
PERAMALAN BEBAN PENYULANG KUAT ARUS LISTRIK PT PLN ULP BRONDONG MENGGUNAKAN METODE ARIMA

Dia Ayu Nazihah^{1,a)}, Sapti Wahyuningsih²⁾

^{1,2)}Universitas Negeri Malang

^{a)}dia.ayu.1803126@students.um.ac.id

Abstrak

PT PLN merupakan badan usaha milik negara yang menyediakan dan memelihara energi listrik di Indonesia. Aliran listrik didistribusikan mulai dari pembangkit hingga ke rumah pelanggan. Dalam memenuhi kebutuhan listrik semua pelanggannya, diperlukan kesesuaian antara permintaan pelanggan dengan tersedianya energi listrik agar tidak menimbulkan kerugian baik di pihak pelanggan maupun penyedia tenaga listrik. Oleh karena itu, PT PLN sebagai pihak penyedia listrik perlu memperhitungkan besar arus listrik yang harus dialirkan dari pembangkit agar sesuai dengan besar arus listrik yang dibutuhkan pelanggan. PT PLN ULP Brondong sebagai unit layanan PT PLN di Kecamatan Brondong dan Paciran Kabupaten Lamongan memantau besar arus listrik yang dialirkan dari gardu induk Paciran sehingga diperoleh data historis harian kuat arus listrik yang dialirkan menuju pelanggan (data beban penyulang kuat arus listrik). Melalui data tersebut, besar kuat arus listrik yang harus dialirkan dapat diramalkan. Sehingga stabilitas kebutuhan dan ketersediaan energi listrik dicapai melalui peramalan *time series* data historis harian kuat arus listrik. Data dianalisis dan diramalkan menggunakan metode ARIMA dengan alat bantu minitab 19. Analisis *time series* data beban penyulang kuat arus listrik dengan metode ARIMA menghasilkan lima model peramalan dengan satu model yang memenuhi uji diagnostik. Model tersebut adalah ARIMA (2,0,0) dengan persamaan $Z_t = -0.594Z_{t-1} - 0.509Z_{t-2} + a_t$. Hasil peramalan data beban penyulang kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong 1 Juni 2021 sampai 4 Agustus 2021 menggunakan model ARIMA (2,0,0) untuk 4 periode mendatang adalah 749 Ampere pada 5 Agustus 2021, 754 Ampere pada 6 Agustus 2021, 740 Ampere pada 7 Agustus 2021 dan 745 Ampere pada 8 Agustus 2021. Perbandingan data aktual dengan data ramalan memberikan nilai MAPE sebesar 8.2%. Dalam penelitian ini, penulis mencoba menerapkan metode ARIMA untuk meramalkan data baru yang berbeda dengan penelitian sebelumnya.

Kata kunci: Peramalan, Beban Penyulang Listrik, ARIMA

PENDAHULUAN

PT PLN merupakan badan usaha milik negara yang bergerak di bidang energi, salah satunya penyediaan dan pemeliharaan energi listrik [1]. Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan dasar bagi manusia yang diperlukan dalam berbagai aktivitas. Listrik menjadi bagian penting dalam peradaban manusia di berbagai bidang seperti ekonomi,

teknologi, pendidikan, dan sosial sehingga penggunaan energi listrik cenderung mengalami peningkatan. Peningkatan kebutuhan tenaga listrik harus diikuti dengan penyediaan energi listrik oleh PT PLN agar tercapainya stabilitas yang mampu memenuhi kebutuhan konsumen akan tenaga listrik. Dalam memenuhi kebutuhan pelanggan, diperlukan kesesuaian antara permintaan pelanggan dengan tersedianya energi listrik agar tidak menimbulkan kerugian. Untuk mencapai stabilitas tersebut, PT PLN sebagai pihak penyedia listrik perlu meramalkan besar kebutuhan atau permintaan listrik untuk memudahkan penyediaan pasokan energi listrik kepada pelanggan. Penyulang listrik merupakan bagian pendistribusian tenaga listrik dari gardu induk menuju konsumen [2]. Sehingga sesuai dengan PT PLN ULP Brondong yang bergerak di bidang pelayanan pelanggan untuk meramalkan kebutuhan tenaga listrik pelanggan melalui peramalan beban penyulang listrik.

