

Ketersediaan Energi Listrik Sulawesi Utara Sampai Tahun 2020

Deryanus Kassa⁽¹⁾, Maickel Tuegeh, ST., MT.⁽²⁾, Ir. Marthinus Pakiding, MT.⁽³⁾

(1)Mahasiswa (2)Pembimbing 1 (3)Pembimbing 2

Jurusan Teknik Elektro-FT, UNSRAT, Manado-95115, Email: ary.kassa@yahoo.co.id

Abstrak

Peramalan merupakan suatu dugaan atau perkiraan mengenai terjadinya suatu kejadian atau peristiwa di masa yang akan datang. Ramalan di bidang tenaga listrik merupakan ramalan kebutuhan energi listrik dan ramalan beban tenaga listrik. Pada perkiraan beban tidak memiliki rumus yang baku, umumnya mengacu pada statistik masa lalu dan dasar analisa karakteristik beban yang lalu. Ada beberapa metode yang dipakai pada perkiraan beban, yaitu : metode *least square*, metode eksponensial, metode *curve fit*, metode koefisien beban, metode pendekatan linear, dan metode markov.

Metode perkiraan perencanaan energi merupakan metode yang digunakan untuk menyusun perkiraan kebutuhan tenaga listrik. Metode ini terdapat beberapa jenis yaitu pendekatan ekonometrik, pendekatan proses, pendekatan time series, dan pendekatan *end-use*.

Jumlah pelanggan energi listrik untuk Sulawesi Utara (SULUT) dari tahun 2014 hingga 2020 mengalami peningkatan dari 460.563 menjadi 571.270 pelanggan dengan pertumbuhan rata-rata pertahunnya sebesar 3.64%. Besar konsumsi energi listrik pada tahun 2014 sebesar 1.295 GW dengan beban puncak sebesar 345 MW. Total konsumsi energi listrik pada tahun 2020 mencapai 2.530 GW dengan beban puncaknya mencapai 618 MW. Pertumbuhan rata-rata konsumsi energi listrik selama periode tersebut sebesar 16,95% per tahun.

Kata Kunci : Konsumsi Energi Listrik, Metode Perkiraan Perencanaan Energi, Peramalan, Perkiraan Beban

Abstract

Forecasting is an allegation or forecasts regarding the occurrence of an event or events in the future. Forecast in the field of electric power is the electrical energy requirement forecasts and forecast electricity load. In forecasting electricity load has no standard formula, generally refers to the past and basic statistical analysis of the characteristics of the load. There are several methods used in load forecasting, namely: the least squares method, exponential method, curve fit method, the method koefisien load, linear approximation method, and the method of Markov.

Energy planning forecasting method is the method used to construct forecasts of electricity demand. This method, there are several types of econometric approach, process approach, time series approach, and the approach of end-use.

The amount of electric energy to customers in North Sulawesi (North Sulawesi) from 2014 to 2020 increased from 571 270 460 563 into a customer with an average annual growth of 3.64%. Large electric energy consumption in 2014 amounted to 1,295 GW by the peak load of 345 MW. The total electrical energy consumption in 2020 reached 2,530 GW with 618 MW peak load. The average growth of electric energy consumption during the period amounted to 16.95% per year.

Keywords: *Electrical Energy Consumption, Energy Planning, Expense Forecast, Forecasting, Methods estimates*

I. PENDAHULUAN

Peramalan pada dasarnya merupakan suatu dugaan atau prakiraan mengenai terjadinya suatu kejadian atau peristiwa dimasa yang akan datang. Kegiatan perencanaan peramalan merupakan kegiatan mula dari proses peramalan itu sendiri. Ramalan di bidang tenaga listrik pada dasarnya merupakan ramalan kebutuhan energi listrik dan ramalan beban tenaga listrik. Keduanya sering disebut dengan istilah Demand and Load Forecasting. Hasil peramalan ini dipergunakan untuk rencana memenuhi kebutuhan maupun pengembangan penyediaan tenaga listrik.

Konsumsi listrik di Indonesia setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan pembangunan, ekonomi, masyarakat dan sosial budaya. Oleh karena itu, prakiraan kebutuhan listrik jangka panjang di Indonesia sangat di perlukan agar dapat menggambarkan kondisi kelistrikan pada saat ini dan masa yang akan datang. Dengan diketahuinya perkiraan kebutuhan listrik jangka panjang antara tahun 2010 hingga tahun 2020 akan dapat ditentukan jenis dan perkiraan kapasitas pembangkit listrik yang dibutuhkan di Indonesia selama kurun waktu tersebut.

Kebutuhan listrik di Indonesia saat ini, sebagian besarnya pasok dari sumber energi fosil. Dalam kurun waktu terakhir ini, harga bahan bakar minyak (BBM) mengalami kenaikan yang sangat berarti, sedangkan cadangan minyak bumi akan semakin menipis.

Cadangan batu bara dan gas pun jumlahnya terbatas (*unrenewable energy*). Disamping itu, saat ini pemanasan global (*global warming*) semakin meningkat akibat polusi yang ditimbulkan dari pembakaran sumber energi fosil. Hal ini menuntut kita untuk mencari sumber energi alternatif yang bersih dan tidak terbatas untuk dapat menghasilkan listrik.

Jika terjadi kelangkaan bahan bakar seperti ini untuk Sulawesi Utara (Sulut) belum lagi jika kebijakan pemerintah untuk menaikkan bahan bakar benar-benar terjadi, maka terjadi permasalahan yang sangat besar yang harus dihadapi oleh perusahaan penyedia energi listrik. Keadaan ini diperparah lagi oleh pembangkit yang sedang bermasalah. Sedangkan untuk Sulut pada 25 Juni 2012 beban puncak yang harus dipikul berkisar 242 MW, namun angka ini akan terus bertambah. Menurut data PT.PLN yang diambil pada 25 Juni 2012 jumlah daya mampu yang dapat disediakan oleh pembangkit sebesar \pm 245 MW. ini menunjukkan terdapat surplus (cadangan daya sebesar) 3 MW, dimana kondisi ini disebut operasi siaga karena hanya memiliki cadangan operasi sedikit. Dari kondisi yang terjadi maka pihak perusahaan penyedia energi listrik memerlukan proyeksi atau perkiraan beban tentang berapa banyak energi listrik yang harus disediakan guna memenuhi kebutuhan konsumsi energi listrik pada masa yang akan datang. Hal ini bertujuan agar perusahaan penyedia energi listrik mampu mengantisipasi keadaan dimasa yang akan datang. Untuk itu maka judul penulisan tugas akhir ini adalah "*Ketersediaan Energi listrik Sulawesi Utara sampai tahun 2020*".

II. LANDASAN TEORI

A. Kondisi Sistem Ketenagalistrikan Sulawesi Utara

Kebutuhan tenaga listrik di Provinsi Sulawesi Utara dipasok oleh sistem 70 kV yaitu Sistem Minahasa dan sistem 150 kV yaitu sistem Kotamobagu serta beberapa sistem terisolasi, yaitu Sistem Tahuna, Melonguane, Ondong (Siau), Tagulandang, Beo (Talaud), Lirung, dan Molibagu. Dari 8 sistem yang memasok tenaga listrik di Provinsi Sulawesi Utara, 6 sistem (Sistem Tahuna, Melonguane, Ondong (Siau), Tagulandang, Lirung, dan Molibagu) berada dalam kondisi "Surplus", dan 2 sistem lainnya (Sistem Interkoneksi Minahasa dan Beo (Talaud)) berada pada kondisi "Defisit".

