

**PROPOSAL SKRIPSI**

**PRAKIRAAN DAYA BEBAN LISTRIK YANG TERSAMBUNG  
PADA GARDU INDUK SENGKALING TAHUN 2012- 2021  
MENGUNAKAN METODE *TIME SERIES* DENGAN MODEL  
DEKOMPOSISI**

**KONSENTRASI ENERGI ELEKTRIK**



**Disusun Oleh:  
ANSHAR AFFANDY  
NIM. 0810630033**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG**

**2012**

## 1. JUDUL

*PRAKIRAAN DAYA BEBAN LISTRIK YANG TERSAMBUNG PADA GARDU INDUK SENGKALING TAHUN 2012-2021 MENGGUNAKAN METODE TIME SERIES DENGAN MODEL DEKOMPOSISI*

## 2. LATAR BELAKANG

Pemenuhan kebutuhan listrik dari waktu ke waktu selalu berubah-ubah, sedangkan diperlukan suplai daya listrik yang sesuai dengan permintaan beban. Tenaga listrik harus tersedia saat dibutuhkan, karena tenaga listrik tidak dapat disimpan. Akibatnya muncul permasalahan bagaimana menyediakan suplai tenaga listrik yang selalu dapat memenuhi permintaan beban, dengan kualitas yang baik dan harga yang murah. Di lain pihak perlu investasi yang besar dan waktu yang lama untuk membangun pusat-pusat tenaga listrik.

Gardu Induk sebagai komponen sistem tenaga listrik memegang peranan penting pada kontinuitas suplai tenaga listrik kepada konsumen. Dengan semakin bertambahnya permintaan konsumen listrik maka semakin besar pula beban listrik yang ditanggung oleh gardu induk. Apabila beban listrik yang ditanggung oleh gardu induk lebih besar dari kapasitas gardu induk maka gardu induk akan mengalami overload yang berakibat suplai listrik ke konsumen terhenti.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka prakiraan kebutuhan energi listrik baik jangka pendek maupun jangka panjang sangat dibutuhkan untuk perencanaan dan pengoperasian sistem tenaga listrik sebelum permintaan beban melebihi kapasitas energi listrik yang tersedia.

## 3. RUMUSAN MASALAH

- 3.1 Bagaimana pertumbuhan beban di Gardu Induk Sengkaling.
- 3.2 Berapa kapasitas trafo distribusi yang dibutuhkan Gardu Induk Sengkaling pada tahun 2021.

## 4. RUANG LINGKUP

- 4.1 Sistem yang ditinjau adalah sistem Gardu Induk Sengkaling

- 4.2 Metode yang dipakai pada peramalan kebutuhan beban yang tersambung di gardu induk adalah metode *Time Series* dengan model dekomposisi
- 4.1 Data energi listrik yang digunakan adalah data perusahaan listrik di Gardu Induk Sengkaling tahun 2008 - 2012.
- 4.2 Prakiraan tidak memperhitungkan rencana pengembangan kawasan dan kebijakan politik pemerintah yang mempengaruhi kebutuhan tenaga listrik.
- 4.3 Pertumbuhan kebutuhan tidak diperhitungkan, 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.

## 5. TUJUAN

Tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah mengetahui pertumbuhan beban dan kapasitas trafo distribusi Gardu Induk Sengkaling pada tahun 2012 sampai dengan tahun 2021.

## 6. SISTEMATIKA PENULISAN HASIL SKRIPSI

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan laporan penelitian ini adalah sebagai berikut.

### BAB I : PENDAHULUAN

Memuat latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, dan sistematika penulisan.

### BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka yang membahas dasar teori tentang prakiraan beban listrik serta teori lain yang berhubungan.

### BAB III : METODOLOGI

Memberikan penjelasan tentang metode yang digunakan dalam prakiraan beban listrik ini yang terdiri dari metode pengambilan data, pemodelan sistem dan analisis data serta pengambilan kesimpulan.

### BAB IV : PEMBAHASAN

Melakukan prakiraan beban listrik berdasarkan data-data yang diperlukan, beserta dengan analisis teknis dan ekonomisnya sehingga diperoleh hasil, yaitu dapat diketahui kelayakannya.

### BAB V : PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil analisis.

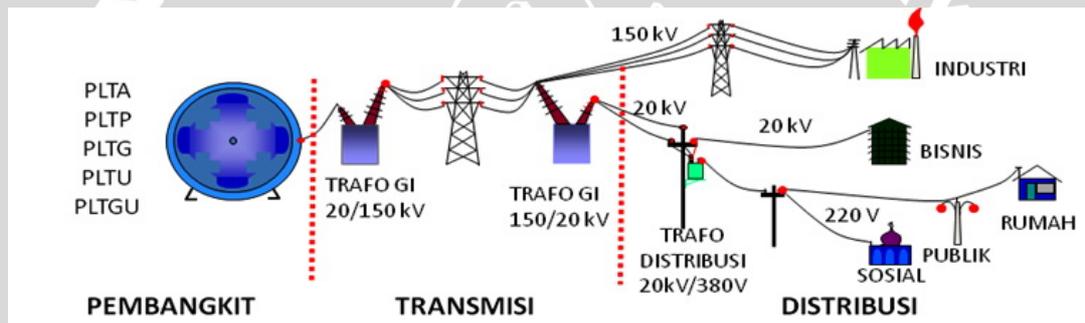
## 7. TINJAUAN PUSTAKA

### 7.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

#### 7.1.1 Pengertian umum

Sistem Distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik. Sistem distribusi ini berguna untuk menyalurkan tenaga listrik dari sumber daya listrik besar (*Bulk Power Source*) sampai ke konsumen. Jadi fungsi distribusi tenaga listrik adalah;

1. Pembagian atau penyaluran tenaga listrik ke beberapa tempat (pelanggan).
2. Merupakan sub sistem tenaga listrik yang langsung berhubungan dengan pelanggan, karena catu daya pada pusat-pusat beban (pelanggan) dilayani langsung melalui jaringan distribusi.



