

## PROYEKSI KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK KABUPATEN PURBALINGGA TAHUN 2030 MENGGUNAKAN *SOFTWARE LEAP*

Gagat Dwiyoko<sup>1</sup>, Toto Sukisno<sup>2</sup>, Eko Swi Damarwan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta  
Email: gagatdwiyoko48@gmail.com

### ABSTRACT

*The purpose of this study is to project the electrical energy needs of each customer sector and the peak load in Purbalingga Regency until 2030 using the LEAP software. The projected results are expected to be a reference in the supply of electrical energy in Purbalingga Regency to ensure the availability of electricity in Purbalingga Regency. This method of projecting electrical energy needs is carried out with the Econometry, Trend, and End-Use approaches. The development and manufacturing phases consist of: (1) needs analysis, (2) simulation design, (3) simulation phase, and (4) testing process with two scenarios. The projected electrical energy requirements in this research are tested with two scenarios, namely the Business As Usual scenario and the Policy scenario. The results of the projected electricity needs of Purbalingga Regency in 2030 use the Business As Usual scenario in the household customer sector of 296.015,6 MWh, the business sector 78.311,3 MWh, the public sector 62.219,4 MWh and the industrial sector equal to 209.346,3 MWh with a peak load of 94,6 MW. In the policy scenario, the household sector's electricity needs are 297.541 MWh, the business sector is 43.129,3 MWh, the public sector is 36.756,2 MWh, and the industrial sector is 99.216,6 MWh with a peak load of 69,8 MW. In the Business As Usual scenario, it is necessary to increase the capacity of the transformer by 90 MW or 300% of the previous capacity, but if the policy scenario applied is to increase the capacity of the transformer by 60 MW or 200% of the previous capacity. Additional transformer capacity is needed to ensure the availability of electricity in Purbalingga Regency until 2030.*

**Keywords:** *Projected electrical energy requirements, LEAP software*

### ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memproyeksikan kebutuhan energi listrik tiap sektor pelanggan serta beban puncak di Kabupaten Purbalingga hingga tahun 2030 menggunakan *software LEAP*. Hasil proyeksi diharapkan dapat menjadi acuan dalam penyediaan energi listrik dan guna menjamin ketersediaan energi listrik di Kabupaten Purbalingga. Metode proyeksi kebutuhan energi listrik ini dilakukan dengan pendekatan Ekonometri, *Trend*, dan *End-Use*. Tahap- tahap pengembangan dan pembuatan yang terdiri dari: (1) analisis kebutuhan, (2) perancangan simulasi, (3) tahap simulasi, dan (4) proses pengujian dengan dua skenario. Proyeksi kebutuhan energi listrik dalam penelitian ini diuji dengan dua skenario yaitu skenario *Business As Usual* dan skenario Kebijakan. Hasil proyeksi kebutuhan energi listrik Kabupaten Purbalingga tahun 2030 menggunakan skenario *Business As Usual* pada sektor pelanggan rumah tangga sebesar 296.015,6 MWh, sektor bisnis 78.311,3 MWh, sektor publik 62.219,4 MWh dan sektor industri sebesar 209.346,3 MWh dengan beban puncak 94,6 MW. Pada skenario kebijakan kebutuhan energi listrik sektor rumah tangga sebesar 297.541 MWh, sektor bisnis 43.129,3 MWh, sektor publik 36.756,2 MWh dan sektor industri sebesar 99.216,6 MWh dengan beban puncak 69,8 MW. Pada skenario *Business As Usual* diperlukan penambahan kapasitas trafo sebesar 90 MW atau 300% kapasitas sebelumnya namun jika skenario kebijakan yang diterapkan penambahan kapasitas trafo sebesar 60 MW atau 200% dari kapasitas sebelumnya. Penambahan kapasitas trafo diperlukan guna menjamin ketersediaan energi listrik di Kabupaten Purbalingga hingga tahun 2030.

**Kata kunci:** *Proyeksi kebutuhan energi listrik, software LEAP*

## PENDAHULUAN

Ketersediaan energi listrik merupakan aspek yang sangat penting dan bahkan menjadi suatu parameter untuk mendukung keberhasilan pembangunan suatu daerah. Energi listrik yang memadai dan tepat sasaran akan memacu perkembangan pembangunan daerah seperti sektor industri, bisnis, pelayanan publik, dan bahkan kualitas hidup masyarakat. Penggunaan energi listrik secara langsung maupun tidak langsung akan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Penggunaan energi listrik diperkirakan akan selalu meningkat setiap tahunnya. Hal ini dikarenakan oleh semakin berkembangnya kebutuhan masyarakat yang harus dipenuhi. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap tingkat kebutuhan tenaga listrik, seperti faktor ekonomi, kependudukan, rencana pembangunan, dan lain-lain (Suhono, 2009:16).

Kabupaten Purbalingga merupakan salah satu daerah yang kebutuhan energi listriknya terus meningkat. Hal itu disebabkan karena di Kabupaten Purbalingga jumlah penduduk serta faktor ekonominya terus meningkat (Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kab. Purbalingga 2016-2021, 2018: 82). Ditambah lagi dengan banyaknya pembangunan industri-industri yang memerlukan banyak energi listrik. Untuk mengantisipasi kurangnya pemenuhan kebutuhan energi listrik di masa yang akan datang maka perlu adanya proyeksi kebutuhan energi listrik agar penyedia energi listrik dalam hal ini PT. PLN mempunyai acuan untuk menambah kapasitas suplai energi listrik di Kabupaten Purbalingga.

