

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penulis telah mengkaji tinjauan pustaka dari beberapa hasil penelitian terkait dari berbagai macam sumber, tinjauan pustaka yang menjadi dasar penelitian ini yang berhubungan pada Demand Side Management yang dapat dijadikan sebagai bahan masukan guna ketetapan pelaksanaan diuraikan sebagai berikut.

Penelitian yang berjudul “Penerapan Demand Side Management Di Bengkel Mekanik Politeknik Negeri Semarang” yang diteliti oleh Lukas Joko D [1]. Jurnal ini menyajikan analisis dalam mengurangi penggunaan energi listrik yang cukup tinggi. Dalam melakukan penelitian ini terdapat beberapa obyek penelitian. Obyek utama dari penelitian tersebut adalah beban-beban listrik yang terpasang pada bengkel mekanik. Untuk pencegahan terjadinya beban lebih pada WBP di Polines dapat dilakukan koreksi faktor daya dengan dua opsi. Opsi pertama, korektor terpusat di panel MDP untuk bengkel mekanik. Opsi kedua, korektor terpusat di panel MDP untuk gedung teknik. Penerapan metode Demand Side Management dengan metode Load Shifting dan koreksi faktor daya cukup efektif untuk menurunkan pemakaian daya listrik.

Penelitian yang berjudul “Penghematan Konsumsi Energi Listrik Rumah Tangga Dengan Penerapan *Peak Clipping* Dan *Strategic Conservation* Di Kota Pekanbaru” yang diteliti oleh Reza Muthia [2]. Metode *Demand Side Management* yang digunakan pada penelitian adalah *Peak Clipping* dan *Strategic Conservation*. Berdasarkan analisis yang dilakukan tentang penerapan metode *Demand Side Management* dan *Strategic Conservation* pada televisi adalah masyarakat mengganti televisi berjenis CRT (*Cathode Ray Tube*) ke televisi berjenis LED (*Light Emitting Diode*) kemudian mematikan sebagian televisi di waktu beban puncak (18.00-23.00 WIB)

Penelitian yang berjudul “Penerapan *Demand Side Management* Pada Hotel Kapuas Palace Pontianak” yang diteliti oleh Bambang Hermanto [3]. Pada penelitian ini, peneliti melakukan penerapan metode *Demand Side Management* menggunakan sasaran *Peak Clipping* dan *Load Shifting* dengan obyek beban atau

peralatan listrik yang terpasang pada area publik dan kamar tamu Hotel Kapuas Palace. Beban listrik tersebut meliputi lampu, *air conditioning* (AC), dan peralatan penunjang hotel seperti: lift, pompa air, *water heater*, dan lain-lain. Dalam penerapan *Demand Side Management* dengan sasaran *Load Shifting* dapat dilakukan dengan menjadwalkan kembali pemakaian beban pompa dan *water heater* diluar pukul 07.00-21.00 WIB dan mengurangi pemakaian *water heater* pada pukul 07.00-21.00 WIB.

Penelitian yang berjudul “Analisis Pola Beban Listrik Wilayah Jawa Tengah Dan DIY *Strategic Demand Side Management* (DSM)” yang diteliti oleh Lukas Santoro [4]. Jurnal ini melakukan analisis pola beban listrik wilayah Jawa Tengah dan DIY menggunakan metode *Demand Side Management* berdasarkan data beban dan penggunaan energi listrik pada sektor rumah tangga. Penelitian dilakukan menggunakan penyebaran kuisisioner untuk mendapatkan data karakteristik jenis lampu pelanggan rumah tangga serta mendapatkan data tentang strategi DSM pilihan pelanggan. Berdasarkan survey kuisisioner, strategi DSM yang cukup banyak dipilih pelanggan adalah *Peak Clipping* pada lampu, *Strategic Conservation* pada lampu. Dengan penerapan strategi DSM di atas secara bersamaan dapat membuat pola beban listrik lebih rata.

