

ANALISIS PROYEKSI KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK TAHUN 2021-2031 DI WILAYAH KABUPATEN BANYUMAS MENGUNAKAN SOFTWARE LEAP

Ervin Dwi Yulianto¹, Kholistianingsih,², Dody Wahjudi,³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Wijayakusuma Purwokerto

Email: Ervindwi82@gmail.com

ABSTRAK

Pada sistem kelistrikan, peramalan energi listrik akan sangat dibutuhkan untuk memperkirakan dengan tepat seberapa besar konsumsi energi listrik atau daya yang dibutuhkan untuk melayani beban dan kebutuhan energi dalam distribusi energi listrik. Dalam peramalan konsumsi energi, nilai konsumsi energi akan semakin efisien apabila angka hasil dalam perhitungan intensitas energi semakin rendah. Pada penelitian ini, saya melakukan perkiraan kebutuhan tenaga listrik di Kabupaten Banyumas pada Tahun 2021 (Tahun awal proyeksi) sampai Tahun 2031 (Tahun akhir proyeksi) menggunakan software LEAP (Long Energy Alternative Planning) dengan metode yang digunakan yaitu skenario DKL (Daftar Kebutuhan Listrik) dan skenario BAU (Base As Usual). Hasil dari proyeksi ini yaitu menghasilkan rata-rata pertumbuhan proyeksi jumlah intensitas energi listrik untuk sektor rumah tangga, sosial, bisnis, industri, dan publik menggunakan skenario BAU setiap tahunnya adalah 0.5%, -0.3%, -0.3%, 22.9%, dan -6.2%. dengan hasil pertumbuhan intensitas energi listrik paling baik ada pada sektor sosial dengan hasil proyeksi pada Tahun 2021 sebanyak 3624.27KWH/pelanggan dan menurun menjadi 1579.58 KWH/pelanggan pada Tahun 2031. Sedangkan hasil proyeksi menggunakan skenario DKL, Rata-rata pertumbuhan proyeksi jumlah intensitas energi listrik untuk sektor rumah tangga, sosial, bisnis, industri, dan publik setiap tahunnya adalah 4,7%, -8,0%, -7,7%, -4,1%, dan -7,4%. Dengan hasil pertumbuhan intensitas energi listrik paling baik ada pada sektor sosial dengan hasil proyeksi pada Tahun 2021 sebanyak 3624.27KWH/pelanggan dan menurun menjadi 1579.58 KWH/pelanggan pada Tahun 2031.

Kata kunci: *Proyeksi, intensitas energi, konsumsi energi, software LEAP*

ABSTRACT

In the electrical system, electrical energy forecasting is needed to estimate exactly how much electrical energy consumption or power is needed to serve the load and energy needs in the distribution of electrical energy. In forecasting energy consumption, the value of energy consumption will be more efficient if the results in the calculation of energy intensity are lower. In this paper, I estimate the electricity demand in Banyumas Regency in 2021 (the initial year of the projection) to 2031 (the final year of the projection) using LEAP (Long Energy Alternative Planning) software with the method used, namely the DKL scenario (Electricity Needs List). and the BAU (Base As Usual) scenario. The result of this forecasting is that the average growth of forecasting the amount of electrical energy intensity for the household, social, business, industrial, and public sectors using the BaU scenario each year is 0.5%, -0.3%, -0.3%, 22.9%, and - 6.2%. with the best results of growth in the intensity of electrical energy in the social sector with forecasting results in 2021 as many as 3624.27KWH/customer and decreasing to 1579.58 KWH/customer in 2031. While the results of forecasting using the DKL scenario, the average growth of forecasting the amount of electrical energy intensity for household, social, business, industrial, and public sectors each year is 4.7%, -8.0%, -7.7%, -4.1%, and -7.4%. With the results of the growth of electrical energy intensity, the best is in the social sector with forecasting results in 2021 as many as 3624.27KWH/customer and decreasing to 1579.58 KWH/customer in 2031.

Keywords: *forecasting, energy intensity, energy consumption, LEAP software.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pembangunan dan kemajuan teknologi yang cukup pesat, akan dapat menyebabkan konsumsi energi terus meningkat khususnya pada konsumsi energi listrik. Listrik sudah menjadi bagian penting bagi perkembangan peradaban manusia di berbagai bidang, antara lain bidang ekonomi, teknologi, sosial, maupun budaya manusia. Dan bagi masyarakat modern listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok.

Pemakaian energi listrik yang dilakukan secara terus menerus baik secara langsung maupun tidak langsung juga akan mempengaruhi kebutuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Penggunaan energi ini diperkirakan akan selalu meningkat dari tahun ketahun.

Pada sistem kelistrikan proyeksi atau peramalan energi listrik, sangat dibutuhkan untuk memperkirakan dengan tepat seberapa besar konsumsi energi listrik atau daya yang dibutuhkan untuk melayani beban dan kebutuhan energi dalam distribusi energi listrik. Faktor teknis dan faktor ekonomi merupakan faktor terpenting yang perlu diperhitungkan dalam melakukan proyeksi energi listrik. Bila peramalan energi listrik yang tidak tepat akan menyebabkan tidak cukupnya kapasitas daya yang disalurkan untuk memenuhi kebutuhan beban, dan sebaliknya bila peramalan beban terlalu besar maka akan menyebabkan kelebihan kapasitas daya sehingga akan menyebabkan kerugian.