Menurut pedoman penyusunan rencana umum ketenagalistrikan daerah yang diterbitkan oleh Kementerian ESDM (2015), terdapat 4 sektor konsumsi energi dalam pembagian pelanggan yaitu: sektor rumah tangga, sektor bisnis, sektor publik, dan sektor industri. Sektor tersebut yang akan dilakukan proyeksi kebutuhan energi listriknya.

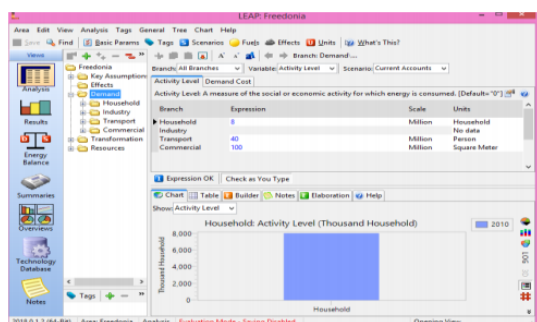
Terdapat berbagai model pendekatan untuk menyusun prakiraan kebutuhan tenaga listrik yang tersedia antara lain: pendekatan ekonometrik, proses, *time series*, *end-use*, *trend* maupun gabungan dari berbagai model pendekatan perencanaan (Prawaningtyas, 2009). Metode yang digunakan sebagai pendekatan untuk proyeksi kebutuhan energi listrik pada penelitian ini adalah metode pendekatan ekonometri, *trend*, dan *end-use*. Perbedaan utama dari ketiga metode tersebut adalah pada jenis data yang dimasukkan (data input). Pada model ekonometri, data yang digunakan sebagai data masukan seperti pendapatan daerah, pendapatan per kapita dan data lain yang bersifat ekonomi, kemudian dihubungkan dengan kebutuhan energi (Herbst, A., Toro, F., Reitze, F., & Jochem, E., 2012).

Pendekatan *trend* dilakukan dengan melakukan proyeksi berdasarkan data historis di masa lalu (Suhono, 2009:17). Data tersebut kemudian diekstrapolasikan berdasarkan kecenderungan yang terjadi. Keunggulannya adalah data yang diperlukan bersifat sederhana. Namun, ada juga kelemahannya terutama karena tidak dapat menggambarkan perubahan struktural yang terjadi dari masing-masing variabel yang berpengaruh baik untuk faktor teknologi maupun ekonomi. Selain itu, ada kecenderungan bahwa kejadian di masa lalu tidak secara tegas akan menggambarkan kondisi pada masa yang akan datang.

Metode pendekatan *end-use* juga dikenal sebagai pendekatan *engineering model*. Pendekatan ini akan lebih detail walaupun secara perhitungan menggunakan fungsi yang lebih sederhana (Djohar, A., & Musaruddin, M., 2017). Pertimbangan teknologi yang digunakan dalam proses aliran energi juga menjadi variabel perhitungan. Pendekatan ini sangat cocok untuk keperluan proyeksi efisiensi energi karena dimungkinkan untuk secara eksplisit mempertimbangkan perubahan teknologi dan tingkat pelayanan. Permintaan energi dari masing-masing kegiatan merupakan produk dari dua faktor, yaitu tingkat aktivitas (layanan

energi) dan intensitas energi (penggunaan energi per unit layanan energi). Selain itu, permintaan total maupun permintaan energi sektoral dipengaruhi oleh rincian kegiatan yang berbeda yang membentuk komposisi, atau struktur permintaan energi.

Proses proyeksi kebutuhan energi listrik memerlukan perangkat lunak. Perangkat tersebut digunakan untuk mengolah serta mendapatkan hasil proyeksi kebutuhan energi listrik. Salah satu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk melakukan proyeksi kebutuhan energi listrik adalah perangkat lunak *LEAP (Long Range Energy Alternative Planning)*. *LEAP* terdiri dari empat modul utama yaitu Modul Variabel Penggerak (*Driver Variable*) yang dalam versi baru disebut juga *Key Assumptions*, Modul Permintaan (*Demand*), Modul Transformasi (*Transformation*) dan Modul Sumber Daya Energi (*Resources*) (Winarno, O. T, 2006). Gambar *software LEAP* ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan *Software LEAP*

Terkait prakiraan energi listrik yang menggunakan *LEAP* terdapat beberapa penelitian yang relevan. Penelitian terkait proyeksi kebutuhan dan penyediaan energi listrik di Jawa Tengah yang menyajikan hasil prakiraan berupa neraca komoditas listrik, konsumsi energi, dan produksi energi listrik (Hermawan, H., & Karnoto, K, 2011). Penelitian lain berupa analisis kebutuhan dan penyediaan energi listrik di Kabupaten Konawe Kepulauan Tahun 2017-2036 dengan menggunakan perangkat lunak *LEAP* menyajikan potensi energi yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan

energi listrik Kabupaten Konawe Kepulauan diantaranya yaitu potensi energi air, potensi energi tenaga surya (Djohar, A., & Musaruddin, M, 2017). *LEAP* mampu merangkai skenario untuk berapa konsumsi energi listrik yang dipakai, dikonversi, dan diproduksi dalam suatu sistem energi dengan berbagai alternatif. Asumsi yang dapat digunakan sebagai alternatif *LEAP* meliputi kependudukan, pembangunan ekonomi, teknologi, harga, dan sebagainya. Oleh karena itu penelitian ini membahas terkait proyeksi kebutuhan energi listrik meliputi: pertumbuhan konsumsi energi listrik, persentase kenaikan beban puncak, dan penambahan kapasitas trafo di Kabupaten Purbalingga dari tahun 2015 sampai 2030 menggunakan *software LEAP*.

