

PRAKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK TAHUN 2016 – 2020 PADA PT. PLN (PERSERO) UNIT AREA PELAYANAN DAN JARINGAN (APJ) TEGAL DENGAN METODE GABUNGAN

Ikha Nurjanah^{*)}, Bambang Winardi, and Agung Nugroho

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail : ikha.nurjanah23@gmail.com

Abstrak

Pertumbuhan penduduk dan perkembangan ekonomi suatu daerah dapat mempengaruhi penggunaan energi listrik. Penyediaan energi listrik harus diperhitungkan sehingga energi listrik dapat tersedia dalam jumlah sesuai kebutuhan. Prakiraan kebutuhan energi listrik digunakan sehingga energi listrik dapat tersedia secara optimal. Penelitian ini merancang prakiraan kebutuhan energi listrik yang penelitiannya dilakukan di APJ Tegal untuk masa prakiraan tahun 2016 hingga 2020. Metode yang digunakan adalah metode Gabungan. Metode ini menggabungkan beberapa model seperti ekonometri, kecenderungan, dan analitis dengan pendekatan sektoral yaitu suatu pendekatan yang mengelompokkan pelanggan menjadi 4 sektor (rumah tangga, bisnis, umum, dan industri) dimana dalam perhitungannya menggunakan bantuan software Matlab. Prakiraan ini didasarkan pada pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk, dan pertumbuhan rumah tangga daerah setempat. Data yang digunakan adalah pertumbuhan selama lima tahun sebelumnya. Hasil peramalan berupa prakiraan konsumsi energi (MWh), jumlah pelanggan, kebutuhan energi total yang harus diproduksi (MWh), dan beban puncak (MW). Hasil prakiraan menggunakan metode Gabungan menunjukkan kenaikan jumlah pelanggan sebesar 1,94% per tahun. Konsumsi energi listrik pada tahun 2020 sebesar 2.146.344,024 MWh dengan kenaikan rata-rata tiap tahunnya sebesar 6,32%. Total kebutuhan energi yang dibutuhkan pada tahun 2020 sebesar 2.291.039,701 dimana beban puncak APJ Tegal pada tahun 2020 sebesar 398.63MW.

Kata Kunci : Prakiraan kebutuhan energi, Metode Gabungan, APJ Tegal, MATLAB

Abstract

Population growth and economic growth at area can affect the electric energy consumption. The electric energy availability must be calculated to make the energy available as needed. The electric energy load forecast is used to make the electrical energy optimally available. This research creates a forecast of electric energy load which research is held at APJ Tegal for forecasting range at 2016 until 2020. The combined method is used for this project. This method combines several model like econometric, trends, and analysis with sectoral approach which is an approach groups the consumer into 4 sector (household, business, public, and industrial), using a software MATLAB. This forecast is based on population growth, economic growth, and household development at local sector. The data is acquired from growths during 5 years. The following results are energy consumption forecast (MWh), connected power (KVA), total subscribers, total energy produced (MWh), and peak load (MW). The result of combined method shows the increase number of customers is 1.94 % per year . The amount of electrical energy consumption in 2020 is 2,146,344.024 MWh with increasing average of 6,32 % . The total requirement of energy needed in 2020 is 2.291.039,701 which the peak load of APJ Tegal in 2020 amounted 398.63M .

Keywords : electric energy demand forecasting, combined method, APJ Tegal, MATLAB

1. Pendahuluan

Ketersediaan energi listrik merupakan aspek yang sangat penting dan bahkan menjadi suatu parameter untuk mendukung keberhasilan pembangunan suatu daerah. Pengelolaan sumber daya energi listrik yang tepat dan terarah dengan jelas akan menjadikan potensi yang

dimiliki suatu wilayah berkembang dan termanfaatkan secara optimal [1].

Permintaan akan penggunaan energi listrik di Indonesia akan selalu meningkat sesuai dengan pertumbuhan ekonomi selain itu perkembangan energi listrik juga dipengaruhi oleh perkembangan penduduk dalam pengertian jumlah pelanggan yang akan dialiri listrik.

Untuk memenuhi permintaan kebutuhan energi listrik tersebut harus diantisipasi sedini mungkin agar penyediaan energi listrik dapat tersedia dalam jumlah yang cukup dan harga yang memadai [2].

Perusahaan listrik negara perlu melakukan proyeksi konsumsi energi listrik pada jangka panjang. Hal ini di gunakan untuk menentukan kapasitas penambahan sistem pembangkit, transmisi, dan distribusi. Apabila proyeksi yang diperoleh belum sesuai dengan yang diharapkan, maka hal ini dapat dioptimalkan. Apabila kapasitas pembangkit dirasa tidak cukup, maka pemerintah akan merancang strategi agar kebutuhan listrik dimasa mendatang bisa terpenuhi seperti persiapan dana, infrastruktur dan persiapan lainnya [4].

