

Analisis Pertumbuhan Beban Terhadap Ketersediaan Energi Listrik di Sistem Kelistrikan Kota Ternate

Abdul Anwar A. Kalabo¹, Subhan Petrana², M. Natsir Rahman³

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Khairun Ternate

Jl. Pertamina Kampus II Unkhair Gambesi Kota Ternate Maluku Utara

1anchesteknikielektro97@gmail.com, 2subhanpetrana@gmail.com, 3mnr4hm4n@yandex.com

Abstrak–Listrik merupakan suatu kebutuhan yang telah berperan aktif didalam kehidupan keseharian, oleh karena itu ketersediaannya harus tercukupi demi keberlangsungan hidup. Untuk menghindari terjadinya kekurangan pasokan energi listrik maka perlu adanya upaya untuk menjaga ketersediaan energi listrik. Oleh karena itu perlu dilakukan proyeksi untuk mengetahui kebutuhan hingga 2021 kedepan nanti. Sasaran yang akan diproyeksikan adalah jumlah pelanggan energi listrik, konsumsi energi listrik, produksi energi listrik dan beban puncak. Serta perencanaan penambahan kapasitas pembangkit sesuai dengan jadwalnya.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan energi listrik Kota Ternate dari tahun 2017 adalah sebesar 159,334.1 kW (4.92%), tahun 2018 sebesar 167,227.4 kW (4.95%), tahun 2019 sebesar 175,561.8 kW (4.99%), tahun 2020 sebesar 184368.5 kW (5.02%) dan tahun 2021 yaitu sebesar 193,681.4 kW atau persentase pertumbuhan sebesar (5.05%).

Kata kunci - Energi, Pertumbuhan Beban, Kebutuhan Energi, Produksi Energi & LEAP

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini listrik merupakan suatu kebutuhan yang utama. Hal ini dikarenakan listrik telah menjelma ke semua aspek kehidupan manusia, sehingga diperlukan pasokan energi listrik yang cukup untuk menjaga ketersediaannya. Setiap tahun permintaan akan kebutuhan energi listrik meningkat maka diperlukan upaya untuk memperkirakan pertumbuhan beban dan penyediaan energi listrik untuk memenuhi permintaan kebutuhan energi listrik.

Penyediaan energi listrik dalam suatu sistem kelistrikan perlu adanya proyeksi atau ramalan agar perhitungan akan kebutuhan dan penyediaan energi listrik bisa tepat sasaran. Hal ini dikarenakan apabila terjadi salah perkiraan akan kebutuhan dan penyediaan energi listrik bisa berdampak pada kurangnya daya yang

terpasang sehingga penyalurannya pada beban akan mengalami pemadaman listrik. Selain itu juga apabila salah memperkirakan kebutuhan beban maka kapasitas daya yang terpasang bisa mengalami pemborosan sehingga PLN akan mengalami kerugian akibat salah meramalkan.

Kota Ternate mengalami perkembangan yang sangat pesat. Hal ini bisa dilihat dari pembangunan infrastruktur yang ada di Kota Ternate itu sendiri yaitu diantaranya ada sektor industri, komersial (perdagangan, perhotelan, Bank, rumah makan, dan rumah sakit), transportasi, perkantoran, dan rumah tangga [1]. Pesatnya perkembangan tersebut berdampak pada konsumsi energi listrik, sehingga perlu adanya langkah antisipasi didalam melakukan penanggulangan atas percepatan pembangunan yang terjadi di Kota Ternate ini [2].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Suatu sistem tenaga listrik biasanya terbagi atas tiga bagian utama, yaitu pusat pembangkit, saluran transmisi, dan distribusi, tenaga listrik yang dibangkitkan kemudian disalurkan melalui sistem penyaluran distribusi tenaga listrik dari pusat pembangkit kepusat-pusat beban. Setelah melewati saluran transmisi maka tenaga listrik akan memasuki Gardu Induk (GI), disini tegangannya diturunkan dengan trafo penurun tegangan (*step down transformer*) menjadi tegangan distribusi primer dengan besarnya adalah 20 kV dan 6 kV. Setelah melewati saluran distribusi primer tenaga listrik diturunkan lagi tegangannya oleh trafo distribusi menjadi tegangan rendah dengan tegangan 380/220 Volt atau 220/127 Volt sebagai Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan kemudian disalurkan ke konsumen dengan Sambungan Rumah (SR).

B. Perencanaan Ketenagalistrikan

Dalam perencanaan ketenagalistrikan tidak terlepas dari aturan pemerintah yang tercantum dalam Undang-

Undang No 30 Tahun 2009 yaitu Perencanaan Tenaga Listrik Indonesia dalam ruang lingkup nasional maupun daerah. Didalam kebijakan pemerintah ada dua macam kebijakan yaitu Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) dan Rencana Umum Ketenagalistrikan Daerah (RUKD). Dimana apabila kita hendak membuat RUKD maka RUKN harus dijadikan sebagai panduannya [3]. Sehingga dalam proses perencanaan kelistrikan daerah kita harus mempertimbangkan RUKN, agar hasil perencanaannya nanti tidak melenceng dari kebijakan pemerintah.

C. Kebutuhan Beban (*Load Demand*)

Kebutuhan beban dari suatu daerah tergantung dari kondisi daerah, penduduk dan standar kehidupannya, rencana pengembangannya sekarang dan masa akan datang, harga daya dan sebagainya. PLN diharuskan mampu memenuhi ketersediaan energi listrik dalam waktu kapanpun dikarenakan konsumen menginginkan pelayanan yang memadai setiap saat dari perusahaan listrik. Maka diperlukan cadangan energi agar ketika dibutuhkan PLN mampu menyuplai secara bersamaan tanpa terkendala oleh energi listrik[3].

