

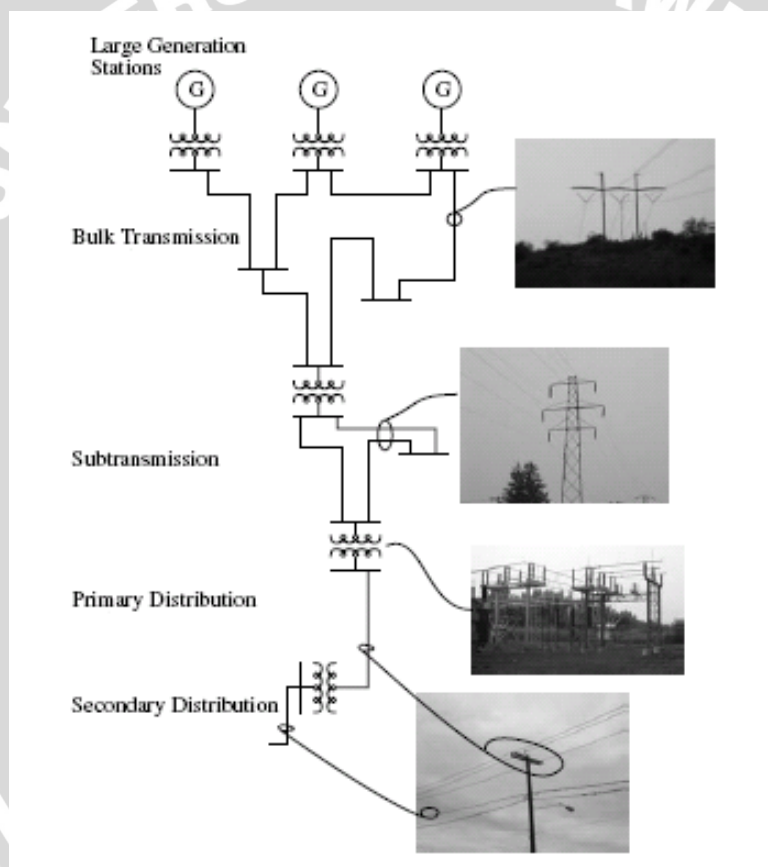
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Penyaluran Energi Listrik

Apabila saluran transmisi menyalurkan energi listrik bertegangan tinggi ke pusat-pusat beban dalam jumlah besar, maka saluran distribusi berfungsi membagikan energi listrik tersebut kepada konsumen melalui saluran tegangan rendah.

Sistem penyaluran energi listrik mulai dari generator sinkron (*Large generation station*) sampai distribusi sekunder (*Secondary Distribution*) diilustrasikan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sistem Penyaluran Energi Listrik

Sumber: Short, 2004: 3

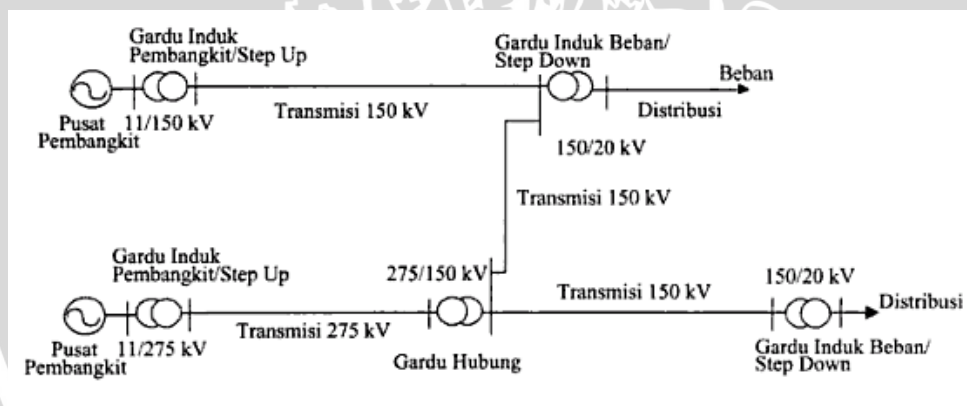
Sebagaimana pada gambar 2.1, *large generation station* atau generator sinkron di pusat pembangkit biasanya menghasilkan energi listrik dengan tegangan antara 6 - 20 kV yang kemudian dengan bantuan transformator, tegangan tersebut dinaikkan menjadi 150 - 500 kV. Saluran transmisi (*Bulk Transmission*) menyalurkan energi listrik tersebut ke pusat penerima, yang sebelumnya diturunkan melalui saluran

subtransmisi (*Subtransmission*) menjadi 70 kV. Pada saluran distribusi primer (*Primary Distribution*) tegangan diturunkan di gardu induk menjadi 20 kV dan disalurkan ke pusat-pusat beban. Setelah melalui saluran distribusi sekunder (*Secondary Distribution*) tegangan diturunkan menjadi 380/220 kV (Zuhal, 1988: 6).

