

ANALISIS SISTEM CATU DAYA LISTRIK DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL SULTAN SYARIF KASIM II DI PEKANBARU

JB. PURWADI

Dosen Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia PO Box 509 Tangerang (15001)

Abstrak : Untuk menunjang pengoperasian fasilitas-fasilitas pokok Bandar udara di dalam mendukung operasi penerbangan di Bandar udara Internasional Sultan Syarif Kasim II (SSKII) yang aman ,selamat , lancar, tertib, teratur, nyaman dan efisien , perlu disediakan catu daya listrik yang memadai dari aspek kuantitas, kualitas, dan keandalan sebagai fasilitas penunjang.

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan jurnal ini meliputi:

- a. Penelitian kepustakaan untuk mendapatkan landasan teori dan pisau analisis
- b. Penelitian lapangan untuk mendapatkan data fasilitas pembangkitan catu daya listrik, data fasilitas distribusi daya listrik baik distribusi tegangan menengah maupun tegangan rendah, data beban listrik serta data gangguan listrik.

Hasil penelitian dan analisis system catu daya listrik untuk Bandar udara Internasional Sultan Syarif Kasim II secara garis besar adalah sebagai berikut :

- a. Kapasitas catu daya listrik untuk Bandar udara SSK II saat ini sudah memadai dan belum perlu ditambah.
- b. Keandalan catu daya listrik khususnya catu daya listrik PLN sangat rendah Nilai waktu rata-rata antara kegagalan (Mean Time Between Failure /MTBF) kecil yaitu 34,337 jam atau dengan kata lain rata-rata setiap \pm 35 jam listrik PLN mati.
- c. Kualitas catu daya listrik yang ditunjukkan dengan nilai stabilitas tegangan dan frekwensi listrik masih dalam batas-batas yang telah ditetapkan oleh Dirjen Perhubungan Udara.

Abstract To support a secure, safe, smooth, orderly, organized, comfortable and efficient operation of airport facility, there should be provided adequate power supply according to the aspect of quantity, quality, and reliability. The method used in this writing are: (a) Library research to obtain the theoretical basis and (b) Field research to obtain data of electrical power generation facilities, data of electrical power distribution facility (both medium voltage and low voltage), data of electrical load and data of power turbulence.

The results and analysis of electric power supply system of Sultan Sharif Kasim II International Airport are (a) Capacity to supply electricity in SSK II airport is sufficient and need no addition, (b) Reliability of power supply, especially from PLN, is very low. The Mean Time Between Failure / MTBF is very low, 34.337 hours. In other words, every around 35 hours electrical power fails, (c) Quality of electrical power supply, as indicated by the value of the voltage and power frequency constancy, is in the limits applied by the General Director of Civil Aviation.

Kata Kunci : Catu daya listrik, kapasitas daya listrik, stabilitas tegangan dan frekuensi, keandalan catu daya listrik.

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Untuk mendukung pengoperasian Bandar udara pada umumnya dan khususnya Bandar

Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II (SSK II) diperlukan tersedianya berbagai fasilitas dan peralatan. Ketersediaan fasilitas dan peralatan tersebut dimaksudkan agar

Bandar udara dapat dioperasikan dengan aman, selamat, cepat, lancar, tertib, teratur, nyaman dan efisien. Berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 70 tahun 2001 tentang Kebandarudaraan, fasilitas pokok di Bandar udara, meliputi:

1. Fasilitas sisi udara;
2. Fasilitas sisi darat;
3. Fasilitas navigasi penerbangan;
4. Fasilitas alat Bantu pendaratan visual;
5. Fasilitas komunikasi penerbangan

Selain fasilitas pokok, terdapat pula fasilitas penunjang Bandar udara, diantaranya adalah fasilitas penginapan/hotel, fasilitas penyediaan toko dan restoran, fasilitas parkir kendaraan, fasilitas perawatan pada umumnya dan fasilitas lain yang menunjang secara langsung atau tidak langsung kegiatan operasional Bandar udara.

Selain itu mendasari Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 3 tahun 2001 tentang Keamanan dan Keselamatan penerbangan, pada pasal 34 disebutkan bahwa setiap penyelenggara Bandar udara wajib memiliki sertifikat operasi Bandar udara yang dibeikan oleh Menteri. Salah satu persyaratan untuk memperoleh sertifikat operasi Bandar Udara, adalah tersedianya fasilitas/peralatan penunjang penerbangan yang memenuhi persyaratan keamanan dan keselamatan penerbangan yang disesuaikan dengan kelasnya. Selanjutnya mendasari Keputusan Menteri Perhubungan nomor 44 Tahun 2002 tentang Tatanan Kebandarudaraan Nasional, yang termasuk kelompok fasilitas penunjang penerbangan diantaranya adalah catu daya (power supply) listrik. Jadi berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) nomor 3 tahun 2001 dan Keputusan Menteri Perhubungan nomor KM 44 Tahun 2002 catu daya listrik merupakan fasilitas yang harus disediakan di dalam suatu Bandar Udara

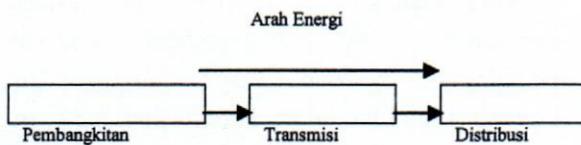
di lapangan adalah merupakan suatu kenyataan, bahwa fasilitas keselamatan penerbangan, diantaranya fasilitas komunikasi penerbangan, fasilitas navigasi penerbangan dan fasilitas bantu pendaratan, memerlukan catu daya listrik di dalam operasinya untuk mendukung keselamatan operasi penerbangan. Tanpa dukungan fasilitas catu daya listrik yang memadai dilihat dari aspek kuantitas, aspek stabilitas tegangan dan frekwensi serta aspek keandalan, sulit dibayangkan operasi penerbangan di Bandar udara umumnya dan khususnya Bandar udara Internasional Sultan Syarif Kasim II dapat berjalan dengan aman, selamat, tertib, teratur, nyaman dan efisien. Selanjutnya ketiga aspek tersebut dikaitkan dengan persyaratan dan ketentuan internasional maupun nasional suplai daya listrik untuk menunjang operasi Bandar udara. Kesimpulan hasil penelitian akan dilengkapi dengan saran untuk peningkatan kinerja Pengelola Bandar udara di dalam penyediaan catu daya listrik.

