

Prediksi Beban Listrik Jangka Pendek dengan Metode Arimax dan *Artificial Neural Network Backpropagation* di Gardu Induk Metro

Dwi Agus Riyanto¹, Khairudin^{2*}, Lukmanul Hakim³, Zulmiftah Huda³

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung

Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

¹riyanto.dwiagus@gmail.com

²khairudin@eng.unila.ac.id *

³lukmanul.hakim@eng.unila.ac.id

⁴zulmiftah.huda@eng.unila.ac.id

*corresponding author

Intisari — Kebutuhan listrik yang selalu meningkat baik domestik, komersil maupun industri membutuhkan pelayanan yang baik dan berkualitas, peningkatan kebutuhan listrik banyak dipengaruhi oleh meningkatnya populasi penduduk, perkembangan sektor industri dan pola hidup masyarakat. Perubahan temperature udara panas juga mempengaruhi pola masyarakat untuk menggunakan *Air Conditioner* (AC) sebagai alat pendingin ruangan. Kebutuhan listrik tersebut harus didukung dengan prediksi beban yang tepat dan penjadwalan pembangkitan yang sesuai dengan kebutuhan. Penelitian ini melakukan prediksi beban listrik jangka pendek menggunakan metode Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable (ARIMAX) di Gardu Induk Metro. Data yang digunakan berupa data historikal beban listrik dan temperatur udara selama periode 6 bulan dan 2 tahun untuk mendapatkan hasil prediksi pada satu minggu terakhir. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa prediksi beban listrik jangka pendek menggunakan metode ARIMAX data historis selama 2 tahun menghasilkan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 7,5%, hasil lebih baik dibandingkan hasil prediksi dengan data historis 6 bulan yang menghasilkan MAPE sebesar 13,6%.

Kata kunci — Prediksi Beban Listrik, ARIMAX, ANN Backpropagation, MAPE.

Abstract — The increasing demand for electricity, both domestic, commercial and industrial, requires high quality services, the increase of electricity demand is much influenced by the growing population, the development of the industrial sector, and human's lifestyles. Changes in temperature also affect the behaviour of people to use air conditioning. The electricity demand should be supported by the accurate load estimations and the proper generator scheduling. This study predicts short-term electrical loads using the Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable (ARIMAX) method at the Metro Substation. The data used in the form of historical data on electrical loads and air temperature for a period of 6 months and 2 years to get predictive results in the last week. Based on the results obtained that short-term electricity load prediction using the ARIMAX method of historical data for 2 years produces a Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value of 7.5%, this result is better than the prediction results with 6 months historical data which produces a MAPE of 13.6%.

Keywords— Load Forecasting, ARIMAX, ANN Backpropagation, MAPE.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Hal ini dapat dilihat dari data peningkatan beban setiap tahunnya. Peningkatan ini diperkirakan karena bertambahnya kebutuhan listrik manusia untuk melakukan aktivitas. Selain pertambahan jumlah penduduk, pemakaian daya listrik juga dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti temperatur udara. Temperatur udara yang panas akan mengubah perilaku manusia dalam menggunakan listrik untuk

menormalkan kondisi suhu ruang. Masyarakat pada umumnya menggunakan AC yang memerlukan daya relatif lebih besar dibandingkan dengan kebutuhan daya peralatan elektronik rumah tangga lainnya. Hal ini menjadi dasar pemikiran bahwa temperatur udara merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perilaku manusia dalam menggunakan daya listrik sehingga pengelola listrik dalam hal ini adalah Perusahaan Listrik Negara (PLN) dapat melakukan perencanaan dengan penentuan penjadwalan pembangkit listrik yang tepat. Penentuan penjadwalan

pembangkit dapat dilakukan dengan memprediksi beban listrik jangka pendek yang biasanya dilakukan dalam suatu wilayah kecil seperti perkotaan.

Dalam penelitian ini dibahas tentang prediksi beban listrik jangka pendek dengan menggunakan metode yaitu Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMAX). Simulasi dilakukan dengan menggunakan data historis beban dan data historis temperatur udara (minimum, maksimum, dan rata – rata). Hasil penelitian ini kita dapat mengetahui efektifitas dari metode yang digunakan dan dapat dijadikan referensi dalam melakukan penjadwalan pembangkit yang ada di lingkungan GI Metro.