Peramalan merupakan suatu seni dari ilmu memprediksi sesuatu yang belum terjadi dengan tujuan memperkirakan peristiwa yang akan terjadi di masa depan dengan menggunakan data-data di masa lampau [3]. Dalam kajian ini, data yang diramalkan merupakan data *time series*, yaitu data historis yang terdiri dari urutan pengamatan dari waktu ke waktu [4]. Terdapat beberapa metode dalam peramalan *time series*, diantaranya metode *Exponential Smoothing*, *Moving Average*, *Decomposition*, metode Regresi dan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Metode ARIMA merupakan metode yang fleksibel, yaitu mengikuti pola data yang ada serta memiliki tingkat akurasi peramalan yang tinggi sehingga cocok untuk meramalkan sejumlah variabel dengan cepat karena hanya membutuhkan data historis untuk melakukan peramalan [5]. Metode ARIMA banyak digunakan dalam beberapa penelitian [6]–[11] untuk meramalkan data *time series*. Oleh karena itu, penulis mencoba menerapkan metode ARIMA untuk meramalkan data baru berupa data beban penyulang kuat arus listrik.

Berdasarkan pemaparan di atas, maka akan dikaji peramalan beban penyulang listrik PT PLN ULP Brondong menggunakan metode ARIMA untuk memudahkan penyediaan energi listrik kepada pelanggan PT PLN ULP Brondong.

METODE

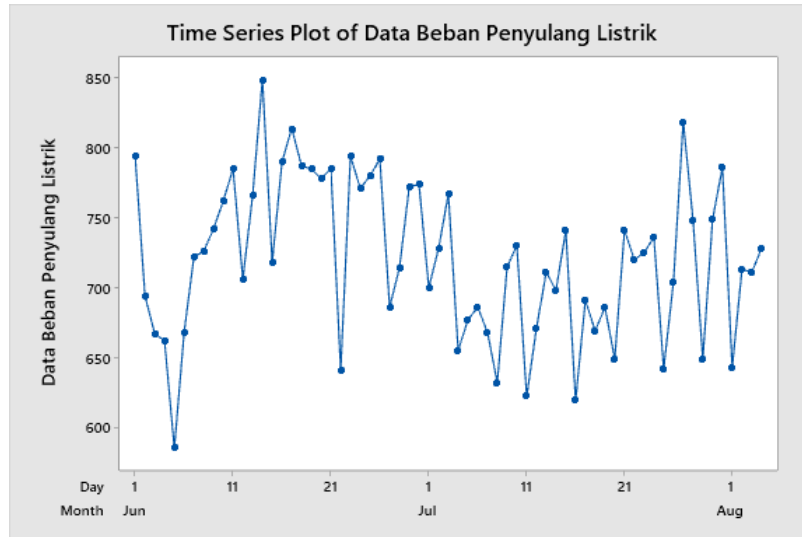
Data dalam penelitian ini adalah data sekunder dari PT PLN ULP Brondong. Data ini berupa data beban penyulang kuat arus listrik harian pada periode 1 juni 2021 sampai 8 agustus 2021. Data periode 1 juni 2021 sampai 4 agustus 2021 digunakan untuk peramalan sedangkan data 5 agustus 2021 sampai 8 agustus 2021 dibandingkan dengan data hasil peramalan. Metode dalam peramalan ini menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dengan bantuan software minitab 19. Metode ARIMA ini digunakan untuk meramalkan data beban penyulang kuat arus listrik empat periode berikutnya. Tahap peramalan data dengan metode ARIMA di antaranya melakukan plot data untuk mengidentifikasi pola data; memeriksa stasioneritas data melalui analisis tren linier dan transformasi Box-Cox; melakukan plot ACF dan PACF; membentuk model sementara; uji diagnostik model sementara yang meliputi uji signifikansi parameter, uji asumsi white-noise, dan uji normalitas residual; menentukan model yang memenuhi uji diagnostik; melakukan peramalan; dan menentukan model terbaik berdasarkan presentase akurasi model menggunakan nilai MAPE.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode ARIMA telah banyak digunakan dalam peramalan beberapa data *time series* karena memiliki tingkat akurasi yang tinggi, sehingga dalam penelitian ini akan

digunakan metode ARIMA untuk meramalkan data beban penyulang kuat arus listrik serta memeriksa tingkat akurasi hasil peramalan.