## METODE

Metode proyeksi kebutuhan energi listrik dilakukan dengan pendekatan Ekonometri, *Trend*, dan *End-Use* dengan skenario *Business As Usual* dan kebijakan. Metode penelitian ini terdiri dari empat langkah yaitu analisis kebutuhan, konsep perancangan, tahap simulasi, dan perencanaan pengujian.

Tahap Analisis Kebutuhan, proyeksi kebutuhan energi listrik di masa yang akan datang diperlukan data-data serta peralatan yang mendukung proses proyeksi kebutuhan energi listrik. Data yang diperlukan meliputi: daftar peralatan, bahan, jumlah penduduk, data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Purbalingga, pelanggan energi listrik, konsumsi energi listrik, intensitas energi listrik, faktor kapasitas pelanggan, elastisitas energi, dan data asumsi.

Tahapan Perancangan merupakan tahapan untuk merancang kebutuhan proses simulasi di perangkat lunak *LEAP* (Winarno, O. T, 2006). Pada tahap perencanaan *Tree Modul Penggerak (Key Assumption)*, modul variable Penggerak (*Key Assumption*) berisi parameter dasar yang akan mempengaruhi modul permintaan. Parameter modul penggerak berupa

rancangan *tree* modul variabel penggerak secara rinci terdapat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rancangan *Tree* Modul Variabel Penggerak

<b>Kategori</b>	<b>Branch</b>	<b>Units</b>
Pelanggan	Jumlah Penduduk	Jiwa
	Jumlah Orang Per Rumah Tangga	Jumlah Orang/Rumah Tangga
	Jumlah Rumah Tangga	Rumah Tangga
	Rasio Elektrifikasi	Persen
	Pelanggan Rumah Tangga	Pelanggan
	Pelanggan Publik	Pelanggan
	Pelanggan Bisnis	Pelanggan
	Pelanggan Industri	Pelanggan
	a_Losses	Persen
a_loadfactor	Persen	
Intensitas Energi	Intensitas Energi Rumah Tangga	MWh/Pelanggan
	Intensitas Energi Publik	MWh/Pelanggan
	Intensitas Energi Bisnis	MWh/Pelanggan
	Intensitas Energi Industri	MWh/Pelanggan

Perencanaan *Tree* Modul permintaan (*demand*) yaitu merupakan modul yang berfungsi untuk menghitung permintaan energi, penelitian ini menghitung permintaan energi listrik berdasarkan parameter yang ada pada modul variabel penggerak (*Key Assumptions*).

Pada tahap Perancangan Skenario Proyeksi, simulasi yang digunakan berupa dua skenario berdasarkan pendekatan Ekonometri, *Trend* dan *End-Use* yaitu; (1) Skenario *Business As Usual* dimana pertumbuhan kebutuhan energi listrik akan terus tumbuh tanpa adanya kendali dari faktor ekonomi maupun kebijakan-kebijakan yang lainnya. Selanjutnya dalam penelitian ini skenario *Business As Usual* akan disebut dengan skenario satu, (2) Skenario Kebijakan dimana proyeksi energi kebutuhan energi listrik akan dihitung dari tahun 2016 hingga 2030. Perhitungan menggunakan dua skenario pertumbuhan permintaan energi yaitu skenario pertama untuk tahun 2016 - 2021 yang dalam penghitungan pertumbuhannya didasarkan pada data historis tahun sebelumnya tanpa adanya pengaruh faktor pertumbuhan ekonomi ataupun kebijakan lainnya. Hal ini diasumsikan karena dalam RPJMD 2016 – 2021 tidak disinggung masalah kebutuhan energi listrik sedangkan pada skenario kedua untuk

tahun 2022 - 2030 perhitungan pertumbuhannya dipengaruhi oleh faktor pertumbuhan ekonomi. Diasumsikan dengan disusunnya RPJMD yang baru pertumbuhan kebutuhan energi listrik dapat dikontrol dan sebanding dengan pertumbuhan ekonomi. Selain karena faktor ekonomi, dalam skenario ini pertumbuhan penduduk juga akan dikendalikan sesuai kebijakan pemerintah. Selanjutnya dalam penelitian ini skenario kebijakan akan disebut dengan skenario kedua.

Setelah konsep rancangan telah dibuat kemudian dilanjutkan dengan Tahap Simulasi. Tujuan tahap simulasi adalah mengimplementasikan tahapan perancangan ke dalam *software LEAP*. Tahap simulasi meliputi; (1) Pengaturan Parameter Dasar dimana pengaturan parameter dasar berupa pengaturan tahun dasar simulasi, tahun akhir simulasi, serta tahun awal skenario, (2) Pembuatan *Tree Key Assumptions* pada *software LEAP* dimana Nama, Data, dan *Units* diisi berdasarkan rancangan yang telah dibuat, (3) Pembuatan *Tree Demand* pada *software LEAP*, Nama serta susunannya diisi berdasarkan rancangan yang telah dibuat, (3) Pembuatan Skenario untuk mendapatkan hasil simulasi yang diinginkan berdasarkan skenario yang dirancang, (4)

Pembuatan Ekspresi *Key Assumptions* dimana Ekspresi adalah perintah yang digunakan pada *software LEAP* yang berfungsi untuk mengolah data-data sedemikian rupa sesuai kebutuhan, ekspresi yang digunakan yaitu *Growth* dan *Interpm*, (5) Pembuatan Ekspresi pada *Tree Demand*, permintaan energi dihitung berdasarkan dua variabel yaitu jumlah pelanggan dan intensitas energi yang ada pada *Key Assumptions*.