Pada penelitian penelitian ini, dilakukan prakiraan kebutuhan energi listrik pada tahun 2014 hingga 2018 di APJ Tegal dengan menggunakan metode Gabungan. Proyeksi perencanaan yang dibahas adalah jumlah pelanggan energi listrik, konsumsi energi, kebutuhan energi total dan beban puncak [5].

2. Metode

2.1. Metode Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Metode Peramalan Kebutuhan Energi Listrik

Pada dasarnya terdapat empat kelompok besar metode peramalan yang biasa digunakan oleh berbagai perusahaan kelistrikan, Dalam penerapan untuk melakukan peramalan yang lebih baik dan akurat diperlukan berbagai macam metode yang masing –masing memiliki kelebihan dan kelemahan [5].

a) Metode Analitis (*End Use*)

Metode ini berdasarkan data dan analisa penggunaan akhir pada setiap sektor pemakai energi listrik. Prinsip dasar metode analitis adalah perhitungan spesifik pada pemakaian tenaga listrik oleh setiap pelanggan, maka perhitungan penjualan tenaga listrik dengan metode ini harus dapat memperkirakan jenis dan jumlah peralatan listrik yang digunakan serta konsumsi spesifiknya setiap macam peralatan. Keuntungan metode ini ialah hasil peramalan merupakan simulasi dari penggunaan tenaga listrik di masyarakat dengan lebih terinci serta dapat mensimulasikan perubahan teknologi, dan kebiasaan pemakai. Kelemahannya adalah dalam hal penyediaan data yang banyak dan kadang tidak tersedia (sulit diperoleh) pada pusat data.

b) Metode Ekonometri

Metode yang disusun berdasarkan kaidah ekonomi dan statistik yang menunjukkan bahwa energi listrik mempunyai peranan dalam mendorong kegiatan perekonomian. Dengan memperhatikan tersedianya data yang mendukung, dapat disusun suatu model hubungan

matematis yang menggambarkan asumsi di atas dengan metode ekonometri. Hasil estimasi yang diperoleh dari hasil analisa regresi ini yang akan digunakan dalam peramalan.

c) Metode Kecenderungan (*Black Box*)

Metode ini disebut juga metode *trend* yaitu metode yang dibuat berdasarkan kecenderungan hubungan data di masa lalu tanpa memperhatikan penyebab atau hal-hal yang mempengaruhinya (pengaruh ekonomi, iklim, teknologi, dan lain-lain). Dari data masa lalu tersebut diformulasikan sebagai fungsi dari waktu dengan persamaan matematik oleh karena itu metode ini disebut pula *time series*. Metode ini biasanya digunakan untuk peramalan jangka pendek.

d) Metode Gabungan

Dari ketiga macam metode yaitu, analitis, ekonometri, dan kecenderungan dimana masing-masing mempunyai keuntungan dan kerugian sendiri – sendiri. Dengan memperhatikan keunggulan dan kekurangan dari beberapa metode tersebut banyak perusahaan listrik mulai menggunakan suatu metode yang merupakan gabungan dari beberapa metode. Sehingga akan didapat suatu metode yang tanggap terhadap pengaruh aktivitas ekonomi, harga listrik, pergeseran pola penggunaan, kemajuan teknologi, kebijaksanaan pemerintah, dan sosio geografi.

2.2. Flowchart

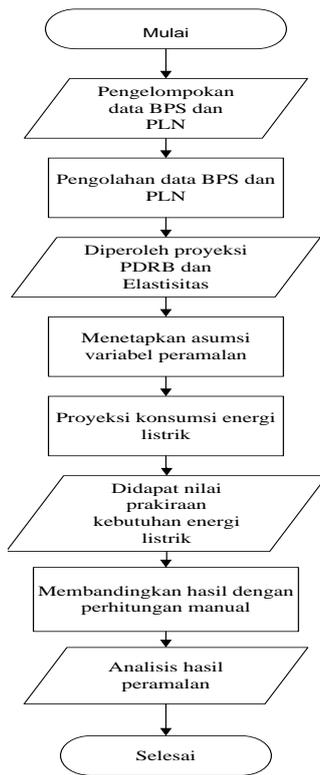
Secara garis besar penyusunan Penelitian Penelitian ini dapat digambarkan melalui Diagram Alir (*Flowchart*) dibawah ini :

2.3. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini pengumpulan data dilakukan dari survey data terhadap instansi atau badan yang menyediakan data yang dibutuhkan seperti BPS (*Badan Pusat Statistik*) dan PLN (*Perusahaan Listrik Negara*). Data yang didapatkan dari BPS berupa data jumlah penduduk dan rumah tangga serta data PDRB (*Product Domestic Regional Bruto*) dan data yang didapatkan dari PLN berupa data perusahaan listrik yang terdiri dari data perusahaan berupa jumlah pelanggan, konsumsi energi listrik dan daya tersambung.

