

Jurnal Ilmiah

ENERGI & KELISTRIKAN



SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN

PRAKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK WILAYAH JAWA - BALI TAHUN 2017 - 2036 DENGAN GABUNGAN METODE ANALITIS, EKONOMETRI, DAN KECENDERUNGAN

Soetjipto Soewono; John Pantouw; Septianissa Azzahra

IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY UNTUK SISTEM OTOMATISASI PENGATURAN PENGISIAN BATERE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA

Tri Joko Pramono; Dhami Johar Damiri; Supriadi Legino

STUDI PENYIMPANAN ENERGI PADA BATERAI PLTS

Retno Aita Diantari; Erlina; Christine Widyastuti

POTENSI PEMANFAATAN BIOMASSA SEKAM PADI UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK MELALUI TEKNOLOGI GASIFIKASI

Isworo Pujotomo

KONTROL PENERANGAN TENAGA SURYA SEBAGAI IMPLEMENTASI DARI LISTRIK KERAKYATAN

Muchamad Nur Qosim; Isworo Pujotomo; Heri Suyanto

ANALISIS PENGGUNAAN LISTRIK ARUS SEARAH UNTUK MENINGKATKAN LAJU PRODUKSI MINYAK BUMI JENIS MINYAK BERAT

M. Hafidz; Martin Choirul Fatah; Sandy Suryakusuma

STUDI KELAYAKAN PEMBANGUNAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP 2X50 MW DENGAN MENGGUNAKAN *BOILER CIRCULATING FLUIDIZED BED COMBUSTION* DI KENDARI, SULSELBAR

Harun Al Rasyid; Haqimul Batih; Raden Edi Sewandono

STUDI METODE PENGANTIAN RELAI MEKANIS MENJADI ELEKTRIS PANEL TEGANGAN MENENGAH PLTU UNIT 4 MUARA KARANG

Zainal Arifin; Santoso Januwarsono; Ryan Farieztya

KAJIAN PEMASANGAN *LIGHTNING ARRESTER* PADA SISI HV TRANSFORMATOR DAYA UNIT SATU GARDU INDUK TELUK BETUNG

Ibnu Hajar; Eko Rahman

ISSN 1979-0783



9 771979 078352

SEKOLAH TINGGI TEKNIK - PLN (STT-PLN)

ENERGI & KELISTRIKAN

VOL. 9

NO. 2

HAL. 101 - 179

JUNI - DESEMBER 2017

ISSN 1979-0783

PRAKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK WILAYAH JAWA-BALI TAHUN 2017-2036 DENGAN GABUNGAN METODE ANALITIS, EKONOMETRI, DAN KECENDERUNGAN

Soetjipto Soewono¹⁾, John Pantouw²⁾, Septianissa Azzahra³⁾

Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik – PLN

¹soetjipto@sttpln.ac.id;

²johnpp30@gmail.com,

³septianissaazzahra@gmail.com

Abstract : *Electricity is one of the energy required because it can be converted into other energy forms and easier in terms of distribution. Along with the growth of population and economic growth are rising rapidly, demand of power also increases. Therefore, it needs distribution of electric power supply, in terms of technical and economic. In Indonesia, the use of electrical energy per capita is still low compared with the use of electrical energy per capita in other countries. Therefore, it needs to increase the use of electrical energy in order to approach the electrical energy per capita that is ideal with equitable distribution of electrical energy supply. In this study, the growth of electricity demand forecasts using the combined method consisting of analytical methods, econometrics and trends on sectoral approaches. From the results of electricity demand forecasts, from 2017 until 2036 electricity demand will increased 6,4% each year which dominated by household sector in 38,49%, industrial sector 36,62%, commercial sector 19,35%, and public sector 5,54%. To fulfillment the growth in electricity demand, it is necessary to supply additional power.*

Keywords : *combined method, linear regression, electricity demand forecast*

Abstrak : *Listrik merupakan salah satu energi yang dibutuhkan karena dapat diubah ke bentuk energi yang lain dan mudah dalam segi penyalurannya. Seiring dengan penambahan penduduk dan pertumbuhan ekonomi yang meningkat pesat, kebutuhan akan tenaga listrik juga meningkat. Oleh karena itu dibutuhkan penyediaan tenaga listrik yang memadai, dari segi teknis dan ekonomisnya. Saat ini, penggunaan energi listrik per kapita di Indonesia masih dinilai minim dibandingkan dengan penggunaan energi listrik per kapita di negara-negara lainnya. Oleh karena itu, dibutuhkan peningkatan penggunaan energi listrik di masa mendatang agar dapat mendekati penggunaan energi listrik per kapita yang ideal dan disertai dengan pemerataan suplai energi listrik di Indonesia. Pada penelitian ini, perkiraan kebutuhan energi listrik menggunakan metode gabungan yang terdiri dari metode analitis, ekonometri, dan kecenderungan dengan pendekatan sektoral. Dari hasil prakiraan, kebutuhan energy listrik dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2036 akan mengalami peningkatan sebesar 6,4% tiap tahunnya yang didominasi oleh sektor rumah tangga sebesar 38,49%, sektor industri 36,62%, sektor bisnis 19,35% dan yang paling rendah adalah sektor publik yaitu 5,54%. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut, maka diperlukan penambahan suplai energi listrik.*

Kata kunci : *Metode gabungan, regresi linier, prakiraan kebutuhan energi listrik*

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu energi yang dapat diubah ke bentuk energi yang lain dan mudah dalam segi penyalurannya. Seiring dengan pertam-

bahan penduduk dan pertumbuhan ekonomi yang meningkat pesat, kebutuhan akan tenaga listrik juga meningkat. Oleh karena itu dibutuhkan penyediaan dan penyaluran tenaga listrik

yang memadai, dari segi teknis dan ekonomisnya.

