



DEVELOPMENT OF A MODEL FOR PREDICTING ELECTRICAL ENERGY DEMAND AT PT. PLN (PERSERO) ULP BANGKO

PENGEMBANGAN MODEL UNTUK PREDIKSI KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DI PT. PLN (PERSERO) ULP BANGKO

Nabila Maharani Ardhana¹, Sepannur Bandri², Andi M. Nur Putra³
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang

Corresponden E-Mail: 2022310054.nabila@itp.ac.id

Makalah: Diterima 27 Agustus 2024; Diperbaiki 30 Agustus 2024; Disetujui 29 Oktober 2024
Corresponding Author: Nabila

Abstrak

Peningkatan keberlanjutan dan efisiensi penggunaan energi listrik menjadi fokus utama dalam manajemen sumber daya energi. Dalam konteks ini, pengembangan model prediksi kebutuhan energi listrik menjadi suatu aspek yang sangat penting. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model yang efektif dan akurat dalam memprediksi kebutuhan energi listrik berdasarkan data historis di segala sektor masyarakat. Metode yang akan digunakan adalah metode regresi linier sederhana, metode deret waktu dan metode exponential smoothing yang akan ditampilkan dalam tampilan VB (Visual Basic). Berdasarkan data historis PT.PLN (Persero) ULP Bangko tahun 2013 sampai dengan 2023 terdapat sudah 958.598 pelanggan terpasang di berbagai tarif pelanggan listrik dengan daya terpasang sebesar 1210,2 MVA . Hasil penelitian menunjukkan potensi peningkatan daya terpasang sebesar 105,64% dan jumlah pelanggan sebesar 90,88% dalam 20 tahun ke depan.

Keyword: Prediksi Keberlanjutan Energi, Visual Basic, Pelanggan Listrik, Daya Terpasang

Abstract

Enhancing sustainability and efficiency in electricity consumption has become a primary focus in energy resource management. In this context, developing a model to predict electricity demand is crucial. This research aims to develop an effective and accurate model for predicting electricity demand based on historical data across all sectors of society. The methods to be used include simple linear regression, time series analysis, and exponential smoothing, which will be visualized using Visual Basic. Based on historical data from PT. PLN (Persero) ULP Bangko from 2013 to 2023, there were 958,598 installed customers with a total installed capacity of 1210.2 MVA. The research results indicate a potential increase of 105.64% in installed capacity and 90.88% in the number of customers over the next 20 years.

Keywords: Energy Demand Forecasting, Visual Basic, Electricity Customers, Installed Capacity.

1. Pengenalan

Peningkatan permintaan energi listrik secara signifikan telah menjadi tantangan utama dalam manajemen energi, khususnya di wilayah ULP Bangko. Fluktuasi permintaan yang sulit diprediksi secara akurat dapat mengakibatkan ketidakseimbangan antara penawaran dan permintaan, berpotensi mengganggu stabilitas sistem kelistrikan dan merugikan baik konsumen maupun penyedia layanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi yang lebih akurat dan reliabel untuk kebutuhan energi listrik di wilayah ULP Bangko, dengan memanfaatkan data historis konsumsi energi dan menerapkan kombinasi metode regresi linier sederhana, analisis deret waktu, serta perataan eksponensial (exponential smoothing). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang komprehensif bagi PT. PLN (Persero) ULP Bangko dalam perencanaan kapasitas pembangkit dan distribusi energi listrik di masa depan.

2. Material dan Metode

Menggunakan data historis konsumsi energi listrik PT. PLN (Persero) ULP Bangko dari tahun 2014 hingga 2023 sebagai dasar analisis, penelitian ini bertujuan untuk meramalkan kebutuhan energi listrik hingga tahun 2044. Metode regresi linier sederhana, dekomposisi deret waktu, dan perataan eksponensial diterapkan dan

diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis Visual Basic.Net. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan prediksi yang akurat dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam perencanaan sistem tenaga listrik di wilayah ULP Bangko