Saat ini rasio elektrifikasi Provinsi Sulawesi Utara baru mencapai 71,6 % dan rasio desa berlistrik sebesar 99,8 %. Adapun daftar tunggu PLN telah mencapai 16.051 permintaan atau sebesar 82,9 MVA.

B. Klasifikasi Beban

Tenaga listrik yang didistribusikan ke pelanggan (konsumen) digunakan sebagai sumber daya untuk bermacam-macam peralatan yang membutuhkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Peralatan tersebut umumnya bisa berupa lampu (penerangan), beban daya (untuk motor listrik), pemanas, dan sumber daya peralatan elektronik.

Sedangkan tipe-tipe beban menurut konsumen pemakainya pada umumnya dapat dikelompokkan dalam kategori *Rumah Tangga* (domestik/residen) terdiri dari beban-beban penerangan, kipas angin, alat-alat rumah tangga misalnya pemanas, lemari es, kompor listrik, dan lain lain, *Bisnis* terdiri atas beban penerangan dan alat listrik lainnya yang dipakai pada bangunan komersil atau perdagangan seperti toko, restoran, dan lain-lain, *Sosial/Umum*, terdiri seperti rumah sakit, tempat ibadah, dan sekolah. Publik, terdiri dari gedung pemerintah dan penerangan jalan umum, Industri, terdiri dari industri kecil/rumah tangga hingga industri besar. Umumnya berupa beban untuk motor listrik.

C. Rencana Operasi

Rencana operasi adalah suatu rencana mengenai bagaimana suatu sistem tenaga listrik akan dioperasikan untuk kurun waktu tertentu. Tergantung pada masalah yang harus dipersiapkan, maka rencana operasi dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu

Rencana Tahunan

Masalah-masalah yang penyelesaiannya memerlukan waktu kira-kira satu tahun. Dicapuk dalam rencana ini, misalnya rencana pemeliharaan unit-unit pembangkit yang memerlukan persiapan satu tahun sebelumnya karena pengadaan suku cadang memerlukan waktu satu tahun. Dilain pihak pemeliharaan unit-unit pembangkit yang tidak mengalami pemeliharaan dan siap operasi dapat cukup menyediakan daya bagi beban. Rencana operasi tahunan juga meliputi perencanaan alokasi energi yang akan di produksi dalam satu tahun dalam setiap pembangkit. Dari uraian di atas, rencana operasi tahunan merupakan bahan utama bagi penyusunan Rencana Anggaran Biaya Tahunan suatu perusahaan Listrik.

Rencana Triwulanan

Rencana operasi triwulanan merupakan peninjauan kembali rencana operasi tahunan dengan jangka waktu tiga bulan ke depan. Hal-hal yang direncanakan dalam rencana operasi tahunan ternyata setelah waktu berjalan tidak cocok dengan kenyataan perlu dikoreksi dalam rencana operasi triwulanan.

Rencana Bulanan

Rencana operasi bulanan merupakan koreksi terhadap rencana triwulanan untuk jangka waktu satu bulan ke depan, serta mengandung rencana yang menyangkut langkah-langkah operasional dalam sistem. Hal-hal yang bersifat operasional dalam rencana operasi bulanan adalah Membuat jadwal operasi unit-unit pembangkit dalam kaitannya dengan pemeliharannya. Alokasi produksi pembangkit listrik termis dalam kaitannya dengan pemesanan bahan bakar kepada perusahaan bahan bakar.

Rencana Mingguan

Rencana operasi mingguan berisi jadwal operasi serta pembebanan unit-unit pembangkit untuk 168 jam yang akan datang atas dasar pertimbangan ekonomis (pembebanan yang optimum) dengan memperhatikan berbagai kendala operasionil seperti beban minimum dan maksimum dari unit pembangkit serta masalah aliran daya dan tegangan dalam jaringan.

Rencana Harian

Rencana operasi harian merupakan koreksi dari rencana operasi mingguan untuk disesuaikan dengan kondisi yang mutakhir dalam sistem tenaga listrik. Rencana Operasi Harian merupakan pedoman pelaksanaan operasi *real-time*.

D. Perkiraan Beban

Tidak ada rumus baku untuk membuat perkiraan beban ini, perlu ada teknik membuat perkiraan beban yang umumnya mengacu pada statistik masa lalu dan atas dasar analisa karakteristik beban yang lalu.

Ada tiga kelompok Perkiraan Beban, yaitu

Perkiraan Beban jangka panjang

Perkiraan Beban jangka panjang adalah untuk jangka waktu diatas satu tahun. Dalam Perkiraan Beban jangka panjang masalah-masalah makro ekonomi yang merupakan masalah ekstern perusahaan listrik yang adalah faktor utama yang menentukan arah perkiraan beban. Faktor makro tersebut diatas misalnya pendapatan perkapita penduduk Indonesia.

Perkiraan Beban Jangka Menengah

Perkiraan Beban jangka menengah adalah untuk jangka waktu dari satu bulan sampai dengan satu tahun. Untuk perkiraan beban jangka menengah ini dipengaruhi oleh faktor cuaca atau iklim daerah setempat maupun hari libur seperti perayaan hari-hari besar keagamaan dimana beban terendah pada umumnya terdapat pada hari-hari seperti ini.

Dalam Perkiraan beban jangka panjang biasanya hanya diperkirakan beban puncak yang tertinggi yang akan terjadi dalam sistem tenaga listrik, karena perkiraan beban jangka panjang dipergunakan untuk keperluan perencanaan pengembangan sistem. Tapi dalam perkiraan beban jangka menengah aspek operasional yang menonjol, karena dalam jangka menengah tidak banyak lagi yang dapat dilakukan dalam segi pengembangan. Oleh karena itu perkiraan mengenai besarnya beban minimum juga diperlukan karena beban yang rendah dapat menimbulkan persoalan yang operasional seperti timbulnya tegangan yang berlebihan serta keperluan untuk memberhentikan beberapa unit pembangkit.

Perkiraan Beban Jangka Pendek

Perkiraan beban jangka pendek adalah untuk jangka waktu beberapa jam sampai satu minggu (168 jam). Dalam perkiraan beban jangka pendek terdapat batas atas untuk beban maksimum dan batas bawah untuk beban

minimum yang ditentukan oleh perkiraan beban jangka menengah. Besarnya beban untuk setiap jam di tentukan dengan memperhatikan ciri khas beban di waktu lalu dengan memperhatikan berbagai informasi yang dapat mempengaruhi besarnya beban sistem seperti acara TV, cuaca, dan suhu udara.

E. Cara-cara Memperkirakan Beban Puncak.

Karenanya statistik beban dari masa lalu beserta analisisnya sangat diperlukan untuk memperkirakan beban dimasa yang akan datang, berikut beberapa metode yang digunakan untuk memperkirakan beban puncak.

