

Peramalan Beban Listrik Menggunakan Kombinasi Metode Jaringan Saraf Tiruan Dan Regresi Linier Di ULP Sungguminasa

Muhammad Fadel Pradika Rodney¹⁾, Ahmad Rizal Sultan²⁾, Usman³⁾

¹²³Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang

fadelpradikarodney@gmail.com¹⁾, rizal.sultan@poliupg.ac.id²⁾, usman@poliupg.ac.id³⁾

Abstrak

Seiring dengan kebutuhan energi listrik yang terus meningkat dari tahun ke tahun, maka penyedia energi listrik harus melakukan peramalan (*forecasting*) agar ketersediaan energi listrik dapat dipenuhi di masa depan. Pada penelitian ini dilakukan peramalan untuk meramalkan pertumbuhan kebutuhan energi listrik di masa depan. Tujuan penelitian ini untuk meramalkan pertumbuhan beban listrik di wilayah ULP Sungguminasa tahun 2022 – 2026 menggunakan metode jaringan saraf tiruan dan regresi *linier* berganda. Data yang digunakan adalah produk domestik regional bruto, jumlah penduduk, jumlah pelanggan, konsumsi energi listrik yang terpakai. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan pada sektor rumah tangga dengan menggunakan metode jaringan saraf tiruan mengalami kenaikan sebesar 87.28% dan pada regresi *linier* mengalami kenaikan sebesar 92.41% pertahun. Sedangkan pada sektor fasilitas umum menggunakan metode jaringan saraf tiruan mengalami peningkatan sebesar 83.56 pertahun dan pada metode regresi *linier* mengalami peningkatan sebesar 92.39%. berdasarkan hasil peramalan menggunakan kedua metode tersebut menunjukkan terjadinya peningkatan beban listrik di wilayah ULP Sungguminasa dari tahun 2022 – 2026 mengalami peningkatan secara signifikan setiap tahunnya.

Keywords: Peramalan Beban Listrik, Jaringan Saraf Tiruan, Regresi Linier

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan terpenting dalam kehidupan manusia zaman ini, dimana hampir setiap kehidupan membutuhkan energi listrik. Seiring dengan pertumbuhan populasi dan ekonomi, permintaan energi listrik meningkat secara dramatis. Sebagai perusahaan yang bergerak dibidang ketenagalistrikan, PT.PLN (Persero) memiliki kewajiban untuk memberikan pelayanan yang terbaik kepada masyarakat. Ketersediaan energi listrik di masa depan memerlukan perencanaan dan peramalan yang baik.

Peramalan beban listrik di masa yang mendatang merupakan suatu hal yang penting untuk membangun suatu model perencanaan sistem tenaga listrik. Dengan adanya peramalan kebutuhan listrik, dapat membantu dalam perencanaan pembangkitan dan distribusi listrik yang efisien. Untuk alasan ini, penting untuk memprediksi beban listrik secara akurat untuk menghindari kerugian di masa yang mendatang. Prediksi beban listrik sendiri dapat dilakukan dalam jangka pendek, jangka menengah atau jangka panjang.

ULP Sungguminasa merupakan salah satu wilayah kerja UP3 Makassar Selatan, yang jumlah penduduk selalu meningkat setiap tahunnya akan berbanding lurus dengan kenaikan kebutuhan energi listrik. Peramalan beban merupakan suatu teknik untuk memprediksi kebutuhan energi listrik untuk periode yang akan data berdasarkan data historis dan hasil prediksinya menggunakan beberapa model sistematis.

Metode jaringan saraf tiruan memiliki kelebihan karena dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan dengan model prediksi yang sederhana daam menggambarkan pola hubungan antara beban listrik dengan faktor yang mempengaruhi beban listrik tersebut.

Sedangkan pada metode regresi *linier* dapat digunakan untuk menentukan sifat dan korelasi hubungan antara dua variabel dan memperkirakan nilai dari suatu variabel yang belum diketahui dengan observasi data dari waktu yang lampau.

