

PEMODELAN PEMENUHAN KEBUTUHAN BATUBARA UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK DI KALIMANTAN TIMUR

Nijusih Manik^{1}, dan Nur Asmiani²*

- 1. Program Studi Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan, Indonesia*
- 2. Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia
siho_manik@yahoo.com

SARI

Provinsi Kalimantan Timur merupakan salah satu wilayah yang masih mengalami kekurangan pasokan listrik. Pembangkit tenaga listrik di Kalimantan Timur hingga tahun 2012 sebagian besar sumber energi primernya berasal dari minyak bumi yang semakin hari cadangannya semakin terbatas. Sementara dari total kapasitas pembangkit tenaga listrik di Kalimantan Timur hingga tahun 2012 baru 21,16% yang menggunakan batubara sebagai energi primernya, padahal batubara merupakan salah satu cadangan energi fosil dan tersebar di wilayah Kalimantan Timur dengan total cadangan sebesar 12.018 juta ton. Sementara itu diperkirakan pada masa mendatang, kebutuhan energi listrik akan meningkat sebagai dampak pertumbuhan ekonomi serta penduduk. Oleh karena itu diperlukan kesiapan energi alternatif seperti batubara sebagai pengganti minyak bumi dan gas bumi untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik tersebut. Tujuan penelitian adalah menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kebutuhan listrik di Provinsi Kalimantan Timur agar dapat memproyeksikan kebutuhan listrik pada tahun 2020. Metodologi dalam penelitian ini adalah membuat model kebutuhan energi listrik yang dibangun berdasarkan model ekonometrik. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data potensi sumberdaya dan cadangan batubara, pertumbuhan ekonomi daerah, jumlah pelanggan, dan harga listrik. Hasil penelitian dengan simulasi model ekonometrik dengan asumsi pertumbuhan ekonomi sebesar 3,38% per tahun menunjukkan bahwa pada tahun 2022, kebutuhan listrik di Kalimantan Timur sebesar 4.995,37 GWh dengan laju pertumbuhan kebutuhan listrik rata-rata sebesar 7,6%.

Kata kunci : Kalimantan Timur, kebutuhan listrik, ekonometrik, batubara.

ABSTRACT

East Kalimantan Province is one of the areas that are still experiencing shortage of electricity supply. Power generation in East Kalimantan until 2012 most of its primary energy source comes from petroleum which is getting more limited reserve day. While from total capacity of electric power plant in East Kalimantan until 2012, only 21.16% used coal as primary energy, whereas coal is one of the fossil energy reserves and spread in East Kalimantan with a total reserves of 12.018 million tons.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Phone:

+6285299961257

Article History:

Submite 19 Maret 2019
Received in from 20 Maret 2019
Accepted 29 April 2019
Available online 30 April 2019

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



In the meantime, it is estimated that in the future, the need for electric energy will increase as the impact of economic growth and the population. Therefore, it is necessary to prepare alternative energy such as coal as a substitute for petroleum and natural gas to be able to meet the electricity demand. The purpose of this research is to analyze the factors that influence the level of electricity demand in East Kalimantan Province in order to project electricity demand in 2020. The research method is model of electrical energy needs that are built based on the econometric model. The data used in this research are data on coal resources and reserves, regional economic growth, number of customers, and electricity price. The results of research with econometric model simulations assuming economic growth of 3.38% per year show that in 2022, the electricity demand in East Kalimantan was 4,995.37 GWh an average growth rate of electricity demand of 7.6%.

Keywords: *East Kalimantan, electricity needs, econometric, coal.*

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu penggerak utama kegiatan perekonomian dan berperan dalam pembangunan setiap bangsa termasuk Indonesia. Kebutuhan energi menjadi kebutuhan primer untuk mendorong pembangunan wilayah secara komprehensif (Nugroho dan Hanan, 2012). Berkenaan dengan peran utama energi, energi listrik merupakan salah satu elemen utama dalam proses pertumbuhan ekonomi. Kebutuhan listrik semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, serta perkembangan aktivitas manusia, sehingga untuk jangka waktu ke depan konsumsi energi listrik akan semakin meningkat (ESDM, 2004)

Provinsi Kalimantan Timur merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang mengalami pertumbuhan ekonomi yang seiring dengan pertumbuhan penduduk yang tinggi, akan tetapi daerah ini masih mengalami kekurangan pasokan listrik. Pada tahun 2012 kebutuhan energi listrik di Kalimantan Timur mencapai 2.334,30 GWh, sementara pasokan listrik yang dapat disediakan oleh PT. PLN hanya 2.078,69 GWh, sehingga Provinsi Kalimantan Timur masih mengalami defisit sebesar 255,61 GWh (PT. PLN, 2013).