2.3.1. Data Statistik

Data statistik disini diperoleh dari BPS (*Badan Pusat Statistik*). Data statistik disini meliputi data jumlah penduduk dan PDRB APJ Tegal.



Gambar 1. Diagram Alir Proyeksi Energi listrik

Tabel 1. Jumlah Penduduk dan Rumah Tangga APJ Tegal Tahun 2009 – 2013

Tahun	Jumlah Penduduk	Jumlah Rumah Tangga
2009	4.804.739	1.209.347
2010	4.844.280	1.231.321
2011	4.851.693	1.233.204
2012	4.859.118	1.235.092
2013	4.866.555	1.236.984

Tabel 2. PDRB APJ Tegal Tahun 2009 – 2013

LAPANGAN USAHA	2009	2010	2011	2012	2013
Pertanian	4,904,739	4,844,280	4,851,693	4,859,118	4,866,555
Pertambangan & Galian	4,197,652.56	4,323,093.15	4,541,077.87	4,770,054.11	5,010,576.09
Industri Pengolahan	177,683.96	192,911.66	202,638.91	212,856.63	223,589.57
Listrik & Air Minum	2,506,927.40	2,673,802.64	2,807,156.84	2,948,703.02	3,097,386.42
Bangunan	120,148.33	127,747.48	134,188.93	140,955.18	148,062.61
Perdagangan	3,107,233.21	3,258,454.47	3,422,756.58	3,595,343.33	3,776,632.49
Pengangkutan & Komunikasi	553,523.70	1,372,763.03	1,441,982.30	1,514,691.84	1,591,067.63
Keuangan, P.sewa & Jasa Perusahaan	601,785.31	631,962.20	663,827.83	697,300.23	732,460.43
Jasa-Jasa	876,705.85	898,590.08	943,899.98	991,494.55	1,041,489.00
PDRB	12,594,188	13,973,514	14,676,637	15,416,682	16,194,043

2.3.2. Data Kelistrikan

Data kelistrikan yang diperoleh dari PT. PLN (Persero) APJ Tegal berupa data mentah. Data mentah yang diperoleh disini adalah data perusahaan energi listrik. Data perusahaan energi listrik ini meliputi pemakaian energi listrik dari setiap sektor untuk APJ Tegal selama kurun waktu lima tahun mulai tahun 2009 sampai dengan tahun 2013.

Tabel 3. Data Perusahaan Energi Listrik Per Sektor APJ Tegal Tahun 2009 – 2013

Uraian	2009	2010	2011	2012	2013
Energi Terjual (KWh)	1,085,674.6	1,161,256.4	1,256,431.2	1,349,513.4	1,471,717.8
1. Rumah Tangga	834,359.80	890,191.30	960,477.80	1,036,372.20	1,118,510.60
2. Bisnis	103,690.50	110,770.70	120,096.80	120,096.80	141,170.10
3. Umum	81,921.10	88,423.70	99,210.50	111,310.50	124,883.10
4. Industri	65,703.20	71,870.70	76,646.10	81,733.90	87,154.00
Daya Tersambung (VA)	584,265.600	651,517.100	651,535.600	651,555.700	651,577.200
1. Rumah Tangga	461,465.20	513,499.00	513,504.70	513,510.60	513,516.50
2. Bisnis	58,545.40	65,962.90	65,966.50	65,970.40	65,974.50
3. Umum	36,721.30	40,493.70	40,500.60	40,508.50	40,517.50
4. Industri	27,533.70	31,561.50	31,563.80	31,566.20	31,568.70
Pelanggan	764,603	818,270	832,671	847,819	863,807
1. Rumah Tangga	726,028.00	777,995.00	787,798.00	797,724.00	807,775.00
2. Bisnis	17,040.00	17,754.00	18,807.00	19,922.00	21,103.00
3. Umum	21,289.00	22,268.00	25,800.00	29,893.00	34,635.00
4. Industri	246.00	253.00	266.00	280.00	294.00
1. Energi Siap Jual (KWh)	1,101,802.9	1,184,082.6	1,292,801.9	1,424,150.5	1,562,673.3
2. Susut Energi (%)	1.46	1.93	2.81	5.24	5.82
3. Faktor Beban (%)					65.61
4. Beban Puncak (KW)					271.90

3. Hasil dan Analisa

3.1. Variabel Peramalan Kebutuhan Energi Listrik

Dari perhitungan-perhitungan asumsi yang digunakan untuk prakiraan kebutuhan energi listrik maka dapat dirangkum dalam ikhtisar asumsi penyusunan prakiraan kebutuhan energi listrik sebagai berikut :