Selanjutnya, dalam upaya penyediaan listrik di masa mendatang untuk memenuhi kebutuhan yang meningkat sesuai dengan pertumbuhan sektor pengguna, diperlukan prakiraan kebutuhan listrik yang baik di masa yang akan datang.

Permasalahan Penelitian

Dalam penelitian ini permasalahan yang akan dibahas adalah mengenai metode gabungan dari metode analitis, ekonometri dan kecenderungan yang digunakan dalam prakiraan kebutuhan energy listrik, serta pertumbuhan kebutuhan energy listrik, kebutuhan pembangkit, dan kebutuhan energi listrik perkapita yang diperkirakan akan terjadi peningkatan.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah memproyeksikan kebutuhan energi listrik Indonesia di wilayah Jawa-Bali dari tahun 2017-2036 serta mendapatkan angka perkiraan kebutuhan energi listrik dengan metode yang tepat dan tingkat kesalahan paling kecil.

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai masukan bagi pengambil keputusan dalam menentukan kebijaksanaan di bidang listrik pada saat sekarang dan masa yang akan datang serta sebagai sumbangan pemikiran dalam dunia akademisi, terutama dalam menganalisis permasalahan mengenai kebutuhan energi listrik di Indonesia.

II. LANDASAN TEORI

Definisi Prakiraan

1. Prakiraan adalah sebuah seni dan sains dari memprediksi suatu kejadian di masa depan. Peramal dapat melibatkan data historikal dan memproyeksikannya dimasa yang akan datang dengan beberapa macam model matematika.
2. Prakiraan adalah proses untuk membuat pernyataan atas suatu kejadian dimana kejadian tersebut belum diketahui atau diobservasi.

Metode Prakiraan dalam Kebutuhan Energi Listrik.

Ada beberapa metode yang digunakan dalam prakiraan kebutuhan energi listrik antara lain metode analitis (*End use*), metode ekonometri, metode kecenderungan dan metode gabungan dari ketiga metode sebelumnya (analitis, ekonometri, dan kecenderungan).

Metode Gabungan dengan Pendekatan Sektorial

Dalam prakiraan dengan metode gabungan menggunakan pendekatan sektorial, perhitungan prakiraan kebutuhan energi listrik dilakukan terpisah untuk masing-masing sektor agar perhitungan prakiraan kebutuhan tenaga energi lebih mendekati data aktual.

Model Regresi dalam Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik

Regresi Linier Sederhana

Bentuk umum regresi linier sederhana adalah sebagai berikut :

$$Y = f(x) \text{ atau } Y = a + bX$$

Untuk konstanta regresi a dan b dapat diperoleh dari persamaan berikut ini :

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad \text{dan} \quad a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

Dimana a dan b : konstanta regresi
Y : variable respon
X : variable bebas

Regresi Linier Berganda

Bentuk umum dari regresi berganda ini adalah :

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n$$

$$Y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n$$

Dimana :

Y = variabel yang diprakirakan (variabel tidak bebas)

X_1, X_2, \dots, X_n = variabel bebas

a, b_1, b_2, \dots, b_n = koefisien regresi

n = jumlah variabel bebas

y = hasil ramalan dari Y yang dipengaruhi oleh harga x_1, x_2, \dots, x_n

Misalkan pada regresi berganda terdapat dua variabel bebas yaitu X_1 dan X_2 maka persamaan regresi prakiraannya adalah :

$$y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

Untuk menentukan besar a, b₁ dan b₂ dilakukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sum Y_i &= n a + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 \\ \sum X_1 Y_i &= a \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2 \\ \sum X_2 Y_i &= a \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2 \\ \sum X_k Y_i &= a \sum X_k + b_1 \sum X_1 X_k + b_2 \sum X_2 X_k \\ &+ \dots + b_k \sum X_k^2 \end{aligned}$$

Dari ketiga persamaan diatas terlihat bahwa ada tiga besaran yang tidak diketahui yaitu a, b₁ dan b₂. Nilai a, b₁ dan b₂ dapat dicari dengan menggunakan bentuk matriks.

Indikator Utama Model Regresi

a. Koefisien Korelasi (R)

$$R = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{(\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2})(\sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2})}$$

Dimana r : Koefisien korelasi
 x : nilai variable x
 y : nilai variable y
 n : jumlah sample

Pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi (R):