Perbedaan penelitian ini dengan kajian terdahulu adalah penelitian ini dilakukan pada lokasi yang berbeda yaitu pada sektor rumah tangga di Kota Pontianak. Teknik yang digunakan untuk menentukan ukuran jumlah sampel penelitian, menggunakan perhitungan dengan rumus Slovin dan teknik sampling yang digunakan untuk memenuhi data-data adalah *Random Sampling* yang artinya data dapat diperoleh dari pengguna listrik yang berdomisili di Kota Pontianak. Adapun perbedaan data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa penggunaan beban lampu, TV, AC, mesin cuci, mesin air dan setrika yang tidak digunakan pada penelitian terdahulu. Dalam penelitian ini menggunakan metode DSM dengan 3 strategi yang berbeda *Peak clipping*, *Load Shifting* dan *Strategic conservation*, yang dimana di akhir penelitian akan dilakukan pemaparan grafik untuk mengetahui perbedaan pola dari 3 strategi tersebut.

2.2 Teknik Menentukan Ukuran Sampel

Teknik sampling adalah cara untuk menentukan sampel yang jumlahnya sesuai dengan ukuran sampel yang akan dijadikan sumber data sebenarnya, dengan memperhatikan sifat-sifat dan penyebaran populasi agar diperoleh sampel yang representatif. Terdapat dua teknik sampling yang berbeda, walaupun pada dasarnya bertolak dari asumsi yang sama, yaitu ingin memperoleh secara maksimal oleh keinginan si peneliti.

2.2.1 Teknik Random Sampling

Teknik *random sampling* adalah pengembalian sampling secara random atau tanpa pandang bulu. Teknik ini memiliki kemungkinan tertinggi dalam menetapkan sampel yang representatif. Dalam teknik ini semua individu dalam populasi baik secara sendiri-sendiri atau bersama-sama diberi kesempatan yang sama untuk dipilih menjadi anggota sampel.

2.2.2 Teknik Non Random Sampling

Teknik *non random sampling* adalah teknik pengambilan sampel secara *non random* atau tidak semua individu dalam populasi, diberi peluang yang sama untuk ditugaskan menjadi anggota sampel. Teknik ini memiliki kemungkinan lebih rendah dalam menghasilkan sampel yang representatif.

2.3 Menentukan Ukuran Jumlah Sampel

Rumus Slovin merupakan rumus atau formula untuk menghitung jumlah sampel minimal apabila perilaku dari sebuah populasi tidak diketahui secara pasti. Rumus ini pertama kali diperkenalkan oleh Slovin pada tahun 1960. Rumus Slovin ini biasa digunakan dalam penelitian survey dimana jumlah sampel tersebut besar sekali, sehingga diperlukan sebuah formula untuk mendapatkan sampel yang sedikit tetapi dapat mewakili keseluruhan populasi.

Jumlah anggota sampel sering dinyatakan dengan ukuran sampel. Jumlah sampel yang diharapkan 100% mewakili populasi adalah jumlah anggota populasi itu sendiri. Penelitian jumlah populasi yang terlalu banyak akan kita ambil dapat mewakili populasi yang ada. Untuk menentukan ukuran sampel dapat menggunakan rumus Slovin [5].

$$n = \frac{N}{1+Ne^2} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

$n =$ Ukuran sampel

$N =$ Jumlah populasi

$e =$ Margin Of Error (%)

Nilai presentase kelonggaran karena kesalahan pengambilan sampel atau *Margin Of Error* (e) bisa ditetapkan sendiri oleh peneliti. Semakin kecil *Margin Of Error* (e) yang ditetapkan, maka akan semakin kecil kesalahan dalam pengumpulan data dan semakin akurat data yang diperoleh. Semakin kecil *Margin Of Error* (e) yang ditetapkan maka, semakin banyak jumlah sampel yang akan di teliti.

2.4 Demand Side Management (DSM)

Demand Side management adalah proses pengelolaan konsumsi energi, umumnya untuk mengoptimalkan sumber daya pembangkit yang tersedia dan direncanakan. Dengan mengurangi beban keseluruhan pada suatu jaringan listrik, DSM yang diterapkan pada sistem kelistrikan memberikan manfaat ekonomi, keandalan, dan lingkungan yang signifikan.

DSM memiliki peran utama untuk diterapkan dalam menunda investasi tinggi dalam jaringan pembangkit, transmisi dan distribusi. Jadi DSM yang diterapkan pada sistem kelistrikan memberikan manfaat ekonomi, keandalan, dan lingkungan yang signifikan.

Pendekatan DSM ini ditujukan untuk pelanggan dan perusahaan utilitas yang mendorong konsumsi energi yang lebih rendah dan lebih efektif. DSM mengacu pada tindakan yang diambil di sisi pengukur pelanggan untuk mengubah jumlah atau waktu konsumsi energi. Program DSM utilitas menawarkan berbagai tindakan yang dapat mengurangi konsumsi energi dan pengeluaran energi konsumen tanpa berdampak pada kualitas layanan atau kepuasan pelanggan.