Metode Least Square

Beban dimasa-masa yang silam dicatat dan kemudian ditarik garis ekstrapolasi sedemikian sehingga $d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots$ adalah minimum. Metode ini dapat dipakai untuk memperkirakan beban puncak yang akan terjadi di Sistem Tenaga Listrik untuk beberapa tahun yang akan datang

Metode Exponensial

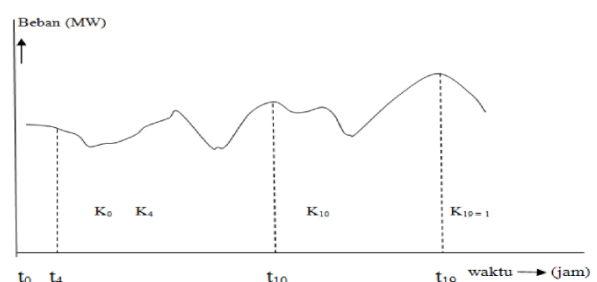
Metode ini dapat dipakai apabila sistem tenaga listrik yang dibahas masih jauh dari kejenuhan dan ada suatu target kenaikan penjualan yang digariskan. Hal ini terjadi di tempat-tempat yang baru mengalami elektrifikasi.

Metode Curve Fit

Metode ini dapat dipakai apabila sudah terlihat adanya kejenuhan pada sistem tenaga listrik. Kejenuhan bisa terjadi misalnya karena semua orang telah memakai tenaga listrik dan tidak ada pengembangan industri.

Metode Koefisien Beban

Beban untuk setiap jam diberi koefisien yang menggambarkan besarnya beban pada jam tersebut dalam perbandingannya terhadap beban puncak. Dengan melihat gambar 1, misal $k_4 = 0,6$ ini berarti bahwa beban pada jam 04.00 adalah sebesar 0,6 kali beban puncak yang terjadi pada jam 19.00 ($K_{19} = 1$). Koefisien-koefisien ini berbeda untuk hari Senin s/d Minggu dan juga untuk hari-hari libur bukan Minggu. Beban puncak dapat diperkirakan dengan melihat beban-beban mingguan tahun-tahun yang lalu, kemudian dengan menggunakan koefisien-koefisien tersebut diatas bisa diperkirakan grafik beban harian untuk satu minggu yang akan datang. Koefisien-koefisien ini perlu dikoreksi secara terus menerus berdasarkan hasil pengamatan atas beban yang sesungguhnya terjadi.



Gambar 1. Kurva Metode Koefisien Beban

Metode Pendekatan Linear

Metode ini hanya dapat dipakai untuk memperkirakan beban beberapa puluh menit kedepan dan biasanya konstanta a juga tergantung kepada ramalan cuaca. Metode ini bisa dipakai untuk memperkirakan beban puncak beberapa puluh menit sebelumnya.

Metode Markov

Metode ini dipakai untuk memperkirakan beban puncak sistem tenaga listrik dalam jangka panjang dengan memperhitungkan kegiatan-kegiatan ekonomi dalam suatu negara secara makro.

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 Ekonometri

Komponen utama dari analisis dengan model ekonometri adalah pada data masukkan atau variabel yang bersifat ekonomi yang kemudian dihubungkan dengan tingkat kebutuhan energi listrik. Kelebihan dari model ini adalah tidak terlalu banyaknya data yang harus digunakan sebagai variabel input. Biasanya proyeksi kebutuhan energi listrik dengan pendekatan model ini tidak memperhitungkan secara detail teknologi yang digunakan dalam ketenagalistrikan.

Pendekatan Proses

Pendekatan proses secara umum tidak bisa digunakan untuk bidang di luar energi. Hal ini karena dalam pendekatan model ini menguraikan aliran energi dari awal hingga akhir permintaan. Proses yang dilalui mulai dari ekstraksi sumber daya energi, penyulingan, konversi, transportasi, penimbunan, transmisi dan distribusi menjadi variabel yang diperhitungkan. Manfaat yang menjadi keunggulan dari pendekatan proses adalah mudah mengakomodasi bahan bakar tradisional, dapat dilakukan dengan perhitungan sederhana dan metode paling cocok dalam menguraikan alternatif teknologi yang ada saat ini.

Pendekatan Trend

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

Pendekatan End – Use

Model pendekatan *end-use* juga dikenal sebagai pendekatan *engineering model*. Pendekatan ini akan lebih detail walaupun secara perhitungan menggunakan fungsi yang lebih sederhana. Pertimbangan teknologi yang digunakan dalam proses aliran energi juga menjadi variabel perhitungan. Pendekatan ini sangat cocok untuk keperluan proyeksi efisiensi energi karena dimungkinkan untuk secara eksplisit mempertimbangkan perubahan teknologi dan tingkat pelayanan.

Permintaan energi dari masing-masing kegiatan merupakan produk dari dua faktor, yaitu tingkat aktivitas (layanan energi) dan intensitas energi (penggunaan energi per unit layanan energi). Selain itu, permintaan total maupun permintaan energi sektoral dipengaruhi oleh rincian kegiatan yang berbeda yang membentuk komposisi, atau struktur permintaan energi.

Model matematika yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Jumlah Pelanggan/Number of customer

$$NC_{R(t)} = \left(\left(\frac{RE(t)}{100} \right) \left(\frac{JP(t)}{(P/Hh)(t)} \right) \right) \quad (1)$$

Dimana:

$NC_{R(t)}$ = Jumlah pelanggan rumah tangga tahun t [Jiwa]

$RE(t)$ = Rasio elektrifikasi tahun t

$JP(t)$ = Jumlah penduduk tahun t

$(P/Hh)(t)$ = Jumlah orang per rumah tangga tahun t

$$NC_{I(t)} = \left(1 + \frac{(CF_{I(t)} \times GD_{I(t)})}{100} \right) \times NC_{I(t-1)} \quad (2)$$

Dimana:

$NC_{I(t)}$ = Jumlah pelanggan industri tahun t [jiwa]

$CF_{I(t)}$ = Faktor kapasitas pelanggan sektor industri tahun t

$GD_{I(t)}$ = Pertumbuhan PDRB sector industri tahun [%]

$$NC_{B(t)} = \left(1 + \frac{(CF_{B(t)} \times GD_{B(t)})}{100} \right) NC_{B(t-1)} \quad (3)$$

Dimana:

$NC_{B(t)}$ = Jumlah pelanggan bisnis tahun t [jiwa]

$CF_{B(t)}$ = Faktor kapasitas pelanggan sektor bisnis tahun t

$GD_{B(t)}$ = Pertumbuhan PDRB sektor bisnis tahun t [%]

$$NC_{S(t)} \left(1 + \frac{(CF_{S(t)} \times GD_{S(t)})}{100} \right) NC_{P(t-1)} \quad (4)$$

Dimana:

- $NC_{S(t)}$ = Jumlah pelanggan sosial tahun t [jiwa]
 $CF_{S(t)}$ = Faktor kapasitas pelanggan sektor sosial tahun t
 $GD_{S(t)}$ = Pertumbuhan PDRB sektor sosial tahun t [%]

$$NC_{P(t)} \left(1 + \frac{(CF_{P(t)} \times GD_{P(t)})}{100} \right) NC_{P(t-1)} \quad (5)$$

Dimana:

- $NC_{P(t)}$ = Jumlah pelanggan pemerintah tahun t [jiwa]
 $CF_{P(t)}$ = Faktor kapasitas pelanggan sektor pemerintah tahun t
 $GD_{P(t)}$ = Pertumbuhan PDRB sektor pemerintah tahun t [%]

Konsumsi Energi/*Energy Consumption* $EC_{(t)}$

$$EC_{R(t)} = \left(\left(1 + \left(ER_{(t)} \times \frac{GD_{Tot(t)}}{100} \right) \right) EC_{R(t-1)} \right) + IE_{RB(t)} \times (NC_{R(t)} - NC_{R(t-1)}) \quad (6)$$