Permintaan konsumen bahwa daya harus disuplai pada sembarang waktu membuat perusahaan listrik harus menyediakan fasilitas untuk kebutuhan maksimumnya, mungkin diperlukan cadangan energi listrik. Konsumen tidak boleh dibiarkan menunggu. Dia harus langsung disuplai dengan pelayanan penuh saat dia membutuhkan. Karena kebutuhan konsumen bersamaan waktu, mengakibatkan terjadinya “puncak” dan “lembah” pada kurva beban. Ada saat-saat peralatan mempunyai beban penuh, sedang pada saat-saat lain peralatan tersebut tidak dipakai .

D. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kebutuhan Energi Listrik

Menurut Dinas Perindustrian, Perdagangan, Pertambangan dan Energi, tingkat kebutuhan energi listrik dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut ini :

- 1) Faktor ekonomi yang mempengaruhi tingkat kebutuhan tenaga listrik adalah pertumbuhan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto), Secara umum, PDRB dapat dibagi menjadi 3 sektor, yaitu PDRB sektor komersial (bisnis), sektor industri dan sektor publik. Kegiatan ekonomi yang dikategorikan sebagai sektor komersial/bisnis adalah sektor listrik, gas dan air bersih, bangunan dan konstruksi, perdagangan, serta transportasi dan komunikasi. Kegiatan ekonomi yang termasuk sektor publik adalah jasa dan perbankan, termasuk lembaga keuangan selain perbankan. Sektor Industri sendiri adalah mencakup kegiatan industri migas dan manufaktur.
- 2) Faktor pertumbuhan penduduk memiliki pengaruh besar terhadap kebutuhan tenaga listrik selain faktor ekonomi. Sesuai dengan prinsip demografi, pertumbuhan penduduk akan terus turun setiap

tahunnya sampai pada suatu saat akan berada pada kondisi yang stabil.

- 3) Faktor pembangunan daerah. Berjalannya pembangunan daerah akan sangat dipengaruhi oleh tingkat perekonomian daerah itu sendiri. Dalam hal ini baik langsung maupun tidak langsung, faktor ekonomi sangat berpengaruh terhadap kebutuhan energi listrik seiring dengan berjalannya pembangunan. Pemerintah Daerah sebagai pelaksana pemerintahan di tingkat daerah akan mengambil peran penting dalam perencanaan pengembangan wilayah. Hal itu berbentuk kebijakan yang tertuang dalam peraturan daerah. Termasuk di dalamnya adalah perencanaan tentang tata guna lahan, pengembangan industri, kewilayahan, pemukiman dan faktor geografis.

E. Peramalan Beban Listrik

Kebutuhan tenaga listrik suatu daerah tergantung dari letak daerah, jumlah penduduk, standar kehidupan, rencana pembangunan atau pengembangan daerah dimasa yang akan datang. Peramalan kebutuhan tenaga listrik yang kurang tepat (lebih rendah dari permintaan) dapat menyebabkan kapasitas pembangkitan tidak mencukupi untuk melayani konsumen yang dapat merugikan perekonomian negara dan sebaliknya bila peramalan terlalu besar dari permintaan maka akan mengalami kelebihan pembangkitan yang merupakan pemborosan. Oleh karena itu kesalahan dalam peramalan harus seminim mungkin [3][4]. Pembagian kelompok peramalan/perkiraan beban terdiri atas [5] :

- 1) Peramalan Beban Jangka Panjang, untuk jangka waktu di atas satu tahun. Dalam perkiraan beban jangka panjang masalah-masalah makro ekonomi yang merupakan masalah ekstern perusahaan listrik merupakan faktor utama yang menentukan arah perkiraan beban.
- 2) Peramalan Beban Jangka Menengah, untuk jangka waktu dari satu bulan sampai dengan satu tahun. Poros untuk perkiraan beban jangka menengah adalah perkiraan beban jangka panjang.
- 3) Peramalan Beban Jangka Pendek, untuk jangka waktu beberapa jam sampai satu minggu. Dalam perkiraan beban jangka pendek batas atas untuk beban maksimum dan batas bawah untuk beban minimum yang ditentukan dalam perkiraan beban jangka menengah.

Dalam peramalan energi listrik jangka panjang dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, Faktor ekonomi, yang ditentukan melalui data Produk Domesik Regional Bruto (PDRB), jumlah penduduk, jumlah rumah tangga, jumlah pelanggan listrik masing-masing sektor, dan Tarif dasar listrik.

F. Metode Perkiraan Perencanaan Energi

Untuk melakukan perencanaan dalam bidang apapun, tentu harus ada metode yang digunakan. Ada berbagai model pendekatan untuk menyusun prakiraan

kebutuhan tenaga listrik yang tersedia antara lain pendekatan ekonometrik, pendekatan trend dan pendekatan *end-use*, pendekatan *trend* maupun gabungan dari berbagai model pendekatan perencanaan. Dari beberapa metode tersebut, yang sering digunakan sebagai pendekatan untuk proyeksi kebutuhan energi listrik adalah metode pendekatan ekonometri dan pendekatan *end-use*. Perbedaan dari kedua metode tersebut adalah pada jenis data masukan. 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 [3].