II. METODE

A. Prediksi Beban Listrik

Penjadwalan pembangkitan dapat dilakukan secara efektif dan ekonomis apabila kita telah mengetahui prediksi beban listrik, berdasarkan jangka waktunya prediksi dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu :

1. Prediksi beban listrik jangka pendek (*short-term load forecasting*) adalah memprediksikan beban listrik yang dilakukan dengan perkiraan jangka waktu pendek seperti dalam periode waktu satu hari (24 Jam) sampai satu minggu untuk penjadwalan pembangkit, efisiensi energi, analisis, ataupun studi perbandingan.
2. Prediksi beban listrik jangka menengah (*medium-term load forecasting*) adalah memprediksikan beban listrik yang dilakukan dengan perkiraan jangka waktu menengah dalam periode waktu satu bulan sampai satu tahun untuk mempersiapkan energi bulanan, perluasan jaringan, ataupun teknis proyek saluran transmisi.
3. Prediksi beban listrik jangka Panjang (*long-term load forecasting*) adalah memprediksikan beban listrik yang dilakukan dengan perkiraan jangka waktu yang sangat panjang yaitu lebih dari satu tahun, biasanya untuk menentukan penambahan kapasitas atau ketersediaan unit pembangkit listrik, sistem transmisi dan sistem distribusi.

B. Metode Autoregressive Intergrated Moving Average with Exogenous Input (ARIMAX)

Autoregressive Integrated Moving Average atau ARIMAX merupakan gabungan dari dua model, yaitu model *Autoregressive* (AR) dan model *Moving Average* (MA). Salah satu model runtun waktu yang berasal dari pengembangan model ARIMA adalah model *Autoregressive Integrated Moving Average with Exogenous Variable* atau ARIMAX. Model ARIMAX sendiri merupakan model ARIMA dengan menyertakan variabel independen atau eksogen sebagai masukan. Secara umum, bentuk model ARIMAX (p, d, q) dapat diberikan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\phi_p(B) (1 - B) Y_t = c + \theta_q(B) + \beta_1 X_1 + \dots \beta_k X_k \quad (1)$$

Keterangan :

- Y_t = variabel dependent
 B = operator *backshift* dengan $BY_1 Y_{t-1}$
 $\phi(B)$ = operator *autoregresif*
 $\theta(B)$ = operator *moving average*
 e_t = error waktu ke t
 $(1 - B)^d$ = order pembeda nonmusiman
 d = pembeda nonmusiman
 X_k = variabel eksogen atau variabel *independent* ke k pada saat t dengan $k = 1, 2, 3, \dots, k$

Ada 3 tahapan utama dalam membentuk model *Autoregressive Moving Average with Exogenous Variables* (ARIMAX) antara lain:

1. Menentukan orde model (p, d, q)
2. Mengestimasi parameter model
3. Melakukan prediksi

C. Differensiasi Data

Differensiasi data dalam deret waktu (*time series*) berfungsi untuk mengatasi persoalan data yang tidak stasioner dalam rata-rata menjadi stasioner. Differensiasi dilakukan dengan mengurangi pengamatan Y_t dengan pengamatan sebelumnya yaitu Y_{t-1} . Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (2)$$

Keterangan :

- Δ = *differencing*
 Y_t = pengamatan saat waktu ke-t
 Y_{t-1} = pengamatan sebelum waktu ke-t

D. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE merupakan algoritma yang melakukan perhitungan selisih atau kesalahan antara data beban aktual dengan prediksi. Untuk mencari nilai MAPE menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|Y_i - \hat{Y}_i|}{Y_i} \times 100 \% \quad (3)$$

Ketrangan :

Y_i = Nilai Aktual

\hat{Y}_i = Nilai hasil Prakiraan

n = Banyak data

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data historis beban listrik di Gardu Induk Metro yang dinyatakan dalam satuan Mega Watt (MW). Data historis beban listrik tiap jam nya dari 01 Januari 2019 – 31 Desember 2020. Selain data beban listrik, penelitian ini menggunakan data temperatur rata-rata di Kota Metro. Data tersebut direkam dalam periode harian dari 01 Januari 2019 – 31 Desember 2020. Data temperatur rata-rata yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari Stasiun Klimatologi Pesawaran yang direkam dalam situs online resmi milik Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

