.87
9	5407.8	4747.6669	660.1331	12.21
10	5849.7	4920.1709	929.5291	15.89
11	5690.4	5156.2265	534.1735	9.39
12	5622.8	4978.3585	644.4415	11.46
Rata-rata MAPE (%)				9.26

Hasil prediksi model untuk Ampere dan kWh menunjukkan bahwa MAPE untuk Ampere adalah 5.61%, dan untuk kWh adalah 9.26%. Dengan MAPE < 10%, model ini dapat dianggap sangat akurat, sesuai dengan standar yang diterima dalam evaluasi prediksi energi (Aziz, 2022). Akbar (2024) menjelaskan bahwa nilai MAPE di bawah 10% menunjukkan bahwa model prediksi untuk konsumsi energi listrik di sektor kesehatan dapat diterima sebagai akurat dan efektif untuk perencanaan energi jangka panjang.

Berdasarkan analisis korelasi (lihat Tabel 7), suhu menunjukkan korelasi positif tertinggi terhadap Ampere (0.43) dan kWh (0.62), yang mengindikasikan bahwa semakin tinggi suhu, semakin besar konsumsi

energi listrik di rumah sakit. Sebaliknya, kelembaban menunjukkan korelasi negatif terhadap Ampere (-0.36) dan kWh (-0.42), yang berarti kelembaban tinggi cenderung menurunkan konsumsi energi. Untuk mendalami keterkaitan antar fitur yang digunakan dalam model, analisis korelasi dilakukan menggunakan metode Pearson, sebagaimana yang hasilnya ditampilkan dalam Gambar 5 berikut ini:

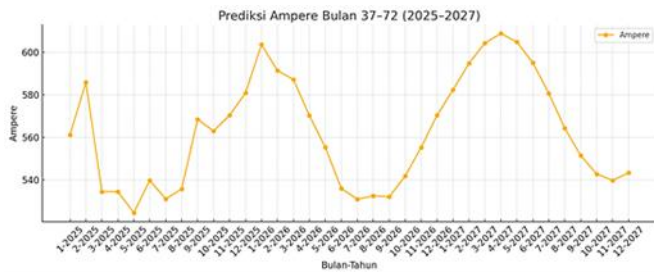


Gambar 5. Heatmap Korelasi antar Fitur

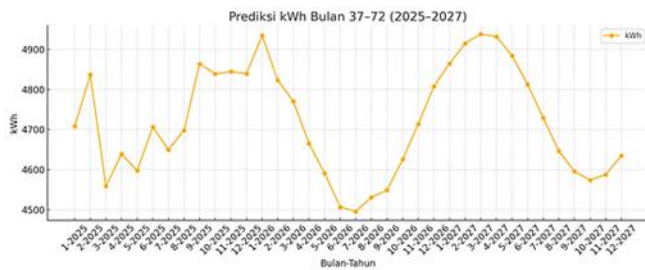
Tabel 7. Nilai Korelasi Antar Fitur Data

Fitur	Korelasi terhadap Ampere	Korelasi terhadap kWh
Air	0.24	0.32
Ampere	NaN	0.74
Hari Kerja	0.26	0.36
Jumlah Hari	0.17	0.14
Kelembaban	-0.36	-0.42
Suhu	0.43	0.62
kWh	0.74	NaN

Prabowo dan Wibowo (2021) juga menunjukkan bahwa suhu dan kelembaban adalah faktor eksternal yang berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi di rumah sakit, yang sesuai dengan temuan penelitian ini. Model yang telah terlatih dan teruji kemudian digunakan untuk melakukan prediksi selama 3 tahun mulai Januari 2025 sampai Desember 2027. Hakim et al. (2023) menyarankan bahwa model prediksi yang sudah terbukti akurat pada periode tertentu dapat digunakan untuk merencanakan kebutuhan energi jangka panjang, membantu rumah sakit dalam mengantisipasi fluktuasi konsumsi energi di masa depan. Berikut ini adalah Grafik yang menunjukkan hasil prediksi Ampere dan kWh:



Gambar 6. Grafik Prediksi Ampere Januari 2025 s/d Desember 2027



Gambar 7. Grafik Prediksi kWh Januari 2025 s/d Desember 2027

Hasil prediksi menunjukkan puncak konsumsi Ampere terjadi pada bulan April 2027 dengan nilai 609 Ampere, dan puncak konsumsi kWh terjadi pada bulan Maret 2027 dengan nilai 4938 kWh, sementara prediksi konsumsi terendah terjadi pada bulan Mei 2025 dan Juli 2026, masing-masing dengan nilai 524 Ampere dan 4496 kWh.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan model Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (JSTBP) untuk memprediksi konsumsi energi listrik di Rumah Sakit Mata Undaan Surabaya dengan akurasi tinggi, tercermin pada nilai MAPE sekitar 5-6%. Model ini mampu memetakan pola konsumsi energi dengan baik, dan prediksi untuk periode 2025–2027 menunjukkan bahwa kapasitas daya listrik yang ada sudah memadai, dengan cadangan daya yang cukup besar. Namun, meskipun MAPE menunjukkan hasil yang baik, nilai Mean Squared Error (MSE) yang masih tinggi mengindikasikan adanya variasi dalam prediksi yang perlu diperbaiki untuk meningkatkan presisi. Model ini hanya berlaku untuk Rumah Sakit Mata Undaan dan tidak mempertimbangkan faktor eksternal seperti jumlah pasien atau perubahan tarif listrik, namun dapat digunakan untuk perencanaan energi jangka panjang di rumah sakit dengan pola konsumsi serupa.

Untuk meningkatkan akurasi model, disarankan menggunakan teknik optimasi seperti Dropout atau Regularization untuk mengurangi overfitting dan

meningkatkan kemampuan generalisasi, terutama pada data yang lebih bervariasi. Penelitian selanjutnya juga bisa memperluas fitur yang digunakan, seperti data penggunaan energi real-time atau daya peralatan medis. Model yang dikembangkan dapat diterapkan untuk perencanaan kebutuhan energi di rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya, dengan pengelolaan energi yang lebih efisien. Penggunaan metode Grid Search atau Random Search untuk mengeksplorasi kombinasi hyperparameter juga dapat membantu mendapatkan hasil yang lebih optimal. Terakhir, sangat disarankan untuk melakukan evaluasi berkala dan pembaruan model untuk mempertahankan akurasi prediksi, mengingat perubahan dalam pola konsumsi energi atau penambahan peralatan medis.

Ucapan Terimakasih

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar–sebesarnya kepada pihak–pihak yang membantu penulis dalam pengerjaan skripsi ini ucapan terimakasih penulis tujukan kepada:

1. Bapak Dr. Misbah, S.T., MT., selaku Dosen Pembimbing yang telah membantu membimbing dan mengarahkan penulis dalam penelitian ini;
2. Bapak Denny Irawan, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Elektro;
3. Bapak Harunur Rosyid, ST., M.Kom., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik;
4. Kedua orang tua serta seluruh keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung penulis dalam menempuh pendidikan;
5. dr. Sahata P.H. Napitupulu, Sp.M (K), selaku Direktur RS Mata Undaan Surabaya yang telah membantu perijinan untuk penelitian tugas akhir ini;
6. Ibu Dyan Kartika Sari, S.KM selaku General Manager Umum dan SDM RS Mata Undaan Surabaya.
7. Semua pihak yang membantu dan tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, penulis ucapkan terimakasih atas segala informasi yang diberikan, dukungan serta semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Daftar Pustaka

- Akbar, S. (2024). Analisis perbandingan akurasi peramalan konsumsi energi listrik dengan algoritma Extreme Learning Machine (ELM) dan Backpropagation. *Jurnal Teknologi Energi*, 10(1), 15–22.