G. Model DKL 3.2

Model DKL 3.2 digunakan PLN untuk menyusun prakiraan kebutuhan listrik. Pengelompokan pelanggan Model DKL 3.2 dibagi menjadi 4 sektor, yaitu [6]:

- 1) Sektor Rumah tangga (golongan tarif S1, R1, R1, R2, dan R3)
- 2) Sektor Bisnis (golongan tarif B, T, C, dan M)
- 3) Sektor Publik/Umum (golongan tarif S2, S3, P1, P2 dan P3)
- 4) Sektor Industri (golongan tarif I1, I2, I3, dan I4)

Berikut ini adalah rumus-rumus Model DKL 3.2:

Jumlah Pelanggan Rumah Tangga

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

dengan PRT_{-1} adalah jumlah pelanggan rumah tangga tahun sebelumnya; gE adalah pertumbuhan PDRB total; dan CFH adalah faktor pelanggan rumah tangga = 1.

Jumlah Pelanggan Industri

$$PI = PI_{-1} \left(1 + CFI \times \frac{gI}{100} \right) \quad (2)$$

dengan PI_{-1} adalah jumlah pelanggan industri tahun sebelumnya; gI = Pertumbuhan PDRB Industri; dan CFI = Faktor Pelanggan Industri = 1.

Jumlah pelanggan bisnis

$$PB = PB_{-1} \left(1 + CFB \times \frac{gB}{100} \right) \quad (3)$$

dengan PB_{-1} adalah Jumlah Pelanggan Bisnis tahun sebelumnya; gB adalah Pertumbuhan PDRB bisnis; dan CFB adalah faktor pelanggan bisnis = 1

Jumlah pelanggan sosial

$$PS = PS_{-1} \left(1 + CFS \times \frac{gS}{100} \right) \quad (4)$$

dengan PS_{-1} adalah Jumlah pelanggan sosial tahun sebelumnya; gS adalah pertumbuhan PDRB sosial; dan CFS = Faktor Pelanggan Sosial = 1.

Jumlah pelanggan pemerintahan

$$PP = PP_{-1} \left(1 + CFP \times \frac{gP}{100} \right) \quad (5)$$

dengan PP_{-1} adalah jumlah pelanggan pemerintahan tahun sebelumnya; gP adalah pertumbuhan PDRB pemerintahan; dan CFP = faktor pelanggan pemerintahan = 1.

Konsumsi energi sektor rumah tangga

If $GD_{Tot(t)} < 0$, $ECR_{(t)} =$

$$\left(\left(1 + \left(ER(t) \times \frac{0}{100} \right) \right) ECR(t-1) \right) \quad (6)$$

$GD_{Tot(t)} > 0$, $ECR_{(t)} =$

$$\left(\left(1 + \left(ER(t) \times \frac{GD_{Tot(t)}}{100} \right) \right) ECR(t-1) \right) \quad (7)$$

dengan $ECR_{(t)}$ adalah konsumsi energi sektor rumah tangga tahun t ; $ER_{(t)}$ adalah elastisitas konsumsi energi sektor rumah tangga tahun t ; $NCR_{(t)}$ adalah jumlah Pelanggan Rumah Tangga tahun t ; dan $GD_{Tot(t)}$ adalah Pertumbuhan Pelanggan Rumah Tangga tahun t

Konsumsi energi sektor industri

If $GD_{I(t)} < 0$, $ECI_{(t)} =$

$$\left(\left(1 + \left(EI(t) \times \frac{0}{100} \right) \right) ECI(t-1) \right) \quad (8)$$

$GD_{I(t)} > 0$, $ECI_{(t)} =$

$$\left(\left(1 + \left(EI(t) \times \frac{GDI(t)}{100} \right) \right) ECI(t-1) \right) \quad (9)$$

dengan $ECI_{(t)}$ adalah konsumsi energi sektor industri tahun t ; $EI_{(t)}$ adalah elastisitas konsumsi energi sektor industri tahun t ; $NCI_{(t)}$ adalah jumlah pelanggan industri tahun t ; dan $GD_{I(t)}$ adalah pertumbuhan pelanggan industri tahun t .

Konsumsi energi sektor rumah bisnis

If $GD_{B(t)} < 0$, $ECB_{(t)} =$

$$\left(\left(1 + \left(EB(t) \times \frac{0}{100} \right) \right) ECB(t-1) \right) \quad (10)$$

$GD_{B(t)} > 0$, $ECB_{(t)} =$

$$\left(\left(1 + \left(EB(t) \times \frac{GDB(t)}{100} \right) \right) ECB(t-1) \right) \quad (11)$$

dengan $ECB_{(t)}$ adalah konsumsi energi sektor bisnis tahun t ; $EB_{(t)}$ adalah elastisitas konsumsi energi sektor bisnis tahun t ; $NCB_{(t)}$ adalah jumlah

pelanggan bisnis tahun t ; dan $GD_{B(t)}$ adalah pertumbuhan pelanggan bisnis tahun t .

Konsumsi energi sektor sosial
 If $GD_{S(t)} < 0$, $ECS_{(t)} =$

$$\left(\left(1 + \left(ES(t) \times \frac{0}{100} \right) \right) ECS(t-1) \right) \quad (12)$$

$GD_{S(t)} > 0$, $ECS_{(t)} =$

$$\left(\left(1 + \left(ES(t) \times \frac{GDS(t)}{100} \right) \right) ECS(t-1) \right) \quad (13)$$

dengan $EC_{S(t)}$ adalah konsumsi energi sektor sosial tahun t ; $E_{S(t)}$ adalah elastisitas konsumsi energi sektor sosial tahun t ; $NC_{S(t)}$ adalah jumlah pelanggan sosial tahun t ; dan $GD_{S(t)}$ adalah pertumbuhan pelanggan sosial tahun t .