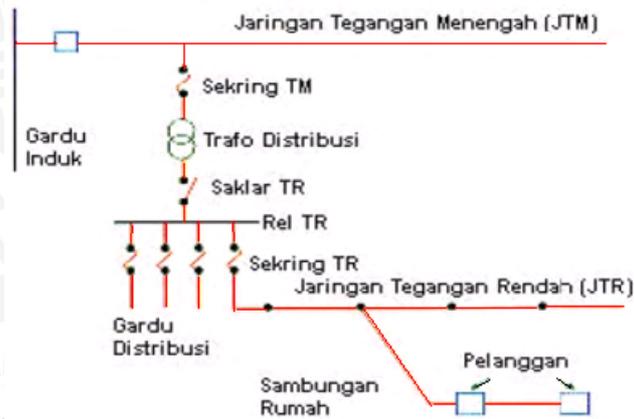
Gambar 1. Sistem Penyaluran Tenaga Listrik

#### 7.1.2 Bagian Sistem Distribusi

Adapun bagian-bagian dari sistem distribusi tenaga listrik adalah:

1. Gardu Induk
2. Jaringan Primer (JTM)
3. Transformator Distribusi
4. Jaringan Sekunder (JTR)

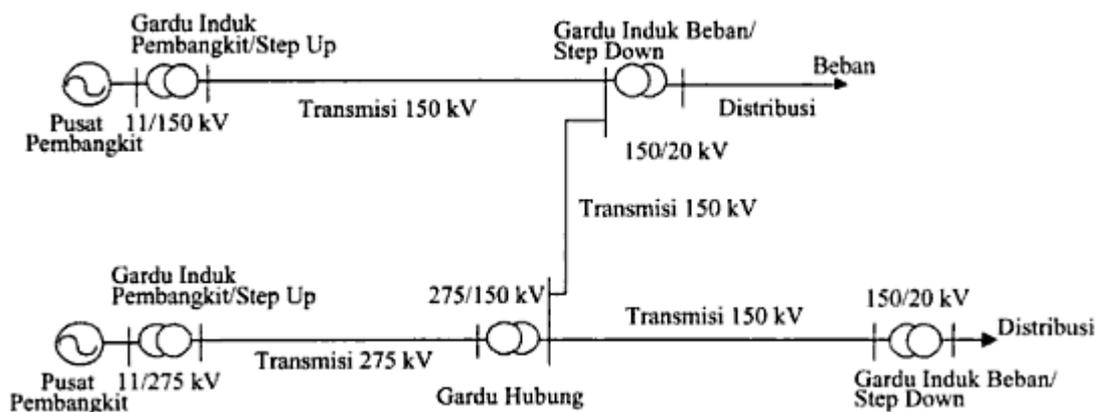
Dalam hal ini tegangan menengah sistem distribusi adalah 20 kV dan tegangan rendahnya 380 V.



Gambar 2. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

### 7.2 Gardu Induk

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. Oleh karena itu, semua perlengkapan yang terpasang di sisi sekunder trafo ini harus mampu memikul tegangan tinggi. 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. Semua perlengkapan yang terpasang di sisi primer trafo ini juga harus mampu memikul tegangan tinggi. Trafo-trafo daya ini bersama perlengkapan-perengkapannya disebut Gardu Induk.



Gambar 3. Diagram Segaris Sistem Tenaga Listrik Interkoneksi

### 7.2.1 Gardu Induk Menurut Tegangannya

#### 1. Gardu Induk Transmisi

Yaitu adalah gardu induk yang tegangan keluarannya berupa tegangan ekstra tinggi atau tegangan tinggi (500 kV atau 150 kV).

#### 2. Gardu Induk Distribusi

Yaitu gardu induk yang menerima suplai tenaga dari gardu induk transmisi untuk diturunkan tegangannya melalui trafo tenaga menjadi tegangan menengah (20 KV).

### 7.3 Beban dalam Sistem Energi 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:

- a. Rumah Tangga (domestik/residen), terdiri dari beban penerangan, kipas angin, alat-alat rumah tangga misalnya televisi, lemari es, kompor listrik, dll.
- b. Bisnis, terdiri atas beban penerangan dan alat listrik lainnya yang dipakai pada bangunan komersil atau perdagangan seperti toko, restoran, dan lain-lain.
- c. Umum/publik, terdiri dari pemakai selain ketiga golongan di atas misalnya gedung pemerintah, penerangan jalan umum, dan sarana publik.
- d. Industri, terdiri dari industri kecil/rumah tangga hingga industri besar. Umumnya bebannya berupa beban untuk motor listrik.

Pengklasifikasian ini sangat penting artinya bila kita melakukan analisa karakteristik beban untuk suatu sistem yang sangat besar. Perbedaan yang paling prinsip dari empat jenis beban diatas, selain dari daya yang digunakan dan juga waktu pembebanannya. Pemakaian daya pada beban rumah tangga akan lebih dominan pada pagi dan malam hari, sedangkan pada beban komersil lebih dominan pada siang dan sore hari.

Pemakaian daya pada industri akan lebih merata, karena banyak industri yang bekerja siang-malam. Maka dilihat dari sini, jelas pemakaian daya pada industri akan lebih menguntungkan karena kurva bebannya akan lebih merata. Sedangkan pada beban fasilitas umum lebih dominan pada siang dan malam hari.

Beberapa daerah operasi tenaga listrik memberikan ciri tersendiri, misalnya daerah wisata, pelanggan bisnis mempengaruhi penjualan kWh walaupun jumlah pelanggan bisnis jauh lebih kecil dibanding dengan pelanggan rumah tangga.