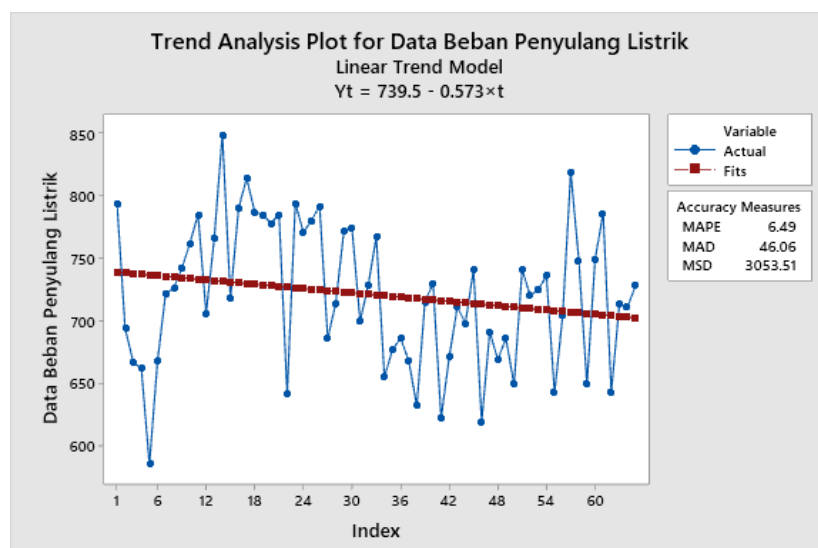
Peramalan data beban penyulang kuat arus listrik dengan metode ARIMA dilakukan dengan menganalisis data yang dimulai dengan plot data untuk mengidentifikasi pola data.



Gambar 1. Plot Data Beban Penyulang Kuat Arus Listrik

berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa data beban penyulang kuat arus listrik memiliki fluktuasi yang tidak beraturan, sehingga dapat disimpulkan bahwa pola data beban penyulang listrik tidak termasuk pola data musiman. Dari plot data ini selanjutnya dapat dilakukan langkah untuk menguji stasioneritas data yang terbagi dalam *mean* dan varian.

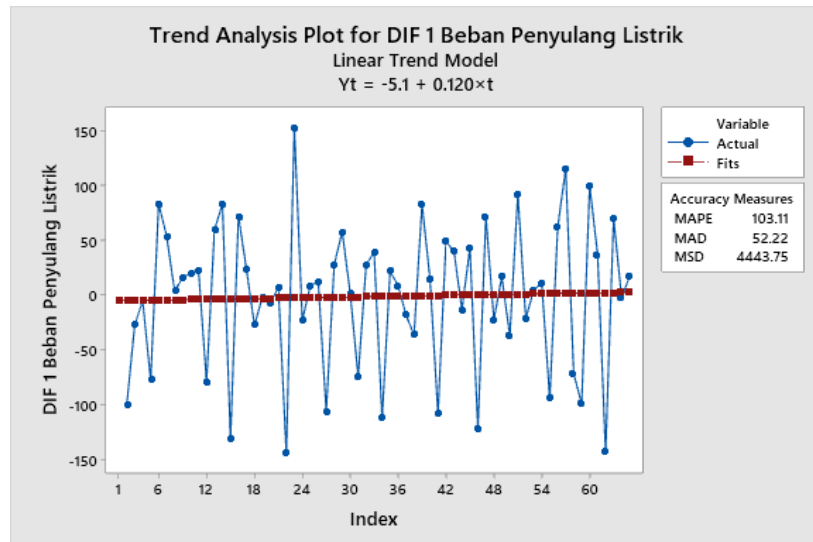
Stasioneritas data dalam *mean* diperiksa menggunakan analisis tren linier yang ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut



Gambar 2. Analisis Trend Linier

Gambar 2 menunjukkan bahwa unsur trend membentuk garis yang cenderung menurun, sehingga data beban penyulang listrik harian belum stasioner dalam *mean*. Oleh karena itu dilakukan *differencing* lag 1 pada data beban penyulang. Untuk memeriksa

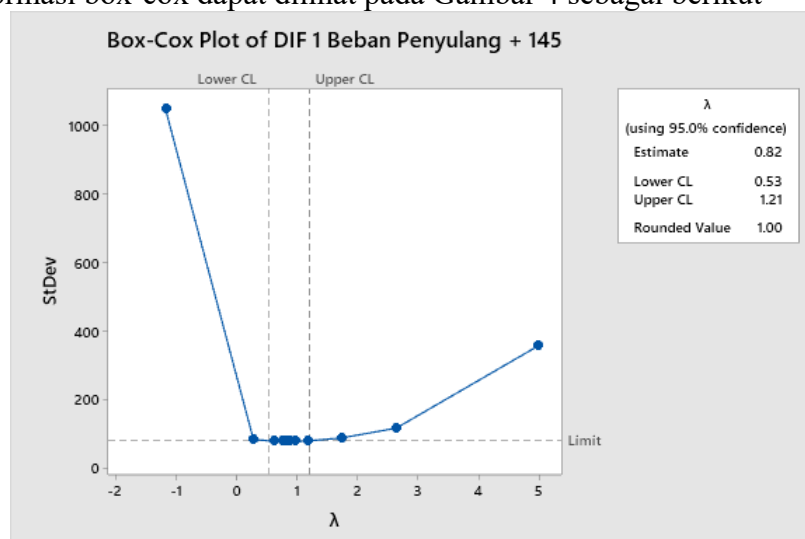
kestasioneran data hasil *differencing* lag 1, maka dilakukan analisis tren pada data hasil *differencing* lag 1. Hasil analisis trend ditunjukkan pada Gambar 3. Gambar tersebut menunjukkan bahwa data hasil *differencing* lag 1 telah stasioner dalam mean karena unsur trend membentuk garis horizontal.



Gambar 3. Analisis Trend Data Differences 1

Pemeriksaan kestasioneran data dalam varian dilakukan dengan melihat nilai *rounded value* pada transformasi box-cox. Jika nilai *rounded value* sama dengan 1 maka dapat disimpulkan bahwa data telah stasioner dalam varian [9].

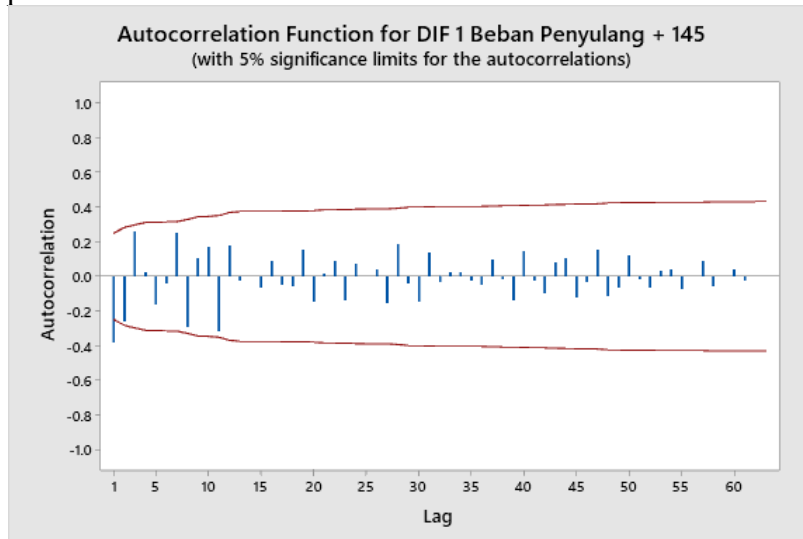
Data beban penyulang telah distasionerkan dalam *mean* menjadi data hasil *differencing* lag 1. Sehingga pemeriksaan kestasioneran dalam varian dilakukan terhadap data hasil *differencing* lag 1. Pada data hasil *differencing* lag 1 terdapat data yang bernilai negatif sehingga tidak dapat langsung ditransformasi. Melalui *graphical summary*, data hasil *differencing* lag 1 mempunyai nilai minimum -144, sehingga masing-masing data ditambah dengan 145 agar semua data bernilai positif. Setelah semua data bernilai positif, dilakukan transformasi Box-Cox untuk memeriksa stasioneritas dalam varian. Grafik hasil transformasi box-cox dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut



Gambar 4. Grafik Transformasi Box-Cox

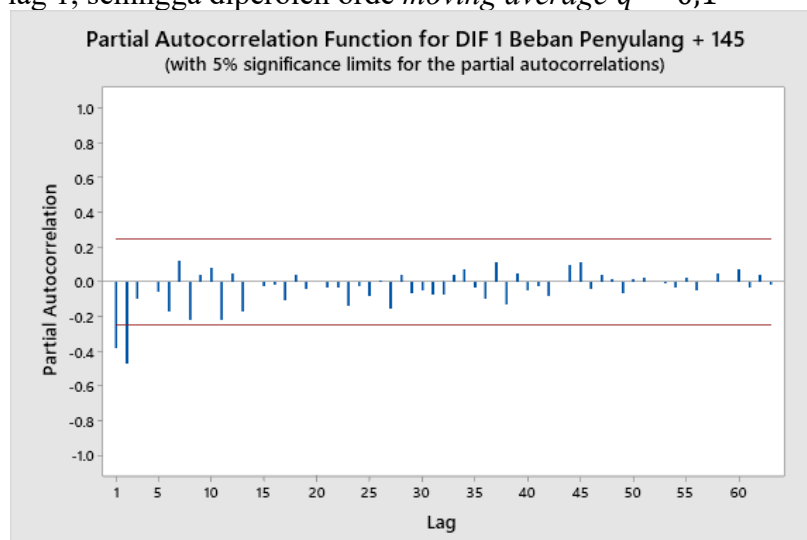
Gambar 4 memperlihatkan bahwa data telah stasioner dalam varian, karena nilai *rounded value* sama dengan 1.

Setelah data stasioner dalam *mean* dan varian, dilakukan plot ACF dan PACF pada data terakhir yaitu data hasil penjumlahan data *differencing* lag 1 dengan 145 untuk mengidentifikasi model ementara. Hasil plot ACF dan PACF berturut turut ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6



Gambar 5. Hasil Plot ACF

Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat bahwa nilai ACF yang melewati batas bawah ACF terjadi pada lag 1, sehingga diperoleh orde *moving average* $q = 0,1$



Gambar 6. Hasil Plot PACF

Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai PACF yang melewati batas bawah PACF terjadi pada lag 1 dan 2, sehingga diperoleh orde *autoregressive* $p = 0,1,2$

Data yang diramalkan adalah data terakhir yang telah stasioner dalam *mean* dan varian. Karena data tersebut telah melalui proses *differencing*, maka nilai d dalam model ARIMA (p, d, q) adalah 0. Berdasarkan nilai p dan q yang telah didapat dari Gambar 5 dan Gambar 6 maka diperoleh model ARIMA (p, d, q) sementara. Model-model tersebut adalah ARIMA (0,0,1), ARIMA (1,0,0), ARIMA (1,0,1), ARIMA (2,0,0), ARIMA (2,0,1). Model tersebut akan diuji diagnostik yang meliputi uji signifikansi parameter, uji

asumsi *white-noise* dan uji normalitas terhadap residual.