Dalam meramalkan kebutuhan energi listrik yang tepat dan akurat agar didapat suatu gambaran permintaan kebutuhan energi listrik dengan jangka waktu yang panjang. Dengan mengetahui jumlah permintaan energi listrik pada periode tertentu, kedepannya dapat digunakan untuk memproyeksikan kebutuhan energi listrik pada periode yang akan datang. Bukan hanya kebutuhan energi yang didapatkan dalam peramalan ini, namun juga berpengaruh pada rencana dan pengolahan sistem tenaga listrik yang dapat digunakan untuk merencanakan pembangunan pembangkit energi listrik yang baru. Ketersediaan energi listrik yang tepat sasaran dan memadai akan memicu perkembangan yang baik dalam bidang pembangunan daerah dan juga dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Prakiraan

Prakiraan atau *forecast* pada dasarnya merupakan dugaan atau peramalan mengenai terjadinya suatu kejadian atau peristiwa di waktu yang akan datang. [1] Prakiraan sektor ketenagalistrikan memprediksi permintaan energi listrik di masa mendatang. Hasil prediksi tersebut digunakan untuk merencanakan kebutuhan dan pengembangan penyediaan tenaga listrik setiap saat secara memadai, baik, dan berkesinambungan.[2]

2.2 Model Pendekatan Prakiraan

Model pendekatan prakiraan dapat dibedakan dalam 5 pendekatan utama, yaitu sebagai berikut; pendekatan proses, pendekatan *trend*, pendekatan elastisitas, pendekatan ekonometrik, pendekatan sektoral dan pendekatan input-output. Pada penelitian ini metode yang digunakan sebagai pendekatan untuk proyeksi kebutuhan energi listrik adalah metode pendekatan ekonometri, *trend*, dan *end-use*. Perbedaan utama dari ketiga metode tersebut adalah pada jenis data yang dimasukkan atau data input. [3]

2.3 Skenario Daftar Kebutuhan Listrik (DKL)

Skenario DKL yaitu skenario yang tersusun dengan menggabungkan beberapa metode perencanaan energi listrik seperti pendekatan ekonometri, kecenderungan dan bersifat analisis dengan pendekatan sektoral [6]. Berikut ini adalah rumus dalam model DKL untuk menghitung jumlah pelanggan dan konsumsi energi per sektor pelanggan

1. Perhitungan Sektor Rumah Tangga

a. Perhitungan Jumlah Pelanggan Rumah Tangga

$$PRT_t = PRT_{t-1} \left(1 + \left(CFH \times \frac{gE}{100} \right) \right) \quad 2.1$$

Keterangan:

PRT_t = Jumlah pelanggan rumah tangga Tahun berlaku

PRT_{t-1} = Jumlah pelanggan rumah tangga Tahun sebelumnya

CFRT = Faktor Pelanggan

gE = Pertumbuhan PDRB total

b. Rumus perhitungan jumlah konsumsi listrik rumah tangga

$$ERT_t = ERT_{-1} (1 + (eRT \times \frac{gE}{100})) + \Delta PRT$$

$$\times UK \quad 2.2$$

Keterangan:

- ERT_t = Jumlah konsumsi energi listrik Tahun berlaku
 ERT₋₁ = Jumlah konsumsi energi listrik Tahun sebelumnya
 eRT = Elastisitas rumah tangga
 Δ PRT = Selisih pelanggan rumah tangga
 UK = Unit konsumsi rumah tangga (KWh/pelanggan)

- c. Rumus perhitungan daya yang tersambung sektor rumah tangga

$$DRT = DRT_{-1} + (1 + (PRT - PRT_{-1}) \times D_rRT) \quad 2.3$$

Keterangan:

- DRT = Jumlah daya yang tersambung sektor rumah tangga
 DRT₋₁ = Jumlah daya yang tersambung Tahun sebelumnya
 DrRT = Rata-rata daya yang tersambung sektor rumah tangga

2. Perhitungan sektor sosial.

- a. Perhitungan Jumlah Pelanggan sosial

$$PS_t = PS_{-1} (1 + (CFS \times \frac{gS}{100})) \quad 2.4$$

Keterangan:

- PS_t = Jumlah pelanggan sosial Tahun berlaku
 PS₋₁ = Jumlah pelanggan sosial Tahun sebelumnya
 CFS = Faktor Pelanggan
 gS = Pertumbuhan PDRB sosial

- b. Rumus perhitungan jumlah konsumsi sosial:

$$ES_t = ES_{-1} (1 + (eS \times \frac{gS}{100})) \quad 2.5$$

Keterangan:

- ES = Jumlah konsumsi listrik sektor sosial
 ES₋₁ = Jumlah konsumsi listrik Tahun sebelumnya
 eS = Elastisitas sosial

- c. Rumus perhitungan daya yang tersambung sosial:

$$DS = DS_{-1} + (1 + (PS - PS_{-1}) \times D_rS) \quad 2.6$$

Keterangan:

- DS = Jumlah daya tersambung sosial
 DS₋₁ = Jumlah daya tersambung Tahun sebelumnya
 D_rS = Rata-rata daya yang tersambung sosial

3. Perhitungan sektor bisnis[7].

- a. Perhitungan Jumlah Pelanggan bisnis

$$PB_t = PB_{-1} (1 + (CFB \times \frac{gB}{100})) \quad 2.7$$

Keterangan:

- PB_t = Jumlah pelanggan bisnis Tahun berlaku
 PB₋₁ = Jumlah pelanggan bisnis Tahun sebelumnya
 CFB = Faktor Pelanggan sektor
 gB = Pertumbuhan PDRB bisnis

- b. Rumus perhitungan jumlah konsumsi bisnis:

$$EB_t = EB_{-1} (1 + (eB \times \frac{gB}{100})) \quad 2.8$$

Keterangan:

- EB = Jumlah konsumsi listrik sektor bisnis
 EB₋₁ = Jumlah konsumsi listrik Tahun sebelumnya
 eB = Elastisitas bisnis

- c. Rumus perhitungan daya yang tersambung bisnis:

$$DB = DB_{-1} + (1 + (PB - PB_{-1}) \times D_rB) \quad 2.9$$

Keterangan:

- DB = Jumlah daya tersambung bisnis
 DB₋₁ = Jumlah daya tersambung Tahun sebelumnya

D_rB = Rata-rata daya yang tersambung bisnis

4. Perhitungan Sektor Industri

a. Rumus perhitungan jumlah pelanggan industri

$$PI_t = PI_{-1}(1 + (CFI \times \frac{gI}{100})) \quad 2.10$$

Keterangan:

PI_t = Jumlah pelanggan energi listrik sektor industri

PI_{-1} = Jumlah pelanggan energi listrik Tahun sebelumnya

CFI = Faktor pelanggan

gI = pertumbuhan rata-rata PDRB sektor industri

b. Rumus perhitungan jumlah konsumsi industri:

$$EI_t = EI_{-1} (1 + (eI \times \frac{gI}{100})) \quad 2.11$$

Keterangan :

EI = Jumlah konsumsi listrik sektor industri

EI_{-1} = Jumlah konsumsi listrik Tahun sebelumnya

eI = Elastisitas industri

c. Rumus perhitungan daya yang tersambung industri:

$$DI = DI_{-1} + (1 + (PI - PI_{-1}) \times D_rI) \quad 2.12$$

Keterangan:

DI = Jumlah daya tersambung industri

DI_{-1} = Jumlah daya tersambung Tahun sebelumnya

D_rI = Rata-rata daya yang tersambung industri

5. Perhitungan sektor publik[7].

a. Perhitungan Jumlah Pelanggan publik

$$PP_t = PP_{-1}(1 + (CFP \times \frac{gP}{100})) \quad 2.13$$

Keterangan:

PP_t = Jumlah pelanggan publik Tahun berlaku

PP_{-1} = Jumlah pelanggan publik Tahun sebelumnya

CFP = Faktor Pelanggan

gP = Pertumbuhan PDRB publik

b. Rumus perhitungan jumlah konsumsi publik:

$$EP_t = EP_{-1} (1 + (eP \times \frac{gP}{100})) \quad 2.14$$

Keterangan:

EBP = Jumlah konsumsi listrik sektor publik

EP_{-1} = Jumlah konsumsi listrik Tahun sebelumnya

eP = Elastisitas publik

c. Rumus perhitungan daya yang tersambung publik:

$$DP = DP_{-1} + (1 + (PP - PP_{-1}) \times D_rP) \quad 2.15$$

Keterangan:

DP = Jumlah daya tersambung publik

DP_{-1} = Jumlah daya tersambung Tahun sebelumnya

D_rP = Rata-rata daya yang tersambung publik

2.4 Skenario *Business As Usual* (BAU)

Skenario BAU atau *Business As Usual*, dianggap bahwa tahun akhir proyeksi kecenderungan pola pemakaian energi listrik masih sama di tahun dasar. Hal ini dikarenakan tidak adanya perubahan dalam penentuan kebijakan perkembangan dalam pemodelan perkiraan. Perkiraan berjalan konstan tanpa ada kebijakan yang berpengaruh [8].

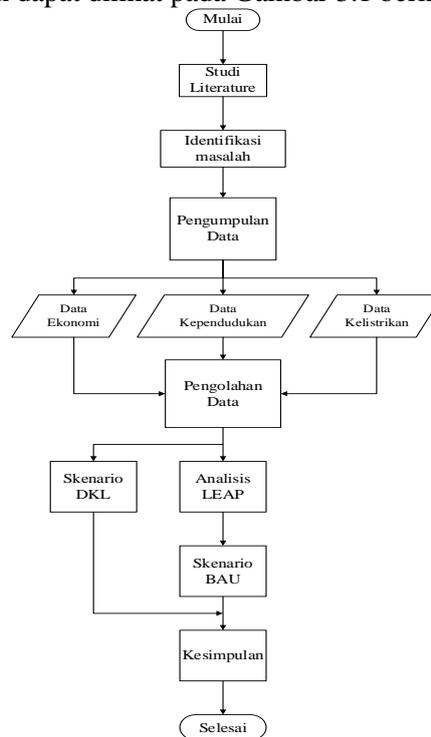
2.5 Perangkat lunak LEAP

The Long-range Energy Alternatives Planning atau LEAP adalah perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai alat perencanaan/pemodelan lingkungan energi. Pekerjaan LEAP didasarkan pada asumsi skenario yang diinginkan pengguna, yang didasarkan pada perhitungan dari proses konversi bahan bakar menjadi energi hingga proses energi dikonsumsi oleh masyarakat. LEAP merupakan model yang mempertimbangkan penggunaan akhir energi, sehingga memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan berbagai teknologi ke dalam penggunaan energi.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Skema Penelitian

Adapun skema penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Skema Penelitian

3.2 Tahapan Penelitian

1. Studi literatur

Dilakukan dengan cara mencari dan mempelajari literatur yang ada untuk memperoleh data yang berhubungan dengan proses penelitian yang akan dilakukan.

2. Identifikasi masalah

Dasar permasalahan yang ditemukan dari pengamatan di lapangan diharapkan kajian awal dapat mengetahui kebutuhan energi listrik di kabupaten Banyumas, guna untuk mengambil kebijakan yang harus dilakukan untuk merencanakan penyediaan energi listrik

3. Pengumpulan data

Perolehan data pada penelitian ini diperoleh dari Biro Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Banyumas yang berupa data kependudukan dan data ekonomi. Dan dari PT.PLN berupa data kelistrikan.

4. Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini agar dapat masukan data dan melakukan proses simulasi pada LEAP untuk skenario BAU dan serta agar dapat melakukan perhitungan untuk skenario DKL. Pengolahan data yang diperlukan adalah menentukan data intensitas energi listrik dan beberapa variabel kunci.

5. Proses Analisis

Metode proyeksi kebutuhan energi listrik dilakukan menggunakan skenario BAU (*Business as Usual*) dan skenario DKL (Daftar Kebutuhan Listrik). Pada skenario BaU digunakan pada proses analisis pada LEAP sedangkan skenario DKL dilakukan dengan perhitungan secara manual.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengumpulan Data

Data-data ini berupa data PDRB, pelanggan listrik, daya tersambung dan pemakaian energi listrik. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1, Tabel 4.2, Tabel 4.3, Dan Tabel 4.4

Tabel 4.1 Data PDRB

PDRB (Juta Rupiah)						
TAHUN	SOSIAL	BISNIS	INDUSTRI	PUBLIK	TOTAL	
2016	5.753.554,89	11.170.428,36	23.713.289,29	1.379.667,96	42.016.940,50	
2017	6.384.898,04	12.213.088,85	25.534.719,99	1.453.272,85	45.585.979,73	
2018	6.982.258,71	13.338.704,88	28.047.974,14	1.527.189,02	49.896.126,75	
2019	7.617.120,25	14.754.783,47	29.967.299,10	1.609.657,23	53.948.860,05	
2020	7.604.801,40	14.199.988,59	30.267.342,55	1.609.985,83	53.682.118,37	

