

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Profil Beban (*Load Profile*)

2.1.1. Pengertian Profil Beban

Profil beban yaitu informasi yang berisi tentang besarnya energi yang membebani suatu penyedia listrik, data ini kebanyakan dinyatakan dalam MW, KV, maupun KVA, data beban listrik biasanya dibuat dalam interval waktu tertentu seperti setiap 10, 15, maupun 30 menit. (Ilir Keka, 2013).

Karakteristik beban adalah faktor utama yang amat penting dalam perencanaan sistem tenaga listrik hal ini diperlukan agar sistem tegangan dapat dianalisis dengan baik. Selain itu karakteristik sangat penting untuk menentukan kapasitas pembebanan dan cadangan tersedia dari suatu gardu dan dapat memastikan kapasitas transformator secara tepat dan ekonomis. (Bahtiar, 2012)

2.2. Klasifikasi Beban

Berdasarkan klasifikasi beban, jenis konsumen energi listrik di bagi empat macam antara lain:

1. Beban Rumah Tangga, untuk beban rumah tangga biasanya berupa lampu sebagai penerangan, dan alat rumah tangga seperti kipas angin, lemari es, mixer, oven, pompa air dan sebagainya. Beban rumah tangga biasanya memuncak pada malam hari.
2. Beban Komersial, biasanya terdiri atas penerangan untuk reklame, restoran, hotel, dan perkantoran. Puncak beban komersial terjadi di siang hari.
3. Beban Industri, dibedakan menjadi dua yaitu skala kecil dan skala besar. Untuk skala kecil banyak beroperasi di siang hari dan sedangkan untuk skala besar banyak beroperasi sampai 24 jam.

4. Beban Fasilitas Umum, biasanya meliputi prasarana yang disediakan oleh pemerintah seperti rumah ibadah, rumah sakit, sekolah dan lain sebagainya. Puncak dari beban fasilitas umum ini biasanya terjadi pada siang hari.

2.3. Karakteristik Umum Beban Listrik

Karakteristik beban secara umum adalah faktor utama yang paling penting dalam perencanaan sistem tenaga listrik hal ini diperlukan agar sistem tegangan dapat dianalisis dengan baik dan karakteristik sangat penting untuk menentukan kapasitas pembebanan yang tersedia dari suatu gardu serta dapat memastikan kapasitas transformator secara benar dan cermat. (Bahtiar, 2012). Untuk menentukan karakteristik beban ada beberapa faktor yang paling penting antara lain:

2.3.1. Faktor Beban (load factor)

Faktor beban adalah perbandingan antara beban rata – rata terhadap beban puncak yang diukur dalam suatu periode tertentu, faktor beban sendiri biasanya dipakai untuk mengetahui faktor beban harian, bulanan maupun tahunan.

Berikut adalah rumus untuk mencari nilai faktor beban:

$$F_{LD} = \frac{\text{Beban rata – rata}}{\text{Beban puncak}} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$F_{LD} = \frac{\text{Beban rata – rata} \times T}{\text{Beban puncak} \times T}$$

$$= \frac{\text{unit dilayani}}{\text{Beban puncak} \times T}$$

Keterangan:

FLD = Faktor beban

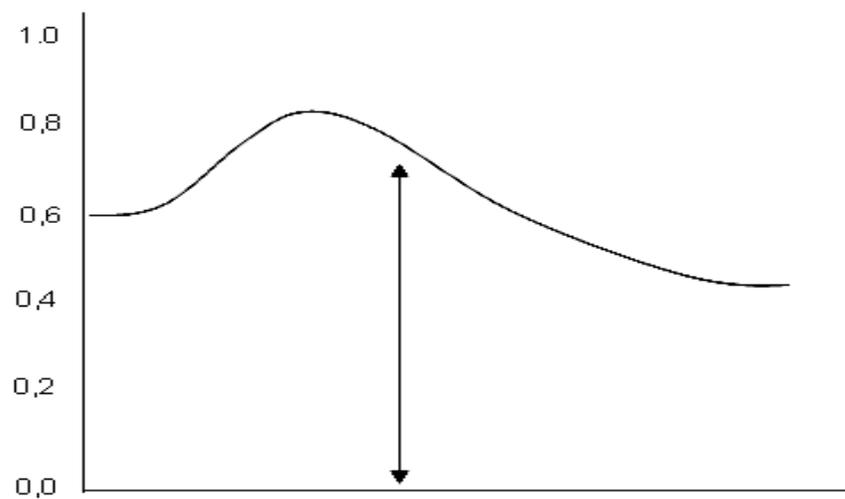
T = Waktu

Dimana T = Waktu dalam beberapa hari, minggu, bulan, atau tahun. Semakin lama periode T maka semakin kecil factor yang di hasilkan, alasannya adalah bahwa untuk permintaan maksimum yang sama mencangkup periode waktu yang lebih besar

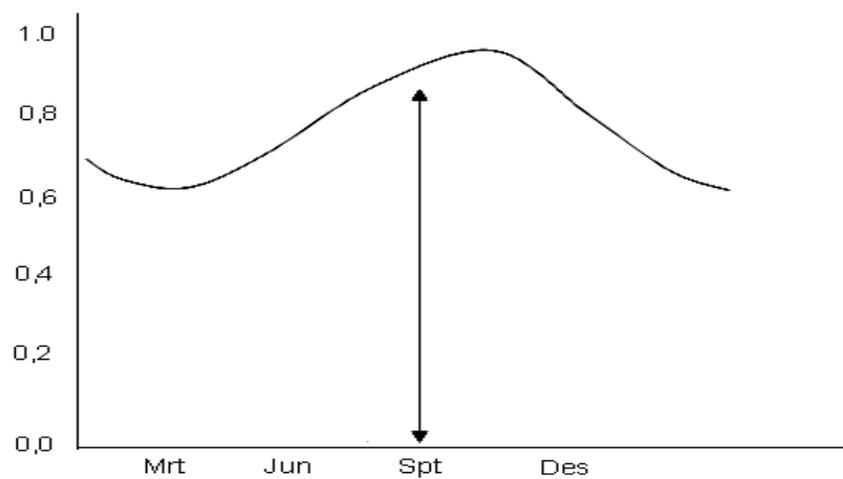
dan menghasilkan beban rata-rata yang lebih kecil. Di sini, ketika T (waktu) dipilih dalam beberapa hari, minggu, bulan, atau tahun, gunakan itu masing-masing seperti 241, 68, 730 maupun 8760 jam.

2.3.2 Faktor Beban harian rata – rata

Faktor beban harian rata – rata , gambar 1. yaitu dasar dari faktor beban tahunan total.



Gambar 1
Beban Puncak Harian (30 hari)



Gambar 2
Grafik Beban Puncak Bulanan

Selanjutnya, dapat dilihat beban puncak bulanan rata – rata terhadap beban puncak tahunan, lihat gambar 3. misalkan Ppt = puncak tahunan (annual load faktor), maka ini dapat dihitung sebagai berikut :

$$F_{btahunan} = F_{bharian} \times \frac{P_{ph}}{P_{pt}} \times \frac{P_{pb}}{P_{pt}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

