

MAKALAH SEMINAR TUGAS AKHIR

PRAKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK TAHUN 2006 – 2015 PADA PT. PLN (PERSERO) UNIT PELAYANAN JARINGAN (UPJ) DI WILAYAH KOTA SEMARANG DENGAN METODE GABUNGAN

Kurniawan Fitrianto*, Agung Nugroho**, Bambang Winardi**

Abstrak - Pembangunan pusat-pusat tenaga listrik serta jaringan transmisi dan distribusinya meminta investasi yang besar dan waktu yang lama dibandingkan dengan pembangunan industri lainnya. Di pihak lain perlu diusahakan agar dapat memenuhi kebutuhan energi listrik tepat pada waktunya, dengan kata lain pembangunan bidang kelistrikan harus dapat mengimbangi kebutuhan energi listrik yang terus-menerus naik tahunnya. Karenanya untuk membangkitkan dan menyalurkan energi listrik secara ekonomis maka harus dibuat prakiraan jauh sebelum kebutuhan energi listrik itu sendiri terjadi.

Prakiraan kebutuhan energi listrik pada P.T. PLN (Persero) Unit Pelayanan Jaringan (UPJ) di Wilayah Kota Semarang ini menggunakan metode gabungan yaitu suatu metode yang disusun dengan menggabungkan beberapa model seperti ekonometri, kecenderungan, dan analitis dengan pendekatan sektoral yaitu suatu pendekatan dengan mengelompokkan pelanggan menjadi 4 sektor (rumah tangga, bisnis, umum, dan industri). Prakiraan ini didasarkan pada pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk, dan pertumbuhan rumah tangga daerah setempat. Data-data yang digunakan adalah pertumbuhan selama lima tahun sebelumnya. Hasilnya adalah berupa prakiraan konsumsi energi (MWh), daya tersambung (KVA), jumlah pelanggan, kebutuhan energi total yang harus diproduksi (MWh), dan beban puncak (MW).

Kata kunci: Prakiraan, Kebutuhan Energi Listrik, Metode Gabungan, UPJ, Kota Semarang

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketergantungan dalam pemakaian tenaga/daya (Watt) listrik pada saat ini sangat tinggi, tidak hanya untuk kebutuhan penerangan, tetapi juga untuk mendukung kegiatan ekonomi. Kecenderungan pada saat ini, peningkatan kebutuhan energi listrik (Watt-jam = Wh) tidak seiring dengan peningkatan penyediaan energi listrik, dimana kapasitas daya terpasang masih tetap, sementara kebutuhan masyarakat terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kegiatan pendukungnya. Akibat yang ditimbulkan adalah seringnya terjadi pemadaman aliran listrik, khususnya pada jam-jam beban puncak, yaitu akibat beban pemakaian melebihi daya yang tersedia. Kondisi ini mengharuskan dilakukannya pengembangan penyediaan tenaga listrik pada tahun-tahun mendatang yang meliputi pengembangan pembangkit, sistem kontrol dan proteksi, serta sistem transmisi dan distribusi ke konsumen.

Pembangunan pusat-pusat tenaga listrik serta jaringan transmisi dan distribusinya meminta investasi yang besar dan waktu yang lama dibandingkan dengan pembangunan industri lainnya. Di pihak lain perlu diusahakan agar dapat memenuhi kebutuhan tenaga listrik tepat pada waktunya, dengan kata lain pembangunan bidang kelistrikan harus dapat mengimbangi kebutuhan tenaga listrik yang terus-menerus naik setiap tahunnya. Karenanya untuk membangkitkan dan menyalurkan tenaga listrik secara ekonomis maka harus dibuat perencanaan/prakiraan jauh sebelum kebutuhan tenaga listrik itu sendiri terjadi. Untuk itu prakiraan kebutuhan energi listrik perlu diadakan sebagai salah satu pedoman perencanaan pengembangan industri listrik.

1.2 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui gambaran pemakaian energi listrik pada tiap UPJ di Kota Semarang kemudian menghitung dan menganalisa prakiraan kebutuhan energi listrik per tahun unjuk jangka waktu 10 tahun ke depan mulai dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2015.

1.3 Pembatasan Masalah

Penulisan Tugas Akhir ini akan dibatasi pada masalah-masalah sebagai berikut :

- Sudut pandang dalam TA ini adalah dari sisi wilayah kerja 4 (empat) UPJ yang berada di wilayah Kota Semarang bukan dari wilayah kerja Pemerintah Kota Semarang.
- Tugas Akhir ini tidak membahas rencana pengembangan Gardu Induk maupun jaringan distribusi.
- Beberapa asumsi yang digunakan untuk menentukan prakiraan kebutuhan tenaga listrik adalah dalam hal :
 - Pertumbuhan penduduk dan kepala keluarga dianggap konstan menggunakan rata-rata pertumbuhan lima tahun sebelumnya,
 - Pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDRB) dianggap konstan menggunakan pertumbuhan pada tahun terakhir, dan
 - Elastisitas yang dianggap konstan.
- Prakiraan tidak memperhitungkan rencana pengembangan kawasan dan kebijakan politik pemerintah yang mempengaruhi kebutuhan tenaga listrik.
- Pertumbuhan kebutuhan energi dianggap normal, artinya mengabaikan kemungkinan terjadinya inflasi, melonjaknya harga BBM, bencana alam dan konflik/perang dalam sistem kemasyarakatan selama jangka waktu prakiraan yang dapat mempengaruhi konsumsi energi listrik.

* Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP

** Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Suatu sistem tenaga listrik dapat dibagi dalam tiga komponen utama atau tiga fungsi yaitu : sistem pembangkitan, sistem transmisi (penyaluran), dan sistem distribusi. Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berada paling dekat dengan sisi beban/pelanggan. Dimana sistem distribusi bertugas menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari pusat suplai yang dalam hal ini dapat berupa gardu induk atau pusat pembangkit ke pusat-pusat/kelompok beban (gardu distribusi) dan pelanggan melalui jaringan primer dan jaringan sekunder.

2.1.1 Beban Dalam Sistem Tenaga Listrik

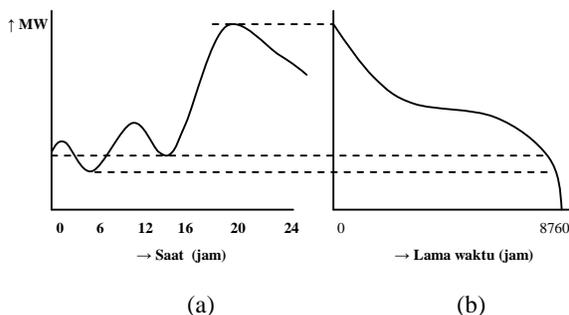
Tenaga listrik yang didistribusikan ke pelanggan (konsumen) digunakan sebagai sumber daya untuk bermacam-macam peralatan yang membutuhkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Peralatan tersebut umumnya bisa berupa lampu (penerangan), beban daya (untuk motor listrik), pemanas, dan sumber daya peralatan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

Sedangkan tipe-tipe beban menurut konsumen pemakainya pada umumnya dapat dikelompokkan dalam kategori berikut :

- 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.
- Umum/publik, terdiri dari pemakai selain ketiga golongan di atas misalnya gedung pemerintah, penerangan jalan umum, dan pemakai kepentingan sosial.
- Industri, terdiri dari industri kecil/rumah tangga hingga industri besar. Umumnya bebannya berupa beban untuk motor listrik.

2.1.2 Karakteristik Beban

Karakteristik perubahan besarnya daya yang diterima oleh beban sistem tenaga setiap saat dalam suatu interval tertentu dikenal sebagai kurva beban harian. Penggambaran kurva ini dilakukan dengan mencatat besarnya beban setiap jam melalui peralatan Mega Wattmeter yang terdapat di Gardu Induk.