LANDASAN TEORI

A. Sistem Tenaga Listrik

Umumnya sistem tenaga listrik terdiri atas subsistem pembangkitan, transmisi, dan distribusi. Pembangkitan, yaitu produksi tenaga listrik, dilakukan dalam pusat tenaga listrik atau sentral listrik, dengan menggunakan penggerak mula dan generator. Transmisi atau penyaluran, adalah memindahkan tenaga listrik dari pusat tenaga listrik secara besar-besaran ke gardu induk, yang terletak berdekatan dengan suatu pusat pemakaian berupa kota atau industri besar. Dari gardu induk, tenaga listrik didistribusikan ke gardu distribusi dan ke para pemakai atau konsumen. Gambar 2.1 memperlihatkan secara skematis urutan dari fungsi-fungsi pembangkitan, transmisi, dan distribusi suatu sistem penyediaan tenaga

listrik. Fasilitas –fasilitas pembangkitan dan transmisi biasanya kait-mengait secara ekonomi dalam pemilihan lokasi, desain dan ekonomi skala. Sering penugasan organisasi dari pembangkitan serta transmisi dilakukan bersamaan, sedangkan distribusi secara Transmisi tersendiri, seperti dilakukan di Inggris dapat juga diusahakan secara tersendiri.



Gb.2.1. Skematis Prinsip Penyediaan tenaga Listrik

Dalam perencanaan suatu sistem penyediaan tenaga listrik, lokasi fisik pusat tenaga listrik, saluran transmisi dan gardu induk perlu ditentukan dengan tepat agar dapat diperoleh suatu sistem yang baik, ekonomis dan dapat diterima masyarakat. Bilamana lokasi pusat tenaga listrik dekat dengan sumber energinya, misal batubara, energi listrik disalurkan melalui jaringan transmisi ketempat-tempat yang memerlukan. Bilamana hal ini tidak mungkin atau kurang ekonomis, energi primer (batu bata, minyak atau gas) diangkut dengan alat transportasi ke pusat pembangkitan tenaga listrik. Khusus untuk Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA) lokasi pembangkit harus berada pada sumber energi air bersangkutan.

B. Penyediaan Tenaga Listrik.

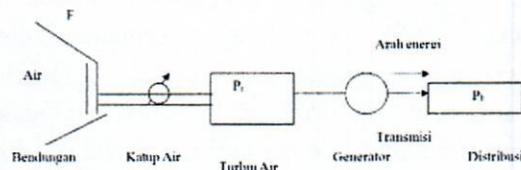
Untuk sistem penyediaan tenaga listrik yang besar, umumnya ada tiga jenis pusat tenaga listrik, yaitu:

1. Pusat listrik tenaga air;
2. Pusat listrik tenaga termal;
3. Pusat listrik tenaga nuklir.

Kini telah dikembangkan juga berbagai pusat tenaga listrik yang menggunakan sumber energi lain, seperti angin, surya dan panas

laut. Namun saat ini kontribusi jenis-jenis tenaga listrik tersebut msih kecil.

Energi listrik yang dibangkitkan oleh generator harus segera dikonsumsi oleh para pemakai, karena energi listrik tidak dapat disimpan. Keseimbangan sesaat antara keperluan pemakai dan eenergi yang dibangkitkan dapat diperoleh sebagai berikut. Misal suatu PLTA tunggal memikul suatu beban sebesar P_b (lihat gambar 2.2.) Daya mekanikal P_t yang dihasilkan oleh turbin air, besarnya tergantung dari posisi katup air yang mengendalikn arus air yang mengalir. Di lain pihak, besarnya daya P_b yang ditarik dari generator, tergantung dari bear beban. Bilamana daya mekanikal P_t sama dengan daya beban P_b generator berada dalm suatu keadaan keseimbangan dinamis dan kecepatan putarnya adalah konstan. Dikatakan sistem tenaga listrik berada dalam keadaan stabil.



Gambar 2.2 PLTA tunggal

C. Ekonomi Pembangkitan

Pembangkitan tenaga listrik secara ekonomi bukanlah sesuatu yang umum. Untuk ini memang diperlukan sebuah pengalaman yang panjang untuk menetapkan tentang jenis, lokasi dan rating dari stasiun pembangkit.

Stasiun pembangkit dapat dari jenis uap, hidro, nuklir, diesel atau jenis lain. Faktor ini terutama tergantung pada sumber alam yang tersedia di suatu daerah.