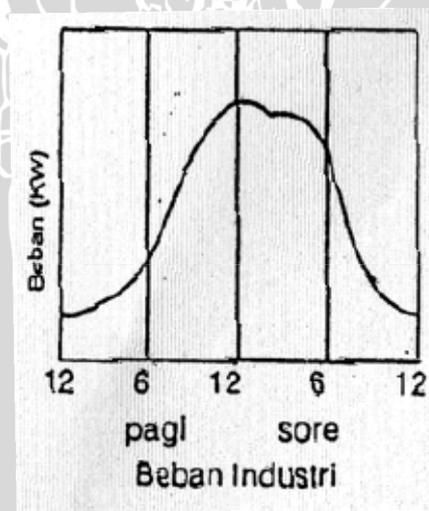
### 7.3.1 Karakteristik Beban

Kepadatan beban selalu dipakai sebagai ukuran dalam menentukan kebutuhan listrik. Sesuatu daerah kepadatan beban satuannya dapat berupa  $MVA/km^2$  atau  $KVA/m^2$  umumnya satuan yang dipakai adalah  $MVA/km^2$ .

#### 1. Kurva Beban

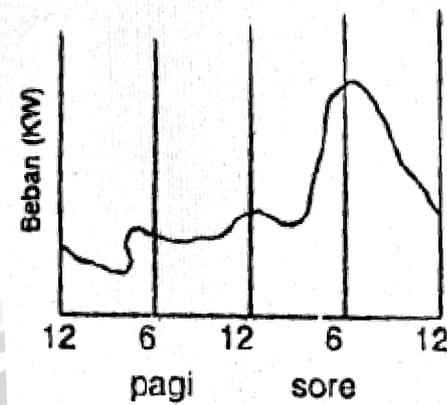
Kurva beban menggambarkan variasi perbebanan terhadap suatu gardu yang diukur dengan KW, Ampere atau KVA Sebagai fungsi dari waktu. Interval waktu pengukuran biasanya ditentukan berdasarkan pada penggunaan hasil pengukuran, misal: interval waktu 30 menit atau 60 menit sangat berguna dalam penentuan kapasitas rangkaian. Biasanya beban diukur untuk interval waktu 15 menit, 30 menit, satu hari atau 1 minggu.

Kurva Beban menunjukkan permintaan (demand) atau kebutuhan tenaga pada interval waktu yang berlain-lainan. Dengan bantuan kurva beban kita dapat menentukan besaran dari beban-terbesar dan selanjutnya kapasitas pembangkit dapat ditentukan juga.



Gambar 4. Contoh Kurva Beban Industri

Beban industri mulai menanjak pukul 5 pagi dan mencapai maksimum kira-kira pada pukul 8 pagi, waktu semua mesin industri beroperasi. Hal seperti itu akan konstan sampai menjelang habis waktu kerja, tetapi menurun pada waktu istirahat siang. Sehabis istirahat siang akan naik lagi dan akan menurun sekitar jam 4-5 sore.

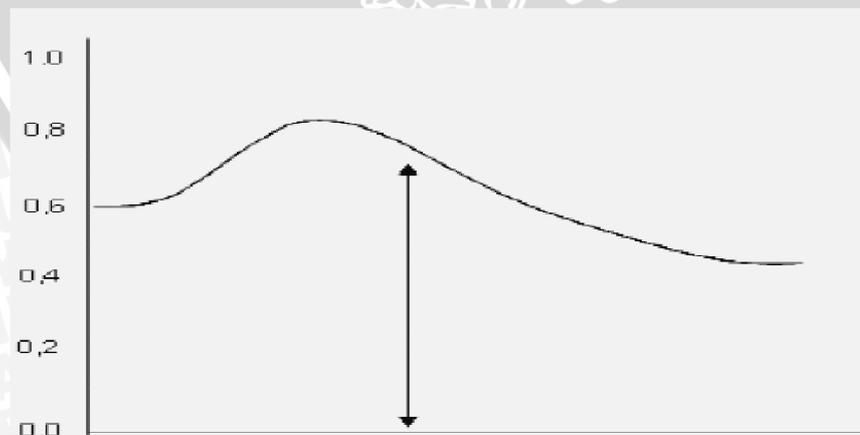


Gambar 5. Contoh Kurva Beban Rumah Tangga

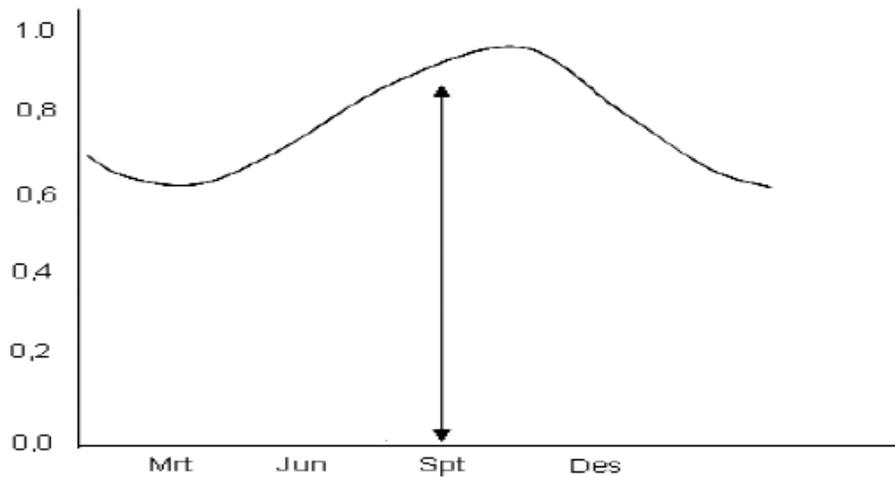
Beban rumah tangga akan maksimum pada jam 6 sore sampai kira-kira jam 12.00 malam dan akan menurun sesudah jam 12 malam.

## 2. Beban Puncak

Kepadatan beban selalu dipakai sebagai ukuran dalam menentukan kebutuhan listrik. Sesuatu daerah kepadatan beban satuannya dapat berupa MVA/km<sup>2</sup> atau KVA/m<sup>2</sup> umumnya satuan yang dipakai adalah MVA/km<sup>2</sup>. Beban puncak (kebutuhan maksimum) didefinisikan sebagai beban (kebutuhan) terbesar/tertinggi yang terjadi selama periode tertentu. Periode tertentu dapat berupa sehari, sebulan maupun dalam setahun. Periode harian, yaitu variasi pembebanan trafo distribusi selama sehari. Selanjutnya beban puncak harus diartikan beban rata – rata selama selang waktu tertentu, dimana kemungkinan terjadinya beban tersebut. Perlu diingatkan disini bahwa kebutuhan puncak (kebutuhan max) bukan merupakan nilai sesaat, tetapi nilai rata – rata selama selang waktu tertentu, biasanya selang waktu tertentu tersebut adalah 15 menit, 30 menit atau satu jam.