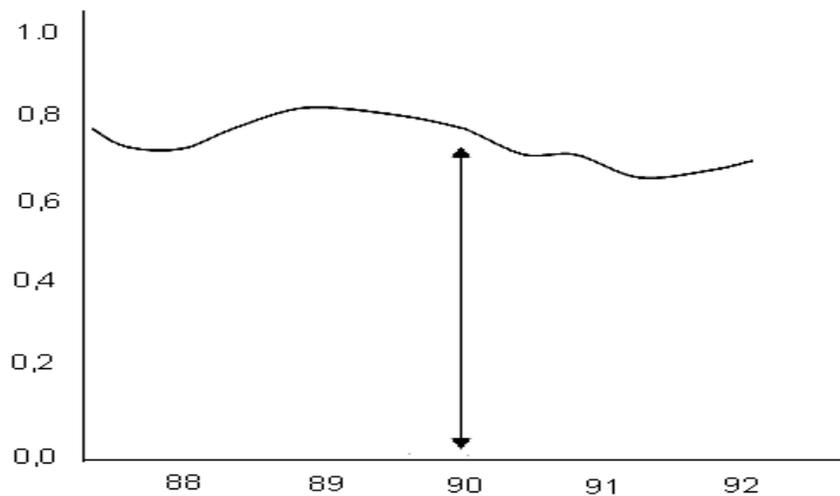
Fbt = faktor beban tahunan

Fbh = faktor beban harian

Pph = beban puncak rata – rata harian

Ppb = beban puncak rata – rata bulanan

Ppt = beban puncak rata – rata tahunan



Gambar 3.
Kurva Beban Tahunan

2.3.3. Faktor Kebutuhan (DF = Demand Factor)

Faktor kebutuhan merupakan perbandingan antara kebutuhan maksimum (beban puncak) terhadap total daya tersambung. Jadi:

$$F_d = \frac{B_p(\text{Beban puncak})}{B_c(\text{Beban terpasang})} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

Fd = Faktor Kebutuhan

Bc = Beban Terpasang

Bp = Beban Puncak

Jumlah daya tersambung adalah jumlah dari daya tersambung dari seluruh beban dari setiap konsumen. Daya tersambung dan kebutuhan maksimum satuannya harus sama. faktor kebutuhan biasanya bernilai kurang dari satu. Faktor kebutuhan ini dapat menjadi satu bila keseluruhan beban yang tersambung serentak diberi energi dalam sebagian besar periodenya.

Faktor kebutuhan menunjukkan tingkat dimana beban yang tersambung beroperasi serentak. Faktor kebutuhan dipakai untuk menentukan kapasitas (juga biaya) dari peralatan tenaga listrik yang diperlukan untuk melayani beban tersebut. Karena ada pengaruhnya terhadap investasi, maka faktor kebutuhan ini menjadi penting dalam menentukan jadwal pembiayaannya.

Faktor kebutuhan dari beberapa jenis bangunan :

- a. Perumahan sederhana 50-75%
- b. Perumahan besar 40-65%
- c. Kantor 60-80%
- d. Toko sedang 40-60%
- e. Industry sedang 35-65%

Besarnya faktor kebutuhan (biasanya dinyatakan dalam %) dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu :

a. Besarnya beban terpasang

Sebagai contoh : Rumah tinggal yang memiliki beban terpasang yang relatif besar, pada umumnya ada faktor kebutuhan yang lebih rendah bila dibandingkan dengan rumah tinggal yang memiliki beban terpasang lebih kecil.

b. Sifat pemakaian

Toko-toko, pusat perbelanjaan, kantor-kantor dan bangunan industri kebanyakan memiliki faktor kebutuhan tinggi sedangkan gudang dan tempat rekreasi memiliki faktor kebutuhan yang rendah.