Berdasarkan pertimbangan di atas maka perlu adanya peramalan beban listrik di wilayah ULP Sungguminasa dengan metode jaringan saraf tiruan dan regresi *linier* untuk meramalkan pertumbuhan beban listrik di wilayah tersebut.

II. KAJIAN LITERATUR

A. Peramalan (*Forecasting*)

Peramalan mempunyai arti ‘suatu dugaan atau prakiraan mengenai terjadinya kejadian atau peristiwa yang akan terjadi di masa yang akan datang’. Dalam bidang teknik, peramalan pada dasarnya merupakan peramalan mengenai kebutuhan energi listrik dan peramalan beban energi listrik [1].

B. Regresi Linier berganda

Regresi *linier* berganda adalah hubungan antara dua atau lebih variabel independen (X_1, X_2, \dots, X_n) dengan variabel Y. Data yang digunakan biasa skala interval atau rasio [2]. Persamaan regresi *linier* berganda sebagai berikut:

$$Y' = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \quad (1)$$

Persamaan mencari konstanta regresi sebagai berikut (2):

$$a = \bar{Y} - b_1\bar{X}_1 - b_2\bar{X}_2 \quad (2)$$

Persamaan mencari koefisien b_1 sebagai berikut (3):

$$b_1 = \frac{(\sum x_1 y)(\sum x_2^2) - (\sum x_2)(\sum x_1 x_2)}{(\sum x_1^2) - (\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)} \quad (3)$$

Persamaan mencari koefisien b_2 sebagai berikut (4):

$$b_2 = \frac{(\sum x_2 y)(\sum x_1^2) - (\sum x_1 y)(\sum x_1 x_2)}{(\sum x_1^2) - (\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)} \quad (4)$$

C. Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan (JST) atau *Artificial Neuron Network* adalah pendekatan yang berbeda dengan metode AI lainnya. Jaringan saraf tiruan adalah suatu model kecerdasan dari struktur ilhami dari otak manusia dan diimplementasikan menggunakan program komputer yang dapat melakukan beberapa proses perhitungan selama proses berlangsung [3]. Ada beberapa proses dalam metode jaringan saraf tiruan untuk melakukan peramalan beban, yakni [4]:

1) Koreksi Data

Koreksi data terhadap data yang perlu dimasukkan, yang dimaksud adalah data historis yang akan dimasukkan/*input* pada pemodelan jaringan saraf tiruan.

2) Normalisasi Data

Normalisasi data diperlukan untuk mempermudah proses perhitungan yaitu dengan mentransformasi nilai data kedalam *range* atau rentang nilai tertentu. Misalnya *range* data ditransformasi menjadi antara 0 dan 1, artinya data minimal adalah 0 dan data maksimal adalah 1.

3) Pengujian Model

Pengujian pada model JST dilakukan untuk mengetahui ketepatan atau akurasi hasil *output* dari model prakiraan yang dibangun, dibandingkan dengan besar beban listrik yang sebenarnya (beban *real*).

Adapun rumus persamaan normalisasi data metode JST dapat dilihat dibawah ini (5):

$$X' = \frac{X - X_{max}}{X_{max} - X_{min}} x (BA - BB) + BB \quad (5)$$

Adapun rumus persamaan normalisasi data metode JST dapat dilihat dibawah ini (6):

$$X = \text{tahun penelitian } x (X_n) x (X_{max} - X_{min}) + X_{min} \quad (6)$$

D. Beban Komsumsi Listrik

Beban listrik adalah suatu alat yang terhubung ke suatu sistem kelistrikan sehingga mengomsumsi energi listrik atau total daya aktif/reaktif yang dikomsumsi oleh peralatan yang terhubung ke sistem kelistrikan tersebut. Berdasarkan jenis pelanggan, secara umum beban listrik dapat dikelompokkan menjadi 4 bagian, yaitu [5]:

1) Beban Rumah Tangga

Beban rumah tangga adalah beban yang digunakan di sektor rumah tangga misalnya lampu, televisi, *mixer* dan sebagainya.

