Kebutuhan Energi Listrik Guna Menggerakkan Sektor Ekonomi Strategis di Provinsi Kalimantan Selatan

Electrical Energy Demand to Support Strategic Economic Sector in South Kalimantan Province

Karina Shella Putri[*1], Nurhakim[2], Yuniar Siska Novianti[3], Nurma Safitri[4]
[1-4] Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Corr Author: [*1]karinashella@ulm.ac.id, [2]nurhakim@ulm.ac.id, [3]yuniar@ulm.ac.id, [4]nurmas153@gmail.com

ABSTRAK

Pemenuhan kebutuhan energi listrik di Provinsi Kalimantan Selatan diperkirakan tumbuh pesat, dengan adanya kawasan ekonomi khusus dan kawasan industri, sehingga diperlukan suplai energi listrik yang cukup besar. Kajian akan dihadapkan pada dua kondisi ekonomi, yaitu *Business as Usual*, dimana Provinsi Kalimantan Selatan masih mengalami pemulihan kondisi perekonomian yang merupakan dampak pandemi Covid-19, dan pertumbuhan ekonomi optimis, dimana Provinsi Kalimanatan Selatan mengalami percepatan ekonomi yang ditandai dengan terlaksananya rencana investasi proyek-proyek dalam kawasan ekonomi khusus dan kawasan industri. Metode yang digunakan dalam menentukan kebutuhan energi listrik adalah permodelan ekonometrika dengan pendekatan *Ordinary Least Square* (OLS). Model konsumsi energi listrik menggunakan variabel independent PDRB, jumlah penduduk, tarif rata-rata listrik, dan rasio elektrifikasi. PDRB dimodelkan menggunakan variabel independent jumlah tenaga kerja, pengeluaran pemerintah, dan investasi. Seluruh variabel menggunakan data historis dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2021. Skenario 1 menghasilkan *forecast* PDRB dengan laju pertumbuhan rata-rata 2,72%. Kebutuhan energi listrik dari tahun 2022 sampai dengan 2025 untuk skenario 1 berturut-turut dalam satuan GWh antara lain 3.159,42; 3.228,31; 3.251,60; dan 3.250,94. Skenario 2 menggunakan pertumbuhan ekonomi optimis sebesar 4,3% sebagai acuan *forecast* kebutuhan energi listrik dengan hasil berturut-turut dari tahun 2022 sampai dengan 2025 dalam satuan GWh antara lain 3.164,90; 3.251,73; 3.319,55; dan 3.374,17. Skenario 1 dengan asumsi perekonomian masih dalam masa pemulihan menghasilkan rata-rata pertumbuhan permintaan energi listrik sebesar 1,61%. Sedangkan skenario 2 dengan asumsi terealisasinya proyek kawasan ekonomi khusus dan kawasan industri menghasilkan rata-rata pertumbuhan permintaan energi listrik sebesar 2,55%.

Kata-kata kunci: ekonometrika, elektrifikasi, *forecast*, PDRB

ABSTRACT

The fulfillment of electrical energy demand in South Kalimantan Province is estimated to grow rapidly, with the existence of special economic zones and industrial areas, so a large supply of electrical energy is required. The study will be faced with two economic conditions, namely Business as Usual, where South Kalimantan Province is still experiencing economic recovery due to the impact of the Covid-19 pandemic, and optimistic economic growth, where South Kalimantan Province is experiencing an economic acceleration marked by the implementation of project in special economic zones and industrial areas. The method used in determining electrical energy demand is econometric modeling with the Ordinary Least Square approach. The model uses the independent variables of workers number, government expenditure, investment, population, average electricity tariff, and electrification ratio. All variables use historical data from 2010 to 2021. Scenario 1 produces a GRDP forecast with an average growth rate of 2.72%. The electrical energy demand from 2022 to 2025 for scenario 1 in a row in GWh units includes 3,159.42, 3,228.31, 3,251.60, and 3,250.94. Scenario 2 uses optimistic economic growth of 4.3% as a reference for forecasting electrical energy demand with successive results from 2022 to 2025 in GWh units, including 3,164.90, 3,251.73, 3,319.55, and 3,374.17. Scenario 1, assuming the economy is still in recovery, results in average growth in electrical energy demand of 1.61%. While scenario 2, assuming the realization of special economic zones and industrial estate projects, results in average growth in electrical energy demand of 2.55%.

Keywords: econometric, electrification, forecast, GRDP

Submitted: 11-09-2022; Revised: 11-10-2022; Accepted: 12-10-2022; Available Online: 24-10-2022
Published by: Mining Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Lambung Mangkurat
This is an open access article under the CCBY license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

PENDAHULUAN

Perekonomian Provinsi Kalimantan Selatan akan terus mengalami pertumbuhan yang positif. Saat ini, batubara dan kelapa sawit menjadi komoditas sumber energi yang berperan sangat besar dalam pemulihan ekonomi Provinsi Kalimantan Selatan dari dampak pandemi Covid-19. Harga komoditas yang melambung tinggi saat ini menjadi pemasukkan besar dari sisi ekspor. Namun, batubara sebagai sumber daya energi yang memiliki cadangan yang besar di Provinsi Kalimantan Selatan harapannya dapat lebih dimanfaatkan secara domestik agar ketersediaannya dapat mendorong pembangunan ekonomi berkelanjutan di Provinsi Kalimantan Selatan. Pengelolaan batubara sebagai komoditas tambang dan ekspor harus dapat terkendali. Selain itu, sumber daya energi memiliki volatilitas harga yang tinggi sehingga perlu disiapkan pusat-pusat industri dan bisnis agar visi pembangunan jangka panjang daerah dapat tercapai.

Dalam rangka percepatan pertumbuhan ekonomi, Provinsi Kalimantan Selatan menjadi salah satu provinsi yang mencanangkan Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) dan

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.14358

Kawasan Industri. Penambahan infrastruktur penyedia energi terus dibutuhkan. Walaupun Sebagian besar wilayah telah tersambung dengan jaringan listrik ditandai dengan data statistik PLN pada tahun 2021 menunjukkan Provinsi Kalimantan Selatan telah mencapai rasio elektrifikasi 99%, namun beberapa wilayah seperti Kabupaten Kotabaru dan Kabupaten Balangan masih menunjukkan rasio elektrifikasi yang rendah sehingga infrastruktur penyedia energi listrik tetap terus ditingkatkan agar target rasio eletrifikasi pada tahun 2022-2023 yaitu dapat mencapai nilai 100%.

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, penulis memandang perlunya melakukan kajian mengenai kebutuhan pasokan energi listrik untuk mengatasi permasalahan pemenuhan kebutuhan energi listrik di Provinsi Kalimantan Selatan. Kondisi pertumbuhan ekonomi mempengaruhi tingkat permintaan energi listrik, sehingga kajian akan dihadapkan pada dua kondisi pertumbuhan ekonomi, yaitu:

1. *Business as Usual* (BaU), di mana kondisi perekonomian Provinsi Kalimantan Selatan tidak mengalami percepatan ekonomi.
2. Optimis, di mana kondisi perekonomian Provinsi Kalimanatan Selatan mengalami percepatan ekonomi yang ditandai dengan terlaksananya rencana investasi proyek-proyek dalam KEK dan Kawasan Industri.

Penelitian yang dilakukan merujuk kepada beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan forecast kebutuhan energi listrik serta variabel-variabel yang berpengaruh dalam pembentukan model matematikanya. Kausalitas antara pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi listrik menjadi acuan arah permodelan kebutuhan energi listrik. Kausalitas antara energi dan pertumbuhan ekonomi menghasilkan dua kelompok hipotesa [1]. Kelompok pertama mendukung *neutrality hyphotesis* di mana pertumbuhan ekonomi tetap berjalan walaupun mengalami keterbatasan sumber daya energi. Pemerintah dapat mengimplementasikan regulasi konservasi energi karena adanya perkembangan teknologi serta pemanfaatan energi terbarukan mengakibatkan terbatasnya atau terhambatnya *supply* energi tidak memberikan dampak buruk bagi pertumbuhan energi. Kelompok kedua mendukung *growth hypothesis* yang mana pembatasan konsumsi energi dapat menghambat pertumbuhan ekonomi. Energi adalah penggerak utama agar faktor-faktor produksi dapat bekerja. Sehingga apabila terdapat pembatasan konsumsi energi dapat memberi dampak buruk pada kondisi perekonomian.