2.2 Gardu Induk Distribusi

Tegangan yang dibangkitkan generator terbatas dalam belasan kilovolt, sedangkan transmisi membutuhkan tegangan dalam puluhan sampai ratusan kilovolt, sehingga di antara pembangkit dan transmisi dibutuhkan trafo daya step up. Tegangan transmisi dalam puluhan sampai ratusan kilovolt sedangkan konsumen membutuhkan tegangan ratusan volt sampai dua puluh kilovolt, sehingga di antara transmisi dan konsumen dibutuhkan trafo daya *step down*. Trafo-trafo daya ini bersama perlengkapan-perengkapannya disebut gardu induk (L. Tobing, 2003: 2).

Diagram segaris sistem tenaga listrik interkoneksi dapat dilihat pada gambar 2.2 di bawah ini:



Gambar 2.2 Diagram Segaris Sistem Tenaga Listrik Interkoneksi

Sumber: L. Tobing, 2003: 2

Gardu induk distribusi yaitu gardu induk yang menerima suplai tenaga dari gardu induk transmisi untuk diturunkan tegangannya melalui trafo tenaga.

2.2.1 Fungsi Gardu Induk

Fungsi gardu induk adalah (Ray, 2007: 209):

1. Menerima energi listrik dari saluran yang masuk pada suatu level tegangan tertentu dan menyuplai saluran keluar dengan menurunkan level tegangan menggunakan transformator daya.
2. Berfungsi sebagai titik sambungan pada jaringan lokal.

3. Mengkompensasi penurunan tegangan dengan menginjeksikan daya reaktif ke sirkuit transmisi atau distribusi.
4. Berfungsi sebagai tempat yang dipantau pusat kontrol dengan menggunakan transformator arus dan tegangan.
5. Berfungsi sebagai gardu untuk peralihan dari sistem transmisi ke distribusi menggunakan bus bar, *circuit breaker*, dan isolator.
6. Melindungi sistem isolasi terhadap tegangan berlebih yang disebabkan karena petir atau *switching*, peralatan proteksi yang biasanya digunakan seperti *surge diverter*.
7. Melindungi peralatan sistem terhadap arus pendek dengan menggunakan relay dan *circuit breaker*.
8. Menerima dan mengirim sinyal komunikasi ke gardu induk lain atau stasiun pembangkit.
9. Membantu dalam interkoneksi sistem dasar.

2.2.2 Klasifikasi Gardu Induk

Berdasarkan tegangan operasinya, gardu induk dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Ray, 2007: 210):

a. Gardu Induk tipe *Outdoor*

Pada gardu induk tipe *outdoor*, semua peralatannya terdapat pada udara terbuka. Gardu tipe ini memberikan jarak yang besar antara terminal tegangan tinggi dan peralatan-peralatan tegangan tinggi lainnya. Syarat gardu tipe ini, peralatan tegangan tinggi harus mampu menahan kondisi cuaca terburuk, sedangkan alat ukur, relay dan perangkat kontrol (yang beroperasi pada tegangan rendah dan tingkat arus yang rendah) ditempatkan di dalam gedung. Untuk tegangan 33 kV ke atas, gardu induk tipe *outdoor* sangat direkomendasikan.

b. Gardu Induk tipe *Indoor*

Pada gardu induk tipe *indoor*, semua peralatannya terdapat di dalam ruangan. Gardu tipe ini menjadi perlu bila ruangan yang ada di luar tidak tersedia lagi, sehingga dibutuhkan gardu yang menuntut ruangan yang lebih kecil. Dibandingkan gardu tipe *outdoor*, biaya transformator dan peralatan lainnya lebih murah. Selain itu kondisi pemeriksaan dan pemeliharaan yang lebih baik, namun biaya pembangunan gedung dan ruangan peralatan akan semakin besar.

Berdasarkan jenis isolasinya, gardu induk dapat digolongkan menjadi dua, yaitu (Ray, 2007: 210):

a. Gardu Induk Isolasi Udara

Pada gardu induk tipe ini, atmosfer mengisolasi terminal tegangan tinggi dan peralatannya.

b. Gardu Induk Isolasi Gas

Pada gardu induk jenis ini, menggunakan gas yaitu gas sulfur hexafluoride (SF_6) sebagai isolasi terminal tegangan tinggi dan peralatannya. Gardu induk tipe gas SF_6 mengisolasi lebih baik daripada udara dan membuat dimensi gardu induk lebih kecil. Tetapi kelemahannya, biaya untuk membuatnya lebih mahal dibandingkan gardu induk tipe udara.

2.2.3 Capacity Balance Transformator

Capacity balance transformator adalah cara mengetahui batas kapasitas transformator gardu induk dalam mendukung beban, yang dikaitkan peningkatan kebutuhan tenaga listrik berdasarkan prakiraan. Dengan *capacity balance*, dapat ditentukan tahun persiapan ekstensifikasi transformator baru dan pengadaan GI baru. Syarat-syarat gardu induk adalah (Nugroho, 2009: 9):

1. Dalam satu Gardu Induk (GI) hanya diijinkan 3 (tiga) buah transformator
2. Kapasitas transformator tertinggi dalam setiap GI adalah 60 MVA
3. Pembebanan transformator tidak boleh melebihi 80% dari kapasitas transformator.
4. Bila beban transformator mendekati 80%, harus dipersiapkan :
 - a. *Uprating*, bila kapasitas transformator masih di bawah 60 MVA
 - b. Ditambahkan transformator baru, bila kapasitas transformator sudah 60 MVA dan di GI tersebut jumlah transformator masih kurang dari 3 (tiga),
 - c. Pembangunan gardu induk baru dengan transformator baru.