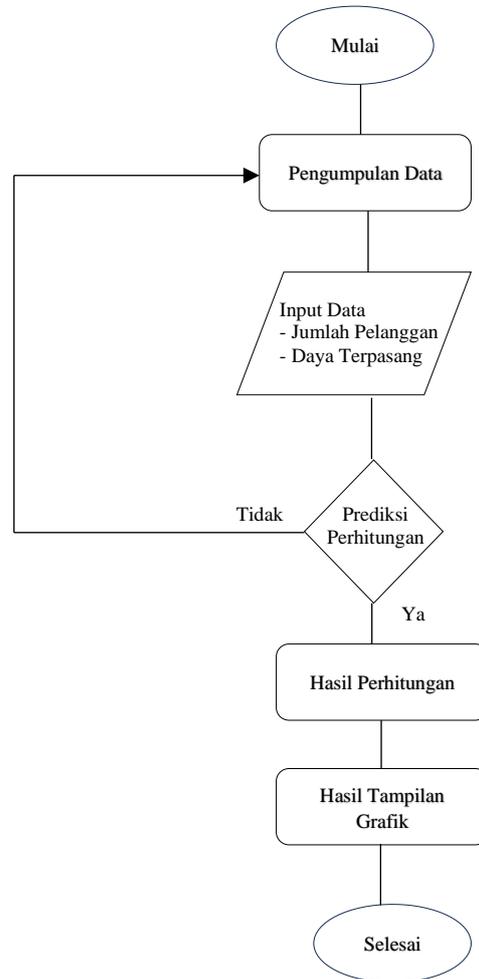


Figure 1 Diagram Alir Penelitian

2.1 Data Historis Penelitian

Berdasarkan data historis yang didapatkan bahwa pada tahun 2014 jumlah pelanggan ULP Bangko yang tersambung sebanyak 66.710 pelanggan dengan daya sebesar 81,518 MVA. Diprediksi jumlah ini akan terus meningkat dari tahun ke tahun di seluruh sektor.

Berdasarkan grafik jumlah pelanggan dapat dilihat jumlah pelanggan pada tahun 2014 sebanyak 66.710 pelanggan, sedangkan pada tahun 2023 jumlah pelanggan di ULP Bangko sudah mencapai 12.341 pelanggan. Terdapat sekitar 45.000 penampahan jumlah penduduk dalam waktu 10 tahun dengan rata-rata penambahan tiap tahunnya sebesar 5.000 pelanggan atau sebesar 12, 5%. Jumlah penambahan penduduk terbesar terjadi pada tahun 2017, yaitu sebanyak 6595 pelanggan dari tahun sebelumnya.

Sedangkan, berdasarkan grafik daya tersambung dapat dilihat daya listrik tersambung pada tahun 2014 sebanyak 81,518 MVA, sedangkan pada tahun 2023 sudah mencapai 149,29 MVA. Terdapat sekitar 68 MVA penampahan daya tersambung dalam waktu 10 tahun dengan rata-rata penambahan tiap tahunnya sebesar 7,3 MVA atau sebesar 13, 13%. Jumlah daya listrik tersambung terbesar terjadi pada tahun 2021, yaitu sebanyak 10,12 MVA dari tahun sebelumnya.

2.2 Analisa Kebutuhan Energi Listrik ULP Bangko Regresi Linier

Berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana ,diproyeksikan bahwa jumlah pelanggan ULP Bangko akan mencapai 222.278 pada tahun 2044, dengan total kapasitas daya yang dibutuhkan sebesar 305,32 MVA. Hal ini mengindikasikan rata-rata pertumbuhan tahunan sebesar 3,3% untuk kapasitas daya dan 3,1% untuk jumlah

pelanggan selama periode 20 tahun ke depan. Hasil proyeksi ini dapat menjadi acuan bagi ULP Bangko dalam perencanaan pengembangan jaringan distribusi dan kapasitas pembangkit.

