

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Dalam penelitian tugas akhir ini dilakukan studi literatur yang merupakan pencarian teori serta referensi yang relevan dengan kasus dan permasalahan yang akan diselesaikan, teori dan referensi didapat dari jurnal, buku dan sumber lainnya. Prakiraan kebutuhan energi listrik digunakan untuk mengantisipasi terjadinya defisit energi listrik yang berdampak pada pembangunan di suatu daerah khususnya di Wilayah Sumatera Utara, terutama untuk kepentingan penulisan tugas akhir. Berikut ini disajikan beberapa penelitian terdahulu yang merupakan referensi teori terkait dengan kasus atau permasalahan yang akan diselesaikan yang dikumpulkan dari berbagai sumber.

Kalabo (2017), “Analisis Pertumbuhan Beban Terhadap Ketersediaan Energi Listrik Di Sistem Kelistrikan Kota Ternate”. Penelitian ini bertujuan memproyeksikan kebutuhan energi listrik tahun 2017-2021 di Kota ternate menggunakan perangkat lunak *Long-range Energy Alternatif Planing* (LEAP). Hasil dari penelitian ini berupa kebutuhan energi listrik kota ternate tahun 2017 sebesar 159.334,4 kW, tahun 2018 sebesar 167.227,4 kW, tahun 2019 sebesar 175.561,8 kW, tahun 2020 sebesar 184.368,5 kW dan tahun 2021 sebesar 193.681,4 kW dengan persentase pertumbuhan sebesar 5,05%.

Nurjannah (2016), “Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2016-2021 Pada PT. PLN (Persero) Unit Area Pelayanan (APJ) Tegal Dengan Metode Gabungan”. Penelitian ini bertujuan merancang prakiraan kebutuhan energi listrik tahun 2016 hingga 2020. Metode yang digunakan adalah gabungan. Metode ini menggabungkan beberapa model seperti ekonometri, kecenderungan, dan analitis dengan pendekatan sektoral yaitu suatu pendekatan yang mengelompokkan pelanggan menjadi 4 sektor (rumah tangga, bisnis, umum, dan industri) dimana dalam perhitungannya menggunakan bantuan software Matlab. Hasil prakiraan menggunakan metode Gabungan menunjukkan kenaikan jumlah pelanggan sebesar 1,94% per tahun. Konsumsi energi listrik pada tahun 2020 sebesar 2.146.344,024 MWh dengan kenaikan rata-rata tiap tahunnya sebesar 6,32%. Total kebutuhan energi yang dibutuhkan pada tahun 2020 sebesar 2.291.039,701 dimana beban puncak APJ Tegal pada tahun 2020 sebesar 398.63MW.

Kartika (2015), “Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik APJ Pekalongan Tahun 2014-2018 Dengan Menggunakan Software LEAP”. Penelitian ini bertujuan memproyeksikan kebutuhan energi listrik menggunakan skenario model DKL 3.2 dan skenario BAU (*Business As Usual*). Skenario DKL 3.2 merupakan suatu model yang disusun oleh Dinas kebutuhan listrik dengan menggabungkan beberapa metode seperti ekonometri, kecenderungan dan analitis dengan pendekatan sektoral dan skenario BAU merupakan skenario dimana kecenderungan pola pemakaian energi listrik masih sama di tahun dasar. Dari hasil perencanaan menggunakan software LEAP, proyeksi rata-rata total pertumbuhan jumlah pelanggan, konsumsi energi listrik, daya tersambung APJ Pekalongan dengan menggunakan skenario BAU yaitu 7,37%, 16,37%, dan 9,94% per tahun. Untuk skenario DKL 3.2 antara lain 5,41%, 8,18%, dan 5,19%.

Suhono (2010), “ Kajian Perencanaan Permintaan dan Penyediaan Energi Listrik di Wilayah Kabupaten Sleman Menggunakan Perangkat Lunak LEAP”. Penelitian ini bertujuan memproyeksikan kebutuhan energi listrik tahun 2009-2015 menggunakan data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) kabupaten sleman, data PLN tentang jumlah pelanggan dan konsumsi energi tahun 2006-2008 serta beberapa data lainnya yang mendukung. Hasil penelitian ini berupa permintaan energi listrik pada tahun 2008-2015 menunjukkan tren positif yaitu meningkat dari 668,5 GWh menjadi 1.126,9 GWh. Pertumbuhan rata-rata setiap tahunnya adalah 7,9 %.

Dewayana (2009), “Proyeksi Kebutuhan dan Penyediaan Energi Listrik di Jawa Tengah Menggunakan Perangkat Lunak LEAP”. Penelitian ini bertujuan menerapkan perangkat lunak LEAP untuk memproyeksikan energi listrik, jumlah pelanggan listrik tahun 2009-2013 di Provinsi Jawa Tengah mengacu pada model DKL 3.2. hasil penelitian ini berupa Hasil perhitungan dalam tugas akhir ini untuk proyeksi jumlah total pelanggan dan kebutuhan energi listrik Provinsi Jawa Tengah dari tahun 2009 hingga 2013 meningkat di setiap tahunnya dengan rata-rata pertumbuhan jumlah pelanggan sebesar 0.059%, dan pertumbuhan kebutuhan energi listrik sebesar 2.04%.

Berdasarkan referensi dari penelitian terdahulu, penulis menggunakan perangkat lunak LEAP dengan menggunakan skenario BAU. Skenario BAU merupakan skenario dimana prediksi didasarkan pada anggapan bahwa pertumbuhan konsumsi energi listrik akan berjalan sebagaimana biasanya seperti waktu sebelumnya, hingga mampu memprakirakan konsumsi energi listrik hingga jangka waktu yang cukup panjang dengan

akurasi data yang valid. Penelitian tentang pertumbuhan beban terhadap ketersediaan energi listrik di Wilayah Sumatera Utara ini menggunakan data jumlah penduduk, PDRB, dan data kelistrikan dari PLN Wilayah Sumatera Utara yaitu beban puncak, jumlah pelanggan, energi terjual, kapasitas terpasang, daya tersambung pada 5 tahun sebelumnya. Data-data tersebut di dapatkan langsung dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatera Utara dan Statistik PLN Wilayah Sumatera Utara.

Penelitian sangat layak dilakukan dan memiliki keunggulan dari penelitian terdahulu. Keunggulan dari penelitian ini ialah membandingkan penelitian tentang prakiraan energi listrik di Wilayah Sumatera Utara yang sudah dilakukan oleh PLN menggunakan perangkat lunak *Simple-E* dengan penelitian menggunakan perangkat lunak LEAP. Serta penelitian ini memiliki banyak variabel seperti jumlah penduduk dan pertumbuhannya, PDRB dan pertumbuhannya, jumlah pelanggan dan pertumbuhannya, energi terjual dan pertumbuhannya, beban puncak dan pertumbuhannya kapasitas terpasang dan pertumbuhannya serta daya tersambung dan pertumbuhannya. Diharapkan dengan banyaknya variabel yang digunakan prakiraan mendekati hasil data yang sebenarnya dan mengetahui variabel yang berpengaruh pada konsumsi energi listrik. Selain itu penelitian ini bertujuan menganalisa pemakaian energi yang paling besar pada sektor rumah tangga, bisnis, sosial dan industri yang tidak dilakukan oleh penelitian terdahulu sehingga dapat memberi masukan pada sektor yang konsumsi energi listriknya paling tinggi agar melakukan penghematan dalam bidang energi listrik serta memberikan rekomendasi untuk penyediaan energi listrik terbarukan di Wilayah Sumatera Utara.

Penelitian ini sangat layak dilakukan di Sumatera Utara karena Provinsi Sumatera Utara memiliki jumlah penduduk terbanyak pertama di pulau Sumatera dan jumlah penduduk keempat di Indonesia sehingga berdampak pada tingginya konsumsi energi listrik di Wilayah Sumatera Utara.

2.2 Energi Listrik

2.2.1 Sejarah Energi Listrik

Sejarah penemuan listrik mula-mula diselidiki oleh orang Yunani kuno, kurang lebih sekitar 6.000 tahun sebelum Masehi. Dimana para ilmuwan ini mengamati batu ambar yang mampu menarik benda-benda ringan setelah batu tersebut digosokkan pada selembaran kain wol. Setelah diamati ternyata batu ambar tersebut mempunyai

muatan listrik. Yang kemudian penelitian ini dikembangkan oleh beberapa ilmuwan, yaitu:

a. Hans Christian Oersted

Pada tahun 1819 seorang ahli sains asal Denmark bernama Hans Christian Oersted menemukan bahwa kemagnetan dapat dipengaruhi oleh arus listrik. Dimana percobaan ini dilakukan oleh Hans dengan melilitkan sebuah paku dengan kawat tembaga, setelah itu dialirkan listrik pada kawat tersebut. Ternyata paku tersebut memiliki Medan elektromagnet. Namun medan elektromagnet yang terdapat pada paku tersebut bersifat sementara.

b. Michael Faraday

Michael Faraday menemukan bahwa magnet yang digerakkan dapat menimbulkan arus listrik. Faraday melakukan penelitian ini dengan menggunakan lilitan kawat yang disebut kumparan. Dengan kumparan dan magnet maka akan dapat menghasilkan arus listrik. Seperti masukkan dan keluarkan magnet batang berulang kali dalam kumparan, maka kita dapat melihat adanya arus listrik pada ampere meter.