Gambar 6. Beban Puncak Harian



Gambar 7. Beban Puncak Bulanan

## 7.4 Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik

### 7.4.1 Pengertian

Prakiraan pada dasarnya ialah menduga lebih awal mengenai peristiwa atau keadaan diwaktu yang akan datang. Dalam kegiatan perencanaan, prakiraan merupakan kegiatan mula dari suatu proses perencanaan tersebut.

Prakiraan dibidang tenaga listrik menduga suatu kebutuhan energi listrik (Watt jam) dan beban tenaga listrik (Watt). Hasil prakiraan ini dipergunakan untuk membuat rencana kebutuhan maupun pengembangan penyediaan tenaga listrik

### 7.4.2 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.

### 7.4.3 Metode Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik

#### 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 di masyarakat, 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.

#### **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.

Dalam tugas akhir ini metode time series yang digunakan yaitu model dekomposisi. Dekomposisi adalah model kecenderungan yang mempergunakan empat komponen pendekatan yaitu kecenderungan (merupakan tingkah laku jangka panjang), cyclical (bentuk siklis), seasional (bentuk musiman) dan komponen random.

#### **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 :

- i) Tujuan prakiraan,
- ii) Subyektifitas yang membuat prakiraan,
- iii) Kemudahan metodenya serta kemudahan memperoleh data pendukungnya.
- iv) Pada setiap periode tertentu prakiraan kebutuhan tenaga listrik harus dikoreksi kembali dan disesuaikan dengan kondisi pertumbuhan keadaan yang sebenarnya.

#### **7.4.5 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 :

##### **a. Pendekatan sektoral**

Digunakan untuk menyusun prakiraan tingkat wilayah dan cabang, dengan hasil proyeksi penjualan listrik untuk setiap sektor rumah tangga, bisnis, umum, dan industri.

##### **b. Pendekatan lokasi**

Digunakan 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.

### **7.5 Analisis Regresi dan Korelasi**

#### **7.5.1 Analisis 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, dimana masing-masing masih dibedakan menjadi regresi sederhana dan regresi berganda.

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.

### 1. Regresi Linier Sederhana

Pola hubungan antara dua variabel bebas (dinotasikan X) dan tak bebas (dinotasikan Y) dikatakan linier jika besar perubahan nilai Y yang diakibatkan oleh perubahan nilai-nilai X adalah konstan. Sedangkan jika pola hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk grafik maka hubungan linier antara variabel X dan variabel Y akan tampak sebagai garis lurus. Pola hubungan antara variabel y dan x yang bersifat linier dan sederhana dapat dimodalkan dengan persamaan :

$$Y_i = a + bX \tag{1}$$

a dan b merupakan parameter regresi yang nilainya belum diketahui.

b merupakan koefisien arah (slope) atau koefisien regresi.

Nilai b dapat positif (+) dan juga negatif (-) bisa dilihat dari bentuk grafiknya.



Gambar 8. Grafik Hubungan Linier  
 a) Jika b Positif      b) Jika b Negatif

### 2. Regresi Non Linier Sederhana

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

Dalam regresi nonlinier sederhana hubungan antara variabel X 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 :

$$Y = a e^{bx} \tag{2}$$

Bentuk ini dapat dilinierkan dengan transformasi ln (log dengan dasar bilangan alami).

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

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

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

$$Y' = a' + bX \tag{3}$$

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

### 7.5.2 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).

Koefisien korelasi hanya mencerminkan keeratn hubungan linier antara variabel bebas X dan variabel tak bebas Y, dan tidak berlaku untuk menerangkan hubungan yang tidak linier.

Untuk perhitungan koefisien korelasi r berdasarkan sekumpulan data berukuran n dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}} \tag{4}$$

### 7.6 Tahapan Ramalan Beban Gardu Induk

Pada peramalan beban puncak gardu induk dengan metode time series dengan model dekomposisi menggunakan masukan beban tahunan gardu induk selama beberapa tahun terakhir. Model yang digunakan dalam metode time series adalah model dekomposisi yang mempunyai asumsi bahwa data tersusun sebagai berikut :

Data = pola + kesalahan

= f (trend,siklus,musiman) + kesalahan

Penulisan matematis umum dari pendekatan dekomposisi adalah sebagai berikut :

$$Y_t = f(T_t, S_t, C_t, I_t) \tag{5}$$

Dimana:

$Y_t$  = nilai deret berkala (data aktual) pada periode t,



- $T_t$  = komponen trend pada periode t,
- $S_t$  = komponen musiman pada periode t,
- $C_t$  = komponen siklus pada periode t, dan
- $I_t$  = komponen kesalahan / random pada periode t.

Bentuk fungsional yang pasti dari persamaan (5) tergantung pada model dekomposisi yang digunakan. Untuk peramalan beban gardu induk persamaan pendekatannya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Y_t = T_t \times S_t \times C_t \times I_t \tag{6}$$

Dalam peramalan beban puncak gardu induk dilakukan dengan beberapa tahapan atau langkah-langkah sebagai berikut :

1. Memisahkan 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

$$M_t = \frac{1}{12} \{Y_{t-5} + Y_{t-4} + Y_{t-3} + \dots + Y_{t+5} + Y_{t+6}\} = T_t \times C_t \tag{7}$$

$$Z_t = S_t \times I_t \tag{8}$$

Dari persamaan (6)

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

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

$$Z_t = \frac{Y_t}{M_t} \tag{9}$$

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.

$$Rk_t = (Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n)/n \quad (10)$$

$$FP = 12 / Rk_t \quad (11)$$

$$S_t = Rk_t \times FP \quad (12)$$

$Rk_t =$

### 3. Menentukan Komponen Trend (Tt)

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.