Berdasar pada penelitian terdahulu yang pernah dilakukan menghasilkan kesimpulan yaitu kausalitas antara konsumsi energi listrik dan PDRB di Provinsi Kalimantan Selatan adalah hubungan dua arah dimana PDRB merupakan variabel yang mempengaruhi konsumsi energi listrik dan konsumsi energi listrik merupakan variabel yang mempengaruhi PDRB. Hal ini akan menjadi dasar dalam pembentukan model matematika dalam forecast kebutuhan energi listrik di Provinsi Kalimantan Selatan [2].

Permodelan kebutuhan energi listrik dipelbagai penelitian terdahulu menggunakan pendekatan ekonometrika berdasarkan data seri waktu yang dipengaruhi oleh kesamaan variabel yaitu PDB atau PDRB, serta dibagi menjadi pelanggan rumah tangga, komersil, publik dan industri. Variabel lain yang mempengaruhi kebutuhan energi listrik antara lain jumlah penduduk, jumlah pelanggan, rasio elektrifikasi, kapasitas mampu, dan harga listrik [3, 4, 5, 6].

Kebutuhan energi listrik secara signifikan dipengaruhi oleh profil ekonomi suatu negara. Sebagai contoh, tren kebutuhan energi listrik akan berbeda pada negara maju dan negara berkembang [7]. Tingkat pertumbuhan permintaan untuk negara maju adalah 0,7% per tahun, sedangkan di negara berkembang telah meningkat ke tingkat 3% per tahun [8]. Demikian pula, penentu permintaan utama di negara maju dan berkembang juga berbeda. Di negara maju, misalnya, pertumbuhan permintaan sebagian besar didorong oleh digitalisasi dan elektrifikasi. Namun, di negara berkembang, faktor penentu permintaan yang memiliki signifikansi yang relatif lebih besar dalam pertumbuhan konsumsi listrik adalah tingkat pendapatan, output industri, dan sektor jasa. Dengan meningkatnya kegiatan ekonomi, kebutuhan listrik cenderung meningkat [9]. Untuk memprediksi tren permintaan seperti itu dengan akurasi yang lebih tinggi, penyertaan variabel ekonomi dalam model peramalan menjadi yang terpenting [10]. Selain itu, krisis ekonomi di suatu negara juga memiliki efek offset pada permintaan listriknya. Oleh karena itu, sambil membangun model perkiraan permintaan, catatan masa lalu dan kemungkinan krisis ekonomi di masa depan di negara itu juga harus diperhitungkan [11].

Untuk mempelajari hubungan antara sekumpulan variabel (baik dependen maupun independen), analisis regresi menggunakan estimasi Ordinary Least Squares (OLS) untuk menghasilkan parameter ramalan. Keuntungan utama dari analisis regresi adalah memungkinkan untuk mengembangkan hubungan statistik antara variabel dependen dan independen [12]. Misalnya, hubungan antara beban listrik, sebagai variabel terikat, dan PDB, penduduk dan data cuaca, dll, sebagai variabel bebas dapat dibangun. Saat menghasilkan hubungan statistik ini, peneliti diharuskan memiliki pengetahuan tentang pemodelan statistik. Ini menambah kelemahan utama dari analisis regresi. Memanfaatkan data beban per jam terakhir dan data suhu, permintaan listrik jangka pendek untuk Pulau Sulawesi di Indonesia diperkirakan [13]. Di Filipina, beban listrik untuk jaringan diperkirakan menggunakan analisis regresi linier berganda [14]. Model mengambil data beban masa lalu dan rencana pengembangan masa depan sebagai variabel input [15]. Untuk meramalkan konsumsi listrik industri maquiladora negara bagian perbatasan Meksiko, model regresi linier berganda digunakan menggunakan alat regresi Microsoft Excel. Metode regresi berganda ketika diterapkan pada data permintaan listrik India menuai hasil yang cukup sebanding dengan teknik penggunaan akhir parsial [16]. Untuk Afrika Selatan, penggunaan kerangka pemodelan regresi-SARIMA mengungkapkan beberapa variabel penting yang mengatur permintaan di negara tersebut [17]. Berdasarkan data beban masa lalu, peramalan permintaan listrik dilakukan untuk Malaysia menggunakan model ARIMA berbasis regresi [18]. Perbandingan ini menunjukkan MLR menghasilkan perkiraan yang kurang akurat. Demikian pula, model Artificial Neural Network (ANN) mengungguli model MLR sambil memberikan perkiraan jangka panjang untuk konsumsi energi listrik di Thailand [19].

Teknik deret waktu mengacu pada teknik yang diterapkan pada data deret waktu. Teknik ini menggunakan analisis tren untuk memprediksi nilai masa depan [20].

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.14358

Dalam sebagai contoh peramalan beban, nilai beban masa depan tergantung pada nilai yang diamati sebelumnya. Fitur ini memungkinkan teknik deret waktu seperti rata-rata pergerakan terintegrasi otomatis (ARIMA) atau pemulusan eksponensial untuk membuat perkiraan hanya berdasarkan data beban. Oleh karena itu, keuntungan utama dari teknik ini adalah tidak bergantung pada determinan permintaan untuk membuat peramalan yang andal. Hal ini juga menyebabkan kelemahan mendasar dari teknik ini. Ada banyak teknik yang berhubungan dengan data deret waktu [12]. Misalnya, autoregressive and moving average (ARMA), dan variannya, teknik pemulusan eksponensial, model Grey–Markov, model deret waktu struktural, dan teknik Holt–Winter, dan lain-lain. Beberapa teknik ini telah sering digunakan dalam literatur dan menjadikan peramalan deret waktu sebagai salah satu teknik peramalan terkemuka yang digunakan [21].

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam menentukan kebutuhan energi listrik adalah permodelan ekonometrika yang secara prinsip merupakan gabungan dari prinsip ekonomi, matematika, dan statistika. Pemodelan yang dibentuk menggunakan metoda statistik *Ordinary Least Square* (OLS) sehingga dalam penyusunan model konseptual perlu ditentukan variabel eksogen dan endogen. Model PDRB menggunakan variabel independen berupa jumlah tenaga kerja, pengeluaran pemerintah, dan jumlah investasi (lihat Tabel-1). Sedangkan model kebutuhan energi listrik menggunakan variabel independen berupa PDRB Atas Dasar Harga Konstan (ADHK), tarif rata-rata listrik daerah, jumlah penduduk, dan rasio elektrifikasi daerah (lihat Tabel-2). Variable-variabel tersebut merupakan data historis dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2021 (n = 12) yang bersumber dari BPS Indonesia, BPS Kalimantan Selatan, Bank Indonesia, RUPTL, dan Statistik PLN.