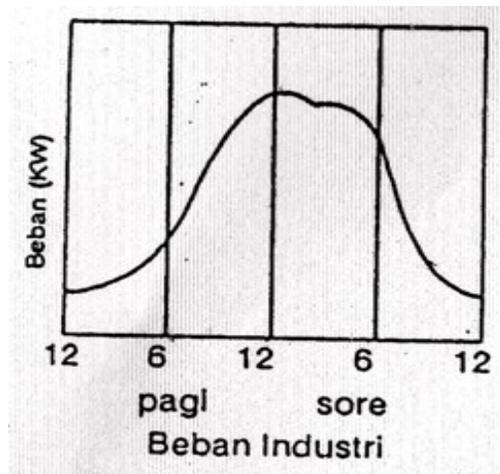
2.4. Beban Puncak

Kepadatan beban selalu dipakai sebagai ukuran dalam memastikan keperluan listrik. Sesuatu daerah kepadatan beban satuannya dapat berupa MVA/km² maupun KVA/m² dan umumnya satuan yang dipakai adalah MVA/km². Beban puncak (kebutuhan maksimum) didefinisikan sebagai beban kebutuhan terbesar yang terjadi selama periode tertentu. Periode tertentu dapat berupa sehari, sebulan maupun 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. Contoh: beban harian dari transformator distribusi di mana beban puncaknya selama selang waktu 1 jam, yaitu jarak pukul 17.00 (titik A) dan pukul 18.00 (titik B). Nilai rata-rata kurva A-B, merupakan kebutuhan (kebutuhan maksimum).

Harus diingatkan disini bahwa kebutuhan puncak (kebutuhan max) bukan merupakan nilai sesaat, akan tetapi nilai rata – rata selama selang waktu tertentu, biasanya selang waktu tertentu tersebut adalah 15 menit, 30 menit atau satu jam.

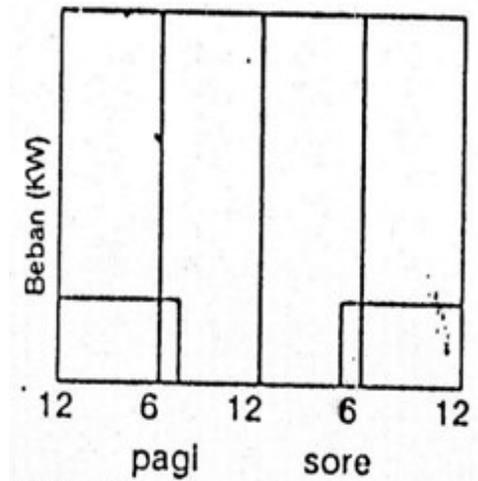
2.4. Kurva Beban

Kurva beban biasanya menggambarkan variasi pembebanan terhadap suatu gardu yang diukur dengan MW, 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. (SUSWANTO, 2009)



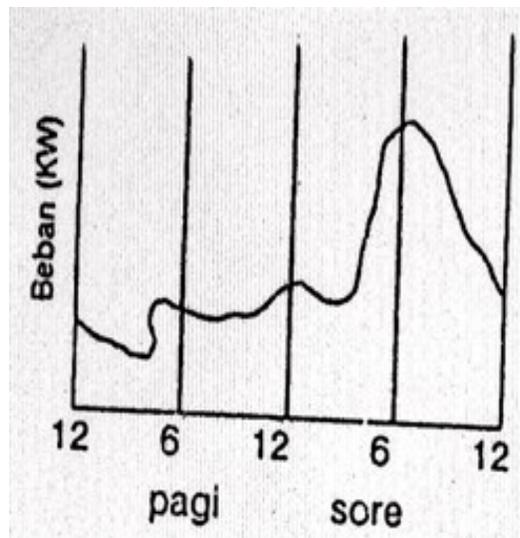
Gambar 5.

Pukul 5 pagi beban mulai menanjak 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



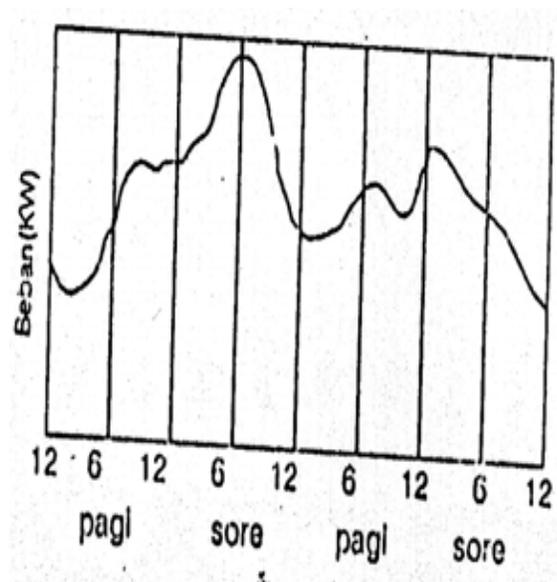
Gambar 6.