Taraf signifikansi dari uji signifikansi parameter adalah $\alpha = 0.05$. Jika pada uji signifikansi parameter $p \text{ value} < 0.05$ maka dapat disimpulkan bahwa model memenuhi uji signifikansi parameter [11]. Taraf signifikansi dari uji asumsi *white noise* adalah $\alpha = 0.05$. Jika pada uji asumsi *white noise* $p \text{ value} > 0.05$ maka dapat disimpulkan bahwa model memenuhi uji asumsi *white noise* [12]. Taraf signifikansi dari uji normalitas residual adalah $\alpha = 0.05$. Jika pada uji normalitas residual $p \text{ value} > 0.05$ maka dapat disimpulkan bahwa model memenuhi uji normalitas residual [8]. Uji diagnostik dari model sementara dilakukan dengan *software* minitab 19 dengan hasil sebagai berikut

Tabel 1. Hasil Uji Diagnostik ARIMA

Model	Memenuhi Signifikansi Parameter	Memenuhi Asumsi White Noise	Memenuhi Normalitas Residual
ARIMA (0,0,1)	✓	✓	✗
ARIMA (1,0,0)	✓	✗	✗
ARIMA (1,0,1)	✗	✗	✗
ARIMA (2,0,0)	✓	✓	✓
ARIMA (2,0,1)	✗	✓	✓

Dari Tabel 1 diperoleh bahwa model yang memenuhi ketiga uji diagnostik ARIMA adalah model ARIMA (2,0,0). Sehingga dapat disimpulkan bahwa model terbaik yang akan digunakan sebagai model peramalan data beban penyulang listrik harian adalah model ARIMA (2,0,0). Persamaan model ARIMA (2,0,0) sama dengan persamaan model AR(2). Persamaan model tersebut adalah sebagai berikut [13]

$$Z_t = \varphi_1 Z_{t-1} + \varphi_2 Z_{t-2} + a_t$$

berdasarkan hasil uji signifikansi parameter model ARIMA (2,0,0) diperoleh koefisien AR(1) = $\varphi_1 = -0.594$ dan AR(2) = $\varphi_2 = -0.509$ sehingga persamaan model peramalan dari beban penyulang listrik harian adalah

$$Z_t = -0.594Z_{t-1} - 0.509Z_{t-2} + a_t$$

Data beban penyulang listrik harian telah distasionerkan dalam mean dan varian menjadi data hasil penjumlahan data *differencing* lag 1 dengan 145. Sehingga data yang diramalkan menggunakan model ARIMA (2,0,0) adalah data yang terakhir. Hasil peramalan dari data beban penyulang harian diperoleh dari pengembalian data hasil ramalan data yang terakhir, yaitu dengan melakukan operasi invers dari data yang terakhir. Hasilnya disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Peramalan Data Beban Penyulang Listrik

Periode	Tanggal	Hasil Ramalan Data Terakhir (a_{t+1})	Data Terakhir – 145 ($b_{t+1} = a_{t+1} - 145$)	Hasil Ramalan Data Beban Penyulang ($x_{t+1} = x_t + b_{t+1}$)
66	5 Agustus 2021	166	21	749
67	6 Agustus 2021	150	5	754
68	7 Agustus 2021	131	-14	740
69	8 Agustus 2021	150	5	745

Hasil peramalan pada Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa besar penyulang kuat arus listrik yang perlu disediakan atau dialirkan dari gardu induk ke pelanggan adalah 749 Ampere pada 5 Agustus 2021, 754 Ampere pada 6 Agustus 2021, 740 Ampere pada 7 Agustus 2021 dan 745 Ampere pada 8 Agustus 2021. Nilai data hasil peramalan tersebut tidak jauh dari rata-rata data historis yaitu 720,58 serta tidak keluar dari batas minimum dan maksimum data historis yaitu berturut turut 585 Ampere dan 849 Ampere. Hasil peramalan tersebut diharapkan sesuai dengan besar kuat arus listrik yang dibutuhkan pelanggan, sehingga PT PLN bisa menyediakan pasokan energi listrik dengan tepat dan dapat membantu stabilitas antara persediaan dan permintaan energi listrik.