(Sumber: <https://banyumaskab.bps.go.id/>)

Tabel 4.2 Data Pelanggan Listrik

DATA PELANGGAN LISTRIK						
TAHUN	RUMAH TANGGA	SOSIAL	BISNIS	INDUSTRI	PUBLIK	TOTAL
2016	401.403	11.063	16.207	204	2.696	431.573
2017	420.305	11.847	17.810	234	2.850	453.046
2018	437.746	12.331	18.672	243	3.300	472.292
2019	454.466	13.094	19.660	259	3.541	491.020
2020	469.615	13.728	20.766	279	3.746	508.134

(Sumber: <https://banyumaskab.bps.go.id/>)

Tabel 4.3 Data Daya Tersambung

DATA DAYA TERSAMBUNG (KVA)						
TAHUN	RUMAH TANGGA	SOSIAL	BISNIS	INDUSTRI	PUBLIK	TOTAL
2016	300.363	31.859	84.417	52.979	11.877	481.495
2017	318.657	35.199	91.420	55.831	12.447	513.554
2018	337.525	38.515	98.532	57.071	13.512	545.155
2019	355.221	42.792	105.164	28.911	14.147	546.235
2020	371.763	46.037	110.008	68.013	14.486	610.307

(Sumber: <https://banyumaskab.bps.go.id/>)

Tabel 4.4 Data Konsumsi Energi Listrik

DATA KONSUMSI ENERGI LISTRIK (KWH)						
TAHUN	RUMAH TANGGA	SOSIAL	BISNIS	INDUSTRI	PUBLIK	TOTAL
2016	478.962.921	44.542.052	11.679.6523	52.758.228	25.904.477	718.964.201
2017	476.980.227	47.516.936	130.977.531	116.292.007	26.405.067	798.171.768
2018	488.172.342	52.477.616	144.854.851	102.432.730	27.505.394	81.5442.933
2019	513.239.598	58.196.356	155.864.695	69.329.015	28.827.234	825.456.898
2020	570.225.379	54.062.501	146.585.875	164.681.211	27.807.898	963.362.864

(Sumber: <https://banyumaskab.bps.go.id/>)

4.2 Hasil Pengolahan Data

Pengolahan data pada Tabel 4.1, Tabel 4.2, Tabel 4.3, dan Tabel 4.4 maka diperoleh data dan variabel-variabel asumsi kunci untuk menghitung konsumsi energi listrik, pelanggan energi listrik dan daya tersambung untuk Tahun 2021-2031 pada skenario BAU dan DKL.

Hasil keseluruhan data intensitas energi listrik dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Intensitas Energi Listrik

INTENSITAS ENERGI LISTRIK (KWH/PELANGGAN)						
TAHUN	SOSIAL	RUMAH TANGGA	BISNIS	INDUSTRI	PUBLIK	TOTAL
2016	4.026,22	1.193,22	7.206,55	258.618,76	9.608,49	280.653,24
2017	4.010,88	1.134,84	7.354,16	496.974,39	9.264,94	518.739,21
2018	4.255,75	1.115,20	7.757,86	421.533,87	8.334,97	442.997,64
2019	4.444,51	1.129,32	7.928,01	267.679,59	8.140,99	289.322,42
2020	3.938,12	1.214,24	7.058,94	590.255,24	7.423,36	609.889,89

Hasil keseluruhan data variabel kunci persentase pertumbuhan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Variabel persentase pertumbuhan

Variabel	Nilai
Pertumbuhan PDRB Total	6,32%
Pertumbuhan PDRB Sosial	7,22%
Pertumbuhan PDRB Industri	6,29%
Pertumbuhan PDRB Bisnis	6,18%
Pertumbuhan PDRB Publik	3,94%
Pertumbuhan Pelanggan Rumah Tangga	4,00%
Pertumbuhan Pelanggan Sosial	5,54%
Pertumbuhan Pelanggan Bisnis	6,39%
Pertumbuhan Pelanggan Industri	8,14%
Pertumbuhan Pelanggan Publik	8,57%
Pertumbuhan Daya Tersambung Rumah Tangga	5,48%
Pertumbuhan Daya Tersambung Sosial	9,64%
Pertumbuhan Daya Tersambung Bisnis	6,84%
Pertumbuhan Daya Tersambung Industri	6,44%
Pertumbuhan Daya Tersambung Publik	5,09%
Pertumbuhan Konsumsi Energi Listrik Rumah Tangga	4,46%
Pertumbuhan Konsumsi Energi Listrik Sosial	4,96%
Pertumbuhan Konsumsi Energi Listrik Bisnis	5,84%
Pertumbuhan Konsumsi Energi Listrik Industri	32,92%
Pertumbuhan Konsumsi Energi Listrik Publik	1,79%
Pertumbuhan Intensitas Energi Rumah Tangga	-0,55%
Pertumbuhan Intensitas Energi Sosial	0,44%
Pertumbuhan Intensitas Energi Bisnis	-0,52%
Pertumbuhan Intensitas Energi Industri	22,91%
Pertumbuhan Intensitas Energi Publik	-6,25%

Hasil keseluruhan data variabel kunci faktor pelanggan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Variabel Kunci faktor pelanggan

Variabel	Nilai
Faktor Pelanggan Rumah Tangga	1,00
Faktor Pelanggan Sosial	1,39
Faktor Pelanggan Bisnis	1,60
Faktor Pelanggan Industri	2,03
Faktor Pelanggan Publik	2,14

Hasil keseluruhan data variabel kunci faktor pelanggan dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Variabel Kunci Elastisitas energi listrik

Variabel	Nilai
Elastisitas Rumah Tangga	0,71
Elastisitas Sosial	0,69
Elastisitas Bisnis	0,95
Elastisitas Industri	5,23
Elastisitas Publik	0,45

4.3 Hasil Proyeksi dan Pembahasan

4.3.1 Data Hasil Skenario BAU

1. Konsumsi energi listrik

Pada *software* LEAP hasil dari data konsumsi energi listrik didapat pada diagram pohon permintaan yang merupakan hasil perkalian dari intensitas dengan jumlah pelanggan listrik.