Pada umumnya, pembangkit tenaga listrik yang dimiliki dari tahun 2000 hingga tahun 2012 sebagian besar sumber energi primernya berasal dari minyak bumi dimana jumlah sumberdaya minyak bumi semakin terbatas. Oleh karena itu sudah selayaknya jika mulai sekarang dipersiapkan sumber energi alternatif seperti batubara yang potensinya cukup melimpah di Kalimantan Timur sebagai pengganti minyak bumi untuk memenuhi kebutuhan listrik di wilayah Kalimantan Timur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini disusun berdasarkan dengan data dan fakta yang ada. Pada penelitian ini data yang digunakan yaitu data tentang potensi sumberdaya dan cadangan batubara, pertumbuhan ekonomi daerah (BPS, 2012), jumlah pelanggan (PT. PLN, 2012), dan harga listrik (PT. PLN, 2012) yang bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang terkait dengan peningkatan kebutuhan listrik dalam bentuk model ekonometrik. Metode ekonometrik dipilih karena dapat menganalisis faktor-faktor yang terkait dengan peningkatan kebutuhan listrik di Kalimantan Timur serta meramalkan kebutuhan listrik di tahun yang telah ditentukan.

Ekonometrik adalah suatu ilmu dan seni di dalam penggunaan dan pengembangan metode matematika statistik untuk mengestimasi hubungan antar variabel yang dipreposisi oleh teori ekonomi dari data yang ada. Keunggulan dari metode ekonometrik adalah dalam analisis proyeksi jangka panjang dan pendek serta dalam analisa kebijakan. Metode ini juga fleksibel untuk digunakan dalam ruang lingkup nasional ataupun dalam lingkup sektoral (Juanda *et al*, 2012).

Suatu model ekonometrik dapat dikategorikan sebagai model yang baik apabila dapat memiliki sifat kemampuan menjelaskan, keakuratan taksiran atau estimasi dari parameter, memiliki kemampuan peramalan, dan kesederhanaan model. Model ekonometrik menggunakan persamaan matematis yang dapat dilihat pada persamaan berikut ini (Ariefianto, 2012):

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + u_i$$

Keterangan :

Y	= Variabel Dependen
X	= Variabel Independen
β_0	= <i>Intercept</i>
$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$	= Estimator
u_i	= <i>Error</i>

Pemodelan ekonometrik dimulai dengan pernyataan teori. Untuk membuktikan kebenaran teori yang telah dibangun, maka dibuat suatu model ekonometrik, kemudian menentukan estimasi parameter model dari data yang sudah dikumpulkan. Setelah itu dilakukan verifikasi pada estimasi parameter dengan menggunakan uji statistik pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Pengujian Statistik pada Model Ekonometrik

No	Pengujian	Kriteria	Hipotesis
1	Uji Koefisien Determinasi	$R^2 > 0,80$	Nilai R^2 berkisar 0-1, dimana R^2 mendekati 1 maka variabel independen dapat menjelaskan variabel dependen secara baik.
2	Uji-F	$F_{hitung} < F_{tabel}(\alpha)$	H_0 ditolak, maka terdapat hubungan antara keseluruhan variabel independen dengan variabel dependen.
3	Uji Autokorelasi	$d_u < DW < 4 \cdot d_u$	Terima H_0 , tidak ada korelasi serial
4	Uji Heteroskedastisitas	$P\text{-value} > \alpha$	Terima H_0 , tidak ada heteroskedastisitas
5	Uji Normalitas	$P\text{-value} > \alpha$	Terima H_0 , error term terdistribusi normal

