

## Proyeksi Permintaan Suplai Energi Listrik Tahun 2018-2038 di Provinsi Papua

Alan Hofni Putra Bonay<sup>1</sup>, Ahmad Agus Setiawan<sup>2</sup>, Rachmawan Budiarto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Fisika, Universitas Gadjah Mada

<sup>2,3</sup> Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika, Universitas Gadjah Mada

Korespondensi : [alan.hofni.p@mail.ugm.ac.id](mailto:alan.hofni.p@mail.ugm.ac.id)

### ABSTRAK

Pada era moderen saat ini, akan sangat sulit bagi manusia untuk melakukan aktivitas tanpa adanya energi listrik. Hal ini disebabkan karena hampir sebagian besar kebutuhan manusia saat ini berbasis pada penggunaan instrumen elektronik dan mesin yang membutuhkan daya listrik sebagai sumber utamanya. Di samping itu, ketersediaan energi listrik menjadi salah satu parameter penting bagi kemajuan, pertumbuhan, dan perkembangan pembangunan suatu daerah pada sektor ekonomi, industri, pelayanan publik, komersial dan bahkan meningkatkan kualitas hidup masyarakat menjadi lebih baik. Sehingga perencanaan energi listrik diperlukan untuk mengatasi dan memberikan solusi bagi permasalahan energi listrik. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak LEAP (*Long-Range Energy Alternative Planning Systems*) dengan model pendekatan DKL 3.2 untuk menghitung proyeksi kebutuhan suplai energi listrik di provinsi Papua pada tahun 2018-2038. Dari hasil perhitungan proyeksi menggunakan metode DKL 3.2 untuk kebutuhan dan pelanggan energi listrik pada tahun 2018-2038 diperoleh pertumbuhan permintaan kebutuhan energi listrik pada sektor rumah tangga, industri, bisnis, dan publik sebesar 12,66%, 16,43%, 5,87%, dan 9,78%. Sedangkan untuk proyeksi jumlah pelanggan energi listrik pada sektor yang sama diperoleh pertumbuhan pelanggan sebesar 6,42%, 4,50%, 3,40%, dan 6,42%. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan permintaan energi pada semua sektor pelanggan.

Kata kunci: proyeksi, energi listrik, model DKL 3.2, LEAP

### ABSTRACT

*In the modern era, it will be very difficult for humans to carry out activities without the presence of electrical energy. This is due to the fact that most of the current human needs are based on the use of electronic instruments and machines that require electrical power as their main source of energy. In addition, the availability of electricity is one of the important parameters for the progress, growth and development of an area in the economic, industrial, public service, commercial sectors and even improve the quality of life of it's people. So that electrical energy planning is needed to overcome and provide solutions to electrical energy problems. This research uses LEAP (Long-Range Energy Alternative Planning Systems) software with the DKL 3.2 approach model to calculate the projected electricity supply needs in Papua province in 2018-2038. From the calculation results of the projection using the DKL 3.2 method for the needs and customers of electricity in 2018-2038, the demand for electricity in the household, industrial, business, and public sectors grew by 12.66%, 16.43%, 5.87 % and 9.78%. As for the projected number of electricity customers in the same sector, customer growth was 6.42%, 4.50%, 3.40% and 6.42%. The results of this study indicate an increase in energy demand in all customer sectors.*

*Keywords : projection, electrical energy, DKL 3.2 method, LEAP*

### 1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan suatu kebutuhan pokok yang wajib disediakan oleh negara kepada masyarakatnya. Di Indonesia kebutuhan energi listrik diatur oleh Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah berlandaskan pada Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945, Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi [1], dan Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan[2]. Pada era moderen saat ini, akan sangat sulit bagi manusia untuk melakukan aktivitas tanpa adanya energi listrik. Hal ini disebabkan karena hampir sebagian besar kebutuhan manusia saat ini berbasis pada penggunaan instrumen elektronik dan mesin yang membutuhkan daya listrik sebagai sumber utamanya. Di samping itu, ketersediaan energi listrik menjadi salah satu parameter penting bagi kemajuan, pertumbuhan, dan perkembangan pembangunan suatu daerah pada sektor ekonomi, industri, pelayanan publik, komersial dan bahkan meningkatkan kualitas hidup masyarakat menjadi lebih baik. Sehingga, ketersediaan pasokan energi listrik pada daerah tersebut harus mampu menyangga (*sustainability*) kebutuhan dan dapat diandalkan (*reliable*). Oleh karena itu, sinergisme perencanaan dan pengelolaan energi listrik wajib mendapatkan

perhatian khusus dari Pemerintah Pusat maupun Pemerintah Daerah, agar mencapai pola manajemen pengelolaan energi yang baik dari sisi permintaan (*demand*) maupun penyediaan (*supply*) energi. Permintaan akan penyediaan energi listrik terus meningkat dari tahun ke tahun untuk mencukupi sektor-sektor pembangunan.