Tahap perencanaan pengujian bertujuan agar proses pengujian memiliki keluaran sesuai kebutuhan dalam penelitian ini. Dalam proses pengujian langkah – langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut; (1) Memastikan seluruh data yang dibutuhkan telah tersedia, (2) Memastikan pengaturan parameter dasar telah *setting* dengan benar dan sesuai kebutuhan, (3) Memastikan data-data yang dimasukkan ke dalam *software LEAP* telah sesuai, (4) Memastikan ekspresi/formula yang dimasukkan ke dalam *software LEAP* benar dan sesuai kebutuhan, (5) Melakukan simulasi proyeksi kebutuhan energi listrik pada *software LEAP* pada masing-masing skenario yang telah dibuat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil proses proyeksi menggunakan *software LEAP* menghasilkan data hasil proyeksi asumsi pertumbuhan PDRB dimana dalam memproyeksikan kebutuhan energi listrik di masa yang akan datang diperlukan data asumsi pertumbuhan PDRB pada masing – masing sektor pelanggan. Data pertumbuhan PDRB masing-masing sektor pelanggan ditunjukkan pada Tabel 2.

Hasil proyeksi pertumbuhan PDRB pada Tabel 2 merupakan proyeksi yang diasumsikan bahwa pertumbuhan PDRB dari tahun dasar 2015 pada masing-masing sektor sebesar 6,5% pada sektor rumah tangga, 6,9% sektor bisnis, 5,9% sektor publik dan 5,1% pada sektor industri akan mengalami peningkatan pertumbuhan PDRB mencapai 7,5% di tahun 2030 pada masing-masing sektor pelanggan.

Pertumbuhan PDRB mengacu pada pada jurnal Kajian Perencanaan Kebutuhan dan Pemenuhan Energi Listrik di Kota Manado (Rajagukguk, A. S., Pakiding, M., & Rumbayan, M, 2015). Berdasarkan Tabel 2 ditunjukkan bahwa sektor bisnis dan rumah tangga memiliki proyeksi asumsi pertumbuhan PDRB paling besar.

Tabel 2. Hasil Proyeksi Asumsi Pertumbuhan PDRB

Tahun	Empat Sektor Pelanggan			
	Rumah Tangga (%)	Bisnis (%)	Publik (%)	Industri (%)
2015	6,5	6,9	5,9	5,1
2016	6,6	6,9	6	5,3
2017	6,6	7	6,1	5,4
2018	6,7	7	6,2	5,6
2019	6,8	7,1	6,3	5,7
2020	6,9	7,1	6,4	5,9
2021	7	7,1	6,5	6,1
2022	7	7,2	6,6	6,2
2023	7,1	7,2	6,8	6,4
2024	7,1	7,3	6,9	6,5
2025	7,2	7,3	7	6,7
2026	7,2	7,3	7,1	6,9
2027	7,3	7,4	7,2	7
2028	7,4	7,4	7,3	7,2
2029	7,4	7,5	7,4	7,3
2030	7,5	7,5	7,5	7,5

Hasil proyeksi rasio elektrifikasi menentukan banyaknya jumlah pelanggan pada sektor rumah tangga. Nilai rasio elektrifikasi pada tahun dasar didapatkan dari presentase hasil pembagian jumlah pelanggan sektor rumah tangga dengan jumlah rumah tangga. Semakin besar nilai rasio elektrifikasi maka jumlah pelanggan sektor rumah tangga akan semakin bertambah. Hasil proyeksi rasio elektrifikasi ditunjukkan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 ditunjukkan pada tahun 2015 rasio elektrifikasi di Kabupaten Purbalingga adalah 87,2% dari total rumah tangga sebanyak 225116 (Badan Pusat Statistik (BPS) Kab. Purbalingga, 2015). Rasio elektrifikasi di Kabupaten Purbalingga diharapkan mencapai angka 100% tahun 2030. Artinya seluruh rumah tangga menikmati energi listrik. Hasil proyeksi diperoleh dari *software LEAP* menggunakan fungsi *interp*.

Tabel 3. Hasil Proyeksi Rasio Elektrifikasi

Hasil Proyeksi Rasio Elektrifikasi			
Tahun	Rasio	Tahun	Rasio
	Elektrifikasi (%)		Elektrifikasi (%)
2015	87,2	2023	94,0
2016	88,1	2024	94
2017	88,9	2025	94,9
2018	89,8	2026	96,6
2019	90,6	2027	97,4
2020	91,5	2028	98,3
2021	92,3	2029	99,1
2022	93,2	2030	100

Hasil proyeksi elastisitas energi masing-masing sektor pelanggan digunakan sebagai faktor perhitungan konsumsi energi listrik. Hasil proyeksi elastisitas energi ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Proyeksi Elastisitas Energi

Tahun	Sektor Pelanggan			
	Rumah Tangga	Bisnis	Publik	Industri
2015	0,9	1,3	1,4	2,1
2016	0,9	1,3	1,4	2,1
2017	0,9	1,3	1,3	2,0
2018	0,9	1,2	1,3	1,9
2019	0,9	1,2	1,3	1,8
2020	0,9	1,2	1,3	1,8
2021	0,9	1,2	1,2	1,7
2022	0,9	1,2	1,2	1,6
2023	0,9	1,1	1,2	1,5
2024	0,9	1,1	1,2	1,5
2025	0,9	1,1	1,1	1,4
2026	0,9	1,1	1,1	1,3
2027	0,9	1,1	1,1	1,2
2028	0,9	1,0	1,1	1,2
2029	0,9	1,0	1,0	1,1
2030	0,9	1,0	1,0	1,0

Berdasarkan Tabel 4 ditunjukkan bahwa elastisitas energi dari tahun dasar 2015 pada masing-masing sektor sebesar 0,9 pada sektor rumah tangga, 1,3 sektor bisnis, 1,4 sektor publik, dan 2,1 pada sektor industri akan dibatasi maksimal bernilai 1 pada tahun 2030 di setiap sektor. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Insani, D. S., Badriana, B., & Daud, M. (2019: 40) yang menjelaskan elastisitas energi akan menurun terus hingga mencapai 0,61 pada tahun 2026 di Kabupaten Bireuen.