2.3 Analisa Kebutuhan Energi Listrik ULP Bangko Deret *Decomposition*

Berdasarkan analisis dekomposisi deret waktu, proyeksi jumlah pelanggan ULP Bangko pada tahun 2044 mencapai 222.466 dengan total kapasitas daya yang dibutuhkan sebesar 305,82 MVA. Hasil ini mengindikasikan pertumbuhan rata-rata tahunan sebesar 3,3% untuk kapasitas daya dan 3,1% untuk jumlah pelanggan selama periode 20 tahun ke depan. Temuan ini dapat menjadi acuan bagi ULP Bangko dalam perencanaan pengembangan jaringan distribusi dan kapasitas pembangkit.

2.4 Analisa Kebutuhan Energi Listrik ULP Bangko Exponential

Berdasarkan hasil peramalan menggunakan metode Holt-Winters exponential smoothing, diproyeksikan bahwa jumlah pelanggan ULP Bangko pada tahun 2044 akan mencapai 211.615 dengan total kapasitas daya yang dibutuhkan sebesar 309,89 MVA. Hal ini mengindikasikan pertumbuhan rata-rata tahunan sebesar 3,5% untuk kapasitas daya dan 2,92% untuk jumlah pelanggan selama periode 20 tahun ke depan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kebutuhan Energi Listrik Regresi Linier

Table 1 Kebutuhan Energi Listrik Regresi Linier

	2044	S	R	B	I	P	TOTAL
Pelanggan	7.780	204.906	7.086	172	2.333	222.278	
Daya	17,01	239,14	28,70	11,87	8,59	305,32	

Dengan menggunakan metode ini, maka ULP Bangko harus mempersiapkan kapasitas daya sebesar 305,32 MVA yang akan digunakan oleh 222.278 pelanggan untuk 20 tahun mendatang. Berdasarkan pada tabel 4.43 maka persentase kenaikan daya tersambung dan jumlah pelanggan selama 20 tahun adalah

$$\% \text{ Kenaikan Daya} : \frac{(305,32 - 149,29)MVA}{149,29 MVA} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Kenaikan Daya} : 104,51 \%$$

$$\% \text{ Kenaikan Pelanggan} : \frac{(222.278 - 112.341)plg}{112.341 plg} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Kenaikan Pelanggan} : 97,86 \%$$

3.2 Kebutuhan Energi Listrik Decomposition

Table 2 Kebutuhan Energi Listrik Decomposition

	2044	S	R	B	I	P	TOTAL
Pelanggan	7.779	205.268	6.929	174	2.316	222.466	
Daya	17,2	239,9	28,22	12	8,5	305,82	

Dengan menggunakan metode ini, maka ULP Bangko harus mempersiapkan kapasitas daya sebesar 305,82 MVA yang akan digunakan oleh 222.466 pelanggan untuk 20 tahun mendatang. Berdasarkan pada tabel 4.44 maka persentase kenaikan daya tersambung dan jumlah pelanggan selama 20 tahun adalah

$$\% \text{ Kenaikan Daya} : \frac{(305,82 - 149,29)MVA}{149,29 MVA} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Kenaikan Daya} : 104,84 \%$$

$$\% \text{ Kenaikan Pelanggan} : \frac{(222.466 - 112.341)plg}{112.341 plg} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Kenaikan Pelanggan} : 89,66\%$$

3.3 Kebutuhan Energi Listrik Exponential

Table 3 *Kebutuhan Energi Listrik Exponential*

	2044	S	R	B	I	P	Total
Pelanggan	7.552	194.927	7.127	158	1.851	211.615	
Daya	13,64	221,15	49,59	15,87	9,64	309,89	

Dengan menggunakan metode ini, maka ULP Bangko harus mempersiapkan kapasitas daya sebesar 309,89 MVA yang akan digunakan oleh 211.615 pelanggan untuk 20 tahun mendatang. Berdasarkan pada tabel 4.44 maka persentase kenaikan daya tersambung dan jumlah pelanggan selama 20 tahun adalah

$$\% \text{ Kenaikan Daya} : \frac{(309,89 - 149,29)MVA}{149,29 MVA} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Kenaikan Daya} : 107,57 \%$$

$$\% \text{ Kenaikan Pelanggan} : \frac{(211.615 - 112.341)plg}{112.341 plg} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Kenaikan Pelanggan} : 85,12\%$$