Tabel 4. Iktisar Penetapan Asumsi Variabel Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2013-2018 APJ Tegal

URAIAN	Asumsi- asumsi Variabel Peramalan
SEKTOR RUMAH TANGGA	
a) Pertumbuhan penduduk (Gp)	0,12 %
b) Jumlah Penghuni RT (Q)	3,64 jiwa
c) Pertumbuhan PDRB Total (G _T)	3,03 %
d) Elastisitas Pelanggan RT (ePel.R)	0,91
e) Elastisitas energi RT (eE.R)	0,65
f) Daya tersambung per pelanggan RT baru (VR)	573 VA
g) Konsumsi energi per pelanggan RT baru (UKR)	834 KWh
SEKTOR BISNIS	
a) Pertumbuhan PDRB Bisnis (G _B)	3,03 %
b) Elastisitas pelanggan Bisnis (ePel.B)	1,65

c) Elastisitas energi Bisnis (eE.B)	6,09
d) Daya tersambung per pelanggan Bisnis baru (VB)	2.053 VA
SEKTOR UMUM	
d) Pertumbuhan PDRB Umum (G _U)	3,03 %
e) Elastisitas pelanggan Umum (ePel. _U)	1,16
f) Elastisitas energi Umum (eE. _U)	1,00
g) Daya tersambung per pelanggan Umum baru (V _U)	1.640 VA
SEKTOR INDUSTRI	
a) Pertumbuhan PDRB Industri (G _I)	3,03 %
b) Elastisitas pelanggan Industri (ePel. _I)	0,62
c) Elastisitas energi Industri (eE. _I)	5,99
d) Daya tersambung per pelanggan Industri baru (V _I)	333.964 VA
Susut Energi (SE)	11,61%
Faktor Beban (FB)	50,17%

3.2. Perhitungan Peramalan Kebutuhan Energi Listrik

Berdasarkan data perusahaan listrik dan asumsi variabel-variabel peramalan pada tabel 4 yang telah dihitung sebelumnya maka dapat dihitung peramalan kebutuhan energi listrik tahun 2016 - 2020 untuk APJ Tegal di mana peramalan dimulai dari tahun 2014 yang digunakan untuk validasi data. Dalam perhitungan ini diambil contoh untuk peramalan tahun 2014.

3.2.1. Sektor Rumah Tangga

- Jumlah Penduduk

$$P_{2014} = P_{2013} \times (1 + G_p)^{(2014-2013)}$$

$$= 4.866.555 \times (1 + 0,26\%)^1$$

$$= 4.879.013$$
- Jumlah Rumah Tangga

$$H_{2014} = P_{2014} / Q$$

$$= 4.879.013 / 3.93$$

$$= 1.240.151$$
- Jumlah Pelanggan Rumah Tangga

$$Pel.R_{2014} = Pel.R_{2013} \times (1 + ((ePel.R \times GT_{2014}) / 100))$$

$$= 807.775 \times (1 + 0.417 \times 5.04 / 100)$$

$$= 824.757$$
- Rasio Elektrifikasi

$$RE_{2014} = (Pel.R_{2014} / H_{2014}) \times 100\%$$

$$= (824.757 / 1.240.151) \times 100\%$$

$$= 66,50 \%$$
- Daya Tersambung Rumah Tangga

$$VA.R_{2014} = VA.R_{2013} + ((Pel.R_{2014} - Pel.R_{2013}) \times VR_{2014})$$

$$= 513.516,50VA + (824.757 - 807.775 \times 0,64 KVA)$$

$$= 524.312 KVA$$
- Konsumsi Energi Rumah Tangga

$$E.R_{2014} = E.R_{2013} \times (1 + ((eE.R \times GT_{2014}) / 100)) + ((Pel.R_{2014} - Pel.R_{2013}) \times UKR_t)$$

$$= 1.118.510,60 \text{ MWh} \times (1 + 1,18 \times 5,04 / 100) + (824.757 - 807.775 \times 1,38 \text{ MWh})$$

$$= 1.208.659 \text{ MWh}$$

3.2.2. Sektor Bisnis

- Jumlah Pelanggan Bisnis

$$Pel.B_{2014} = Pel.B_{2013} \times [1 + \{ePel.B \times ((Pel.R_{2014} / Pel.R_{2013}) - 1)\}]$$

$$= 21.103 \times [1 + \{1,80 \times (824.757 / 807.775 - 1) \times 100\} / 100]$$