Hasil proyeksi asumsi *losses* pada penelitian ini digunakan untuk menghitung total

konsumsi energi. Hasil proyeksi *losses* ditunjukkan Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Proyeksi Asumsi *Losses*

Tahun	Losses (%)	Tahun	Losses (%)
2015	10	2023	7,3
2016	9,7	2024	7,0
2017	9,3	2025	6,7
2018	9,0	2026	6,3
2019	8,7	2027	6,0
2020	8,3	2028	5,7
2021	8,0	2029	5,3
2022	7,7	2030	5,0

Berdasarkan Tabel 5 ditunjukkan bahwa hasil proyeksi asumsi *losses* tahun 2015 sebesar 10% turun menjadi 5,0% pada tahun 2030. Hasil proyeksi *losses* diasumsikan berdasarkan buku ketahanan energi nasional dimana *losses* diharapkan di bawah 10% (Dewan Energi Nasional, 2015). Pada penelitian ini *losses* diasumsikan akan terus berkurang hingga 5% pada tahun 2030.

Hasil proyeksi asumsi *load factor* digunakan dalam perhitungan beban puncak. Hasil proyeksi asumsi *load factor* ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Proyeksi Asumsi *Load Factor*

Tahun	Load	Tahun	Load
	Factor (%)		Factor (%)
2015	79,0	2023	80,6
2016	79,2	2024	80,8
2017	79,4	2025	81,0
2018	79,6	2026	81,2
2019	79,8	2027	81,4
2020	80,0	2028	81,6
2021	80,2	2029	81,8
2022	80,4	2030	82,0

Berdasarkan Tabel 6 ditunjukkan bahwa hasil proyeksi asumsi *load factor* tahun 2015 sebesar 79,0% naik menjadi 82,0% pada tahun 2030. Hasil proyeksi *load factor* pada penelitian ini didasarkan pada Rencana Penyediaan Umum Tenaga Listrik (RUPTL) PT. PLN tahun 2016 – 2025 dimana pada tahun 2016 *load factor* di Provinsi Jawa Tengah sebesar 79,3% dan tahun

2025 sebesar 89,7%. Dalam penelitian ini *load factor* diasumsikan sebesar 79,0% dan akan meningkat hingga 82,0% di tahun 2030.

Hasil proyeksi pelanggan ditunjukkan pada Tabel 7 dan Tabel 8 merupakan faktor yang berpengaruh terhadap besar kecilnya konsumsi energi listrik dari masing-masing sektor.

Tabel 7. Hasil Proyeksi Pelanggan Skenario Satu

Tahun	Pelanggan				
	Rumah Tangga	Bisnis	Publik	Industri	Total
2015	196.378	6.375	3.574	126	206.453
2016	200.224	6.783	3.886	133	211.026
2017	204.206	7.217	4.225	141	215.789
2018	208.248	7.679	4.594	149	220.670
2019	212.351	8.170	4.995	157	225.673
2020	216.516	8.693	5.431	167	230.807
2021	220.743	9.249	5.905	176	236.073
2022	225.034	9.841	6.420	186	241.481
2023	229.388	10.471	6.981	197	247.037
2024	233.808	11.141	7.591	209	252.749
2025	238.294	11.854	8.253	221	258.622
2026	242.846	12.613	8.974	234	264.667
2027	247.466	13.420	9.757	247	270.890
2028	252.154	14.279	10.609	262	277.304
2029	256.912	15.193	11.535	277	283.917
2030	261.741	16.166	12.542	293	290.742

Tabel 8. Hasil Proyeksi Pelanggan Skenario Kedua

Tahun	Pelanggan				
	Rumah Tangga	Bisnis	Publik	Industri	Total
2015	196.378	6.375	3.574	126	206.453
2016	200.224	6.783	3.886	133	211.026
2017	204.206	7.217	4.225	141	215.789
2018	208.248	7.679	4.594	149	220.670
2019	212.351	8.170	4.995	157	225.673
2020	216.516	8.693	5.431	167	230.807
2021	220.743	9.249	5.905	176	236.073
2022	224.009	9.342	5.964	178	239.493
2023	227.304	9.435	6.024	180	242.943
2024	230.628	9.530	6.084	182	246.424
2025	233.587	9.625	6.145	183	249.540
2026	236.564	9.721	6.206	185	252.676
2027	239.561	9.819	6.269	187	255.836
2028	242.578	9.917	6.331	189	259.015
2029	245.613	10.016	6.395	191	262.215
2030	248.669	10.117	6.459	193	265.438

Hasil proyeksi pelanggan di Kabupaten Purbalingga menunjukkan adanya peningkatan

dari 2015 hingga tahun 2030 dengan total 206.453 pelanggan menjadi 290.742 pada skenario satu dan menjadi 265.438 pada skenario kedua. Peningkatan jumlah pelanggan dalam kurun waktu 15 tahun adalah 40% pada skenario satu dan 28,5% pada skenario kedua.