Dimana:

- $EC_{R(t)}$ = Konsumsi energi sektor rumah tangga tahun t
 $E_{R(t)}$ = Elastisitas konsumsi energi sektor rumah tangga tahun t
 $NC_{R(t)}$ = Jumlah pelanggan rumah tangga tahun t
 $IE_{RB(t)}$ = Intensitas Energi rumah tangga baru tahun t
 $GD_{Tot(t)}$ = Pertumbuhan PDRB total tahun t [%]

$$EC_{I(t)} = \left(\left(1 + \left(E_{I(t)} \times \frac{GD_{I(t)}}{100} \right) \right) EC_{I(t-1)} \right) \quad (7)$$

Dimana:

- $EC_{I(t)}$ = Konsumsi energi sektor industri t
 $E_{I(t)}$ = Elastisitas konsumsi energi sektor industri tahun t
 $GD_{I(t)}$ = Pertumbuhan PDRB sektor industri tahun t [%]

$$EC_{B(t)} = \left(\left(1 + \left(E_{B(t)} \times \frac{GD_{B(t)}}{100} \right) \right) EC_{B(t-1)} \right) \quad (8)$$

Dimana:

- $EC_{B(t)}$ = Konsumsi energi sektor rumah bisnis t
 $E_{B(t)}$ = Elastisitas konsumsi energi sektor bisnis tahun t
 $GD_{B(t)}$ = Pertumbuhan PDRB sektor bisnis tahun t [%]

$$EC_{S(t)} = \left(\left(1 + \left(E_{S(t)} \times \frac{GD_{S(t)}}{100} \right) \right) EC_{S(t-1)} \right) \quad (9)$$

Dimana:

- $EC_{S(t)}$ = Konsumsi energi sektor sosial tahun t
 $E_{S(t)}$ = Elastisitas konsumsi energi sektor sosial tahun t
 $GD_{S(t)}$ = Pertumbuhan PDRB sektor sosial tahun t [%]

$$EC_{P(t)} = \left(\left(1 + \left(E_{P(t)} \times \frac{GD_{P(t)}}{100} \right) \right) EC_{P(t-1)} \right) \quad (10)$$

Dimana:

- $EC_{P(t)}$ = Konsumsi energi sektor pemerintah tahun t
 $E_{P(t)}$ = Elastisitas konsumsi energi sektor pemerintah tahun t
 $GD_{P(t)}$ = Pertumbuhan PDRB sektor pemerintah tahun t [%]

Elastisitas dan Faktor Pelanggan

Elastisitas adalah sebuah ukuran berapa banyak pembeli atau penjual merespon terhadap perubahan-perubahan kondisi pasar. Elastisitas permintaan merupakan ukuran derajat kepekaan permintaan suatu barang terhadap perubahan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Elastisitas permintaan tenaga listrik yaitu perbandingan pertumbuhan penjualan energi listrik (kWh) dengan pertumbuhan ekonomi (PDRB).

$$Elastisitas = \frac{\text{Pertumbuhan penjualan energi listrik (kWh)}}{\text{Pertumbuhan ekonomi (PDRB)}} \quad (11)$$

Faktor pelanggan yaitu perbandingan antara pertumbuhan jumlah pelanggan dengan pertumbuhan ekonomi (PDRB).

$$CF = \frac{\text{Pertumbuhan Jumlah pelanggan}}{\text{Pertumbuhan ekonomi (PDRB)}} \quad (12)$$

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

Pengertian Produk Domestik Regional Bruto (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. PDRB atas dasar harga berlaku menggambarkan nilai tambah barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga yang berlaku pada setiap tahun, sedang PDRB atas dasar harga konstan menunjukkan nilai tambah barang dan jasa tersebut yang dihitung menggunakan harga yang berlaku pada satu tahun tertentu sebagai dasar.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan pengumpulan data dilakukan pada bulan february 2013 sampai bulan juni 2014. Pengambilan data ini dilakukan pada beberapa tempat yaitu, di Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sulawesi Utara Jl. 17 Agustus Manado, PT.PLN (persero) Wilayah Suluttenggo AP2B Sistem Minahasa (Jl. Raya Tomohon Tondano) Tomohon, dan PT. PLN Wilayah Suluttenggo (Jl. Bethesda No.32) Manado.

B. Bahan dan Peralatan

Berikut adalah alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian:

Personal Computer (PC)

Personal Computer (PC) merupakan perangkat keras (*hardware*) yang berfungsi sebagai tempat untuk mengolah data dan menyusun laporan penelitian.

Data Pelanggan Listrik Sulut dapat dilihat pada tabel I, Data Intensitas Energi Listrik dilihat pada tabel II, serta Data Konsumsi Energi Listrik dapat dilihat pada tabel III.

TABEL I. JUMLAH PELANGGAN LISTRIK SULUT TAHUN 2008 – 2013

No	Komponen	Tahun					
		2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	Sosial	9.223	9.510	9.945	10.469	10.980	11.494
2	Rumah Tangga	353.017	361.564	382.814	424.316	447.660	483.759
3	Publik	1.999	2.036	2.243	2.479	2.672	2.984
4	Bisnis	12.721	13.166	13.755	14.352	14.731	16.841
5	Industri	378	376	371	368	380	383

TABEL II. INTENSITAS ENERGI LISTRIK (MWH/PELANGGAN) SULUT TAHUN 2008 - 2009

No	Komponen	Tahun					
		2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	Sosial	3,07	3,14	3,29	3,48	3,81	4,38
2	Rumah Tangga	1,15	1,20	1,33	1,34	1,34	1,38
3	Publik	21,46	18,74	17,97	22,93	21,97	20,48
4	Bisnis	12,94	15,79	15,52	17,06	18,58	16,59
5	Industri	206,93	204,59	182,06	199,02	223,74	270,24

TABEL III. JUMLAH KONSUMSI ENERGI LISTRIK (KWH) SULUT TAHUN 2008 - 2013

No	Komponen	Tahun					
		2008	2009	2010	2011	2012	2013
1	Sosial	28.271.636	29.817.885	32.726.630	36.434.543	41.878.865	50.376.661
2	Rumah Tangga	405.179.252	435.339.719	508.139.877	566.638.035	599.844.141	668.172.829
3	Publik	42.890.890	38.158.437	40.311.019	56.843.459	58.715.866	61.113.922
4	Bisnis	164.602.072	207.901.164	213.537.141	244.839.907	273.682.461	279.370.583
5	Industri	78.220.879	76.926.211	67.545.752	73.240.992	85.021.722	103.501.151

Microsoft Office Word 2007

Microsoft Office Word 2007 merupakan perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam menyusun laporan penelitian.

Microsoft Office Excel 2007

Microsoft Office Excel 2007 merupakan perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk mengolah data.

Internet (Interconnection-Networking)

Internet atau kependekan dari *interconnection-networking* merupakan media yang digunakan dalam mencari referensi yang berhubungan dengan pengolahan data dan laporan penelitian.