2) Beban Komersial

Beban komersial adalah beban yang digunakan disektor bidang usaha, misalnya alat listrim yang digunakan oleh perusahaan seperti hotel, perkantoran dan sebagainya.

3) Beban Industri

Beban industri dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok kecil dan besar. Untuk kelompok kecil penggunaan beban biasanya beroperasi di siang hari sedangkan kelompok besar sering beroperasi hingga 24 jam seperti pabrik.

4) Beban Fasilitas Umum

Beban fasilitas umum adalah jenis beban komsumsi listrik yang digunakan secara umum, seperti *traffic light* dan sebagainya.

Klasifikasi ini sangat penting ketika kita menganalisis karakteristik beban untuk suatu sistem yang besar. Perbedaan utama dari keempat jenis beban diatas adalah komsumsi pemakaian energi yang digunakan dan juga waktu pembebanannya. Pemakaian energi listrik beban rumah tangga lebih dominan di pagi dan malam hari, sedangkan pada beban komersial lebih dominan siang dan sore hari. Pemakaian energi listrik industri terdistribusi lebih baik, karena banyak industri banyak yang bekerja siang – malam. Pada beban fasilitas umum biasanya dominan pada kondisi tertentu karena pemakaiannya bebannya tergantung dari kondisi di lapangan.

III. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

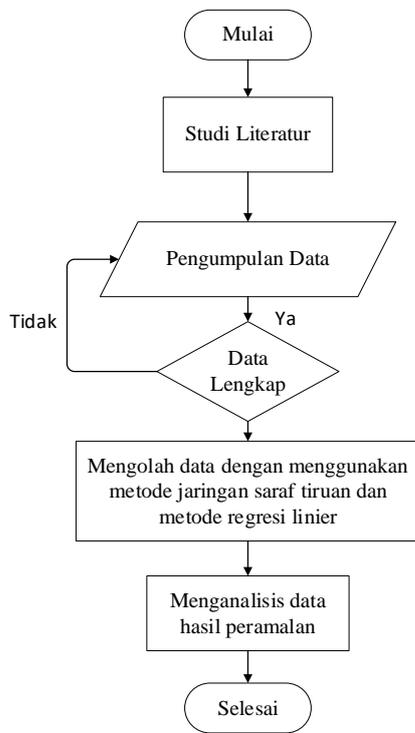
Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan meramalkan beban listrik di wilayah ULP Sungguminasa tahun 2022 – 2026 dengan menggunakan metode jaringan saraf tiruan dan regresi *linier*

B. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) ULP Sungguminasa dengan objek berupa beban listrik di wilayah area kerja ULP Sungguminasa. Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan dari bulan Maret 2022 sampai dengan bulan Juli 2022.

C. Prosedur Penelitian

Adapun tahapan dalam penyelesaian penelitian ini digambarkan dalam diagram alir gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Prosedur Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data umum

Peramalan beban listrik menggunakan data historis tahun 2017 – 2021. Data yang digunakan yaitu beban listrik, jumlah pelanggan, PDRB dan jumlah penduduk. Adapun hasil data yang telah di normalisasikan dengan menggunakan persamaan (5) terlihat pada tabel dibawah:

Tabel 1. Data Beban Listrik Transformasi

Data	Fasilitas Umum	Rumah Tangga
2017	0	0
2018	0.002130265	0.00059769
2019	0.003508124	0.001072665
2020	0.000654304	0.002742204
2021	1	1

Tabel 2. Data Jumlah Pelanggan Transformasi

Data	Fasilitas Umum	Rumah Tangga
2017	0	0
2018	0.010458839	0.111665108
2019	0.189608637	0.413728184
2020	0.428812416	0.60449441
2021	1	1