Beban untuk penerangan kota akan konstan dari jam 6 sore sampai jam 6 pagi.



Gambar 7.

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



Gambar 8.

adalah salah satu contoh kurva beban suatu metropol

2.5. Imputation

Imputasi yaitu proses pengisian atau penggantian *missing values* pada dataset dengan nilai-nilai yang mungkin berdasarkan informasi yang didapatkan pada dataset tersebut dengan menggunakan metode “*Hot Deck Imputation*”, dimana data yang di dapatkan di substitusikan terhadap missing data cara melakukannya dengan memperhatikan jarak antara data yang akan disubstitusikan dengan missing data yakni 2 minggu sesudah maupun sebelum data tersebut. Selanjutnya jarak 2 minggu tersebut di substitusikan sesuai hari jam tanggal dan data yang sama agar data yang dilakukan lebih akurat. (Hendrawati, 2015).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Waktu yang digunakan peneliti untuk penelitian ini yaitu dilaksanakan sejak tanggal dikeluarkan ijin penelitian dalam kurun waktu kurang lebih 3 bulan, 1 bulan pengumpulan data dan 2 bulan pengolahan data yang meliputi penyajian dalam bentuk skripsi dan proses bimbingan berlangsung.

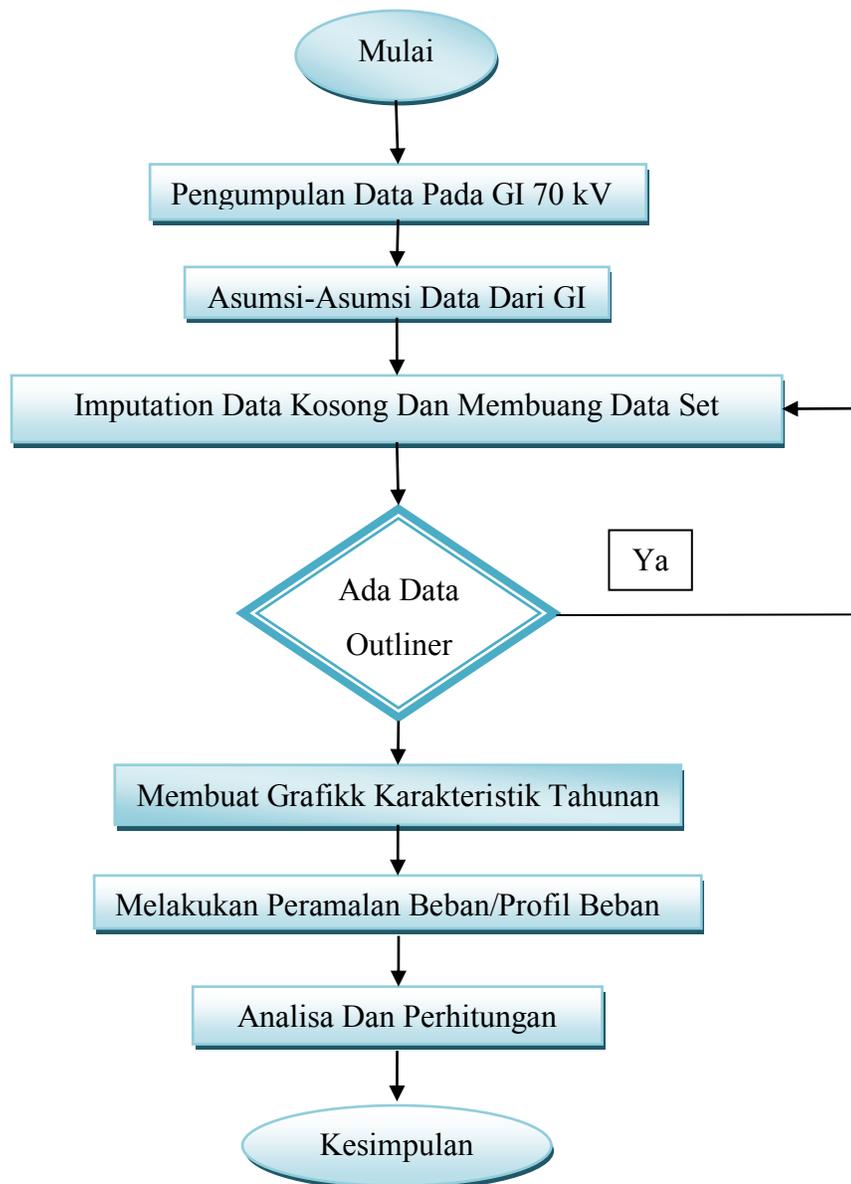
3.1.2 Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini adalah di PT PLN (Persero) gardu induk borang penyaluran dan pengaturan beban sumatera unit penyaluran transmisi Palembang yang datanya di ambil pada tahun 2017.