2.2.2 Definisi Energi Listrik

Energi listrik adalah energi yang berasal dari muatan listrik yang menimbulkan medan listrik statis atau Bergeraknya elektron-elektron pada konduktor dan ion-ion pada zat cair atau gas (Agung, 2005). Listrik memiliki satuan ampere yang di simbolkan dengan (A) dan tegangan listrik yang di simbolkan dengan (V) dengan satuan Volt. Yang kemudian untuk kebutuhan pemakaian daya energi listrik di simbolkan (W) dengan satuan watt. Energi listrik disalurkan melalui jaringan kabel bawah tanah maupun udara. Dimana energi listrik timbul karena adanya muatan listrik yang mengalir dari saluran positif ke saluran negatif. Bersamaan dengan magnetik, listrik membentuk interaksi fundamental yang dikenal sebagai elektromagnetik.

2.2.3 Sumber-Sumber Energi Listrik

Sumber energi listrik adalah sebuah alat atau benda yang dapat membangkitkan energi listrik. Dimana sumber tersebut terdiri dari beberapa elemen diantaranya yaitu:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

a. Elemen Volta

Alessandro Volta menciptakan sumber energi listrik yang disebut elemen Volta. Elemen Volta terdiri dari lempengan seng (Zn) dan lempengan tembaga (Cu) yang dilarutkan kedalam asam sulfat encer (H_2SO_4). Reaksi antara larutan asam sulfur encer dan seng mengakibatkan lempengan seng bermuatan negatif sedangkan reaksi antara larutan asam sulfat encer dan tembaga mengakibatkan tembaga bermuatan positif. Yang mana jika lempeng tembaga dan lempeng seng kita hubungkan dengan sebuah lampu kecil, maka lampu tersebut akan menyala. Namun pada elemen Volta hanya dapat dipakai dalam waktu beberapa saat.

b. Batu Baterai

Batu baterai merupakan sumber energi listrik yang dapat digunakan dalam waktu yang lama. Dimana batu baterai memiliki bobot yang cukup ringan sehingga lebih mudah untuk dibawa kemana-mana. Elemen kering terdiri atas sebuah bejana seng, batang arang dan campuran yang terdiri dari salmiak, serbuk arang dan batu kawi. Bahan-bahan ini bereaksi sehingga ujung batang arang menjadi kutub positif elemen dan lempeng seng yang berada pada bagian bawah menjadi kutub negatifnya.

c. Dinamo Sepeda

Prinsip kerja dinamo sepeda yaitu energi mekanik diubah menjadi energi listrik. Pada dinamo sepeda terdiri atas magnet berbentuk U dan suatu kumparan. Yang mana bila kepala dinamo berputar maka kumparan yang berada di tengah magnet ikut berputar, dari perputaran tersebut yang mengakibatkan terjadinya arus listrik. Namun pada alat ini arus yang didapatkan kecil sehingga belum menjadi kebutuhan terpenting untuk masyarakat.

d. *Accumulator* (Aki)

Aki terdiri atas dua lempeng timbal yang tercelup dalam larutan asam sulfat. Namun dua lempeng timbal dan larutan asam sulfat itu belum cukup membuat aki dapat digunakan sebagai sumber energi listrik. Yang mana aki tersebut harus dialiri arus listrik terlebih dahulu agar dapat menjadi sumber energi listrik. Arus listrik yang mengalir dalam aki mengakibatkan timbal yang satu menjadi timbal peroksida (PbO_2) dan timbale yang satunya lagi timbal (Pb). Dimana pada elemen ini timbal menjadi kutub negatif sedangkan timbal peroksida berfungsi sebagai kutub positif. Yang mana dengan menghubungkan kedua kutub tersebut melalui sebuah kabel maka kita akan bisa mendapatkan energi listrik untuk kebutuhan sehari-hari.

e. Generator

Generator merupakan dinamo yang sangat besar dan digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik. Generator terdiri dari kumparan yang mengelilingi magnet. Magnet berputar karena gerakan turbin atau motor diesel. Akibat berputarnya magnet mampu menimbulkan arus listrik pada kumparan. Yang mana tegangan listrik dari stasiun pembangkit-pembangkit disalurkan melalui kawat ke gardu induk listrik. Selanjutnya, dari gardu listrik ini tenaga listrik disalurkan ke tempat-tempat yang berfungsi mendistribusikan melalui kawat-kawat, yang kemudian akan disalurkan ke konsumen-konsumen pemakai energi listrik.

2.3 Metode Prakiraan Kebutuhan Energi listrik

Prakiraan atau *forecast* pada dasarnya merupakan dugaan terjadinya suatu kejadian atau peristiwa di waktu yang akan datang. Prakiraan kebutuhan energi listrik sangat diperlukan sebagai data masukan bagi proses perencanaan pembangunan suatu sistem kelistrikan dan juga diperlukan guna pengoperasian sistem tenaga listrik dalam penyediaan yang sesuai kebutuhan.

Prakiraan kebutuhan energi listrik dapat di kelompokkan menurut jangka waktunya menjadi tiga kelompok, yakni prakiraan jangka panjang prakiraan jangka menengah dan prakiraan jangka pendek (Marsudi, 2005).

A. Prakiraan beban jangka panjang

Adalah prakiraan dalam jangka waktu yang diatas satu tahun. Dalam prakiraan beban jangka panjang masalah masalah makro ekonomi menjadi salah satu masalah ekstrem perusahaan listrik dalam menentukan arah prakiraan dalam jangka waktu yang panjang.

B. Prakiraan jangka waktu menengah

Prakiraan jangka waktu menengah adalah jangka waktu dari satu bulan menuju satu tahun. Dalam prakiraan jangka menengah masalah-masalah manajerial perusahaan semisal tentang kemampuan teknis memperluas jaringan distribusi, dalam prakiraan jangka menengah aspek yang harus diperhatikan adalah aspek operasional karena dalam jangka waktu menengah tidak banyak lagi yang dapat dilakukan dari segi pengembangan. Oleh karena itu prakiraan mengenai besarnya beban minimum juga diperlukan karena beban terendah dapat menimbulkan persoalan seperti munculnya tegangan yang berlebihan.

C. Prakiraan jangka pendek

Prakiraan beban jangka waktu pendek adalah jangka waktu dalam hitungan jam sampai satu minggu (168 jam). Dalam prakiraan beban jangka pendek terdapat batas atas untuk beban maksimum dan batas bawah untuk beban minimum yang ditentukan oleh prakiraan beban menengah.

Berdasarkan Sifatnya, data prakiraan dibedakan atas dua macam, yaitu:

a. Prakiraan Kualitatif

Prakiraan kualitatif adalah prakiraan yang didasarkan atas data kualitatif pada masa lalu. Hasil prakiraan yang dibuat sangat bergantung pada orang yang menyusunnya. Hal ini penting karena hasil prakiraan tersebut ditentukan berdasarkan pemikiran yang intuisi, pendapat dan pengetahuan serta pengalaman penyusunnya.

b. Prakiraan Kuantitatif

Prakiraan kuantitatif adalah prakiraan yang didasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu. Hasil prakiraan yang dibuat sangat tergantung pada metode yang dipergunakan dalam prakiraan tersebut.

2.4 Prakiraan Beban Tenaga Listrik

Salah satu faktor yang menentukan dalam membuat perencanaan sistem tenaga listrik adalah prakiraan beban yang dilakukan oleh sistem tenaga listrik bersangkutan. Dalam hal ini tidak ada rumus eksak karena besarnya beban ditentukan oleh konsumen yang secara bebas memilih pemakaiannya. Namun karena kebutuhan tenaga listrik bersifat periodik maka grafik pemakaian tenaga listrik mempunyai sifat periodik.

Oleh karena itu statistik beban masa lalu haruslah dianalisis karena sangat diperlukan untuk memperkirakan beban di waktu yang akan datang dengan cara mengekstrapolasi grafik di masa lalu ke waktu yang akan datang.

Kebutuhan beban suatu daerah tergantung dari daerah itu sendiri, penduduk, standar kehidupan, rencana pengembangan yang akan datang, harga daya, dan sebagainya (Pabla, 1994).