Permintaan dan penyediaan energi listrik di Provinsi Papua meningkat dalam beberapa tahun ke depan, sehingga memerlukan kajian mengenai perancangan energi listrik untuk menjamin ketersediaan energi yang cukup. Disamping itu, masih banyak daerah terisolir yang belum mendapat akses energi listrik. Terdapat lebih dari 2500 desa di Indonesia yang belum teraliri listrik dan sebagian besar berada di provinsi Papua [3]. Dengan kondisi ketersediaan energi listrik di Provinsi Papua, maka tidak mungkin kebutuhan tersebut dapat tercapai dengan hanya mengandalkan pasokan energi dari pembangkit daya listrik konvensional. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan dan strategi yang dapat digunakan sebagai acuan yang mampu mendukung ketersediaan energi berkelanjutan dengan konsep bauran energi (*energy mix*) yang lebih mengarah ke energi baru dan terbarukan sesuai dengan UU Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2007 dan UU Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2009.

Total konsumsi energi listrik untuk semua sektor di provinsi Papua pada tahun 2018 adalah 916,96 GWh, dengan komposisi konsumsi sektor rumah tangga sebesar 520,09 GWh (56,7%), sektor industri sebesar 6,26 GWh (0,7%), konsumsi pada sektor bisnis sebesar 267,46 GWh (29,2%), dan konsumsi sektor publik sebesar 123,15 GWh (13,4%) [4]. Dengan beban puncak pada tahun 2018 adalah sebesar 253,7 MW dan daya mampu terpasang sebesar 257,8 MW [5], perbandingan antara daya mampu terpasang dengan beban puncak tidak memenuhi *reserve margin* yang berlaku di Indonesia yaitu 30%.

Merujuk pada Pasal 28 dan Pasal 29 Undang-Undang Nomor 30 tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan, maka PLN selaku Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk kepentingan umum wajib menyediakan tenaga listrik secara terus-menerus dalam jumlah yang cukup dan dengan mutu serta keandalan yang baik [6]. Proyeksi kebutuhan energi listrik perlu dilakukan guna mengetahui total permintaan energi listrik per sektor di masa yang akan datang, secara khusus di provinsi Papua guna memberikan solusi akan permasalahan ketersediaan energi listrik. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak LEAP (*Long-range Energy Alternatives Planning system*) untuk mensimulasikan perhitungan tentang prediksi penyediaan dan perencanaan energi listrik sepanjang periode yang diinginkan (2018-2038).

#### **Model Pendekatan Perencanaan Energi**

Perencanaan permintaan energi tentunya membutuhkan metode yang baku yang digunakan sebagai acuan. Ada berbagai model pendekatan perencanaan prakiraan kebutuhan energi listrik antara lain model pendekatan *end-use*, ekonometrika, dan trend [7].

Pendekatan *end-use* juga dikenal sebagai *engineering model*. Pendekatan ini akan lebih detail walaupun secara perhitungan menggunakan fungsi yang lebih sederhana. Pendekatan ini mempertimbangkan perubahan teknologi dan tingkat pelayanan. Pendekatan ekonometri menggunakan standar perhitungan kuantitatif untuk analisis dan proyeksi ekonomi. Pertanyaannya kemudian dibatasi pada kegunaan pendekatan ini untuk analisis penawaran dan permintaan, khususnya konteks negara berkembang. Hasil-hasilnya masih perlu dibandingkan dengan pendekatan proses. Pilihan tradisional yang sering dilakukan yaitu menggunakan pendekatan proses untuk proyeksi penawaran dengan asumsi proyeksi permintaan dilakukan oleh pendekatan ekonometri. Diperlukan modifikasi lebih rinci untuk menyesuaikan kelebihan dan kekurangan pendekatan ekonometri terhadap penawaran dan permintaan energi. Kelebihan pendekatan ekonometri adalah dalam analisis kebijaksanaan dan proyeksi jangka pendek sampai jangka panjang. Pendekatan trend memiliki keunggulan utama berupa kesederhanaan data dan prasyarat. Pendekatan ini menunjukkan ekstrapolasi kecenderungan masa lalu berdasarkan pemilihan kurva. Analisis ini dapat juga dilakukan dengan memproyeksikan nilai-nilai historis rata-rata kegiatan energi-ekonomi dalam rasio energi per kapita [6],[7].