Tabel 3. Data PDRB Transformasi

Tahun	Hasil Transformasi
2017	0
2018	0.30097
2019	0.59997
2020	0.69492
2021	1

Tabel 4. Data Jumlah Penduduk Transformasi

Tahun	Hasil Transformasi
2017	0
2018	0.30097
2019	0.59997
2020	0.69492
2021	1

B. Pelatihan Jaringan Saraf Tiruan

Variabel yang digunakan pada metode ini adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Variable Input

Input	Keterangan
X1	PDRB
X2	Jumlah Penduduk
X3	Data Pelanggan (Fasilitas Umum)
X4	Data pelanggan (Rumah Tangga)

Tabel 6. Variabel Output

Output	Keterangan
Y1	Beban Listrik (Rumah Tangga)
Y2	Beban Listrik (Fasilitas umum)

Penelitian ini menggunakan arsitektur metode *backpropagation*, dibentuk dan dilatih menggunakan *neural network toolbox* pada matlab. Sebelum memulai proses pelatihan, dilakukan penentuan nilai parameter yang diinginkan. Pelatihan akan berhenti ketika parameter pelatihan sudah terpenuhi.

Penelitian ini menggunakan 5 model untuk mendapatkan arsitektur terbaik dengan menentukan jumlah neuron. Pada bagian ini digunakan 5 model yang dikembangkan yaitu, 4-1-2, 4-2-2, 4-3-2, 4-4-2, 4-5-2. Yang kemudian dilihat hasil MSE terkecil dari setiap arsitektur yang digunakan.

Setelah dilakuakn pengujian model arsitektur dari 5 model yang digunakan, didapatkan hasil nilai output terbaik untuk Y1 dan Y2 adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Nilai Output Terbaik (Y1)

Output	Beban Listrik (Rumah tangga)
2022	0.0012573
2023	0.890811
2024	0.915312
2025	0.939951
2026	1

Tabel 8. Nilai Output Terbaik (Y2)

Output	Beban Listrik (Fasilitas Umum)
2022	0.00013922
2023	0.0009927
2024	0.000885
2025	0.83991
2026	0.99994

Setelah didapatkan nilai output terbaik dari kedua variabel, dilakukan normalisasi data dengan menggunakan persamaan (6). Adapun hasil peramalan dari metode JST terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 9. Hasil Peramalan Metode JST

Tahun	Hasil Peramalan JST	
	Fasilitas Umum (kWh)	Rumah Tangga (kWh)
2022	1.757.303.387	29.013.062.706
2023	2.501.162.952	41.028.089.846
2024	3.340.826.413	63.125.684.484
2025	4.224.429.252	86.459.060.335
2026	6.281.027.900	114.557.234.700

C. Metode Regresi Linier

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, data-data yang akan dilakukan perhitungan dengan metode regresi linier berganda. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan variabel, data beban listrik (fasilitas umum dan rumah tangga), data jumlah pelanggan (Fasilitas umum dan rumah tangga), data PDRB, data jumlah penduduk.

1) Variabel fasilitas umum

Berikut perhitungan variabel X dan Y untuk beban listrik fasilitas umum:

Tabel 10. Data Variabel X dan Y Untuk Beban Listrik (Fasilitas Umum)

Periode tahun	T ²	X ₁	X ₂	Y	X ₁ ²	X ₂ ²	Y ²	X ₁ X ₂	X ₁ Y	X ₂ Y
2017	1	11.515,649	-2	-10	-252,373,717	4	100	20	504747434	2523737170
2018	2	14.186,954	-1	-7	-249,702,412	1	49	7	249702412	1747916884
2019	3	15.914,758	0	-2	-247,974,608	0	4	0	0	495949216
2020	4	12.336,131	1	5	-251,553,235	1	25	5	-251553235	-1257766175
2021	5	1.265.493.338	2	14	1001603972	4	196	28	2003207944	14022455608
Total	15	1.319.446.830				10	374	60	2506104555	17532292703