$$= 21.903$$
- Daya Tersambung Bisnis

$$VA.B_{2014} = VA.B_{2013} + ((Pel.B_{2014} - Pel.B_{2013}) \times VB_{2014})$$

$$= 65.974,50 KVA + (21.903 - 21.103 \times 3,13 KVA)$$

$$= 68.477 KVA$$
- Konsumsi Energi Bisnis

$$E.B_{2014} = E.B_{2013} \times (1 + ((eE.B \times GB_{2014}) / 100))$$

$$= 141.170,10 \text{ MWh} \times (1 + 0,73 \times 5,04 / 100)$$

$$= 146.345 \text{ MWh}$$

3.2.3. Sektor Umum

- Jumlah Pelanggan Umum

$$Pel.U_{2014} = Pel.U_{2013} \times [1 + \{ePel.U \times ((Pel.R_{2014} / Pel.R_{2013}) - 1)\}]$$

$$= 34.635 \times [1 + \{4,01 \times (824.757 / 807.775 - 1) \times 100\} / 100]$$

$$= 37.552$$
- Daya Tersambung Umum

$$VA.U_{2014} = VA.U_{2013} + ((Pel.U_{2014} - Pel.U_{2013}) \times VU_{2014})$$

$$= 40.517,50 KVA + (37.552 - 34.635 \times 1,17 KVA)$$

$$= 43.930 KVA$$
- Konsumsi Energi Umum

$$E.U_{2014} = E.U_{2013} \times (1 + ((eE.U \times GU_{2014}) / 100))$$

$$= 124.883,10 \text{ MWh} \times (1 + 2,41 \times 5,04 / 100)$$

$$= 140.074 \text{ MWh}$$

3.2.4. Sektor Industri

- Jumlah Pelanggan Industri

$$Pel.I_{2014} = Pel.I_{2013} \times (1 + ((ePel.I \times GI_{2014}) / 100))$$

$$= 294 \times (1 + 0,87 \times 5,04 / 100)$$

$$= 307$$
- Daya Tersambung Bisnis

$$VA.I_{2014} = VA.I_{2013} + ((Pel.I_{2014} - Pel.I_{2013}) \times VI_{2014})$$

$$= 31.568,70 \text{ KVA} + (307 - 294 * 107,38 \text{ KVA})$$

$$= 32.948 \text{ KVA}$$

c) Konsumsi Energi Bisnis

$$E.I2014 = E.I2013 * (1 + ((eE.I * GI2014)/100))$$

$$= 87.154 \text{ MWh} * (1 + 1,33 * 5,04 / 100)$$

$$= 92.984 \text{ MWh}$$

3.2.5. Total Konsumsi Energi

$$E.T2014 = E.R2014 + E.B2014 + E.U2014 + E.I2014$$

$$= 1.208.659 \text{ MWh} + 146.345 \text{ MWh} + 140.074 \text{ MWh} + 92.984 \text{ MWh}$$

$$= 1.588.061,388 \text{ MWh}$$

3.2.6. Total Produksi Energi

$$PT2014 = E.T2014 / (1 - S.E2014\%)$$

$$= 1.588.061.388 \text{ MWh} * (1 - 5,82\%)$$

$$= 1.686.207 \text{ MWh}$$

3.2.7. Beban Puncak

$$BP2014 = PT2014 / (FB2014 * 8760)$$

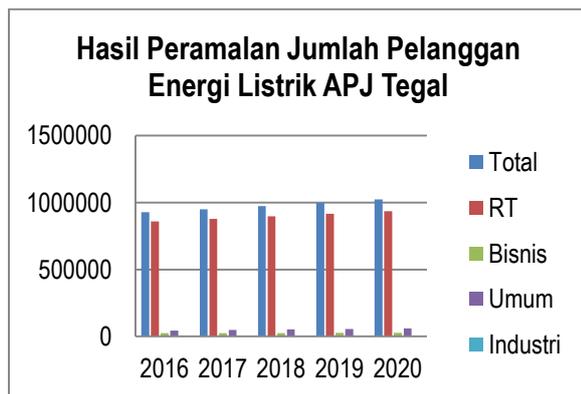
$$= 1.686.207 \text{ MWh} / (8760 * 65,61\%)$$

$$= 293.39 \text{ MW}$$

3.3. Pembahasan Hasil Peramalan

Proyeksi dari kebutuhan energi listrik APJ Tegal meliputi jumlah konsumsi energi listrik, produksi energi serta beban puncak energi listrik.

a. Jumlah Pelanggan Energi Listrik



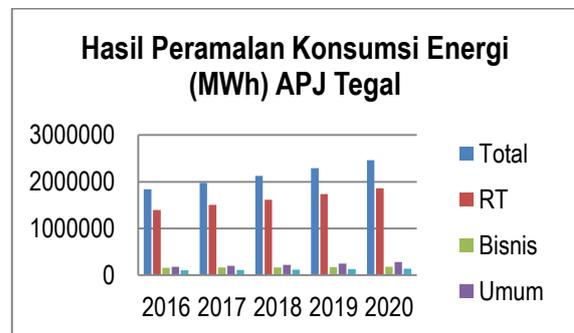
Gambar 2. Grafik Peramalan Jumlah Pelanggan Energi Listrik APJ Tegal