#### **Perangkat Lunak LEAP**

*Long-range Energy Alternatives Planning system* (LEAP) adalah sebuah perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai alat bantu dalam perencanaan atau pemodelan energi-lingkungan. LEAP bekerja berdasarkan asumsi skenario yang pengguna inginkan, skenario tersebut didasarkan pada perhitungan dari proses pengkonversian bahan bakar menjadi energi hingga proses energi tersebut dikonsumsi oleh masyarakat [7]. Modul *Key Assumption*, adalah untuk menampung parameter-parameter umum yang dapat digunakan pada Modul *Demand*, misalnya adalah jumlah penduduk, PDRB (produk domestik regional bruto), dan sebagainya. Modul *Demand* adalah untuk menghitung permintaan energi. Permintaan energi didefinisikan sebagai perkalian antara aktivitas pemakaian energi dan intensitas pemakaian energi [6].

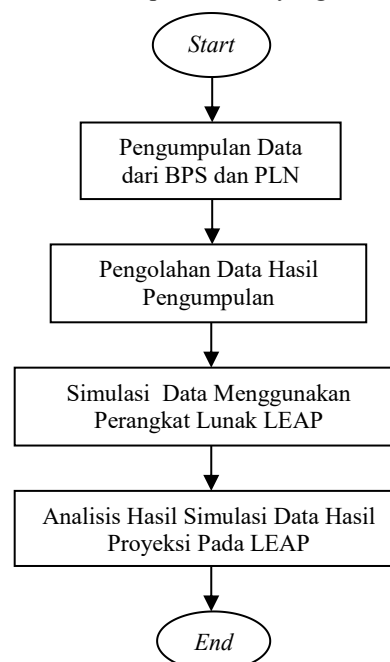


Gambar 1. Tampilan Perangkat Lunak LEAP

## 2. METODE PENELITIAN

### Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil survei pada beberapa instansi yang menyediakan data terkait penelitian ini, seperti Badan Pusat Statistik Provinsi Papua, PLN Region Papua dan Papua Barat, Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Papua, dan Badan Pembangunan Daerah Provinsi Papua. Selain itu, data juga diperoleh dari instansi dan sumber-sumber lain seperti kementerian ESDM, buku teks, internet, jurnal, makalah penelitian, laporan teknis, peraturan perundang-undangan mengenai kebijakan energi listrik, dan dokumen pemerintahan yang mendukung jalannya penelitian ini.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### Pengolahan Data

#### *Pengolahan dan Pengelompokan Data*

Pengolahan data meliputi pengelompokan data statistik dari BPS dan PLN. Data PDRB dari BPS yang dipakai merupakan data PDRB atas dasar harga konstan tahun 2010, di mana kondisi ekonomi dan sosial dianggap stabil sehingga perhitungan PDRB terpelas dari faktor inflasi. Kemudian, pengolahan data juga dilakukan untuk menghitung intensitas, elastisitas, dan faktor pelanggan per sektor.

Pengolahan data di kelompokkan berdasarkan pelanggan energi listrik per sektor yang terdiri dari sektor rumah tangga (golongan S1, R1, R2, dan R3), sektor industri (golongan B, T, C, dan M), sektor bisnis ((S2, S3, P1, P2, dan P3), dan sektor publik (golongan I1, I2, I3, dan I4) [6]. Komposisi sektor pelanggan dibagi berdasarkan metode DKL 3.2 yang digunakan PLN untuk menyusun prakiraan kebutuhan energi listrik.

#### *Model Perhitungan DKL 3.2*

DKL 3.2 merupakan metode yang disusun dengan menggabungkan beberapa metode pendekatan perencanaan energi listrik seperti ekonometri, kecenderungan dan analitis dengan pendekatan sektoral [6]. Sektor pelanggan energi listrik pada model DKL 3.2 dibagi menjadi 4 sektor yaitu rumah tangga, industri, bisnis, dan publik. Berikut ini adalah rumus-rumus model DKL 3.2 untuk menghitung jumlah pelanggan dan konsumsi energi per sektor pelanggan.