1. Stasiun listrik tenaga uap adalah paling cocok berdekatan dengan daerah batu bara dan juga diterima karena suplai batu bara tersedia dalam jumlah yang besar dan dalam tingkat yang memadai, serta

diperlukan pembangkitan sejumlah besar daya. Selain itu berdasarkan kondisi finansial dan geografis tidak cocok untuk dibangun stasiun listrik tenaga hidro atau stasiun listrik tenaga nuklir

2. Stasiun listrik tenaga hidro adalah paling cocok bilamana tersedia air pada ketinggian tertentu.
3. Stasiun listrik tenaga nuklir adalah paling cocok untuk area yang jauh dari pemukiman dan harga bahan bakar minyak tinggi dan tidak tersedianya stasiun listrik tenaga hidro yang murah sebagai alternatif.
4. Stasiun listrik tenaga diesel dipasang di area di mana tidak tersedia suplai batu bara dan air dalam jumlah yang cukup atau jumlah daya yang harus dibangkitkan kecil atau diperlukan sumber daya cadangan untuk mendukung kontinuitas catu daya listrik seperti rumah sakit, kantor telepon, stasiun radio Bandar Udara dan gedung bioskop. Stasiun daya harus sedekat mungkin dengan pusat beban, sehingga biaya transmisi dan rugi-rugi dayanya minimum. Faktor ini penting ketika telah disetujui system catu daya dc. Bagaimanapun untuk system catu daya ac di mana transformasi tenaga dari tegangan lebih rendah ke tegangan lebih tinggi dan sebaliknya adalah dimungkinkan, stasiun daya dapat ditempatkan di luar pusat beban yang tersedia dengan catatan kondisi lainnya baik.

Pertimbangan lain untuk perencanaan stasiun daya adalah keandalan, modal dan biaya operasi yang minimum. Untuk ini adalah perlu bahwa tata letaknya harus sedemikian sehingga pemeliharaan dan perbaikan dapat dilaksanakan dengan mudah; desain harus kompak dan direncanakan dengan baik,

peralatan yang digunakan harus standar, sehingga biaya modal dapat dikurangi dan penggantian bagian-bagian yang rusak menjadi mudah dan peralatan yang digunakan haruslah sederhana, sehingga dapat dioperasikan oleh pekerja-pekerja semi terlatih. Desain stasiun daya haruslah sedemikian sehingga stasiun dapat dibagi menjadi sejumlah bagian, untuk menghindari terputusnya seluruh stasiun ketika terjadi gangguan. Keuntungan lain dari pembagaian atas seksi-seksi adalah bahwa pemasangan instalasi dapat dilengkapai dan kemudian digunakan untuk pelayanan per bagian. Bila memungkinkan peralatan harus otomatis untuk menghemat upah pekerja yang telah disediakan, dan keandalan stasiun tidak terpengaruh. Peralatan otomatis harus sedemikian sehingga peralatan tersebut dapat dioperasikan secara manual bila diperlukan. Skema yang digunakan haruslah sedemikian sehingga perluasan dapat dibuat untuk memenuhi kenaikan permintaan di masa mendatang tanpa terjadi pengeluaran tambahan yang besar.

Sebelum sebuah proyek daya listrik ditangani, perencana proyek harus memiliki informasi berikut:

1. Perkiraan beban yang mungkin;
2. Kondisi beban di kemudian hari;
3. Lokasi beban, khususnya untuk stasiun pembangkitan listrik hidro, karena biaya transmisi juga perlu dipertimbangkan untuk menetapkan jenis dan nilai rating /nominal pusat pembangkitan, adalah perlu perencana kenal dengan istilah-istilah dan pengertian penting berikut:

1) Kurva beban

Beban dari stasiun daya jarang bersifat konstan. Beban selalu berubah dari waktu ke waktu. Kurva beban harian memberikan sejumlah informasi sebagai berikut:

- a. Variasi beban untuk jam-jam yang berbeda dalam 1 hari
- b. Area di bawah kurva , menyatakan jumlah energi total yang dibangkitkan dalam 1 hari.
- c. Puncak kurva menyatakan permintaan maksimum stasiun pada suatu hari.
- d. Area di bawah kurva beban dibagi sejumlah jam menyatakan beban rata-rata dari stasiun daya.

Berdasarkan informasi di atas, kurva beban membantu di dalam menetapkan ukuran pembangkit yang akan dipasang dan juga di dalam menyiapkan daftar operasi dari unit-unit pembangkit.

- 2) Beban tersambung /terpasang
Jumlah rating kontinyu dari semua perlengkapan listrik yang tersambung pada sistem catu daya dikenal sebagai beban tersambung
- 3) Permintaan maksimum (maximum demand) : Permintaan rata-rata terbesar untuk interval waktu pendek (15 menit, ½ jam , atau 1 jam) selama kurun waktu tertentu (1 hari, 1 bulan , 1 tahun) pada stasiun daya disebut permintaan maksimum. Kadang-kadang istilah ini disebut juga sebagai puncak system.
- 4) Faktor permintaan (demand factor).
Permintaan maksimum daya aktual pada sistem dengan total beban nominal tersambung pada system disebut factor permintaan. Secara matematis :

$$\text{Faktor permintaan} = \frac{\text{Permintaan maksimum daya}}{\text{Beban tersambung/terpasang}}$$

Ide pengenalan factor permintaan adalah adanya kenyataan bahwa tidak semua perlengkapan yang tersambung pada system akan dioperasikan pada waktu yang bersamaan dan permintaan kW atau kVA maksimum dari suatu kelompok

perlengkapan yang menggunakan daya listrik akan selalu lebih kecil dari jumlah nilai nominal kW atau kVA atau kapasitas dari perlengkapan tersebut. Mengingat kapasitas pembangkitan yang diperlukan biasanya sama dengan permintaan maksimum dari system, maka nilai factor permintaan menentukan kapasitas dan juga biaya dari perlengkapan daya yang diperlukan untuk melayani beban yang diberikan. Nilai factor permintaan (demand factor) untuk:

- a. Perumahan : 70 – 100 %
- b. Komersial : 80 – 100 %
- c. Industri skala besar : 70 – 80 %
- d. Industri berat : 85 – 90 %
- e. Kota (municipal) : 100 %
- f. Pertanian : 90 – 100 %