Program DSM terdiri dari perencanaan, pelaksanaan, dan pengontrolan yang dilakukan oleh perusahaan listrik yang dirancang untuk memengaruhi para konsumen mengubah tingkat dan pola penggunaan listrik mereka sehingga kurva beban sesuai dengan keinginan di sisi suplai (perusahaan listrik) tanpa merugikan pihak pelanggan (atas dasar saling menguntungkan).

DSM menawarkan manfaat–manfaat penting baik bagi perusahaan listrik maupun pengguna (konsumen). Manfaat bagi perusahaan listrik adalah

meningkatkan faktor beban system (*system load factor*), hubungan yang lebih baik dengan konsumen, dll. Sedangkan bagi konsumen adalah besaran tagihan listrik bulanan akan berkurang disamping perbaikan kualitas pelayanan listrik.

Pada dasarnya DSM diterapkan melalui 2 konsep utama, yaitu efisiensi energi dan pengelolaan beban. Efisiensi energi dapat dicapai dengan mengurangi konsumsi energi listrik, khususnya bagi pengguna listrik golongan tertentu, tanpa harus mengurangi kuantitas pemakaian dan pelanggan energi listrik. Misalnya dengan mempromosikan pemakaian alat-alat listrik hemat energi atau dengan mempromosikan arsitektur bentuk bangunan gedung yang tingkat efisiensi energinya tinggi. Di sisi pengelolaan beban, tujuan yang akan dicapai adalah mendapatkan pengurangan biaya pemakaian energi. Misalnya dengan memberikan potongan biaya listrik saat di luar beban puncak serta penjadwalan beban puncak yang telah disepakati antara pihak perusahaan listrik dan konsumen [8].

2.5 Sasaran Umum DSM

DSM menawarkan beberapa manfaat, baik untuk perusahaan utilitas sendiri maupun untuk pelanggan. Berikut ini adalah beberapa manfaat DSM secara umum:

2.5.1 Hubungan ke Pelanggan

Misi utama dari utilitas adalah memberikan pelayanan listrik kepada pelanggan dengan biaya yang serendah mungkin, dengan menempatkan konsumen sebagai faktor utama. Program-program utilitas untuk mengurangi biaya-biaya, mengurangi beban puncak, yang pada intinya adalah penghematan di sisi perusahaan listrik, harus sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh konsumen. Dengan kata lain untuk suksesnya program ini, sebagai langkah pertama perusahaan listrik harus melihat dari sudut pandang konsumen.

Pelanggan memandang listrik bukan dari sisi listriknya, melainkan dari sisi manfaatnya. Konsumen membutuhkan udara sejuk (AC), penerangan, beroperasinya peralatan listrik mereka tanpa ada gangguan, perasaan dihargai dengan diadakannya service yang memuaskan dan sebagainya.

Mekanisme tarif merupakan hal yang sangat penting bagi konsumen, tarif yang rendah merupakan salah satu segi pelayanan, disamping itu pula hal-hal seperti keandalan, kenyamanan merupakan hal yang tidak boleh diabaikan karena

memegang peranan yang sangat penting sebagai wujud kualitas pelayanan. Jadi antara tarif yang murah dan keandalan maupun kenyamanan yang terjamin merupakan faktor pendukung yang harus diperhatikan [14].

2.5.2 Hubungan ke Pegawai

Meningkatkan kesadaran dan motivasi pegawai bahwa kepentingan perusahaan listrik untuk menerapkan DSM adalah kepentingan petugas, selain itu juga sebagai kepentingan nasional. Faktor manusia adalah kunci penghematan energi di tempat kerja, tenaga kerja sadar energi:

- a. Memiliki kecenderungan yang lebih kecil untuk bekerja dengan cara yang boros energi
 - b. Lebih baik dalam mengenali tanda-tanda pemborosan energi di sekitar mereka
 - c. Tahu apa yang harus dilakukan tentang limbah yang dicurigai
 - d. Membuat saran positif untuk meningkatkan efisiensi dan mencegah kerugian
1. Performansi Keuangan (Ekonomi)