1. Sektor Rumah Tangga  
Jumlah Pelanggan

$$P.RT_t = P.RT_{-1} \left( 1 + CFH \times \frac{gE}{100} \right) \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

P.RT<sub>t</sub> = Jumlah pelanggan Rumah Tangga tahun berlaku  
P.RT<sub>-1</sub> = Jumlah pelanggan Rumah Tangga tahun sebelumnya

$$gE = \text{pertumbuhan PDRB total}$$

$$CFH = \frac{\text{Pertumbuhan pelanggan Rumah Tangga}}{\text{Pertumbuhan pelanggan Rumah Tangga}} \dots\dots\dots (2)$$

Jumlah Konsumsi Listrik

$$E.RT_t = E.RT_{-1} \left( 1 + eRT \times \frac{gE}{100} \right) + \Delta Pel.RT \times UK \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

E.RT<sub>t</sub> = Jumlah energi listrik Rumah Tangga tahun berlaku  
E.RT<sub>-1</sub> = Jumlah energi listrik Rumah Tangga tahun sebelumnya

$$eRT = \text{Elastisitas Rumah Tangga} = \frac{\text{Pertumbuhan permintaan energi Rumah Tangga}}{\text{Pertumbuhan PDRB Total}} \dots\dots\dots (4)$$

## 2. Sektor Industri

Jumlah Pelanggan

$$P.I_t = P.I_{-1} \left( 1 + CFI \times \frac{gI}{100} \right) \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

P.I<sub>t</sub> = Jumlah pelanggan Industri tahun berlaku  
P.I<sub>-1</sub> = Jumlah pelanggan Industri tahun sebelumnya

$$gI = \text{pertumbuhan PDRB Industri}$$

$$CFI = \frac{\text{Pertumbuhan pelanggan Industri}}{\text{Pertumbuhan pelanggan Rumah Tangga}} \dots\dots\dots (6)$$

Jumlah Konsumsi Listrik

$$E.I_t = E.I_{-1} \left( 1 + eI \times \frac{gI}{100} \right) \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

E.I<sub>t</sub> = Jumlah energi listrik Industri tahun t  
E.I<sub>-1</sub> = Jumlah energi listrik Industri tahun sebelumnya

$$eI = \text{Elastisitas Industri} = \frac{\text{Pertumbuhan permintaan energi Industri}}{\text{Pertumbuhan PDRB Total}} \dots\dots\dots (8)$$

## 3. Sektor Bisnis

Jumlah Pelanggan

$$P.B_t = P.B_{-1} \left( 1 + CFB \times \frac{gB}{100} \right) \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan :

P.B<sub>t</sub> = Jumlah pelanggan Bisnis tahun berlaku  
P.B<sub>-1</sub> = Jumlah pelanggan Bisnis tahun sebelumnya

$$gB = \text{pertumbuhan PDRB Bisnis}$$

$$CFB = \frac{\text{Pertumbuhan pelanggan Bisnis}}{\text{Pertumbuhan pelanggan Rumah Tangga}} \dots\dots\dots (10)$$

Jumlah Konsumsi Listrik

$$E.B_t = E.B_{-1} \left( 1 + eB \times \frac{gB}{100} \right) \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan :

E.B<sub>t</sub> = Jumlah energi listrik Bisnis tahun t  
E.B<sub>-1</sub> = Jumlah energi listrik Bisnis tahun sebelumnya

$$eB = \text{Elastisitas Bisnis} = \frac{\text{Pertumbuhan permintaan energi Bisnis}}{\text{Pertumbuhan PDRB Total}} \dots\dots\dots (12)$$

## 4. Sektor Publik

Jumlah Pelanggan

$$P.P_t = P.P_{-1} \left( 1 + CFP \times \frac{gP}{100} \right) \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan :

P.P<sub>t</sub> = Jumlah pelanggan Publik tahun berlaku  
P.P<sub>-1</sub> = Jumlah pelanggan Publik tahun sebelumnya

$$gP = \text{pertumbuhan PDRB Publik}$$

$$CFP = \frac{\text{Pertumbuhan pelanggan Publik}}{\text{Pertumbuhan pelanggan Rumah Tangga}} \dots\dots\dots (14)$$

Jumlah Konsumsi Listrik

$$E.P_t = E.P_{-1} \left( 1 + eP \times \frac{gP}{100} \right) \dots\dots\dots (15)$$

Keterangan :

E.P<sub>t</sub> = Jumlah energi listrik Publik tahun t

$$E.P_{-1} = \text{Jumlah energi listrik Publik tahun sebelumnya}$$

$$eP = \text{Elastisitas Publik} = \frac{\text{Pertumbuhan permintaan energi Publik}}{\text{Pertumbuhan PDRB Total}} \dots\dots\dots (16)$$

### Analisis dan Pembahasan Data

Data-data yang diperoleh kemudian gunakan sebagai asumsi kunci pada modul permintaan konsumsi energi listrik di provinsi Papua. Data-data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.