Penggolongan karakteristik beban dibagi menjadi dua, yaitu berdasarkan sifat beban dan tipe beban. Untuk tipe beban dibagi dalam kategori berikut :

- a. Perumahan (Domestik) yang terdiri dari penerangan, kipas angin, AC, alat-alat rumah tangga misal lemari es, setrika listrik, kompor listrik, dan lain-lain
- b. Komersial yaitu untuk penerangan toko-toko, papan reklame, alat-alat lainnya yang dipakai pada bangunan seperti toko, restoran, pasar, dan lain-lain.
- c. Kota (Publik), beban ini digunakan untuk penerangan jalan yang selalu menyala sepanjang malam. Beban lainnya adalah seperti lampu taman, lampu lalu lintas, air mancur untuk taman, dan sebagainya
- d. Industri, yang terdiri dari industri rumah tangga, industri kecil, industri menengah, industri besar dan industri berat.
- e. Pertanian, pada pertanian beban digunakan untuk keperluan irigasi yang menggunakan pompa air yang digunakan oleh motor listrik.
- f. Beban-beban lain, diluar beban-beban yang disebutkan diatas adalah beban besar /yang biasanya digunakan oleh industri kertas, tekstil, dan sebagainya.

Prakiraan beban untuk energi listrik dapat dibagi menjadi empat kelompok yaitu:

- a. Sektor rumah tangga
- b. Sektor komersial, meliputi perdagangan, pengangkutan, komunikasi bank.
- c. Sektor publik, meliputi instansi pemerintah, rumah sakit dan instansi sosial.
- d. Sektor industri meliputi industri pariwisata, pertanian, pertambangan, galian, industri pengolahan, listrik dan gas.

2.5 Beban Listrik

Beban listrik adalah jumlah total pemakaian energi listrik yang harus disediakan oleh pembangkit listrik. Semakin besar beban listrik yang digunakan maka semakin besar pula pembangkit listrik untuk menyediakan energi listrik. Beban-beban energi listrik tersebut terdiri dari beberapa jenis yaitu: (BPS Sumut, 2017).

a. Beban Perumahan

Beban perumahan adalah beban yang terdiri dari peralatan-peralatan listrik yang biasa dipakai pada perumahan penduduk. Beban yang harus dilayani oleh gardu-gardu induk tergantung dari besarnya tingkat sosial seseorang. Semakin majunya peradaban seseorang maka semakin besar pula energi listrik yang digunakannya. Contoh halnya disisi rumahnya selalu menggunakan alat-alat elektronik yang membutuhkan tenaga listrik yang cukup besar.

Pada beban perumahan pemakaian kebutuhan energi listrik sangat tinggi berlangsung di malam hari antar pukul 18:00 sampai 23:00, dimana pada fase ini pengguna energi listrik di perumahan menggunakan alat-alat elektronik yang cukup banyak seperti menghidupkan lampu penerangan, televisi, radio, ac dan lain-lainnya.

b. Beban Industri

Beban industri adalah beban pelanggan dari kelompok pabrik atau perindustrian. Dimana beban ini biasanya terpisah dari beban perumahan penduduk untuk mencegah terjadinya tegangan yang berlebih pada perumahan penduduk karena jika terjadi tegangan yang berlebih dapat menyebabkan terjadinya kerusakan alat-alat elektronik pada perumahan penduduk. Kapasitas daya yang dibutuhkan pada beban industri biasanya lebih besar dari perumahan penduduk oleh sebab itu jika digabungkan akan terjadi gangguan pada tegangan listrik. Beban puncak pada industri biasanya terjadi pada siang hari karena kebanyakan pabrik-pabrik industri aktif saat siang hari. Oleh sebab itu daya listrik pada industri harus selalu diperhatikan karena jika terjadinya gangguan tenaga listrik yang menyebabkan terkendalanya alat-alat pada pabrik industri maka akan terjadinya kerugian yang cukup besar.

c. Beban Komersial

Beban Komersial adalah beban listrik yang terdiri dari peralatan-peralatan yang digunakan pada pusat-pusat perbelanjaan, rumah makan, perhotelan. Seperti kipas angin, ac, mesin pompa air ,dan lain-lainnya. Pada beban usaha biasanya beban puncaknya terjadi antar pukul 10 pagi sampai dengan pukul 9 malam.

d. Beban Publik

Beban sosial adalah beban pelanggan yang terdiri dari tempat-tempat sosial seperti sekolah, rumah sakit, tempat-tempat ibadah dan lainnya. Pada beban ini biasanya terjadi beban puncak saat siang hari dan hari besar untuk tempat-tempat ibadah. Pada beban ini tidak terlalu mengganggu pada pemakaian energi listrik.

2.5.1 Karakteristik Beban Listrik

Karakter beban merupakan faktor yang penting dalam perencanaan operasi sistem tenaga listrik. Dengan mengerti karakteristik beban maka pengoperasian

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

sistem tenaga listrik dapat diatur sedemikian rupa hingga diharapkan suatu sistem tenaga listrik dapat bekerja dengan optimal. Dalam mempelajari karakteristik beban listrik ada beberapa istilah yang perlu diketahui yakni tentang faktor beban dan faktor daya.

Faktor beban adalah perbandingan antara beban rata-rata terhadap beban puncak yang diukur dalam satu periode tertentu. Beban rata-rata dan beban puncak dapat dinyatakan dalam kilowatt, kilovolt-ampere ampere dan sebagainya namun satuan yang digunakan haruslah sama. pada penelitian ini yang digunakan untuk menghitung total kapasitas trafo adalah dengan mengacu pada statistik PT. PLN tahun 2016, dimana pada sumber tersebut tertulis untuk nilai faktor bebannya adalah 0,8 (Statistik PLN, 2016).

Faktor beban didefinisikan sebagai perbandingan antara beban rata-rata dengan beban puncak yang diukur dalam satu periode tertentu. Beban puncak (L_f) yang dimaksud adalah beban puncak sesaat atau beban puncak rata-rata dalam interval tertentu, pada umumnya dipakai beban puncak dipakai dalam waktu 15 – 30 menit. Untuk prakiraan besar faktor beban pada masa yang akan datang dapat didekati dengan data statistik yang ada. Dari definisi faktor beban dapat dituliskan menurut (Marsudi, 2005) pada persamaan (2.1)

$$\text{Faktor Beban (LF)} = \frac{\text{Beban rata-rata periode tertentu}}{\text{beban puncak dalam periode tersebut}} \quad (2.1)$$

Faktor daya adalah ukuran keefektifan sebuah peralatan dalam mengubah arus dan tegangan menjadi daya aktif atau daya yang berguna. Faktor daya merupakan persentase dari total daya semu yang diubah menjadi daya aktif. Faktor daya sebesar 0,8 menunjukkan 80% daya semu diubah menjadi daya yang berguna atau aktif. Definisi faktor daya dapat di tuliskan pada persamaan (2.2)

$$\text{Faktor Daya} = \text{Cos } \vartheta = \frac{P (W)}{S (VA)} \quad (2.2)$$

2.6 Pertumbuhan Pelanggan

Pertumbuhan penduduk yang semakin pesat dan diiringi pertumbuhan ekonomi yang tinggi menyebabkan adanya kebutuhan akan energi listrik mengalami peningkatan yang signifikan, sehingga dibutuhkan penyediaan dan penyaluran energi listrik yang memadai baik dari segi teknis maupun ekonominya. Penggunaan tenaga listrik merupakan salah satu

kebutuhan primer atau penting dalam kehidupan masyarakat dan sering menjadi tolak ukur taraf kemajuan rakyat sejalan dengan perkembangan teknologi.

Makin banyaknya industri berskala menengah maupun besar serta pertumbuhan pelanggan yang meningkat setiap tahunnya tentu akan membutuhkan pelayanan dan penyaluran energi tenaga listrik secara kontinyu dengan kualitas layanan yang baik dan handal. Kegiatan perdagangan, perekonomian dan industri yang tumbuh pesat akhir ini. Oleh karena itu permintaan akan tenaga melonjak saat ini dan pertumbuhan yang cepat diperkirakan akan berlangsung secara terus menerus setiap tahunnya. Untuk memenuhi kebutuhan pelanggan akan energi listrik, maka pihak penyuplai listrik dalam hal ini adalah PT. PLN berusaha untuk melayani dan memenuhi kebutuhan pelanggan yang semakin meningkat, sehingga PT. PLN harus menyediakan pembangkit listrik yang baru.

2.7 Intensitas dan Elastisitas Energi Listrik

Intensitas energi dan Elastisitas energi merupakan variable penting dalam usaha konservasi dan diversifikasi energi. Kedua parameter ini dapat memperlihatkan pola konsumsi energi di suatu daerah. Untuk itu sangat penting sekali untuk mengetahui kedua parameter ini agar usaha mitigasi gas rumah kaca dapat berhasil sesuai target.