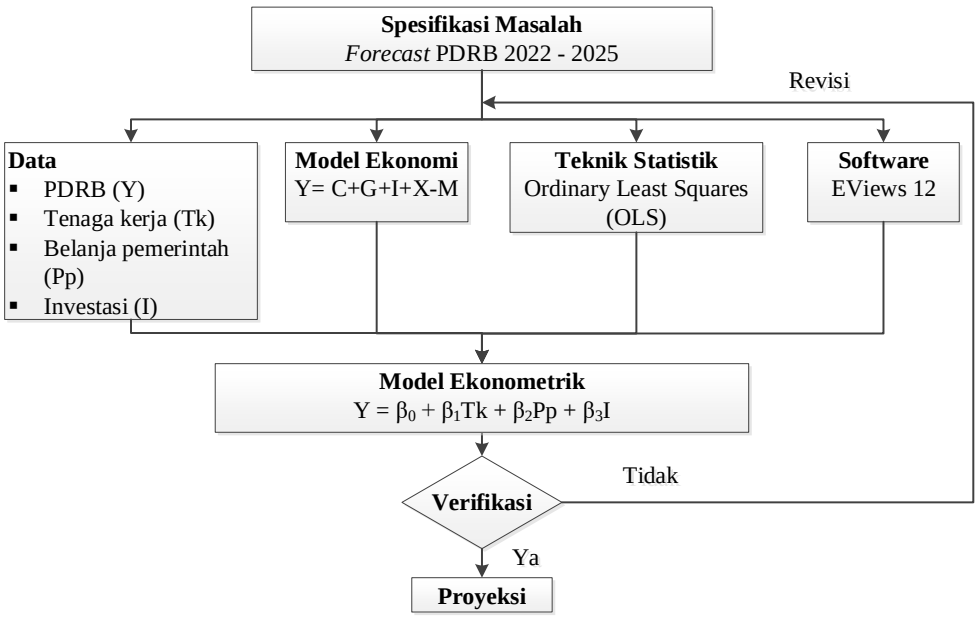
Hubungan antara variabel dependen dan independen ditunjukkan dalam persamaan berdasarkan hubungan data historis dari variabel yang digunakan. Tahap empiris ekonometrika dalam pembentukan model PDRB dapat dilihat pada Gambar-1 dan pembentukan model konsumsi energi listrik dapat dilihat Gambar-2.

Tabel-1. Variabel model PDRB

Variabel	Kode	Satuan	Jenis
PDRB	Y_t	Juta Rupiah	Dependen
Tenaga Kerja	Tk_t	Jiwa	Independen
Pengeluaran Pemerintah	Pp_t	Juta Rupiah	Independen
Investasi	I_t	Milyar Rupiah	Independen

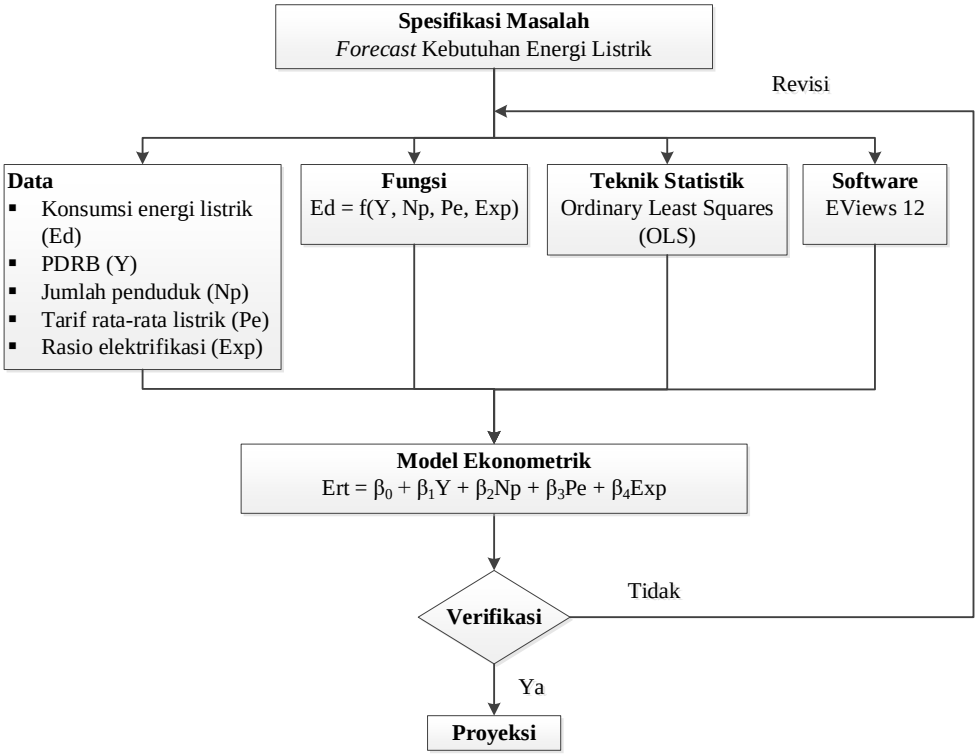
Tabel-2. Variabel model kebutuhan energi listrik

Variabel	Kode	Satuan	Jenis
Konsumsi Energi Listrik	Ed_t	GWh	Dependen
PDRB	Y_t	Juta Rupiah	Independen
Jumlah Penduduk	Np_t	Jiwa	Independen
Tarif Rata-Rata Listrik	Pe_t	Rp/KWh	Independen
Rasio Elektrifikasi	Exp_t	-	Independen



Gambar-1. Tahap permodelan PDRB

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.14358



Gambar-2. Tahap permodelan kebutuhan energi listrik

Regresi linier sederhana dapat menunjukkan perubahan variabel endogen (Y) yang disebabkan oleh berubahnya variabel eksogen (X). Model regresi linier sederhana dapat direpresentasikan pada Persamaan (1) dan regresi linier berganda dapat direpresentasikan pada Persamaan (2).

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + u_i \quad (1)$$

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \ldots + \beta_n X_n + u_i \quad (2)$$

Dimana Yi merupakan variabel dependen, X1 merupakan variabel independent, β_0 merupakan intercept, β1…βn merupakan estimator, dan ui merupakan error.

Parameter β_0 dan β_1 dapat diestimasi dengan pendekatan teknik *Ordinary Least Square* (OLS). Metode OLS digunakan sebagai pengestimasi garis lurus yang mampu melewati titik-titik observasi antara variabel terikat dan variabel penjelas dengan selisih minimal antara data aktual dengan prediksi yang diberikan oleh garis lurus tersebut.

Setelah melakukan estimasi, dilakukan pengujian signifikansi parameter secara statistik. Terdapat dua jenis pengujian, yaitu:

1. Pengujian hipotesis individual menggunakan uji statistik *t-test*.
2. Pengujian hipotesis berganda menggunakan uji statistik *F-test*.

Jika *p value* dari *t* tes atau *F* tes lebih kecil dari nilai α, maka hipotesis null tidak adanya pengaruh individual ataupun secara bersama variabel penjelas ditolak.

Pengujian normalitas dapat menggunakan uji statistik yaitu *Jarque- Bera*.

$$JB = \frac{n}{6}\left(S^2 + \frac{(K-3)^2}{4}\right) \quad (3)$$

Dimana n merupakan banyaknya observasi, S merupakan koefisien *skewness*, dan K merupakan Koefisien *kurtosis*.

Hipotesis null dari uji *JB* adalah bahwa faktor gangguan terdistribusi normal. Jika nilai probabilitas *JB* lebih besar dari nilai α, maka faktor gangguan data yang digunakan terdistribusi secara normal.

OLS merupakan suatu dekomposisi *fitted value* dan residual yang tidak memiliki korelasi pada sampel. Koefisien determinasi (R^2) merupakan ukuran kelayakan sesuai dari model (*goodness of fit*) dimana nilainya terletak antara 0 (nol) sampai dengan 1 (satu). Penambahan regressor tidak akan menurunkan Nilai R^2, namun cenderung memberikan peningkatan nilai R^2. *Adjusted* R^2 merupakan instrument modifikasi dari R^2 untuk mengukur kelayakan dan memberikan penalty atas penambahan variabel penjelas sehingga tidak menurunkan residual secara signifikan.

Model didasarkan pada 10 asumsi yang menyederhanakan, antara lain: model regresi linier dalam parameternya; nilai regresor, *X*, tetap atau nilai *X* berdiri sendiri terhadap faktor kesalahan yang berarti membutuhkan *covariance* nol antara u_i dan setiap variabel *X*; untuk *X* tertentu, nilai rerata gangguan u_i adalah nol; untuk *X* tertentu, varians gangguan u_i konstan atau tidak mengalami heteroskedastisitas; untuk *X* tertentu, tidak mengalami autokorelasi, atau korelasi serial di antara faktor gangguan; jumlah observasi *n* harus lebih besar dari jumlah parameter yang diestimasi; terdapat variasi yang cukup pada nilai variabel *X*; tidak boleh terjadi kolinearitas di antara variabel-variabel *X*; model secara benar terspesifikasi sehingga tidak terdapat bias spesifikasi; dan faktor (gangguan) stokastik u_i terdistribusi normal. Jika asumsi-asumsi tersebut dapat dipenuhi, maka parameter-parameter yang diperoleh menggunakan OLS bersifat *Best Linier Unbiased Estimator* (BLUE) [22].