Data Penduduk Sulut dapat dilihat pada tabel IV
Data PDRB Sulut dapat dilihat pada tabel V

TABEL IV. JUMLAH PENDUDUK SULUT (X 1000) TAHUN 2008-2015

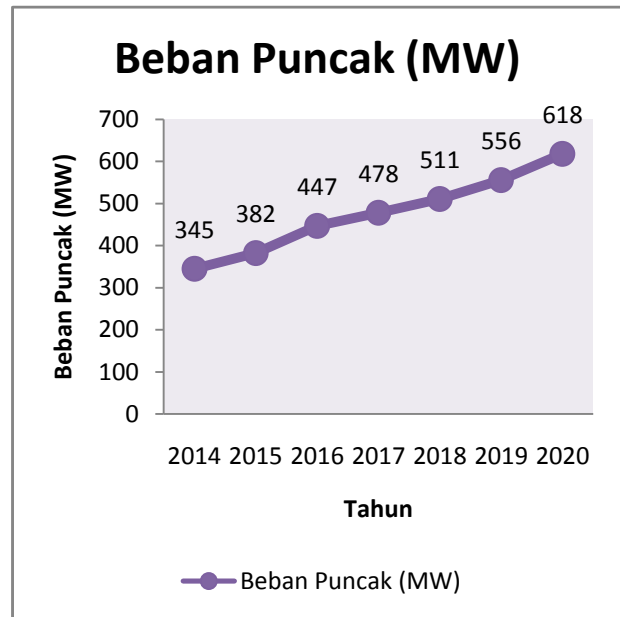
No	Tahun	Jumlah Penduduk
1	2008	2.208,0
2	2009	2.228,9
3	2010	2.249,3
4	2011	2.269,4
5	2012	2.289,0
6	2013	2.308,3
7	2014	2.327,0
8	2015	2.345,2

TABEL V. PDRB ATAS DASAR HARGA KONSTAN MENURUT LAPANGAN USAHA 2008-2012 (JUTA RUPIAH)

Lapangan Usaha	(Jutaan Rupiah/Million Rupiahs)				
	2008	2009	2010	2011	2012
Pertanian, Peternakan, Kehutanan dan Perkebunan	3.243.372	3310516	3592010	3558937	3780280
Pertambangan & Penggalan	852.228	899.070	927.483	994.198	1.053.203
Industri Pengolahan	1.241.766	1.328.959	1.459.356	1.546.613	1.626.095
Listrik, Gas & Air Bersih	119.551	137.346	145.355	152.795	166.147
Bangunan	2.607.061	2.766.026	2.807.885	3.038.097	3.461.042
Perdagangan, Hotel & Restoran	2.451.886	2.753.649	3.025.514	3.441.982	3.740.824
Pengangkutan & Komunikasi	1.907.022	2.229.104	2.428.786	2.584.361	2.753.012
Keuangan, Real Estat & Jasa Perusahaan	1.048.650	1.128.037	1.222.594	1.328.547	1.464.301
Jasa-jasa	4.405.734	5.434.180	6.118.218	7.105.709	8.516.657
Produk Domestik Regional Bruto	15.902.073	17.149.624	18.376.825	19.735.474	21.286.578

TABEL VI. RASIO ELEKTRIFIKASI (%) SULUT TAHUN 2008 - 2020

No	Tahun	Rasio Elektifikasi (%)
1	2008	64,0
2	2009	64,8
3	2010	66,5
4	2011	68,1
	2012	69,8
6	2013	71,6
7	2014	73,4
8	2015	75,2
9	2016	77,1
10	2017	79,0
11	2018	81,0
12	2019	83,0
13	2020	85,5



Gambar 2. Grafik Pertumbuhan Beban Puncak

TABEL VII. BEBAN PUNCAK HARIAN SISTEM MINAHASA DAN KOTAMOBAGU (SULUT) TAHUN 2008 - 2012

Bulan	Tahun				
	2008	2009	2010	2011	2012
Januari	135.150	142.820	159.880	167.377	236.985
Februari	131.660	143.290	159.540	167.977	240.963
Maret	132.670	144.300	161.670	169.158	241.095
April	134.970	147.780	161.860	170.451	246.877
Mei	136.430	151.750	160.400	178.519	248.393
Juni	136.720	153.400	162.540	170.327	251.032
Juli	137.050	156.840	162.600	177.941	248.510
Agustus	140.200	157.850	150.665	180.946	250.128
September	139.510	157.160	155.525	189.467	259.934
Oktober	139.950	156.920	167.417	188.565	261.968
November	139.920	154.870	166.430	192.288	262.525
Desember	143.930	160.390	166.635	191.257	259.456

Data Rasio Elektrifikasi dan Data Beban Puncak dapat dilihat pada tabel VI dan VII.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem kelistrikan di provinsi Sulawesi Utara terdiri dari sistem interkoneksi 150 kV dan 70 kV yang disebut Sistem Minahasa dan sistem kelistrikan 20 kV *isolated*. Sistem Minahasa telah tersambung dengan sistem kelistrikan Provinsi Gorontalo yang disebut

Sistem Sulawesi Bagian Utara (Sulbagut). Sistem Minahasa sendiri melayani Kota dan Kabupaten se Provinsi Sulawesi Utara yang berada di daratan.

Sedangkan sistem kelistrikan 20 kV melayani kota/daerah yang berlokasi di Kepulauan yaitu Kabupaten Kepulauan Sitaro, Kepulauan Sangihe dan Kepulauan Talaud, termasuk sistem *isolated* pulau terluar Indonesia yaitu Pulau Miangas dan Marore. Beberapa pulau kecil di sekitar Kota Manado, Kota Bitung dan Kabupaten Minahasa Utara juga disuplai dari sistem *isolated* 20 kV meliputi pulau : Bunaken, Pampusungan, Manado Tua, Bangka, Talise, Nain, Mantehage dan Gangga.

Sistem kelistrikan Provinsi Sulawesi Utara saat ini dipasok oleh pusat-pusat pembangkit meliputi PLTP, PLTU, PLTA/M dan PLTD HSD dengan total kapasitas terpasang sebesar 220,6 MW dengan komposisi pembangkit PLTD HSD sebesar 49% diikuti PLTP 21%, PLTA/M 16% dan PLTU 13%.

Mengacu dari pertumbuhan beban puncak tadi, maka terlihat jelas kebutuhan akan energi listrik juga ikut meningkat. Meningkatnya kebutuhan ini juga di pengaruhi oleh jumlah penduduk yang akan terus meningkat dari tahun ke tahun. Tidak hanya itu faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan konsumsi energi listrik ini juga di pengaruhi oleh pertumbuhan ekonomi rakyat.

Proyeksi Beban Puncak

Berdasarkan data beban puncak dari tahun-tahun sebelumnya, dapat dihitung proyeksi beban puncak sampai tahun 2020. Seperti terlihat pada gambar 2.