Perbedaan pertumbuhan pelanggan sektor rumah tangga pada skenario satu dan dua disebabkan oleh faktor pertumbuhan penduduk serta pertumbuhan rumah tangga. Pada skenario satu pertumbuhan penduduk dan rumah tangga konstan dengan pertumbuhan penduduk sebesar 1,04% dan pertumbuhan rumah tangga sebesar 1,01%. Sedangkan pada skenario kedua pertumbuhan penduduk mengalami penurunan, pada tahun 2022 pertumbuhan penduduk sebesar 0,58% dan pada tahun 2025 sebesar 0,41% begitu juga dengan pertumbuhan rumah tangga menurun menjadi 0,55% pada tahun 2022 dan 0,38% di tahun 2025. Pertumbuhan penduduk dan rumah tangga pada skenario dua didasarkan pada proyeksi perumbuhan penduduk Indonesia Provinsi Jawa Tengah.

Pertumbuhan pelanggan sektor bisnis dalam kurun waktu 15 tahun sebesar 210% pada skenario satu dan 80% pada skenario kedua. Selisih pertumbuhan skenario satu dengan skenario dua sebesar 130%. Perbedaan pertumbuhan skenario satu dengan dua di pengaruhi faktor pertumbuhan ekonomi dan faktor kapasitas pelanggan yang di gunakan dalam skenario kedua sedangkan skenario satu hanya berdasarkan pertumbuhan tahun sebelumnya.

Pertumbuhan sektor pelanggan publik dalam kurun waktu 15 tahun sebesar 153% pada skenario satu dan 58,69% pada skenario kedua. Selisih pertumbuhan skenario satu dengan skenario dua sebesar 94,31%. Perbedaan pertumbuhan skenario satu dengan dua di pengaruhi faktor pertumbuhan ekonomi dan faktor kapasitas pelanggan yang di gunakan dalam skenario kedua sedangkan skenario satu hanya berdasarkan pertumbuhan tahun sebelumnya.

Pertumbuhan sektor pelanggan industri dalam kurun waktu 15 tahun sebesar 132% pada skenario satu dan 53% pada skenario kedua. Selisih pertumbuhan skenario satu dengan skenario dua sebesar 79%. Perbedaan pertumbuhan skenario satu dengan dua di pengaruhi faktor pertumbuhan ekonomi dan faktor kapasitas pelanggan yang di gunakan dalam skenario kedua sedangkan skenario satu hanya berdasarkan pertumbuhan tahun sebelumnya.

Hasil proyeksi intensitas energi merupakan faktor yang mempengaruhi besarnya konsumsi energi listrik baik pada skenario satu maupun skenario kedua. Hasil proyeksi intensitas energi masing-masing skenario ditunjukkan pada Tabel 9 dan 10.

Tabel 9. Hasil Proyeksi Intensitas Energi Skenario Satu

Tahun	Intensitas Energi			
	Rumah Tangga	Bisnis	Publik	Industri
2015	1,1	6,0	3,0	355,0
2016	1,1	6,0	3,1	371,9
2017	1,1	6,0	3,1	389,6
2018	1,1	6,1	3,2	408,2
2019	1,1	6,1	3,2	427,6
2020	1,1	6,1	3,3	448,0
2021	1,1	6,1	3,3	469,3
2022	1,1	6,1	3,4	491,6
2023	1,1	6,1	3,4	515,0
2024	1,1	6,2	3,5	539,6
2025	1,1	6,2	3,5	565,2
2026	1,1	6,2	3,6	592,1
2027	1,1	6,2	3,7	620,3
2028	1,1	6,2	3,7	649,9
2029	1,1	6,2	3,8	680,8
2030	1,1	6,2	3,8	713,2

Hasil proyeksi konsumsi energi listrik di Kabupaten Purbalingga menunjukkan adanya peningkatan dari tahun 2015 hingga 2030 dengan total konsumsi energi 295.548,7 MWh menjadi 645.892,6 MWh pada skenario satu dan menjadi 476.643,1 MWh pada skenario kedua. Peningkatan konsumsi energi dalam kurun waktu 15 tahun adalah 118% pada skenario satu



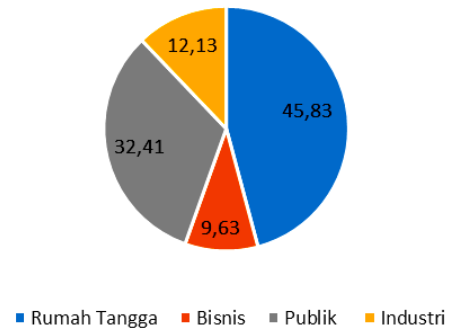
dan 61,3% pada skenario kedua. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian dari Asri, R (2017: 46) yang menjelaskan bahwa proyeksi konsumsi energi persektor di Sulawesi Selatan selalu naik setiap tahunnya. Berdasarkan hasil proyeksi diketahui perbedaan pertumbuhan konsumsi energi listrik antara skenario satu dengan dua sebesar 56,7%.

Tabel 10. Hasil Proyeksi Intensitas Energi Pelanggan Skenario Kedua

Tahun	Intensitas Energi			
	Rumah Tangga	Bisnis	Publik	Industri
2015	1,1	6,0	3,0	355,0
2016	1,1	6,0	3,1	371,9
2017	1,1	6,0	3,1	389,6
2018	1,1	6,1	3,2	408,2
2019	1,1	6,1	3,2	427,6
2020	1,1	6,1	3,3	448,0
2021	1,1	6,1	3,3	469,3
2022	1,1	6,2	3,4	474,0
2023	1,1	6,2	3,4	478,7
2024	1,1	6,3	3,4	483,5
2025	1,1	6,4	3,5	488,4
2026	1,1	6,4	3,5	493,3
2027	1,2	6,5	3,5	498,2
2028	1,2	6,5	3,6	503,2
2029	1,2	6,6	3,6	508,2
2030	1,2	6,7	3,6	513,3

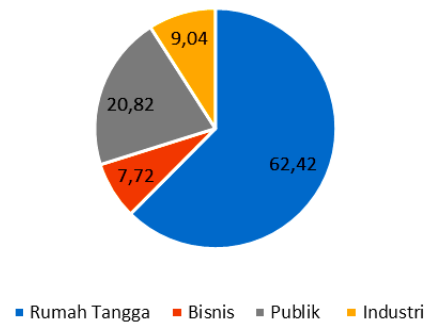
Proporsi konsumsi energi listrik tahun 2030 di Kabupaten Purbalingga pada skenario satu ditunjukkan pada Gambar 2 dan proporsi konsumsi energi listrik pada skenario dua ditunjukkan pada Gambar 3.