2.7.1 Intensitas Energi

Parameter lain untuk menilai efisiensi energi di sebuah negara adalah intensitas energi yaitu jumlah konsumsi energi per Produksi Domestik Bruto (PDB). Semakin rendah angka intensitas energi, semakin efisien penggunaan energi di sebuah negara. Semakin efisien suatu negara, maka intensitasnya akan semakin kecil. Intensitas energi di suatu tempat dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{intensitas energi} = \frac{\text{konsumsi energi}}{\text{Pengguna Energi}} \quad (2.3)$$

Untuk pertumbuhan dan pertumbuhan rata-rata dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Pertumbuhan} = \frac{\text{jumlah h sekarang} - \text{jumlah h sebelumnya}}{\text{jumlah h sebelumnya}} \times 100\% \quad (2.4)$$

$$\text{pertumbuhan rata - rata} = \frac{\text{jumlah h pertumbu han}}{\text{banyaknya data}} \quad (2.5)$$

2.7.2 Elastisitas Energi

Elastisitas energi didefinisikan sebagai rasio perubahan konsumsi energi terhadap pertumbuhan ekonomi. Berdasarkan definisi tersebut, nilai elastisitas rendah merepresentasikan pertumbuhan ekonomi tinggi yang dihasilkan dari peningkatan konsumsi energi yang tidak signifikan. Angka elastisitas energi di bawah 1,0 dicapai apabila energi yang tersedia telah dimanfaatkan secara produktif. Menurut sebuah riset elastisitas energi di Indonesia adalah sebesar 1,36 (DEN, 2014). Artinya, untuk mendorong pertumbuhan ekonomi sebesar 1%, maka konsumsi energi Indonesia harus naik rata-rata 1,36%.

Jika pertumbuhan ekonomi Indonesia 6%, maka diperlukan tambahan penyediaan energi sebesar 11%. Dibandingkan dengan negara-negara di ASEAN seperti Thailand angka elastisitas nya 1,16, Singapura 1,1. Di negara-negara maju elastisitas ekonomi berkisar antara 0,1% hingga 0,6%. Di Jerman bahkan untuk kurun waktu 1998-2003 angka elastisitas nya - 0,12%, artinya kenaikan perekonomian justru menurunkan kebutuhan akan energi.

Angka elastisitas dan intensitas energi yang relatif tinggi ini menunjukkan bahwa pemakaian energi di Indonesia termasuk tidak efisien atau boros. Dan ini juga mengindikasikan rendahnya daya saing industri di Indonesia karena terjadi inefisiensi energy yang berdampak pada tingginya biaya produksi. Atau dalam formulasi yang agak berbeda, Energi di Indonesia masih banyak digunakan untuk kegiatan yang tidak atau kurang menghasilkan. Secara umum, elastisitas energi membantu kita untuk menganalisa:

- a. Sensitivitas respon konsumen energi terhadap kenaikan harga energi,
- b. Seberapa cepat pasar menanggapi gangguan pasokan energi,
- c. Apakah insentif dan subsidi energi terdistribusi secara merata, baik di tingkat pemasok maupun konsumen,
- d. Dampak dari pajak dan subsidi energi terhadap anggaran pemerintah/negara,
- e. Perubahan permintaan energi seiring dengan pembangunan,
- f. Seberapa cepat penetrasi energi terbaru ke pasar,
- g. Dampak kesejahteraan akibat perubahan harga energi dan kebijakan seperti kompensasi langsung dan semacamnya.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Pa... UIN Suska Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sebagaimana halnya intensitas energi, angka elastisitas energi juga dapat digunakan untuk menilai tingkat efisiensi penggunaan energi di suatu negara. Hanya saja, tidak tepat jika menggunakan elastisitas energi sebagai indikator tunggal efisiensi. Sebabnya, nilai rendah elastisitas energi juga dapat mengindikasikan hambatan perluasan akses energi seperti, misalnya, lambatnya elektrifikasi atau kelangkaan BBM dan elpiji. Makna lainnya adalah pertumbuhan ekonomi yang lebih dipengaruhi oleh faktor-faktor selain konsumsi energi, atau didominasi oleh sektor non-real. Sebaliknya, nilai elastisitas energi yang tinggi tak melulu mengindikasikan pemborosan. Peningkatan akses energi modern juga bisa mendorong naiknya angka elastisitas energi. Berjalannya program elektrifikasi daerah serta substitusi bahan bakar rumah tangga ke elpiji adalah contohnya.

2.8 Pertumbuhan Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB)

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan salah satu faktor indikator yang penting untuk mengetahui kondisi ekonomi di suatu daerah dalam satu periode tertentu, baik atas dasar harga berlaku maupun atas dasar harga konstan. PDRB pada dasarnya merupakan jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh unit usaha dalam suatu daerah tertentu, atau merupakan jumlah nilai barang dan jasa akhir yang dihasilkan oleh seluruh unit ekonomi pada suatu daerah tertentu. PDRB atas dasar harga berlaku menggambarkan nilai tambah barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga pada tahun berjalan, sedang PDRB atas dasar harga konstan menunjukkan nilai tambah barang dan jasa tersebut dihitung menggunakan harga yang berlaku pada satu tahun tertentu sebagai tahun dasar.

PDRB menurut harga berlaku digunakan untuk mengetahui kemampuan sumber daya ekonomi, pergeseran, dan struktur ekonomi di suatu daerah. Sementara itu, PDRB konstan digunakan untuk mengetahui pertumbuhan secara riil dari tahun ke tahun atau pertumbuhan ekonomi yang tidak terpengaruh oleh faktor harga. PDRB juga digunakan untuk mengetahui perubahan harga dengan menghitung deflator PDRB (perubahan indeks implisit). Indeks harga implisit merupakan rasio antara PDRB menurut harga berlaku dan PDRB menurut harga konstan (Badan Pusat Statistik, 2016).

$$Y_t = Y_{td} + (Y_{ta} - Y_{td}) = \left(\frac{t - td}{ta - td} \right) \quad (2.6)$$

Dimana :

Y_t = pertumbuhan PDRB pada tahun t (%)

Y_{td} = Pertumbuhan PDRB pada tahun dasar prediksi

Y_{ta} = pertumbuhan PDRB pada tahun akhir prediksi

t = tahun prediksi

td = tahun dasar prediksi

ta = tahun akhir prediksi

2.9 *Business as Usual* (BAU)

Skenario Dasar (BAU) adalah skenario prakiraan energi yang merupakan kelanjutan dari perkembangan historis atau tanpa ada intervensi kebijakan Pemerintah yang dapat merubah perilaku historis. Selain asumsi-asumsi dasar yang telah disebutkan sebelumnya, proyeksi penyediaan energi nasional jangka panjang pada skenario BAU memerlukan beberapa asumsi lainnya

2.10 Ekonometrika dan Trend

Ekonometrika adalah suatu disiplin ilmu yang merupakan gabungan dari teori ekonomi, matematika ekonomi, dan statistika ekonomi. Teori ekonomi, hanya menyatakan secara kualitatif suatu hubungan dalam suatu pernyataan atau postulat atau hipotesis. Misalnya, teori ekonomi hanya menyatakan adanya hubungan negatif antara harga dan jumlah permintaan (semakin tinggi harga di pasar, semakin rendah jumlah permintaan). Namun teori ekonomi tidak memberikan pengukuran secara numerik berkaitan dengan hubungan kedua variabel tersebut, yang artinya teori ekonomi tidak menjelaskan berapa jumlah permintaan akan naik atau turun sebagai akibat dari perubahan harga yang terjadi. Hal ini merupakan lahan kajian dari ahli matematika ekonomi, yang membangun model matematis secara eksak dari hubungan dua variabel tersebut. Namun sekali lagi, matematika berhubungan dengan sesuatu yang pasti, sedangkan keadaan di lapangan tidak selalu seperti itu, banyak hal seperti keadaan politik dan sosial yang mempengaruhinya, di mana muncul suatu probabilitas. Oleh sebab itu dibutuhkan kajian statistika ekonomi yang mengembangkan model matematis dengan pengujian secara empiris.

Analisis trend merupakan suatu metode analisis statistika yang ditujukan untuk melakukan suatu estimasi atau prakiraan pada masa yang akan datang. Untuk melakukan prakiraan dengan baik maka dibutuhkan berbagai macam informasi (data) yang cukup banyak dan diamati dalam periode waktu yang relatif cukup panjang, sehingga hasil analisis tersebut dapat mengetahui sampai berapa besar fluktuasi yang terjadi dan faktor-faktor apa saja yang memengaruhi terhadap perubahan tersebut. (Chatfield, 1993)

Secara teoritis, dalam analisis runtun waktu (*time series*) hal yang paling menentukan adalah kualitas dan keakuratan dari data-data yang diperoleh, serta waktu atau periode dari data-data tersebut dikumpulkan. Jika data yang dikumpulkan tersebut semakin banyak maka semakin baik pula estimasi atau prakiraan yang diperoleh. Sebaliknya, jika data yang dikumpulkan semakin sedikit maka hasil estimasi atau prakiraannya akan semakin jelek.

2.11 Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD)

Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) merupakan dokumen pembangunan jangka menengah suatu Provinsi. Dokumen ini mencakup pembangunan pada berbagai sektor. Pada penelitian ini bagian kelistrikan di Provinsi Sumatera Utara menjadi fokus utama.