- Arifah, A. N., Murnomo, & Suryanto. (2017). Implementasi Neural Network pada Matlab untuk Prakiraan Konsumsi Beban Listrik Kabupaten Ponorogo Jawa Timur. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(1), 1-10.
- Aziz, A. F. (2022). Prediksi konsumsi energi listrik jangka menengah di Kabupaten Rokan Hulu menggunakan metode jaringan syaraf tiruan (JST) dengan algoritma backpropagation. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 5(1), 15-25.
- Deltania, D. O., & Primadiyono, Y. (2023). Prakiraan kebutuhan energi listrik di wilayah Provinsi Jawa Tengah menggunakan metode backpropagation neural network dan metode ekstrapolasi linier. *Jurnal Energi dan Sumber Daya*, 12(3), 45-53.
- El-Sharkawi, A. A., Al-Mansoori, A. A. K., & Al-Mansoori, M. A. A. (2001). Artificial neural networks for short-term load forecasting. *IEEE Transactions on Power Systems*, 16(2), 220-225.
- Ghazali, A. (2020). Etika penelitian dalam ilmu komputer. *Jurnal Teknologi Informasi*, 12(3), 45-52.
- Ghazali, A. (2021). Prinsip etika dalam penelitian jaringan saraf tiruan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi*, 100-105.
- Handayani, T. (2021). Proyeksi kebutuhan energi listrik jangka pendek di area pengaturan beban Jawa Tengah-DIY (Skripsi, Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tidar).
- Hidayat, A. S. (2017). Analisis arsitektur jaringan saraf tiruan untuk prediksi. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 5(2), 123-130.
- Hyndman, R. J., & Koehler, A. B. (2006). Another look at measures of forecast accuracy. *International Journal of Forecasting*, 22(4), 679-688.
- Hakim, H., Aziz, A. F., & Tiana, E. M. (2023). Audit energi dan rekomendasi penghematan energi listrik di gedung rumah sakit. Hasil penelitian - USAID.
- Nasution, M. F. H. (2022). Pengaruh daya nyata, daya semu, dan daya reaktif dalam sistem energi listrik. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 9(2), 30-40.
- Nasution, M. F. H. (2023). Konsep daya listrik dan penerapannya dalam sistem energi. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 7(3), 30-38.
- Nahar, S., & Anwar, M. (2020). Impact of smart grid on energy efficiency in healthcare facilities. *Journal of Energy and Environmental Research*, 10(1), 100-110.
- Prabowo, D. P. S. (2024). Dampak musim dan cuaca terhadap kebutuhan energi di fasilitas kesehatan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(3), 30-40.
- Prabowo, R. A., & Wibowo, S. H. (2021). Peramalan konsumsi energi listrik pada rumah sakit menggunakan jaringan saraf tiruan. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 8(1), 45-52.
- Putra, A. R. S. (2023). Analisis kebutuhan energi di rumah sakit: Faktor-faktor yang mempengaruhi. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 8(1), 25-35.
- Setiawan, R. A., Rahman, M. I. F., & Prabowo, Y. S. (2021). Peramalan kebutuhan energi listrik menggunakan metode neural network. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 9(4), 89-95.
- Sumbodo, Y. P., Ikom, M., Marzuki, M., Yudhantara, S. M., & Widiastuti, W. (2024). Metode penelitian: Panduan lengkap untuk penelitian kuantitatif, kualitatif dan campuran. PT Media Penerbit Indonesia.
- Tiana, E. M. (2020). Peramalan konsumsi listrik di daerah Balikpapan Utara menggunakan metode Extreme Learning Machine (ELM). *Jurnal Energi dan Manajemen*, 8(2), 45-52.
- Wibowo, R. A. S. (2023). Analisis penghematan energi listrik pada rumah sakit umum. *Jurnal Teknik Elektro*, 5(3), 30-40.