Proyeksi jumlah penduduk

Perhitungan Proyeksi Jumlah penduduk merupakan salah satu faktor penentu konsumsi energi listrik pada suatu daerah. Untuk itu perhitungan perkembangan

TABEL VII. PROYEKSI PERTUMBUHAN PENDUDUK SULUT TAHUN 2008-2020

Komponen	Proyeksi Pertumbuhan Penduduk Sulut													avr
	Tahun													
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Jumlah penduduk (X1000)	2.208	2.229	2.249	2.269	2.289	2.308	2.327	2.346	2.366	2.386	2.407	2.427	2.448	
Pertumbuhan (%)	0	0,96	0,92	0,89	0,86	0,84	0,81	0,78	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86

TABEL IX. PERTUMBUHAN PDRB (PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO) SULUT TAHUN 2008-2020

Komponen	Tahun												
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PDRB Pelanggan Rumah Tangga (Juta Rupiah)	2.607.061	2.766.029	2.807.883	3.138.057	3.461.042	3.717.696	3.993.363	4.289.533	4.607.603	4.949.280	5.316.295	5.710.526	6.133.992
Pertumbuhan PDRB Rumah Tangga (%)		6,11	1,51	11,76	10,29	7,42	7,42	7,42	7,42	7,42	7,42	7,42	7,42
PDRB Pelanggan Industri (Juta Rupiah)	1.241.766	1.328.959	1.459.356	1.546.613	1.626.095	1.739.726	1.861.298	1.991.365	2.130.521	2.279.401	2.438.695	2.609.100	2.791.423
Pertumbuhan PDRB (%)		7,02	9,81	5,99	5,14	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99
PDRB Pelanggan Bisnis (Juta Rupiah)	1.046.650	1.128.057	1.222.594	1.328.547	1.464.301	1.591.831	1.730.470	1.881.382	2.045.020	2.223.128	2.416.747	2.627.230	2.856.044
Pertumbuhan PDRB (%)		7,57	8,38	8,67	10,22	8,71	8,71	8,71	8,71	8,71	8,71	8,71	8,71
PDRB Pelanggan Sosial (Juta Rupiah)	1.907.022	2.229.110	2.428.789	2.594.361	2.753.012	3.019.906	3.312.675	3.633.826	3.986.112	4.372.551	4.796.453	5.261.452	5.771.530
Pertumbuhan PDRB (%)		16,89	8,94	6,41	6,53	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69
PDRB Pelanggan Publik (Juta Rupiah)	4.405.724	5.434.180	6.118.218	7.015.789	8.516.657	10.048.117	11.854.964	13.986.716	16.501.799	19.469.143	22.970.072	27.100.537	31.973.739
Pertumbuhan PDRB (%)		23,34	12,59	16,14	19,86	17,98	17,98	17,98	17,98	17,98	17,98	17,98	17,98

TABEL X. RASIO ELEKTRIFIKASI SULUT

No	Tahun	Rasio Elektifikasi (%)
1	2008	64,0
2	2009	64,8
3	2010	66,5
4	2011	68,1
5	2012	69,8
6	2013	71,6
7	2014	73,4
8	2015	75,2
9	2016	77,1
10	2017	79,0
11	2018	81,0
12	2019	83,0
13	2020	85,5

jumlah penduduk sangat diperlukan guna memenuhi perhitungan konsumsi listrik lebih lanjut.

Berdasarkan tabel VII dapat dilihat bahwa perkembangan penduduk di Sulawesi Utara pada tahun 2008 adalah 2,2 juta jiwa meningkat menjadi sekitar 2,5 juta jiwa pada tahun 2020. Ini berarti ada penambahan penduduk sekitar 240.000 jiwa yang akan menggunakan energi listrik.

A. *Proyeksi Pertumbuhan Jumlah Pelanggan*

Untuk mencari proyeksi pertumbuhan pelanggan, kita harus mengetahui terlebih dahulu faktor-faktor yang mempengaruhi perhitungan jumlah pelanggan. Faktor-faktor itu antara lain, pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi suatu daerah yaitu PDRB (*Produk Domestik Regional Bruto*), Rasio Elektrifikasi dan Faktor Kapasitas Pelanggan (CF).

TABEL XI. FAKTOR KAPASITAS PELANGGAN (CF) SULUT TAHUN 2009-2020

No	Komponen	Tahun											
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Pertumbuhan Pelanggan Industri (%)	-0,53	-1,33	-0,81	3,26	0,79	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
2	Pertumbuhan PDRB Pelanggan Industri (%)	7,02	9,81	5,99	5,14	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99	6,99
3	CF Pelanggan Industri	-0,08	-0,14	-0,14	0,63	0,11	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
4	Pertumbuhan Pelanggan Bisnis (%)	3,50	4,47	4,94	2,64	14,32	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86
5	Pertumbuhan PDRB Pelanggan Bisnis (%)	7,57	8,38	8,67	10,22	8,71	8,71	8,71	8,71	8,71	8,71	8,71	8,71
6	CF Pelanggan Bisnis	0,46	0,53	0,50	0,29	1,64	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
7	Pertumbuhan Pelanggan Sosial (%)	3,11	4,57	5,27	4,88	4,68	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
8	Pertumbuhan PDRB Pelanggan Sosial (%)	16,89	8,96	6,41	6,53	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69	9,69
9	CF Pelanggan Sosial	0,18	0,51	0,82	0,75	0,48	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
10	Pertumbuhan Pelanggan Publik (%)	1,85	10,17	10,52	7,79	11,68	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40
11	Pertumbuhan PDRB Pelanggan Publik (%)	23,34	12,59	16,14	19,86	17,98	17,98	17,98	17,98	17,98	17,98	17,98	17,98
12	CF Pelanggan Publik	0,08	0,81	0,63	0,39	0,65	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47

TABEL XII. HASIL PROYEKSI PERTUMBUHAN PELANGGAN SULUT TAHUN 2014-2020

No	Komponen	Tahun						
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Jumlah Pelanggan Rumah Tangga	427.106	441.680	456.751	472.336	488.454	505.121	524.905
2	Jumlah Pelanggan Industri	384	385	386	387	388	389	390
3	Jumlah Pelanggan Bisnis	17.827	18.871	19.976	21.145	22.384	23.694	25.082
4	Jumlah Pelanggan Sosial	12.012	12.553	13.118	13.709	14.326	14.971	15.645
5	Jumlah Pelanggan Publik	3.235	3.506	3.801	4.120	4.466	4.842	5.248
6	Total Pelanggan	460.563	476.995	494.032	511.698	530.018	549.017	571.271

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

PDRB (*Produk Domestik Regional Bruto*) dapat mempengaruhi pertumbuhan konsumsi energi suatu daerah. Hal ini dapat dilihat pada perhitungan tabel IX.

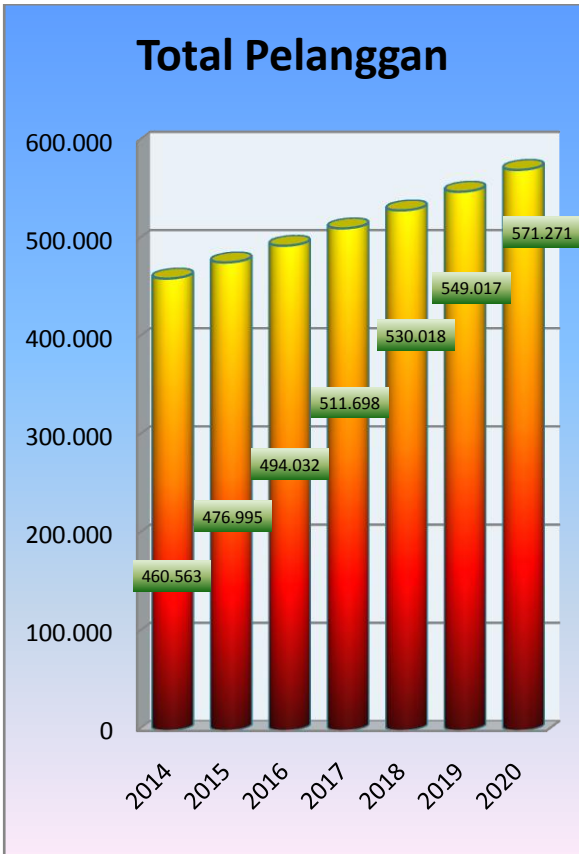
Rasio Elektrifikasi

Rasio elektrifikasi yang dimaksudkan disini sudah dihitung oleh PT.PLN Sulut. Dapat dilihat pada tabel X rasio elektrifikasi Sulut.