Proporsi Konsumsi Energi Listrik



Gambar 2. Proporsi Konsumsi Energi Listrik Skenario Satu

Proporsi Konsumsi Energi Listrik



Gambar 3. Proporsi Konsumsi Energi Listrik Skenario Dua

Total konsumsi energi listrik adalah hasil dari konsumsi energi listrik ditambah dengan *losses*. Total konsumsi energi mengalami peningkatan dari tahun ke tahun karena dipengaruhi oleh konsumsi energi yang terus meningkat. Meskipun *losses* dari tahun ke tahun semakin berkurang tetapi tidak membuat total konsumsi energi menurun. Presentase peningkatan total konsumsi energi listrik dari tahun 2015 hingga tahun 2030 sebesar 107% pada skenario satu dan 52,7% pada skenario dua. Selesih pertumbuhan total konsumsi energi listrik antara skenario satu dengan dua sebesar 54,3%. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Kassa, D., Tuegeh, M., & Pakiding, M (2014: 53) yang menjelaskan bahwa berdasarkan hasil proyeksi kebutuhan energi listrik Sulut (Sulawesi Utara) sampai 2020 mengalami

kenaikan, sehingga diperlukan rencana penambahan kapasitas pembangkit.

Pertumbuhan konsumsi energi listrik dari tahun 2015 hingga tahun 2030 pada sektor pelanggan rumah tangga dari total konsumsi energi 210.124,5 MWh menjadi 296.015,6 MWh naik 40,8% pada skenario satu sedangkan pada skenario kedua konsumsi energi menjadi 297.541 MWh naik 41,6%.

Pada sektor pelanggan bisnis total konsumsi dari 21.494 MWh menjadi 78.311,3 MWh naik 269% pada skenario satu sedangkan pada skenario kedua konsumsi energi menjadi 43.129,3 MWh naik 100%. Ditinjau pada sektor pelanggan publik dari total konsumsi energi 19.195,1 MWh menjadi 62.219,4 MWh naik 224% sedangkan pada skenario kedua konsumsi energi menjadi 36.756,2 MWh naik 91%. Ditinjau sektor pelanggan industri, dari total konsumsi energi 44.735 MWh menjadi 209.346,3 MWh naik 367% sedangkan pada skenario kedua konsumsi energi menjadi 99.216,6 MWh naik 122%.

Hasil proyeksi beban puncak merupakan hasil dari perhitungan total konsumsi energi dengan *load factor*. Hasil proyeksi beban puncak ditunjukkan pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 11. Hasil Proyeksi Beban Puncak Skenario Satu

Tahun	Beban Puncak(MW)	Tahun	Beban Puncak(MW)
2015	47,5	2023	66,3
2016	49,3	2024	69,4
2017	51,2	2025	72,9
2018	53,3	2026	76,6
2019	55,6	2027	80,6
2020	58,0	2028	84,9
2021	60,5	2029	89,6
2022	63,3	2030	94,6

Tabel 12. Hasil Proyeksi Beban Puncak Skenario Kedua

Tahun	Beban Puncak(MW)	Tahun	Beban Puncak(MW)
2015	47,5	2023	62,6
2016	49,3	2024	63,6
2017	51,2	2025	64,6
2018	53,3	2026	65,6
2019	55,6	2027	66,7
2020	58,0	2028	67,7
2021	60,5	2029	68,8
2022	61,5	2030	69,8

Hasil proyeksi beban puncak diperlukan sebagai acuan dalam menambah kapasitas trafo di gardu induk Kabupaten Purbalingga. Proyeksi beban puncak dihitung berdasarkan dari total konsumsi energi dan nilai *load factor*. Proyeksi beban puncak pada tahun 2030 untuk skenario satu sebesar 94,6 MW dan 69,8 MW pada skenario dua. Presentase peningkatan beban puncak dari tahun 2015 hingga tahun 2030 sebesar 99,46% pada skenario satu dan 47,2% pada skenario dua. Selesih pertumbuhan beban puncak antara skenario satu dengan dua sebesar 52,26%.

Kapasitas trafo di gardu induk Kabupaten Purbalingga sebesar 30 MW. Kapasitas tersebut belum cukup untuk menyuplai energi listrik jika dilihat proyeksinya sampai pada tahun 2030. Perlu adanya penambahan kapasitas trafo sebesar 90 MW atau 300% dari kapasitas sebelumnya pada skenario satu atau melakukan penambahan 60 MW atau 200% dari kapasitas sebelumnya jika skenario kedua diterapkan oleh pemerintah Kabupaten Purbalingga. Adanya penambahan kapasitas trafo untuk menjamin kestabilan energi listrik di Kabupaten Purbalingga hingga tahun 2030