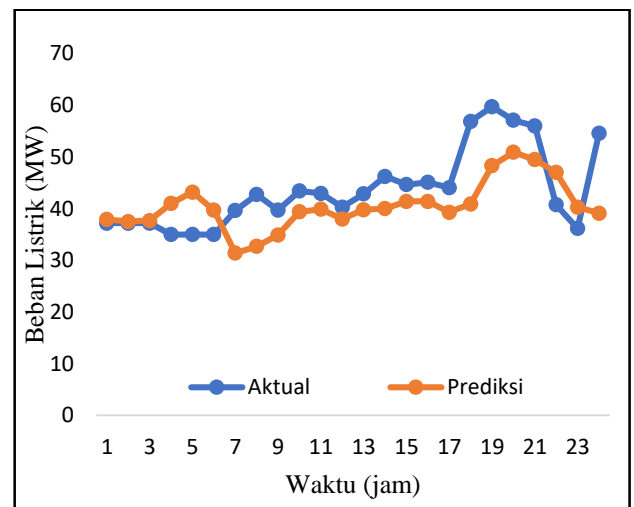
A. Hasil Prediksi Menggunakan Metode ARIMAX

Prediksi ini menggunakan metode ARIMAX untuk memprediksi beban listrik pada Gardu Induk Metro. Sebelum melakukan pemodelan, data historis beban listrik dan temperatur udara sudah dilakukan differensiasi agar menjadi stasioner. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan model ARIMAX. Untuk itu diperlukan *overfitting* atau membuat beberapa model untuk dipilih yang terbaik. Dengan bantuan perangkat lunak Matlab, diperoleh model ARIMAX serta uji diagnostik yang digunakan sebagai sebagai berikut.

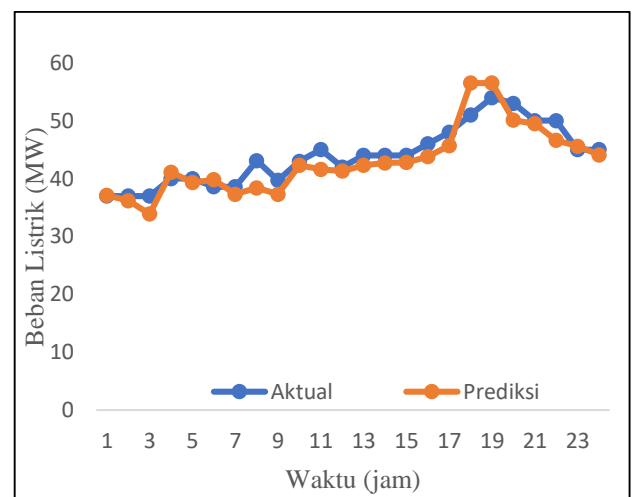
B. Analisa Hasil Prediksi dengan Metode ARIMAX

Analisa dalam penelitian ini menggunakan metode ARIMAX dengan data histori beban yang berbeda yaitu enam bulan dan dua puluh

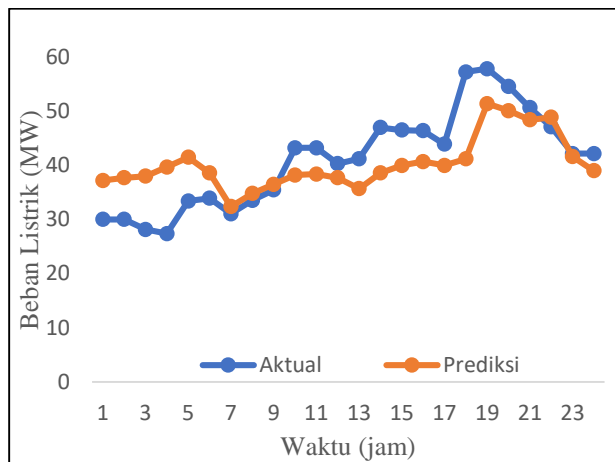
empat bulan. Hasil prediksi menggunakan metode ARIMAX bergantung dengan kesesuaian pola dari data historis yang akan dijadikan data acuan untuk melakukan prediksi. Deviasi data yang besar dalam data historis dapat mengakibatkan kesalahan prediksi yang besar. Hasil prediksi beban listrik dengan pendekatan *Backpropagation* akan tergantung pada banyaknya data historis yang digunakan dalam proses prediksi serta kesalahan antara data aktual dengan prediksi yang kecil untuk mendapatkan akurasi yang baik.