Data aktual dan data hasil ramalan beban penyulang kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong periode 5 Agustus 2021 sampai 8 Agustus 2021 ditunjukkan pada Tabel 4.4.1 sebagai berikut

Tabel 3. Tabel Perbandingan Data Aktual dengan Hasil Peramalan

Tanggal	Data Aktual	Data hasil ramalan
5 Agustus 2021	653	749
6 Agustus 2021	729	754
7 Agustus 2021	751	740
8 Agustus 2021	658	745

Tabel 3 menunjukkan perbandingan data hasil peramalan dengan data aktual. Dari Tabel tersebut terlihat bahwa penyimpangannya berturut turut adalah 96, 25, -11, dan 87. Penyimpangan tersebut dapat disebabkan oleh faktor yang tidak diduga. Perbandingan data hasil peramalan dengan data aktual dapat digunakan untuk menentukan akurasi atau ketepatan peramalan. Untuk menghitung akurasi peramalan digunakan uji kepatan nilai ramalan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |PE_i|$$

galat persentase (*percentage error*)

$$PE_i = \left(\frac{x_i - f_i}{x_i} \right) \cdot 100\%$$

x_i	f_i	$x_i - f_i$	$\frac{x_i - f_i}{x_i}$	PE_i	$ PE_i $
653	749	-96	-0.14701	-14.701	14.701
729	754	-25	-0.03429	-3.429	3.429
751	740	11	0.014647	1.4647	1.4647
658	745	87	-0.132219	-13.2219	13.2219
$\sum_{i=1}^n PE_i $					32.8173

diperoleh

$$MAPE = \frac{1}{4} \cdot 32.8173 = 8.2\%$$

Berdasarkan nilai MAPE tersebut, diperoleh akurasi hasil peramalan data beban penyulang kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong menggunakan model ARIMA (2,0,0) adalah 8.2%. Nilai akurasi ini berada pada range < 10% sehingga berdasarkan

interpretasi nilai MAPE [14], model peramalan ARIMA (2,0,0) memiliki kemampuan peramalan yang sangat akurat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model peramalan ARIMA (2,0,0) sangat baik untuk meramalkan data beban penyulang kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong.

Metode peramalan yang baik adalah metode dengan nilai MAPE minimum. Nilai akurasi ini dapat dibandingkan dengan nilai akurasi peramalan menggunakan metode lain sehingga dapat dipilih metode yang terbaik untuk meramalkan beban penyulang kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh simpulan bahwa stabilitas persediaan dan permintaan listrik PT PLN ULP Brondong dapat dicapai dengan meramalkan besar kebutuhan listrik. Hasil analisis data deret waktu beban penyulang kuat arus listrik dengan metode ARIMA menggunakan program minitab 19 diperoleh lima model dengan satu model peramalan yang memenuhi uji diagnostik yaitu model ARIMA (2,0,0) dengan persamaan $Z_t = -0.594Z_{t-1} - 0.509Z_{t-2} + a_t$. Hasil peramalan 4 periode mendatang data beban penyulang harian kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong adalah 749 Ampere pada 5 Agustus 2021, 754 Ampere pada 6 Agustus 2021, 740 Ampere pada 7 Agustus 2021 dan 745 Ampere pada 8 Agustus 2021. Perbandingan data aktual lapangan dengan data hasil peramalan beban penyulang harian kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong menggunakan model ARIMA (2,0,0) memberikan nilai akurasi peramalan sebesar 8.2%. Nilai akurasi ini menunjukkan bahwa model peramalan ARIMA (2,0,0) sangat baik untuk meramalkan data beban penyulang kuat arus listrik PT PLN ULP Brondong.