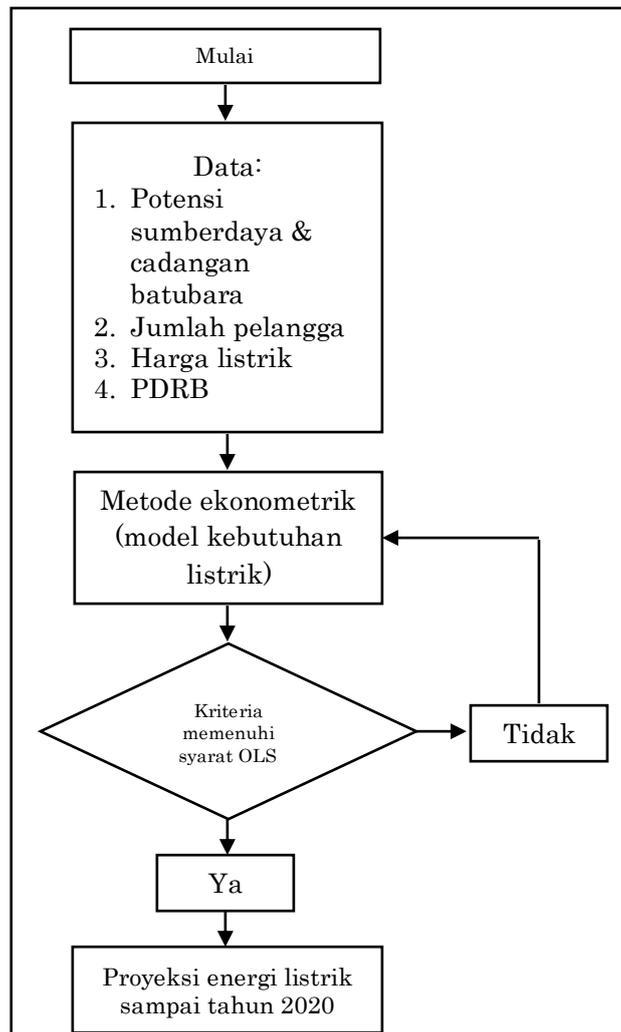
Jika verifikasi sudah sesuai dengan teori awal, maka model dapat digunakan untuk peramalan. Kemudian model ekonometrik yang telah dibuat akan diukur akurasi dalam merepresentasikan suatu persamaan yang membentuk variabel terikat sehingga dapat dilakukan peramalan. Tingkat akurasi dari model persamaan yang telah dibuat dengan menggunakan model ekonometrik dilihat dari kesesuaian perhitungan yang dilakukan dengan peramalan dan data historis dari variabel terikat, dapat dilihat pada Tabel 2. Pengujian-pengujian pembentukan model ekonometrik dilakukan dengan menggunakan software *Eviews* 8.



Tabel 2. Validasi Nilai Estimasi Terhadap Data Historis

Parameter	Rumus	Parameter	Rumus
<i>Mean Square Error</i> (MSE)	$\frac{\sum(Y^s - Y^a)^2}{n}$	<i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	$\frac{\sum Y^s - Y^a }{n}$
<i>Root Mean Square Error</i> (RMSE)	$\frac{\sum \sqrt{(Y^s - Y^a)^2}}{n}$	<i>Mean Abs. Percent Error</i> (MAPE)	$100 \frac{\sum \frac{ Y^s - Y^a }{Y^a}}{n}$

Tahapan metodologi penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Untuk mengetahui kebutuhan batubara sebagai bahan bakar pembangkit listrik di Kalimantan Timur pada tahun 2022, diperlukan model untuk memproyeksikan kebutuhan energi listrik pada tahun tersebut. Pembentukan model ekonometrik dalam penelitian ini dilakukan untuk menghitung tingkat kebutuhan listrik di Kalimantan Timur. Dasar model ekonometrik dengan menggunakan tiga persamaan utama yaitu jumlah pelanggan listrik,

pertumbuhan ekonomi, dan harga listrik. Struktur dasar pembentukan model kebutuhan listrik dapat dijelaskan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$ED_{elc_t} = f(PEL_t, PDRB_t, Pel_t, ED_{elc_{t-1}}) \dots\dots\dots 1$$

Keterangan:

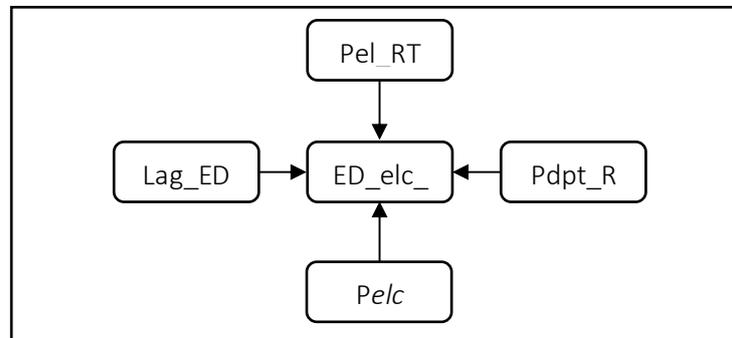
- ED_{elc_t} = Permintaan/konsumsi listrik (GWh)
- PEL = Pelanggan
- PDRB = Jumlah pendapatan daerah
- Pel_t = Harga listrik
- ED_{elc_{t-1}} = Permintaan/konsumsi listrik pada tahun sebelumnya (GWh)

HASIL PENELITIAN

Kebutuhan energi listrik di Kalimantan Timur dibagi atas empat sektor yaitu sektor rumah tangga, sektor industri, sektor komersial, dan sektor umum yang meliputi penerangan jalan, sosial, dan gedung pemerintahan. Model proyeksi kebutuhan listrik pada masing-masing sektor disusun berdasarkan data-data historis dari tahun 2000-2012 yang diperoleh dari Statistik PT. PLN dan BPS Kalimantan Timur.

Sektor Rumah Tangga

Tingkat kebutuhan listrik sektor rumah tangga dipengaruhi oleh jumlah pelanggan (Pel_RT) dan tingkat pendapatan per kapita rumah tangga (Pdpt_RT). Faktor lain yang mempengaruhi kebutuhan listrik yaitu tingkat harga listrik (Pel) dan konsumsi listrik pada tahun sebelumnya (Lag_ED). Maka model pembentukan kebutuhan listrik sektor rumah tangga dapat disederhanakan seperti gambar 1 berikut:



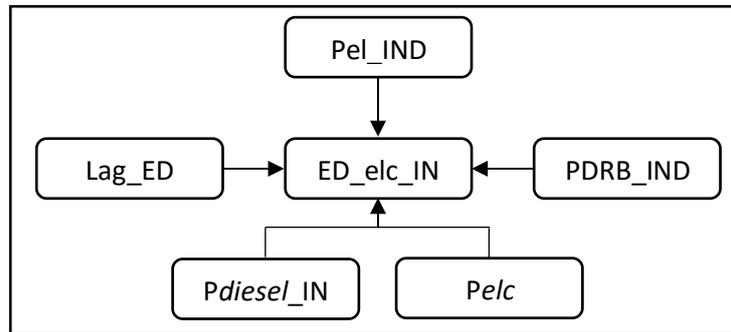
Gambar 2. Model Kebutuhan Listrik Sektor Rumah Tangga

Berdasarkan pemodelan kebutuhan listrik sektor rumah tangga dan representasi model yang dibentuk maka didapatkan model persamaan 2 sebagai berikut :

$$ED_{elc_RT} = -259,4756 + 0,0005*Pel_RT + 0,0000139*Pdpt_RT - 0,035147*Pelc + 0,941890*Lag_ED \dots\dots\dots 2$$

Sektor Industri

Tingkat kebutuhan listrik sektor industri dipengaruhi oleh jumlah pelanggan (Pel_IND) dan PDRB sektor industri (PDRB_IND), harga listrik (Pel), harga solar industri (Pdiesel_IND) dan konsumsi listrik pada tahun sebelumnya (Lag_ED). Maka model pembentukan kebutuhan listrik sektor industri dapat disederhanakan seperti gambar 2 berikut:



Gambar 3. Model Kebutuhan Listrik Sektor Industri

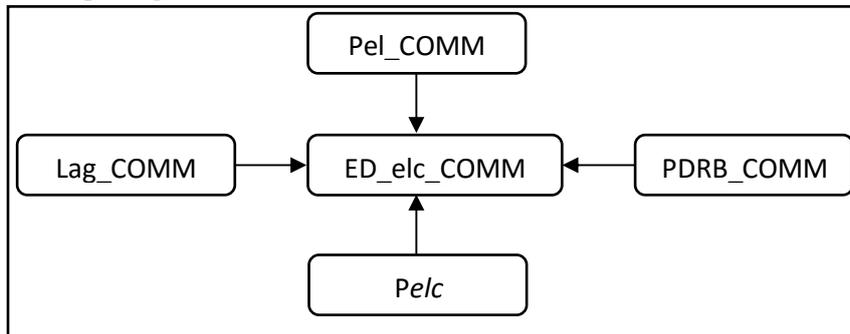
Berdasarkan pemodelan kebutuhan listrik sektor industri dan representasi model yang dibentuk maka didapatkan model persamaan 3 sebagai berikut :