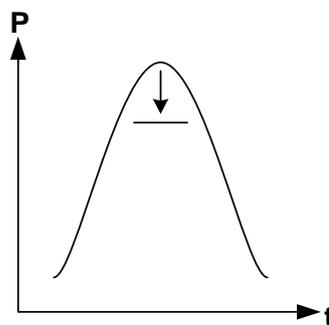
Banyak upaya DSM telah diperkenalkan dalam konteks perencanaan sumber daya terintegrasi dan ditujukan untuk mengurangi total biaya untuk memenuhi permintaan energi. Secara umum biaya pada proyek listrik dibedakan menjadi dua bagian yaitu biaya tetap (seperti bunga atas investasi, asuransi, depreciasi, gaji karyawan, dll) dan biaya variabel yang tergantung pada keadaan operasional (seperti biaya bahan bakar, biaya pemeliharaan dan perbaikan, dll).

2.6 Sasaran Bentuk Beban DSM

Konsep *Demand Side Management* (DSM) diperkenalkan pertama kali oleh Gelling dan Chamberlin (1998). DSM meliputi kegiatan sistematis yang dilakukan oleh perusahaan listrik dan pemerintah yang dirancang untuk mengubah jumlah ataupun waktu penggunaan listrik dari sisi pelanggan termasuk di dalamnya penggunaan peralatan hemat energi. DSM memiliki dua tujuan utama yang saling berkaitan. Pertama, untuk mengurangi kebutuhan beban puncak sehingga penambahan kapasitas pembangkit dapat dihindari. Tujuan kedua adalah untuk mengurangi penggunaan listrik untuk mengatasi masalah energi dengan mengubah jumlah dan pola konsumsi energi listrik.

2.6.1 *Peak Clipping* (Pemenggalan Beban Puncak)

Peak Clipping merupakan bentuk pola beban yang dicapai dengan jalan mengurangi permintaan daya listrik pada periode beban puncak. Pemenggalan beban puncak tidak mempengaruhi periode di luar beban puncak. Dengan *Peak Clipping* kapasitas daya listrik yang dibutuhkan dan biaya operasi data diturunkan. Yang dimaksud dengan penurunan biaya adalah berkurangnya pengoperasian pembangkit karena mempunyai biaya operasi cukup besar yang biasanya dioperasikan pada saat beban puncak. Pemenggalan beban puncak ini dapat dibentuk dengan beberapa cara, salah satunya adalah dengan mengontrol pemakaian peralatan listrik pelanggan secara langsung seperti pengontrolan peralatan-peralatan listrik konsumen.



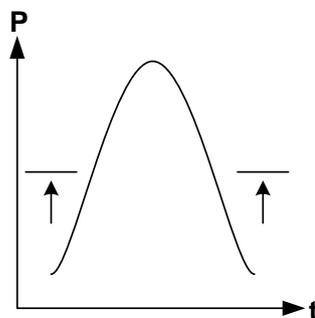
Gambar 2.1 Bentuk Kurva Sasaran *Peak Clipping* [14]

Metode ini umumnya dianggap sebagai pengurangan beban puncak dengan menggunakan kontrol beban langsung pada saat waktu beban puncak (WBP). Metode ini dapat dicapai dengan cara, secara tidak langsung memaksa konsumen untuk mengurangi bebannya pada saat *on-peak*, misalnya dengan memberikan insentif kepada pelanggan golongan tertentu (industri) saat pemakaian energi listrik pada saat Luar Waktu Beban Puncak (LWBP). Deskripsi metode dan efek pada bentuk beban yaitu pemotongan puncak mengacu pada pengurangan beban utilitas selama periode *on-peak* [14].

2.6.2 *Valley Filling* (Pengisian Beban Di Luar Periode Beban Puncak)

Valley Filling dibentuk dengan meningkatkan permintaan pada periode luar beban puncak. Pola beban ini dapat memperbaiki pemakaian kapasitas pembangkit yang ada dan mengurangi biaya rata-rata penyediaan daya listrik. Sehingga *Valley*

Filling akan tepat dilaksanakan ketika biaya pertumbuhan daya listrik lebih rendah dari biaya rata-rata, karena meningkatkan beban pada harga yang tepat akan mengurangi biaya rata-rata energi listrik.