Pada saat ini energi listrik Provinsi Sumatera Utara di sediakan oleh sistem interkoneksi Sumbagut-Aceh berasal dari PLTMG Belawan dengan kapasitas 1254,8 MW, PLTG Glugur dengan kapasitas 31,5 MW, PLTMG Paya Pasir dengan kapasitas 141,3 MW, PLTM Titi Kuning dengan kapasitas 20,5 MW, PLTMH tersebar dengan kapasitas 7,5 MW, PLTA sipansihoras dengan kapasitas 50 MW, PLTA renun dengan kapasitas 82 MW, PLTA asahan 1 dengan kapasitas 180 MW, PLTM parlilitan dengan kapasitas 8,8 MW, PLTM aek silau dengan kapasitas 7,5 MW, PLTM Huta Raja dengan kapasitas 5,0 MW PLTU Labuhan Angin dengan kapasitas 230 MW dan PLTPB sibayak dengan kapasitas 11,3 MW.

Pada kondisi normal PLN Wilayah Sumatera Utara masih saja mengalami defisit energi mencapai 120-150 MW (RPJMD 2009-2013, 2009). Akibat defisit energi yang dialami PLN Wilayah Sumatera Utara terjadinya peningkatan waktu pemadaman hingga mencapai empat jam sehari secara bergilir, sehingga menyebabkan penurunan produktivitas dunia usaha utamanya kalangan mikro, kecil dan menengah.

Untuk menyalurkan listrik agar sampai ke pelanggan, PLN juga mengoperasikan 3.295,4 Kms jaringan transmisi tegangan tinggi dan gardu induk berkapasitas 2.175 Mva yang dikelola oleh PLN P3B Sumatera – Unit Pengatur Beban Sumbagut. Dengan rencana pembangunan beberapa pembangkit listrik baru. Berdasarkan hasil komputasi oleh tim pakar, dengan asumsi adanya pertumbuhan kendaraan bermotor, pertumbuhan penduduk, walau dengan semua rencana penambahan seluruh pembangkit listrik baru, Sumatera Utara masih akan menghadapi defisit pada tahun 2018 (RPJMD 2009-2013, 2009).

Tabel 2.1 Rencana Pembangunan Kelistrikan di Sumatera Utara s/d tahun 2013

No	Pembangkit Listrik	Kapasitas	Pengembang	Rencana Selesai
1.	PLTP Sibayak	10 MW	PT. Pertamina Geothermal Energy	Akhir 2008
2.	PLTU Labuhan Angin Kab. Tapteng	2 x 115 MW	PT. PLN (Persero)	Akhir 2008
3.	PLTU Kuala Tanjung, Kab. Batu Bara	2 x 215 MW	PT. Ranyza Energy	2009
4.	PLTA Asahan I, Kab Tobasa	2 x 90 MW	PT. Bajradaya Sentra Nusa dan Investor Negara Cina	2010
5.	PLTU Paluh Merbau, Kab. Deli Serdang	2 x 150 MW	PT. Gregory Energy	2010
6.	PLTU Sumut, Kab.Lanekat	2 x 200 MW	PT. PLN (Persero)	2010
7.	PLTP Sarulla, Kab. Taput	110 MW	PT. Pertamina Geothermal Energy dan Medco-Ormat-Itochu	2010
8.	PLTU Sicanang, Kab. Langkat	105 MW	PT. PLN (Persero)	2011
9.	PLTP Asahan III, Kab. Asahan	154 MW	PT. PLN (Persero)	2011
10.	PLTP Sarulla II, Kab. Taput	110 MW	PT. Pertamina Geothermal Energy dan Konsorsium Medco - Ormat - Itochu	2011
11.	PLTP Sarulla III, Kab. Taput	110 MW	PT. Pertamina Geothermal Energy dan Konsorsium Medco - Ormat - Itochu	2012

Sumber : RPJMD 2009-2013, 2009

Penyediaan listrik dan sumber-sumber energi lainnya yang diperlukan oleh industri dan domestik perlu diupayakan dengan mempertimbangkan diversifikasi sumber listrik dan energi, skala pelayanan, dan efisiensi pembangkit dan transmisinya. Alternative yang dapat dikembangkan selain PLTA adalah pembangunan PLTS, PLTMH, dan PLTPb dengan memanfaatkan sumber-sumber energi terbarukan seperti panas bumi dengan potensi energi sebesar 4025 MW dan memanfaatkan potensi energi air sebesar 3098,341 MW.

Arah kebijakan pemerintah untuk pembangunan PLTS dan PLTMH dilaksanakan melalui peningkatan kapasitas ketersediaan energi listrik dengan fokus pada penggunaan energi baru terbarukan untuk pemenuhan kebutuhan energi listrik bagi masyarakat dan dunia usaha. Arah kebijakan energi terbarukan dalam RPJMD juga dilaksanakan melalui peningkatan kapasitas pembangkit listrik dengan memanfaatkan sumber energi yang tersedia dan terbarukan serta memperluas jaringan transmisi dan distribusi tenaga listrik guna mendukung produksi komoditas unggulan (RPJMD 2013-2018, 2014).

Potensi energi berupa panas bumi di Sumatera Utara sebagai energi alternatif yang tersebar pada beberapa tempat di Sumatera Utara, diantaranya di Kabupaten Karo, Simalungun, Samosir, Tapanuli Utara, Padang Lawas dan Mandailing Natal. Sumber panas bumi ini berpotensi sebagai pembangkit listrik Sumatera Utara. Ketersediaan energi listrik yang cukup dan andal merupakan infrastruktur dasar pembangunan. Dengan semakin terbatasnya sumber energi fosil, dilakukan upaya diversifikasi penyediaan dan pemanfaatan energi agar bauran energi menjadi optimal.

Hal tersebut juga sejalan dengan upaya pengurangan dampak perubahan iklim (climate change) yang ada sehingga diperlukan untuk segera memanfaatkan energi alternatif secara bertahap dan berorientasi pasar. Kondisi yang terjadi saat ini pertumbuhan kapasitas pembangkit masih lebih rendah dari pertumbuhan kebutuhan listrik. Akibatnya pada waktu tertentu akan terjadi pemadaman bergilir beberapa daerah. Jika hal dibiarkan terus menerus akan mengganggu proses pembangunan. Kemudian jumlah desa tidak berlistrik masih cukup signifikan, ada sekitar 870 desa tidak berlistrik di Sumatera Utara. Untuk dapat memberikan dukungan yang baik dan cukup bagi pembangunan maka dalam 5 tahun ke depan provinsi Sumatera Utara harus dapat membangun 1.000 MW pembangkit. Kemudian ketersediaan gas alam, terutama bagi industri juga turut menjadi perhatian. Konsep pengembangan energi adalah sustainable energi yang terdiri dari dua komponen utama, efisiensi dan energi terbarukan. Hal-hal inilah yang mendasari isu strategis dan

kebijakan strategis tentang energi dan kelistrikan di provinsi Sumatera Utara dan dijabarkan sebagai berikut:

1. Perlunya keterlibatan semua pihak terkait dalam pembangunan infrastruktur energi listrik yang berasal dari energi baru dan terbarukan.
2. Memerlukan sistem informasi sumber energi terbarukan yang ada di Sumatera Utara.
3. Memerlukan Desa Mandiri energi yang dapat dijadikan model pembangunan desa di Sumatera Utara. Desa ini juga dapat dijadikan sebagai salah satu aksi mitigasi penurunan emisi GRK dan sekaligus sebuah desa yang dapat dijadikan desa "Agro-Edu Tourism". Pembangunan ini melibatkan pemerintah-industri-masyarakat dan perguruan tinggi.
4. Fakta yang ada penggunaan energi di Sumatera Utara masih tidak efisien. Perlunya efisiensi penggunaan energi pada industri dan bangunan yang menggunakan energi secara besar.
5. Perlunya keterlibatan institusi pendidikan vokasional (SLTA kejuruan), Politeknik, dan Perguruan tinggi dalam pengembangan inovasi pemanfaatan sumber-sumber energi terbarukan seperti energi air skala kecil mikro dan mini, sel surya, gelombang laut dan angin.
6. Memerlukan keterlibatan semua pihak terkait dalam perluasan penggunaan gas bagi rumah tangga dan industri.
7. Peningkatan teknologi tepat guna dan ramah lingkungan dalam mendukung peningkatan daya saing produksi.
8. Perlu adanya penggunaan energi biomassa yang murah bagi industri kecil menengah dengan melibatkan masyarakat.

Sumber energi yang tersedia di Provinsi Sumatera Utara untuk membangkitkan tenaga listrik berupa sumber-sumber energi, antara lain minyak bumi, gas bumi, sumber daya air dan panas bumi. Selain itu menurut data dari Dinas Perkebunan Pertambangan dan Energi Provinsi Sumatera Utara menerangkan bahwa Provinsi Sumatera Utara merupakan daerah potensial untuk pembangunan pembangkit dengan memanfaatkan energi terbarukan seperti energi panas bumi dan air. Potensi energi panas bumi yang tercatat sebesar 4025 MW dan potensi energi air 3098,341 MW. Oleh karena itu potensi energi terbarukan bisa

menjadi salah satu alternatif untuk keandalan sistem ketenagalistrikan provinsi Sumatera Utara.