Autokorelasi merupakan sifat pada residual regresi yang tidak bebas antara satu observasi terhadap observasi

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.14358

lainnya, atau secara formal. Autokorelasi adalah fenomena yang mungkin terjadi dalam pembentukan persamaan regresi akibat hubungan antara variabel endogen dari variabel penjelas yang tidak tepat spesifikasinya sehingga dampak faktor yang tidak termasuk ke dalam persamaan regresi akan terlihat dalam pola residual [23]. Pengujian dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu melakukan observasi pada grafik residual terhadap waktu, uji statistik *Durbin Watson*, dan pengujian korelasi serial linier berorde tinggi (*Breusch-Godfrey test*).

Aturan penolakan hipotesis null pada statistik *Durbin Watson* yaitu tidak ada autokorelasi. Jika [$4 - d_l < DW < 4$], maka *Negative Autocorrelation*; jika [$4 - d_u < DW < 4 - d_l$], maka *Indeterminate*; jika [$2 < DW < 4 - d_u$], maka *No Autocorrelation*; [$d_l < DW < d_u$], maka *Indeterminate*; jika [$0 < DW < d_l$], maka *Postive Autocorrelation.*

Homoskedastisitas terjadi pada varians residual yang tidak mengalami perubahan walaupun terjadi perubahan pada satu atau lebih variabel bebas dan jika mengalami perubahan maka persamaan regresi mengalami heteroskedastis. Heteroskedastis dapat menyebabkan bias pada standar eror dari persamaan regresi. Terdapat dua metode dalam pengujian heteroskedastisitas yakni:

1. *Breusch-Pagan Test*

Statistik F_{ht} dan LM masing-masing didistribusikan mengikuti F (derajat bebas: *k, n – k – 1*) dan *chi square*, χ^2 (derajat bebas = k). Kriteria *rejection rule* ialah nilai kritis atau *p value* pada α yang relevan. Jika hipotesis null ditolak maka hal tersebut merupakan indikasi bahwa model mengalami heteroskedastisitas.

2. *White Test*

Asumsi homoskedastisitas dapat diperlunak dengan pernyataan bahwa residual kuadrat tidak berkorelasi dengan variabel independent secara menyeluruh, kuadrat variabel independen, dan *cross product*. Kriteria *rejection rule* dapat dilakukan sama seperti pada *Breusch-Pagan Test* [24].

Multikolinearitas adalah fenomena *sampling* bukan pada populasi [22]. Multikolinearitas tidak akan mengubah sifat parameter dalam persamaan regresi yang dibentuk sebagai *Best Linier Unbiased Estimator*. Parameter yang diperoleh valid mencerminkan kondisi populasi. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengukur derajat kolinearitas adalah:

1. R^2 yang tinggi tetapi sedikit variabel yang signifikan mengindikasikan model mengalami multikolinearitas.
2. [25] Koefisien korelasi yang tinggi di antara regressor bersifat korelasi berpasangan (*zero order correlation*) yang menunjukkan korelasi di antara variable *xi*.
3. *Overall significance* (*F test*) *dari Auxiliary Regression*. Suatu regresi *auxiliary* yang signifikan mendukung dugaan atas adanya multikolinearitas.

Salah satu penggunaan persamaan regresi adalah untuk kebutuhan proyeksi atau *forecast*. Terdapat dua aspek yang biasanya menjadi perhatian, yakni:

1. Rentang proyeksi. Interval peramalan dengan probabilitas (selang keyakinan) terbesar. Selang keyakinan (1 - α) yang umum digunakan adalah 90%, 95%, dan 99%.
2. Tingkat akurasi peramalan, yang diukur dengan seberapa besar deviasi proyeksi terhadap nilai aktual.

Pengukuran akurasi model regresi dapat dilakukan di dalam sampel (*in sample*) dan di luar sampel (*out of sample*) [23]. Kebutuhan akan estimasi persamaan regresi yang tidak berubah pada seri waktu prediksi menjadi indikator kualitas prediksi regresi. Instrumen-instrumen yang dapat digunakan untuk mengukur akurasi persamaan regresi salah satunya adalah *Theil's Inequality Coefficient* (THEIL) dengan formula pengukuran yang dapat dilihat pada Persamaan (4).

$$THEIL = \frac{\sqrt{\left(\frac{1}{T}\right)\sum_{t=1}^{T}\left(y_t - y_{f,t}\right)^2}}{\sqrt{\left(\frac{1}{T}\right)\sum_{t=1}^{T} y_t{}^2} + \sqrt{\left(\frac{1}{T}\right)\sum_{t=1}^{T} y^2{}_{f,t}}} \quad (4)$$

di mana y_t; $y_{f,t}$ merupakan data aktual dan hasil proyeksi variabel dependen, T merupakan jumlah periode observasi. [26] *Theil's Inequality* (statistik U) memiliki nilai di antara 0 dan 1. Apabila *Theil's Inequality Coefficient* semakin mendekati nol mengindikasikan semakin baiknya kinerja persamaan regresi untuk dapat memproyeksikan nilai variabel dependen. *Theil's Inequality* dapat diuraikan menjadi 3 (tiga), yakni bias proportion (U_B), variance proportion (U_V), dan covariance proportion (U_C). Revisi persamaan regresi dibutuhkan apabila nilai bias proportion (U_B), yakni di atas 0,1 atau 0,2. Hal ini menunjukkan indikasi terjadinya bias yang sistematis pada persamaan regresi. Apabila variance proportion (U_V) bernilai lebih dari 1 (satu) mengindikasikan bahwa nilai aktual lebih berfluktuasi dibandingkan nilai proyeksi. Dengan perkataan lain, model belum dapat dimasukkan pola fluktuasi yang ada, sehingga perlu direvisi. Apabila nilai covariance proportion (U_C) semakin mendekati 1 (satu), hal ini mengindikasikan persamaan regresi yang baik dalam memproyeksikan nilai variabel dependen.

Peramalan dengan pendekatan metode *exponential smoothing* dapat menjadi pilihan dengan akurasi identifikasi model yang dihasilkan dengan upaya yang minimal. Model *simple smoothing* merupakan pembobotan dari *moving average*. Parameter *smoothing* diperoleh dengan perkiraan yang sama dengan peramalan pada *moving average* tanpa pembobotan. S*imple smoothing* memiliki signifikansi yang lebih akurat dari pada *moving average* tanpa pembobotan dalam sampel 1001 *time series*. Banyak penelitian menggunakan asumsi nilai parameter *smoothing* (α) antara 0-1, walaupun dalam prakteknya dibatasi antara 0,10-0,30. Beberapa model kompleks memiliki nilai α terbaik pada 0,30 selama proses *model-fitting*. Formulasi model *exponential smoothing* lain yang biasa digunakan adalah *linear trend*. Model Holt-Winter dibangun dengan pertimbangan heuristic menggunakan parameter terpisah pada level *smoothing* dan tren dari *time series.* Parameter yang umumnya digunakan dalam model berdasarkan rekomendasi Holt-Winter berbeda dengan yang digunakan dalam *simple smoothing*. Nilai parameter yang digunakan adalah kurang dari 0,3. Penggunaan nilai parameter ini memudahkan dalam mendeteksi bias error. Hal ini dikarenakan model memiliki kecenderungan melampaui perubahan tiba-tiba dalam *time series*, seperti peningkatan dalam level.