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan dan hasil yang telah diperoleh, penulis memberi saran untuk melakukan analisis dan peramalan data beban penyulang kuat arus listrik harian PT PLN ULP Brondong dengan metode berbeda yang memberikan nilai akurasi lebih kecil dari 8.2% agar diperoleh model peramalan yang lebih baik.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Perusahaan Listrik Negara, “Anak Perusahaan,” 2021. <https://web.pln.co.id/tentang-kami/anak-perusahaan>.
- [2] J. M. Tambunan, N. Pasra, and R. Sumander, “Studi Pemisahan Beban Penyulang Baru Sktm Gis Pantai Indah Kapuk,” *Energi & Kelistrikan*, vol. 9, no. 1, pp. 16–25, 2018, doi: 10.33322/energi.v9i1.61.
- [3] N. L. A. K. Yuniastari and I. W. W. Wirawan, “Peramalan Permintaan Produk Perak Menggunakan Metode Simple Moving Average Dan Single Exponential Smoothing,” *Sist. dan Inform. STIKOM Bali*, vol. 9, no. 1, pp. 97–106, 2016.
- [4] W. M. Briggs, S. Makridakis, S. C. Wheelwright, R. J. Hyndman, and F. X. Diebold, “Forecasting: Methods and Applications,” *J. Am. Stat. Assoc.*, vol. 94, no. 445, p. 345, 1999, doi: 10.2307/2669717.
- [5] A. H. Hutasuhut, W. Anggraeni, and R. Tyasnurita, “Pembuatan Aplikasi Pendukung Keputusan untuk Peramalan Persediaan Bahan Baku Produksi Plastik Blowing dan Inject,” *J. Tek. Pomits*, vol. 3, no. 2, pp. A169–A174, 2014.
- [6] R. J. Djami, J. Esna, T. Radjabaycolle, and G. Haumahu, “Forecasting the Ambon City Consumer Price Index Using Arima Box-Jenkins,” vol. 2, no. 2, pp. 87–96, 2021.
- [7] D. A. Fajari, M. F. Abyantara, and H. A. Lingga, “Peramalan Rata-Rata Harga Beras Pada Tingkat Perdagangan Besar Atau Grosir Indonesia Dengan Metode

-
- Sarima (Seasonal Arima),” *J. Agribisnis Terpadu*, vol. 14, no. 1, p. 88, 2021, doi: 10.33512/jat.v14i1.11460.
- [8] A. K. Rachmawati, “Peramalan Penyebaran Jumlah Kasus Covid19 Provinsi Jawa Tengah dengan Metode ARIMA,” *Zeta - Math J.*, vol. 6, no. 1, pp. 11–16, 2020, doi: 10.31102/zeta.2021.6.1.11-16.
- [9] B. H. Saputra, S. N. Afifah, and A. Indahsar, “Peramalan jumlah pasien dengan diagnosa acute upper respiratory infection menggunakan metode autoregressive integrated moving average (ARIMA) pada Klinik Pratama Mitra Sehat,” pp. 113–120, 2021.
- [10] D. Ayu, “Peramalan Metode ARIMA Data Saham PT. Telekomunikasi Indonesia,” vol. 4, pp. 611–620, 2021.
- [11] E. Sartika and S. Murniati, “Peramalan Distribusi Kedatangan Turis Mancanegara Melalui Pintu Masuk Bandara Soekarno Hatta Menggunakan ARIMA,” vol. 4, no. 1, pp. 52–70, 2021.
- [12] I. K. Hasan and Ismail Djakaria, “Perbandingan Model Hybrid ARIMA-NN dan Hybrid ARIMA-GARCH untuk Peramalan Data Nilai Tukar Petani di Provinsi Gorontalo,” *J. Stat. dan Apl.*, vol. 5, no. 2, pp. 155–165, 2021, doi: 10.21009/jsa.05204.
- [13] W. William W. S., *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods (2nd Edition)*, Second. Boston: PEARSON Addison-Wesley, 2005.
- [14] M. Astiningrum, I. K. Putri, and V. N. Wijyaningrum, “Peramalan Harga Bahan Pokok Menggunakan Support Vector Regression [Forecasting Staple Food Prices Using Support Vector Regression],” *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Apl.*, vol. 12, no. August, pp. 77–82, 2020.