- 0,00 – 0,199 → Sangat Rendah
- 0,20 – 0,399 → Rendah
- 0,40 – 0,599 → Sedang
- 0,60 – 0,799 → Kuat
- 0,80 – 1,000 → Sangat Kuat

b. Koefisien Determinasi/Penentu (R²)
 (R² ≤ 1) → hubungannya kuat apabila nilainya mendekati 1

c. Adjusted R² (AR)
 Nilai AR selalu lebih kecil dari nilai R²

III. METODE PRAKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK

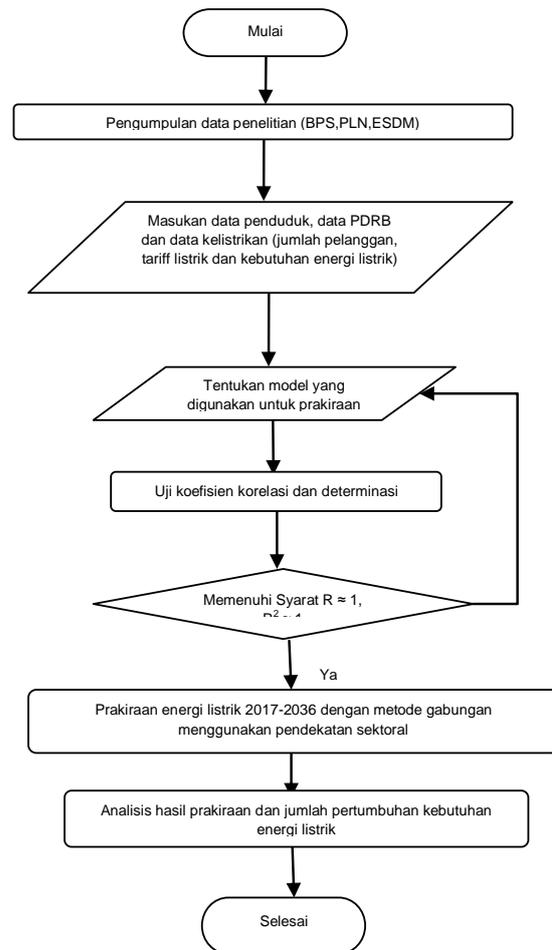
Salah satu faktor yang sangat menentukan dalam membuat rencana operasi sistem tenaga listrik adalah prakiraan beban yang akan dialami oleh sistem tenaga listrik yang bersangkutan.

Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari PT. PLN (Persero), Badan Pusat Statistik, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) dan

World Bank sesuai dengan variabel-variabel yang dibutuhkan.

Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Kondisi di Wilayah PT. PLN (Persero) Jawa-Bali

Berdasarkan pembagian dalam penyusunan RUPTL mengenai wilayah usaha PLN, wilayah usaha area Jawa-Bali terbagi menjadi 3 regional, yaitu :

1. Regional Jawa Bagian Barat
2. Regional Jawa Bagian Tengah
3. Regional Jawa Bagian Timur dan Bali

Kondisi Kependudukan dan Perekonomian

Tabel 1. Jumlah Penduduk dan Jumlah Rumah Tangga (2007-2016)

Tahun	Jumlah Rumah Tangga	Jumlah Penduduk
	(Juta)	(Juta jiwa)
2007	35.52826284	135.01
2008	35.88033873	136.37
2009	36.26879509	137.71
2010	37.54430000	140.50
2011	37.02683509	142.67
2012	38.88068474	144.37
2013	39.29232400	146.04
2014	39.65669700	147.68
2015	40.08474700	149.30
2016	40.96032484	150.88

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS) www.bps.go.id dan Statistik Ketenagalistrikan DJKESDM

Tabel 2. PDRB total dan sektoral Tahun 2007-2016

Tahun	RT	Bisnis	Publik	Industri
	(Milyar Rupiah)			
2007	3,263,822.5	1,601,342.5	402,947.5	1,023,647.8
2008	3,479,234.8	1,707,031.1	429,542.0	1,091,208.6
2009	3,701,905.8	1,816,281.1	457,032.7	1,161,045.9
2010	3,890,703.0	1,908,911.4	480,341.4	1,220,259.3
2011	4,151,380.1	2,036,808.5	512,524.2	1,302,016.6
2012	4,446,128.1	2,181,421.9	548,913.5	1,394,459.8
2013	4,761,803.2	2,336,302.8	587,886.3	1,493,466.5
2014	5,071,320.4	2,488,162.5	626,098.9	1,590,541.8
2015	5,370,528.4	2,634,964.1	663,038.8	1,684,383.7
2016	5,682,019.0	2,787,792.0	701,495.0	1,782,078.0

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS) www.bps.go.id

Kondisi Kelistrikan

Tabel 3. Jumlah Pelanggan dan Konsumsi Energi Listrik (2007-2016)

Tahun	Jumlah Pelanggan	Konsumsi Energi Listrik
	(Juta)	(GWh)
2007	25.24	95,623.00
2008	26.17	100,775.00
2009	27.09	104,107.00
2010	28.56	113,401.00
2011	30.15	120,817.00
2012	32.43	132,060.00
2013	34.91	141,996.00
2014	37.04	149,406.00
2015	39.47	150,898.00
2016	41.68	162,872.00

Sumber : RUPTL 2017-2026

Tabel 4. Jumlah Pelanggan dan Konsumsi Energi Listrik Sektor Rumah Tangga Tahun 2007-2016

Tahun	Jumlah Pelanggan	Konsumsi Energi Listrik
	(Juta)	(GWh)
2007	23.519710	34,304.0
2008	24.362750	35,929.0
2009	25.134275	38,990.0
2010	26.585528	41,704.0
2011	28.066341	44,645.0
2012	30.203537	48,500.0
2013	32.511666	51,558.0
2014	34.467687	55,814.0
2015	36.643172	58,626.0
2016	38.584626	62,839.0

Sumber : RUPTL 2017-2026

Tabel 5. Jumlah Pelanggan dan Konsumsi Energi Listrik Sektor Bisnis Tahun 2007-2016