- 5) Beban atau permintaan rata-rata.
Beban atau permintaan rata-rata pada stasiun daya adalah rata-rata dari beban yang terjadi pada berbagai kejadian (event). Dapat juga dinyatakan sebagai energi yang diserahkan dalam suatu periode dibagi dengan jumlah jam dalam periode tersebut. Tergantung pada lamanya periode waktu seperti : 1 hari, 1 bulan atau 1 tahun, maka diperoleh beban rata-rata harian, beban rata-rata bulanan atau beban rata-rata tahunan

$$\text{Beban rata-rata harian} = \frac{\text{kWH yang disuplai dalam 1 hari}}{24}$$

$$\text{Beban rata-rata bulanan} = \frac{\text{kWH yang disuplai dalam 1 bulan}}{24 \times 30}$$

$$\text{Beban rata-rata tahunan} = \frac{\text{kWH yang disuplai dalam 1 tahun}}{24 \times 365}$$

- 6) Faktor beban (load factor).
Perbandingan beban rata-rata dengan permintaan maksimum selama periode waktu tertentu seperti 1 hari, 1 bulan atau 1 tahun disebut factor beban. Karena

beban rata-rata selalu lebih kecil dari permintaan maksimum, maka faktor beban selalu lebih kecil dari 1.

$$\text{Faktor beban} = \frac{\text{Permintaan beban rata-rata}}{\text{Permintaan maksimum}}$$

Nilai factor beban untuk:

- a. Perumahan = 10 - 15%
- b. Komersial = 25 - 35%
- c. Industri skala besar = 60 - 65%
- d. Industri berat = 70 - 80%
- e. Kota (municipal) = 25 - 30%
- f. Pertanian = 20 - 25%

7) Faktor diversitas (diversity factor)

Permintaan maksimum dari semua konsumen yang disuplai dari suatu instalasi biasanya tidak terjadi pada waktu yang bersamaan; karenanya permintaan maksimum pada suatu instalasi selalu lebih kecil dari jumlah permintaan maksimum individu dari semua konsumen yang tersambung dengan instalasi tersebut. Perbandingan jumlah permintaan maksimum individu dari semua konsumen yang disuplai oleh stasiun daya dengan permintaan maksimum stasiun daya disebut factor diversitas

$$\text{Faktor diversitas} = \frac{\text{Jumlah permintaan maksimum individu}}{\text{Permintaan maksimum stasiun daya}}$$

Nilai faktor diversitas tersebut selalu lebih besar dari 1

Nilai faktor diversitas untuk :

- a. Perumahan = 1,2 - 1,3
- b. Komersial = 1,1 - 1,2
- c. Kota (municipal) = 1
- d. Pertanian = 1 - 1,5
- e. Daerah pedesaan =
- Trafo distribusi = 1,00 - 1,55
- Gardu induk distribusi = 1,08 - 1,60
- Jaringan distribusi = 1,05 - 1,25

8) Faktor Kapasitas (capacity factor) atau factor pembangkitan (plant factor)

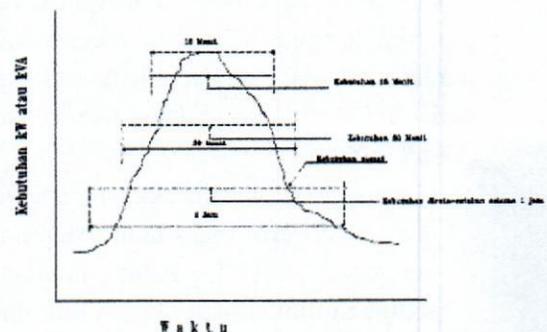
Setiap pembangkitan harus mempunyai kapasitas cadangan, sebagai sikap perhatian terhadap pengembangan yang akan datang dan penambahan beban, sehingga kapasitas total instalasi pembangkitan biasanya lebih besar dari yang diperlukan secara aktual (permintaan maksimum). Faktor kapasitas (pembangkitan) didefinisikan sebagai perbandingan dari beban rata-rata dengan kapasitas nominal dari pembangkit daya.

$$\text{Faktor kapasitas / pembangkitan} = \frac{\text{Beban rata-rata}}{\text{Kapasitas nominal pembangkit daya}}$$

9) Faktor penggunaan (utilization factor)

Faktor penggunaan adalah ukuran penggunaan kapasitas pembangkit daya dan adalah perbandingan permintaan maksimum dengan kapasitas nominal dari pembangkit daya. Nilai perbandingan selalu lebih kecil dari 1

$$\text{Faktor penggunaan} = \frac{\text{Permintaan maksimum pada stasiun daya}}{\text{Kapasitas nominal dari stasiun daya}}$$



Gambar 2.6 Perubahan permintaan maksimum terhadap waktu

10) Kesamaan faktor beban dan factor diversitas

Biaya modal stasiun daya tergantung pada kapasitas dari stasiun daya tersebut. Makin rendah permintaan maksimum

dari stasiun daya, makin rendah kapasitas yang diperlukan dan dengan demikian makin rendah biaya modal dari pembangkitan. Untuk sejumlah konsumen yang ada, makin tinggi faktor diversitas beban, makin kecil kapasitas dari pembangkitan daya yang diperlukan dan sebagai akibatnya biaya tetap dari investasi modal akan banyak berkurang. Begitu juga makin tinggi faktor beban, berarti makin besar beban rata-rata atau makin besar jumlah energi yang dibangkitkan untuk permintaan maksimum yang ada dan karenanya biaya keseluruhan per unit energi listrik yang dibangkitkan berkurang, karena adanya pembagian/distribusi biaya tetap yang sebanding dengan permintaan maksimum dan tidak tergantung jumlah energi yang dibangkitkan