Gambar 2-1

- (a) Kurva beban harian, beban sebagai fungsi saat dalam sehari
(b) Kurva Lama Beban, lamanya beban setiap nilai beban berlangsung dalam waktu 1 tahun

Faktor-faktor yang menentukan karakteristik beban antara lain sebagai berikut :

- Faktor kebutuhan
Faktor kebutuhan adalah perbandingan antara kebutuhan maksimum dalam sebuah sistem dengan total beban yang terpasang atau terhubung pada sistem tersebut. Faktor kebutuhan tergantung pada jenis dan kegiatan dari konsumen, berapa besarnya tergantung lokasi dan sistem tenaga.
- Faktor beban
Faktor beban adalah perbandingan rata-rata beban pada periode waktu tertentu yang direncanakan terhadap beban puncak yang terjadi pada periode tersebut. Faktor beban hanya mengukur variasi dan tidak menyatakan penunjukan yang tepat dari kurva durasi beban.
- Faktor penggunaan
Faktor penggunaan adalah perbandingan anatar beban maksimum (puncak) terhadap kapasitas terpasang.

2.2 Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik

2.2.1 Pengertian

Prakiraan atau *forecast* pada dasarnya merupakan dugaan atau prakiraan mengenai terjadinya suatu kejadian atau peristiwa di waktu yang akan datang. Prakiraan bisa bersifat kualitatif (tidak berbentuk angka) maupun kuantitatif (berbentuk angka). Prakiraan kualitatif sulit dilakukan untuk memperoleh hasil yang baik karena variabelnya sangat relatif sifatnya. Prakiraan kuantitatif dibagi dua yaitu : prakiraan tunggal (point forecast) dan prakiraan selang (interval forecast). Prakiraan tunggal terdiri dari satu nilai, sedangkan prakiraan selang terdiri dari beberapa nilai, berupa suatu selang (interval) yang dibatasi oleh nilai batas bawah (prakiraan batas bawah) dan batas atas (prakiraan tinggi). Kelemahan dari prakiraan tunggal ialah bahwa nilai yang diperoleh berupa gambaran berapa jauh jarak atau selisih nilai prakiraan dengan nilai sebenarnya. Prakiraan selang dimaksudkan untuk memperkecil kesalahan hasil prakiraan dengan kenyataan.

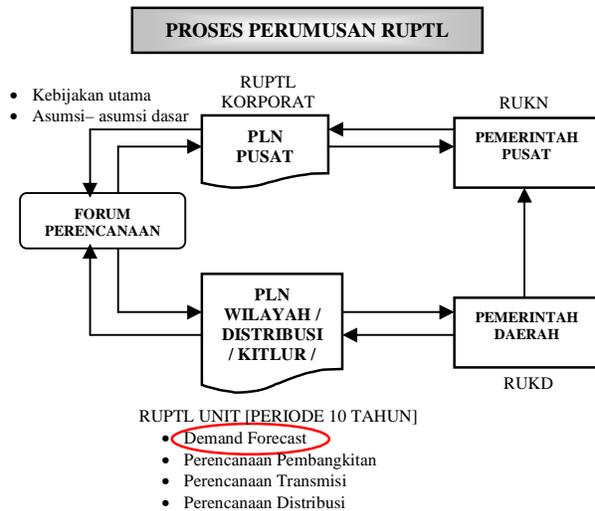
2.2.2 Peranan Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik

Prakiraan kebutuhan energi listrik (demand forecast) merupakan langkah awal dari Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL). RUPTL disusun oleh PT. PLN (Persero) Pusat. Prakiraan kebutuhan energi listrik (demand forecast) pada unit bisnis PLN di setiap wilayah memiliki peranan yang sangat penting dalam penyusunan RUPTL. Hal itu dapat terlihat secara jelas dalam proses perumusan RUPTL yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

- top-down : penentuan kebijakan umum dan asumsi-asumsi dasar,
- bottom-up : demand forecast, rencana pembangkitan, rencana transmisi-GI, rencana distribusi, dan rencana daerah yang terisolasi,
- penyusunan disesuaikan dengan kewenangan masing-masing UB PLN,
- koordinasi atau forum perencanaan unit terkait sekurang-kurangnya 2 (dua) kali dalam setahun,
- penggabungan oleh PLN Pusat,
- persetujuan dilakukan oleh PLN pusat,

- pengesahan dilakukan oleh menteri ESDM, dan
- RUPTL menjadi acuan pembuatan RKAP.

Skema proses perumusan RUPTL dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2-2 Skema Proses Perumusan RUPTL

2.2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi

Dalam membuat ramalan kebutuhan tenaga listrik kita tidak dapat mengabaikan faktor-faktor di luar bidang kelistrikan yang berpengaruh seperti, perkembangan penduduk, pertumbuhan ekonomi, rencana pengembangan daerah, pertumbuhan industri dan juga beberapa kebijaksanaan pemerintah baik dari pusat maupun daerah. Bila faktor-faktor tersebut dapat diperhitungkan seluruhnya maka diharapkan hasil prakiraan akan mendekati kebenaran. Namun tidak semua faktor tersebut dibahas secara mendalam dan digunakan sebagai variabel perhitungan prakiraan.

2.2.4 Jangka Waktu Prakiraan

Prakiraan kebutuhan energi listrik dapat dikelompokkan menurut jangka waktunya menjadi tiga kelompok, yaitu :

a. Prakiraan jangka panjang

Prakiraan jangka panjang adalah prakiraan untuk jangka waktu diatas satu tahun. Dalam prakiraan jangka panjang masalah-masalah makro ekonomi yang merupakan masalah ekstern perusahaan listrik merupakan faktor utama yang menentukan arah prakiraan kebutuhan energi. Faktor makro tersebut diatas misalnya adalah Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB).

b. Prakiraan jangka menengah

Prakiraan jangka menengah adalah prakiraan untuk jangka waktu dari satu bulan sampai dengan satu tahun. Dalam prakiraan beban jangka menengah faktor-faktor manajerial perusahaan merupakan faktor utama yang menentukan. Masalah-masalah manajerial misalnya kemampuan teknis memperluas jaringan distribusi, kemampuan teknis menyelesaikan proyek pembangkit listrik baru serta juga kemampuan teknis menyelesaikan proyek saluran transmisi.

c. Prakiraan jangka pendek

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

2.2.5 Metode Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik

Secara umum terdapat empat kelompok besar metode prakiraan yang biasa digunakan oleh banyak perusahaan kelistrikan yaitu sebagai berikut:

a. Metode Analitis (End Use)

Metode yang dibangun berdasarkan data dan analisa penggunaan akhir pada setiap sektor pemakai energi listrik. Prinsip dasar metode analitis adalah perhitungan secara rinci pemakaian tenaga listrik oleh setiap pelanggan, untuk itu perhitungan penjualan tenaga listrik dengan metode ini harus dapat memperkirakan jenis dan jumlah peralatan listrik yang digunakan serta konsumsi spesifiknya setiap macam peralatan sehingga metode ini disebut pula *end use*. Keuntungan metode ini ialah hasil prakiraan merupakan simulasi dari penggunaan tenaga listrik di masyarakat dengan lebih terinci serta dapat mensimulasikan perubahan teknologi, dan kebiasaan pemakai. Kelemahannya adalah dalam hal penyediaan data yang banyak dan kadang-kadang tidak tersedia (sulit diperoleh) di pusat data.

b. Metode Ekonometri

Metode yang disusun berdasarkan kaidah ekonomi dan statistik yang menunjukkan bahwa energi listrik mempunyai peranan dalam mendorong kegiatan perekonomian. Sebagai contoh, dalam penggunaannya untuk memprakirakan pemakaian tenaga listrik, misal ada teori ekonomi dan hipotesis yang menyatakan bahwa :

- dengan adanya penerangan listrik memungkinkan manusia belajar di malam hari sehingga berpengaruh terhadap produktivitas bangsa yang pada akhirnya akan mempengaruhi keadaan perekonomian,
- besarnya konsumsi listrik suatu keluarga akan dipengaruhi oleh pendapatannya,
- RT tersebut akan mengurangi konsumsi listriknya apabila tagihan rekening listriknya dirasakan mengakibatkan pengeluaran sektor lain yang terganggu, dan
- pengurangan konsumsi listrik sebagai akibat penggunaan bentuk teknologi baru yang lebih murah dan efisien.