Berdasarkan gambar 2 terlihat bahwa pertumbuhan jumlah pelanggan sektor rumah tangga mengalami kenaikan setiap tahunnya dengan rata-rata pertumbuhan jumlah pelanggan sebesar 1,677% setiap tahunnya. Pertumbuhan sektor bisnis mengalami kenaikan setiap tahunnya dengan rata-rata pertumbuhan jumlah pelanggan

sebesar 3,015% setiap tahunnya. Keseluruhan pertumbuhan jumlah pelanggan sektor umum mengalami kenaikan setiap tahunnya dengan rata-rata pertumbuhan jumlah pelanggan sebesar 6,670% setiap tahunnya. Pertumbuhan jumlah pelanggan sektor industri mengalami kenaikan setiap tahunnya dengan rata-rata pertumbuhan jumlah pelanggan sebesar 3,452% setiap tahunnya.

Berdasarkan Grafik juga dapat dilihat pada tahun 2016 jumlah total pelanggan APJ Tegal diramalkan sebesar 927.832 mengalami kenaikan pada tahun 2020 sebesar 102.3077 dengan rata-rata pertumbuhan total pelanggan tiap tahun sebesar 1,97%.

b. Kebutuhan Konsumsi Energi



Gambar 3. Grafik Peramalan Konsumsi Energi (MWh) APJ Tegal

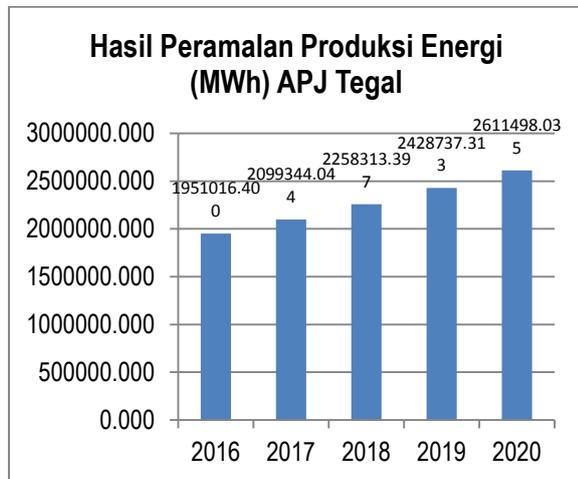
Dari gambar 4.2 dapat dilihat pertumbuhan konsumsi sektor rumah tangga pada tahun 2016 sebesar 1.410.915,201 MWh tumbuh menjadi 1.923.011,984 MWh pada tahun 2020 dengan rata – rata pertumbuhan sebesar 7,82% per tahun. Sektor umum memiliki pertumbuhan dengan konsumsi tahun 2016 sebesar 176.140,685 MWh tumbuh menjadi 278.612,777 MWh pada tahun 2020 dengan pertumbuhan konsumsi sebesar 12,2% per tahun. Pertumbuhan konsumsi energi sektor industri pada tahun 2016 sebesar 10.573,430 MWh pertahun tumbuh menjadi 128.268,759 MWh pada tahun 2020 dengan rata – rata pertumbuhan 6,69 % per tahun. Pertumbuhan konsumsi energi sektor bisnis tahun 2016 sebesar 157.102,873 MWh tumbuh menjadi 181.178,227 MWh pada tahun 2020 dengan rata – rata pertumbuhan sebesar 4,1% per tahun.

Berdasarkan Grafik dapat dilihat pada tahun 2016 kebutuhan konsumsi energi total pada APJ Tegal diramalkan sebesar 1.849.890,191 MWh tumbuh sebesar 2.519.605,211 MWh pada tahun 2020 dengan kenaikan rata – rata tiap tahunnya sebesar 6,00%.

c. Produksi Energi Listrik

Secara lengkap hasil perhitungan peramalan total produksi energi per tahun pada APJ Tegal mulai dari

tahun 2016 hingga tahun 2020 ditampilkan pada gambar 4.