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.14358

HASIL DAN DISKUSI

Model PDRB

Pembentukan model PDRB (Y_t) dipengaruhi oleh variabel jumlah tenaga kerja (Tk_t), investasi (I_t), dan pengeluaran pemerintah (Pp_t). Hasil persamaan matematika yang dibentuk dapat dilihat pada Persamaan (5).

$$Y_t = 117{,}353663(Tk_t) + 479{,}278215(Pp_t) + 0{,}2581013(I_t) - 123.137.905{,}885$$
$$R^2 = 0{,}987380 \qquad SE = 4{,}06 \times 10^{13} \qquad (5)$$

Permodelan matematika disusun menggunakan OLS dalam penentuan parameternya. Pengujian model dilakukan untuk mengetahui apakah persamaan matematika yang dibentuk telah memenuhi asumsi-asumsi klasik sehingga parameter yang diperoleh bersifat BLUE (*Best Linier Unbiased Estimator*). Pengujian normalitas juga disertakan karena jumlah data historis untuk setiap variabel model PDRB kurang dari 30 data (n = 12) sehingga hasil pengujian dalam *t-test* memungkinkan tidak valid.

Hasil pengujian pada Tabel-3 memperlihatkan model lolos pengujian. Model memiliki residual yang terdistribusi normal, tidak mengalami autokorelasi dan heteroskedastisitas, dan variabel-variabel bebas signifikan mempengaruhi variabel terikat. Pengujian berikutnya yang dilakukan adalah uji multikolinearitas. Hasil pengujian multikolinearitas menunjukkan model tidak mengalami multikolinearitas karena semua nilai korelasi *Spearman* antara variabel independent adalah kurang dari 0,8.

Berdasarkan pengujian-pengujian asumsi klasik dapat dikatakan bahwa model bersifat *goodness of fit* dengan nilai R^2 sebesar 0,98738 dan parameter bersifat BLUE (*Best Linier Unbiased Estimator*). Hasil verifikasi menunjukkan model dapat digunakan untuk melakukan peramalan PDRB.

Pengukuran akurasi model (*in sample*) dilakukan dengan instrument THEIL. Pengukuran akurasi model juga dapat dilihat dengan menggunakan grafik perbandingan antara data aktual dengan hasil proyeksi dalam sampel (lihat Gambar-3).

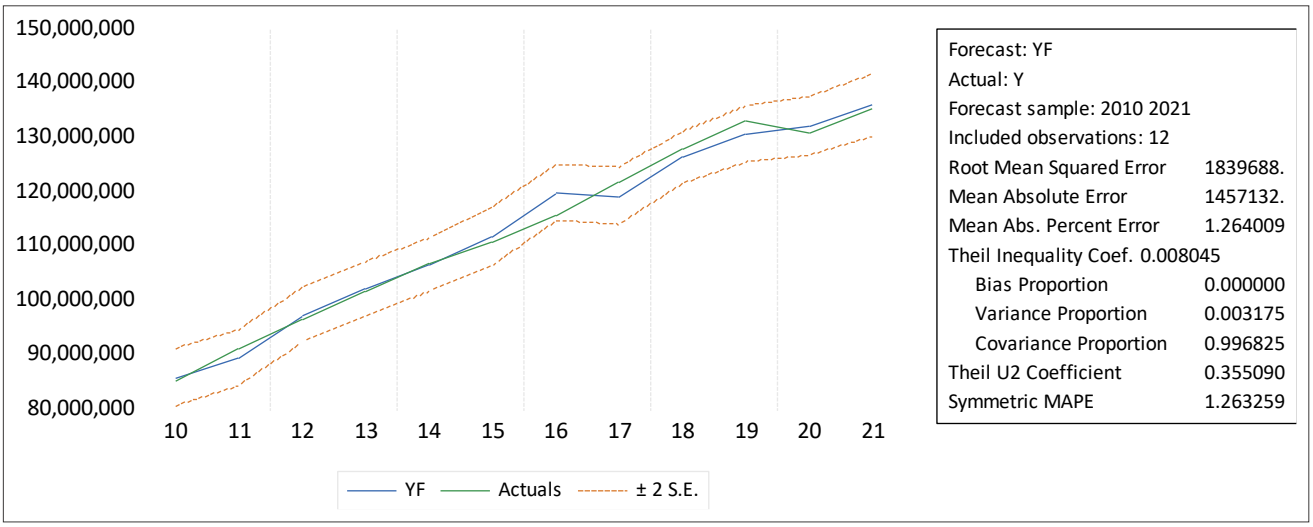
Akurasi model PDRB menunujukkan bahwa model yang telah dibangun berkinerja baik dalam memproyeksikan nilai variabel dependen yang ditunjukkan nilai proporsi kovarian (U_C) yang mendekati 1 yaitu sebesar 0,996825. Nilai proporsi bias (U_B) model kurang dari 0,1 yaitu sebesar 0,000000 menunjukkan model tidak bias. Nilai proporsi varian (U_v) yang kurang dari 1 yaitu sebesar 0,003175 menunjukkan tidak terjadi fluktuasi antara nilai aktual jika dibandingkan dengan nilai proyeksi.

Berdasarkan model matematika yangg dibentuk menunjukkan bahwa seluruh variabel bebas memiliki hubungan searah dengan variabel terikatnya sehingga ketika terjadi peningkatan jumlah tenaga kerja, nilai investasi, pengeluaran pemerintah maka mendorong peningkatan PDRB, begitu pula sebaliknya.

Tabel-3. Hasil pengujian asumsi klasik model PDRB

Pengujian	*Pvalue*	Hipotesis Null	Syarat	Keterangan
Normalitas				
Jarque-Bera	0,841188	Residual terdistribusi normal	Pvalue > α	Hipotesa diterima
Signifikansi				
F test	0,000000	Variabel bebas tidak mempengaruhi variabel terikat	Pvalue > α	Hipotesa ditolak
Autokorelasi				
Durbin-Watson	2,140079	Tidak terjadi autokorelasi	DW > 2	Hipotesa diterima
Heteroskedastisitas				
Breusch-Pangan-Godfrey Test	0,1162	Tidak terjadi heteroskedastisitas	Pvalue > α	Hipotesa diterima

**) nilai α = 0,05 (5%)*



Gambar-3. Grafik akurasi model PDRB

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.14358

Model Kebutuhan Energi Listrik

Model kebutuhan energi listrik dibentuk berdasarkan variabel tarif rata-rata listrik, PDRB, jumlah penduduk, dan rasio elektrifikasi menghasilakan persamaan matematika yang dapat dilihat pada Persamaan (6). Permodelan matematika disusun menggunakan OLS dalam penentuan parameternya. Pengujian normalitas disertakan karena jumlah data historis untuk setiap variabel model kurang dari 30 data (n = 12) sehingga hasil pengujian dalam *t-test* memungkinkan tidak valid. Pengujian model dilakukan untuk mengetahui apakah model telah memenuhi asumsi-asumsi klasik sehingga parameter yang diperoleh bersifat BLUE (*Best Linier Unbiased Estimator*).

$$Ed_t = 0{,}000448934966738(Y_t) + 0{,}300849094737(Pe_t) - 0{,}00127069729882(Np_t) - 183{,}444785352(Exp_t) + 2.074{,}19571566$$

$$R^2 = 0{,}991124 \qquad SE = 66{,}81986 \qquad (6)$$

Hasil pengujian dengan menggunakan *Durbin-Watson* menunjukkan terjadinya autokorelasi karena nilai uji kurang dari 2 (1,133957) sehingga perlu dilakukan koreksi dalam pembentukan model. Koreksi model dilakukan dengan menambahkan lag 1 pada variabel konsumsi energi listrik dan tarif listrik sebagai variabel bebas. Permodelan matematika dapat dilihat pada Persamaan (7).