Konsumsi energi sektor pemerintah
 If $GD_{P(t)} < 0$, $ECP_{(t)} =$

$$\left(\left(1 + \left(EP(t) \times \frac{0}{100} \right) \right) ECP(t-1) \right) \quad (14)$$

$GD_{P(t)} > 0$, $ECP_{(t)} =$

$$\left(\left(1 + \left(EP(t) \times \frac{GDP(t)}{100} \right) \right) ECP(t-1) \right) \quad (15)$$

dengan $EC_{P(t)}$ adalah konsumsi energi sektor pemerintah tahun t ; $E_{P(t)}$ adalah elastisitas konsumsi energi sektor pemerintah tahun t ; $NC_{P(t)}$ adalah Jumlah Pelanggan Pemerintah tahun t ; dan $GD_{P(t)}$ adalah pertumbuhan pelanggan pemerintahan tahun t .

Total Produksi

$$Pt = \frac{Et}{(1 - Lt)} \quad (16)$$

$$Et = EH + EB + EI + EP + ES \quad (17)$$

dengan Lt adalah rugi-rugi distribusi tahun t ; Et adalah total konsumsi energi tahun t ; EH adalah konsumsi energi sektor rumah tangga tahun t ; EB adalah konsumsi energi sektor bisnis tahun t ; EI adalah konsumsi energi sektor industri tahun t ; EP adalah konsumsi energi sektor pemerintahan tahun t ; dan ES adalah konsumsi energi sektor sosial tahun t .

Beban Puncak/Peak Load [MW]

$$Pl = \frac{Pt}{(8760 \times Lf)} \quad (18)$$

dengan PL adalah beban puncak; Pt adalah total energi produksi tahun t ; dan Lf adalah faktor beban tahun t .

III. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Kota Ternate. Tempat pengambilan datanya dilakukan di kantor PLN cabang Ternate dan BPS Kota Ternate. Data yang diambil adalah data dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2015.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi LEAP. Pemodelan dalam LEAP adalah akunting (*accounting*). Permintaan energi atau pemasokan energi dalam metode akunting ini dihitung dengan menjumlahkan pemakaian dan pemasokan energi masing-masing jenis kegiatan. Dalam software LEAP disediakan 4 (empat) modul utama dan 3 (tiga) modul tambahan. Modul utama adalah modul-modul standar yang umum digunakan dalam pemodelan energi, yaitu: *Key Assumptions*, *Demand*, *Transformation*, dan *Resources*. Modul tambahan adalah pelengkap terhadap modul utama jika diperlukan, yaitu: *Statistical Differences*, *Stock Changes*, dan *Non Energy Sector Effects*.

Modul Key Assumptions adalah untuk menampung parameter-parameter umum yang dapat digunakan pada *Modul Demand* maupun *Modul Transformation*. Parameter umum ini misalnya adalah jumlah penduduk, PDB (produk domestik bruto), dan sebagainya. *Modul Key Assumptions* ini sifatnya komplemen terhadap modul lainnya. Pada model yang sederhana, dapat saja modul ini tidak difungsikan.

Modul Demand adalah untuk menghitung permintaan energi. Pembagian sektor pemakai energi sepenuhnya dapat dilakukan sesuai kebutuhan pemodel. Permintaan energi didefinisikan sebagai perkalian antara aktifitas pemakaian energi (misalnya jumlah penduduk, jumlah kendaraan, volume nilai tambah, dsb.) dan intensitas pemakaian energi kegiatan yang bersangkutan.

Modul Statistical Differences adalah untuk menuliskan asumsi asumsi selisih antara data *demand* dan *supply* karena perbedaan pendekatan dalam perhitungan *demand* dan perhitungan *supply* energi. Cabang-cabang dalam *Modul Statistical Differences* akan muncul dengan sendirinya sesuai dengan jenis-jenis energi yang dimodelkan dalam *Modul Demand*. Pada umumnya, *statistical differences* pada pemodelan dianggap nol.

Modul Transformation adalah untuk menghitung pemasokan energi. Pasokan energi dapat terdiri atas produksi energi primer (gas bumi, minyak bumi, batubara, dsb.) dan energi sekunder (listrik, bahan bakar minyak, LPG, briket, batubara, arang, dsb.). Susunan cabang dalam *Modul Transformation* sudah ditentukan strukturnya, yang masing-masing kegiatan transformasi energi terdiri atas *processes* dan *output*.

Modul Stock Changes adalah untuk menuliskan asumsi-asumsi perubahan stok atau cadangan energi pada awal tahun tertentu dengan awal tahun berikutnya. Cabang-cabang dalam Modul *Stock Changes* akan muncul dengan sendirinya sesuai dengan jenis-jenis energi yang dimodelkan dalam *Modul Transformation*. Pada umumnya, perubahan stok pada pemodelan dianggap nol.

Modul Resources terdiri atas *Primary* dan *Secondary*. Kedua cabang ini sudah *default*. Cabang-cabang dalam Modul *Resources* akan muncul dengan sendirinya sesuai dengan jenis jenis energi yang dimodelkan dalam *Modul Transformation*. Beberapa parameter perlu diisikan, seperti jumlah cadangan (minyak bumi, gas bumi, batubara, dsb) dan potensi energi (tenaga air, biomasa, dsb).

Modul Non-Energy Sector Effects adalah untuk menempatkan variable-variabel dampak negatif kegiatan sektor energi, seperti tingkat kecelakaan, penurunan kesehatan, terganggunya ekosistem, dsb. Susunan modul tersebut di atas sudah baku. LEAP akan mensimulasikan model berdasar susunan tersebut, dari atas ke bawah. Simulasi LEAP bersifat *straight forward*, tidak ada *feed back* antara *demand* dan *supply energy*. Permintaan energi dianggap selalu dipenuhi oleh pemasokan energi yang berasal dari transformasi energi domestik maupun *impor* energi.