Tabel 1 merupakan data jumlah penduduk dan rumah tangga di provinsi Papua dari tahun 2012-2018. Data tersebut diperoleh dari BPS Provinsi Papua. Jumlah jiwa per rumah tangga diperoleh dari perbandingan antara jumlah penduduk (jiwa) dengan jumlah rumah tangga pada tahun yang sama, jika dihitung dari Tabel 1, maka jumlah penduduk per rumah tangga adalah 4 jiwa/RT untuk periode tahun 2013-2018.

Tabel 1. Jumlah Penduduk dan Rumah Tangga [8], [9].

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Jumlah Rumah Tangga (RT)
2013	3.032.488	704.976
2014	3.091.047	718.492
2015	3.149.375	731.898
2016	3.207.444	745.393
2017	3.265.202	758.750
2018	3.322.500	771.820

Tabel 2 merupakan data Produk Domestik Regional Bruto, data tersebut diperoleh dari BPS Provinsi Papua. Pertumbuhan PDRB masing-masing sektor akan digunakan untuk menghitung konsumsi energi listrik menggunakan model DKL 3.2.

Tabel 2. Data Produk Domestik Regional Bruto [8]-[12].

Sektor	PDRB Atas Dasar Harga Konstan 2010 Menurut Lapangan Usaha (Juta Rupiah)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Industri</b>	67.705.724,65	67.338.213,69	71.585.594,1	78.953.859,42	82.134.288,28	89.419.209,47
<b>Bisnis</b>	25.371.539,5	27.393.163,88	29.773.886,73	32.086.959,57	33.829.975,37	35.770.232,8
<b>Publik</b>	24.041.554,76	26.659.856,38	28.952.124,04	31.180.272,63	32.859.365,41	34.539.483,35

Data pada Tabel 3 dan Tabel 4 merupakan jumlah pelanggan dan konsumsi energi listrik per sektor yang diperoleh dari laporan statistik PLN tahun 2013-2018. Data tersebut dikelompokkan berdasarkan model DKL 3.2 dan mengacu pada sektor pelanggan di RUPTL PLN. Data tersebut digunakan sebagai data historis untuk memproyeksikan permintaan energi listrik di provinsi Papua dengan tahun dasar adalah tahun 2018 dan tahun akhir proyeksi adalah tahun 2038.

Tabel 3. Data Historis Pelanggan Energi Listrik [4], [13]-[17].

Sektor	Jumlah Pelanggan Per Sektor (pelanggan)					
	Tahun					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Rumah Tangga</b>	215.933	242.828	262.495	279.682	303.105	328.157
<b>Industri</b>	47	50	52	52	61	67
<b>Bisnis</b>	26.065	27.217	28.929	30.519	31.318	31.971
<b>Publik</b>	8.262	9.428	10.179	10.914	11.841	12.707
<b>Total</b>	<b>250.307</b>	<b>279.523</b>	<b>301.655</b>	<b>321.167</b>	<b>346.325</b>	<b>372.902</b>

Tabel 4. Data Historis Permintaan Energi Listrik [4], [13]-[17].

Sektor	Permintaan Energi Listrik Per Sektor (GWh)					
	Tahun					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Rumah Tangga</b>	367,29	407,45	429,33	472,58	487,79	520,09
<b>Industri</b>	3,20	5,66	5,75	4,72	5,22	6,26
<b>Bisnis</b>	206,70	219,76	230,88	245,64	252,44	267,46
<b>Publik</b>	82,63	91,91	97,36	107,94	113,56	123,15
<b>Total</b>	<b>659,82</b>	<b>724,78</b>	<b>763,32</b>	<b>830,88</b>	<b>859,01</b>	<b>916,96</b>

### 3. HASIL DAN ANALISIS

Dari pengolahan data pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 maka diperoleh variabel-variabel atau asumsi kunci untuk menghitung jumlah konsumsi dan jumlah pelanggan energi listrik. Tabel 5 berikut ini merupakan variabel kunci yang dipakai.

Tabel 5. Variabel-Variabel Kunci

Variabel	Nilai
Pertumbuhan PDRB Total	6,42%
Pertumbuhan PDRB Industri	5,80%
Pertumbuhan PDRB Bisnis	7,12%
Pertumbuhan PDRB Publik	7,54%
Pertumbuhan Pelanggan Rumah Tangga	8,75%
Pertumbuhan Pelanggan Industri	7,51%
Pertumbuhan Pelanggan Bisnis	4,18%
Pertumbuhan Pelanggan Publik	9,02%
Elastisitas Rumah Tangga	1,13
Elastisitas Industri	2,84
Elastisitas Bisnis	0,83
Elastisitas Publik	1,30
Faktor Pelanggan Rumah Tangga	1
Faktor Pelanggan Industri	0,86
Faktor Pelanggan Bisnis	0,48
Faktor Pelanggan Publik	1,03

#### 3.1. Hasil Proyeksi Pelanggan Energi Listrik

Proyeksi jumlah pelanggan energi listrik per sektor di provinsi Papua dihitung menggunakan Persamaan 1, Persamaan 5, Persamaan 9, dan Persamaan 13. Tabel 6 berikut ini merupakan hasil proyeksi pelanggan listrik per sektor dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2038.