Untuk regresi linier :  $Y_t = a + bt$ , koefisien-koefisien regresinya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$a = \frac{(\sum Yt)(\sum t^2) - (\sum t)(\sum Yt)}{n\sum t^2 - (\sum t)^2} \quad (13)$$

$$b = \frac{n(\sum tYt) - (\sum t)(\sum Yt)}{n\sum t^2 - (\sum t)^2} \quad (14)$$

dimana :

a, b = koefisien regresi

t = periode ke t

n = banyaknya pasangan dari populasi.

Sedangkan untuk regresi non linier bentuk eksponensial :  $Y_t = ae^{bt}$ , maka bentuk eksponensial dilinierkan dengan cara melakukan transformasi ln.

Dari hasil pelinieran diperoleh hubungan :

$$Y_t' = a' + bt$$

dengan  $Y_t' = \ln Y_t$  dan  $a' = \ln a$ .

Selanjutnya regresi diambil antara  $\ln Y_t$  dengan t, sehingga koefisien-koefisien regresi a' dan b dapat dihitung dengan rumus ;

$$a' = \frac{(\sum Yt)(\sum t^2) - (\sum t)(\sum Yt)}{n\sum t^2 - (\sum t)^2} \quad (15)$$

$$b = \frac{n(\sum t Y_t) - (\sum t)(\sum Y_t)}{n\sum t^2 - (\sum t)^2} \quad (16)$$

Sehingga persamaan garis regresi atau komponen trendnya adalah sebagai berikut:

Untuk regresi linier :

$$Y_t = a + bt \text{ maka } T_t = a + bt \quad (17)$$

Untuk regresi non linier eksponensial :

$$Y_t = a' e^{bt} \text{ maka } T_t = e^{(a' + bt)} \quad (18)$$

#### 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:

$$\frac{M_t}{T_t} = \frac{T_t \times C_t}{T_t} = C_t \quad (19)$$

#### 5. Menghitung Ramalan

Tahap terakhir dalam ramalan beban ini adalah menghitung nilai ramalan itu sendiri.

Nilai ramalan dapat dihitung dengan rumus :

$$F_t = T_t \times T_s \times C_t \quad (20)$$

## 8. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan pada skripsi ini antara lain:

### 8.1 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan bertujuan untuk mempelajari dan memahami konsep yang mendukung prediksi beban yang terdiri dari sistem distribusi sistem tenaga listrik, beban dalam sistem tenaga listrik, prediksi kebutuhan listrik, faktor-faktor yang mempengaruhi prediksi, dan metode time series dengan model dekomposisi.

### 8.2 Pengambilan Data

Data-data yang digunakan dalam kajian ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

#### 8.2.1 Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan dari hasil pengamatan dan pengukuran. Karena dalam pembahasan skripsi ini tidak memerlukan data berdasarkan pengamatan ataupun pengukuran langsung, maka data primer tidak digunakan.

#### 8.2.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat dari Gardu Induk Sengkaling.

1. Data tiap *Feeder*

Data pertama yang dibutuhkan adalah data tiap *feeder* mulai dari *feeder* Wastra Indah, *feeder* Pujon, *feeder* Karang Ploso, *feeder* Junrejo, *feeder* Dinoyo, *feeder* Batu, dan *feeder* Selecta.

a. Daya yang Tersambung

TAHUN	DAYA TANG TERSAMBUNG (MW)				
	2007	2008	2009	2010	2011
Januari					
Februari					
Maret					
April					
Mei					
Juni					
Juli					
Agustus					
September					
Oktober					
November					
Desember					
<b>TOTAL</b>					

b. Konsumsi Energi Listrik

TAHUN	KONSUMSI ENERGI LISTRIK (MWh)				
	2007	2008	2009	2010	2011
Januari					
Februari					
Maret					
April					
Mei					
Juni					
Juli					
Agustus					
September					
Oktober					
November					
Desember					
<b>TOTAL</b>					



2. Konsumsi Energi Gardu Induk Sengkaling

Feeder	Jumlah Konsumsi Energi (MWh)				
	2007	2008	2009	2010	2011
Wastra Indah					
Pujon					
Karang Ploso					
Junrejo					
Dinoyo					
Batu					
Selecta					