Dari hal-hal tersebut di atas kiranya dapat diambil kesimpulan bahwa ada suatu korelasi antara konsumsi energi listrik dan keadaan perekonomian masyarakat. Dengan memperhatikan tersedianya data yang mendukung, dapat disusun suatu model hubungan matematis yang menggambarkan asumsi di atas dengan metode ekonometri. Setelah hubungan matematis dari model ditentukan, hubungan ini diukur dan diuji dengan teknik analisa regresi. Hasil estimasi yang diperoleh dari hasil analisa regresi ini yang akan digunakan dalam prakiraan.

c. Metode Kecenderungan (Black Box)

Metode ini disebut juga metode trend yaitu metode yang dibuat berdasarkan kecenderungan hubungan data

masa lalu tanpa memperhatikan penyebab atau hal-hal yang mempengaruhinya (pengaruh ekonomi, iklim, teknologi, dan lain-lain). Dari data masa lalu tersebut diformulasikan sebagai fungsi dari waktu dengan persamaan matematik oleh karena itu metode ini disebut pula *time series*. Metode ini biasanya digunakan untuk prakiraan jangka pendek.

d. Metode Gabungan

Dari ketiga macam metode yaitu, analitis, ekonometri, dan kecenderungan dimana masing-masing mempunyai keuntungan dan kerugian sendiri – sendiri. Dengan memperhatikan keunggulan dan kekurangan dari beberapa metode tersebut banyak perusahaan listrik mulai menggunakan suatu metode yang merupakan gabungan dari beberapa metode. Sehingga akan didapat suatu metode yang tanggap terhadap pengaruh aktivitas ekonomi, harga listrik, pergeseran pola penggunaan, kemajuan teknologi, kebijaksanaan pemerintah, dan sosio geografi.

Pemilihan metode yang harus digunakan / dipilih sangat tergantung dari beberapa hal antara lain :

- tujuan prakiraan,
- subyektifitas yang membuat prakiraan,
- kemudahan metodenya serta kemudahan memperoleh data pendukungnya.

Pada setiap periode tertentu prakiraan kebutuhan tenaga listrik harus dikoreksi kembali dan disesuaikan dengan kondisi pertumbuhan keadaan yang sebenarnya.

2.2.6 Model Pendekatan Untuk Prakiraan

Model yang digunakan dalam membuat prakiraan harus dapat menggambarkan kaitan antara kebutuhan tenaga listrik dengan variabel lain yang ada dalam masyarakat seperti Produk Domestik Regional Bruto.

Untuk merumuskan kaitan tersebut dibuat model pendekatan untuk memudahkan pembuatan prakiraan. Model pendekatan yang dapat digunakan antara lain :

- *Pendekatan sektoral*
adalah untuk menyusun prakiraan tingkat wilayah dan cabang, dengan hasil proyeksi penjualan listrik untuk setiap sektor rumah tangga, bisnis, umum, dan industri.
- *Pendekatan lokasi*
adalah untuk menyusun prakiraan pada daerah tersebar (*isolated system*), dimana daerah ini tidak terhubung dengan sistem interkoneksi, dengan hasil proyeksi penjualan tenaga listrik untuk setiap sektor rumah tangga, bisnis, umum, dan industri.

2.3. Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Dengan Model DKL 3.01

Dalam menyusun prakiraan kebutuhan tenaga listrik ini menggunakan model *DKL 3.01* yaitu suatu model yang disusun dengan menggabungkan beberapa metode seperti ekonometri, kecenderungan, dan analitis dengan pendekatan sektoral. Pendekatan sektoral yaitu suatu pendekatan dengan mengelompokkan pelanggan menjadi 4 sektor (rumah tangga, bisnis, umum, dan industri). Data kelistrikan yang digunakan merupakan data pemakaian energi listrik selama 5 tahun terakhir yang dilihat dari sisi konsumen PLN.

Pada model ini pendekatan yang digunakan dalam menghitung kebutuhan tenaga listrik adalah dengan mengelompokkan pelanggan menjadi empat sektor yaitu :

- *sektor rumah tangga*, terdiri dari pemakai rumah tangga dan pemakai kecil (golongan tarif R1, R2, dan R3)
- *sektor bisnis*, terdiri dari pemakai bisnis (golongan tarif B1, B2, dan B3)
- *sektor umum*, terdiri dari pemakai gedung/kantor pemerintah, lampu penerangan jalan umum, dan sosial. (golongan tarif S1, S2, P1, P2, dan P3)
- *sektor industri*, terdiri dari pemakai industri dan hotel (golongan tarif I1, I2, I3, dan I4)

2.3.1 Parameter-Parameter Yang Diprakirakan

Dalam penyusunan prakiraan kebutuhan energi listrik ini, parameter-parameter yang diprakirakan adalah sebagai berikut :

- a. Prakiraan jumlah penduduk dan jumlah rumah tangga,
- b. Prakiraan jumlah pelanggan rumah tangga, komersial, publik, dan industri,
- c. Prakiraan daya tersambung untuk pelanggan rumah tangga, komersial, publik, dan industri,
- d. Prakiraan konsumsi energi untuk pelanggan rumah tangga, komersial, publik, dan industri.
- e. Prakiraan kebutuhan energi total yang harus diproduksi dan beban puncak.

2.3.2 Tahapan Prakiraan

Tahapan prakiraan kebutuhan energi listrik dengan metode gabungan adalah sebagai berikut:

2.3.2.1 Sektor Rumah Tangga

a. Jumlah Penduduk

Secara matematis untuk menentukan prakiraan jumlah penduduk total adalah sebagai berikut :

$$P_t = P_{t-1} * (1 + i)^t \dots\dots\dots (2-1)$$

- Dengan :
- P_t : jumlah penduduk tahun ke t
 - P_{t-1} : jumlah penduduk tahun ke t-1
 - i : pertumbuhan penduduk dalam %
 - t : waktu dalam tahun

b. Jumlah Rumah Tangga

Secara matematis untuk menentukan prakiraan jumlah rumah tangga adalah sebagai berikut :

$$H_t = P_t / Q_t \dots\dots\dots (2-2)$$

- Dengan :
- H_t : jumlah rumah tangga pada tahun ke t
 - P_t : jumlah penduduk pada tahun ke t-1
 - Q_t : jumlah penghuni rumah tangga pada tahun ke t

c. Pelanggan Rumah Tangga

Dari rasio elektrifikasi yang telah diperkirakan/ditargetkan serta dari jumlah rumah tangga yang telah dibuat prakiraannya, jumlah pelanggan rumah tangga dapat ditentukan.

Secara matematis untuk menentukan prakiraan jumlah pelanggan rumah tangga adalah sebagai berikut :

$$Pel.R_t = H_t * RE_t \dots\dots\dots (2-3)$$

Dengan :

- Pel.R_t : pelanggan rumah tangga pada tahun ke t
- H_t : jumlah rumah tangga pada tahun ke t
- RE_t : Rasio Elektrifikasi pada tahun ke t

d. Daya Tersambung Rumah Tangga

Secara matematis daya yang tersambung pada rumah tangga dinyatakan :

$$VAR_t = VAR_{t-1} + \Delta Pel.R_t * VR \dots\dots\dots (2-4)$$

Dengan :

- VAR_t : daya tersambung rumah tangga tahun ke t
- VR : daya tersambung/pelanggan rumah tangga baru
- Δ Pel.R_t : penambahan pelanggan rumah tangga tahun ke t

e. Konsumsi Energi Rumah Tangga

Secara matematis prakiraan energi rumah tangga dinyatakan sebagai berikut :

$$UKR_t = \frac{\{UKR_{t-1} * (1 + \epsilon ER * G_t/1000)\} * Pel.R_t + (\Delta Pel.R_t * UR)}{Pel.R_t} \dots\dots (2-5)$$

dan

$$ER_t = Pel.R_t * UKR_t \dots\dots\dots (2-6)$$

Dengan :