Tabel 6. Hasil Proyeksi Pelanggan Energi Listrik

Sektor	Jumlah Pelanggan Per Sektor (pelanggan)									
	Tahun									
	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
Rumah Tangga	371.653	420.914	476.704	539.890	611.450	692.495	784.283	888.236	1.005.969	1.139.306
Industri	74	81	90	99	109	120	132	146	160	177
Bisnis	34.184	36.550	39.080	41.785	44.677	47.770	51.076	54.612	58.392	62.434
Publik	14.574	16.506	18.693	21.171	23.977	27.155	30.755	34.831	29.448	44.676
<b>Total</b>	<b>420.485</b>	<b>474.051</b>	<b>534.568</b>	<b>602.945</b>	<b>680.213</b>	<b>767.540</b>	<b>866.246</b>	<b>977.825</b>	<b>1.103.969</b>	<b>1.246.593</b>

Berdasarkan hasil proyeksi jumlah pelanggan pada periode peramalan (2018-2038) yang terdapat di Tabel 6, maka pelanggan rumah tangga merupakan yang terbesar dari semua sektor yang ada dengan rata-rata pertumbuhan per tahun sebesar 6,42%. Kemudian diikuti oleh pelanggan bisnis, publik, dan industri dengan pertumbuhan masing-masing sebesar 3,40%, 6,42%, dan 4,50%.

Berdasarkan data dasar pelanggan pada tahun 2018 (Tabel 3), jumlah pelanggan rumah tangga adalah 328.157 pelanggan, setelah perhitungan proyeksi jumlah pelanggan energi listrik di sektor rumah tangga mengalami peningkatan menjadi 1.139.306 pelanggan pada tahun akhir proyeksi. Sedangkan, untuk pelanggan industri sebesar 67 pelanggan, bisnis sebesar 31.971 pelanggan, dan publik sebesar 12.707 pelanggan pada tahun 2018 meningkat menjadi 1.139.306 pelanggan sektor rumah tangga, 177 pelanggan sektor industri, 62.434 pelanggan sektor bisnis, dan 44.676 pelanggan sektor publik pada akhir tahun proyeksi atau tahun 2038 (Tabel 6). Total pelanggan energi listrik di provinsi Papua pada tahun 2018 adalah sebesar 372.902 pelanggan. Kemudian total jumlah pelanggan menurut hasil proyeksi pada tahun 2038 adalah sebesar 1.246.593 pelanggan.

#### 3.2. Hasil Proyeksi Permintaan Energi Listrik

Proyeksi permintaan energi listrik dihitung menggunakan rumus pada Persamaan 3, Persamaan 7, Persamaan 11, dan Persamaan 15.

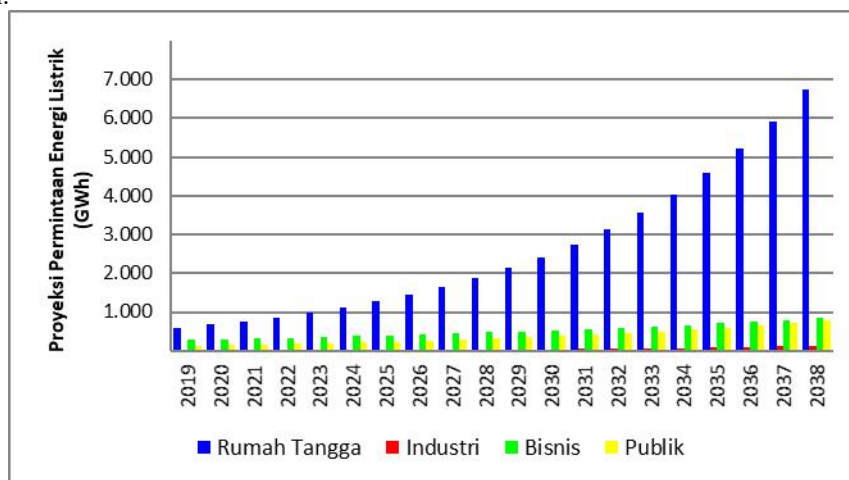
Tabel 7 dan Gambar 3 merupakan hasil proyeksi kebutuhan atau permintaan energi listrik di provinsi Papua. Berdasarkan hasil proyeksi tersebut, kebutuhan energi listrik terbesar berada pada sektor rumah tangga. Kebutuhan sektor rumah tangga pada tahun 2018 (dasar proyeksi) adalah sebesar 520,09 GWh dan meningkat menjadi 6.739,02 GWh pada tahun 2038 (akhir proyeksi). Peningkatan jumlah permintaan energi listrik disebabkan oleh meningkatnya pelanggan rumah tangga dan pertumbuhan ekonomi. Jika dilihat pada data historis PDRB (Tabel 2), maka pertumbuhan ekonomi mengalami peningkatan pada setiap tahunnya dengan pertumbuhan rata-rata setiap tahun sebesar 6,42%.