2.3 Beban Listrik

Daya listrik dalam bentuk kompleks dapat dinyatakan oleh persamaan (Grainger & Stevenson, 1994: 10):

$$S = P + jQ \dots\dots\dots(2-1)$$

Dimana:

S = daya semu (VA)

P = daya nyata (W)

Q = daya reaktif (VAR)

Besar kecilnya daya reaktif yang diserap oleh beban mengakibatkan faktor daya sistem berbeda. Faktor daya minimal yang harus dipenuhi oleh beban tersambung ke jaringan PLN di Indonesia adalah minimal 0,85 *lagging*. Bagi beban memiliki faktor daya kurang dari 0,85 *lagging* akan dikenakan denda penalti. Denda penalti dapat diturunkan dengan memasang kompensasi daya reaktif di sisi beban. Keuntungan lain dari pemasangan kompensasi daya reaktif adalah menurunkan jatuh tegangan (menaikkan tegangan), mengurangi rugi – rugi saluran, dan menambah penyediaan kapasitas daya (VA).

2.4 Karakteristik Beban

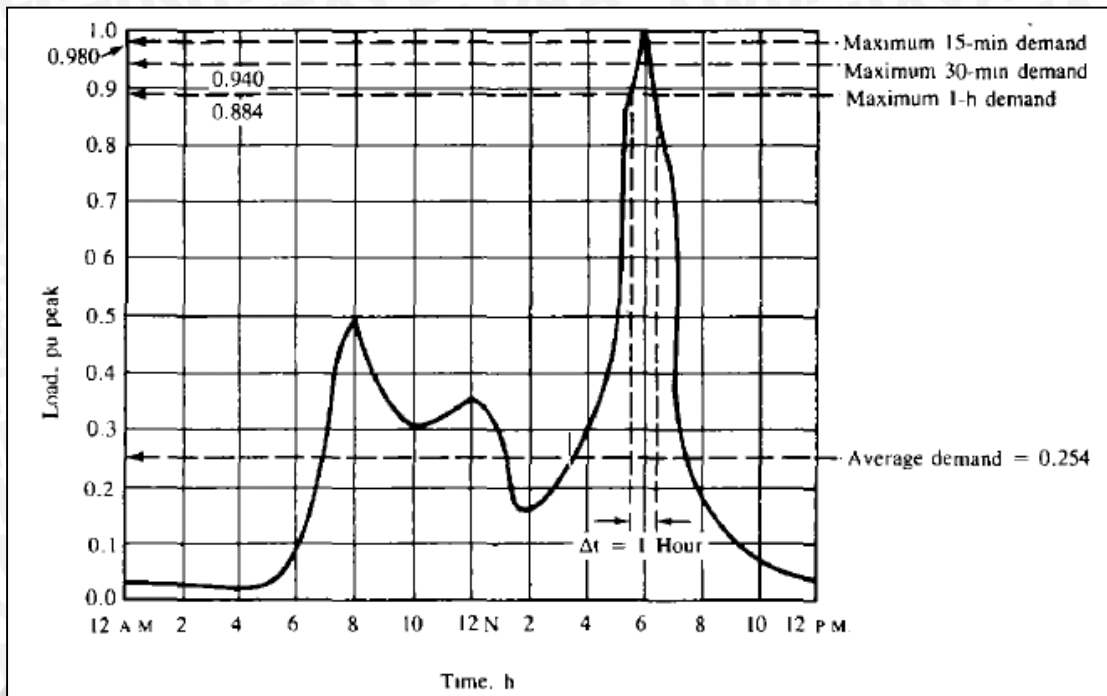
Sistem distribusi memasok energi listrik sampai ke pengguna akhir / pelanggan, jadi beban dan karakteristiknya menjadi penting. Menurut kegiatan pemakaiannya, jenis pelanggan dapat dikelompokkan menjadi empat yaitu, pelanggan rumah tangga, industri, bisnis dan sosial. Semua jenis pelanggan tersebut seiringkali ada pada satu penyulang, hal ini mengakibatkan level pembebanan bervariasi setiap hari, memuncak di sore ataupun malam hari (Short, 2004: 26).

Beberapa istilah yang digunakan untuk mengukur karakteristik beban adalah sebagai berikut (Gönen, 1986: 37):

a. Kebutuhan (*Demand*)

Kebutuhan sistem listrik adalah beban pada terminal terima secara rata-rata dalam suatu selang (interval) waktu tertentu. Beban tersebut bisa dalam satuan ampere, kiloampere, kilowatt dan kilovoltampere.