11) Pemilihan Unit Pembangkit

Pemilihan unit-unit pembangkit dan pengoperasiannya memainkan peranan penting dalam kerja stasiun daya. Jumlah unit-unit pembangkit dan ukuran masing-masing unit ditentukan dari kurva beban stasiun daya. Faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan di dalam menentukan jumlah unit-unit pembangkit dan ukuran dari unit-unit dan dalam menyiapkan skedul operasi:

1. Karena mesin-mesin akan beroperasi dengan efisiensi maksimum pada tiga perempat dari kapasitas nominal, sehingga jumlah dan ukuran unit-unit pembangkit harus dipilih sedemikian sehingga mereka beroperasi pada efisiensi maksimum dan harus diperoleh efisiensi keseluruhan dan faktor beban dari stasiun daya yang lebih baik.
2. Tidak akan dipilih satu unit pembangkit besar dengan kapasitas

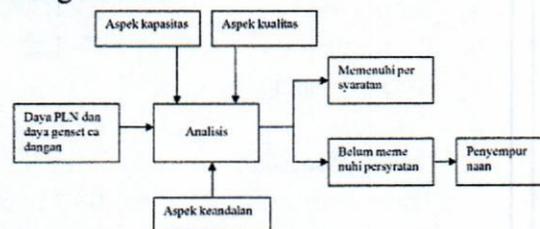
maksimum yang diminta karena akan:

- a. Memberikan efisiensi yang rendah selama jam-jam beban ringan.
 - b. Menyebabkan kegagalan penyediaan daya listrik secara menyeluruh bila terjadi kerusakan mesin
3. Jika dipilih sejumlah unit-unit pembangkit kecil, diperlukan area lantai yang luas.
 4. Jika dipilih semua mesin berukuran sama dan identik dalam operasinya. Ruang yang diperlukan berkurang. Suku cadang yang diperlukan berkurang, tampak simetris dan memberikan pandangan yang bagus.
 5. Perlu disiapkan unit cadangan, dengan kapasitas dari unit yang terbesar di dalam stasiun sehingga pemeliharaan, perbaikan dan overhaul dari unit-unit yang bekerja dapat dilaksanakan.
 6. Pertumbuhan permintaan untuk waktu mendatang harus menjadi perhatian.
 7. Kapasitas dari stasiun daya harus 15% atau 20% lebih besar dari permintaan maksimum yang diharapkan.

METODE PENELITIAN

A. Kerangka Pikir

Kerangka pikir yang digunakan dalam analisis suplai daya listrik di Bandar udara Internasional SSK II, dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.1. Kerangka pikir

Daya listrik dari PLN dan daya listrik yang dibangkitkan oleh unit-unit genset

cadangan yang dioperasikan oleh Pengelola Bandar udara Internasional Sultan Syarif Kasim II, dianalisis dari aspek kapasitas, aspek kualitas dan aspek keandalan. Hasil analisis ada dua kemungkinan yaitu:

1. Daya listrik telah memenuhi persyaratan berdasar ketentuan - ketentuan internasional maupun nasional untuk mendukung keselamatan operasi penerbangan.
2. Daya listrik yang tersedia belum memenuhi persyaratan berdasar ketentuan - ketentuan internasional maupun nasional. Bilamana demikian, maka perlu dicari kesalahan atau kekurangannya, selanjutnya dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Perbaikan atau penyempurnaan bisa dilakukan dari pihak PLN, bila kesalahannya ada disana dan dari pihak Pengelola Bandar udara bila kesalahannya ada pada peralatan yang dioperasikan oleh Bandar udara.

METODE PENGUMPULAN DATA.

1.1. Metode Penelitian Kepustakaan.

Metode penelitian kepustakaan digunakan untuk mendapatkan landasan teori atau pisau analisis, yang diperoleh dari buku, Peraturan-peraturan Menteri, majalah dan sumber bacaan lainnya yang relevan dengan judul analisis.

1.2 Metode Penelitian Lapangan.

Untuk keperluan pembahasan / analisis, akan digunakan data fasilitas dan peralatan serta data operasional Bandar udara. Data tersebut diperoleh dari hasil studi lapangan dan wawancara dengan pejabat - pejabat terkait di Bandar udara Internasional SSK II di Pekanbaru. Data fasilitas dan peralatan serta data operasional Bandar udara yang diperlukan secara garis besar adalah:

- a. Data fasilitas pembangkit tenaga listrik;

- b. Data fasilitas yang termasuk beban prioritas teknis dan prioritas umum ;
- c. Data fasilitas yang termasuk beban non prioritas;
- d. Data jaringan distribusi tegangan menengah dan jaringan distribusi tegangan rendah;
- e. Data beban listrik harian dan waktu terjadinya beban maksimum.
- f. Data perubahan tegangan dan frekuensi listrik;
- g. Data waktu pindah, (switch over time) dari listrik PLN ke listrik genset cadangan, akibat gangguan pada listrik PLN maupun gangguan pada instalasi listrik di Bandar udara.

Kemudian data dianalisis dari aspek kapasitas, aspek stabilitas tegangan dan frekuensi dan aspek keandalan. Dari hasil analisis akan dibuat kesimpulan dan saran tindak lanjut.

PENELITIAN DAN ANALISIS

A. Kapasitas Catu Daya Listrik di Bandar udara Internasional SSK II

1. Catu Daya Utama

Catu daya listrik di Bandar udara Internasional SSK II disuplai dari gardu hubung PLN di Bandar udara sebesar 1.128 kVA (sesuai kontrak Bandar udara dengan PLN) Dari gardu hubung PLN, listrik disalurkan ke gardu distribusi Radar dengan kabel 20 kV. Kapasitas gardu trafo distribusi Radar 210 kVA, Dari gardu Radar listrik disalurkan ke gardu trafo MPH dan ke gardu trafo Terminal dengan tegangan menengah 20 kV. Kapasitas gardu distribusi MPH adalah 1250 kVA dan kapasitas gardu distribusi Terminal 500 kVA. Listrik untuk DVOR terpisah dengan listrik untuk peralatan Bandar udara lainnya. Kapasitas gardu trafo DVOR 53 kVA

2. Catu Daya Cadangan

a. Gardu Radar.