Tabel 7. Hasil Proyeksi Permintaan Energi Listrik

Sektor	Permintaan Energi Listrik Per Sektor (GWh)									
	2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032	2034	2036	2038
Rumah Tangga	671,94	868,12	1121,59	1449,06	1872,14	2418,74	3124,94	4037,32	5216,09	6739,02
Industri	8,49	11,50	15,59	21,13	38,83	38,83	52,64	71,35	96,72	131,10
Bisnis	299,80	336,06	376,69	422,25	473,31	530,54	594,69	666,61	747,22	837,58
Publik	148,43	178,89	215,61	259,86	313,20	377,48	454,96	548,34	660,89	796,53
<b>Total</b>	<b>1128,65</b>	<b>1394,57</b>	<b>1729,48</b>	<b>2152,30</b>	<b>2687,29</b>	<b>3365,60</b>	<b>4227,23</b>	<b>5323,62</b>	<b>6720,91</b>	<b>8504,23</b>

Sektor industri mengalami peningkatan permintaan dari 6,26 GWh pada tahun 2018 menjadi 131,10 GWh pada tahun 2038. Sementara itu, sektor bisnis dan publik meningkat dari 267,47 GWh dan 123,15 GWh pada tahun 2018 menjadi 837,58 GWh dan 796,53 GWh pada tahun 2038. Sektor pelanggan dengan permintaan energi tertinggi adalah rumah tangga. Kemudian, diikuti oleh sektor bisnis, sektor publik, dan sektor industri.

Rata-rata pertumbuhan proyeksi kebutuhan energi listrik sektor rumah tangga, industri, bisnis, dan publik setiap tahun adalah 12,66%, 16,43%, 5,87%, dan 9,78%. Dengan pertumbuhan tertinggi ada pada sektor industri.



Gambar 3. Proyeksi Permintaan Energi Listrik di Provinsi Papua dari Tahun 2018-2038

Sektor rumah tangga mengalami peningkatan kebutuhan energi listrik yang cukup signifikan (Gambar 3). Salah satu faktor yang mempengaruhi peningkatan pelanggan listrik sektor rumah tangga adalah jumlah penduduk yang meningkat setiap tahunnya. Dari data historis jumlah penduduk pada Tabel 1 rata-rata pertumbuhan penduduk tiap tahunnya adalah 1,86% dengan asumsi bahwa setiap rumah tangga memperoleh fasilitas energi listrik dari PLN. Selain itu, faktor pertumbuhan ekonomi (Tabel 2) juga berperan dalam peningkatan permintaan kebutuhan energi listrik. Dengan asumsi bahwa pertumbuhan ekonomi stabil tanpa adanya inflasi dan gangguan lainnya seperti krisis moneter, gangguan keamanan, dan lain-lain.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil proyeksi kebutuhan permintaan energi listrik di provinsi Papua pada tahun 2018 sampai dengan 2038 menggunakan perangkat lunak LEAP dengan metode DKL 3.2, maka ada beberapa kesimpulan yang diambil.

1. Perangkat lunak LEAP kompatibel untuk digunakan dalam melakukan perhitungan proyeksi kebutuhan energi listrik menggunakan metode DKL 3.2.
2. Hasil proyeksi pelanggan energi listrik setiap sektor pada tahun 2018 sampai dengan 2038 meningkat. Rata-rata pertumbuhan proyeksi pelanggan per tahun pada masing-masing sektor rumah tangga, industri, bisnis, dan publik adalah sebesar 6,42%, 4,50%, 3,40%, dan 6,42%. Sektor rumah tangga merupakan pelanggan terbesar dalam hasil proyeksi pelanggan energi listrik, diikuti oleh sektor bisnis, publik, dan industri.
3. Hasil proyeksi permintaan energi listrik setiap sektor pada tahun 2018 sampai dengan 2038 meningkat. Rata-rata pertumbuhan proyeksi kebutuhan energi listrik sektor rumah tangga, industri, bisnis, dan publik setiap tahun adalah 12,66%, 16,43%, 5,87%, dan 9,78%. Sektor rumah tangga merupakan pelanggan dengan konsumsi energi listrik terbesar dalam hasil proyeksi pada hasil proyeksi permintaan. Kemudian diikuti oleh sektor bisnis, sektor publik, dan sektor industri.