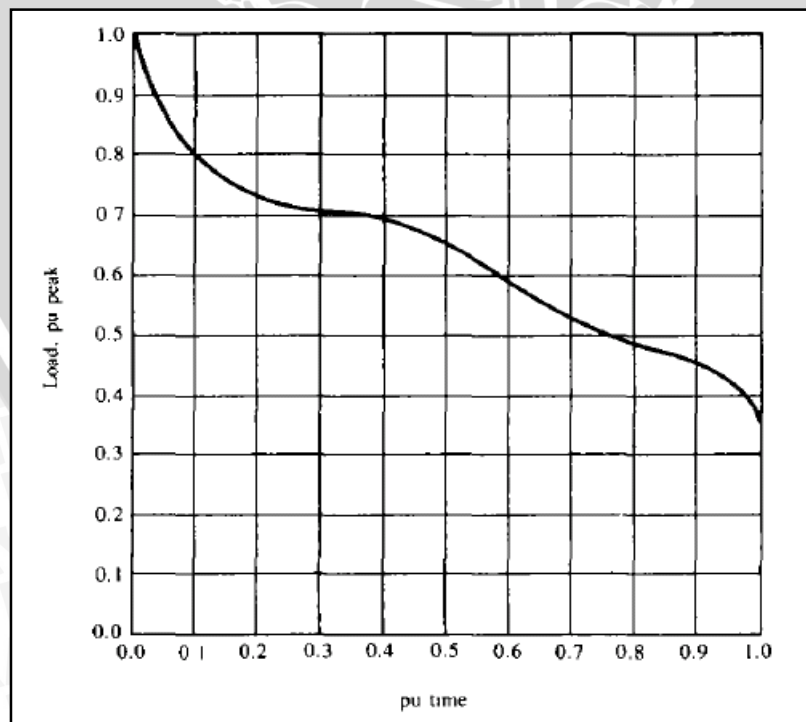
Pada gambar 2.3, beban dinyatakan dalam per unit (pu) dari beban puncak sistem. Misalnya, *maximum demand* selama 15 menit adalah 0,940 pu, dan *maximum demand* selama 1 jam adalah 0,884, sedangkan kebutuhan rata-rata harian dari sistem ini adalah 0,254.



Gambar 2.3 Kurva Variasi Kebutuhan Harian

Sumber: Gönen, 1986: 38

Data yang diberikan oleh Gambar. 2.3 juga dapat dinyatakan seperti ditunjukkan pada Gambar. 2.4. Di sini, waktu diberikan dalam per unit dari waktu total. Kurva ini disebut kurva durasi beban yang dibuat dengan menghubungkan titik-titik puncak. Kurva durasi beban bisa harian, mingguan, bulanan, atau tahunan.



Gambar 2.4 Kurva Durasi Beban

Sumber: Gönen, 1986: 38

b. Kebutuhan Maksimum (*Maximum Demand*)

Kebutuhan maksimum dari sistem listrik adalah kebutuhan tertinggi yang terjadi selama periode waktu tertentu. *Maximum Demand* dapat terjadi selama waktu satu jam, harian, mingguan, bulanan atau tahunan. Terjadinya dalam suatu selang tertentu, biasanya terjadi dalam selang 15 menit, selang 30 menit atau dalam hal-hal tertentu 60 menit

c. Beban Terpasang (*Connected Load*)

Beban terpasang dimaksudkan adalah jumlah kapasitas dari semua beban dengan kapasitas yang tertera pada papan nama (name plate) dan peralatan-peralatan listrik. karena kebutuhan maksimum dan beban terpasang mempunyai satuan yang sama, maka faktor beban tidak berdimensi.

d. Faktor Beban (*Load Factor*)

Didefinisikan sebagai rasio antara beban rata-rata dengan beban puncak yang diukur untuk suatu periode waktu tertentu. Persamaan dari faktor beban adalah sebagai berikut (Gönen. 1986: 43):

$$F_{LD} = \frac{B_r(\text{beban rata-rata})}{B_p(\text{beban puncak})} \dots\dots\dots(2-3)$$

$$F_{LD} = \frac{B_r \times T}{B_p \times T} \dots\dots\dots(2-4)$$

$$= \frac{\text{Unit yang dilayani}}{B_p \times T} \dots\dots\dots(2-5)$$

Dimana T = waktu dlm hari, minggu, bulan atau tahun (24, 168, 730 atau 8760 jam). Sebagai contoh, faktor beban tahunan adalah (Gönen. 1986: 43):

$$F_{LD} \text{ tahunan} = \frac{\text{Total energi setahun}}{B_p \times 8760} \dots\dots\dots(2-6)$$

e. Faktor Kebutuhan (*Demand Factor*)

Merupakan rasio dari kebutuhan maksimum sistem terhadap total beban yang terpasang pada sistem. Persamaan dari faktor kebutuhan adalah (Gönen. 1986: 41):

$$F_d = \frac{B_p(\text{beban puncak})}{B_c(\text{beban terpasang})} \dots\dots\dots(2-7)$$

2.5 Metode Peramalan

Peramalan / prakiraan adalah kegiatan memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Sedangkan ramalan adalah suatu kondisi yang diperkirakan akan terjadi pada masa yang akan datang. Ramalan tersebut dapat didasarkan atas bermacam-macam cara yang dikenal dengan metode peramalan. Metode peramalan adalah cara memperkirakan secara kuantitatif apa yang akan terjadi di masa depan, berdasarkan data yang relevan pada masa lalu, sehingga dapat dikatakan metode peramalan ini digunakan dalam peramalan yang objektif (Assauri, 1984: 7).