Hasil proyeksi konsumsi energi listrik ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Data Proyeksi Konsumsi Energi Listrik

DATA PROYEKSI KONSUMSI ENERGI LISTRIK (KWH)					
TAHUN	RUMAH TANGGA	SOSIAL	BISNIS	INDUSTRI	PUBLIK
2021	596,256,612.2	56,887,155.3	155,504,788.4	219,040,721.2	28,343,040.9
2022	623,476,205.3	59,859,393.2	164,966,370.5	291,343,732.1	28,888,482.8
2023	651,938,394.7	62,986,924.6	175,003,636.0	387,513,197.4	29,444,421.5
2024	681,699,905.9	66,277,863.1	185,651,612.0	515,427,179.7	30,011,058.7
2025	712,820,054.0	69,740,746.4	196,947,456.9	685,564,206.2	30,588,600.5
2026	745,360,861.8	73,384,558.3	208,930,589.6	911,861,654.5	31,177,256.7

2027	779,387,183.6	77,218,752.0	221,642,827.9	1,212,857,482.0	31,777,241.2
2028	814,966,834.4	81,253,274.4	235,128,533.5	1,613,208,828.8	32,388,771.9
2029	852,170,724.7	85,498,592.5	249,434,767.7	2,145,711,894.4	33,012,071.1
2030	891,073,002.6	89,965,719.8	264,611,454.8	2,853,988,554.7	33,647,365.3
2031	931,751,200.6	94,666,245.3	280,711,557.0	3,796,059,802.6	34,294,885.3

Rata-rata pertumbuhan proyeksi konsumsi energi listrik skenario BAU masih sama dengan variabel kunci, Rata-rata pertumbuhan proyeksi konsumsi energi listrik sektor rumah tangga, sosial, bisnis, industri, dan publik sertiap tahun adalah 4,6%, 5,2%, 6,1%, 33,0%, dan 1,9%, dengan pertumbuhan tertinggi ada pada sektor industri.

2. Pelanggan listrik

Hasil proyeksi jumlah pelanggan persektor ditunjukkan pada Tabel 4.10

Tabel 4.10 Data Pelanggan Listrik

DATA PROYEKSI PELANGGAN LISTRIK					
TAHUN	RUMAH TANGGA	SOSIAL	BISNIS	INDUSTRI	PUBLIK
2021	488,413.12	14,489.96	22,097.50	301.92	4,069.97
2022	507,963.71	15,294.22	23,514.38	326.72	4,421.96
2023	528,296.89	16,143.11	25,022.11	353.56	4,804.40
2024	549,443.98	17,039.12	26,626.51	382.60	5,219.91
2025	571,437.56	17,984.86	28,333.78	414.03	5,671.35
2026	594,311.51	18,983.10	30,150.53	448.04	6,161.84
2027	618,101.09	20,036.74	32,083.76	484.85	6,694.74
2028	642,842.93	21,148.86	34,140.95	524.68	7,273.74
2029	668,575.16	22,322.71	36,330.05	567.78	7,902.81
2030	695,337.41	23,561.72	38,659.51	614.42	8,586.28
2031	723,170.93	24,869.49	41,138.33	664.89	9,328.86

Rata-rata pertumbuhan proyeksi jumlah pelanggan energi listrik skenario BAU pada dasarnya masih sama dengan variabel kunci. Rata-rata pertumbuhan proyeksi jumlah pelanggan untuk sektor rumah tangga, sosial, bisnis, industri, dan publik setiap tahunnya adalah 4,0%, 5,6%, 6,4%, 8,2%, dan 8,6% dengan pertumbuhan tertinggi ada pada sektor publik.

3. Daya tersambung

Pada *software* LEAP hasil dari data daya tersambung energi listrik didapat pada diagram pohon asumsi kunci dan hasil pertumbuhan pelanggan berdasarkan pertumbuhan tahun dasar daya tersambung yaitu Tahun 2016-2020.

Hasil proyeksi daya tersambung persektor ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Data Daya Tersambung

DATA PROYEKSI DAYA TERSAMBUNG (KVA)					
TAHUN	RUMAH TANGGA	SOSIAL	BISNIS	INDUSTRI	PUBLIK
2021	392.121,90	50.474,93	117.536,53	72.395,90	15.223,30
2022	413.595,71	55.340,68	125.580,28	77.061,24	15.998,13
2023	436.245,50	60.675,47	134.174,52	82.027,23	16.812,40
2024	460.135,66	66.524,54	143.356,91	87.313,24	17.668,11
2025	485.33,412	72.937,46	153.167,71	92.939,89	18.567,38
2026	511.912,53	79.968,57	163.649,92	98.929,13	19.512,42
2027	539.946,45	87.677,48	174.849,50	105.304,33	20.505,55
2028	569.515,60	96.129,52	186.815,53	112.090,36	21.549,24
2029	600.704,05	105.396,33	199.600,47	119.313,70	22.646,04
2030	633.600,47	115.556,45	213.260,37	127.002,53	23.798,68
2031	668.298,40	126.696,01	227.855,10	135.186,84	25.009,97

Rata-rata pertumbuhan proyeksi daya tersambung energi listrik skenario BAU pada dasarnya masih sama dengan variabel kunci, karena pada skenario BAU hasil pertumbuhan masih sama dengan hasil dari pertumbuhan Tahun dasar yaitu Tahun 2016-2020. Rata-rata pertumbuhan proyeksi daya tersambung untuk sektor rumah tangga, sosial, bisnis, industri, dan publik setiap tahunnya adalah 5,5%, 9,6%, 6,8%, 6,4%, dan 5,1% dengan pertumbuhan tertinggi ada pada sektor sosial

4.3.2 Data Hasil Skenario DKL

Dalam skenario DKL proses analisis data dilakukan dengan perhitungan manual berdasarkan rumus perhitungan untuk skenario DKL. Dalam mendapatkan data dari perhitungan skenario DKL

proses perhitungan yang pertama harus menghitung data pertumbuhan pelanggan terlebih dahulu lalu konsumsi energi listrik, daya tersambung dan terakhir intensitas energi listrik.