4. Variabel jumlah penduduk dan ekonomi merupakan faktor berpengaruh dalam peningkatan permintaan energi listrik pada semua sektor pelanggan.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih atas bantuan dari semua pihak yang ikut terlibat dalam penelitian ini dari awal hingga selesai:

1. Sang Pencipta Alam Semesta atas perlindungan dan kasih sayang-Nya.
2. Keluarga secara khusus Bapa Nathan. B, Mama Oktovina A. R dan Ade Grace M. P. B yang selalu memberikan dukungan dan motivasi bagi penulis, serta sang motivator yang selalu berada 10 tahun di depan penulis.
3. Bapak Ahmad Agus Setiawan, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen dan pembimbing pada penelitian ini.
4. Bapak Dr. Rachmawan Budiarto, S.T., M.T. selaku dosen dan pembimbing pada penelitian ini.
5. Badan Pusat Statistik, PLN Region Papua dan Papua Barat, dan instansi lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
6. Panitia penyelenggara seminar ReTII.
7. Seluruh pihak yang terlibat dalam penelitian ini dan tidak dapat disebutkan satu per satu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Presiden Republik Indonesia. Nomor 30 Tahun 2007. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2007 Tentang Energi*. Jakarta: Deputi Menteri Sekretaris Negara Bidang Perundang-Undangan. 2007.
- [2] Presiden Republik Indonesia. Nomor 30 Tahun 2009. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2009 Tentang Ketenagalistrikan*. Jakarta: Deputi Menteri Sekretaris Negara Bidang Perundang-Undangan. 2009.
- [3] Universitas Gadjah Mada. 1003.25-2017 *Wamen ESDM: 2500 Desa Belum Teraliri Listrik*. Yogyakarta. Humas UGM. 2017.
- [4] Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero). *Laporan Statistik PLN 2018*. PT. PLN. Report number: 03101-190615. 2018.
- [5] PT Perusahaan Listrik Negara (Persero). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) Tahun 2019 sampai dengan Tahun 2028*. PT. PLN. Report number: 39K/20/MEM/2019. 2019.
- [6] Oding, Susatyo Handoko, dan Agung Nugroho. *Transient-Jurnal Ilmiah Teknik Elektro. Proyeksi Kenutuhan Energi Listrik Tahun 2013-2022 PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Barat & Banten Menggunakan Software LEAP*. 2016; 5(3): 403-409.
- [7] Lazuwardi Imani . *Skenario Perencanaan Suplai Energi Listrik di Provinsi Bangka Belitung dengan Small Modular Reactors VBER-300 dan KLT-40s*". Skripsi. Yogyakarta: Program Studi Teknik Nuklir, Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika, Universitas Gadjah Mada. 2018.
- [8] Badan Pusat Statistik Provinsi Papua. *Provinsi Papua Dalam Angka 2017*. Badan Pusat Statistik. Report number: 94560.1701. 2017.
- [9] Badan Pusat Statistik Provinsi Papua. *Provinsi Papua Dalam Angka 2018*. Badan Pusat Statistik. Report number: 94560.1801. 2018.
- [10] Badan Pusat Statistik Provinsi Papua. *Indikator Penting Provinsi Papua 2018*. Badan Pusat Statistik. Report number: 94550.1813. 2018
- [11] Badan Pusat Statistik Provinsi Papua. *Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Papua Menurut Lapangan Usaha 2012-2016*. Badan Pusat Statistik. Report number: 94550.1708. 2017.
- [12] Badan Pusat Statistik Provinsi Papua. *Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Papua Menurut Lapangan Usaha 2013-2017*. Badan Pusat Statistik. Report number: 94550.1804. 2018.
- [13] Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero). *Laporan Statistik PLN 2013*. PT. PLN. Report number: 02601-140722. 2013.
- [14] Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero). *Laporan Statistik PLN 2014*. PT. PLN. Report number: 02701-150430. 2014.
- [15] Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero). *Laporan Statistik PLN 2015*. PT. PLN. Report number: 02801-160531. 2015.
- [16] Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero). *Laporan Statistik PLN 2016*. PT. PLN. Report number: 02901-170531. 2016.
- [17] Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero). *Laporan Statistik PLN 2017*. PT. PLN. Report number: 03001-180601. 2017.