Faktor Kapasitas Pelanggan (CF)

Sebagai salah satu komponen dalam perhitungan pertumbuhan jumlah pelanggan maka faktor kapasitas dapat dicari berdasarkan rumus (12). Maka hasilnya dapat dilihat pada tabel XI.

Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa, untuk mengetahui perkembangan jumlah konsumsi energi listrik, maka kita harus mengetahui berapa banyak pelanggan pada masa yang akan datang sehingga dapat dihitung berapa banyak daya yang harus disediakan oleh pembangkit untuk memenuhi kebutuhan konsumen listrik. Dari tabel XII kemudian dituangkan kedalam gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pertumbuhan Jumlah Pelanggan Total 2014–2020

Grafik pertumbuhan pelanggan listrik sulut untuk tahun 2014 – 2020 yang ditunjukkan oleh gambar 3, memperlihatkan jumlah total pelanggan pada tahun 2014 sebanyak 460.563 pelanggan yang kemudian terus berkembang tiap tahunnya sehingga pada tahun 2020 menyentuh 571.271 total pelanggan. Dengan kata lain terdapat penambahan pelanggan dari tahun 2014 – 2020 berjumlah 110.708 pelanggan dari berbagai sektor yang telah dibahas sebelumnya.

B. Proyeksi Pertumbuhan Konsumsi Energi Listrik

Proyeksi pertumbuhan konsumsi energi listrik ini dihitung menurut golongan pelanggan listrik. Tabel XIII menunjukkan hasil dari proyeksi pertumbuhan konsumsi energi listrik Sulut.

Proyeksi Pertumbuhan Konsumsi Energi Listrik Pelanggan Rumah Tangga

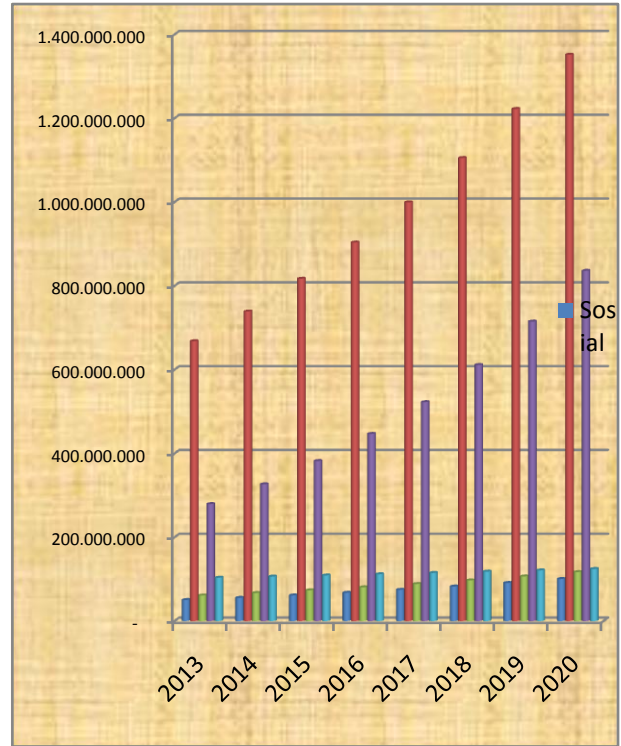
$$EC_{R(2014)} = \left(\left(1 + \left(\frac{7,5634508278153}{100} \right) \right) \times 668.172.829 \right) + 1,43416933961748$$

$$EC_{R(2014)} = (1,10592064125242 \times 668.172.829) + 20,2117879602882$$

$$EC_{R(2014)} = 738.946.123,515124 + 20,2117879602882$$

$$EC_{R(2014)} = 738.946.143,726912 \text{ kWh}$$

$$EC_{R(2014)} = 739 \text{ GWh}$$



Gambar 4. Grafik Proyeksi Pertumbuhan Konsumsi Energi Listrik Menurut Jenis Pelanggan Tahun 2013– 2020

Proyeksi Pertumbuhan Konsumsi Energi Listrik Pelanggan Industri

$$EC_{I(2014)} = \left(\left(1 + \left(0,381562556938571 \times 6,98797596531115100 \times 103.501.151 \right) \right) \right)$$

$$EC_{I(2014)} = (1 + 0,026663499771494) \times 103.501.151$$

$$EC_{I(2014)} = 106.260.853,916038 \text{ kWh}$$

$$EC_{I(2014)} = 106,3 \text{ [GWh]}$$

Proyeksi Pertumbuhan Konsumsi Energi Listrik Pelanggan Bisnis

$$EC_{B(2014)} = \left(\left(1 + \left(1,9466199544383 \times 8,70932861160285100 \times 279.370.583 \right) \right) \right)$$

$$EC_{B(2014)} = (1 + 0,169537528651065) \times 279.370.583$$

$$EC_{B(2014)} = 326.734.381,219627 \text{ [kWh]}$$

$$EC_{B(2014)} = 326,7 \text{ [GWh]}$$

Proyeksi Pertumbuhan Konsumsi Energi Listrik Pelanggan Sosial

$$EC_{S(2014)} = \left(\left(1 + \left(1,06968207677847 \times 9,69462683137868100 \times 50.376.661 \right) \right) \right)$$

$$EC_{S(2014)} = (1 + 0,103701685625814) \times 50.376.661$$

$$EC_{S(2014)} = 55.600.805,6619002 \text{ kWh}$$

$$EC_{S(2014)} = 50,4 \text{ [GWh]}$$

TABEL XIII. HASIL PERHITUNGAN PROYEKSI PERTUMBUHAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK SULUT (KWH) TAHUN 2013-2020

No	Jenis Pelanggan Listrik	Tahun							
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Sosial	50.376.661	55.600.806	61.266.703	67.730.533	74.734.204	82.506.451	91.062.309	100.505.845
2	Rumah Tangga	668.172.829	738.946.144	817.215.815	903.775.861	999.504.465	1.105.372.579	1.222.454.301	1.351.937.568
3	Publik	61.113.922	67.057.723	73.579.065	80.735.794	88.507.970	97.203.834	106.657.658	117.030.940
4	Bisnis	279.370.583	326.734.381	382.128.121	446.913.176	522.681.734	611.295.903	714.933.500	836.141.558
5	Industri	105.301.151	106.261.854	109.094.140	112.002.972	114.989.367	118.055.382	121.205.151	124.454.852
6	Total	1.162.535.146	1.294.599.908	1.443.384.384	1.611.538.335	1.800.517.775	2.014.434.150	2.256.311.200	2.530.690.763