1. Pelanggan energi listrik

Dalam mendapatkan data konsumsi energi listrik perhitungan dilakukan berdasarkan persamaan skenario DKL. Hasil proyeksi jumlah pelanggan energi listrik ditunjukkan pada Tabel 4.13. Rata - rata pertumbuhan proyeksi jumlah pelanggan menggunakan skenario DKL untuk sektor rumah tangga, sosial, bisnis, industri, dan publik setiap tahunnya adalah 6.3%, 10.0%, 9.9%, 12.8%, dan 8.4%, dengan pertumbuhan tertinggi ada pada sektor industri.

Tabel 4.13 Data Pelanggan Listrik

DATA PROYEKSI PELANGGAN LISTRIK					
TAHUN	RUMAH TANGGA	SOSIAL	BISNIS	INDUSTRI	PUBLIK
2021	499.278,96	15.101,75	22.817,16	314,71	4.061,70
2022	530.816,69	16.612,96	25.070,92	354,99	4.404,01
2023	564.346,55	18.275,40	27.54,29	400,43	4.775,17
2024	599.994,38	20.104,20	30.268,27	451,68	5.177,61
2025	637.893,95	22.116,00	33.258,01	509,49	5.613,97
2026	678.187,51	24.329,13	36.543,06	574,70	6.087,10
2027	721.026,28	26.763,71	40.152,59	648,26	6.600,11
2028	766.571,02	29.441,93	44.118,66	731,23	7.156,35
2029	814.992,67	32.388,15	48.476,47	824,82	7.759,47
2030	866.472,95	35.629,19	53.264,72	930,39	8.413,42
2031	921.205,06	39.194,57	58.525,93	1.049,47	9.122,48

2. Konsumsi energi listrik

Dalam mendapatkan data konsumsi energi listrik perhitungan dilakukan berdasarkan persamaan skenario DKL. Hasil proyeksi konsumsi energi listrik persektor ditunjukkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Data Konsumsi Energi Listrik

DATA PROYEKSI KONSUMSI ENERGI LISTRIK (KWH)					
TAHUN	RUMAH TANGGA	SOSIAL	BISNIS	INDUSTRI	PUBLIK
2021	624.174.523,41	54.577.024,27	148.799.238,60	182.214.716,63	28.078.577,50
2022	683.227.807,86	55.096.444,36	151.046.022,73	201.615.003,66	28.351.891,77
2023	747.868.136,11	55.620.807,87	153.326.732,03	223.080.827,12	28.627.866,45
2024	818.624.099,56	56.150.161,85	155.641.878,75	246.832.103,39	28.906.527,45
2025	896.074.299,77	56.684.553,80	157.991.982,87	273.112.163,20	29.187.900,91
2026	980.852.079,90	57.224.031,65	160.377.572,23	302.190.244,56	29.472.013,23
2027	1.073.650.703,84	57.768.643,82	162.799.182,64	334.364.251,08	29.758.891,07
2028	1.175.229.025,33	58.318.439,17	165.257.357,99	369.963.803,96	30.048.561,36
2029	1.286.417.693,43	58.873.467,03	167.752.650,39	409.353.619,00	30.341.051,27
2030	1.408.125.945,07	59.433.777,20	170.285.620,30	452.937.243,03	30.636.388,25
2031	1.541.349.040,29	59.999.419,94	172.856.836,61	501.161.188,28	30.934.600,01

Hasil rata-rata pertumbuhan proyeksi konsumsi energi listrik untuk sektor rumah tangga, sosial, bisnis, industri, dan publik setiap tahunnya adalah 9,46%, 0,95%, 1,51%, 10,65%, dan 0,97% dengan pertumbuhan tertinggi ada pada sektor industri.

3. Daya tersambung

Dalam mendapatkan data daya tersambung perhitungan dilakukan berdasarkan persamaan skenario DKL. Hasil proyeksi daya tersambung persektor ditunjukkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Data Daya Tersambung

DATA PROYEKSI DAYA TERSAMBUNG (KVA)					
TAHUN	RUMAH TANGGA	SOSIAL	BISNIS	INDUSTRI	PUBLIK
2021	395.245,99	50.643,87	120.874,01	76.718,11	15.706,84
2022	420.212,31	55.711,74	132.813,32	86.537,41	17.030,58
2023	446.755,68	61.286,76	145.931,92	97.613,49	18.465,88
2024	474.975,69	67.419,65	160.346,31	110.107,23	20.022,13
2025	504.978,27	74.166,26	176.184,48	124.200,06	21.709,55
2026	536.876,00	81.587,99	193.587,07	140.096,65	23.539,18
2027	570.788,61	89.752,41	212.708,58	158.027,89	25.523,00
2028	606.843,36	98.733,83	233.718,82	178.254,17	27.674,02
2029	645.175,56	108.614,02	256.804,35	201.069,26	30.006,32
2030	685.929,08	119.482,90	282.170,14	226.804,49	32.535,18
2031	729.256,85	131.439,41	310.041,43	255.833,62	35.277,16

Hasil rata-rata pertumbuhan proyeksi daya tersambung untuk sektor rumah tangga, sosial, bisnis, industri, dan publik setiap tahunnya adalah 6.32%, 10.01%, 9.88%, 12.80%, dan 8.43% dengan pertumbuhan tertinggi ada pada sektor industri.