$$ED_elc_IND = - 8,19751 + 0,38198*Pel_IND + 9,78E-07*PDRB_IND - 0,05421*Pelc$$

$$= +6,067*Pdiesel_IND+ 0,217*Lag_ED \dots\dots\dots 3$$

Sektor Komersial

Pada sektor komersial, kebutuhan listrik dipengaruhi oleh jumlah pelanggan listrik (Pel_COMM), PDRB (PDRB_COMM), harga listrik (Pelc), dan konsumsi listrik pada tahun sebelumnya (Lag_ED). Maka model pembentukan kebutuhan listrik sektor komersial dapat disederhanakan seperti gambar 3 berikut :



Gambar 4. Model Kebutuhan Listrik Sektor Komersial

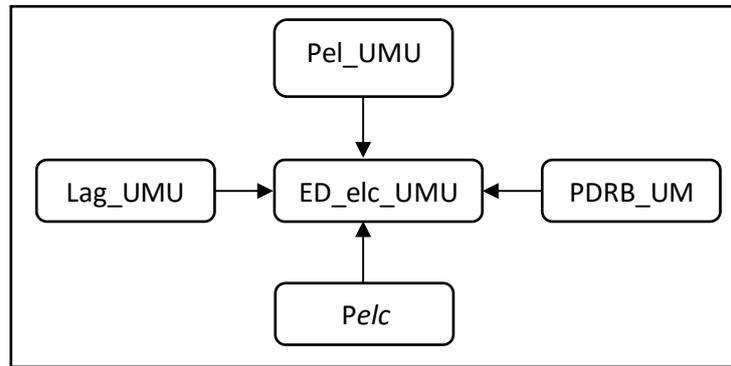
Berdasarkan pemodelan kebutuhan listrik sektor komersial dan representasi model yang dibentuk maka didapatkan model persamaan III.4 sebagai berikut :

$$ED_elc_COMM = -124,87 + 0,0099*Pel_COMM + 4,45E-06*PDRB_COMM + 0,054544*Pelc$$

$$= + 0,260914*Lag_ED \dots\dots\dots 4$$

Sektor Umum

Sektor umum meliputi pemanfaatan energi listrik untuk kegiatan sosial kemasyarakatan, penerangan jalan, dan gedung pemerintahan. Kebutuhan listrik sektor umum dipengaruhi oleh jumlah pelanggan (Pel_UMU), pendapatan sektor umum (PDRB_UMU), harga listrik (Pelc), dan konsumsi listrik pada tahun sebelumnya.



Gambar 5. Model Kebutuhan Listrik Sektor Umum

Berdasarkan pemodelan kebutuhan listrik sektor umum dan representasi model yang dibentuk maka didapatkan model persamaan 5 sebagai berikut :

$$ED_elc_UMU = -30,62393 + 0,004196 * Pel_UMU + 1,01E-05 * PDRB_UMU - 0,007998 * Pelc + 0,614240 * Lag_ED \dots\dots\dots 5$$

Validasi Model

Uji validasi model dilakukan untuk persamaan-persamaan dalam model pada masing-masing sektor. Model diverifikasi dengan menggunakan uji statistik antara lain R², uji-F, uji korelasi serial, uji heteroskedastisitas, dan uji normalitas memenuhi kriteria seperti terlihat pada Tabel 3. Seluruh syarat kriteria statistik untuk metode OLS sudah terpenuhi sehingga model tersebut dapat menggambarkan tingkat kebutuhan listrik pada sektor rumah tangga, sektor industri, sektor komersial dan sektor umum dengan baik.

Tabel 3. Verifikasi Model Kebutuhan Listrik Pada Masing-masing Sektor

No.	Uji Asumsi Klasik	Rumah Tangga	Industri	Komersial	Umum	Kesimpulan
1	R ²	0,992289	0,846212	0,991583	0,993638	Mendekati aktual
2	Heteroskedastisitas	0,3229	0,9107	0,2029	0,7984	Tidak terdapat heterokedastisitas
3	Uji Normalitas	0,60868	0,61434	0,23082	0,64554	Error term terdistribusi normal
4	Uji Autokorelasi	2,51	2,25	2,73	2,22	Tidak terjadi autokorelasi

Setelah model dinyatakan fit, kemudian dilakukan validasi terhadap model-model tersebut dengan membandingkan hasil perhitungan dari peramalan dengan nilai aktual konsumsi listrik pada masing-masing sector tahun 2000-2012.