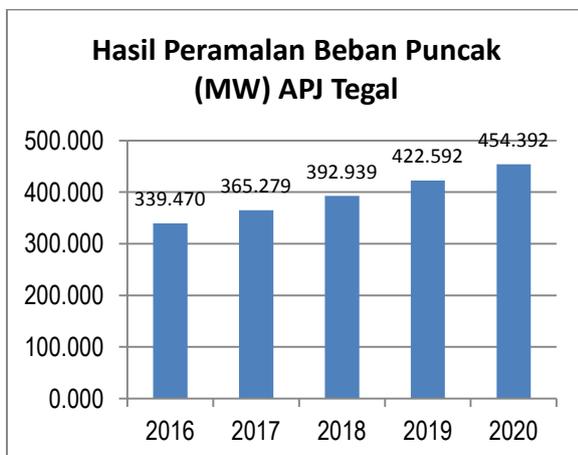


Gambar 4. Grafik Peramalan Total Produksi Energi (MWh) APJ Tegal

Kebutuhan energi listrik yang harus diproduksi/disediakan merupakan jumlah dari total kebutuhan konsumsi energi dan susut energi yang terjadi. Dengan susut energi yang dianggap konstan setiap tahunnya yaitu sebesar 5,82% maka pertumbuhan produksi energi setiap tahunnya akan sama dengan pertumbuhan konsumsi energi totalnya yaitu setiap tahun akan tumbuh sebesar 6,00%. Pada tahun 2016 total energi yang harus diproduksi/disediakan oleh APJ Tegal diramalkan sebesar 1.964.217,583 MWh tumbuh sebesar 2.675.322,503 MWh pada tahun 2020.

d. Beban Puncak

Secara lengkap hasil perhitungan peramalan Beban Puncak per tahun pada APJ Tegal mulai dari tahun 2014 hingga tahun 2018 ditampilkan pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik Peramalan Beban Puncak (MW) APJ Tegal

Dengan Faktor Beban yang dianggap konstan setiap tahunnya yaitu sebesar 65,61% maka pertumbuhan Beban Puncak setiap tahunnya akan sama dengan pertumbuhan total produksi energi yaitu setiap tahun akan tumbuh sebesar 7,84%. Pada tahun 2016 Beban Puncak yang akan terjadi pada APJ Tegal diramalkan sebesar 339,470 MW tumbuh sebesar 454,392 MW pada tahun 2020.

3.3. Perbandingan Hasil Peramalan Menggunakan Matlab dengan Perhitungan Manual

Hasil proyeksi kebutuhan energi listrik yang didapat kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan manual dimana menggunakan *Microsoft excel*. Secara lengkap perbandingan hasil peramalan pelanggan RT perhitungan dengan aplikasi Matlab dengan perhitungan manual untuk APJ Tegal sebagai berikut :

Tabel 5. Perbandingan Hasil Peramalan Total Pelanggan perhitungan Matlab dengan manual

Tahun	Jumlah Pelanggan Total		
	Perhitungan Matlab	Perhitungan Manual	Selisih (Δ)
2016	927.832	927.832	0
2017	950.518	950.518	0
2018	973.930	973.930	0
2019	998.104	998.104	0
2020	1.023.077	1.023.077	0

Selanjutnya dapat pula dibandingkan total konsumsi energi , total produksi energi, dan beban puncak perhitungan Matlab dengan manual sebagai berikut :

Tabel 6. Perbandingan Hasil Peramalan Total Konsumsi Energi perhitungan Matlab dengan perhitungan manual

Tahun	Total Konsumsi Energi (MWh)		
	Perhitungan Matlab	Perhitungan Manual	Selisih (Δ)
2016	1.837.457,385	1.837.441,290	16,095
2017	1.977.151,610	1.977.129,281	22,329
2018	2.126.868,142	2.126.839,099	29,043
2019	2.287.372,525	2.287.336,254	36,271
2020	2.459.495,650	2.459.451,605	44,045

Tabel 7. Perbandingan Hasil Peramalan Total Produksi Energi perhitungan Matlab dengan perhitungan manual

Tahun	Total Produksi Energi (MWh)		
	Perhitungan Matlab	Perhitungan Manual	Selisih (Δ)
2016	1.951.016,400	1.950.999,311	17,089
2017	2.099.344,044	2.099.320,336	23,708
2018	2.258.313,397	2.258.282,558	30,839
2019	2.428.737,313	2.428.698,800	38,513
2020	2.611.498,035	2.611.451,269	46,766

Tabel 8. Perbandingan Hasil Peramalan Beban Puncak perhitungan Matlab dengan perhitungan manual

Tahun	Beban Puncak (MW)		
	Perhitungan Matlab	Perhitungan Manual	Selisih (Δ)
2016	339,470	339,467	0,003
2018	392,939	392,934	0,005
2019	422,592	422,586	0,006
2020	454,392	454,384	0,008
2017	365,278	365,275	0,003

Melihat dari tabel perbandingan diatas dapat dilihat bahwa hasil proyeksi dari proyeksi menggunakan Matlab mendekati dengan perhitungan manual namun masih terdapat perbedaan. Perbedaan ini dikarenakan adanya pengaruh pembulatan perhitungan baik perhitungan dengan Matlab maupun dengan hitung manual.