3.4 Pengaruh Kapasitas Trafo Sumber Terhadap Hasil Prediksi

Daya tersambung adalah jumlah daya listrik maksimum yang dapat disalurkan oleh suatu sumber listrik ke suatu beban dalam waktu tertentu. Sedangkan, daya pemakaian adalah jumlah daya listrik yang sebenarnya digunakan oleh beban dalam suatu periode waktu tertentu. Sehingga, kapasitas trafo yang terpasang melakukan pengiriman listrik sesuai dengan daya pemakaian beban.

Berdasarkan data Tabel Beban Gardu Induk Bangko, Gardu Induk Bangko saat ini dilengkapi dengan dua unit trafo berkapasitas 60 MVA dan 30 MVA. Meski demikian, tingkat pemanfaatan kedua trafo masih relatif rendah, yakni sekitar 20% untuk trafo 60 MVA dan 25% untuk trafo 30 MVA. Proyeksi beban masa depan mengindikasikan kebutuhan penambahan kapasitas trafo. Namun, mengingat fluktuasi beban yang dinamis, kapasitas terpasang saat ini diperkirakan masih mencukupi untuk memenuhi permintaan dalam beberapa tahun mendatang.

3.5 Kelebihan dan Kekurangan Metode Prediksi

Setelah dilakukannya prediksi kebutuhan energi listrik dengan menggunakan tiga metode, dapat disimpulkan beberapa kelebihan dan kekurangan dari setiap metode. Berikut kelebihan dan kekurangannya:

Table 4 *Tabel Kelebihan dan Kekurangan Metode Prediksi*

	REGRESI LINIER	DECOMPOSITION	EXPONENTIAL
KELEBIHAN	Konsep dasar regresi linier sederhana relatif mudah. Implementasinya pun dapat dilakukan menggunakan berbagai perangkat lunak statistik.	Metode ini sangat efektif dalam mengidentifikasi pola musiman (dalam penelitian ini contohnya konsumsi energi listrik pada konsumsi panas dan hujan akan berbeda tentunya)	Metode Holt dapat mengakomodasi tren linear dalam data, sehingga cocok untuk data konsumsi energi yang cenderung meningkat atau menurun secara konsisten.
	Koefisien regresi dalam model linier sederhana memberikan interpretasi langsung mengenai pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen (dalam penelitian ini yaitu pengaruh sebab akibat antara tahun berjalan dengan jumlah pelanggan/daya tersambung)	Metode dekomposisi dapat dikombinasikan dengan metode prediksi lainnya, seperti ARIMA, untuk meningkatkan akurasi prediksi.	
KEKURANGAN	Model ini hanya mampu menangkap hubungan linear antara variabel independen dan dependen.	Metode ini mengasumsikan bahwa komponen tren dan musiman bersifat stasioner. Jika asumsi ini tidak terpenuhi, hasil prediksi dapat bias.	Metode ini relatif sulit digunakan dibandingkan dua metode lainnya.

3.6 Implementasi Penggunaan Visual Basic

Visual Basic (VB) adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dikenal dengan kemudahannya dalam mengembangkan berbagai jenis aplikasi, mulai dari aplikasi desktop sederhana hingga aplikasi yang lebih kompleks. Untuk memudahkan dalam melakukan perhitungan prediksi kebutuhan energi listrik secara manual, maka digunakan aplikasi berbasis bahasa pemrograman *visual basic.net*. Berikut salah satu contoh perbandingan perhitungan prediksi jumlah pelanggan manual dan bantuan aplikasi pada tarif S:

Table 5 Tabel Perhitungan Metode Regresi Linier Tarif S

TAHUN	x	PELANGGAN S (Y)	x^2_{XY}	
2014	1	1490	1	1490
2015	2	1657	4	3314
2016	3	1855	9	5565
2017	4	2134	16	8536
2018	5	2398	25	11990
2019	6	2526	36	15156
2020	7	2729	49	19103
2021	8	2990	64	23920
2022	9	3123	81	28107
2023	10	3356	100	33560
JUMLAH	55	24258	385	150741