Tabel 4. Hasil Validasi Nilai Estimasi Terhadap Data Historis Kebutuhan Listrik Pada Masing-masing Sektor

Parameter	Rumah Tangga	Industri	Komersial	Umum
<i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	25,25796	8,646732	11,70330	3,723820
<i>Mean Absolute Error (MAE)</i>	21,83959	7,173732	8,942768	3,230394
<i>Mean Abs. Percent Error (MAPE)</i>	3,216125	4,763265	2,742422	2,690431
<i>Theil Inequality Coefficient</i>	0,014630	0,027240	0,016230	0,012881
- <i>Bias Proportion</i>	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
- <i>Variance Proportion</i>	0,001935	0,041722	0,002113	0,001596

-	<i>Covariance Proportion</i>	0,998065	0,958278	0,997887	0,998404
---	------------------------------	----------	----------	----------	----------

Berdasarkan tabel 4 di atas, menunjukkan nilai RMSE, MAE, MAPE cukup rendah. Untuk memperkuat kesimpulan tersebut digunakan nilai *Theil Inquality Coefficient* pada masing-masing sektor yang terlihat sangat rendah yakni bernilai di bawah 1 dimana nilai *Theil Inquality Coefficient* di bawah 0,40 dianggap model sangat baik digunakan sebagai alat pendugaan. Selain angka *Theil Inquality Coefficient* yang rendah, juga tampak nilai *bias proportion* dan *variance proportion* yang bernilai lebih kecil dari 1 dan nilai *covariance proportion* yang mendekati 1. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa model regresi kebutuhan listrik sektor rumah tangga, kebutuhan listrik sektor industri, kebutuhan listrik sektor komersial, dan kebutuhan listrik sektor umum yang telah dibangun memiliki signifikansi yang tinggi dengan keadaan sebenarnya.

Estimasi kebutuhan Listrik Kalimantan Timur

Perhitungan proyeksi kebutuhan listrik di Kalimantan Timur dilakukan berdasarkan model ekonometrik yang telah dibentuk dan telah divalidasi. Dari hasil ekonometrik diperoleh total kebutuhan energi listrik sebesar 4.995,37 GWh pada tahun 2022 yang diperoleh dari empat sektor pengguna energi listrik yaitu kebutuhan listrik sektor rumah tangga sebesar 3.362,85 GWh, kebutuhan listrik sektor industri sebesar 113,99 GWh, kebutuhan listrik sektor komersial sebesar 1.027,88 GWh, dan kebutuhan listrik sektor umum sebesar 490,64 GWh. Secara ringkas, total kebutuhan listrik di Kalimantan Timur diperoleh dari penjumlahan kebutuhan listrik sektor rumah tangga, sektor industri, sektor komersial, dan sektor umum. Tabel 5 berikut menyajikan hasil peramalan total kebutuhan listrik di Kalimantan Timur.

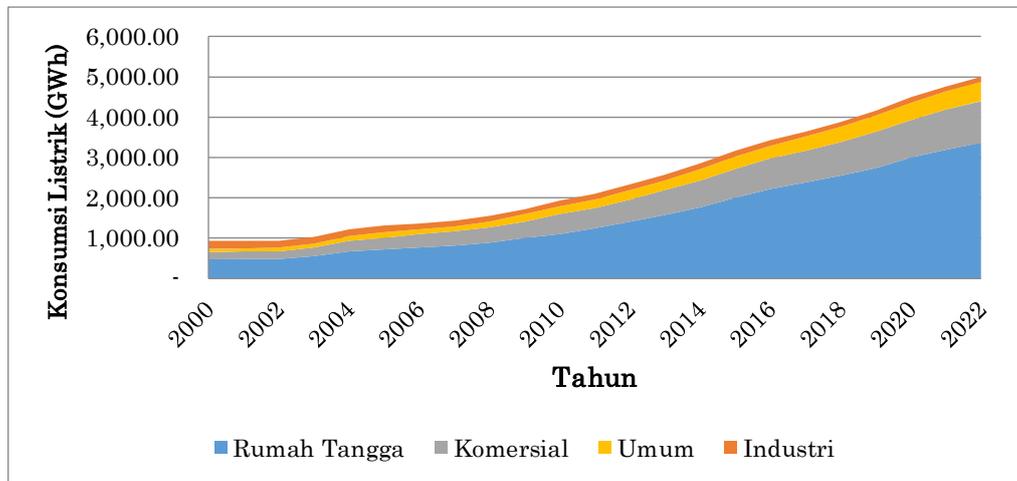
Tabel 5. Hasil Estimasi Total Kebutuhan Listrik di Kalimantan Timur (GWh)