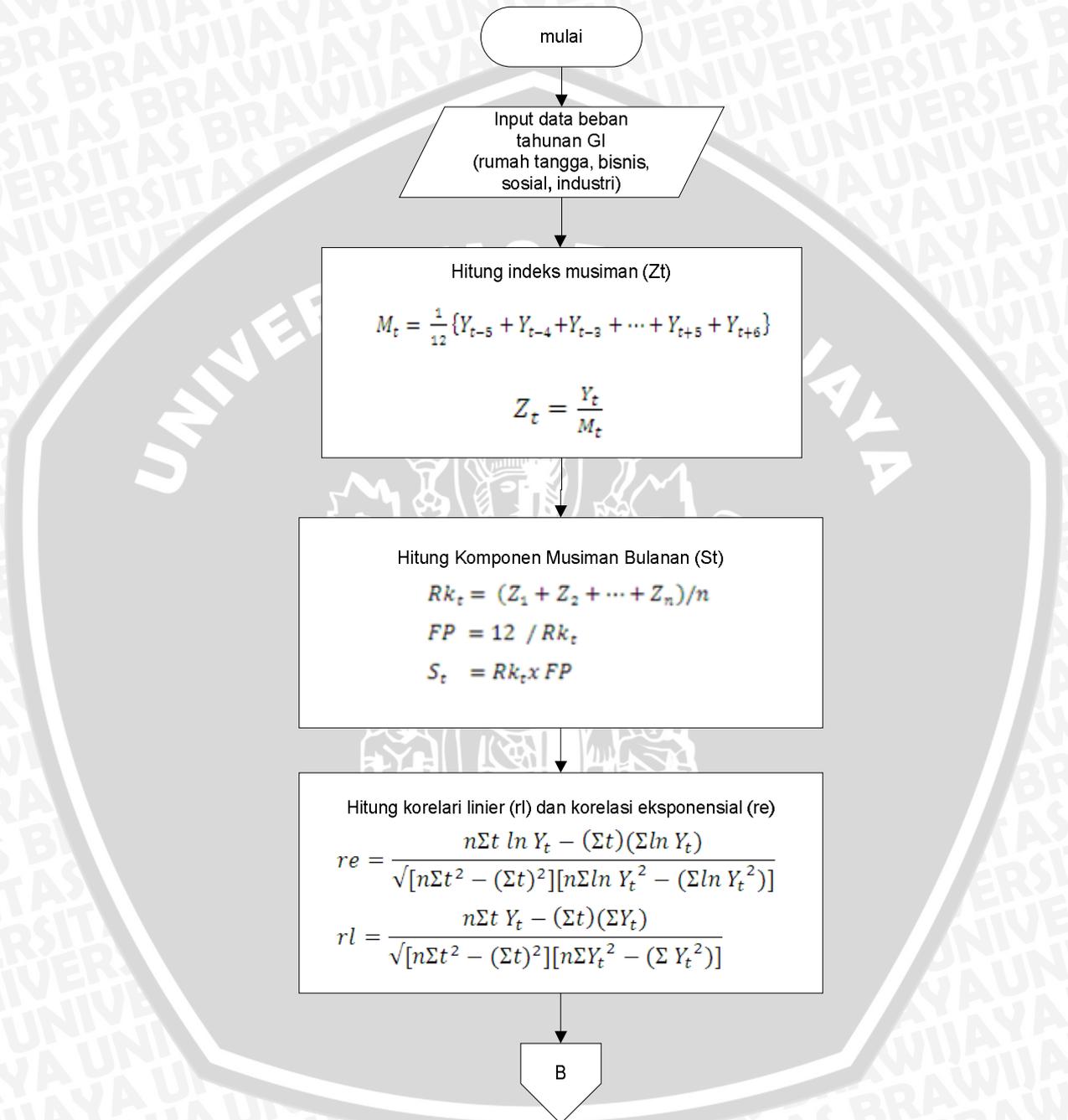
3. Daya yang Tersambung pada gardu Induk Sengkaling

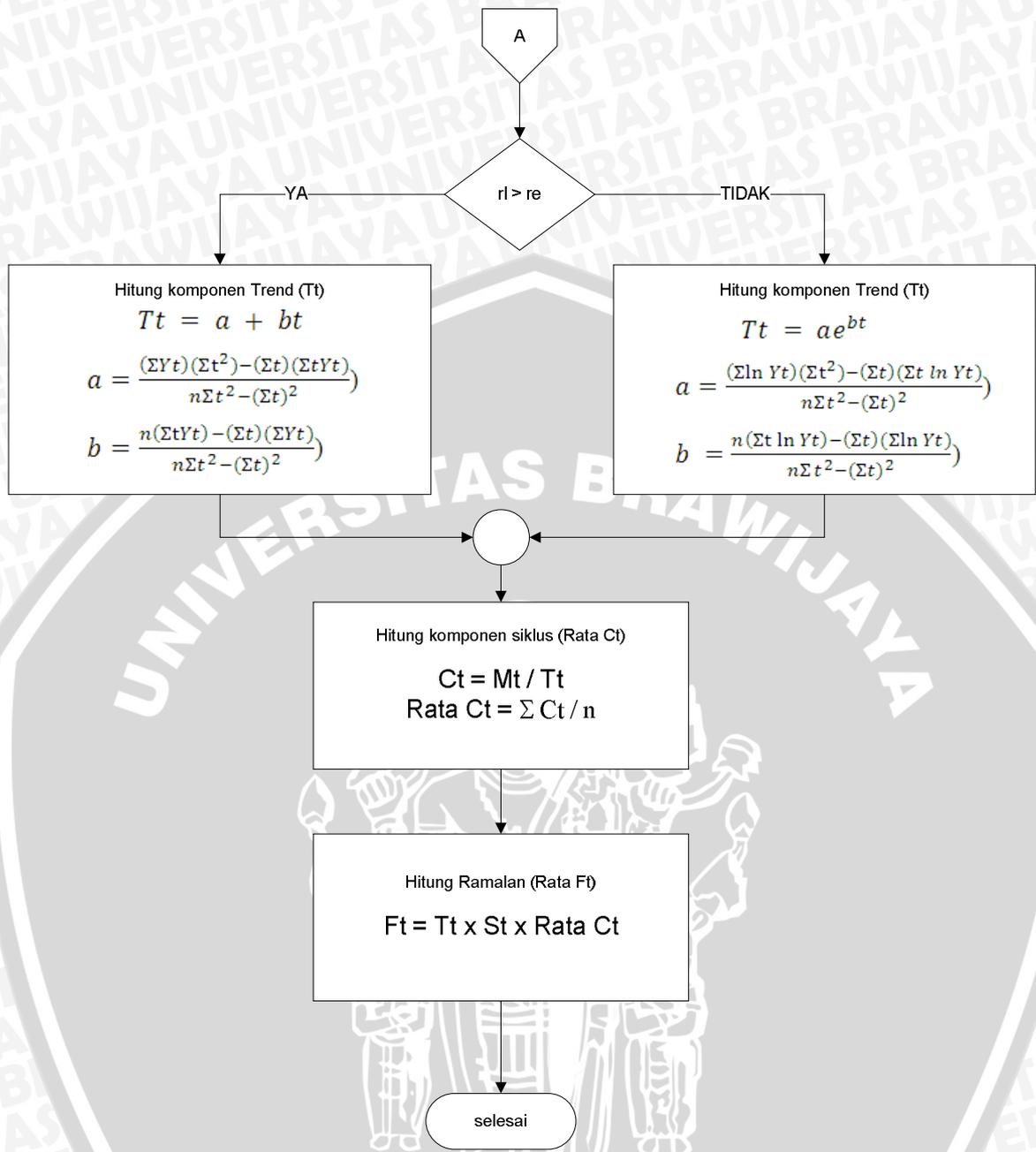
Feeder	Daya yang Tersambung (MW)				
	2007	2008	2009	2010	2011
Wastra Indah					
Pujon					
Karang Ploso					
Junrejo					
Dinoyo					
Batu					
Selecta					