Tabel diatas digunakan untuk mencari nilai konstanta dan koefisien dengan persamaan (2), (3) dan (4) . Setelah dilakukan perhitungan untuk memprediksi beban listrik fasilitas umum selama 5 tahun kedepan, dengan nilai X yang dicari yaitu disesuaikan dengan periode selanjutnya, adapun hasil perhitungan terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 11. Hasil Peramalan Beban Listrik (Fasilitas Umum)

Tahun	Hasil Peramalan
2022	1,829,461,560
2023	2,826,683,791
2024	3,823,906,022
2025	4,821,128,253
2026	5,818,350,484

2) Variabel Rumah Tangga

Berikut perhitungan variabel X dan Y untuk beban listrik rumah tangga:

Tabel 12. Data Variabel X dan Y Untuk Beban Listrik (Rumah Tangga)

Periode tahun	T ²	X ₁	X ₂	Y	X ₁ ²	X ₂ ²	Y ²	X ₁ X ₂	X ₁ Y	X ₂ Y
2017	1	201,471,269	-2	-10	-4,603,312,540	4	100	20	9206625080	4603312598
2018	2	215,167,605	-1	-7	-4,589,616,204	1	49	7	4589616204	32127313427
2019	3	226,051,873	0	-2	-4,578,731,936	0	4	0	0	9157463872
2020	4	264,310,088	1	5	-4,540,473,721	1	25	5	-4540473721	-22702368604
2021	5	23,116,918,209	2	14	18,312,134,400	4	196	28	36024268800	2,5637E+11
Total	15	24,023,919,044				10	374	60	45880036363	3,28995E+11

Tabel diatas digunakan untuk mencari nilai konstanta dan koefisien dengan persamaan (2), (3) dan (4) . Setelah dilakukan perhitungan untuk memprediksi beban listrik fasilitas umum selama 5 tahun kedepan, dengan nilai X yang dicari yaitu disesuaikan dengan periode selanjutnya, adapun hasil perhitungan terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 11. Hasil Peramalan Beban Listrik (Rumah Tangga)

Tahun	Hasil Peramalan
2022	33,481,313,451
2023	51,745,908,574
2024	70,010,503,696
2025	88,275,098,818
2026	106,539,693,940

D. Perbandingan Hasil Peramalan Metode Jaringan Saraf Tiruan dan Regresi Linier Berganda.

1.) Peramalan Beban listrik (Rumah Tangga)

Berikut merupakan hasil perbandingan peramalan beban listrik dengan menggunakan metode jaringan saraf tiruan dan regresi linier berganda:

Tabel 11. Hasil Peramalan Beban Listrik (Rumah Tangga)

Peramalan Beban Listrik Rumah Tangga				
Tahun	JST (kWh)	Kenaikan Tahun (%)	Regresi <i>Linier</i> (kWh)	Kenaikan Tahun (%)
2022	29.013.062.706		33.481.313.451	
2023	46.050.882.171	58.72	51.745.908.574	54.55
2024	68.423.920.481	48.72	70.010.503.696	35.29
2025	83.407.845.243	21.89	88.275.098.818	26.08
2026	114.557.234.700	37.34	106.539.693.940	20.69
Total	Rata-Rata Kenaikan Pertahun	87.28	Rata-Rata Kenaikan Pertahun	92.41

Berdasarkan dari tabel diatas diketahui bahwa beban listrik tertinggi terjadi pada tahun 2023 pada metode JST, dengan persentase kenaikan sebesar 58.72% , sedangkan pada metode regresi *linier* beban listrik tertinggi pada tahun 2023 dengan persentase kenaikan sebesar 54.55%. Bila diperhatikan untuk peramalan ini, regresi linier berganda memiliki tingkat persentase kenaikan pertahun yang lebih tinggi dibandingkan dengan peramalan metode jaringan saraf tiruan.