Hasil pengujian pada model yang dikoreksi menunjukkan nilai *Durbin-Watson* lebih dari 2 (2,203008) yang menunjukkan bahwa model tidak mengalami autokorelasi. Pengujian lainnya juga dilakukan dan menunjukkan bahwa model meiliki residual yang terdistribusi normal, tidak mengalami heteroskedastisitas, dan variabel-variabel bebas signifikan mempengaruhi variabel terikat.

$$Ed_t = 0{,}728677318397(Ed_{t-1}) + 0{,}000007767953664(Y_t) - 0{,}392965351687(Pe_t) - 0{,}274052860012(Pe_{t-1}) + 0{,}00029042856129(Np_t) + 705{,}519543781(Exp_t) - 1.304{,}72772618$$

$$R^2 = 0{,}995194 \qquad SE = 56{,}31341 \qquad (7)$$

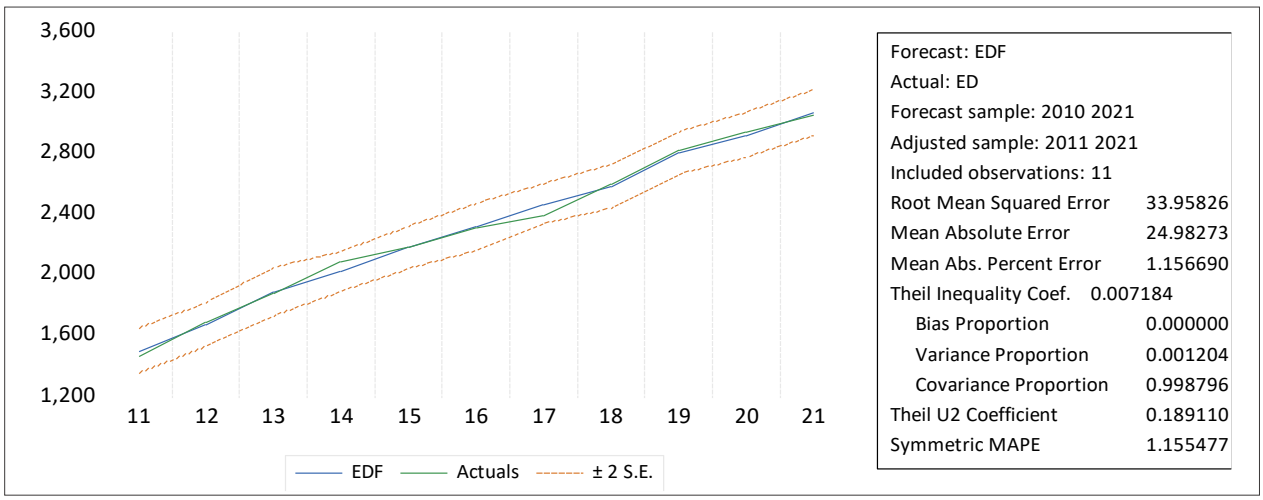
Berdasarkan Gambar-4 yang menampilkan grafik serta hasil pengukuran akurasi model kebutuhan energi listrik menunujukkan bahwa model yang telah dibangun berkinerja baik dalam memproyeksikan nilai variabel dependen yang ditunjukkan nilai proporsi kovarian (U_C) yang mendekati 1 yaitu sebesar 0,998796. Nilai proporsi bias (U_B) model kurang dari 0,1 yaitu sebesar 0,000000 menunjukkan model tidak bias. Berdasarkan nilai proporsi varian (U_v) yang kurang dari 1 yaitu sebesar 0,001204 menunjukkan nilai aktual tidak fluktuatif jika dibandingkan dengan nilai proyeksi.

Berdasarkan pengujian-pengujian asumsi klasik yang telah dilakukan di atas dapat dikatakan bahwa model bersifat *goodness of fit* dengan nilai R^2 sebesar 0,995194 dan parameter bersifat BLUE (*Best Linier Unbiased Estimator*). Hasil verifikasi menunjukkan model dapat digunakan untuk melakukan peramalan kebutuhan energi listrik.

Tabel-4. Hasil pengujian asumsi klasik model kebutuhan energi listrik

Pengujian	*Pvalue*	Hipotesis Null	Syarat	Keterangan
Normalitas				
Jarque-Bera	0,89230	Residual terdistribusi normal	Pvalue > α	Hipotesa diterima
Signifikansi				
F test	0,000138	Variabel bebas tidak mempengaruhi variabel terikat	Pvalue > α	Hipotesa ditolak
Autokorelasi				
Durbin-Watson	2,203008	Tidak terjadi autokorelasi	DW > 2	Hipotesa diterima
Heteroskedastisitas				
Breusch-Pangan-Godfrey Test	0,4254	Tidak terjadi heteroskedastisitas	Pvalue > α	Hipotesa diterima

**) nilai α = 0,05 (5%)*



Gambar-4. Grafik akurasi model kebutuhan energi listrik

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.14358

Berdasarkan model matematika yangg dibentuk menunjukkan bahwa variabel bebas yang terdiri dari konsumsi energi listrik lag 1, jumlah penduduk, PDRB, dan rasio elektrifikasi memiliki hubungan searah dengan variabel terikatnya sehingga ketika terjadi peningkatan pada variabel-variabel tersebut maka dapat mendorong peningkatan kebutuhan energi listrik, begitu pula sebaliknya. Berbeda halnya dengan variabel tarif listrik yang memiliki hubungan berbanding terbalik, sehingga saat terjadi penurunan tarif listrik maka akan mendorong peningkatan kebutuhan energi listrik dan begitu pula sebaliknya.

Forecast Kebutuhan Energi Listrik

Analisis penelitian didasarkan pada hasil simulasi konsumsi energi listrik yang dipengaruhi oleh target PDRB dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2025. Hubungan kausalitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah *uni-direction*, di mana kebutuhan energi listrik dipengaruhi oleh pertumbuhan ekonomi namun tidak sebaliknya. PDRB merepresentasikan indikator ekonomi. Pertumbuhan ekonomi yang digunakan adalah pertumbuhan PDRB. Terdapat dua skenario yang mendasari simulasi *forecast* kebutuhan energi listrik Provinsi Kalimantan Selatan, yaitu :

1. Skenario 1: *forecast* kebutuhan energi listrik dipengaruhi oleh PDRB yang merupakan hasil peramalan model PDRB dengan data historis tahun 2010 sampai dengan 2021, dan
2. Skenario 2: *forecast* kebutuhan energi listrik dipengaruhi oleh pertumbuhan PDRB optimis sebesar 4,3%.

Skenario 1 merupakan skenario untuk mengetahui kebutuhan energi listrik Provinsi Kalimantan Selatan dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2025 berdasarkan hasil peramalan dari permodelan PDRB. Variabel-variabel independen diramalkan menggunakan metode *exponential smoothing Holt-Winter linear trend*. Metode *Holt-Winter linear trend* terbagi menjadi tiga yaitu *non-seasonal*, *additive seasonal*, dan *multiplicative seasonal*. Nilai parameter yang digunakan dalam metode ini memudahkan dalam mendeteksi adanya bias eror yang diakibatkan oleh kecenderungan suatu data *time series* melampaui perubahan tiba-tiba.

Pemilihan metode dalam peramalan didasarkan perbandingan nilai *Root Mean Squared Error* (RMSE) terkecil yang dihasilkan oleh ketiga metode peramalan tersebut. RMSE merupakan instrumen yang mengukur akurasi proyeksi apakah struktur serta asumsi yang digunakan ketika mengestimasi tidak berubah pada priode prediksi. Pemilihan metode peramalan yang digunakan untuk variabel-variabel independen dari model PDRB dan model kebutuhan energi listrik dapat dilihat pada Tabel-5. Hasil peramalan variable independen dari model PDRB dan model kebutuhan energi listrik Kalimantan Selatan dari tahun 2022 hingga 2025 dapat dilihat pada Tabel-6 dan Tabel-7.