Tahun	Jumlah Pelanggan	Konsumsi Energi Listrik
	(Juta)	(GWh)
2007	1.022098	15,488.0
2008	1.084946	16,950.0
2009	1.198512	18,318.0
2010	1.185789	19,909.0
2011	1.250133	20,746.0
2012	1.340634	22,752.0
2013	1.444120	25,364.0
2014	1.565895	26,689.0
2015	1.743298	26,947.0
2016	1.925821	29,335.0

Sumber : RUPTL 2017-2026

Tabel 6. Jumlah Pelanggan dan Konsumsi Energi Listrik Sektor Publik Tahun 2007-2016

Tahun	Jumlah Pelanggan	Konsumsi Energi Listrik
	(Juta)	(GWh)
2007	0.656559	5,131.0
2008	0.687892	5,342.0
2009	0.717027	5,688.0
2010	0.753759	6,150.0
2011	0.788775	6,427.0
2012	0.842309	6,934.0
2013	0.904966	7,364.0
2014	0.964499	7,912.0
2015	1.032852	8,345.0
2016	1.109728	8,873.0

Sumber : RUPTL 2017-2026

Tabel 7. Jumlah Pelanggan dan Konsumsi Energi Listrik Sektor Industri Tahun 2007-2016

Tahun	Jumlah Pelanggan	Konsumsi Energi Listrik
	(Juta)	(GWh)
2007	0.656559	40,700.0
2008	0.687892	42,554.0
2009	0.717027	41,111.0
2010	0.753759	45,638.0
2011	0.788775	48,999.0
2012	0.842309	53,874.0
2013	0.904966	57,710.0
2014	0.964499	58,991.0
2015	1.032852	56,980.0
2016	1.109728	61,825.0

Sumber : RUPTL 2017-2026

Tabel 8. Tarif Listrik Rata-Rata tahun 2007-2016

Tahun	Tarif Listrik Rata-Rata (Rp/kWh)			
	Rumah Tangga	Bisnis	Publik	Industri
2007	575.00	772.00	635.00	621.00
2008	590.00	846.00	659.00	630.00
2009	597.00	893.00	670.00	628.00
2010	616.00	939.00	721.00	654.00
2011	645.00	974.00	796.00	711.00
2012	651.00	976.00	796.00	719.00
2013	704.00	1117.00	896.00	802.00
2014	778.00	1269.00	1001.00	983.00
2015	863.00	1287.00	1115.00	1152.00
2016	864.00	1196.00	1055.00	1057.00

Sumber : RUPTL 2017-2026

Tabel 9. Rasio Elektrifikasi tahun 2007-2016

Rasio Elektrifikasi (%)										
2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
66.2	67.9	69.3	70.4	75.8	77.9	82.7	86.6	91.4	94.2	

Sumber : RUPTL 2017-2026

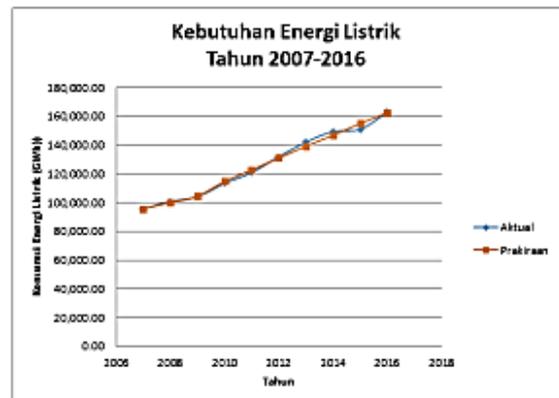
Analisis metode gabungan untuk prakiraan kebutuhan energi listrik

Dengan menggunakan regresi linier berganda dengan variabel tidak bebasnya (y) adalah kebutuhan tenaga listrik dan variabel bebasnya adalah jumlah penduduk (X_1), PDRB (X_2) dan jumlah pelanggan (X_3) didapat koefisien regresi a, b, c dan d maka persamaan matematis metode gabungan adalah sebagai berikut:

$$DT_t = -340640,4607 + (2978,004121 * Penduduk_t) - (0.009359021 * PDRB_t) + (2566,637612 Pel.T_t) \dots (3.1)$$

Tabel 10. Hasil prakiraan kebutuhan energi listrik dengan metode gabungan tahun 2007-2016

Tahun	Prakiraan dengan metode gabungan (GWh)
2007	95644.53
2008	100085.83
2009	104340.08
2010	114670.21
2011	122751.90
2012	130915.74
2013	139290.95
2014	146768.77
2015	155017.72
2016	162469.25



Gambar 2. Grafik perbandingan metode gabungan dengan data aktual tahun 2007-2016

Analisis metode gabungan dengan pendekatan sektoral untuk prakiraan kebutuhan energi listrik

Agar perhitungan prakiraan kebutuhan tenaga energi lebih mendekati data aktual, maka digunakan metode gabungan dengan pendekatan sektoral.

Prakiraan dengan menggunakan pendekatan sektoral, maka perhitungan masing-masing sektoral dilakukan terpisah untuk masing-masing sektor. Berikut ini adalah perhitungan prakiraan energi listrik pada tiap sektor.