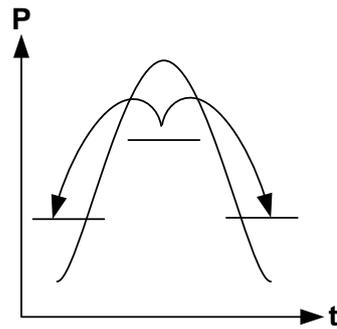
Gambar 2.2 Bentuk Kurva Sasaran *Valley Filling* [14]

Valley Filling dapat dibentuk misalnya dengan menambah kapasitas pekerjaan (pada sektor industri bermesin listrik) di luar periode beban puncak. Cara penerapan metode ini yaitu dapat dicapai dengan menciptakan beban listrik *off-peak* baru seperti pengisian mobil listrik dan penyimpanan energi panas baru yang menggantikan beban yang dilayani oleh bahan bakar fosil.

2.6.3 *Load Shifting* (Pemindahan Beban)

Load Shifting merupakan kombinasi antara *Valley Filling* dan *Peak Clipping* yang dicapai dengan pemindahan beban pada periode beban puncak ke periode di luar beban puncak tanpa mengurangi kegiatan pelanggan sehari-hari. Untuk membentuk pola beban ini, dapat digunakan dengan beberapa cara, salah satunya adalah digunakannya peralatan penyimpanan energi (*Energy Storage*) yang umumnya digunakan pada gedung-gedung perkantoran.

Keuntungan dari penggunaan metode ini yaitu meningkatnya pembebanan pada saat Luar Waktu Beban Puncak (LWBP), tetapi tidak ada perubahan dalam konsumsi energi total, sehingga diperoleh penghematan pemakaian bahan bakar. Pada sisi utilitas ini secara efektif meningkatkan faktor beban sistem, sehingga bisa memberikan daya yang lebih baik kepada konsumen dan pada sisi pelanggan dapat mengurangi biaya tagihan listrik pada pelanggan tertentu (industri dan komersial).

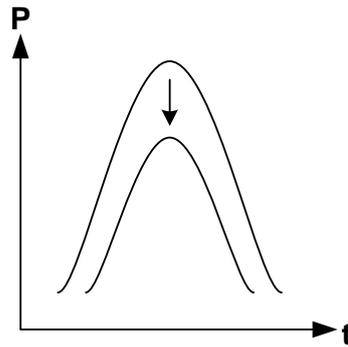


Gambar 2.3 Bentuk Kurva Sasaran *Load Shifting* [14]

Hal ini dapat dicapai dengan pemindahan beban pada periode beban puncak (WBP) ke periode di luar beban puncak (LWBP) tanpa mengurangi kegiatan sehari-hari. Salah satu cara untuk membentuk pola beban ini adalah dengan menggunakan peralatan penyimpanan energi (*energy storage*) yang umumnya digunakan pada gedung – gedung perkantoran yang sebelumnya dilayani oleh utilitas[14].

2.6.4 Strategic Conservation (Strategi Konservasi)

Strategic Conservation merupakan bentuk pola beban yang dapat dicapai salah satunya dengan cara meningkatkan kesadaran masyarakat agar menerapkan sikap hidup hemat energi. Menciptakan iklim yang mendorong upaya konservasi energi melalui pengkondisian iklim usaha yang hemat energi. Dalam menerapkan konservasi energi, perencana harus mempertimbangkan tindakan konservasi apa yang akan terjadi secara alami dan kemudian mengevaluasi keefektifan biaya dari kemungkinan program yang dimaksudkan untuk mempercepat atau merangsang tindakan tersebut. Contohnya termasuk pelapukan dan peningkatan efisiensi peralatan. Konservasi strategis adalah perubahan bentuk beban yang dihasilkan dari program yang distimulasi oleh utilitas yang diarahkan pada konsumsi penggunaan akhir.



Gambar 2.4 Bentuk Sasaran *Strategic Conservation* [14]

Konservasi energi itu terkait dengan perubahan perilaku manusia. Perilaku sederhana dalam rangka konservasi energi dapat disingkat dengan 3M, yaitu : mematikan, mencabut dan mengatur[14]. Skema konservasi energi dikelompokkan tiga kategori, yaitu :

1. Jangka Pendek

Tindakan ini biasanya melibatkan perubahan dalam praktik operasi yang mengakibatkan sedikit atau tidak ada belanja modal. Langkah-langkah yang bisa diambil adalah sebagai berikut :

- a. Efisiensi tungku
- b. Penukar panas
- c. Tata graha yang baik
- d. Penggunaan steam
- e. Mengurangi penggunaan listrik