Tabel-5. Pemilihan metode peramalan variabel independent

Variabel Independen	*Root Mean Squared Error* (RMSE)			Pemilihan Metode *Exponential Smoothing*
	Non-Seasonal	*Additive Seasonal*	*Multiplicative Seasonal*	
Tenaga Kerja	13.901	10.830	10.791	*Multiplicative Seasonal*
Pengeluaran Pemerintah	2.248	1.973	1.720	*Multiplicative Seasonal*
Investasi	3.297.133	3.227.912	3.232.668	*Additive Seasonal*
Tarif Listrik	59,51293	69,41017	79,48148	*Non-Seasonal*
Jumlah Penduduk	67.341	66.360	66.164	*Multiplicative Seasonal*
Rasio Elektrifikasi	0,016851	0,013896	0,014492	*Additive Seasonal*

Tabel-6. Hasil peramalan PDRB skenario 1

Tahun	PDRB (Juta Rupiah)	Tenaga Kerja	Pengeluaran Pemerintah (Juta Rupiah)	Investasi (Milyar Rupiah)
2022	140.530.229	2.161.402	13.794	13.205.405
2023	144.807.777	2.187.463	13.405	18.652.383
2024	147.092.188	2.212.651	11.791	19.047.625
2025	150.761.100	2.248.874	9.402	21.229.040

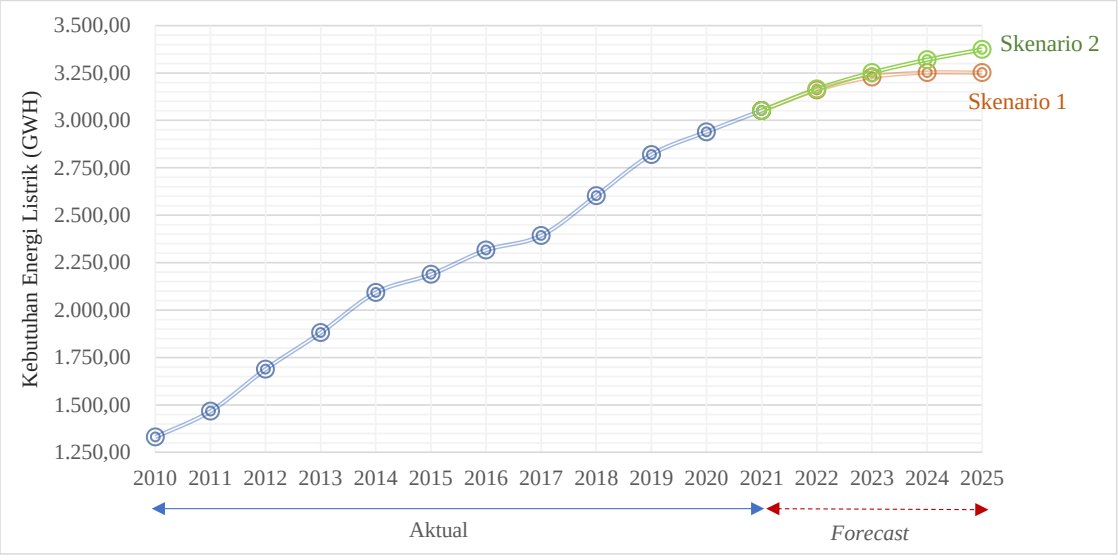
Tabel-7. Hasil peramalan kebutuhan energi listrik skenario 1

Tahun	Kebutuhan Listrik (GWh)	PDRB (Juta Rupiah)	Jumlah Penduduk	Tarif Listrik (Rp/KWh)	Rasio Elektrifikasi
2022	3.159,42	140.530.229	4.072.231	1.124,23	100%
2023	3.228,31	144.807.777	4.016.229	1.165,17	100%
2024	3.251,60	147.092.188	3.956.488	1.206,10	100%
2025	3.250,94	150.761.100	3.891.696	1.247,03	100%

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.14358

Tabel-8. Hasil peramalan kebutuhan energi listrik skenario 2

Tahun	Kebutuhan Listrik (GWh)	Pertumbuhan Ekonomi	PDRB (Juta Rupiah)
2022	3.164,90	4,3%	141.235.604
2023	3.251,73	4,3%	147.308.735
2024	3.319,55	4,3%	153.643.010
2025	3.374,17	4,3%	160.249.660



Gambar-5. Grafik skenario kebutuhan energi listrik Provinsi Kalimantan Selatan

Skenario 2 merupakan skenario untuk mengetahui kebutuhan energi listrik Provinsi Kalimantan Selatan dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2025 menggunakan proyeksi PDRB berdasarkan target pertumbuhan PDRB optimis yaitu sebesar 4,3%. Sedangkan variabel independent lainnya seperti jumlah penduduk, tarif listrik, dan rasio elektrifikasi mengikuti hasil peramalan yang sama dengan skenario 1. Hasil peramalan kebutuhan energi listrik dapat dilihat pada Tabel-8.

Perbandingan kebutuhan energi listrik Provinsi Kalimantan Selatan sesuai dengan kondisi ekonomi yang ditargetkan dalam masing-masing skenario dapat dilihat dari grafik pada Gambar-5.

Diskusi

Pengkajian kebutuhan energi listrik di Provinsi Kalimantan Selatan dibutuhkan karena *forecast* kebutuhan energi listrik menjadi input penting dalam rencana dan realisasi penambahan pembangkit listrik, jaringan transmisi dan distribusi, termasuk interkoneksi listrik, sehingga pertumbuhan ekonomi berkelanjutan yang ditargetkan pemerintah melalui Kawasan Ekonomi Khusus dan Kawasan Industri dapat tercapai. Daerah yang sedang dalam proses menjadi Kawasan Industri adalah Batulicin dan Jorong yang mana telah masuk kedalam Proyek Strategis Nasional (PSN). Terdapat empat daerah lagi yang akan dikembangkan yaitu Kawasan Ekonomi Khusus Mekar Putih di Kotabaru, Kawasan Industri Mantuil di Banjarmasin, Kawasan Industri Saradang di Tabalong, dan Kawasan Industri Candi Laras Utara dan Selatan di Tapin.

Kawasan Industri menjadi pilihan yang tepat dicanangkan dalam rangka percepatan pertumbuhan ekonomi di Provinsi Kalimantan SelatanBerdasarkan analisis *backward* dan *forward linkage* Provinsi Kalimantan Selatan, sektor industri pengolahan merupakan sektor kunci yang memberikan dampak pembangunan berkelanjutan. [28]. Selain sektor industri pengolahan, sektor transportasi dan pergudangan juga termasuk sektor kunci pembangunan ekonomi berkelanjutan di Provinsi Kalimantan Selatan. Nilai *multipliers effect* yang tinggi juga didominasi oleh sektor industri pengolahan, kemudian diikuti oleh sektor pengadaan listrik dan gas dan sektor transportasi dan pergudangan [29]. Peningkatan produksi, pendapatan, tenaga kerja, nilai tambah, investasi, dan surplus usaha pada sektor industri memberikan dampak peningkatan yang besar pula terhadap sektor ekonomi yang lain.

Pandemi Covid-19 memberi dampak penurunan pertumbuhan ekonomi hingga -1,82% pada tahun 2020. Setiap sektor ekonomi membutuhkan waktu pemulihan khususnya sektor-sektor seperti pariwisata dan transportasi. Kondisi ekonomi menjadi acuan dalam pembedaan skenario forecast kebutuhan energi listrik. Kondisi yang mempertimbangkan pertumbuhan ekonomi dalam masa pemulihan menggunakan pendekatan peramalan *time series*. Kondisi pertumbuhan ekonomi optimis mempertimbangkan realisasi rencana pengembangan kawasan industri. Selain itu, pertumbuhan ekonomi yang positif di Provinsi Kalimantan Selatan sampai saat ini sangat didukung oleh perkebunan kelapa sawit dan pengusahaan tambang batubara. Namun laju produksi batubara yang tumbuh dengan cepat dan sebagian besar dari produksi tersebut diekspor dalam bentuk komoditas raw material ditakutkan tidak dapat memenuhi kebutuhan pasokan batubara yang diproyeksikan dalam Buku Bauran

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.14358

Energi Nasional Tahun 2020 untuk memenuhi target pembangkit-pembangkit listrik domestik.