- UKR_t : rata-rata konsumsi / pelanggan pada tahun ke t
- ER_t : konsumsi energi rumah tangga total tahun ke t
- εER : elastisitas energi rumah tangga
- G_t : pertumbuhan PDRB total tahun ke t
- UR : konsumsi rata-rata/pelanggan rumah tangga baru
- Δ Pel.R_t : penambahan pelanggan rumah tangga tahun ke t

2.3.2.2 Sektor Bisnis

a. Pelanggan Bisnis

Secara matematis untuk menentukan prakiraan jumlah pelanggan bisnis adalah sebagai berikut :

$$Pel.B_t = Pel.B_{t-1} * [1 + \{\epsilon Pel.B * (Pel.B_t / Pel.B_{t-1}) * 100\} / 100] \dots (2-7)$$

Dengan :

- Pel.B_t : pelanggan bisnis pada tahun ke t
- Pel.B_{t-1} : pelanggan bisnis pada tahun ke t-1
- εPel.B : elastisitas pelanggan bisnis

b. Daya Tersambung Bisnis

Prakiraan daya tersambung sektor bisnis ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$VAB_t = VAB_{t-1} + (\Delta Pel.B_t * VK) \dots\dots\dots (2-8)$$

Dengan :

- VAB_t : daya tersambung bisnis pada tahun ke t
- VAB_{t-1} : daya tersambung bisnis pada tahun ke t-1
- Δ Pel.B_t : penambahan pelanggan bisnis tahun ke t
- VB : daya tersambung rata-rata per pelanggan baru

c. Konsumsi Energi Bisnis

Prakiraan konsumsi energi sektor bisnis ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$EB_t = EB_{t-1} * (1 + \epsilon EB * GB_t / 100) \dots\dots (2-9)$$

Dengan :

- EB_t : konsumsi energi bisnis pada tahun ke t
- EB_{t-1} : konsumsi energi bisnis pada tahun t-1
- εEB : elastisitas energi bisnis
- GB_t : pertumbuhan PDRB sektor bisnis pada tahun ke t

2.3.2.3 Sektor Umum

a. Pelanggan Umum

Pertumbuhan jumlah pelanggan umum diasumsikan dipengaruhi oleh jumlah pelanggan rumah tangga yang ditunjukkan dengan elastisitas pelanggan umum atau rasio pertumbuhan pelanggan umum terhadap pertumbuhan pelanggan rumah tangga. Elastisitas pelanggan diperoleh dari analisa regresi.

Prakiraan pelanggan umum ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$Pel.U_t = Pel.U_{t-1} * [1 + \{\epsilon Pel.U * (Pel.U_t / Pel.U_{t-1}) * 100\} / 100] \dots (2-10)$$

- Pel.U_t : pelanggan umum pada tahun ke t
- Pel.U_{t-1} : pelanggan umum pada tahun ke t-1
- εPel.U : elastisitas pelanggan umum

b. Daya Tersambung Umum

Prakiraan daya tersambung sektor umum ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$VAU_t = VAU_{t-1} + (\Delta Pel.U_t * VU) \dots\dots\dots (2-11)$$

Dengan :

- VAU_t : daya tersambung umum pada tahun ke t
- VAU_{t-1} : daya tersambung umum pada tahun ke t-1
- Δ Pel.U_t : penambahan pelanggan umum pada tahun ke t
- VU : daya tersambung rata-rata per pelanggan baru

c. Konsumsi Energi Umum

Prakiraan konsumsi energi sektor publik ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$EU_t = EU_{t-1} * (1 + \epsilon EU * GU_t / 100) \dots\dots\dots (2-12)$$

Dengan :

- EU_t : konsumsi energi umum pada tahun ke t
- EU_{t-1} : konsumsi energi umum pada tahun t-1
- εEU : elastisitas energi umum
- GU_t : pertumbuhan PDRB sektor umum pada tahun ke t

2.3.2.4 Sektor Industri

a. Pelanggan Industri

Prakiraan pelanggan untuk sektor industri ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$Pel.I_t = Pel.I_{t-1} * (1 + \epsilon Pel.I * GI_t / 100) \dots\dots (2-13)$$

Dengan :

- Pel.I_t : pelanggan industri pada tahun ke t.
- Pel.I_{t-1} : pelanggan industri pada tahun ke t –1
- εPel.I : elastisitas pelanggan industri
- GI_t : pertumbuhan PDRB sektor industri tahun t

b. Daya Tersambung Industri

Prakiraan daya tersambung sektor industri ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$VAI_t = VAI_{t-1} + \Delta Pel.I_t * VI_t + VKB_t + VCTO_t \dots\dots (2-14)$$

Dengan :

- VAI_t : daya tersambung industri pada tahun ke t.
- VI_t : daya tersambung rata-rata per pelanggan baru industri pada tahun ke t
- Δ Pel.I_t : penambahan pelanggan industri pada tahun ke t
- VKB_t : daya tersambung konsumen besar baru tahun ke t
- VCTO_t : daya captive power yang diserap PLN pada tahun ke t

Dalam prakiraan ini untuk memudahkan perhitungan daya tersambung industri maka tidak diperhitungkan perbedaan pelanggan besar dan kecil. Selain itu daya captive power yang diserap PLN diasumsikan tidak ada, artinya bahwa pelanggan industri diasumsikan seluruhnya menggunakan daya dari PLN. Oleh karena itu parameter *VKB_t* dan *VCO_t* pada persamaan (2-14) dapat diabaikan.

c. Konsumsi Energi Industri

Prakiraan konsumsi energi sektor industri diperoleh dari penjumlahan energi terjual sektor industri dan energi *captive power*, yaitu energi listrik yang dibangkitkan sendiri dan tidak tersambung dengan jaringan distribusi PLN. Prakiraan tersebut ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$EI_t = EI_{t-1} * (1 + \epsilon EI * GI_t / 100) + ECTO_t \dots\dots (2-15)$$

Dengan :

- EI_t : konsumsi energi industri pada tahun ke t.
- EI_{t-1} : konsumsi energi industri pada tahun t –1
- εEI : elastisitas energi industri
- GI_t : pertumbuhan PDRB sektor Industri.tahun ke t
- ECTO_t : energi *Captive Power* yang diserap PLN pada tahun ke t.

Dalam prakiraan ini perhitungan konsumsi energi industri tidak memperhitungkan daya captive power yang diserap PLN karena diasumsikan tidak ada, artinya bahwa pelanggan industri diasumsikan tidak membangkitkan energi listrik sendiri sehingga seluruh konsumsi listriknya

dari PLN. Oleh karena itu parameter *ECTO_t* pada persamaan (2-15) dapat diabaikan.

2.3.2.5 Konsumsi Energi Listrik Total

Prakiraan total konsumsi energi diperoleh dengan menjumlahkan konsumsi energi sektor rumah tangga, bisnis , umum, dan sektor industri, dengan rumus sebagai berikut :

$$ET_t = ER_t + EB_t + EU_t + EI_t \dots\dots\dots (2-16)$$

Dengan :

- ET_t : Total konsumsi energi listrik pada tahun ke t.
- ER_t : Konsumsi energi sektor rumah tangga pada tahun ke t.
- EB_t : Konsumsi energi sektor bisnis pada tahun t.
- EU_t : Konsumsi energi sektor publik pada tahun ke t.
- EI_t : Konsumsi energi sektor industri pada tahun ke t.

2.3.2.6 Kebutuhan Energi Listrik dan Beban Puncak

Prakiraan kebutuhan energi listrik yang harus disediakan merupakan penjumlahan antara kebutuhan konsumsi energi listrik dan susut energi pada kurun waktu tertentu, secara umum dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$PT_t = ET_t + SE_t \dots\dots\dots (2-17)$$

Dengan :

- PT_t : Total kebutuhan energi listrik pada tahun ke t.
- ET_t : Total konsumsi energi listrik pada tahun ke t.
- SE_t : Susut energi pada tahun ke t.