2. Jangka Menengah

Modifikasi berbiaya rendah dan peningkatan peralatan yang ada dimana periode balik modal kurang dari 2 tahun dan seringkali di bawah 1 tahun. Langkah-langkah yang bisa diambil adalah sebagai berikut :

- a. Isolasi
- b. Sistem pemanas
- c. Mengganti kompresor udara
- d. Instrumentasi
- e. Modifikasi proses
- f. Pembakar
- g. Penghematan daya listrik

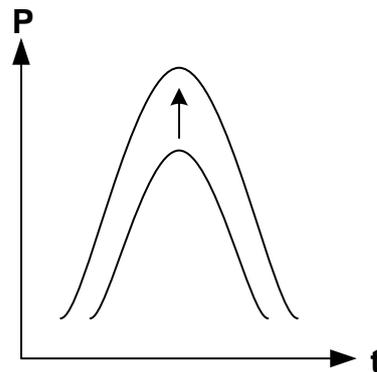
3. Jangka Panjang

Modifikasi yang melibatkan biaya modal tinggi dan sering kali melibatkan penerapan teknik baru dan teknologi baru. Langkah-langkah yang bisa diambil adalah sebagai berikut :

- a. Modifikasi pemanas
- b. Isolasi yang ditingkatkan
- c. Pemulihan panas

2.6.5 *Strategic Load Growth* (Strategi Pertumbuhan Beban)

Strategic Load Growth merupakan bentuk pola beban yang dapat dicapai antara lain melalui target peningkatan penjualan yang meliputi peningkatan pangsa pasar beban yang dilayani dengan bahan bakar secara kompetitif, merangsang konsumen dalam pembelian atau penggunaan listrik melalui II-11 langkah-langkah seperti pemberian insentif secara langsung, pembangunan jaringan yang efektif dan efisien serta kemungkinan jangka II-11 panjang yang prospektif, dsb.

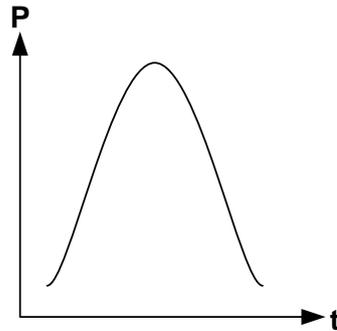


Gambar 2.5 Bentuk Kurva *Strategic Load Growth* [14]

Merupakan bentuk pola yang dapat dicapai dengan peningkatan penjualan yang meliputi peningkatan pangsa pasar beban yang dapat menggunakan energi listrik sebagai pengganti bahan bakar, merangsang konsumen dalam pembelian atau penggunaan listrik melalui langkah-langkah seperti pemberian insentif secara langsung, kendaraan listrik, pembangunan jaringan yang efektif dan efisien serta kemungkinan jangka panjang yang prospektif. Tujuan dari penerapan metode ini adalah memaksimalkan pendapatan utilitas[14].

2.6.6 *Flexible Load Shape* (Bentuk Beban Yang Fleksibel)

Pola beban ini dapat dicapai melalui upaya menjaga keandalan atau kegiatan yang bisa menghasilkan pengurangan pemakaian energi listrik sebagai tindakan preventif terhadap kemungkinan bertambahnya beban yang tidak terlayani sehingga keandalan dari pasokan tetap terjamin tanpa ada gangguan.



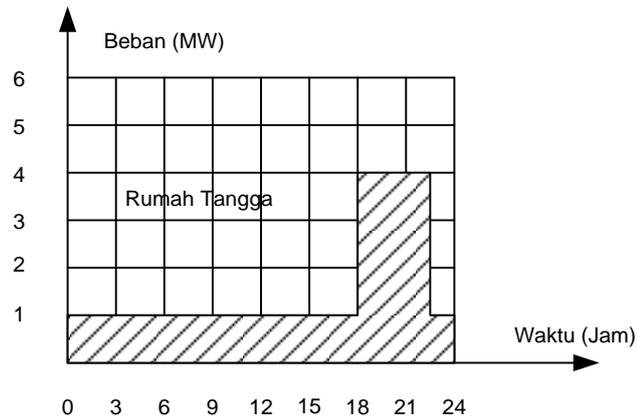
Gambar 2.6 Bentuk Kurva *Flexible Load Shape* [14]