Keberhasilan dari suatu peramalan sangat ditentukan oleh (Assauri, 1984: 8):

1. Pengetahuan teknik dan informasi yang dibutuhkan, informasi tersebut bersifat kuantitatif.
2. Teknik dan metode peramalan.

2.8.1 Jangka Waktu Prakiraan

Prakiraan kebutuhan energi listrik dapat dikelompokkan menurut jangka waktunya menjadi tiga kelompok, yaitu (Fitrianto, 2006: 3):

a. 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.

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 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).

2.8.2 Macam-Macam Metode Peramalan

Metode Peramalan Beban yang biasa digunakan oleh banyak perusahaan listrik dewasa ini secara umum dapat dibagi menjadi empat kelompok besar yaitu sebagai berikut (Fitrianto, 2006: 3):

a. Metode Analisis

Metode ini dibangun berdasarkan data dari analisa penggunaan akhir tenaga listrik pada setiap konsumen pemakai. perolehan data merupakan hasil survei ke lapangan. Pada umumnya data diperlukan ialah data yang memberi gambaran penggunaan peralatan listrik di masyarakat atau kemampuan masyarakat membeli peralatan listrik.

Keuntungan metode ini ialah hasil prakiraan merupakan hasil simulasi dari penggunaan tenaga listrik dimasyarakat, sederhana dan mengurangi masalah validitas parameter model. Dan sebaliknya metode ini tidak tanggap terhadap perubahan parameter ekonomi, sebagai contoh pengaruh kenaikan tarif listrik, pendapatan (PDRB) dan sebagainya.

b. Metode Ekonometri

Suatu metode yang dibangun dengan mengikuti indikator-indikator ekonomi. Prakiraan beban ini didasarkan adanya hubungan antara penjualan energi listrik dan beban puncak dengan beberapa variabel ekonomi seperti pendapatan (Produk Domestik regional Bruto) harga dan penggunaan peralatan listrik. Saling ketergantungan ini dapat di tulis secara matematis sebagai berikut; Penjualan atau beban puncak = f (pendapatan, harga dan penggunaan peralatan listrik). Metode ekonometri ini cocok diterapkan untuk suatu kasus, misalnya hanya berlaku untuk suatu daerah atau wilayah.

Keuntungan dari metode ekonometri terletak pada kemampuannya untuk menangani saling-ketergantungan. Sedangkan kekurangannya adalah dalam penentuan persamaan dan penafsiran parameternya cukup sulit serta biaya yang diperlukan cukup besar karena berkaitan dengan jumlah data, komputasi serta sumberdaya manusia yang dibutuhkan.

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.

Keuntungan metode ini adalah data yang diperlukan hanya sedikit, sehingga dibutuhkan waktu yang lebih cepat dan biaya yang dikeluarkan juga sedikit. Sedangkan kerugian metode ini yaitu tidak mampu untuk menangani data yang saling-bergantungan.

d. Metode Gabungan

Metode yang merupakan gabungan dari beberapa metode (analitis, ekonometri dan kecenderungan). Sehingga akan didapat suatu metode yang tanggap terhadap pengaruh aktivitas ekonomi, harga listrik, pergeseran pola penggunaan, kemajuan teknologi, kebijaksanaan pemerintah dan sosio demografi.

Namun metode ini memiliki kerugian berupa banyaknya waktu yang dibutuhkan untuk mengumpulkan semua data dan biaya yang besar untuk sumber daya manusia dan pencarian data.

2.6 Model Peramalan Beban

Tahapan akhir dari penyusunan peramalan beban adalah pembuatan model. Dari model tersebut akan dihitung kebutuhan tenaga listrik. Model yang dimaksud disini adalah suatu fungsi matematis untuk memformulasikan kebutuhan tenaga listrik sebagai fungsi variabel yang dipilih. Untuk keperluan penyusunan peramalan kebutuhan tenaga listrik, model yang digunakan adalah sebagai berikut (Fitrianto, 2006: 3):

a. Model Sektoral

Model ini menggunakan pendekatan sektoral pemakai dan dengan menggunakan metode gabungan. Model ini digunakan untuk menyusun peramalan tingkat distribusi/wilayah.