Terlebih dahulu menentukan koefisien a dan b regresi linier sederhana:

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{(24258)(385) - (55)(150741)}{10(385) - (55)^2}$$

$$a = 1271$$

$$b = \frac{(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{(150741) - (55)(24258)}{10(385) - (385)}$$

$$b = 209,964$$

Untuk menentukan jumlah pelanggan tarif S di tahun 2024, maka digunakan persamaan regresi linier sederhana:

$$Y = a + bx$$

$$Y = 1271 + 209,964 \cdot 11$$

$$Y = 3581 \text{ pelanggan}$$

Sedangkan jika menggunakan bantuan aplikasi, hanya menginput tahun yang akan di prediksi dan hasil prediksi jumlah pelanggan pada tahun itu akan keluar.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penulisan hasil tugas akhir diatas dapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1 Peningkatan jumlah pelanggan secara signifikan berimplikasi pada meningkatnya konsumsi energi listrik. Untuk memastikan ketersediaan pasokan listrik yang adekuat bagi pelanggan, diperlukan perencanaan kapasitas daya yang sejalan dengan pertumbuhan permintaan. Oleh karena itu, dilakukan proyeksi kebutuhan energi listrik di wilayah kerja ULP Bangko.
- 2 Berdasarkan metode regresi linier sederhana, proyeksi untuk tahun 2044 mengindikasikan kenaikan sebesar 104,51% pada daya terpasang dan 97,86% pada jumlah pelanggan dalam kurun waktu 20 tahun mendatang.
- 3 Berdasarkan metode deret waktu decomposition, proyeksi untuk tahun 2044 mengindikasikan kenaikan sebesar 104,84% pada daya terpasang dan 89,66% pada jumlah pelanggan dalam kurun waktu 20 tahun mendatang.
- 4 Berdasarkan metode eksponensial smoothing holts, proyeksi untuk tahun 2044 mengindikasikan kenaikan sebesar 107,57% pada daya terpasang dan 85,12% pada jumlah pelanggan dalam kurun waktu 20 tahun mendatang.
- 5 Penggunaan Visual Basic dalam membangun model prediksi telah meningkatkan efisiensi dalam menganalisis hasil yang dihasilkan oleh metode deret decomposition dan exponential smoothing Holt.

5. Saran

Setelah melakukan penelitian ini, penulis berharap pengembangan model untuk prediksi kebutuhan energi listrik ini dapat diterapkan di wilayah kerja PLN lain dengan tambahan variabel-variabel lainnya yang sangat berhubungan dengan prediksi kebutuhan energi listrik.