Proyeksi Pertumbuhan Konsumsi Energi Listrik Pelanggan Publik

$$EC_{P(2014)} = \left(\left(1 + (0,540863366978628 \times 17,9819403048327100 \times 61.113.922 \right) \right)$$

$$EC_{P(2014)} = (1 + 0,0972577277808051) \times 61.113.922$$

$$EC_{P(2014)} = 67.057.723,1894934 \text{ kWh}$$

$$EC_{P(2014)} = 67,1 \text{ GWh}$$

Kemampuan Sistem Sulbagut pada tahun 2012 adalah sekitar 267,02 MW, meliputi daya mampu pembangkit di Sulawesi Utara sebesar 163,8 MW, Gorontalo sebesar 18,98 MW dan di Sulawesi Tengah sebesar 84,23 MW. Sedangkan konsumsi energi untuk Sulut sebesar 1.059 GW dimana beban puncaknya sudah mencapai 262,5 MW. Untuk kapasitas terpasangnya sendiri yaitu sebesar 220,6 MW. Dengan demikian, Sistem Pembangkitan Energi listrik di Sulut sudah mengalami devisa sebesar 98,7 MW. Dengan kondisi seperti ini, bisa diperkirakan untuk 2 sampai 3 tahun mendatang pihak perusahaan energi listrik tidak akan mampu lagi memenuhi kebutuhan konsumen listrik yang semakin meningkat. Berdasarkan hasil proyeksi pertumbuhan konsumsi energi listrik yang telah dilakukan, pada tahun 2020 konsumsi energi listrik sudah mencapai 2.530 GW dengan beban puncaknya mencapai 618 MW. Dengan melihat keterbatasan uap panas bumi PLTP Lahendong dan variasi musim sehingga kemampuan PLTA menurun serta kondisi sistem yang kurang memungkinkan karena disebabkan oleh beberapa pembangkit yang bermasalah, maka langkah awal yang dapat dilakukan oleh perusahaan penyedia energi listrik adalah memperbaiki dan mengoptimalkan sistem secepatnya. Kemudian Langkah kedua yaitu membangun pembangkit listrik yang baru demi memenuhi kebutuhan energi listrik sampai pada tahun 2020 nanti.

Dalam rangka memenuhi kebutuhan energi listrik sampai tahun 2020, maka bisa diperkirakan kapasitas pembangkit dengan daya mampu yang harus dibangun yaitu sebesar 772,5 MW. Dengan melihat konsumsi energi yang mencapai 2.530 GW dan beban puncaknya sebesar 618 MW, maka terdapat cadangan

TABEL XIV. RENCANA PENGEMBANGAN PEMBANGKIT SULAWESI UTARA (SULUT) SAMPAI TAHUN 2020

No	Proyek	Jenis Pembangkit	Kapasitas (MW)	Waktu Pelaksanaan	Waktu Operasi
1	Sulut 1	PLTU	2x25	2014/2015	2015/2016
2	Minahasa Peaker	PLTG/MG	150	2014	2015
3	Kotamobagu 1&2	PLTP	2x20	2014/2015	2015/2016
4	Kotamobagu 3&4	PLTP	2x20	2015/2016	2016/2017
5	Lahendong 5&6	PLTP	2x20	2016	2017
6	Sulut 2	PLTU	2x100	2018	2019
7	Sulut 3	PLTU	2x50	2019	2020

energi sebesar 154,5 MW (20%). Ini menunjukkan cadangan energi yang tersedia sampai tahun 2020 telah mencapai standar yang telah ditetapkan untuk sebuah sistem tenaga listrik. Berikut merupakan skenario tahap pembangunan pembangkit agar dapat memenuhi kebutuhan energi sampai tahun 2020 dapat dilihat pada tabel XIV.

V. KESIMPULAN

Setelah menghitung proyeksi pertumbuhan beban puncak, terjadi penambahan puncak beban setiap tahunnya dimana kurva beban tahunan Sulut (Sulawesi Utara) terus naik. Beban puncak Sulut sering terjadi antara pukul 18.00 sampai 20.00. Jumlah pelanggan energi listrik untuk Sulawesi Utara dari tahun 2014 hingga tahun 2020 mengalami peningkatan dari 460.563 menjadi 571.270 pelanggan dengan bertumbuhan rata-rata pertahunnya sebesar 3,64 % per tahun. Besar konsumsi energi listrik pada tahun 2014 sebesar 1.295 GW dengan beban puncak sebesar 345 MW. Sedangkan total konsumsi energi listrik pada tahun 2020 mencapai 2.530 GW dengan beban puncaknya mencapai 618 MW. Pertumbuhan rata-rata konsumsi energi listrik selama periode tersebut sebesar 16,95 % per tahun. Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi pertumbuhan konsumsi energi listrik pelanggan dengan konsumsi energi listrik terbanyak adalah pelanggan rumah tangga. Sedangkan pelanggan dengan konsumsi energi listrik terendah adalah pelanggan sosial. Berdasarkan hasil proyeksi kebutuhan energi listrik Sulut (Sulawesi Utara) sampai 2020, maka harus direncanakan penambahan kapasitas pembangkit yang dilakukan secara bertahap dari tahun 2014 sampai tahun 2020, dengan rencana penambahan kapasitas pembangkit sebesar 560 MW.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C.P. Putra. *Analisa Pertumbuhan Beban Terhadap Ketersediaan Energi Listrik di Sistem Kelistrikan Sulawesi Selatan*. Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2013.
- [2] Data Statistik PT.PLN (PERSERO) Wilayah SULUTTENGGO
- [3] Data Statistik PT.PLN (PERSERO) Wilayah SULUTTENGGO AP2B (Area Penyaluran dan Pengatur Beban) Sistem Minahasa
- [4] Data PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) tersedia di: <http://sulut.bps.go.id/index.php?hal=tabel&id=61>
- [5] E.H.Tampubolon, *Kajian Perencanaan Energi Listrik di Wilayah Kabupaten Sorong Menggunakan Perangkat Lunak Leap*. Skripsi Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2013.
- [6] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. *Master Plan Pembangunan Ketenagalistrikan 2010 s.d. 2014*, Jakarta, 2009.
- [7] M.Djiteng Ir, *Pembangkitan Energi Listrik*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 2005.
- [8] M.Djiteng, *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta, 2006.
- [9] M.Kadaffi. *Karakteristik Beban Tenaga Listrik*. Pusat Pengembangan Bahan Ajar Unversitas Mercu Buana.
- [10] M.Paraisu, D.Kassa. *Strategi Pengoperasian Sistem Tenaga Listrik dan Gardu Induk Tomohon pada PT. PLN (Persero) Wilayah Suluttenggo Area Penyaluran dan Pengaturan Beban (AP2B) Sistem Minahasa*. Laporan Kerja Praktek (KP) Program S1 Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2012.
- [11] Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT. PLN (Persero) Narasi Wilayah Suluttenggo tahun 2011 – 2020.
- [12] Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT. PLN (Persero) 2012– 2021.
- [13] Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT. PLN (Persero) 2013-2022.
- [14] Savitridina Rini, MA; Taufiq, MSi; Iriantono Tono, SSi. *Proyeksi Penduduk Indonesia Per Propinsi 2005 – 2015*, Jakarta, 2007.
- [15] Sekertariat Perusahaan PT.PLN (PERSERO) , Statistik PLN 2009, Jakarta, 2010.
- [16] Sekertariat Perusahaan PT.PLN (PERSERO) , Statistik PLN 2010, Jakarta, 2011.
- [17] Sekertariat Perusahaan PT.PLN (PERSERO) , Statistik PLN 2011, Jakarta, 2012.
- [18] Sekertariat Perusahaan PT.PLN (PERSERO) , Statistik PLN 2012, Jakarta, 2013.