Tegangan menengah 20kV di gardu radar diturunkan ke tegangan rendah 220/380 volt. Di gardu Radar dipasang genset cadangan 200kVA yang dilengkapi dengan automatic change over switch. Listrik tegangan rendah di power house radar dialirkan untuk menyuplai UPS, STABILIZER, peralatan radar, ac sentral dan penerangan.

b. Gardu DVOR.

Kapasitas gardu trafo distribusi DVOR adalah 53 kVA dan dilengkapi dengan 1 (satu) unit genset cadangan otomatis 27 kVA

c. Gardu MPH

Di gardu trafo MPH listrik PLN dengan tegangan 20 kV diturunkan ke tegangan rendah 220/ 380 volt. Listrik PLN di gardu trafo MPH diback up dengan 3 unit genset otomatis yaitu 1000 Kva, 500 kVA, dan 250 kVA Masing-masing genset cadangan dilengkapi automatic change over switch, dengan mana genset cadangan secara otomatis akan mengambil alih fungsi listrik PLN bila listrik PLN mati (off) karena ada gangguan atau sengaja dimatikan oleh PLN karena sedang ada kegiatan perbaikan atau kegiatan lainnya. Dalam mengambil alih fungsi PLN masing-masing unit genset cadangan tersebut saling di interlock. Untuk beban siang hari ketika Bandar udara sedang beroperasi disiapkan genset cadangan 1000kVA. Untuk malam hari atau di luar jam operasi Bandar udara disiapkan genset 500 kVA sebagai genset cadangan. Sedang genset cadangan 250 kVA, khusus disiapkan untuk menyuplai beban prioritas teknis

AFL dan Tower, apabila listrik PLN mati.

3. Beban Terpasang dan Daya Terpakai

Tabel 4.1 Beban Terpasang dan Daya Terpakai

No	Fasilitas	Beban Terpasang dalam kVA	Daya Terpakai dalam kVA
1	Prioritas Teknik		
	- Tower	30, 675	20, 375
	- Radar	50, 250	37, 180
	- DVOR	13, 250	8, 760
	- ILS	10, 450	8,760
	- AFL	117,094	94, 344
	- NDB	6, 750	4, 875
	Jumlah	228, 469	174, 104
2	Prioritas Umum		
	- Terminal	960	495
	- Kantor	58,00	46
	- Water treatment	41, 125	41, 125
	Jumlah	1.059, 125	573, 9
3	Non Prioritas		
	- Lampu jalan	6,6,	6,6
	- Lampu taman	6	6
	- Lampu perumahan	49,5	45
	- Work shop	15	9, 87
	Jumlah	77,1	67, 47
	Total beban terpasang dan daya terpakai	1. 364 , 694	815, 474

3.1 Persentase Pemakaian catu daya listrik

Dari tabel 4.1. di atas, persentase pemakaian daya listrik PLN di Bandara Internasional SSK II untuk masing-masing jenis beban dapat dilihat dalam tabel 4.2 di bawah.

Tabel 4.2 Persentase pemakaian catu daya listrik PLN untuk masing-masing jenis beban

Prioritas Teknik (kVA)	Prioritas Umum (kVA)	Non Prioritas (kVA)	Sisa Daya PLN (kVA)	Total Daya PLNtersedia (kVA)
174,104	573,9	67,47	312,526	1128.
15, 394 %	50,877 %	3,9814 %	20,453 %	100%

Bila diasumsikan factor daya PLN 0,81 maka kapasitas daya listrik PLN adalah $1128 \times 0,81 = 913, 68 \text{ kW}$.

Beban terpasang:

$$1364,694 \times 0,81 = 1105,402 \text{ kW}$$

Tabel 4.3
Beban Listrik Harian (1 s/d 2 Juni 2010)

Jam	Arus(A)			Tegangan (V)			Cosφ	Daya Samar (kVA)	Daya Aktif (kW)
	R	S	T	R-O	S-O	T-O			
06.00	613	609	589	220	220	220	0,82	398,420	326,704
07.00	785	790	775	219	220	220	0,82	516,215	423,296
08.00	675	859	845	218	219	220	0,82	564,771	463,112
09.00	875	819	645	218	220	219	0,83	480,984	399,217
10.00	840	855	836	218	220	220	0,83	561,480	466,028
11.00	870	860	835	219	219	220	0,83	562,570	466,933
12.00	765	780	750	220	220	220	0,83	504,900	419,067
13.00	820	780	760	220	220	220	0,84	507,100	425,964
14.00	820	815	825	220	220	220	0,82	541,200	454,608
15.00	760	745	715	220	220	220	0,82	488,400	400,488
16.00	650	725	660	220	219	219	0,83	446,315	370,441
17.00	820	638	576	219	220	219	0,81	402,284	325,850
18.00	815	738	680	220	220	220	0,81	491,260	397,921
19.00	820	750	680	220	220	220	0,81	495,000	406,639
20.00	800	750	715	220	220	220	0,81	498,300	403,623
21.00	750	800	735	220	220	220	0,81	501,900	406,539
22.00	850	279	400	219	219	219	0,82	225,351	184,788
23.00	250	270	250	219	219	219	0,83	168,630	139,963
24.00	257	270	268	219	220	219	0,82	174,375	142,988
01.00	248	260	280	220	220	220	0,83	173,360	143,889
02.00	260	278	300	219	219	220	0,82	183,822	150,734
03.00	250	270	255	220	220	220	0,82	170,500	139,810
04.00	350	300	320	219	219	219	0,81	212,080	171,785
05.00	750	300	325	219	220	220	0,81	236,500	191,565
06.00	450	420	390	219	219	219	0,81	275,940	223,208
							Jumlah		7.816,263

$$\text{Faktor permintaan (demand factor)} = \frac{\text{permintaan maksimum}}{\text{Beban terpasang}} = \frac{466,933}{1105,402} \times 100\% = 42,241\%$$