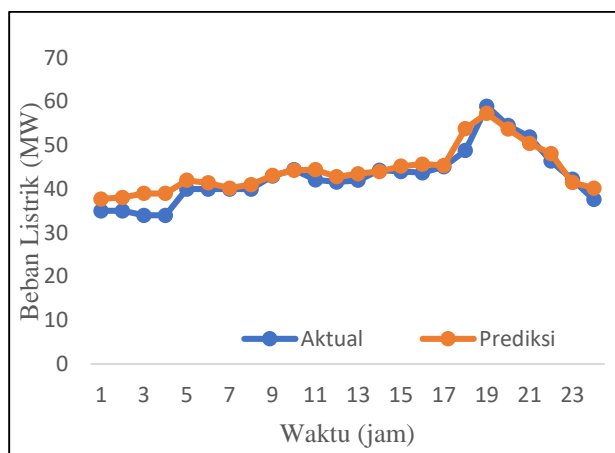
Gbr. 1 Perbandingan aktual dan prediksi hari Senin, 24 Juni 2019 menggunakan data historis selama 6 bulan



Gbr. 2 Perbandingan aktual dan prediksi hari Senin, 21 Desember 2020 menggunakan data historis selama 2 tahun



Gbr.3 Perbandingan aktual dan prediksi hari Selasa, 25 Juni 2019 menggunakan data historis selama 6 bulan



Gbr. 4 Perbandingan aktual dan prediksi hari Selasa, 22 Desember 2020 menggunakan data historis selama 2 tahun

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa prediksi beban listrik jangka pendek menggunakan metode ARIMAX data historis selama 2 tahun menghasilkan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 7,5%, hasil tersebut lebih baik dibandingkan hasil prediksi dengan data historis 6 bulan yang menghasilkan MAPE sebesar 13,6%.

REFERENSI

- [1] Y. Ning, Y. Liu, and Q. Ji, "Bayesian - BP Neural Network based Short-Term Load Forecasting for power system", ICACTE 2010 - 2010 3rd Int. Conf. Adv. Comput. Theory Eng. Proc., vol. 2, pp. 89–93, 2010.
- [2] H. Patel, M. Pandya, and M. Aware, "Short term load forecasting of Indian system using linear regression and artificial neural network", *NUiCONE 2015 - 5th Nirma Univ. Int. Conf. Eng.*, no. 1, 2016.
- [3] O. C. Ozerdem, E. O. Olaniyi, and O. K. Oyedotun, "Short term load forecasting using particle swarm optimization neural network", *Procedia Comput. Sci.*, vol. 120, pp. 382–393, 2017.
- [4] G.P Zhang; *Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model*; *Neurocomputing* 50 (2003) 159 – 175; November 2001
- [5] Xiping Wang and Ming Meng, "A Hybrid Neural Network and ARIMA Model for Energy Consumption Forecasting", *Journal of Computers*, Vol. 7, No. 5, May 2012.
- [6] H. Marzoughi, K. Emami, P. J. Wolfs and B.Holcombe, "Short-term Electric Load Forecasting in Microgrids: Issues and Challenges", 2018 Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC), pp. 1-6, 2018
- [7] Gross and F. D. Galiana, "Short-term load forecasting," in *Proceedings of the IEEE*, vol. 75, no. 12, pp. 1558-1573, Dec. 1987.
- [8] Cui, Herui, Peng, Xu, *Short-Term City Electric Load Forecasting with Considering Temperature Effects: An Improved ARIMAX Model*. Hindawi Publishing Corporation. North China Electric Power University. 2015.
- [9] Shilpa G N, G S Sheshadri, "ARIMAX Model for Short-Term Electrical Load Forecasting", *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, Vol. 8 Issue-4, November 2019.
- [10] C. Nichiforov, I Stamatescu, Ioana F̃ag̃ar̃as̃an, G. Stamatescu; *Energy Consumption Forecasting Using ARIMA and Neural Network Models*; *EEEI*; 2007
- [11] Yong Wang, Dawu Gu, Jianping Xu, ing Li; *Back Propagation Neural Network for Short-term Electricity Load Forecasting with Weather Features*; *EEEI*; 2009