Sedangkan prakiraan beban puncak merupakan perbandingan antara total kebutuhan energi pada kurun waktu tertentu dengan hasil kali antara faktor beban dan jam operasi pada kurun waktu tertentu, secara umum dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$BP_t = PT_t / (FB_t * JO_t) \dots\dots\dots (2-18)$$

Dengan :

- BP_t : Beban puncak pada tahun ke t (MW).
- PT_t : Total kebutuhan energi pada tahun ke t.
- FB_t : Faktor beban pada tahun ke t.
- JO_t : Jam operasi selama kurun waktu tertentu (8.760 jam/tahun).

2.3.3 Asumsi – Asumsi Yang Digunakan

Dalam melakukan perhitungan prakiraan kebutuhan energi listrik diperlukan beberapa variabel perhitungan yang nilainya harus ditentukan terlebih dahulu. Penentuan variabel ini tidak mungkin dilakukan secara pasti sehingga untuk memudahkan perhitungannya diperlukan berbagai asumsi. Beberapa asumsi yang digunakan dalam perhitungan prakiraan kebutuhan energi listrik antara lain :

- a. *Pertumbuhan penduduk*, dianggap konstan setiap tahunnya menggunakan rata-rata pertumbuhan dari data yang digunakan.
- b. *Jumlah penghuni RT*, diasnggap konstan menggunakan jumlah pada tahun terakhir.

- c. *Rasio elektrifikasi*, ditargetkan pada tahun tertentu.
- d. Pertumbuhan *PDRB*, diasumsikan konstan setiap tahunnya menggunakan pertumbuhan tahun terakhir.
- e. *Elastisitas*, dianggap konstan.
- f. *Daya tersambung rata-rata per pelanggan baru*, diasumsikan konstan menggunakan rata-rata daya tersambung per pelanggan tahun sebelumnya.

III. KONDISI EKSISTING UPJ DI WILAYAH KOTA SEMARANG

3.1. Wilayah Pelayanan

Unit Pelayanan Jaringan (UPJ) merupakan unit bisnis terkecil dari PT. PLN (Persero) dalam melaksanakan tugas pendistribusian atau penyaluran energi listrik. Di wilayah Kota Semarang terdapat empat (4) UPJ, diantaranya adalah:

1. Unit Pelayanan Jaringan (UPJ) Semarang Barat
2. Unit Pelayanan Jaringan (UPJ) Semarang Selatan
3. Unit Pelayanan Jaringan (UPJ) Semarang Tengah
4. Unit Pelayanan Jaringan (UPJ) Semarang Timur

Distribusi wilayah pelayanan UPJ-UPJ di wilayah Kota Semarang ditabelkan secara lengkap pada tabel 3-1 di bawah ini:

Tabel 3-1
Wilayah Pelayanan UPJ Di Wilayah Kota Semarang

No	(UPJ)	KECAMATAN	JML KEL.
1	SEMARANG BARAT	- Semarang Barat - Tugu - Ngaliyan	16 7 10
2	SEMARANG TENGAH	- Gajahmungkur - Semarang Selatan - Candisari - Semarang Timur - Semarang Utara - Semarang Tengah	8 10 7 10 9 15
3	SEMARANG TIMUR	- Mranggen (Kab. Demak) - Tembalang - Pedurungan - Genuk - Gayamsari	17 5 12 13 7
4	SEMARANG SELATAN	- Banyumanik - Tembalang	11 6

Sumber : PLN APJ Semarang

3.2. Kondisi Kependudukan

Dalam kurun waktu 5 tahun (2001-2005), kepadatan penduduk cenderung naik seiring dengan kenaikan jumlah penduduk. Disisi lain, penyebaran penduduk di masing-masing kecamatan belum merata. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), rata-rata pertumbuhan jumlah penduduk Kota Semarang selama tahun 2001 – 2005 adalah sebesar 1,66%. Sedangkan untuk jumlah rumah tangga, rata - rata pertumbuhannya sebesar 2,31 %. Untuk Kabupaten Demak rata – rata pertumbuhan penduduk dan rumah tangganya berturut – turut adalah sebesar 1,14% dan 1,50 %.

Berdasarkan wilayah pelayanan UPJ seperti pada tabel 3-1 di atas maka jumlah penduduk dan rumah tangga yang dilayani oleh tiap UPJ di Kota Semarang akan berbeda dengan jumlah penduduk Kota Semarang. Dengan mengacu kepada data BPS, pertumbuhan penduduk dan jumlah penghuni RT selama tahun 2001 – 2005 untuk tiap UPJ disajikan pada tabel 1 di bawah ini :

Tabel 3-2
Pertumbuhan Jumlah Penduduk Per Tahun Tiap UPJ
Tahun 2001 – 2005

No	UPJ	Pertumbuhan Per Tahun (%)				
		2001	2002	2003	2004	2005
1	Semarang Barat	-	2,19	1,81	2,01	1,61
2	Semarang Selatan	-	2,32	4,42	2,01	1,96
3	Semarang Tengah	-	1,95	0,63	0,42	0,45
4	Semarang Timur	-	1,38	2,54	1,85	2,35

Tabel 3-3
Jumlah Penghuni Setiap RT Per Tahun Tiap UPJ
Tahun 2001 – 2005

No	UPJ	Jumlah Penghuni Setiap RT				
		2001	2002	2003	2004	2005
1	Semarang Barat	4,20	4,52	4,55	4,67	4,32
2	Semarang Selatan	4,18	4,15	4,37	4,36	4,22
3	Semarang Tengah	4,43	4,44	4,43	4,34	4,34
4	Semarang Timur	3,76	4,19	4,20	4,21	4,14

3.3. Kondisi Perkonomian

Kondisi perekonomian Jawa Tengah yang membaik dapat ditunjukkan dengan pertumbuhan ekonomi yang positif, tahun 2004 ekonomi Jawa Tengah diukur dari PDRB tumbuh sebesar 4,75% dan pada tahun 2005 meningkat 5,35%. Sejalan dengan perkembangan ekonomi Jawa Tengah yang membaik, kinerja ekonomi Kota Semarang tahun 2005 mengalami peningkatan sebesar 5,50%. Untuk Kabupaten Demak peningkatannya sebesar 3,86%.

Berdasarkan data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kota Semarang dan Kab. Demak Tahun 2001-2005, pertumbuhan PDRB untuk tiap UPJ di Kota Semarang tahun 2001 – 2005 dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 3-4
Pertumbuhan PDRB Sektor Per Tahun Tiap UPJ
Tahun 2001 – 2005

A. UPJ Semarang Barat

No	Sektor	Pertumbuhan Per Tahun (%)				
		2001	2002	2003	2004	2005
1	Bisnis	-	3,47	3,59	4,55	3,32
2	Umum	-	4,84	2,68	4,70	5,96
3	Industri	-	3,03	4,20	5,33	4,26
4	PDRB Total	-	4,20	4,10	5,27	5,36

B. UPJ Semarang Selatan

No	Sektor	Pertumbuhan Per Tahun (%)				
		2001	2002	2003	2004	2005
1	Bisnis	-	3,60	6,26	4,54	3,68
2	Umum	-	4,97	5,32	4,70	6,33
3	Industri	-	3,16	6,88	5,32	4,62
4	PDRB Total	-	4,33	6,77	5,27	5,73

C. UPJ Semarang Tengah

No	Sektor	Pertumbuhan Per Tahun (%)				
		2001	2002	2003	2004	2005
1	Bisnis	-	3,22	2,40	2,92	2,14
2	Umum	-	4,59	1,49	3,07	4,75
3	Industri	-	2,78	3,00	3,69	3,07
4	PDRB Total	-	3,95	2,89	3,63	4,16

D. UPJ Semarang Timur

No	Sektor	Pertumbuhan Per Tahun (%)				
		2001	2002	2003	2004	2005
1	Bisnis	-	3,25	4,60	4,77	4,66
2	Umum	-	4,68	3,88	4,91	7,17
3	Industri	-	3,06	5,48	5,62	5,75
4	PDRB Total	-	4,03	5,23	5,43	6,60

3.4. Kondisi Kelistrikan

Beban dari suatu kota pada umumnya bermacam ragam. Pemakai tenaga listrik di Kota Semarang dapat digolongkan atas pemakai rumah tangga/domestik, bisnis, umum dan industri. Berdasarkan golongan tarif, klasifikasi yang terperinci dari pemakai tenaga listrik adalah sebagai berikut