Beban rata-rata harian = Jumlah kWh yang disuplai dalam 1 hari dibagi 24

$$= \frac{7.816,263}{24} = 325,678 \text{ kW}$$

$$\text{Faktor kapasitas (capacity factor)} = \frac{\text{beban rata-rata}}{\text{Kapasitas daya PLN}} = \frac{325,678}{913,68} \times 100\% = 35,645\%$$

$$\text{Faktor beban (load factor)} = \frac{\text{beban rata-rata}}{\text{Permintaan maksimum}} = \frac{325,678}{466,933} = 100\% = 69,748\%$$

$$\text{Faktor penggunaan (utilization factor)} = \frac{\text{permintaan maksimum}}{\text{Kapasitas daya PLN}} = \frac{466,4933 \times 0,81}{913,68} \times 100\% = 51,105\%$$

$$\text{Faktor diversitas (diversity factor)} = \frac{\text{jumlah permintaan maksimum bagian}^2 \text{ beban}}{\text{Permintaan maksimum stasiun daya}} = \frac{815,474 \times 0,81}{466,933} \times 100\% = 141,462\%$$

4. Analisis Kapasitas Catu Daya Listrik

Dari kondisi beban yang ada dan besarnya catu daya listrik yang digunakan di Bandar udara SSK II, diperoleh angka-angka sebagai berikut:

- a. Faktor permintaan = 42,241 %
- b. Faktor beban = 69,748 %
- c. Faktor kapasitas = 35,645%
- d. Faktor penggunaan = 51,105%
- e. Faktor diversitas = 141,462%

a. Faktor permintaan

Ditinjau dari kegiatan dan besarnya daya listrik yang dipakai > 500 Kva, Bandar Udara Internasional SSK II dapat dikategorikan sebagai perusahaan komersial dengan factor permintaan 90 - 100%. Dari kondisi beban dan catu daya

listrik yang digunakan, Bandar udara SSKII memiliki angka faktor permintaan 42, 241 %. Angka tersebut menunjukkan bahwa tidak semua fasilitas / peralatan yang terpasang pada system jaringan distribusi daya listrik di Bandar udara dioperasikan secara bersamaan, sehingga nilai maksimum daya listrik yang terpakai oleh seluruh peralatan berada di bawah nilai nominal (kVA) beban terpasang. Selanjutnya dengan angka faktor permintaan 42,241%, maka jumlah peralatan / fasilitas yang dioperasikan secara bersamaan bisa ditambah, sehingga akan menaikkan angka faktor permintaan. menjadi 90% (batas bawah) - 100% yang dapat dihitung sebagai berikut. Misal X_1 dan X_2 = penambahan jumlah pemakaian daya listrik dari peralatan yang akan dioperasikan bersamaan

$$\frac{466,933 + X_1}{1105,402} = 0,90$$

$$466,933 + X_1 = 0,90 \times 1105,402$$

$$X_1 = 0,90 \times 1105,402 - 466,933$$

$$X_1 = 527,929 \text{ kVA}$$

$$\frac{466,933 + X_2}{1105,402} = 1,00$$

$$X_2 = 1105,402 - 466,933$$

$$X_2 = 638,469 \text{ kVA}$$

Jadi penambahan pemakaian daya listrik akibat penambahan peralatan /fasilitas yang dioperasikan bersamaan adalah dari 527,929 kVA sampai 638,469 kVA

b. Faktor beban

Angka faktor beban 69,748%, angka ini lebih besar dari batas angka faktor beban untuk perusahaan komersial yaitu 25 – 35 %. Ini menunjukkan beban rata-rata harian sudah melampaui ambang batas beban rata-rata untuk nilai permintaan maksimum yang ada , atau pemakaian energi listrik PLN telah mencapai nilai

maksimum untuk nilai permintaan maksimum catu day listrik yang dikontrakan dari PLN. Dilihat dari aspek biaya variable langganan listrik yang harus dibayar ke PLN , pemakaian daya listrik sudah lebih dari efisien.

c. Faktor kapasitas

Angka faktor kapasitas 35,645%. Angka ini menunjukkan bahwa stasiun daya dengan kapsitas 913,68 kW mempunyai kapasitas cadangan sebesar 64,455% x 913,68 kW = 588,912 kW. Kapasitas cadangan tersebut dimaksudkan untuk mengantisipasi pertambahan beban bila terjadi pengembangan fasilitas di masa mendatang . Kapasitas cadangan tersebut akan mempunyai arti bila dilengkapi persyaratan lain yaitu nilai permintaan maksimum harus di bawah nilai kapasitas stasiun daya. Dengan factor penggunaan sebesar 51,105%, maka nilai permintaan maksimum lebih kecil dari kapasitas stasiun daya karena nilai faktor kapasitas 35,645% adalah lebih kecil dari nilai faktor penggunaan 51,105%. Maka besarnya kapasitas cadangan dari stasiun daya ditentukan oleh faktor penggunaan, yaitu $(100 - 51,105)\% \times 913,58 \text{ kW} = 446,695 \text{ kW}$