3.2 Alat dan Bahan

1. Satu unit laptop Lenovo Thinkpad X220 core i5, ram 4 GB, software microsoft office 2008
2. Satu buah printer
3. Satu buah kalkulator

3.3 Diagram Alir



Gambar 1 Diagram Alir

3.4 Metode Penelitian

3.3.1. Proses Penyusunan data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif. Yaitu pengumpulan data yang berupa angka, skala maupun grafik yang di hitung untuk mengetahui karakteristik beban pada tahun 2017.

Adapun proses dari pengumpulan data, menghitung dan membuat grafik pada penelitian ini yaitu:

1. observasi lapangan, wawancara dan pengambilan data
2. Mulai menyusun dan mengelompokan data perbulan pada tahun 2017 yang di dapat dari PLN (Persero) Gardu Induk Borang
3. Menghitung data perbulan dan pertahun tahun 2017
4. Membuat grafik tahun 2017

3.3.2. Pengelompokan data

Untuk pengelompokan data sendiri di bagi tiga yaitu:

1. Data perbulan dan pertahun selama satu tahun
2. Data beban puncak selama satu tahun
3. Grafik perbulan selama 12 bulan dalam satu tahun

3.3.3. Analisis faktor-faktor beban

Analisis faktor-faktor beba sendiri dilakukan dengan pengumpulan data satu tahun kebelakang yaitu tahun 2017 yang diperoleh dari logsheet perbulan yang sudah di imputation, dan kemudian dilakukan perhitungan rata-rata setiap bulannya.

3.3.4. Analisa Data

Berdasarkan data–data yang sudah di peroleh . maka dilakukan analisis untuk mengetahui berapa faktor beban, data maksimum, beban puncak, dan faktor kebutuhan selama setahun yang datanya di dapat dari logsheet PT. PLN sektor gardu induk borang.