## SIMPULAN

Hasil proyeksi pertumbuhan konsumsi energi listrik di Kabupaten Purbalingga menunjukkan adanya peningkatan dari 2015 hingga tahun 2030 dengan total konsumsi

energi 295.548,7 MWh menjadi 645.892,6 MWh pada skenario satu dan menjadi 476.643,1 MWh pada skenario kedua. Peningkatan konsumsi energi dalam kurun waktu 15 tahun adalah 118% pada skenario satu dan 61,3% pada skenario kedua. Perbedaan pertumbuhan konsumsi energi listrik antara skenario satu dengan dua sebesar 56,7%. Pertumbuhan konsumsi energi listrik dari tahun 2015 hingga tahun 2030 pada sektor pelanggan rumah tangga dari total konsumsi energi 210.124,5 MWh menjadi 296.015,6 MWh naik 40,8% pada skenario satu sedangkan pada skenario kedua konsumsi energi menjadi 297.541 MWh naik 41,6%. Pada sektor pelanggan bisnis total konsumsi dari 21.494 MWh menjadi 78.311,3 MWh naik 269% pada skenario satu sedangkan pada skenario kedua konsumsi energi menjadi 43.129,3 MWh naik 100%. Pada sektor pelanggan publik dari total konsumsi energi 19.195,1 MWh menjadi 62.219,4 MWh naik 224% sedangkan pada skenario kedua konsumsi energi menjadi 36.756,2 MWh naik 91%. Pada sektor pelanggan industri dari total konsumsi energi 44.735 MWh menjadi 209.346,3 MWh naik 367% sedangkan pada skenario kedua konsumsi energi menjadi 99.216,6 MWh naik 122%.

Presentase peningkatan beban puncak dari tahun 2015 hingga tahun 2030 dari 47,5 MW naik menjadi 94,6 MW atau naik 99,46% pada skenario satu dan menjadi 69,8 MW atau naik sebesar 47,2% pada skenario kedua. Selisih pertumbuhan beban puncak antara skenario satu dengan skenario kedua sebesar 52,26%.

Dengan kapasitas trafo sebesar 30 MW di gardu induk Kabupaten Purbalingga maka perlu adanya penambahan kapasitas trafo sebesar 90 MW atau 300% dari kapasitas sebelumnya pada skenario satu atau melakukan penambahan 60 MW atau 200% dari kapasitas sebelumnya jika skenario kedua diterapkan oleh pemerintah Kabupaten Purbalingga untuk menjamin kestabilan energi listrik di Kabupaten Purbalingga hingga tahun 2030.

## DAFTAR RUJUKAN

- Asri, R. 2017. *Proyeksi Jangka Panjang Kebutuhan Energi Sulawesi Selatan Menggunakan Skenario Sistem Energi Bersih*. Tesis. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Purbalingga. 2015. *Kabupaten Purbalingga dalam Angka 2015*. Diunduh pada tanggal 15 Mei 2017 dari, <https://purbalinggakab.bps.go.id/website/pdf/publikasi/Purbalingga-Dalam-Angka-2015.pdf>
- Dewan Energi Nasional. 2015. *Ketahanan Energi Nasional 2015*. Diunduh pada tanggal 12 Juni 2017 dari, [www.den.go.id/index.php/publikasi/download/29](http://www.den.go.id/index.php/publikasi/download/29)
- Djohar, A., & Musaruddin, M. 2017. Analisis Kebutuhan dan Penyediaan Energi Listrik di Kabupaten Konawe Kepulauan Tahun 2017-2036 dengan Menggunakan Perangkat Lunak LEAP. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro (FORTEI 2017)*.
- Herbst, A., Toro, F., Reitze, F., & Jochem, E. 2012. Introduction to energy systems modelling. *Swiss Journal of Economics and Statistics*, Vol 148(2), 111-135.
- Hermawan, H., & Karnoto, K. 2011. *Proyeksi Kebutuhan dan Penyediaan Energi Listrik di Jawa Tengah Menggunakan Perangkat Lunak LEAP (Doctoral dissertation, University Diponegoro)*.
- Insani, D. S., Badriana, B., & Daud, M. 2019. Analisis Peramalan Kebutuhan Energi Listrik untuk Kabupaten Bireuen Menggunakan Perangkat Lunak LEAP. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, Vol 8(1), 32-41.
- Kassa, D., Tuegeh, M., & Pakiding, M. 2014. Ketersediaan Energi Listrik Sulawesi Utara Sampai Tahun 2020. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, Vol 4(1), 44-54.
- Peraturan Menteri ESDM No. 24 Tahun 2015 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Umum Ketenagalistrikan. Diunduh pada tanggal 12 Juni 2017 dari,

- <http://jdih.den.go.id/download/1210/pedoman-penyusunan-rencana-umum-ketenagalistrikan>
- Prawaningtyas TD. 2009. Proyeksi dan Optimasi Pemanfaatan Energi Terbarukan. *Tesis*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Rajagukguk, A. S., Pakiding, M., & Rumbayan, M. 2015. Kajian Perencanaan Kebutuhan dan Pemenuhan Energi Listrik di Kota Manado. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, Vol 4(3), 1-11.
- Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kab. Purbalingga Tahun 2016-2021. Diunduh pada tanggal 10 Juni 2018 dari, <https://bkppd.purbalinggakab.go.id/wp-content/uploads/2018/05/RPJMD-2016-2021.pdf>
- Rencana Penyediaan Umum Tenaga Listrik (RUPTL) PT. PLN 2016 – 2025. Diunduh pada tanggal 10 Juni 2017 dari, <http://jdih.den.go.id/download/1210/pedoman-penyusunan-rencana-umum-ketenagalistrikan>
- Suhono. 2009. Kajian Perencanaan Permintaan dan Penyediaan Energi Listrik di Wilayah Kabupaten Sleman Menggunakan Perangkat Lunak *LEAP*. *Skripsi*. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Winarno, O. T. 2006. *LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System): Panduan Perencanaan Energi*. CAREPI Project.