Daftar Pustaka

- [1] M. ., I. Fatkhul Hani Rumawan, "Peramalan kebutuhan daya listrik jangka menengah (2019-2022) kota samarinda dengan metode regresi linear," *Prosiding seminar nasional teknologi v*, pp. 202-210, 2019.
- [2] A. R. Antonov, "Prakiraan dan analisa kebutuhan energi listrik provinsi sumatera barat hingga tahun 2024 dengan metode analisis regresi linear berganda," *Jurnal Teknik Elektro ITP*, vol. 4, pp. 34-43, Juli 2015.
- [3] D. M. E. Fahmi, "Peramalan daya listrik jangka pendek pada pltu gresik menggunakan metode decomposition feed forward neural network berdasarkan indeks keandalan," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 09, pp. 749-755, 2020.
- [4] S. S. I. S. Sarah Syahputri, "Prediksi Kebutuhan Energi Listrik Pada PT. PLN (Persero) Rayon Aek Nabara Dengan Metode Exponential Smoothing," *Journal of Informatics, Electrical and Electronics Engineering*, vol. 1, pp. 1-9, 2021.
- [5] S. S. Swide dan A. F. Marhoon, "Energy Demand Prediction Based on Deep Learning Techniques.," *Iraqi Journal for Electrical & Electronic Engineering*, vol. 19, no. 2, pp. 83-89, 2023.
- [6] S. Bandri, "Prediksi perkembangan kebutuhan energi listrik di unit PLN Kayu Aro," *Menara Ilmu*, vol. XIII, pp. 187-205, 6 April 2019.
- [7] L. F. D. a. Y. Q. Jianwei Mi, "Short-Term Power Load Forecasting Method Based on Improved Exponential Smoothing Grey Model," *Hindawi Mathematical Problems in Engineering*, p. 11, 2018.
- [8] D. A. ., V. A. ., M. Z. B. Fotios Petropoulos, "Forecasting: theory and practice," *International Journal of Forecasting*, pp. 705-871, 2022.
- [9] S. I. P. A. M. G. A. D. S. P. & K. R. Lestari, Peramalan Stok Spare Part Menggunakan Metode Least Square, 2019.
- [10] R. Septyawan, "Analisis peramalan kebutuhan energi listrik PLN Area Batam menggunakan metode regresi linear," 2018.
- [11] R. A. Abdillah, "Analisis prakiraan kebutuhan energi listrik tahun 2019-2028 di pekanbaru menggunakan Metode Regresi Linier Sederhana," Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, 2020.
- [12] K. ESDM, "Pedoman Penyusunan Rencana Umum Ketenagalistrikan," Menteri ESDM RI, Jakarta, 2015.
- [13] I. Iftadi, Kelistrikan Industri, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2015.
- [14] C. Cekdin, Distribusi daya listrik: Teori dan Praktik., Penerbit Andi, 2022.
- [15] M. H. F. N. M. Zulaika Matondang, Praktik Analisis Data : Pengolahan Ekonometrika dengan Eviews dan SPSS, Merdeka Kreasi Group, 2021.
- [16] R. R. S. M. Makkulau, "Aplikasi Metode Dekomposisi Pada Peramalan Jumlah Kelahiran," *Seminar Nasional Teknologi Terapan Terpadu Berbasis Kearifan Lokal*, 2019.
- [17] J. C. A. W. ., A. P. P. Randhi Nanang Darmawan, "Peramalan Tingkat Penghunian Kamar (TPK) pada Hotel Berbintang di Banyuwangi dengan Metode Naive dan Decomposition," *G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 8, pp. 114-124, Januari 2024.
- [18] L. Arsyad, Permalan Bisnis, Yogyakarta: BPFE-Yogyakarta, 2001.
- [19] M. W. T. Y. A. L. S. Yuni, "Peramalan Jumlah Pengunjung Perpustakaan Universitas Pattimura Ambon Menggunakan Metode Dekomposisi," *Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan.*, vol. 9(1), pp. 41-50, 2015.
- [20] S. G. Makridakis, S. C. Wheelwright dan R. J. Hyndman, "Forecast methods and application," Vol. %1 dari %23nd-Ed, 1997.
- [21] F. B. d. M. A. M. Rahmansyah, "Dalam Peramalan Persediaan Energi Listrik Di PT PLN (Persero) Area Lhokseumawe,," *Jurnal Energi Listrik*, vol. 10(01), pp. 1-8, 2021.
- [22] d. Makridakis, Metode Dan Aplikasi Peramalan, Jakarta: Erlangga, 2016.
- [23] S. D. P. F. Lukiasti, Manajemen Operasi, Yogyakarta: CAPS, 2017.
- [24] R. V. A. R. W. Angraeni, "Penerapan Metode Exponential Smoothing untuk Peramalan Penggunaan Waktu Telepon di PT. Telkomsel Divisi SUrabaya," 2018.

- [25] S. Binarto, *Tip & Trik Membuat Program Penjualan menggunakan Visual Basic 6.0*, Pt TransMedia, 2017.
- [26] P. Subagyo, "Forecasting Konsep dan Aplikasi," 2017.
- [27] P. Hendikawati, "Peramalan Data Runtun Waktu: Metode dan Aplikasinya Dengan Minitab dan Eviews," *FMIPA Universitas Negeri Semarang*, 2015.