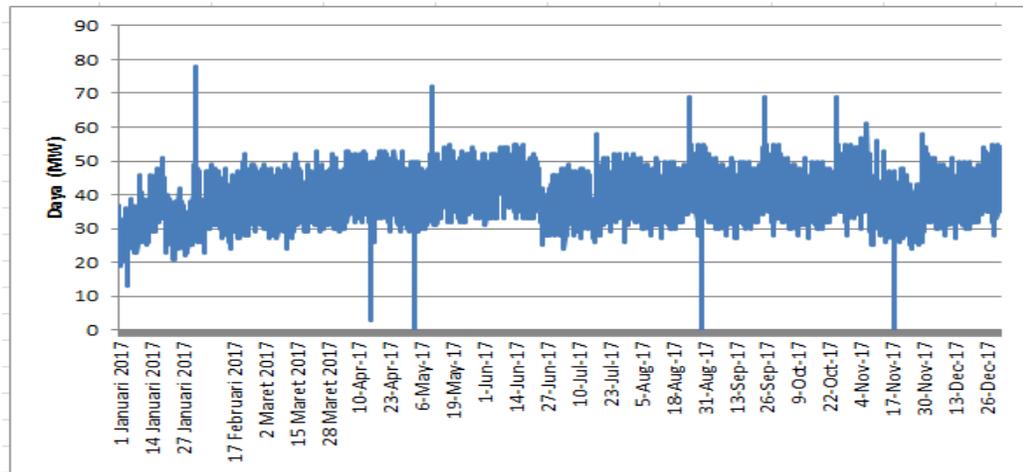
BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Set

Data set disusun dari data gardu induk borang dengan trafo IBT 100 MVA 150/70 MW yang dibuat dalam bentuk beberapa sheet pada ms.exsel untuk memudahkan pembacaan data, setelah data disusun secara rapi data dicek kembali dengan cara menghitung jumlah data dan dibagi 24 jam . Jika data benar dihitung maka selanjutnya adalah mengimputation data sehingga data yang kosong dapat terisi dan membuat hasil analisis tidak kacau.

4.2. Karakteristik Beban Tahunan



Gambar 2 Grafik Beban Tahun 2017

Dapat dilihat pada gambar 4.1 grafik beban tahun 2017 di atas, beban stabil berada di posisi 40 MW, dan beban mengalami kenaikan yang signifikan pada bulan Februari yaitu pada tanggal 1 beban mencapai 78 MW dan kemudian beban kembali stabil, lalu beban mengalami penurunan hingga 3 MW pada bulan April tanggal 15 dan beban mengalami kenaikan menjadi 72 MW kembali pada bulan Mei tanggal 10

dan beban mengalami penurunan hingga 0 MW pada tanggal 17 di karenakan adanya pemadaman akibat perbaikan di gardu induk borang. Dan beban stabil kembali sampai akhir tahun 2017.

4.3. FAKTOR BEBAN

Faktor Beban dapat diketahui dari grafik bebannya, Sedangkan untuk perkiraan besaran faktor beban di masa yang akan datang dapat diketahui dengan data statistik yang ada berdasarkan jenis beban.

4.3.1. Faktor Beban Bulanan

$$F_{LD} = \frac{\text{Beban rata - rata}}{\text{Beban puncak}}$$

$$F_{LD} = \frac{48 \text{ MW}}{4485 \text{ MW}} = 0,01$$

Data di atas menunjukkan nilai beban rata-rata faktor beban bulanan sebesar 48 MW, dan beban puncak sebesar 4485 MW hasil dari pembagian beban rata-rata dan beban puncak sebesar 0,01 dengan nilai asumsi Cos Phi kurang dari 1 Hal ini dapat di simpulkan bahwa hasil dari perhitungan di atas sudah baik dikarenakan gardu induk penyulangannya banyak yang masih tidak dipakai jadi beban trafonya tidak penuh.

4.3.2. Faktor Beban Tahunan

$$F_{LD} = \frac{\text{Beban rata - rata}}{\text{Beban puncak}}$$

$$F_{LD} = \frac{46 \text{ MW}}{50385 \text{ MW}} = 0,09$$

Data di atas menunjukkan nilai beban rata-rata faktor beban tahunan sebesar 46 MW, dan beban puncak sebesar 50385 MW hasil dari pembagian beban rata-rata

dan beban puncak sebesar 0,09 dengan nilai asumsi Cos Phi kurang dari 1 Hal ini dapat di simpulkan bahwa hasil dari perhitungan di atas sudah baik dikarenakan gardu induk penyulangannya banyak yang masih tidak dipakai jadi beban trafonya tidak penuh.