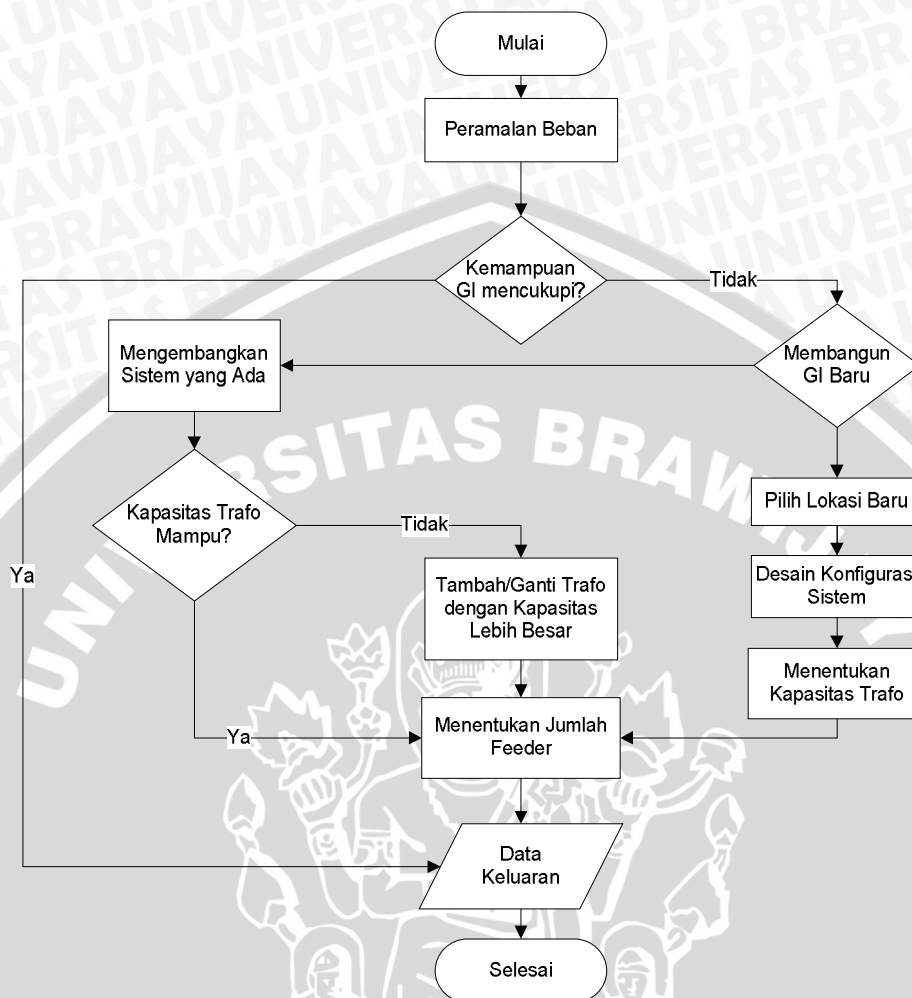
b. Model Lokasi

Model ini serupa dengan model sektoral, dengan penyederhanaan pada beberapa variabel/asumsi. Metode ini digunakan untuk menyusun peramalan tingkat pusat beban (*Load Centre*).

c. Model Gardu Induk

Metode ini menggunakan metode time series (*moving average time series*), dengan input tunggal beban puncak bulanan gardu induk. Model ini digunakan untuk menyusun peramalan beban gardu induk.

Gambaran proses perencanaan sistem distribusi diberikan pada diagram alir gambar 2.5.



Gambar 2.5 Diagram Alir Proses Perencanaan Sistem Distribusi

Sumber: Saefulloh, 2005: 2

2.7 Analisis Korelasi

Analisa korelasi adalah suatu studi yang membahas tentang derajat hubungan antar dua variabel atau lebih. Derajat hubungan disini adalah berapa kuat hubungan antar variabel-variabel tersebut. Ukuran yang dipakai untuk mengetahui hubungan tersebut disebut koefisien korelasi (r).

Untuk perhitungan koefisien korelasi r berdasarkan sekumpulan data berukuran n dapat digunakan rumus sebagai berikut (Assauri, 1984: 60):

$$r = \frac{n\sum ty - (\sum t)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum t^2 - (\sum t)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}} \dots\dots\dots(2-8)$$

$$-1 \leq r \leq 1$$

Dimana:

r = koefisien korelasi

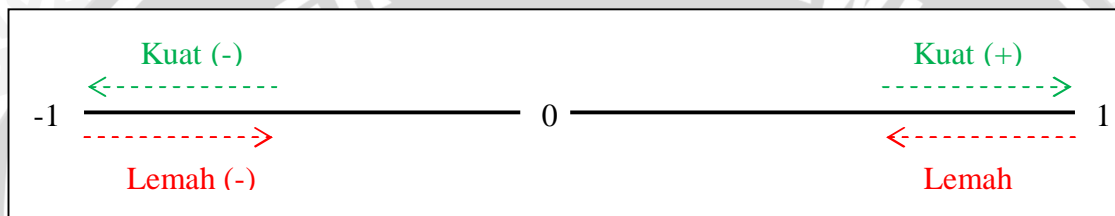
t = variabel bebas

y = variabel terikat

n = jumlah data

Hubungan antara variabel t dan y dapat diketahui dari koefisien korelasi (r), yakni sebagai berikut:

- Kalau $r = 1$, hubungan t dan y sempurna dan positif
- Kalau $r = -1$, hubungan t dan y sempurna dan negatif
- Kalau $r = 0$, hubungan t dan y lemah sekali (tak ada)



Gambar 2.6 Ilustrasi Nilai r

Sumber: Supranto, 1989: 47

2.8 Metode Time Series

Dalam metode *time series*, variabel independen yang digunakan adalah waktu. Artinya variabel dependen Y berubah nilainya dengan berlalunya waktu. Dengan demikian variabel apa saja yang diurutkan secara kronologis bisa disebut sebagai variabel *time series*. Periode waktu yang digunakan dapat tahunan, bulanan, mingguan, harian bahkan dalam jam (Arsyad, 1994: 205).

Dalam tugas akhir ini ada dua macam metode *time series* yang digunakan, yaitu metode regresi dan metode dekomposisi.