Tahun	Rumah Tangga	Industri	Komersial	Umum	Total
2013	1.571,91	144,23	612,55	252,05	2.580,74
2014	1.774,51	141,08	655,45	276,07	2.847,11
2015	2.005,83	135,15	711,88	304,56	3.157,42
2016	2.204,98	132,97	758,29	328,14	3.424,38
2017	2.370,17	130,12	799,85	348,95	3.649,10
2018	2.538,88	125,01	839,30	374,36	3.877,56
2019	2.745,64	123,42	885,14	402,87	4.157,08
2020	2.987,31	121,40	935,49	437,45	4.481,64
2021	3.194,12	119,65	980,59	465,55	4.759,91
2022	3.362,85	113,99	1.027,88	490,64	4.995,37

Total kebutuhan listrik di Kalimantan Timur pada periode tahun 2013 hingga tahun 2022 mengalami kenaikan rata-rata sekitar 7,6% per tahun. Selama periode tahun 2013-2022, sektor yang mengalami pertumbuhan terbesar adalah sektor rumah tangga sebesar 8,8% per tahun diikuti sektor umum sebesar 7,7% per tahun dan sektor komersial sebesar 5,9% per tahun. Sedangkan sektor industri mengalami penurunan akan kebutuhan listrik sebesar 2,6% per tahun. Kebutuhan listrik di Kalimantan Timur hingga tahun 2022 didominasi oleh sektor rumah tangga sebesar 67,3% dari total kebutuhan listrik di Kalimantan Timur. Kemudian diikuti oleh sektor komersial sebesar 20,6%, sektor umum sebesar 9,8% dan sektor industri



sebesar 2,3% dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Kebutuhan Energi Listrik Untuk Seluruh Sektor

KESIMPULAN

Dengan menggunakan model ekonometrik diperoleh nilai proyeksi kebutuhan energi listrik di Kalimantan Timur untuk tahun 2022 dengan asumsi pertumbuhan ekonomi rata-rata sebesar 3,38% per tahun adalah sebesar 4.995 GWh dengan laju pertumbuhan rata-rata sebesar 7,6% pada periode 2013-2022. Apabila terjadi peningkatan pertumbuhan ekonomi menjadi sebesar 7%, maka kebutuhan energi listrik di Kalimantan Timur untuk tahun 2022 sebesar 5.491 GWh dengan laju pertumbuhan rata-rata sebesar 8% per tahun selama periode 2013-2022. Kebutuhan energi listrik tersebut dipengaruhi oleh peningkatan jumlah pelanggan, pertumbuhan ekonomi, dan harga energi listrik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. PLN (Persero), Kementerian ESDM dan BPS Wilayah Kalimantan Timur yang telah mengizinkan penggunaan berbagai macam data sekunder yang bersifat publik untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariefianto, M.D. 2012. *Ekonometrika Esensi dan Aplikasi dengan Menggunakan Eviews*, Airlangga, Jakarta, 26 – 55.
- Badan Pusat Statistik. 2012. *Kalimantan Timur dalam Angka, 2000-2012*
- DESDM. 2004. *Rencana Umum Kelistrikan Nasional (RUKN) 2004-2013*, Jakarta.
- Juanda, Bambang dan Junaidi.. 2012. *Ekonometrika Deret Waktu*, Penerbit IPB, Bogor, 1–55.
- Nugroho, Hanan. 2012. *Energi dalam Perencanaan Pembangunan*, Edisi Pertama, Penerbit IPB, Bogor, 143–168.
- PT. PLN (Persero). 2012. *Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2013-2022*, Jakarta.
- PT. PLN (Persero). 2013. *Sistem Ketenagalistrikan Kalimantan Timur dan Utara*, Bahan Presentasi PT PLN (Persero) Wilayah Kalimantan Timur, Samarinda.