- Pemakai rumah tangga dan pemakai kecil (golongan tarif R1, R2, R3)
- Pemakai bisnis (golongan tarif B1, B2, B3)
- Pemakai umum : gedung/kantor pemerintah, lampu penerangan jalan umum, dan sosial. (golongan tarif S1, S2, P1, P2, P3)
- Pemakai industri dan hotel (golongan tarif I1, I2, I3, I4)

Tabel 3-5

Data Pengusahaan Energi Listrik Per Sektor
UPJ Di Wilayah Kota Semarang Tahun 2001 - 2005

A. UPJ Semarang Barat

No	Sektor	2001	2005
A.	Energi Terjual (MWh)	383.432,803	501.216,880
	1. Rumah Tangga	74.180,178	102.608,037
	2. Bisnis	22.012,040	35.795,652
	3. Umum	8.697,116	20.191,033
	4. Industri	278.543,468	342.622,158
B.	Daya Tersambung (kVA)	182.603,128	217.762,460
	1. Rumah Tangga	45.397,747	56.105,230
	2. Bisnis	19.388,729	25.902,170
	3. Umum	6.902,825	11.547,970
	4. Industri	110.913,827	124.207,090
C.	Pelanggan (kVA)	56.661	64.426
	1. Rumah Tangga	51.456	58.059
	2. Bisnis	3.174	3.948
	3. Umum	1.841	2.211
	4. Industri	190	208
D.	- Losses (%)	7,04	4,18
	- Kebutuhan energi (MWh)	412.460,331	523.073,370
	- Beban Puncak (MW)	61,91	84,68

B. UPJ Semarang Selatan

No	Sektor	2001	2005
A.	Energi Terjual (MWh)	383.432,803	501.216,880
	1. Rumah Tangga	74.180,178	102.608,037
	2. Bisnis	22.012,040	35.795,652
	3. Umum	8.697,116	20.191,033
	4. Industri	278.543,468	342.622,158
B.	Daya Tersambung (kVA)	182.603,128	217.762,460
	1. Rumah Tangga	45.397,747	56.105,230
	2. Bisnis	19.388,729	25.902,170
	3. Umum	6.902,825	11.547,970
	4. Industri	110.913,827	124.207,090
C.	Pelanggan	56.661	64.426
	1. Rumah Tangga	51.456	58.059
	2. Bisnis	3.174	3.948
	3. Umum	1.841	2.211
	4. Industri	190	208
D.	- Losses (%)	7,04	4,18
	- Kebutuhan energi (MWh)	412.460,331	523.073,370
	- Beban Puncak (MW)	61,91	84,68

C. UPJ Semarang Tengah

No	Sektor	2001	2005
A.	Energi Terjual (MWh)	417.088,526	562.985,285
	1. Rumah Tangga	166.709,601	210.315,826
	2. Bisnis	144.781,907	201.495,320
	3. Umum	57.845,915	84.247,586
	4. Industri	47.751,103	66.926,553
B.	Daya Tersambung (kVA)	264.805,087	305.090,346
	1. Rumah Tangga	98.783,626	112.069,225
	2. Bisnis	100.550,350	113.707,040
	3. Umum	39.354,817	49.047,964
	4. Industri	26.116,294	30.266,117

C.	Pelanggan	107.282	111.536
	1. Rumah Tangga	93.153	96.562
	2. Bisnis	10.722	11.355
	3. Umum	3.200	3.413
	4. Industri	207	206
D.	- Losses (%)	11,04	8,64
	- Kebutuhan energi (MWh)	469.460,331	616.245,395
	- Beban Puncak (MW)	70,47	99,76

D. UPJ Semarang Timur

No	Sektor	2001	2005
A.	Energi Terjual (MWh)	295.517,455	414.401,424
	1. Rumah Tangga	110.389,398	157.681,215
	2. Bisnis	21.385,272	38.110,088
	3. Umum	11.316,812	22.855,610
	4. Industri	152.125,973	195.754,511
B.	Daya Tersambung (kVA)	161.510,763	194.108,138
	1. Rumah Tangga	69.492,250	88.517,050
	2. Bisnis	21.400,850	26.912,010
	3. Umum	6.145,063	10.595,046
	4. Industri	64.472,600	68.084,032
C.	Pelanggan	58.610	110.472
	1. Rumah Tangga	51.340	102.299
	2. Bisnis	4.542	5.349
	3. Umum	2.266	2.340
	4. Industri	462	484
D.	- Losses (%)	13,71	10,96
	- Kebutuhan energi (MWh)	342.460,331	465.421,828
	- Beban Puncak (MW)	51,41	75,35

Sumber : Data & Statistik P.T. PLN (Persero) APJ Semarang tahun 2001 - 2005

Meskipun data yang disajikan dalam makalah ini hanya data tahun 2001 - 2005 namun dalam prakiraan ini data yang digunakan adalah pemakaian energi listrik selama lima tahun dari tahun 2001 - 2005.

IV. HASIL PRAKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Asumsi-asumsi Yang Digunakan

Dari perhitungan-perhitungan asumsi yang digunakan untuk prakiraan kebutuhan energi listrik maka dapat dirangkum dalam ikhtisar asumsi penyusunan prakiraan kebutuhan energi listrik sebagai berikut :

Tabel 4-1

Ikhtisar Asumsi Penyusunan Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik
Tiap UPJ Di Wilayah Kota Semarang Tahun 2006 - 2015

URAIAN	SMG BRT	SMG SLT	SMG TGH	SMG TMR
1. Umum				
- Pertumbuhan penduduk (%)	1,52	2,14	0,69	1,63
- Pertumbuhan PDRB (%)	5,36	5,73	4,16	6,60
2. Sektor rumah tangga				
- Jml. Orang/rumah tangga	4,32	4,22	4,34	4,14
- Elastisitas energi	1,68	1,51	1,52	1,60
- Target rasio elektrifikasi tahun 2020 (%)	100	100	100	100
- Daya tersambung rata-rata/pelanggan baru (VA)	966	1.092	1.161	865
3. Sektor bisnis				
- Elastisitas pelanggan	1,69	1,31	1,54	1,12
- Elastisitas energi	3,29	2,93	2,98	3,13
- Pertumbuhan PDRB sektor bisnis (%)	3,32	3,68	2,14	4,66
- Daya tersambung rata-rata/pelanggan baru (VA)	6.561	5.658	10.014	5.031
4. Sektor umum				
- Elastisitas pelanggan	1,62	0,78	1,86	0,50
- Elastisitas energi	4,51	2,25	2,80	3,95
- Pertumbuhan PDRB sektor umum (%)	5,96	6,33	4,75	7,17
- Daya tersambung rata-rata/pelanggan baru (VA)	5.223	9.494	14.371	4.528

5. Sektor industri				
- Elastisitas pelanggan	0,51	0,46	0,10	0,19
- Elastisitas energi	1,21	0,82	2,62	1,11
- Pertumbuhan PDRB sektor industri (%)	4,26	4,62	3,07	5,75
- Daya tersambung rata-rata/pelanggan baru (VA)	597.149	373.640	146.923	140.669

4.2. Hasil Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik UPJ Di Wilayah Kota Semarang Tahun 2006 - 2015

Berdasarkan data-data dan asumsi-asumsi yang telah dihitung sebelumnya dengan menggunakan persamaan (2-1) s/d (2-18), maka setelah dilakukan perhitungan dengan program *Microsoft Excel* diperoleh hasil prakiraan kebutuhan energi listrik untuk tiap UPJ di wilayah Kota Semarang tahun 2006 - 2015. Hasil dari prakiraan yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4-2

Hasil Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik UPJ Di Wilayah Kota Semarang Tahun 2006 – 2015