2.7 Jenis-Jenis Beban

Pengguna energi listrik yang berada di Indonesia menggunakan sumber energi listrik dari PLN maupun perusahaan swasta lainnya untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, jenis-jenis pembebanan dibedakan menjadi 4 sektor, yaitu sebagai berikut [3]:

2.7.1 Sektor Rumah Tinggal

Pada umumnya daya yang terpasang di rumah-rumah berkisar antara 450 VA sampai dengan 4.400 VA, yang menggunakan 1 fasa dengan tegangan rendah 220V / 380V. Pada umumnya beban rumah tangga berupa lampu untuk penerangan dan alat rumah tangga seperti kipas angin, pemanas air, lemari es, penyejuk udara, mixer, oven, motor pompa air dan sebagainya. Beban rumah tangga biasanya mengalami beban puncak pada malam hari.

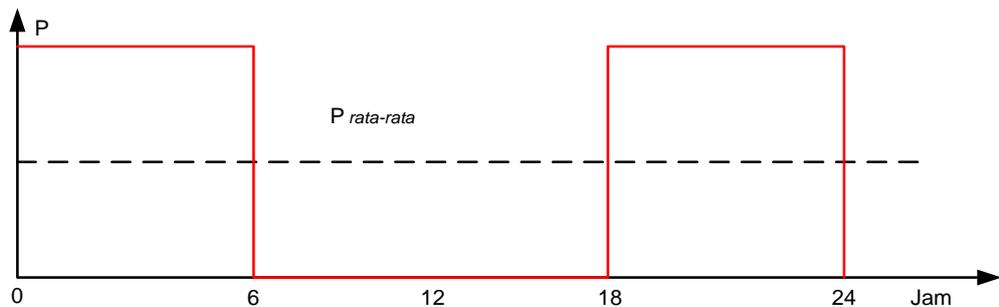


Gambar 2.7 Kurva Beban Sektor Rumah Tangga [3]

Kurva beban sektor rumah tangga menunjukkan bahwa konsumsi energi yang dihasilkan oleh sektor rumah tangga rata-rata berada pada jam pagi, siang, sore dan malam hari. Beban puncak tertinggi pada sektor rumah tangga biasanya terjadi pada sore menjelang malam hari.

2.7.2 Sektor Penerangan Jalan Umum (PJU)

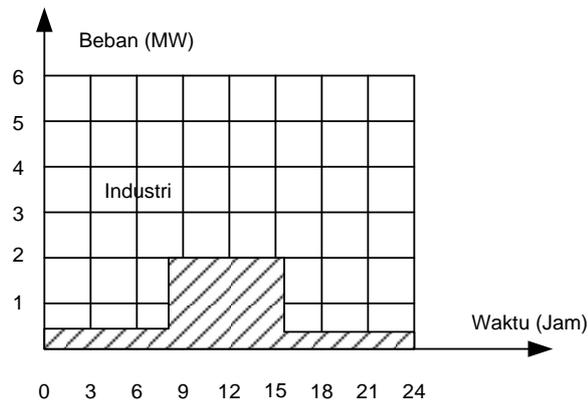
Pada PJU umumnya daya yang tersambung pada setiap tiang berkisar antara 50VA sampai dengan 250VA tergantung pada jenis jalan yang diterangi, menggunakan sistem 1 fasa dengan tegangan rendah 220V / 380V.



Gambar 2.8 Kurva Beban Sektor PJU

2.7.3 Sektor Beban Industri

Beban sektor industri dibedakan dalam skala kecil dan skala besar. Untuk skala kecil banyak beroperasi di siang hari, masih menggunakan sistem 1 fasa dengan tegangan rendah 220V / 380V. Sedangkan sektor industri berskala besar sekarang ini banyak yang beroperasi sampai 24 jam, menggunakan jaringan tegangan menengah 20 kV dengan sistem 3 fasa.

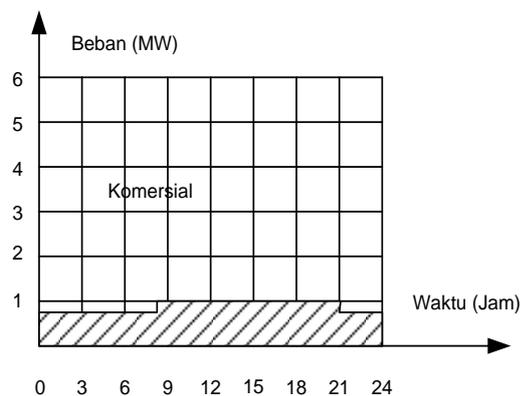


Gambar 2.9 Kurva Beban Sektor Industri [3]

Kurva beban sektor industri menunjukkan bahwa konsumsi energi yang dihasilkan oleh sektor industri rata-rata banyak digunakan pada waktu pagi hingga malam hari. Tetapi beban puncak tertinggi untuk sektor komersial biasanya terjadi pada pagi hingga sore hari. Ini dikarenakan pada malam hari sektor industri lebih sedikit melakukan aktifitas produksi dan lain-lain.