## 8.3 Perhitungan dan Analisa Data

### 8.3.1 Diagram Alir Peramalan

Pada perhitungan peramalan, diagram alir dari peramalan beban Gardu Induk Sengkaling sebagai berikut:





### 8.3.2 Hasil Peramalan Kebutuhan Energi listrik

Berdasarkan langkah-langkah yang ada pada diagram alir di atas maka akan didapatkan diperoleh tabel sebagai berikut:

#### 1. Feeder Wastra Indah

##### a. Daya yang Tersambung

TAHUN	DAYA TANG TERSAMBUNG					
	2012	2013	2014	2015	.....	2021
Januari						
Februari						
Maret						
April						
Mei						
Juni						
Juli						
Agustus						
September						
Oktober						
November						
Desember						
<b>TOTAL</b>						

##### b. Konsumsi Energi Listrik

TAHUN	KONSUMSI ENERGI LISTRIK					
	2012	2013	2014	2015	.....	2021
Januari						
Februari						
Maret						
April						
Mei						
Juni						
Juli						
Agustus						
September						
Oktober						
November						
Desember						
<b>TOTAL</b>						

2. Feeder Pujon

a. Daya yang Tersambung

TAHUN	DAYA TANG TERSAMBUNG					
	2012	2013	2014	2015	.....	2021
Januari						
Februari						
Maret						
April						
Mei						
Juni						
Juli						
Agustus						
September						
Oktober						
November						
Desember						
<b>TOTAL</b>						

a. Konsumsi Energi Listrik

TAHUN	KONSUMSI ENERGI LISTRIK					
	2012	2013	2014	2015	.....	2021
Januari						
Februari						
Maret						
April						
Mei						
Juni						
Juli						
Agustus						
September						
Oktober						
November						
Desember						
<b>TOTAL</b>						

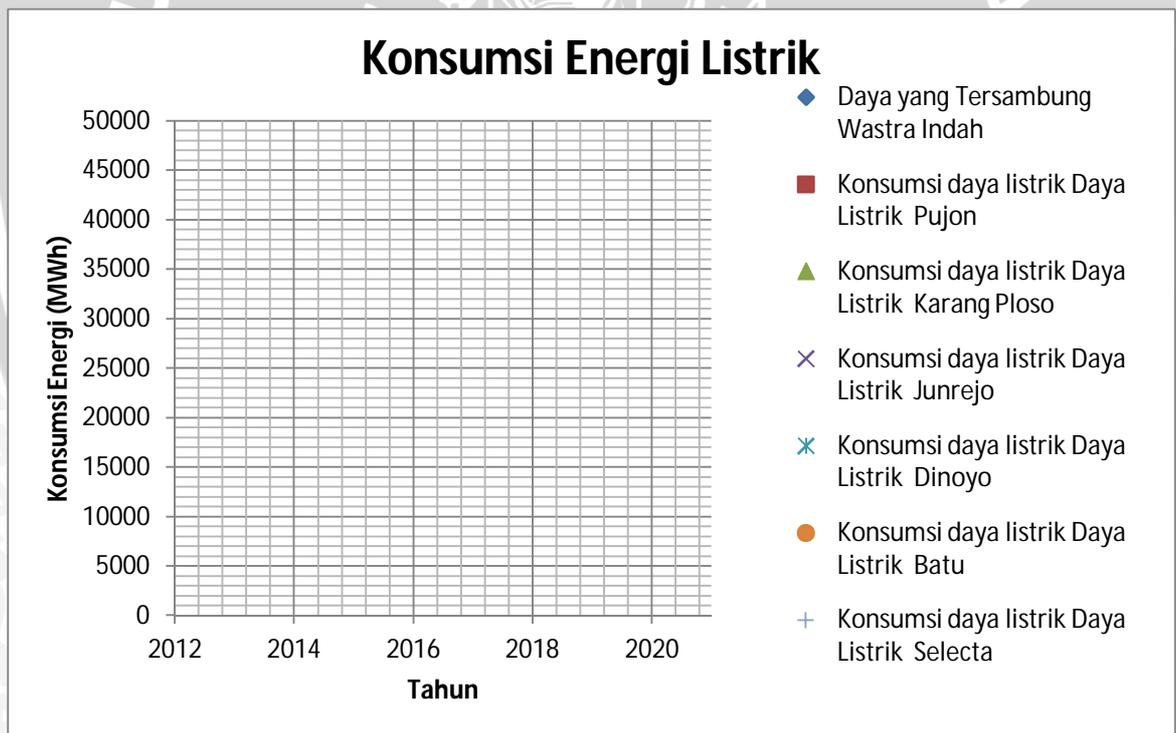
Proses penghitungan akan terus berlanjut sampai *feeder* terakhir yaitu *feeder* Selecta.



Kemudian data tiap *feeder* dapat ditotal dan digabung sehingga didapat data Total Konsumsi Energi masing-masing *feeder* per tahunnya:

Feeder	Jumlah Konsumsi Energi (MWh)					
	2012	2013	2014	2015	...	2021
Wastra Indah						
Pujon						
Karang Ploso						
Junrejo						
Dinoyo						
Batu						
Selecta						

Dari Tabel Konsumsi Energi Listrik dapat pula dibentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 9. Grafik Konsumsi Energi Listrik Tahun 2012-2021

Total konsumsi energi listrik tiap Feeder pada Gardu Induk Sengkaling pada 2012-2021 pada setiap tahunnya diramalkan akan tumbuh sebesar :