Berdasarkan perbandingan hasil proyeksi, skenario 1 dengan asumsi perekonomian masih dalam masa pemulihan menghasilkan rata-rata pertumbuhan permintaan energi listrik sebesar 1,61%, sedangkan skenario 2 dengan asumsi terealisasinya proyek kawasan ekonomi khusus dan kawasan industri menghasilkan rata-rata pertumbuhan permintaan energi listrik sebesar 2,55%. Hasil proyeksi kebutuhan energi listrik menjadi masukkan yang sangat penting dalam perencanaan dan evaluasi kebutuhan pembangkit listrik yang ada di Provinsi Kalimantan Selatan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Parameter yang mempengaruhi kebutuhan energi listrik adalah PDRB dan jumlah penduduk yang merepresentasikan indikator ekonomi serta tarif rata-rata listrik dan rasio elektrifikasi merupakan representasi dari konsumsi energi listrik permintaan akhir. PDRB adalah parameter yang dipengaruhi oleh jumlah tenaga kerja, pengeluaran pemerintah, dan investasi.
2. Simulasi kebutuhan energi listrik Provinsi Kalimantan Selatan dari tahun 2022 sampai dengan 2025 dibagi menjadi dua skenario yang didasarkan pada kondisi perekonomian dengan indikator PDRB yaitu skenario 1 (*Business as Usual*) dan skenario 2 (pertumbuhan ekonomi optimis).
   a. Skenario 1 dengan pertumbuhan ekonomi 2,72% per tahun memprediksikan kebutuhan energi listrik dari tahun 2022 sampai dengan 2025 berturut-turut sebesar 3.159,42; 3.228,31; 3.251,60; dan 3.250,94 GWh serta pertumbuhan kebutuhan energi listrik rata-rata sebesar 1,61% per tahun..
   b. Skenario 2 dengan pertumbuhan ekonomi 4,3% per tahun memprediksikan kebutuhan energi listrik dari tahun 2022 sampai dengan 2025 berturut-turut sebesar 3.164,90; 3.251,73; 3.319,55; dan 3.374,17 GWh serta pertumbuhan kebutuhan energi listrik rata-rata sebesar 2,55% per tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Lambung Mangkurat atas Program Dosen Wajib Meneliti tahun 2022 yang telah memberi dukungan pembiayaan terhadap penelitian ini berdasarkan DIPA Universitas Lambung Mangkurat Tahun Anggaran 2022 Nomor : SP DIPA – 023.17.2.677518/2022 tanggal 17 November 2021, Universitas Lambung Mangkurat, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan sesuai dengan SK Rektor Universitas Lambung Mangkurat Nomor: 458/UN8/PG/2022 Tanggal 28 Maret 2022.

DAFTAR ACUAN

[1] Y. Suryanto, "Konsumsi Energi Listrik Dan Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia: Aplikasi dan Model," *MAJALAH. indd Spread*, pp. 10-20, 2013.

[2] K. S. Putri and H. N. Fikri, "Electricity Consumption and Gross Regional Domestic Product Nexus in Kalimantan Selatan Province: Cointegration and Causality Analysis," in *Proceedings of the 1st International Conference on Research in Social Sciences and Humanities*, Jakarta, 2021.

[3] M. Subekti, I. A. Rahardjo and D. Rosyanti, "Forecasting electrical energy demand of PT. PLN (Persero) UP3 Sukabumi using analytical, econometrics, and trends methods," in *Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2021.

[4] V. M. Pakpahan and P. S, "Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Kota Parapat Tahun 2018 Sampai Dengan 2022 Sebagai Kawasan Strategis Nasional Danau Toba," *Jurnal ELTIKOM*, vol. 5, no. 1, pp. 1-11, 2021.

[5] M. Franco, D. Blanco, W. Blequett, M. Guglia and E. Alvarado, "Cointegration methodology and error correction model used to forecast the electricity demand of the Venezuelan electric system-Period 2004–2024," in *2006 IEEE/PES Transmission & Distribution Conference and Exposition: Latin America*, 2006.

[6] L. Suganthi and A. A. Samuel, "Energy models for demand forecasting-A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, no. 2, pp. 1223-1240, 2012.

[7] A. A. Mir, M. Alghassab, K. Ullah, Z. A. Khan, Y. Lu and M. Imran, "A Review of Electricity Demand Forecasting in Low and Middle Income Countries: The Demand Determinants and Horizons," *Sustainability*, vol. 12, no. 15, pp. 1-35, 2020.

[8] IEA, "World Energy Outlook 2019," Paris, 2019.

[9] H. Son and C. Kim, "A Deep Learning Approach to Forecasting Monthly Demand for Residential–Sector Electricity," *Sustainability*, vol. 12, no. 8, p. 3103, 2020.

[10] D. Liu, K. Sun, H. Huang and P. Tang, "Monthly Load Forecasting Based on Economic Data by Decomposition Integration Theory," *Sustainability*, vol. 10, no. 9, p. 3282, 2018.

[11] E. Erdogdu, "Electricity demand analysis using cointegration and ARIMA modelling: A case study of Turkey," *Energy Policy*, vol. 35, no. 2, pp. 1129-1146, 2007.

[12] T. Hong and S. Fan, "Probabilistic electric load forecasting: A tutorial review," *International Journal of Forecasting*, vol. 32, no. 3, pp. 914-938, 2016.

[13] N. Amral, C. S. Özveren and D. King, "Short term load forecasting using multiple linear regression," in *42nd International Universities Power Engineering Conference*, Brighton, 2007.

[14] K. R. M. Supapo, R. V. M. Santiago and M. C. Pacis, "Electric load demand forecasting for Aborlan-Narra-Quezon distribution grid in Palawan using multiple linear regression," in *9th International Conference on HNICEM*, Manila, 2017.

[15] C. E. Flores, P. E. Phelan, J. I. Mou and H. Bryan, "Forecasting the electricity consumption of the Mexican border states maquiladoras," *International Journal of Energy Research*, vol. 28, no. 7, pp. 641-660, 2004.

[16] T. A. Wani and M. Shiraz, " Electricity Demand Forecasting Using Regression Techniques," in *Advances in Energy and Built Environment*, Singapore, Springer, 2020, pp. 111-121.

[17] D. Chikobvu and C. Sigauke, "Regression-SARIMA modelling of daily peak electricity demand in South Africa," *Journal of Energy in Southern Africa*, vol. 23, no. 3, pp. 23-30, 2012.

[18] N. H. Miswan, R. M. Said and S. H. H. Anuar, "ARIMA with regression model in modelling electricity load demand," *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, vol. 8, no. 12, pp. 113-116, 2016.

[19] K. Panklib, C. Prakasvudhisarn and D. Khummongkol, "Electricity Consumption Forecasting in Thailand Using an Artificial Neural Network and Multiple Linear Regression," *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, vol. 10, no. 4, pp. 427-433, 2015.

[20] H. S. Hippert, C. E. Pedreira and R. C. Souza, "Neural networks for short-term load forecasting: A review and evaluation," *IEEE Transactions on power systems*, vol. 16, no. 1, pp. 44-55, 2001.

[21] C. Kuster, Y. Rezgui and M. Mourshed, "Electrical load forecasting models: A critical systematic review," *Sustainable Cities and Society*, vol. 35, pp. 257-270, 2017.

[22] D. N. Gujarati and D. C. Porter, Basic Econometrics, 5th ed., N. Fox, Ed., New York: McGraw-Hill/Irwin, 2009.

[23] B. Vogelvang, Econometrics: Theory and Applications With Eviews, Harlow, Essex: Pearson Education Limited, 2005.

[24] H. White, "A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity," *Econometrica: journal of the Econometric Society*, vol. 48, no. 4, pp. 817-838, 1980.

[25] D. E. Farrar and R. R. Glauber, "Multicollinearity in regression analysis: the problem revisited," *The Review of Economics and Statistics*, vol. 49, no. 1, pp. 92-107, 1967.

[26] R. S. Pindyck and D. L. Rubinfeld, Econometric Models and Economic Forecasts, 4th ed., NewYork: McGraw-Hill, 1990.

[27] E. S. Gardner Jr, "Exponential smoothing: The state of the art," *Journal of forecasting*, vol. 4, no. 1, pp. 1-28, 1985.

[28] K. S. Putri, Riswan and I. Rahman, "Mining sector in the economic structure of South Kalimantan Province: direct and indirect impacts," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Jakarta, 2021.

[29] K. S. Putri, Y. S. Novianti and D. P. Simanungkalit, "Sektor Pertambangan Dalam Rantai Pasokan Domestik Provinsi Kalimantan Selatan: Dampak Pengganda," *Jurnal GEOSAPTA*, vol. 7, no. 2, pp. 133-139, 2021.

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v8i2.14358