Berikut gambar diagram flowchart untuk melakukan perencanaan energi di LEAP



Gambar 1 Diagram alir dan susunan modul dalam aplikasi LEAP

VI. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem kelistrikan di Kota Ternate merupakan sistem yang didistribusikan melalui jaringan tegangan menengah (JTM) 20 kV. Hingga akhir tahun 2015 jumlah mesin yang beroperasi sebanyak 26 buah dengan daya tersambung sebesar 155.462 kW, daya mampu sebesar 26.933 MW dan produksi energi listrik sebesar 161.201 MW [2]. Sedangkan jumlah pelanggan energi listrik pada akhir tahun 2015 adalah sebesar 41.973 pelanggan, dengan jumlah konsumsi energi listrik sebesar 150.000.339 KWh, daya terpasang sebesar 37.561 MW dan beban puncaknya sebesar 278.859 Kwh [1 - 3].

Meningkatnya kebutuhan akan energi listrik tidak terlepas dari pertumbuhan ekonomi (PDRB) dan pertumbuhan Penduduk yang setiap tahunnya selalu meningkat. Pada tahun 2015 PDRB Kota Ternate harga berlaku sebesar 7,091,784.4 Milyar Rupiah sedangkan jumlah penduduk sebesar 212,997 Juta jiwa [1]. Dengan menggunakan kedua parameter tersebut diatas makan dapat dibuat proyeksi kebutuhan akan energi listrik.

Didalam penelitian ini, akan dianalisa lima sektor utama pengguna energi listrik yaitu sektor Bisnis, Sektor Industri, Sektor Pemerintahan, Sektor Sosial dan Sektor Rumah Tangga.

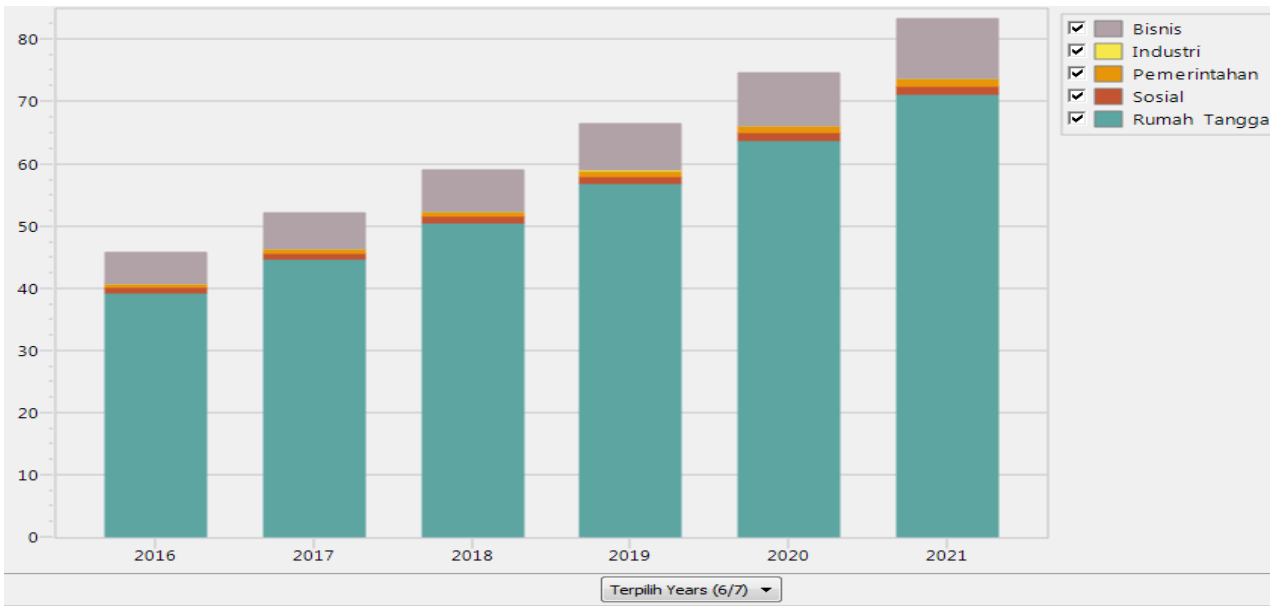
A. Jumlah Pelanggan Energi Listrik

Proyeksi jumlah pelanggan listrik Kota Ternate dari tahun 2016 sampai dengan 2021 menggunakan aplikasi LEAP ditunjukkan pada tabel 1. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa pelanggan energi listrik sektor rumah tangga sangat mendominasi ketimbang sektor lainnya. Secara grafis dapat dilihat total pertumbuhan pelanggan dari tahun 2016 hingga 2021 mencapai 83.306,0 Juta dengan pertumbuhan rata-rata sebesar 12.74% (Gambar 2). Untuk sektor Bisnis pertumbuhan jumlah pelanggan sebesar 14,9% pada 2017 sedangkan pada tahun 2021 nilainya tumbuh menjadi 12,7%. Disektor Industri pertumbuhan jumlah pelanggan pada tahun 2017 sebesar 13.7% menjadi 11.8% pada tahun 2021. Sedangkan untuk sektor pemerintahan pada tahun 2017 meningkat dari 14,9% menjadi 12,6% pada tahun 2021. Untuk sektor sosial pada tahun 2017 meningkat dari angka 11,6 % menjadi 9,4% pada tahun 2021. sedangkan sektor rumah tangga sendiri untuk tahun 2017 pertumbuhan sebesar 13,8% menjadi 11,6% pada tahun 2021.