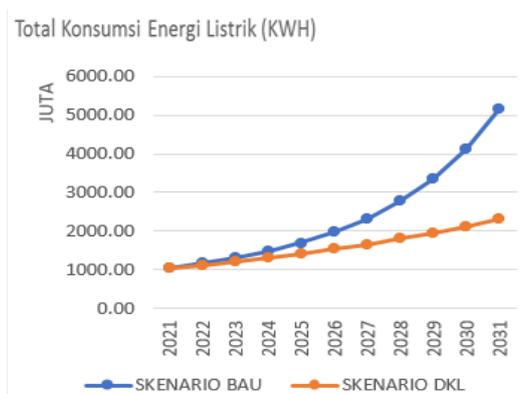
4.3.3 Perbandingan Data Total Konsumsi Energi Listrik Skenario BaU dan DKL

Data total konsumsi merupakan data yang didapat dari jumlah konsumsi energi listrik dari keseluruhan sektornya. Berdasarkan hasil proyeksi, rata-rata data total konsumsi energi listrik skenario BAU selalu lebih besar dibanding dengan data skenario DKL. Ini karena rata-rata pertumbuhan persektor konsumsi energi pada skenario BAU besar terutama pada sektor industri mencapai 33%. Hasil proyeksi total konsumsi energi listrik dapat di lihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Total Konsumsi Energi Listrik

TOTAL KONSUMSI ENERGI LISTRIK(KWH)		
TAHUN	SKENARIO BAU	SKENARIO DKL
2021	1.056.032.318,00	1.037.844.080,42
2022	1.168.534.184,00	1.119.337.170,38
2023	1.306.886.574,18	1.208.524.369,58
2024	1.479.067.619,47	1.306.154.771,00
2025	1.695.661.064,01	1.413.050.900,55
2026	1.970.714.920,95	1.530.115.941,57
2027	2.322.883.486,67	1.658.341.672,45
2028	2.776.946.243,07	1.798.817.187,81
2029	3.365.828.050,43	1.952.738.481,12
2030	4.133.286.097,13	2.121.418.973,84
2031	5.137.483.690,85	2.306.301.085,13

Pada skenario BAU pertumbuhan konsumsi energi pertahunnya sebesar 16,3%, sedangkan pada skenario DKL pertumbuhan konsumsi energi pertahunnya sebesar 8.26%. pertumbuhan konsumsi energi listrik total dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Pertumbuhan Total Konsumsi Energi Listrik

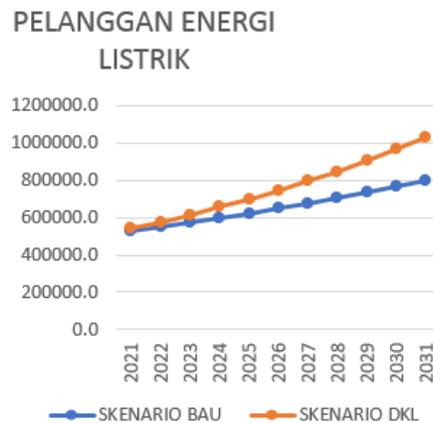
4.3.4 Perbandingan Data Total Pelanggan Energi Listrik Skenario BaU dan DKL

Data total pelanggan merupakan data yang didapat dari jumlah pelanggan energi listrik dari keseluruhan sektornya. Berdasarkan hasil proyeksi, data total pelanggan energi listrik skenario DKL selalu lebih besar dibanding dengan data skenario BAU. Data pelanggan skenario DKL lebih besar karena jumlah pelanggan persektornya pada skenario DKL perhitungannya dipengaruhi juga dengan data PDRB. Hasil proyeksi total pelanggan listrik dapat dilihat pada tabel 4.19.

Tabel 4.19 Total Pelanggan Listrik

TOTAL PELANGGAN LISTRIK		
TAHUN	SKENARIO BAU	SKENARIO DKL
2021	529.372,5	541.574,3
2022	551.521,0	577.259,6
2023	574.620,1	615.344,8
2024	598.712,1	655.996,1
2025	623.841,6	699.391,4
2026	650.055,0	745.721,5
2027	677.401,2	795.191,0
2028	705.931,2	848.019,2
2029	735.698,5	904.441,6
2030	766.759,3	964.710,7
2031	799.172,5	1.029.097,5

Pada skenario BAU dengan rata-rata pertumbuhan pertahunnya sebesar 4,20%. Sedangkan pada skenario DKL rata-rata pertumbuhan pertahunnya sebesar 6,63%. pertumbuhan pelanggan listrik total dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pertumbuhan Total Pelanggan Listrik

4.3.5 Perbandingan Data Total Daya Tersambung Skenario BaU dan DKL

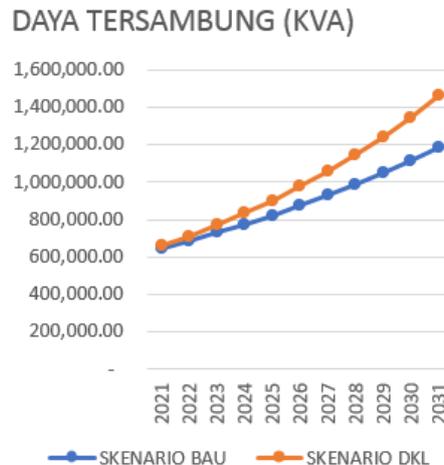
Data total daya tersambung merupakan data yang didapat dari jumlah daya tersambung energi listrik dari keseluruhan sektornya. Berdasarkan hasil proyeksi, data total daya tersambung energi listrik skenario DKL selalu lebih besar dibanding dengan data skenario BAU. Data total daya ditunjukkan pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Total Daya Tersambung

DAYA TERSAMBUNG (KVA)		
TAHUN	SKENARIO BAU	SKENARIO DKL
2021	647.752,56	659.188,83
2022	687.576,05	712.305,36
2023	729.935,13	770.053,72
2024	774.998,47	832.871,02
2025	822.946,56	901.238,62
2026	873.972,57	975.686,90
2027	928.283,31	1.056.800,49
2028	986.100,25	1.145.224,21
2029	1.047.660,60	1.241.669,50
2030	1.113.218,50	1.346.921,78
2031	1.183.046,32	1.461.848,48

Pada skenario BAU pertumbuhan daya tersambung pada Tahun 2021 sebesar 6,14% dan pada Tahun 2031 sebesar 6,23% dengan rata-rata pertumbuhan pertahunnya sebesar 6,20%. Pada skenario DKL pertumbuhan daya tersambung pada Tahun 2021 sebesar 8,01% dan pada Tahun 2031 sebesar

8,37% dengan rata-rata pertumbuhan pertahunnya sebesar 8,26%. pertumbuhan daya tersambung total dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Pertumbuhan Total Daya Tersambung

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil proyeksi kebutuhan permintaan energi listrik di kabupaten banyumas pada Tahun 2021 sampai dengan 2031, maka ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil.