Dari perhitungan menggunakan regresi linier berganda didapat konstanta regresi a, b, c, dan d. Sehingga bentuk persamaannya menjadi :

Sektor Rumah Tangga

$$DRT_t = 4431,247486 + (0.011100426 * PDRB_t) + (268,9956937 * Pel.RT_t) - (7,250676293 * Tarif.RT_t)$$

Sektor Bisnis

$$DBis_t = -3476,349153 + (0.016367443 * PDRB.Bis_t) - (6349,552826 * Pel.Bis_t) - (0,705492489 * Tarif.Bis_t)$$

Sektor Publik

$$DPub_t = 74,91993788 + (0.01128065 * PDRB.Pub_t) + (1031,299185 * Pel.Pub_t) - (0,09997532 * Tarif.Pub_t)$$

Sektor Industri

$$DInd_t = 12798,96471 + (0.048635967 * PDRB.Ind_t) - (430794,7181 * Pel.Ind_t) - (12,73252609 * Tarif.Ind_t)$$

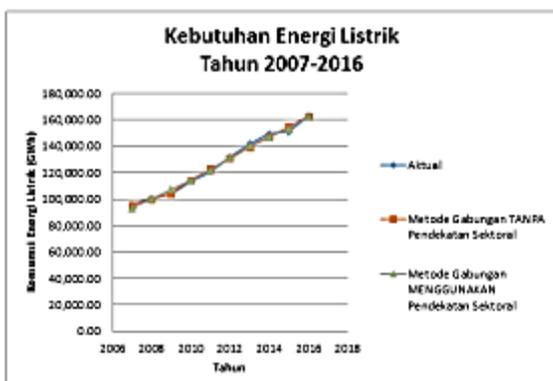
Total Kebutuhan Energi Listrik

Prakiraan total kebutuhan energi listrik diperoleh dengan menjumlahkan kebutuhan energi listrik sektor rumah tangga, bisnis, publik, dan sektor industri, dengan rumus sebagai berikut :

$$DT_t = DRT_t + DBis_t + DPub_t + DInd_t$$

Tabel 11. Hasil prakiraan kebutuhan energi listrik dengan pendekatan sektoral tahun 2007-2016

Tahun	Rumah Tangga	Bisnis	Publik	Industri	Total
	(GWh)				
2007	33956.13	15699.03	5084.21	38604.79	93344.16
2008	36465.32	16977.62	5414.13	41481.41	100338.48
2009	39093.84	18011.51	5753.19	44699.72	107558.26
2010	41442.19	19575.96	6048.91	46912.98	113980.04
2011	44523.88	21236.06	6440.57	49597.51	121798.02
2012	48327.10	23026.96	6906.27	53205.08	131465.42
2013	52067.82	24805.40	7400.53	55990.40	140264.16
2014	55493.20	26410.51	7882.49	57580.90	147367.11
2015	58783.43	27674.14	8358.30	58243.31	153059.18
2016	62756.10	29080.81	8877.39	62065.89	162780.18



Gambar 3. Grafik perbandingan hasil prakiraan kebutuhan energi listrik tahun 2007-2016

Validasi Metode Dalam Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik

Nilai kesalahan relatif dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$KR\% = \sqrt{\frac{(Y'-Y)}{Y}} \times 100\%$$

Dimana :

KR = Kesalahan Relatif (%)

Y = Nilai aktual (Gwh)

Y' = Nilai prakiraan (GWh)

Sehingga dapat dilihat pada masing-masing metode, kesalahan relatifnya adalah sebagai berikut:

Prakiraan dengan Metode Gabungan Tanpa Pendekatan Sektoral

$$KR\% = 0,24728 \%$$

Prakiraan dengan Metode Gabungan Menggunakan Pendekatan Sektoral

$$KR\% = 0,05638 \%$$

Dari hasil yang diperoleh, prakiraan dengan metode gabungan menggunakan pendekatan sektoral lebih kecil kesalahannya daripada metode gabungan tanpa pendekatan sektoral. Oleh karena itu, metode yang digunakan dalam prakiraan kebutuhan energi listrik pada penelitian kali ini adalah Metode Gabungan dengan Menggunakan Pendekatan Sektoral.

ANALISIS HASIL PRAKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK

Perhitungan Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2017-2036

Untuk melakukan perhitungan prakiraan kebutuhan energi listrik tahun 2017-2036 diperlukan beberapa variabel perhitungan yang nilainya harus ditentukan terlebih dahulu. Di penelitian ini, pertumbuhan penduduk, ekonomi (PDRB) dan tariff listrik mengalami pertumbuhan yang linier terhadap waktu dan Rasio Elektrifikasi ditargetnya mencapai 100% pada tahun 2020.

Jumlah Penduduk

Dari perhitungan menggunakan regresi linier maka didapat konstanta regresi a dan b. Sehingga bentuk persamaan regresi untuk prakiraan jumlah penduduk pada tiap tahunnya adalah sebagai berikut:

$$Penduduk_t = 133,0027 + 1,827333 X$$

Dan jumlah rumah tangga diasumsikan jumlah penghuni 4 orang/rumah tangga.