3.4. Perbandingan Hasil Peramalan Menggunakan Matlab dengan Data Aktual

Hasil proyeksi kebutuhan energi listrik yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan data aktual tahun 2014. Secara lengkap perbandingan hasil peramalan perhitungan dengan aplikasi Matlab dengan data aktual tahun 2014 untuk APJ Tegal sebagai berikut :

Tabel 8. Perbandingan Hasil Total Konsumsi Energi Perhitungan Prakiraan dengan Data Aktual

Tahun	Jumlah Konsumsi Energi Total (MWH)			
	Perhitungan Prakiraan	Data Aktual	Selisih (Δ)	Error (%)
2014	1.585.366,894	1.578.185,480	7.181,414	0,455

Pada tabel 4.25 terlihat bahwa selisih hasil perhitungan total konsumsi energi metode gabungan dengan data aktual tidak terlalu jauh. Melihat hasil *error* dari tabel 4.25 maka dapat di analisis bahwa hasil prakiraan mendekati data aktual dengan nilai *error* sebesar 0,455 %. Perbandingan ini dapat di simpulkan bahwa proyeksi kebutuhan energi listrik metode gabungan dapat digunakan sebagai acuan PLN untuk mengantisipasi kebutuhan energi listrik di masa mendatang.

4. Kesimpulan

Dari uraian hasil perhitungan, analisa dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1 Jumlah pelanggan listrik APJ Tegal pada tahun 2016 adalah 824.752 dan diperkirakan pada tahun 2020 menjadi sebesar 896.303 dengan rata-rata pertumbuhan total pelanggan tiap tahun sebesar 1,944%.
- 2 Total kebutuhan konsumsi energi listrik APJ Tegal diramalkan pada tahun 2016 sebesar 1.588.670,943 MWh tumbuh sebesar 2.146.344,024 MWh pada tahun 2020 dengan pertumbuhan rata-rata per tahun sebesar 6,325 %

- 3 Pada tahun 2016 total produksi energi listrik yang harus diproduksi APJ Tegal sebesar 1.685.966,936 MWh tumbuh sebesar 2.291.039,701 MWh pada tahun 2020 dengan rata – rata pertumbuhan per tahun sebesar 6,325%
- 4 Beban puncak APJ Tegal pada tahun 2016 mencapai angka sebesar 293.51 MW dan tumbuh menjadi 396.54 MW tahun 2020 dengan rata –rata pertumbuhan per tahun sebesar 7,840%.

Referensi

- [1]. Wibowo, Andro Cahyo. “Analisis Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik dengan Menggunakan Metode *Simple Econometric*,” Universitas Diponegoro, Semarang, 2016.
- [2]. D. Marsudi, “Operasi Sistem Tenaga Listrik,” Balai Penerbit & Humas ISTN, Jakarta, 1990.
- [3]. Kartika, Meigy Restanaswari, “Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik APJ Pekaloangan Tahun 2014-2018 Dengan Menggunakan Software Leap”. Universitas Diponegoro, Semarang, 2015.
- [4]. Suswanto, Daman, “*Sistem Distribusi Tenaga Listrik*.” Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Padang, 2009.
- [5]. Karmiata, Putu, *Kursus Perencanaan Sistem Ketenagalistrikan*, Direktorat Transmisi dan Distribusi PT. PLN (Persero), Jakarta, 2005.
- [6]. Fitrianto, Kurniawan, Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2006-2015 Pada PT. PLN (PERSERO) Unit Pelayanan Jaringan (UPJ) Di Wilayah Kota Semarang Dengan Metode Gabungan, Penelitian, 2008.
- [7]. Dewantoro, Aresta. “Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2006 – 2015 UPJ Boyolali Menggunakan Metode Gabungan dengan Pemrograman *Visual Basic*”. Semarang : Universitas Diponegoro.2008.
- [8]. Nugroho, Agung, *Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik*, Admisi dan Bisnis Volume 4 nomor 1, Teknik Elektro Fakultas Teknik UNDIP, Semarang, 2004.
- [9]. Oktaningtyas, Yudith, *Pembuatan Program Untuk Perhitungan Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik*, Penelitian, 2006.
- [10]. Nugroho, Agung. “Peramalan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2006-2015 Menggunakan Metode Gabungan Dengan Pemrograman *Visual Basic*”. Semarang : Universitas Diponegoro. 2008.
- [11]. Suhono. “Kajian Perencanaan Permintaan dan Penyediaan Energi Listrik di Wilayah Kabupaten Sleman Menggunakan Perangkat Lunak LEAP”. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada. 2010.
- [12]. Ibrahim, H.D., *Rencana Umum Pengusahaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2006- 2015*, Direktorat Transmisi dan Distribusi PT. PLN (Persero), Jakarta, 2006.