2) Peramalan Beban listrik (Fasilitas Umum)

Berikut merupakan hasil perbandingan peramalan beban listrik dengan menggunakan metode jaringan saraf tiruan dan regresi *linier* berganda:

Tabel 11. Hasil Peramalan Beban Listrik (Fasilitas Umum)

Peramalan Beban Listrik Fasilitas Umum				
Tahun	JST (kWh)	Kenaikan Tahun (%)	Regresi <i>Linier</i> (kWh)	Kenaikan Tahun (%)
2022	1.757.303.387		1.829.461.560	
2023	2.501.162.952	42.32	2.826.683.791	54.40
2024	3.340.826.413	33.57	3.823.906.002	35.27
2025	4.224.429.252	26.44	4.821.128.253	26.07
2026	5.693.309.503	34.77	5.818.350.484	20.68
Total	Rata-Rata Kenaikan Pertahun	83.56	Rata-Rata Kenaikan Pertahun	92.39

Berdasarkan dari tabel diatas diketahui bahwa beban listrik tertinggi terjadi pada tahun 2023 pada metode JST, dengan persentase kenaikan sebesar 54.40% , sedangkan pada metode regresi *linier* beban listrik tertinggi pada tahun 2023 dengan persentase kenaikan sebesar 42.32%. Bila diperhatikan untuk peramalan ini, dengan memperhatikan tingkatan kenaikan rata-rata pertahun, regresi linier berganda memiliki tingkat persentase kenaikan pertahun yang lebih tinggi, dibandingkan dengan peramalan menggunakan metode jaringan saraf tiruan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Dengan menggunakan metode jaringan saraf tiruan variabel input diproses dengan menggunakan matlab dengan menggunakan beberapa model lalu didapatkan hasil nilai output terbaik yang akan dijadikan nilai dari peramalan beban listrik. Sedangkan pada metode regresi *linier* dimana variabel X dan Y dihitung terlebih dahulu agar mendapatkan nilai konstanta dan koefisien sehingga dapat dimasukkan kedalam rumus regresi *linier* berganda agar mendapatkan hasil nilai peramalan.

2. Dengan menggunakan metode regresi linier, didapatkan bahwa hasil dalam kurun waktu 5 tahun (2022 – 2026) terjadi peningkatan beban listrik dari aspek rumah tangga sebesar 87.28% dan fasilitas umum sebesar 83.56%. Sedangkan pada metode jaringan saraf tiruan didapatkan hasil bahwa dalam kurun waktu (2022 – 2026) terjadi peningkatan beban listrik dari aspek rumah tangga sebesar 92.41% dan aspek fasilitas umum sebesar 92.39%. Hal ini menunjukkan bahwa beban listrik di wilayah ULP Sungguminasa mengalami peningkatan secara signifikan setiap tahunnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua penulis dan seluruh staf pengajar Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih kepada teman-teman program studi D4 Teknik Listrik yang telah membantu pada penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Mart Ibrahim.2018 Analisis Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Sektor Rumah Tangga di Sumatera Selatan Dengan Metode Analisis Time Series: Proyeksi Tren. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [2] Rahman Arief.2015. Prakiraan Dan Analisa Kebutuhan Energi Listrik Provinsi Sumatra Barat Hingga tahun 2024 Dengan Metode Analisis Regresi Linear Berganda. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [3] Sri Suharyati.2015. Penggunaan Jaringan Saraf Tiruan Propagasi Balik Untuk Sidik Jari. Skripsi. Universitas Semarang.
- [4] Hasim Agus.2008. Prakiraan Beban Listrik Dengan Jaringan Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*). Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [5] Suswanto D.2009. Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Edisi Pertama. Padang: Universitas Negeri Padang.