Jumlah Rumah Tangga, $H_t = P_t / 4$

dimana :

H_t = Jumlah rumah tangga (KK)

P_t = Jumlah penduduk pada tahun ke t (jiwa)

Kondisi Perekonomian

Dari perhitungan menggunakan regresi linier maka didapat konstanta regresi a dan b. Sehingga bentuk persamaan regresi untuk prakiraan pdrb pada tiap tahunnya adalah sebagai berikut:

$PDRB_t = 2889953,073 + 271260,27 X$

$PDRB.Bis_t = 1417909,383 +$

$133089,5251 X$

$PDRB.Pub_t = 356790,0127 + 33489,45561$

X

$PDRB.Ind_t = 906389,4 + 85076,6179 X$

Dimana :

$PDRB_t$ = PDRB sektor Rumah Tangga/Total (Milyar Rupiah)

$PDRB.Bis_t$ = PDRB sektor Bisnis (Milyar Rupiah)

$PDRB.Pub_t$ = PDRB sektor Publik (Milyar Rupiah)

$PDRB.Ind_t$ = PDRB sektor Industri (Milyar Rupiah)

Tarif Listrik

Dari perhitungan menggunakan regresi linier maka didapat konstanta regresi a dan b. Sehingga bentuk persamaan regresi untuk prakiraan tarif listrik pada tiap tahunnya adalah sebagai berikut:

$Tarif.RT_t = 498,733333 + 34,46666667 X$

$Tarif.Bis_t = 716,2666667 + 56,47878788$

X

$Tarif.Pub_t = 529,3333333 + 55,46666667$

X

$Tarif.Ind_t = 468,8666667 + 59,42424242$

X

Dimana :

$Tarif.RT_t$ = Tarif sektor Rumah Tangga (Rp/kWh)

$Tarif.Bis_t$ = Tarif sektor Bisnis (Rp/kWh)

$Tarif.Pub_t$ = Tarif sektor Publik (Rp/kWh)

$Tarif.Ind_t$ = Tarif sektor Industri (Rp/kWh)

Jumlah Pelanggan

Jumlah pelanggan diperkirakan untuk setiap sektor, yaitu untuk sektor rumahtangga, sektor bisnis, sektor publik dan sektor industri. Untuk sektor rumah tangga, jumlah pelanggan sektor rumah tangga diperoleh dari hasil perkalian antara Rasio Elektrifikasi dengan jumlah rumah tangga.

$PEL.R_t = H_t \times RE_t$

Dimana :

H_t = Jumlah rumah tangga pada tahun ke t (KK)

RE_t = Rasio elektrifikasi pada tahun ke t (%)

Sedangkan untuk sektor-sektor lainnya, dari perhitungan menggunakan regresi linier berganda maka didapat konstanta regresi a, b dan c. sehingga bentuk persamaan untuk jumlah pelanggan persektor tiap tahunnya adalah sebagai berikut:

$PEL.Bis_t = 7,014668467 - 0,062970188$

$Penduduk_t + (7,68968 \times 10^{-7}) PDRB_t$

$PEL.Pub_t = 1,624886737 - 0,013972882$

$Penduduk_t + (2,78376 \times 10^{-7}) PDRB_t$

$PEL.Ind_t = 0,192787053 -$

$(0,001585602 \times Penduduk_t) + (1,76585 \times 10^{-8})$

$PDRB_t$

Kebutuhan Energi Listrik Persektor



Gambar 4. Grafik Prakiraan Pertumbuhan Kebutuhan Energi Listrik Per Sektor Tahun 2017-2036

Prakiraan Kebutuhan Pembangkit Pembangkit Tenaga Listrik

Prakiraan kebutuhan pembangkit tenaga listrik ditentukan dari besarnya kebutuhan energi listrik tiap tahunnya dengan mempertimbangkan cadangan pembangkit sebesar 30% dari total kebutuhan energi listrik pada tiaptahun

dibagi dengan jumlah jam dalam 1 tahun (8760 jam) yang dirumuskan pada persamaan berikut:

$$D_{pembangkit_t} = [D_{Total_t} + (30\% * D_{Total_t})] / 8760$$

Tabel. 12. Prakiraan Kebutuhan Pembangkit Tenaga Listrik

Tahun	Prakiraan Kebutuhan Pembangkit
	(GW)
2017	25.09
2018	26.22
2019	27.34
2020	28.46
2021	29.56
2022	30.67
2023	31.77
2024	32.87
2025	33.97
2026	35.07
2027	36.17
2028	37.27
2029	38.37
2030	39.47
2031	40.57
2032	41.67
2033	42.78
2034	43.88
2035	44.98
2036	46.08

Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Perkapita

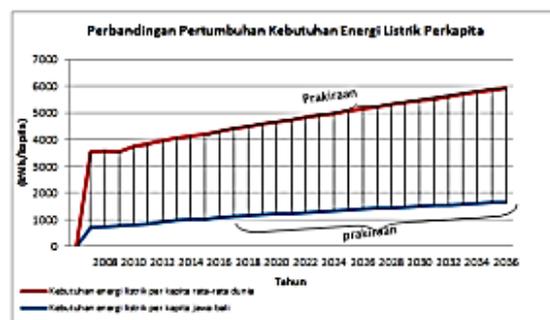
Tabel 13. Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Perkapita

Tahun	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Energi Listrik	Kebutuhan Energi Listrik Perkapita
	(Jiwa)	(GWh)	(kWh/kapita)
2017	153103333.33	169076.13	1104.33
2018	154930666.67	176711.86	1140.59
2019	156758000.00	184220.02	1175.19
2020	158585333.33	191799.66	1209.44
2021	160412666.67	199218.01	1241.91
2022	162240000.00	206636.37	1273.65
2023	164067333.33	214054.72	1304.68
2024	165894666.67	221473.07	1335.02
2025	167722000.00	228891.43	1364.71
2026	169549333.33	236309.78	1393.75
2027	171376666.67	243728.13	1422.18