2.8.1 Metode Regresi

Jika terdapat data yang terdiri atas dua atau lebih variabel, adalah sewajarnya untuk mencari suatu cara sebagaimana variabel-variabel itu berhubungan. Hubungan yang didapat pada umumnya dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antara variabel-variabel. Studi yang menyangkut masalah ini dikenal dengan analisis regresi. Analisis regresi akan diklasifikasikan menjadi dua yaitu regresi linier dan regresi nonlinier.

Apabila banyaknya variabel bebas hanya ada satu, disebut regresi linier sederhana, dan apabila variabel bebasnya lebih dari 1 maka disebut regresi linier berganda.

Dalam tugas akhir ini, analisis regresi yang digunakan adalah regresi linier sederhana dan regresi non linier sederhana.

2.8.1.1 Regresi Linier Sederhana

Pola hubungan antara dua variabel yaitu variabel bebas (t) dan tak bebas (Y) dikatakan linier jika besar perubahan nilai Y yang diakibatkan oleh perubahan nilai-nilai t adalah konstan. Jika pola hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk grafik maka hubungan linier antara variabel t dan variabel Y akan tampak sebagai garis lurus. Pola hubungan antara variabel Y dan t yang bersifat linier dan sederhana dapat dimodalkan dengan persamaan (Saefulloh, 2005: 3):

$$Y = a + bt \dots\dots\dots(2-9)$$

a dan b merupakan koefisien regresi, koefisien-koefisien regresinya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Saefulloh, 2005: 4):

$$a = \frac{(\Sigma Y)(\Sigma t^2) - (\Sigma t)(\Sigma tY)}{n\Sigma t^2 - (\Sigma t)^2} \dots\dots\dots(2-10)$$

$$b = \frac{n(\Sigma tY) - (\Sigma t)(\Sigma Y)}{n\Sigma t^2 - (\Sigma t)^2} \dots\dots\dots(2-11)$$

Dimana:

Y = variabel tak beban

t = variabel bebas

2.8.1.2 Regresi Non Linier Sederhana

Hubungan fungsi diantara dua variabel t dan Y dikatakan tidak linier apabila laju perubahan dalam Y yang berhubungan dengan perubahan satu satuan t tidak konstan untuk suatu jangkauan nilai t tertentu.

Dalam regresi nonlinier sederhana hubungan antara variabel t dan Y pada umumnya dapat dilinierkan dengan jalan melakukan transformasi variabel, baik salah satu dari variabel yang terlibat maupun keduanya. Dalam tugas akhir ini bentuk regresi nonlinier yang digunakan adalah regresi eksponensial sederhana yang dinyatakan dengan persamaan (Saefulloh, 2005: 3):

$$Y = a e^{bt} \dots\dots\dots(2-12)$$

Bentuk ini dapat dilinierkan dengan transformasi ln (log dengan dasar bilangan alami) menjadi (Saefulloh, 2005: 3):

$$\ln Y = \ln (a e^{bt})$$

$$\ln Y = \ln a + bt \ln e$$

$$\ln Y = \ln a + bt \text{ (karena } \ln e = 1)$$

$$Y' = a' + bt \dots\dots\dots(2-13)$$

Dengan $Y' = \ln Y$ dan $a' = \ln a$

Selanjutnya regresi diambil antara $\ln Y$ dengan t , sehingga koefisien-koefisien regresi a' dan b dapat dihitung dengan rumus (Saefulloh, 2005: 5):

$$a' = \frac{(\sum \ln Y)(\sum t^2) - (\sum t)(\sum \ln Y)}{n\sum t^2 - (\sum t)^2} \dots\dots\dots(2-14)$$

$$b = \frac{n(\sum t \ln Y) - (\sum t)(\sum \ln Y)}{n\sum t^2 - (\sum t)^2} \dots\dots\dots(2-15)$$

2.8.2 Metode Dekomposisi

Dekomposisi adalah metode kecenderungan yang mempergunakan empat komponen pendekatan yaitu *trend* (merupakan tingkah laku jangka panjang), *cylical* (bentuk siklus), *seasonal* (bentuk musiman) dan komponen *random*. Komponen dekomposisi adalah sebagai berikut (Arsyad, 1994: 207):

a. Trend

Trend adalah komponen jangka panjang yang mendasari pertumbuhan atau penurunan dalam suatu data runtut waktu.

b. Siklus

Komponen siklus adalah seri fluktuasi seperti gelombang atau siklus yang mempengaruhi keadaan ekonomi selama lebih dari satu tahun. Hal tersebut dapat dilihat dari perbedaan antara nilai yang diharapkan (*trend*) dengan nilai residual yang berfluktuasi di sekitar *trend*.

c. Musiman

Fluktuasi musiman biasanya dijumpai pada data yang dikelompokkan secara kuartalan, bulanan, atau mingguan. Variasi musim ini menggambarkan pola perubahan yang berulang secara teratur dari waktu ke waktu.

d. Komponen random

Komponen tidak beraturan terbentuk dari fluktuasi-fluktuasi yang disebabkan oleh peristiwa-peristiwa tidak terduga seperti perubahan cuaca, pemogokan, perang, pemilu, dan lain-lain.