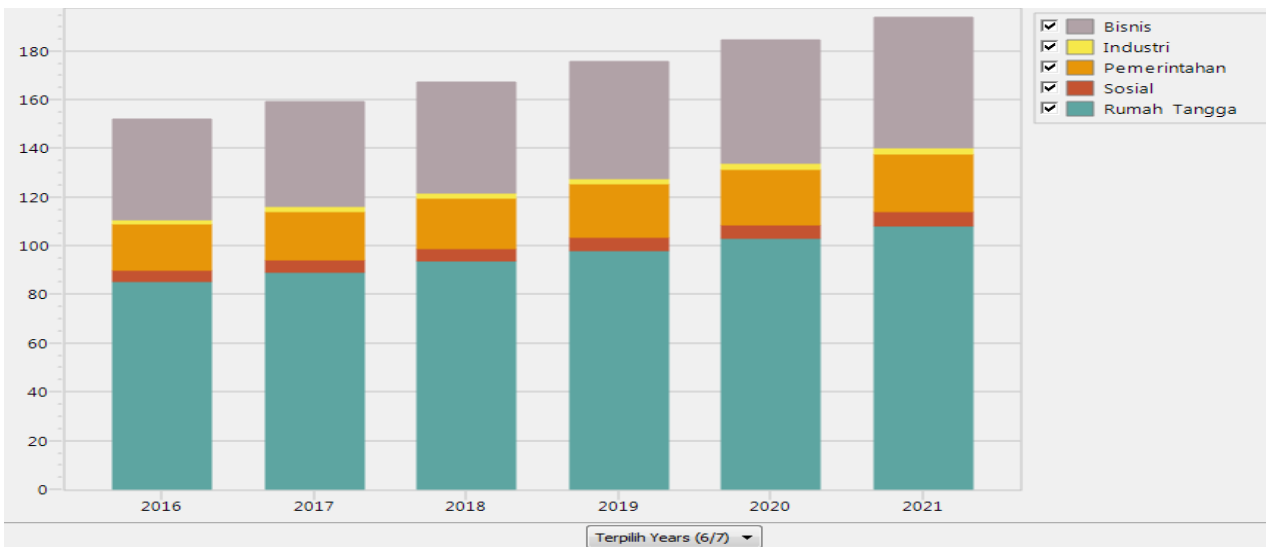
Tabel 1 Hasil Proyeksi Jumlah Pelanggan Energi Listrik

Sektor	Jumlah Pelanggan Energi Listrik					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Bisnis	5.066,0	5.820,1	6.648,2	7.556,0	8549,4	9.634,9
Industri	13,1	14,9	16,8	18,9	21,2	23,7
Pemerintahan	605,1	695,1	794,0	902,5	1021,1	1.150,0
Sosial	848,2	946,4	1.049,8	1.158,6	1.273,1	1.393,2
Rumah Tangga	39.235,9	44.642,9	50.504,8	56.849,2	63705,2	71.103,4
Total	4.5768,2	52.119,3	59.013,6	66.485,2	74.570,0	83.306,0

Analisis Pertumbuhan Beban Terhadap Ketersediaan Energi Listrik di Sistem Kelistrikan Kota Ternate



Gambar 2. Hasil proyeksi jumlah pelanggan Listrik Kota Ternate



Gambar 3. Hasil Proyeksi Konsumsi Energi Listrik

B. Energi Listrik

Hasil proyeksi konsumsi energi listrik Kota Ternate dari tahun 2016 sampai dengan 2021 ditunjukkan pada tabel 2. Tingkat konsumsi energi listrik yang tinggi, dapat menggambarkan kemajuan suatu Negara. Hal ini dikarenakan kemajuan ekonomi dan pertumbuhan penduduknya sejalan sehingga permintaan akan energi listrik itu menjadi tinggi. Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa tingkat konsumsi energi listrik yang sangat tinggi ialah sektor Rumah tangga, total pertumbuhan Konsumsi energi listrik dari tahun 2016 sampai dengan 2021 yaitu sebesar 193.681,4 KWh dengan pertumbuhan rata-rata sebesar 4,94%.

Pada sektor bisnis dapat dilihat presentase konsumsi energi listrik pada 2017 sebesar 5,2%. Nilai ini meningkat pada tahun 2021 menjadi 5,5%. Untuk sektor industri pertumbuhan pada tahun 2017 adalah sebesar 5,5% dan meningkat pada tahun 2021 menjadi 5,8%. Sedangkan pada sektor Pemerintahan, peningkatan konsumsi energi listrik pada tahun 2017 sebesar 4,7%, nilai ini meningkat pada tahun 2021 sebesar 4,8%. Untuk sektor sosial pertumbuhan nilai konsumsi energi listrik pada tahun 2017 sebesar 4,8% dan meningkat pada tahun 2021 sebesar 4,8%. Untuk sektor rumah tangga pertumbuhan konsumsi energi listrik pada tahun 2017 sebesar 4,8% meningkat pada tahun 2021 sebesar 4,9%.

Table 2. Hasil Proyeksi Konsumsi Energi Listrik (KWh)

Proyeksi	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Bisnis	41.165,9	43.327,5	45.624,6	48.068,0	50.670,1	53.444,4
Industri	1.968,6	2.076,9	2.192,6	2.316,2	2.448,8	2.590,5
Pemerintahan	18.742,9	19.633,2	20.568,6	21.551,7	22.585,6	23.673,4
Sosial	4.817,0	5.043,3	5.280,8	5.530,1	5.791,9	6.066,8
Rumah Tangga	85.159,1	89.253,1	93.560,9	98.095,8	102.872,3	107.906,3
Total	151.853,5	159.334,1	167.227,4	175.561,8	184.368,5	193.681,4

C. Produksi Energi Listrik

Hasil produksi energi listrik Kota Ternate dari tahun 2016 sampai dengan 2021 menggunakan software LEAP dapat dilihat pada Tabel 3. Meningkatnya produksi energi listrik dikarenakan besarnya konsumsi energi listrik. Hal ini harus tetap seimbang, dikarenakan apabila jumlah produksi tidak sebanding dengan jumlah permintaan maka akan terjadi devisa energi yang berdampak pada pertumbuhan ekonomi, hal tersebut sangat berpengaruh besar terhadap perkembangan suatu daerah.