2028	173204000.00	251146.49	1450.00
2029	175031333.33	258564.84	1477.25
2030	176858666.67	265983.19	1503.93
2031	178686000.00	273401.55	1530.07
2032	180513333.33	280819.90	1555.67
2033	182340666.67	288238.25	1580.77
2034	184168000.00	295656.61	1605.36
2035	185995333.33	303074.96	1629.48
2036	187822666.67	310493.31	1653.12

Analisis hasil prakiraan kebutuhan energi listrik tahun 2017-2036

Dari hasil prakiraan kebutuhan energi listrik yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa kebutuhan energi listrik terus meningkat setiap tahunnya. Hasil prakiraan pada tahun 2036, kebutuhan energi listrik mencapai 310.493,31 GWh atau naik sebesar 3,25% pertahun. Dengan rata-rata pertumbuhan tiap tahunnya adalah sebagai berikut: sektor rumah tangga 3,32%, sektor bisnis 3,59%, sektor publik 3,38%, dan sektor industri 2,99%. Sedangkan untuk hasil prakiraan kebutuhan energi listrik perkapita di wilayah Jawa-Bali akan mencapai 1653,12 kWh/kapita pada tahun 2036 dengan presentase rata-rata pertumbuhannya sebesar 2,15%. Peningkatan kebutuhan energi listrik perkapita di wilayah jawa-bali ini dinilai masih rendah apabila dibandingkan dengan rata-rata dunia yang hingga tahun 2014 telah mencapai 3128,401 kWh/kapita (sumber: <http://data.worldbank.org/indicator/EG.US.E.ELEC.KH.PC>). Pertumbuhan kebutuhan energi listrik perkapita wilayah jawa-bali dibandingkan dengan rata-rata dunia dapat dilihat pada grafik berikut ini:



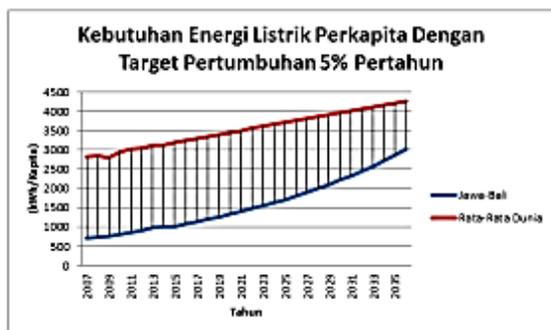
Gambar 5. Kebutuhan energi listrik perkapita wilayah jawa-bali dan rata-rata dunia

Dapat terlihat dari grafik diatas bahwa “gap” antara pertumbuhan kebutuhan energi listrik perkapita di wilayah jawa-bali dengan rata-rata dunia semakin besar tiap tahunnya. Hal ini menandakan bahwa tiap tahunnya kebutuhan energi listrik perkapita di wilayah jawa-bali akan meningkat namun pertumbuhannya menurun.

Salah satu factor yang menyebabkan terjadinya penurunan pertumbuhan konsumsi energi listrik di wilayah jawa-bali kemungkinan adalah kurangnya ketersediaan suplai energi listrik/pembangkit tenaga listrik yang mampu mencukupi kebutuhan energi listrik yang ada. Dengan banyaknya jumlah penduduk serta pertumbuhannya yang cukup signifikan di wilayah jawa-bali, ketersediaan energi listrik sangat dibutuhkan demi terpenuhinya kebutuhan energi listrik di wilayah tersebut.

Perencanaan Pemenuhan Kebutuhan Energi Listrik dengan skenario penambahan kebutuhan pembangkit tenaga listrik dari tahun 2017-2036

Dalam perencanaan ini, pertumbuhan konsumsi energi listrik perkapita dijaga agar mengalami peningkatan sebesar 5% tiap tahunnya dari rata-rata pertumbuhan sebelumnya yaitu 2,15% per tahun. Sehingga dari hasil tersebut dapat ditentukan berapa kebutuhan pembangkit tenaga listrik yang harus dipenuhi.



Gambar 6. Perbandingan kebutuhan energi listrik perkapita wilayah jawa-bali dengan rata-rata dunia dengan pencapaian peningkatan pertumbuhan sebesar 5% pertahun.

Tabel 14. Prakiraan kebutuhan energi listrik tahun 2017-2036 setelah adanya peningkatan pertumbuhan sebesar 5% pertahun

Tahun	Jumlah Penduduk	Keb. Energi Listrik Perkapita	Kebutuhan Energi Listrik
	(Jiwa)	(kWh/kapita)	(GWh)
2017	153103333.33	1136.30	173970.57
2018	154930666.67	1196.10	185312.59
2019	156758000.00	1259.05	197366.60
2020	158585333.33	1325.32	210176.11
2021	160412666.67	1395.07	223787.27
2022	162240000.00	1468.50	238248.99
2023	164067333.33	1545.79	253613.07
2024	165894666.67	1627.14	269934.46
2025	167722000.00	1712.78	287271.37
2026	169549333.33	1802.93	305685.46
2027	171376666.67	1897.82	325242.12
2028	173204000.00	1997.71	346010.60
2029	175031333.33	2102.85	368064.29
2030	176858666.67	2213.52	391480.94
2031	178686000.00	2330.03	416342.94
2032	180513333.33	2452.66	442737.55
2033	182340666.67	2581.75	470757.23
2034	184168000.00	2717.63	500499.94
2035	185995333.33	2860.66	532069.42
2036	187822666.67	3011.22	565575.58