1. Rata-rata pertumbuhan proyeksi pelanggan pertahun menggunakan skenario BAU pada masing-masing sektor rumah tangga, sosial, bisnis, industri, dan publik setiap tahunnya adalah 4,0%, 5,6%, 6,4%, 8,2%, dan 8,6%. Sedangkan Rata-rata pertumbuhan proyeksi pelanggan menggunakan skenario DKL pada masing-masing sektor rumah tangga, sosial, bisnis, industri, dan publik setiap tahunnya adalah 6.3%, 10.0%, 9.9%, 12.8%, dan 8.4%,
2. Rata rata pertumbuhan proyeksi konsumsi energi listrik pertahun menggunakan skenario BAU pada masing-masing sektor rumah tangga, sosial, bisnis, industri, dan publik setiap tahun adalah 4,6%, 5,2%, 6,1%, 33,0%, dan 1,9%, dengan pertumbuhan tertinggi ada pada sektor industri. Sedangkan rata-rata pertumbuhan proyeksi konsumsi energi listrik menggunakan skenario DKL untuk sektor rumah tangga, sosial, bisnis, industri, dan publik setiap tahunnya adalah 9.46%, 0.95%, 1.51%, 10.65%, dan 0.97% dengan pertumbuhan tertinggi ada pada sektor industri.
3. Hasil proyeksi daya tersambung setiap sektor menggunakan skenario BAU dan DKL pada Tahun 2021 sampai dengan 2031 tentunya juga akan selalu meningkat. Rata rata pertumbuhan proyeksi daya tersambung menggunakan skenario BAU untuk sektor rumah tangga, sosial, bisnis, industri, dan publik setiap tahunnya adalah 5,5%, 9,6%, 6,8%, 6,4%, dan 5,1% dengan pertumbuhan tertinggi ada pada sektor sosial. Sedangkan rata-rata pertumbuhan proyeksi daya tersambung untuk sektor rumah tangga, sosial, bisnis, industri, dan publik setiap tahunnya adalah 6.32%, 10.01%, 9.88%, 12.80%, dan 8.43% dengan pertumbuhan tertinggi ada pada sektor industri.
4. Hasil proyeksi total merupakan hasil dari penjumlahan data dari keseluruhan data persektornya. Hasil proyeksi pada skenario BAU rata-rata pertumbuhan pertahunnya sebesar 16,3%. Sedangkan Pada skenario DKL rata-rata pertumbuhan pertahunnya sebesar 8,33%. Rata-rata data total konsumsi energi listrik skenario BAU selalu lebih besar dibanding dengan data skenario DKL. Pada skenario BAU hasil proyeksi rata-rata pertumbuhan total jumlah pelanggan listrik pertahunnya sebesar 4,20%. Sedangkan pada skenario DKL rata-rata pertumbuhan pertahunnya sebesar 6,63%. Rata-rata pertumbuhan total jumlah pelanggan listrik skenario BAU lebih kecil dibanding skenario DKL. Pada skenario BAU hasil proyeksi rata-rata pertumbuhan total daya tersambung sebesar 6,20%. Sedangkan pada skenario DKL rata-rata pertumbuhan pertahunnya sebesar 8,26%.

6. DAFTAR PUSTAKA

- R. Oklantama and Suwitno, “Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Di Wilayah Pt. Pln (Persero) Rayon Bangkinang Menggunakan Prangkat Lunak Leap (Long-Range Energy Alternatives Planning System),” *Jom FTEKNIK*, vol. 4, no. 2, pp. 1–8, 2017.
- A. J. Kastanja and J. Tupalessy, “Peramalan Beban Listrik Kota Ambon Tahun 2016 – 2022,” vol. 7, no. 1, pp. 41–46, 2022.
- G. Dwiyoiko, T. Sukisno, and E. S. Damarwan, “Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Kabupaten Purbalingga Tahun 2030 Menggunakan,” vol. 4, no. 1, pp. 29–40, 2020.
- A. A. Ramadhan, A. Al Asyari, and A. Kadir, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro Di Sungai Logawa, Kabupaten Banyumas,” pp. 1–10.
- A. C. SAWINDU, “Perkiraan Kebutuhan Energi Listrik Menggunakan Software Leap Di Pt Pln (Persero) Up3 Surakarta Sampai Tahun 2024,” 2020.
- M. Ridwan Gaffari and Nurhalim, “Analisis Kebutuhan dan Penyediaan Energi Listrik di Kota Pekanbaru Tahun 2015-2024 dengan Menggunakan Perangkat Lunak LEAP,” vol. 4, no. 2, pp. 1–10, 2017.
- Q. Ahsan and M. Uddin, “A probabilistic approach of electrical energy forecasting,” *Conf. Rec. - IEEE Instrum. Meas. Technol. Conf.*, vol. 2, no. May, pp. 1070–1074, 2005, doi: 10.1109/imtc.2005.1604306.
- A. Mantoro, “Proyeksi Konsumsi Energi Listrik 2016 – 2035 Dan Rencana Pemenuhan Energi Listrik Berbasis Energi Baru Terbarukan Di Kabupaten Manokwari,” 2017.
- M. Fauzi Aditya Nasri and M. Tony Suryo Utomo, “PREDIKSI KONSUMSI BAHAN BAKAR MINYAK UNTUK KENDARAAN DARAT JALAN RAYA SAMPAI TAHUN 2040 MENGGUNAKAN SOFTWARE LEAP,” Vol. 3, No. 2, Pp. 198–207, 2015.
- E. Hospita Sari Harahap, “Analisis Prakiraan Permintaan Dan Penyediaan Energi Listrik Tahun 2019-2023 Di Kabupaten Padang Lawas,” 2019.