Tabel 1. Faktor Beban Bulanan dan Tahunan

Faktor Beban	Daya
Bulanan	0,01
Tahunan	0,09

4.4. Faktor Kebutuhan

Faktor kebutuhan menunjukkan tingkat dimana beban yang tersambung beroperasi serentak. Faktor kebutuhan dipakai untuk menentukan kapasitas (juga biaya) dari peralatan tenaga listrik yang diperlukan untuk melayani beban tersebut.

4.4.1. Faktor Kebutuhan Tahunan

$$F_d = \frac{B_p(\text{Beban puncak})}{B_c(\text{Beban terpasang})}$$

$$F_d = \frac{78 \text{ MW}}{100 \text{ mva}} \times 100\%$$

$$F_d = 78 \%$$

4.4.2. Faktor Kebutuhan Saat Beban puncak

$$F_d = \frac{B_p(\text{Beban puncak sesaat di dalam satu tahun})}{B_c(\text{Beban terpasang})}$$

$$F_d = \frac{57 \text{ MW}}{100 \text{ mva}} \times 100\% = 57\%$$

Tabel 2. Faktor Kebutuhan Tahunan dan Saat Beban Puncak

Faktor Kebutuhan	Daya
Tahunan	78 %
Saat Beban Puncak	57%

4.6. Faktor Beban Harian Rata-Rata

$$F_{btahunan} = F_{bharian} \times \frac{P_{ph}}{P_{pt}} \times \frac{P_{pb}}{P_{pt}}$$

$$F_{btahunan} = 50 \times \frac{46}{38} \times \frac{48}{38}$$

$$F_{btahunan} = 50 \times 1,21 \times 1,26$$

$$F_{btahunan} = 76,23$$

4.7. Analisis

1. Faktor beban bulanan dan faktor beban tahunan memiliki hasil perhitungan yang kecil dengan nilai asumsi Cos Phi kurang dari 1 Hal ini dapat disimpulkan bahwa hasil dari perhitungan di atas sudah baik dikarenakan pada gardu induk borang penyulangannya banyak yang masih tidak dipakai jadi beban trafonya tidak penuh.
2. Hasil dari perhitungan faktor kebutuhan dapat dilihat pada table 2, yang mana untuk hasil perhitungan faktor kebutuhan tahunan yaitu sebesar 78% sedangkan untuk faktor kebutuhan saat beban puncak yaitu sebesar 57% hal tersebut terjadi karena adanya perbedaan cara perhitungannya, Dimana untuk faktor kebutuhan tahunan menggunakan data maksimum 24 jam/hari selama satu tahun sedangkan faktor kebutuhan saat beban puncak tahunan hanya menggunakan data maksimum 3 jam/hari selama satu tahun.
3. Aspek-aspek penyebab faktor beban naik yaitu
 - a. Salah catat
 - b. Salah satu feadernya dibebani
 - c. Suplayer konsumen mendadak memintak beban listrik

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berlandaskan analisis data dan penelitian yang telah diselesaikan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Semakin besar faktor beban yang dihasilkan maka semakin baik daya yang di berikan oleh PLN
2. Beban yang di butuhkan setiap tahun itu berbeda karena penggunaan konsumen yang tidak bisa diperkirakan.
3. Pada beban maksimum tahun 2017 beban tertingginya yaitu 78 di bulan februari tanggal 1 hari rabu jam 11.00
4. Pemakaian konsumen pada energi listrik dapat dilihat dari hasil grafik dan perhitungan yang dilakukan bahwa selama satu tahun beban listrik dapat mengalami kenaikan dan penurunan yang biasanya bisa permintaan konsumen yang melonjak atau pemadaman karena perbaikan pada gardu induk.

5.2. Saran

Saat proses pengisian dan penyusunan data sebaiknya dilakukan dengan lebih teliti lagi dan juga lebih seksama dalam meghitung dan membandingkan grafik satu data dan data yang lainnya.