Tabel 15. Prakiraan penambahan kebutuhan pembangkit tenaga listrik tahun 2017-2036 setelah adanya peningkatan pertumbuhan sebesar % per tahun

Tahun	Total Kebutuhan Pembangkit (Sesudah)	Kebutuhan Pembangkit yang Tersedia (Sebelum)	Kebutuhan Pembangkit Tambahan (Sesudah-Sebelum)
	(GW)	(GW)	(GW)
2017	25.818	25.091	0.726
2018	27.501	26.224	1.276
2019	29.290	27.339	1.951
2020	31.191	28.463	2.727
2021	33.210	29.564	3.646
2022	35.357	30.665	4.691
2023	37.637	31.766	5.871
2024	40.059	32.867	7.192
2025	42.632	33.968	8.664
2026	45.364	35.069	10.295
2027	48.267	36.170	12.097
2028	51.349	37.271	14.078
2029	54.621	38.371	16.250
2030	58.096	39.472	18.624
2031	61.786	40.573	21.213
2032	65.703	41.674	24.029
2033	69.861	42.775	27.086
2034	74.275	43.876	30.399
2035	78.960	44.977	33.983
2036	83.932	46.078	37.855

KESIMPULAN

1. Gabungan dari metode analitis, ekonometri, dan kecenderungan menggunakan pendekatan sektoral dapat digunakan dalam prakiraan kebutuhan energi listrik. Hal ini disebabkan karena metode ini merupakan metode yang paling mendekati hasil aktual dengan kesalahan relatif sebesar 0,05638%.
2. Kebutuhan energi listrik wilayah Jawa-Bali dari tahun 2017 hingga tahun 2036 akan mengalami peningkatan sebesar 6,4% tiap tahunnya sehingga pada tahun 2036 akan mencapai angka 565575,58 GWh yang didominasi oleh sektor rumah tangga sebesar 38,49%, sektor industri 36,62%, sektor bisnis 19,35% dan yang paling rendah adalah sektor publik yaitu 5,54%.
3. Kebutuhan energi listrik per kapita wilayah Jawa-Bali dari tahun 2017 hingga tahun 2036 akan dijaga pertumbuhannya sebesar 5% per tahun sehingga pada tahun 2036 kebutuhan energi listrik per kapitanya mencapai 3011,22112 kWh/kapita.
4. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang pertumbuhannya terus meningkat akibat konsumsi energi listrik yang tumbuh 6,4% per tahunnya, maka kebutuhan pembangkit tenaga listrik dari tahun 2017 hingga tahun 2036 juga akan meningkat sebesar 6,401% tiap tahunnya sehingga pada tahun 2036 total kebutuhan pembangkit tenaga listrik yang harus dipenuhi adalah sebesar 83,932 GW.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A.S Pabla. 1981. *Electric Power Distribution System* : Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- [2] Diantari, Retno Aita. 2013. *Analisis Prakiraan Pertumbuhan Kebutuhan Energi Listrik Dengan Metode Gabungan Menggunakan Pendekatan Sektoral Dan Pemenuhannya*. Fakultas Teknik, Program Magister Teknik Elektro, Universitas Indonesia. Depok.
- [3] Heizer, J. & Render, B. 2011. *Operations Management*. Tenth Edition. Pearson, New Jersey, USA.
- [4] Muchlis, Muchammad. 2002. *Analisis Kebutuhan Energi Sektor Komersial Propinsi Gorontalo*. Perencanaan energi provinsi gorontalo 2000-2015.
- [5] Nachrowi, Jalal. 2002. *Penggunaan Teknik Ekonometri*. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- [6] Nugroho, Agung & Winardi, Bambang. 2008. *Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2006-2015 menggunakan Metode Gabungan dengan Pemrograman Visual Basic*. Jurnal Teknik Elektro, Jilid 10, Nomor 4. Semarang : Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- [7] Produk Domestik Regional Bruto Provinsi-Provinsi di Indonesia Menurut Lapangan Usaha Tahun 2007-2011. Badan Pusat Statistik Indonesia.
- [8] Produk Domestik Regional Bruto Provinsi-Provinsi di Indonesia Menurut Lapangan Usaha Tahun 2009-2013. Badan Pusat Statistik Indonesia.
- [9] Produk Domestik Regional Bruto Provinsi-Provinsi di Indonesia Menurut Lapangan Usaha Tahun 2012-2016. Badan Pusat Statistik Indonesia.
- [10] Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero) Tahun 2017-2026.
- [11] Statistik Ketenagalistrikan. 2007-2014. Direktorat Jendral Ketenagalistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- [12] Suhono. 2010. *Kajian Perencanaan Permintaan dan Penyediaan Energi Listrik Di Wilayah Kabupaten Sleman Menggunakan Perangkat Lunak LEAP*. Fakultas Teknik Gajah Mada. Yogyakarta.
- [13] Vebrianto, Vian. 2009. *Studi Pengembangan Serta Penyusunan Rencana Energi dan Kelistrikan Daerah Dengan Memanfaatkan Potensi Energi Daerah Di Kabupaten Lamongan Jawa Timur*. Proceeding Seminar Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro FTI-ITS. Surabaya.