Model yang digunakan dalam metode time series adalah model dekomposisi yang mempunyai asumsi bahwa data tersusun sebagai berikut (Makridakis, 83: 123):

$$\begin{aligned} \text{Data} &= \text{pola} + \text{kesalahan} \\ &= f(\text{trend, siklus, musiman}) + \text{kesalahan} \end{aligned}$$

Penulisan matematis umum dari pendekatan dekomposisi adalah sebagai berikut (Makridakis, 83: 124):

$$Y_t = f(T_t, C_t, S_t, I_t) \dots \dots \dots (2-16)$$

Dimana:

Y_t = Nilai deret berkala (data aktual) pada periode t.

T_t = Komponen trend pada periode t.

C_t = Komponen siklus pada periode t.

S_t = Komponen musiman pada periode t.

I_t = Komponen kesalahan / random pada periode t.

Bentuk fungsional yang pasti dari persamaan (2-8) tergantung pada model dekomposisi yang digunakan. Untuk peramalan ini pendekatannya dapat dituliskan sebagai berikut (Makridakis, 83: 124):

$$Y_t = T_t \times C_t \times S_t \times I_t \dots \dots \dots (2-17)$$

Dalam peramalan menggunakan metode dekomposisi dilakukan dengan beberapa tahapan atau langkah-langkah sebagai berikut :

1. Memisahkan data

Yaitu data deret berkala yang sebenarnya (Y_t) dari pengaruh komponen musiman (S_t) dan komponen kesalahan (I_t) serta menghitung indeks musiman (Z_t). Tahap ini dilakukan dengan cara menghitung rata-rata bergerak (M_t) yang panjangnya sama dengan panjang musiman. Kemudian merata-ratakan sejumlah periode yang sama dengan panjang pola musiman. Karena pola musiman yang digunakan 12 bulan maka rata-rata Bergeraknya adalah (Saefulloh, 2005: 4):

$$M_t = \frac{1}{12} \{Y_{t-5} + Y_{t-4} + Y_{t-3} + \dots + Y_{t+5} + Y_{t+6}\}$$

$$= T_t \times C_t \dots\dots\dots(2-18)$$

$$Z_t = S_t \times I_t \dots\dots\dots(2-19)$$

Dari persamaan (2-11)

$$Y_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t$$

$$S_t \times I_t = \frac{Y_t}{T_t \times C_t}$$

$$Z_t = \frac{Y_t}{M_t} \dots\dots\dots(2-20)$$

Dimana:

M_t = rata-rata bergerak

Z_t = indeks musiman

2. Menghitung Komponen Musiman (S_t)

Tahap ini dilakukan dengan cara menghilangkan komponen kesalahan (I_t) dari nilai indeks musiman (Z_t) dengan menggunakan suatu bentuk rata-rata pada bulan yang sama. Untuk menghitung rata-rata indeks musiman (Z_t) disusun menurut bulan untuk setiap tahun.

Karena data sebenarnya adalah data tahunan maka nilai pada bulan yang sama dijumlahkan dan dibagi dengan banyaknya nilai pada kolom bulan tersebut untuk memperoleh rata-ratanya. Komponen musiman (S_t) dapat diperoleh dari rata-rata kolom ini dengan mengalikan setiap rata-ratanya dengan faktor penyesuaiannya, yaitu perbandingan antara pola musiman dengan total rata-rata kolom. (Saefulloh, 2005: 4)

$$Rk_t = (Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n)/n \dots\dots\dots(2-21)$$

$$FP = Rk_t/12 \dots\dots\dots(2-22)$$

$$S_t = Rk_t \times FP \dots\dots\dots(2-23)$$

Dimana:

Rk_t = rata-rata indeks musiman

FP = faktor penyesuaian

S_t = komponen musiman

3. Menentukan Komponen *Trend* (T_t)

Komponen *trend* adalah suatu persamaan garis regresi atau garis kecenderungan. Pada peramalan beban puncak gardu induk, garis regresi yang digunakan berbentuk linier maupun non linier. Setelah bentuk garis regresi ditentukan, langkah selanjutnya menentukan koefisien-koefisien regresi itu sendiri.

Persamaan garis regresi atau komponen *trend* (T_t) adalah sebagai berikut (Saefulloh, 2005: 4):

- Untuk regresi linier :

$$Y = a + bt \text{ maka } T_t = a + bt \dots\dots\dots(2-24)$$

- Untuk regresi non linier eksponensial :

$$Y = a' e^{bt} \text{ maka } T_t = e^{(a' + bt)} \dots\dots\dots(2-25)$$

4. Menghitung Komponen Siklus (C_t)

Komponen siklus dapat dicari dengan cara membagi rata-rata bergerak (M_t) dengan komponen trend yang sesuai, hasilnya adalah berikut (Saefulloh, 2005: 5):

$$\frac{M_t}{T_t} = \frac{T_t \times C_t}{T_t} = C_t \dots\dots\dots(2-26)$$

5. Menghitung Ramalan

Tahap terakhir dalam ramalan beban ini adalah menghitung nilai ramalan itu sendiri. Nilai ramalan dapat dihitung dengan rumus (Saefulloh, 2005: 5):

$$F_t = T_t \times S_t \times C_t \dots\dots\dots(2-27)$$