Feeder Wastra Indah = %

Feeder Pujon = %

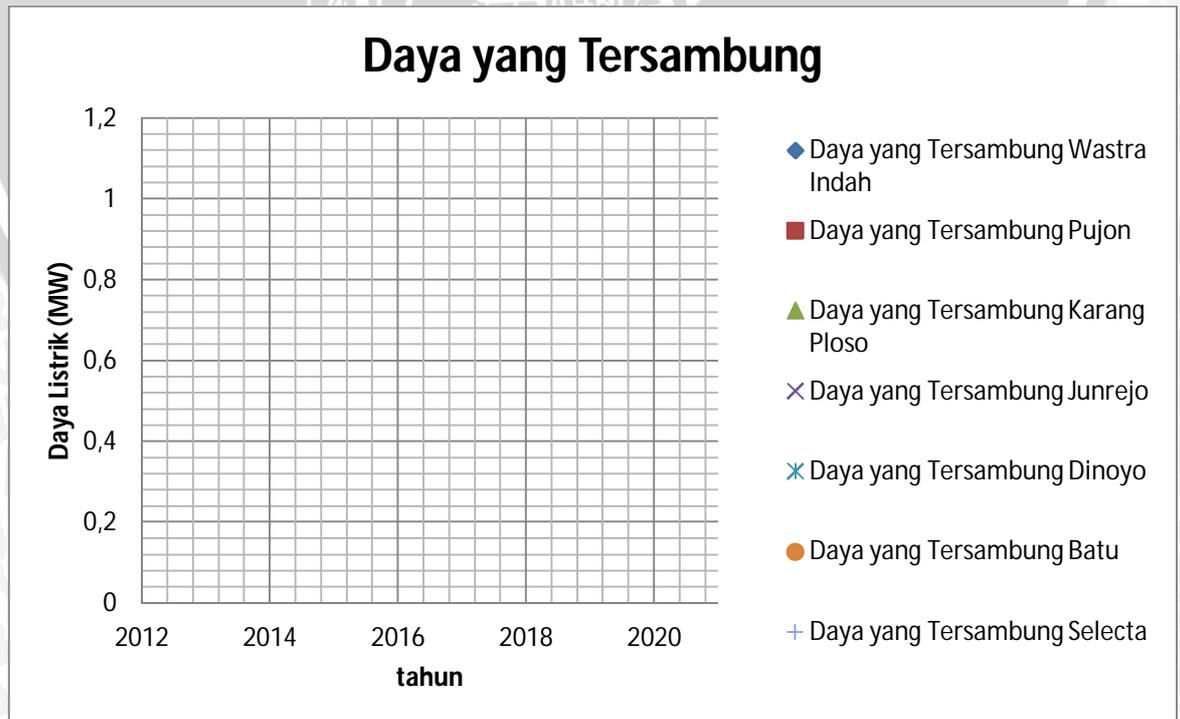


- Feeder Karang Ploso = %
- Feeder Junrejo = %
- Feeder Dinoyo = %
- Feeder Batu = %
- Feeder Selecta = %

Selain itu dapat diperoleh juga Peramalan Daya yang Tersambung pada Gardu Induk Sengkaling tahun 2012-2021

Feeder	Daya yang Tersambung (MWh)					
	2012	2014	2015	2016	.....	2021
Wastra Indah						
Pujon						
Karang Ploso						
Junrejo						
Dinoyo						
Batu						
Selecta						

Dari tabel di atas dapat dibuat grafik sebagai berikut:



Gambar 10. Grafik Daya Tersambung Tahun 2012-2021

Total Daya Tersambung tiap Feeder pada Gardu Induk Sengkaling pada 2012-2021 pada setiap tahunnya diramalkan akan tumbuh sebesar :

- Feeder Wastra Indah : %
- Feeder Pujon : %
- Feeder Karang Ploso : %
- Feeder Junrejo : %
- Feeder Dinoyo : %
- Feeder Batu : %
- Feeder Selecta : %

### 8.4 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Pada tahapan ini dilakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan teori, hasil perhitungan serta analisis. Hal-hal yang menjadi kendala dalam penelitian ini, atau hal-hal yang masih memerlukan kajian lebih dalam lagi akan dicantumkan dalam saran yang diharapkan dapat membantu meningkatkan efektifitas dan kontinuitas pelayanan Gardu Induk Sengkaling.

### 9. RENCANA KEGIATAN

Kegiatan penyusunan skripsi ini direncanakan akan dikerjakan dalam waktu enam bulan dengan rencana kegiatan setiap bulannya sebagai berikut:

No.	Kegiatan	Bulan Ke-				
		I	II	III	IV	V
1.	Seminar Proposal	■				
2.	Studi Literatur	■	■	■	■	■
3.	Pencarian Data		■	■	■	■
4.	Melakukan Perhitungan (Analisis)			■	■	■
5.	Penyusunan Laporan				■	■
6.	Seminar Hasil					■

## 10. RENCANA DAFTAR ISI

### Pengantar

### Abstrak

### Bab I Pendahuluan

- 1.1 Latar Belakang
- 1.2 Rumusan Masalah
- 1.3 Ruang Lingkup
- 1.4 Tujuan
- 1.5 Sistematika Penulisan

### Bab II Tinjauan Pustaka

- 1.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik
- 1.2 Gardu Induk
- 1.3 Beban dalam Sistem Energi Listrik
- 1.4 Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik

### Bab III Metodologi

- 3.1 Studi Literatur
- 3.2 Pengambilan Data
- 3.3 Perhitungan dan Analisis Data
- 3.4 Pengambilan Kesimpulan

### Bab IV Pembahasan dan Hasil

- 1.1 Umum
- 1.2 Hasil Studi Lapangan
- 1.3 Hasil Perhitungan – Perhitungan
- 1.4 Analisis Teknis
- 1.5 Studi Kelayakan

### Bab V Penutup

- 1.1 Kesimpulan
- 1.2 Saran



## 11. REFERENSI

Harifuddin. *Estimasi Kebutuhan Daya Listrik Sulawesi Selatan Sampai Tahun 2017*.

Pendidikan Teknik Elektro FT UNM. Makassar. 2007

Makridakis, Spyros. *Metode dan Aplikasi Peramalan*, Erlangga. Jakarta. 1999

Saefulloh, Dian. *Perencanaan Pengembangan Gardu Induk untuk 10 Tahun ke Depan*. Makalah Seminar Tugas Akhir. Teknik Elektro Fakultas Teknik UNDIP, Semarang. 2005