2.12 Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD)

Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD) adalah suatu dokumen perencanaan pembangunan daerah (Provinsi) untuk periode 20 tahun kedepan. Dokumen ini digunakan sebagai acuan dalam penyusunan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJM-D) untuk setiap jangka waktu 5 tahun. Dokumen RPJP Daerah ini bersifat makro memuat visi, misi, tujuan dan arah pembangunan daerah yang disusun melalui pendekatan partisipatif yaitu melibatkan seluruh unsur stakeholder.

Dalam dokumen Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD) Provinsi Sumatera Utara tahun 2005-2025 bidang kelistrikan menjadi salah satu topik yang di bahas dalam dokumen tersebut. Pasokan energi listrik yang telah lama mengalami kemerosotan merupakan salah atau masalah serius dalam peningkatan kontribusi sektor industri dan jasa-jasa dalam perekonomian Sumatera Utara. Kapasitas pembangkit listrik semakin terbatas dan semakin tidak mampu mengimbangi pertumbuhan permintaan. Kendati sumber-sumber tenaga listrik seperti air terjun, geothermal, tenaga surya dan lain-lain relatif banyak tersedia di Sumatera Utara. Meningkatnya permintaan terhadap jasa tenaga listrik dan perbaikan pendapatan masyarakat di masa yang akan datang akan membuka peluang besar bagi calon investor untuk memanfaatkan potensi sumber daya energi yang tersedia di Sumatera Utara.

Pendayagunaan sumber daya alam terbarukan baik di darat maupun di laut secara optimal dalam arti mempertimbangkan secara seksama keseimbangan antara pemanfaatan dan kemampuan regenerasi, mencegah terjadinya kerusakan lingkungan. Pengelolaan sumber daya alam yang tak terbarukan seperti bahan-bahan tambang, mineral dan sumber daya energi yang banyak terdapat di Sumatera Utara diarahkan pada peningkatan nilai tambah secara maksimal melalui proses pengolahan industrial dan bukan mengkonsumsi secara langsung, serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Pemeliharaan sumber daya energi yang tak terbarukan diarahkan pada pemanfaatan sumber daya energi alternatif yang bersifat terbarukan seperti biogas, biofuel yang dapat dihasilkan di Sumatera Utara.

Sumatera Utara juga kaya dengan cadangan sumber daya energi. Panas bumi (geothermal) dengan total potensi 1.000 MW terdapat di daerah Sarulla dan air terjun di

Sipansiphoras Tapanuli Utara. Beberapa sungai dan air terjun dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya energi mikrohidro. Sumber daya air terjun Sigura-gura Asahan telah lama dimanfaatkan sebagai pembangkit tenaga listrik kapasitas sekitar 600 MW selain itu pemanfaatan pembangunan PLTA Sipansiphoras, geothermal di Tapanuli Utara dan lain-lain merupakan peluang besar bagi Provinsi Sumatera Utara untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di masa yang akan datang. Sumber daya alam khususnya sumber daya energi perlu secara dieksploitasi secara optimal untuk menekan kekurangan pasokan listrik yang sangat dibutuhkan dalam menggerakkan pembangunan Sumatera Utara.

Sumber-sumber energi yang tersedia di daerah ini baik tenaga air termasuk mikrohidro maupun panas bumi, tenaga surya dan biomasa perlu dimanfaatkan secara maksimal dan hasil-hasilnya dapat diakses oleh masyarakat tidak hanya masyarakat kota tetapi juga masyarakat desa dengan proporsi yang semakin besar. Potensi energi untuk pembangkitan energi listrik di Sumatera Utara jika dieksploitasi dengan benar sangatlah besar untuk menunjang sektor perekonomian. Potensi energi air di Provinsi Sumatera Utara mencapai 3.100 MW, potensi energi panas bumi di Provinsi Sumatera Utara nomor dua terbesar di Indonesia dengan potensi mencapai ± 5.000 MW, potensi energi biomassa tandan kosong kelapa sawit dengan produksi tandan kosong kelapa sawit mencapai 3.159.784 Ton.

2.13 Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL)

RUPTL PLN merupakan dokumen kelistrikan yang menyangkut kegiatan PLN dalam bidang penyediaan listrik, transmisi, dan pembangunan pembangkit listrik baru di suatu Provinsi. Penelitian ini menggunakan dokumen RUPTL PLN tahun 2018-2028.

Pada kondisi saat ini sistem tenaga listrik di Provinsi Sumatera Utara (Sumut) terdiri dari sistem interkoneksi dengan transmisi 150 kV dan 275 kV dan sistem *isolated* dengan distribusi 20 kV. Yaitu sistem *isolated* Pulau Nias, Pulau Tello dan Pulau sembilan. Saat ini sistem interkoneksi Sumatera Utara dipasok oleh pembangkit PLN, IPP dan *swap energy* dengan PT Inalum serta beberapa *excess power* untuk ikut membantu memenuhi kebutuhan beban puncak. Penjualan sejak tahun 2011-2017 tumbuh rata-rata sebesar 5,11. Komposisi penjualan energi tahun 2011-2016 dan estimasi tahun 2017 per sektor pelanggan di tunjukan pada tabel 2.1. sedangkan realisasi jumlah pelanggan dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Energi Terjual Tiap Sektor 2011-2017 (GWh)

No	Kelompok Pelanggan	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1.	Rumah Tangga	3.366	3.814	3.871	4.177	4.504	4.809	5.091
2.	Bisnis	1.170	1.156	1.192	1.252	1.328	1.447	1.491
3.	Publik	642	705	717	748	796	857	887
4.	Industri	2.016	2.135	2.134	2.094	2.076	2.128	2.253
	Total	7.194	7.809	7.917	8.271	8.704	9.240	9.722
	Pertumbuhan (%)		8,60%	1,40%	4,50%	5,20%	6,20%	5,20%

Tabel 2.3 Jumlah Pelanggan Tiap Sektor 2011-2017 (Ribu)

No	Kelompok Pelanggan	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1.	Rumah Tangga	2.511	2.633,60	2.749,10	2.863,60	2.975,90	3.098,90	3.229,60
2.	Bisnis	90,4	94	97,2	106,6	111,3	123,3	129,7
3.	Publik	68,9	77,1	80,6	77,9	80,4	84,5	87,5
4.	Industri	3,6	3,6	97,2	3,7	3,7	3,9	4
	Total	2.674	2.808	2.931	3.052	3.171	3.311	3.451
	Pertumbuhan (%)		5,00%	4,40%	4,10%	3,90%	4,40%	4,20%

Sumber: RUPTL (2018)

Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dimasa yang akan datang diperlukan pembangunan sarana pembangkit, transmisi dan distribusi dengan memperhatikan potensi sumber energi primer setempat. Potensi sumber energi primer untuk pembangkit tenaga listrik di Provinsi Sumut terdiri dari potensi air sekitar 1.242 MW yang tersebar di beberapa lokasi, potensi panas bumi sekitar 2.762 MWe yang tersebar di 16 lokasi, potensi minyak bumi yang dimiliki adalah 111 MMSTB dan gas bumi sekitar 1.29 TSCF. Disamping itu Provinsi Sumut juga memiliki potensi Batubara 27 juta ton.

2.14 Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)

Berdasarkan Peraturan Presiden nomor 1 tahun 2014 pasal 1 tentang pedoman penyusunan Rencana Umum Energi Nasional. Dalam Peraturan Presiden ini yang dimaksud dengan :

1. Rencana Umum Energi Nasional, yang selanjutnya disingkat RUEN, adalah kebijakan Pemerintah mengenai rencana pengelolaan energi tingkat nasional yang merupakan penjabaran dan rencana pelaksanaan Kebijakan Energi Nasional yang bersifat lintas sektor untuk mencapai sasaran Kebijakan Energi Nasional.
2. Rencana Umum Energi Daerah Provinsi, yang selanjutnya disingkat RUED-P, adalah kebijakan pemerintah provinsi mengenai rencana pengelolaan energi tingkat Provinsi yang merupakan penjabaran dan rencana pelaksanaan RUEN yang bersifat lintas sektor untuk mencapai sasaran RUEN. RUED-P pada Provinsi Sumatera Utara masih dalam tahap penyelesaian sehingga belum dapat di publikasi dan tidak digunakan dalam penelitian ini.
3. Rencana Umum Energi Daerah Kabupaten/Kota, yang selanjutnya disingkat RUED-Kab/ Kota, adalah kebijakan pemerintah kabupaten/kota mengenai rencana pengelolaan energi tingkat kabupaten/kota yang merupakan penjabaran dan rencana pelaksanaan RUED-P yang bersifat lintas sektor untuk mencapai sasaran RUED-P.
4. Kebijakan Energi Nasional, yang selanjutnya disingkat KEN adalah kebijakan pengelolaan energi yang berdasarkan prinsip berkeadilan, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan guna terciptanya kemandirian dan ketahanan energi nasional.
5. Menteri adalah menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang energi.
6. Kementerian adalah kementerian yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang energi.