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa hasil proyeksi produksi energi listrik pada tahun 2016 sampai dengan 2021 mengalami pertumbuhan tiap tahunnya. Produksi energi listrik pada tahun 2017 sebesar 173.363,3 KWh atau mengalami pertumbuhan sebesar 5,9% dari tahun 2016 jumlah ini meningkat pada tahun 2021 yaitu sebesar 217.373,7 KWh atau mengalami pertumbuhan 5,8% dari tahun 2020.

Tabel 3 Hasil Proyeksi Produksi Energi Listrik (KWh)

Proyeksi	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Produksi Energi Listrik	163.756,6	173.363,3	183.499,8	194.193,0	205.473,5	217.373,7
Total	163.756,6	173.363,3	183.499,8	194.193,0	205.473,5	217.373,7

D. Beban Puncak

Hasil proyeksi Beban Puncak Kota Ternate dari tahun 2016 sampai dengan 2021 ditunjukkan pada tabel 4. Pada tabel tersebut dapat dilihat bahwa beban puncak Kota Ternate mengalami peningkatan dari 2016 sampai dengan 2021 adalah sebesar 410,6 KW atau mengalami pertumbuhan rata-rata sebesar 12,0% tiap tahunnya. Pada tahun 2017 beban puncak Kota Ternate yaitu sebesar 264,8 KW atau tumbuh sebesar 13,9% dari tahun 2016. Sedangkan pertumbuhan beban puncak pada tahun 2021 yaitu sebesar 410,6 KW, atau tumbuh sebesar 10,4% dari tahun 2020 (Gambar 5).

Tabel 4 Hasil Proyeksi Beban Puncak (KW)

Proyeksi	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Beban Puncak	232.3	264.8	298.9	334.6	371.8	410.6
Total	232.3	264.8	298.9	334.6	371.8	410.6

E. Rencana Penambahan Pembangkit Listrik Di Kota Ternate

Sesuai hasil proyeksi kebutuhan energi listrik Kota Ternate tahun 2016 sampai tahun 2021, kapasitas produksi energi listrik Kota Ternate sebesar 161.201 MW dengan daya mampu pasok 26.933 MWh masih mampu melayani kebutuhan konsumen selama satu tahun ke depan, yang mencapai 159.334,1 KWh pada tahun 2017. Tetapi mulai tahun 2018 sampai dengan 2021, kapasitas pembangkit yang ada tidak lagi mencukupi kebutuhan konsumen energi listrik yang mencapai 167.227,4 KWh tahun 2018, 175.561,8 KWh tahun 2019, 184.368,5 KWh tahun 2020 dan 193.681,4 KWh pada tahun 2021, atau terjadi defisit sebesar 6.024,4 KWh pada tahun 2018, 14.360,8 KWh pada tahun 2019, 23.167,5 KWh pada tahun 2020 dan 32.480,4 KWh pada tahun 2021.

Tabel 5 Rencana Penambahan Kapasitas Pembangkit

Tahun	Beban Puncak	Produksi Energi Listrik	Konsumsi Energi Listrik	Ketersediaan Produksi Energi Listrik	Devisa Energi Listrik
2017	264,8 KWh	173.363,3 KWh	159.334,1 KWh	161.201 MWh	-
2018	298,9 KWh	183.499,8 KWh	167.227,4 KWh	161.201 MWh	6.024,4 MWh
2019	334,6 KWh	194.193,0 KWh	175.561,8 KWh	161.201 MWh	14.360,8 MWh
2020	371,8 KWh	205.473,5 KWh	184.368,5 KWh	161.201 MWh	23.167,5 MWh
2021	410,6 KWh	217.373,7 KWh	193.681,4 KWh	161.201 MWh	32.480,4 MWh

Berdasarkan hasil proyeksi pada tabel 5, maka penambahan kapasitas pembangkit pada tahun 2018 sebesar 7 MWh, tahun 2019 sebesar 15 MWh, tahun 2020 sebesar 24 MWh, dan tahun 2021 sebesar 33 MWh. Dengan demikian, maka kebutuhan energi listrik sampai tahun 2021 sebesar 193.681,4 MWh dapat terpenuhi.