A. UPJ Semarang Barat

No	Sektor	2006	2010	2015
A.	- Jumlah RT	66.143	71.332	78.394
	- Pertumbuhan (%)	1,86	1,91	1,91
	- Pertumbuhan PDRB (%)	5,41	5,59	5,84
	- Rasio Elektrifikasi (%)	91,26	96,01	98,53
B.	Konsumsi Energi (MWh)	544.297,750	775.692,217	1.320.106,65
	- Pertumbuhan (%)	8,60	9,75	10,63
	- Rumah Tangga	114.834,728	179.067,936	312.296,108
	- Bisnis	39.916,255	61.775,279	106.841,765
	- Umum	26.325,899	76.081,998	286.685,207
- Industri	363.220,868	458.767,004	614.283,575	
C.	Daya Tersambung (kVA)	225.580,971	256.307,107	295.019,220
	- Rumah Tangga	58.233,518	65.831,373	74.109,807
	- Bisnis	27.943,925	35.874,761	45.666,984
	- Umum	12.149,141	14.410,998	17.040,999
	- Industri	127.254,387	140.189,976	158.201,431
D.	Pelanggan	67.185	77.026	87.857
	- Rumah Tangga	60.365	68.485	77.240
	- Bisnis	4.269	5.506	7.024
	- Umum	2.338	2.801	3.328
	- Industri	213	235	265
E.	- Kebutuhan Energi(MWh)	568.032,861	809.517,712	1.377.672,35
	- Beban Puncak (MW)	91,83	130,13	219,91

B. UPJ Semarang Selatan

No	Sektor	2006	2010	2015
A.	- Jumlah RT	42.250	46.963	53.600
	- Pertumbuhan (%)	2,59	2,68	2,68
	- Pertumbuhan PDRB (%)	5,77	5,96	6,21
	- Rasio Elektrifikasi (%)	83,77	91,09	95,90
B.	Konsumsi Energi (MWh)	141.650,397	220.637,106	388.601,631
	- Pertumbuhan (%)	11,61	11,78	12,14
	- Rumah Tangga	66.666,575	107.989,667	195.892,538
	- Bisnis	28.803,922	45.681,985	81.454,939
	- Umum	19.274,884	33.781,726	68.123,103
- Industri	26.905,016	33.183,727	43.131,051	
C.	Daya Tersambung (kVA)	76.028,894	90.218,138	107.455,184
	- Rumah Tangga	38.522,331	46.279,616	55.439,509
	- Bisnis	12.531,100	16.235,775	20.952,342
	- Umum	11.245,064	12.791,649	14.528,113
	- Industri	13.730,399	14.911,098	16.535,220
D.	Pelanggan	38.842	47.079	56.748
	- Rumah Tangga	35.395	42.780	51.401
	- Bisnis	2.223	2.900	3.755
	- Umum	1.188	1.359	1.548
	- Industri	37	40	44
E.	- Total Kebutuhan (MWh)	159.278,262	247.348,770	435.648,098
	- Beban Puncak (MW)	25,75	39,76	69,54

C. UPJ Semarang Tengah

No	Sektor	2006	2010	2015
A.	- Jumlah RT	118.249	122.382	127.752
	- Pertumbuhan (%)	0,77	0,86	0,86
	- Pertumbuhan PDRB (%)	4,20	4,39	4,63
	- Rasio Elektrifikasi (%)	84,76	91,80	96,31

B.	Konsumsi Energi (MWh)	613.023,128	863.008,019	1.336.324,66
	- Pertumbuhan (%)	8,89	8,97	9,01
	- Rumah Tangga	228.193,010	313.101,914	460.946,385
	- Bisnis	215.741,069	283.781,404	400.522,786
	- Umum	96.220,948	163.726,242	318.184,576
- Industri	72.868,101	102.398,459	156.670,917	
C.	Daya Tersambung (kVA)	318.333,934	364.159,133	406.911,810
	- Rumah Tangga	116.149,281	129.797,583	141.966,150
	- Bisnis	120.044,493	142.072,241	162.762,592
	- Umum	51.789,544	61.587,449	71.025,154
	- Industri	30.350,615	30.701,860	31.157,914
D.	Pelanggan	116.069	131.173	144.664
	- Rumah Tangga	100.229	112.345	123.041
	- Bisnis	12.010	14.263	16.365
	- Umum	3.624	4.355	5.045
	- Industri	207	209	212
E.	- Kebutuhan Energi(MWh)	671.016,969	944.651,187	1.462.745,01
	- Beban Puncak (MW)	108,63	152,93	236,80

D. UPJ Semarang Timur

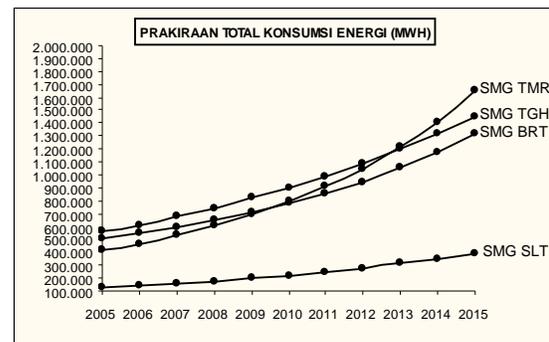
No	Sektor	2006	2010	2015
A.	- Jumlah RT	113.317	122.810	135.803
	- Pertumbuhan (%)	3,05	2,03	2,03
	- Pertumbuhan PDRB (%)	6,64	6,83	7,07
	- Rasio Elektrifikasi (%)	94,43	97,74	99,28
B.	Konsumsi Energi (MWh)	470.325,041	792.991,109	1.649.674,94
	- Pertumbuhan (%)	13,56	14,43	16,84
	- Rumah Tangga	180.808,924	305.829,531	592.999,207
	- Bisnis	44.500,774	82.795,180	180.205,483
	- Umum	30.297,906	93.560,344	382.992,971
- Industri	214.717,438	310.806,054	493.477,278	
C.	Daya Tersambung (kVA)	200.918,188	221.910,002	247.231,653
	- Rumah Tangga	92.358,275	103.197,657	115.652,257
	- Bisnis	28.422,135	32.722,283	37.757,939
	- Umum	10.800,518	11.387,552	12.052,331
	- Industri	69.337,260	74.602,509	81.769,126
D.	Pelanggan	115.544	129.636	145.646
	- Rumah Tangga	107.000	120.039	134.827
	- Bisnis	5.654	6.520	7.529
	- Umum	2.397	2.547	2.708
	- Industri	493	531	582
E.	- Kebutuhan Energi(MWh)	528.230,667	890.622,836	1.852.780,13
	- Beban Puncak (MW)	85,39	143,17	295,75

4.3. Pembahasan Hasil Prakiraan

Hasil perhitungan prakiraan yang telah dilakukan dapat dibahas/dianalisa sebagai berikut :

4.3.1 Total Konsumsi Energi

Dari hasil prakiraan, total konsumsi energi untuk setiap UPJ dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4-1 Grafik Prakiraan Total Konsumsi Energi (MWh)

Total konsumsi energi listrik tiap UPJ di Kota Semarang pada tahun 2006 – 2015 diperkirakan setiap tahunnya akan tumbuh sebesar :

- UPJ Semarang Barat : 10,43%
- UPJ Semarang Selatan : 11,84%
- UPJ Semarang Tengah : 8,97%
- UPJ Semarang Timur : 14,83%

Dari grafik prakiraan di atas terlihat bahwa total konsumsi energi listrik sampai dengan tahun 2010 di

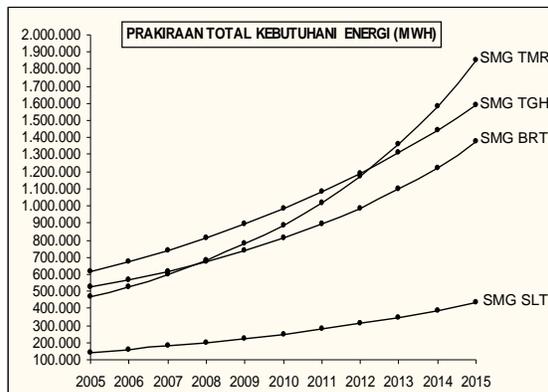
wilayah Kota Semarang yang terbesar adalah UPJ Semarang Tengah sebesar $863.008,019MWH$ namun pada tahun 2015 konsumsi energi yang terbesar adalah UPJ Semarang Timur yaitu $1.649.674,940MWH$. Hal ini disebabkan kegiatan pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk di wilayah Semarang Timur lebih tinggi sehingga menyebabkan pertumbuhan konsumsi energi total tiap tahunnya lebih tinggi dibandingkan dengan UPJ yang lainnya di Kota Semarang. Sedangkan konsumsi yang terkecil sampai dengan tahun 2015 adalah UPJ Semarang Selatan sebesar $388.601,631MWH$.