Berdasarkan Perpres no 22 tahun 2017 untuk mencapai pengembangan pembangkit listrik Energi Baru Terbarukan (EBT) akan dilakukan beberapa pemodelan, antara lain:

1. PLT Panas bumi: Pengembangan panas bumi untuk tenaga listrik diproyeksikan sebesar 7,2 GW pada tahun 2025 dan 17,6 GW pada tahun 2050 atau 59% dari

- potensi panas bumi sebesar 29,5 GW. Potensi tersebut dapat meningkat seiring dengan peningkatan eksplorasi dan penemuan cadangan baru.
2. PLT Air: Pengembangan tenaga air untuk tenaga listrik diproyeksikan sebesar 18,0 GW pada tahun 2025 dan 38 GW pada tahun 2050 atau sekitar 5,1% dari potensi tenaga air sebesar 75 GW.
 3. PLT Minihidro dan Mikrohidro: Pengembangan tenaga minihidro dan mikrohidro untuk tenaga listrik diproyeksikan sebesar 3 GW pada tahun 2025 dan 7 GW pada tahun 2050 atau 37% dari potensi minihidro dan mikrohidro sebesar 19 GW,
 4. PLT Bioenergi: Pengembangan Bioenergi untuk tenaga listrik diproyeksikan sebesar 5,5 GW pada tahun 2025 dan 26,0 GW pada tahun 2050 atau 80% dari potensi bioenergi sebesar 32,7 GW.
 5. PLT Surya: Pengembangan tenaga surya untuk tenaga listrik diproyeksikan sebesar 6,5 GW pada tahun 2025 dan 45 GW pada tahun 2050 atau 22% dari potensi surya sebesar 207,9 GW. Proyeksi PLTS cukup optimis mengingat trend investasi dan harga listrik dari PLTS global semakin murah dari waktu ke waktu, seiring dengan kemajuan teknologi.
 6. PLT Angin/Bayu: Pengembangan tenaga bayu untuk tenaga listrik diproyeksikan sebesar 1,8 GW pada tahun 2025 dan 28,0 GW pada tahun 2050 atau 46% dari potensi bayu sebesar 60,6 GW.
 7. PLT EBT lainnya: Pengembangan energi terbarukan lainnya untuk tenaga listrik diproyeksikan sebesar 3,1 GW pada tahun 2025 dan 6,1 GW pada tahun 2050. PLT EBT lainnya antara lain PLTD dengan campuran bioenergi, PLT Arus Laut, PLT gelombang laut, PLT energi panas laut (*Ocean Thermal Energy*).

2.15 Macam-Macam Perangkat Lunak Perencanaan dan Prakiraan

Pada dekade terakhir isu semakin meningkat dengan isu lingkungan. Oleh karena itu, muncul perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai media dalam melakukan perencanaan energi. Penyedia fasilitas ini dari berbagai kalangan, mulai dari akademisi hingga pelaku usaha. Diantaranya:

1. *Cities for Climate Protection Software (CCP)*

CCP adalah sebuah perangkat lunak yang dirancang terutama untuk membantu anggota ICLEI untuk Kampanye Perlindungan Iklim (*Climate Protection Campaign*) mengembangkan rencana aksi iklim lokal. Perangkat lunak ini digunakan untuk

menghitung emisi dari aktivitas energi, keuangan dan strategi pengurangan emisi gas rumah kaca.

2. **COMPEED XL**

Program ini dirancang untuk melakukan berorientasi eksternalitas techno-proyek energi ekonomi analisis. COMPEED menawarkan biaya-manfaat dan analisis efektivitas biaya yang didasarkan pada berbagai manfaat dan biaya penting yang mengelilingi sebuah keputusan, termasuk sumber daya energi, lingkungan, biaya ekonomi, biaya keuangan, kesempatan kerja, neraca pembayaran, biaya fiskal.

3. **Energy PLAN**

Sebuah alat berbasis Windows yang dibuat untuk membantu dalam desain nasional atau regional tentang strategi perencanaan energi. Program ini menggunakan model deterministik masukan/keluaran. Secara umum, inputnya berupa data sumber energi terbarukan, kapasitas stasiun energi, biaya dan sejumlah pilihan yang berbeda menekankan pada strategi peraturan impor/ekspor dan kelebihan produksi listrik. Hasil/keluaran yang dihasilkan berupa keseimbangan energi dan hasil produksi tahunan, konsumsi bahan bakar, impor/ekspor listrik, dan biaya total termasuk pendapatan dari pertukaran listrik.

4. **Energy Costing Tool**

Program ini untuk melakukan perhitungan energi utama ke dalam MDGs berbasis strategi pembangunan nasional. Sebuah bagian penting dari MDG pengembangan berbasis strategi pembangunan nasional adalah penetapan biaya MDG, yang secara spesifik menghitung keuangan dan sumber daya manusia yang diperlukan, serta infrastruktur yang diperlukan, untuk memenuhi MDGs.

5. **ENPEP (The Energy and Power Evaluation Program)**

ENPEP adalah satu alat analisis energi, lingkungan, dan ekonomi yang memiliki 10 set modul. ENPEP dapat digunakan untuk mengevaluasi seluruh sistem energi (penawaran dan sisi permintaan), melakukan analisis rinci dari sistem tenaga listrik, dan mengevaluasi dampak lingkungan dari strategi energi yang berbeda.

6. **HOMER**

Homer memiliki optimasi dan algoritma analisis sensitivitas yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kelayakan ekonomi dan teknis dari sejumlah besar

pilihan teknologi dan untuk memperhitungkan variasi dalam biaya teknologi serta ketersediaan sumber daya energi.

7. LEAP (*Long-range Energy Alternatives Planning*)

LEAP adalah perangkat yang sangat komprehensif dalam merencanakan energi. Banyak variabel yang bisa menjadi input variabel seperti pendapatan (PDRB), populasi, teknologi, hingga proyeksi permintaan. Untuk selengkapnya tentang LEAP akan dibahas di bagian lain dalam bab ini.

8. MESSAGE

MESSAGE digunakan untuk merumuskan dan mengevaluasi strategi pasokan energi alternatif di bawah yang ditetapkan pengguna yang berbeda dan kendala fisik. Contohnya antara lain membatasi investasi baru, tingkat penetrasi pasar untuk teknologi baru, ketersediaan dan perdagangan bahan bakar, emisi lingkungan, dll.

9. RETScreen

RETScreen *International Clean Energy Project Analysis Software* dapat digunakan di seluruh dunia untuk mengevaluasi produksi energi, biaya siklus-hidup dan pengurangan emisi gas rumah kaca untuk berbagai jenis hemat energi dan teknologi energi terbarukan (RETs). Perangkat lunak RETScreen ini termasuk modul untuk mengevaluasi energi angin, hydro kecil, tenaga surya fotovoltaik (PV), gabungan panas dan tenaga, biomassa pemanas, pemanas air matahari, pemanas tenaga surya pasif dan pendinginan.

10. SUPER

SUPER adalah model yang berguna untuk studi perencanaan koneksi energi dalam kurun waktu beberapa tahun. Parameter yang digunakan seperti *hydro-risk*, *fiturreservoir*, pertumbuhan permintaan, karakteristik parameter per jam, konservasi energi dan program pengelolaan beban, biaya bahan bakar, periode pelaksanaan proyek, interkoneksi, dll.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Steslmi University of Sita Sarif Kasim Riau

11. TIMES/MARKAL

MARKAL (*Market Allocation*) adalah perangkat untuk pemodelan terkait dengan energi, ekonomi dan lingkungan. MARKAL adalah model generik yang disesuaikan dengan data input untuk mewakili perubahan selama periode tertentu, biasanya 20-50 tahun dari energi spesifik-sistem lingkungan di tingkat nasional, regional, negara bagian atau provinsi, maupun tingkatan tertentu dalam masyarakat.

2.16 *Long-range Energy Alternative Planning (LEAP)*

The Long-range Energy Alternatives Planning (LEAP) merupakan perangkat lunak yang banyak digunakan untuk analisis kebijakan energi dan penilaian mitigasi perubahan iklim yang dikembangkan di *Stockholm Environment Institute* (Heaps, C.G, 2012) (SEI). LEAP telah digunakan oleh ribuan organisasi di lebih dari 190 negara di seluruh dunia. LEAP digunakan oleh instansi pemerintah, akademisi, organisasi non-pemerintah, perusahaan konsultasi, dan utilitas energi. Perangkat ini telah digunakan dalam skala kota, negara hingga bangsa, regional bahkan secara global.

LEAP banyak digunakan oleh negara-negara yang melakukan perencanaan sumber daya terpadu, penilaian mitigasi Gas Rumah Kaca (GRK), dan Strategi Pembangunan Rendah Emisi (LEDS) terutama di negara berkembang. Banyak negara juga telah memilih untuk menggunakan LEAP sebagai bagian dari komitmen mereka untuk melaporkan kepada Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim (UNFCCC).