V. KESIMPULAN

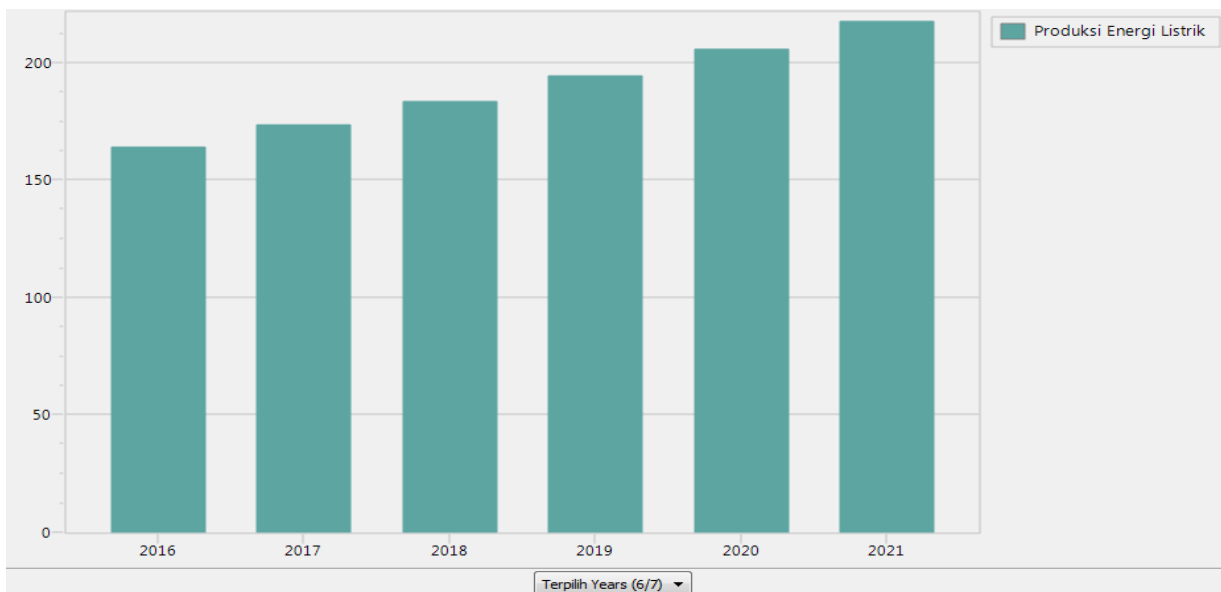
Dari hasil penelitian dan analisa menggunakan software LEAP yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan energi listrik Kota Ternate dari tahun 2017 adalah sebesar 159.334,1 kW (4,92%), tahun 2018 sebesar 167.227,4 kW (4,95%), tahun 2019 sebesar 175.561,8 kW (4,99%), tahun 2020 sebesar 184.368,5 kW (5,02%) dan tahun 2021 yaitu sebesar 193.681,4 kW atau persentase pertumbuhan sebesar (5,05%).

REFERENSI

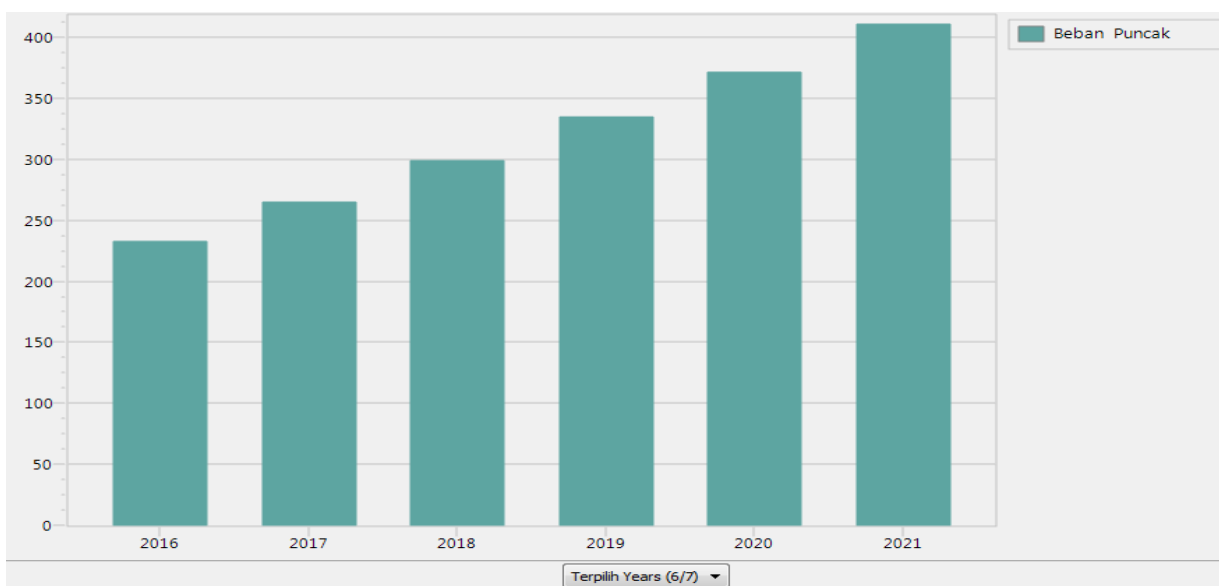
- [1] BPS, kota ternate, 2016. Kota Ternate Dalam Angka 2016. *Kota Ternate Dalam Angka 2016*, pp.1–223.
- [2] RPJM Kota Ternate, 2010. Peraturan Walikota Ternate Rencana Pembangunan Jangka Menengah. *RPJM KOTA TERNATE*, p.175.
- [3] Sugiyono, A., 2012. Perencanaan Energi Daerah Provinsi Maluku Utara. *Bidang Perencanaan Energi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*.

Analisis Pertumbuhan Beban Terhadap Ketersediaan Energi Listrik di Sistem Kelistrikan Kota Ternate

- [4] Putra, C.P. et al., 2014. Analisa Pertumbuhan Beban Terhadap Ketersediaan Energi Listrik di Sistem Kelistrikan Sulawesi Selatan. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer Unsrat*, 3(2), pp.19–30.
- [5] Djiteng Marsudi. 1990. Operasi Sistem Tenaga Listrik, Balai Penerbit & Humes ISaN, Jakarta
- [6] R. Kakka Dewayana P, Hermawan, K., 2013. PROYEKSI KEBUTUHAN DAN PENYEDIAAN ENERGI LISTRIK DI JAWA TENGAH MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK LEAP. *Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*, pp.1–7.



Gambar 4. Hasil Proyeksi Produksi Energi Listrik Kota Ternate



Gambar 5. Hasil Proyeksi Beban Puncak Kota Ternate