4.3.2 Total Kebutuhan Energi

Kebutuhan energi listrik yang harus diproduksi/disediakan yaitu merupakan jumlah dari konsumsi energi total dan susut energi. Susut energi pada tiap UPJ pada tahun 2006 – 2015 diperkirakan setiap tahunnya sebesar:

- UPJ Semarang Barat : 4,18%
- UPJ Semarang Selatan : 10,85%
- UPJ Semarang Tengah : 8,64%
- UPJ Semarang Timur : 10,96%

Hasil perhitungan prakiraan kebutuhan energi tiap UPJ tahun 2006 - 2015 direpresentasikan pada grafik di bawah ini :



Gambar 4-2 Grafik Prakiraan Total Kebutuhan Energi (MWH)

Kebutuhan energi total untuk setiap UPJ menunjukkan pola perkembangan yang hampir sama dengan pola pertumbuhan konsumsi energi. Pada tahun 2010 kebutuhan energi terbesar pada UPJ Semarang Tengah sebesar $944.651,187MWH$ diikuti UPJ Semarang Timur, Barat dan Selatan. Sedangkan pada tahun 2015 UPJ yang harus menyediakan energi yang paling besar adalah UPJ Semarang Timur yaitu sebesar $1.852.780134MWH$.

4.3.3 Beban Puncak (MW)

Prakiraan beban puncak didapatkan berdasarkan produksi energi total dan faktor beban. Dari hasil prakiraan beban puncak untuk tiap UPJ dapat diketahui bahwa realisasi beban puncak tertinggi pada tahun 2005 terjadi pada UPJ Semarang Tengah ($99,76MW$) dan yang terkecil adalah UPJ Semarang Selatan ($23,13MW$). Sesuai dengan perkembangan konsumsi energi dan susut energi maka diperkirakan pada tahun 2015 beban puncak tertinggi terjadi pada UPJ Semarang Timur ($295,13MW$) dan yang

terkecil adalah tetap pada UPJ Semarang Selatan ($69,90MW$).

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Konsumsi energi listrik UPJ di Kota Semarang meningkat sering dengan meningkatnya jumlah penduduk, peningkatan ekonomi, dan pertumbuhan rumah tangga.
2. Pertumbuhan konsumsi energi tiap tahun mempunyai kecenderungan yang sama seperti pada tahun-tahun sebelumnya. Konsumsi energi sektor umum setiap tahunnya akan berkembang lebih tinggi dibandingkan dengan sektor lainnya.
3. Konsumsi energi listrik per sektor untuk tiap UPJ komposisinya berbeda-beda. Dalam jangka waktu 10 tahun ke depan diperkirakan konsumsi energi terbesar pada UPJ Semarang Barat adalah pada sektor Industri, UPJ Semarang Selatan pada sektor rumah tangga, UPJ Semarang Tengah pada sektor Bisnis, dan UPJ Semarang Timur adalah pada sektor Industri.
4. Pada tahun 2010 kebutuhan energi terbesar pada UPJ Semarang Tengah sebesar $944.651,187MWH$ diikuti UPJ Semarang Timur, Barat dan Selatan. Sedangkan pada tahun 2015 UPJ yang harus menyediakan energi yang paling besar adalah UPJ Semarang Timur yaitu sebesar $1.852.780134MWH$.
5. Sesuai dengan perkembangan konsumsi energi dan susut energi maka diperkirakan pada tahun 2015 beban puncak tertinggi terjadi pada UPJ Semarang Timur ($295,75MW$), kemudian UPJ Semarang Tengah ($236,80MW$), UPJ Semarang Barat ($219,91MW$) dan yang terkecil adalah tetap pada UPJ Semarang Selatan ($69,54MW$).

5.2. Saran

1. Berdasarkan hasil prakiraan maka sebaiknya PLN sudah harus merencanakan lebih awal untuk membangun pusat-pusat pembangkit baru maupun penambahan kapasitas Gardu Induk, karena pada tahun-tahun mendatang daya yang dihasilkan sudah tidak memenuhi syarat lagi untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pelanggan.
2. Mengingat masih besarnya susut energi yang terjadi maka diharapkan PLN melakukan pemeriksaan secara rutin pada meter pelanggan dan jaringan primer yang masuk ke pelanggan, untuk menghindari pemakaian daya yang tidak sah, sehingga dapat mengurangi besarnya rugi-rugi daya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agung Nugroho, *Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik UPJ Boja*, Makalah Seminar Nasional Teknik Ketenagalistrikan 2005, Teknik Elektro Fakultas Teknik UNDIP, Semarang, 2005
- [2] Amrullah M, MA. *Tarif Listrik Yang Mengacu Pada Efisiensi Sumber Daya Nasional Serta Metodologi Peramalan Kebutuhan Listrik*, PLN Pusat, Jakarta, 1993
- [3] Annonymus, *Penyusunan Prakiraan Kebutuhan Listrik. Dinas Penelitian Kebutuhan Listrik*, PLN Pusat, Jakarta, 1992
- [4] Annonymus, *Semarang Dalam Angka Tahun 2001, 2002, 2003, 2004, 2005*, Semarang, 2005
- [5] Annonymus, *Kabupaten Demak Dalam Angka Tahun 2001, 2002, 2003, 2004, 2005*, Semarang, 2005
- [6] Annonymus, *Data dan Statistik Tahun 2001, 2002, 2003, 2004, 2005*, PT. PLN (persero) APJ Semarang, Semarang, 2005
- [7] Djiteng Marsudi, Ir., *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Balai Penerbit & Humas ISTN, Jakarta, 1990
- [8] Herman Darnel Ibrahim, *Rencana Usaha Pengusahaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2006- 2015*, Direktorat Transmisi dan Distribusi PT. PLN (Persero), Jakarta, 2006
- [9] Moch. Muchlis, *Proyeksi Kebutuhan Listrik PLN Tahun 2003-2020*, Dinas Perencanaan Sistem PT. PLN (Persero), Jakarta, 2004
- [10] Oetomo TW. *Pelatihan Perencanaan Energi, Pusat Informasi Energi*, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral dan Energi Analysis and Policy Office (EAPO), Jakarta, 2004
- [11] Peck, S.C., *Electric Load Forecasting Probing the Issues with Models*, Energy Modeling Forum, Stanford California
- [12] Sulasno, Ir., *Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik*, Badan Penerbit UNDIP, Semarang, 2004
- [13] Supranto, J, *Metode Ramalan Kuantitatif Untuk Perencanaan*, Gramedia, Jakarta, 1998
- [14] Supranto, J, *Statistik Teori dan Aplikasi*, Gramedia, Jakarta, 2001
- [15] Wang.X. and McDonald, J.R., *Modern Power System Planning*, McGraw-Hill International, Singapore, 1994
- [16] Yusra Sabri, *Analisis Peramalan Beban*, Tim Pelaksana Penyelenggara Pendidikan dan Penataran Sarjana Teknik PLN Kerja Sama PLN – ITB, Bandung, 1991



Kurniawan Fitrianto (L2F305221)

Lahir tanggal 26 Juni 1983 di Batang. Lulus dari D-III Politeknik Negeri Semarang tahun 2004, dan sampai sekarang sedang menyelesaikan studi S-1 di Konsentrasi Ketenagaan Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

E-mail : fitrianto_26@yahoo.com

Menyetujui dan Mengesahkan

Pembimbing I

Ir. Agung Nugroho
NIP. 131 668 508
Tanggal

Pembimbing II

Ir. Bambang Winardi
NIP. 132 046 701
Tanggal