2.7.4 Sektor Komersial

Pelanggan komersial yaitu stasiun, kereta rel listrik (KRL), rumah sakit besar, mall, kampus, hotel-hotel berbintang, stadion olahraga, apartemen, penerangan untuk reklame, perkantoran. Beban ini secara drastis naik di siang hari untuk beban perkantoran dan pertokoan dan menurun di waktu sore. Rata-rata menggunakan jaringan tegangan menengah 20 kV dengan sistem 3 fasa.



Gambar 2.10 Kurva Beban Sektor Komersial [3]

Kurva beban sektor komersil menunjukkan bahwa konsumsi energi yang dihasilkan oleh sektor komersil rata-rata banyak digunakan pada waktu pagi hingga malam hari. Tetapi beban puncak tertinggi untuk sektor komersil biasanya terjadi pada pagi hingga sore hari dan mengalami penurunan konsumsi energi pada saat malam hari.

2.8 Karakteristik Umum Beban Listrik

Tujuan utama dari sistem distribusi tenaga listrik ialah mendistribusikan tenaga listrik dari gardu induk atau sumber ke sejumlah pelanggan atau beban. Suatu faktor utama yang paling penting, dalam perencanaan sistem distribusi adalah karakteristik dari berbagai beban.

Karakteristik beban diperlukan agar sistem tegangan dan pengaruh termis dari pembebanan dapat dianalisis dengan baik. Analisis tersebut termasuk dalam menentukan keadaan awal yang akan di proyeksikan dalam perencanaan selanjutnya. Penentuan karakteristik beban listrik suatu gardu distribusi sangat penting artinya untuk mengevaluasi pembebanan gardu distribusi tersebut, ataupun dalam merencanakan suatu gardu distribusi yang baru.

Karakteristik beban ini sangat memegang peranan penting dalam memilih kapasitas transformator secara tepat dan ekonomis. Di lain pihak sangat penting artinya dalam menentukan rating peralatan pemutus rangkaian, analisa rugi-rugi dan menentukan kapasitas pembebanan dan cadangan tersedia dan suatu gardu. Karakteristik beban listrik suatu gardu sangat tergantung pada jenis beban yang dilayaninya. Hal ini akan jelas terlihat dan hasil pencatatan kurva beban suatu interval waktu. Berikut ini beberapa faktor yang menentukan karakteristik beban [6].

2.8.1 Faktor Beban (*Load Factor*)

Faktor beban adalah perbandingan antara beban rata – rata terhadap beban puncak yang diukur dalam suatu periode tertentu. Beban rata – rata dan beban puncak dapat dinyatakan dalam kiloW, kilovolt – amper, amper dan sebagainya, tetapi satuan dari keduanya harus sama [6].

$$LF = \frac{P_{Avg}}{P_{Max}} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana:

LF = Faktor beban

P_{Avg} = Beban rata-rata dalam satuan W

P_{Max} = Beban puncak dalam satuan W

Faktor beban dapat dihitung untuk periode tertentu biasanya dipakai harian, bulanan atau tahunan. Beban puncak yang dimaksud disini adalah beban puncak sesaat atau beban puncak rata-rata dalam interval tertentu (*demand maksimum*), pada umumnya dipakai demand maksimum 15 menit atau 30 menit.

2.8.2 Beban Harian

Faktor beban harian sangat bervariasi menurut karakteristik dari beban yang digunakan, dari daerah penggunaan beban tersebut contoh dalam wilayah/daerah pemukiman yang cukup panas pasti penggunaan pendingin ruangan sangat banyak digunakan yang artinya penggunaan beban harian yang didapat akan mengalami peningkatan. Beban harian yang dihasilkan oleh berbagai sektor industri, komersil, sosial maupun rumah tangga juga memiliki waktu penggunaan, beban puncak dan kebutuhan yang berbeda-beda. [6].