LEAP memiliki dampak yang signifikan dalam membentuk energi dan kebijakan lingkungan di seluruh dunia, seperti:

1. Di Filipina, LEAP digunakan oleh Departemen Energi untuk membantu mengembangkan Rencananya Rencana Energi Nasional.
2. Di *Rhode Island*, LEAP telah menjadi alat organisasi utama untuk menganalisa dan memantau proses mitigasi gas rumah kaca pemenang penghargaan Negara, di mana beberapa stakeholder membimbing upaya negara untuk memenuhi GRK tujuan pengurangan emisi.
3. Di AS, Organisasi *Non-Governmental* menonjol, Dewan Pertahanan Sumber Daya Alam (NRDC) menggunakan LEAP untuk menganalisis standar ekonomi

bahan bakar nasional dan mendukung kebijakan yang mendorong kendaraan bersih dan bahan bakar.

4. Di Cina, *Energy Research Institute Cina* (ERI) telah menggunakan LEAP untuk menjelajahi bagaimana China bisa mencapai tujuan pembangunannya sementara juga mengurangi intensitas karbon. Studi-studi ini telah membantu untuk mempengaruhi kebijakan dan rencana energi nasional.

Metodologi pemodelan dalam LEAP adalah akunting. Permintaan energi atau penyediaan energi dalam metode akunting ini dihitung dengan menjumlahkan pemakaian dan penyediaan energi masing-masing jenis kegiatan. Dalam perangkat lunak LEAP disediakan 4 modul utama. Modul utama adalah modul-modul standar yang umum digunakan dalam pemodelan energi, yaitu: *Key Assumption, Demand, Transformation dan Resources*.

1. Modul *Key Assumptions*

Modul *Key Assumption* adalah untuk menampung parameter-parameter umum yang dapat digunakan pada Modul Demand maupun Modul Transformation. Parameter umum ini misalnya adalah jumlah penduduk, Produk Domestik Bruto (PDB), Intensitas energi dan sebagainya. Modul *Key Assumptions* ini sifatnya komplemen terhadap modul lainnya. Pada modul yang sederhana dapat saja modul ini tidak difungsikan. Pada penelitian prakiraan kebutuhan energi listrik di Wilayah Sumatera variabel yang digunakan adalah jumlah penduduk Provinsi Sumatera Utara 2016 serta pertumbuhannya dari tahun 2012 hingga 2016, PDRB Provinsi Sumatera Utara 2016 serta Pertumbuhannya dari tahun 2012 hingga 2016, jumlah pelanggan PLN Wilayah Sumatera Utara 2016 serta pertumbuhannya dari tahun 2012 hingga 2016, energi terjual PLN Wilayah Sumatera Utara 2016 serta pertumbuhannya dari tahun 2012 hingga 2016, beban puncak PLN Wilayah Sumatera Utara 2016 serta pertumbuhannya dari tahun 2012 hingga 2016, daya tersambung PLN Wilayah Sumatera Utara 2016 serta pertumbuhannya dari tahun 2012 hingga 2016, kapasitas terpasang PLN Wilayah Sumatera Utara 2016 serta pertumbuhannya dari tahun 2012 hingga 2016, intensitas energi PLN Wilayah Sumatera Utara 2016 serta pertumbuhannya dari tahun 2012 hingga 2016. Asumsi kunci ini telah dianggap cukup untuk mewakili model simulasi pada cabang *demand* dan transformasi.

2. Modul Demand

Modul *Demand* adalah untuk menghitung permintaan energi. Pembagian sektor pemakai energi sepenuhnya dapat dilakukan sesuai kebutuhan pemodelan. Permintaan energi didefinisikan sebagai perkalian antara aktivitas pemakaian energi (misalnya; jumlah penduduk, jumlah kendaraan, volume nilai tambah) dan intensitas pemakaian energi kegiatan yang bersangkutan. Pada modul Demand terdapat beberapa pilihan dalam cara menganalisa permintaan energi disuatu tempat diantaranya:

a. *Technology with energy intensity*

Pada metode ini LEAP akan menghitung penggunaan energy di suatu tempat dengan mengalikan intensitas energy dan level aktivitas di daerah tersebut. Contoh dari level aktivitas seperti jumlah rumah tangga, jumlah penduduk, jumlah pelanggan dll.

b. *Technology with total energy*

Pada metode ini LEAP akan menghitung penggunaan energi di suatu tempat dengan menggunakan total energi pada suatu daerah. Analisis menggunakan metode ini dapat digunakan jika data perhitungan level aktivitas tidak dimiliki. Hasil analisis permintaan energy merupakan hasil dari pertumbuhan energy di daerah tersebut.

c. *Transport Technology*

Transport and Technology merupakan cabang khusus untuk menghitung permintaan energy pada sektor transportasi. Perhitungan pada metode ini dapat juga menampilkan hasil emisi dari sektor transportasi.

Pada penelitian tentang emisi prakiraan pertumbuhan beban energi listrik ini metode perhitungan pada LEAP yang digunakan ialah metode *Technology with total energy intensity*.

3. Modul Transformation

Modul *Transformation* adalah untuk menghitung pemasokan energi. Pasokan energi dapat terdiri atas produksi energi primer (gas bumi, minyak bumi, batu bara, 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*. Pada modul transformasi kita dapat menganalisa bagian transmisi energy listrik dengan menggunakan *simple non*

dispatched module dan pembangkitan energi listrik dengan tidak mencentang *simple non dispatched module*.

2.16.1 Result pada LEAP

Setelah memasukkan semua data terkait perhitungan prakiraan energi listrik, pada LEAP disediakan *tool result* pada *menu view* yang berfungsi untuk melihat hasil analisa pada LEAP. Untuk penelitian tentang prakiraan pertumbuhan beban energi listrik ini terdapat 8 pilihan *result* yang akan ditampilkan. 1 *menu* pada pilihan *result demand* dan 7 pilihan lain pada *menu transformation* 8 *menu* tersebut ialah:

1. Demand

i. Energy Demand Unit

Energy Demand Unit merupakan tampilan permintaan energi pada suatu daerah. Dalam hal ini *energy demand unit* merupakan hasil simulasi permintaan energy di Wilayah Sumatera Utara.

2. Transformation

i. Environment, 100 Year GWP

Pada menu ini LEAP akan menampilkan hasil simulasi prakiraan pertumbuhan beban energi listrik Wilayah Sumatera Utara.

ii. Output by Feedstock Fuel

Pada menu ini akan menampilkan hasil keluaran energi pada suatu pembangkit terhadap stok bahan bakar yang digunakan nya.

iii. Capacity

Menu capacity digunakan untuk menampilkan hasil kapasitas terpasang dari suatu pembangkit listrik di suatu daerah.

iv. Capacity added

Menu capacity added merupakan menu yang menampilkan kapasitas yang ditambah pada suatu daerah.

v. Capacity Retired

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Menu capacity retired merupakan *menu* yang menampilkan kapasitas yang tidak digunakan akibat dari umur pembangkit yang telah tua atau pergantian dengan pembangkit lain yang lebih efisien.

vi. *Peak Power Requirement*

Menu Peak Power Requirement merupakan *menu* yang menampilkan hasil kebutuhan maksimal pada saat beban puncak.

vii. *Actual Availability*

Actual availability merupakan *menu* yang menampilkan hasil ketersediaan aktual pada suatu daerah.

2.17 Validasi Data

Validasi adalah suatu tindakan pembuktian, menurut kamus besar bahasa Indonesia validasi merupakan cara untuk mengetahui sejauh mana data penelitian mencerminkan data yang tepat dan akurat. Untuk validasi data prakiraan pertumbuhan beban menggunakan perangkat lunak LEAP digunakan perhitungan manual. Langkah pertama dalam perhitungan manual yaitu menghitung pertumbuhan jumlah pelanggan tiap sektor dengan persamaan 2.4. Kemudian dihitung rata-rata pertumbuhan jumlah pelanggan tiap sektor menggunakan persamaan 2.5 untuk mendapatkan jumlah pelanggan pada tahun yang akan datang. Setelah didapat jumlah pelanggan dimasa yang akan datang untuk prakiraan pertumbuhan beban energi listrik, kemudian dihitung intensitas dan pertumbuhan intensitas energi listrik tiap sektor.

Intensitas energi listrik dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3. Setelah didapat intensitas energi listrik tiap sektor maka dihitung pertumbuhan intensitas menggunakan persamaan 2.5 untuk mendapatkan intensitas energi listrik tiap sektor pada tahun-tahun yang akan datang. Setelah didapat jumlah pelanggan tiap sektor dan intensitas energi listrik tiap sektor untuk tahun yang akan datang maka dapat dihitung prakiraan pertumbuhan beban energi listrik tiap sektornya dengan mengalikan jumlah pelanggan per sektor pada tahun ke-t dikali dengan intensitas energi listrik per sektor tahun ke-t.

Validasi data juga dapat dilakukan dengan membandingkan hasil prakiraan milik PLN dalam dokumen RUPTL tahun 2018-2028 dengan hasil penelitian yang dilakukan menggunakan perangkat lunak LEAP.