d. Faktor Penggunaan

Nilai faktor penggunaan 51,105 %. Dengan nilai ini selisih antara kapasitas daya PLN dengan permintaan maksimum adalah $100 - 51,105 \% = 48,895 \% \times 913,58 \text{ kW} = 446,695 \text{ kW}$. Nilai ini merupakan kapasitas cadangan. Karena nilai faktor penggunaan lebih besar dari nilai faktor kapasitas ($51,105\% > 35,645\%$), maka besarnya kapasitas cadangan dari stasiun daya ditentukan oleh nilai faktor panggunaan yaitu sebesar 446,695 kW

e. Faktor Diversitas

Nilai faktor diversitas untuk Bandar udara Internasional SSK II adalah 141,462%. Nilai ini lebih besar dari nilai factor diversitas yang dipersyaratkan untuk perusahaan komersial yaitu 110% - 120%. Dengan nilai factor diversitas 141,462% ini berarti bahwa masing-masing beban, baik itu beban prioritas teknik, beban prioritas umum maupun beban non prioritas tidak pernah dioperasikan secara bersamaan, sehingga kapasitas daya listrik PLN sebesar 913,68 kW mampu melayani beban listrik Bandar udara sebesar 1105kW

5. Analisis Keandalan Catu daya listrik.

Untuk mendapatkan keandalan catu daya listrik yang tinggi, Bandar udara Internasional SSK II mengambil listrik PLN pada sisi tegangan menengah 20 kV. Di gardu trafo listrik tegangan menengah 20 kV diturunkan menjadi 220/380 volt. Di gardu trafo radar, MPH dan di gardu trafo DVOR, listrik PLN tegangan rendah 220/380 volt diback-up dengan genset cadangan otomatis untuk menjaga kontinuitas aliran listrik di Bandar udara, maka bila listrik PLN mati (off) akibat gangguan atau sebab lain, maka listrik genset cadangan secara otomatis akan mengambil alih fungsi PLN dalam menyuplai seluruh beban listrik di Bandar udara, sehingga operasi penerbangan di Bandar udara tidak terganggu. Sesuai ketentuan ICAO, waktu pindah maksimum dari listrik PLN ke listrik genset bila listrik PLN mati adalah 15 detik. Hasil pengecekan di lapangan, bila listrik PLN mati, genset cadangan akan start 10,4 detik kemudian dan 2 detik setelah genset start, listrik dari genset cadangan akan masuk dan menyuplai seluruh beban listrik di Bandar udara, baik beban kategori prioritas teknik, prioritas umum maupun beban non

prioritas. Bila listrik PLN normal kembali, beberapa mili detik kemudian listrik PLN akan mengambil alih fungsi listrik genset dalam menyuplai seluruh beban listrik di Bandar udara. Kemudian genset akan mengalami cooling down, dan setelah cooling down selama 2 menit 11 detik genset akan berhenti.

6. Gangguan Listrik PLN

Hasil rekapitulasi gangguan listrik PLN selama tahun 2009 adalah seperti tabel 4.4 di bawah

Tabel 4.4 Rekapitulasi gangguan listrik PLN selama tahun 2009

No	Bulan	Jumlah gangguan	Lama gangguan
1	Januari	16 x	1.989 menit
2	Pebruari	9 x	829 menit
3	Maret	10 x	252 menit
4	April	7 x	414 menit
5	Mei	17 x	1.085 menit
6	Juni	15 x	860 menit
7	Juli	34 x	6323 menit
8	Agustus	51 x	7.318 menit
9	September	22 x	3.790 menit
10	Oktober	34 x	5.300 menit
11	Nopember	19 x	2568 menit
12	Desember	6 x	423 menit
	Jumlah	240 x	31.151 menit

6. Perhitungan Ketersediaan (Availability)

$$\begin{aligned} \text{Availability (A)} &= \frac{\text{waktu operasi yang aktual}}{\text{Waktu operasi yang ditetapkan}} \times 100\% \\ &= \frac{(365 \times 24 \times 60 - 31.151)}{365 \times 24 \times 60} \times 100\% \\ &= 94,073\% \end{aligned}$$

8. Perhitungan Keandalan (Reliability = R)

m = waktu rata-rata antara kegagalan (mean time between failure = MTBF)

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{waktu operasi yang aktual}}{\text{Jumlah kegagalan}} = \frac{494.449 \text{ menit}}{240} \\ &= 2.060,20 \text{ menit} = 34,337 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jumlah kegagalan = 240

$$R = 100 e^{-t/m} \%$$

R = keandalan catu daya listrik PLN

e = bilangan alam (= 2,718)

t = periode waktu yang dikehendaki, misal

t = 1 hari = 24 jam,

t = 1 minggu = 7 x 24 jam = 168 jam,

t = 1 bulan = 30 x 24 jam = 720 jam,

1 = tahun = 365 x 24 jam = 8760 jam.

Untuk waktu 1 hari

$$R = 100e^{-t/m} = 100e^{-24/34,337} = 49,71047649\%$$

R ~ 49,7%

Untuk waktu 1 minggu

$$R = 100e^{-168/34,337} = 0,750128181\% \sim 0,750\%$$

Untuk waktu 1 bulan

$$R = 100 \times e^{-720/34,337} = 7,824161016 \times 10^{-0,80}\%$$

Untuk waktu 1 tahun

$$R = 100 \times e^{-8760/34,337} \sim 0\%$$

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.

1. Aspek kapasitas catu daya listrik.

Dari analisis kapasitas catu daya listrik di Bandar udara Internasional SSK II diperoleh angka-angka sebagai berikut :

- a. Faktor permintaan 42,241 %
- b. Faktor beban 69,748 %
- c. Faktor kapasitas 35,645 %
- d. Faktor penggunaan 51,105 %
- e. Faktor diversitas 141,462 %

1.1. Faktor Permintaan

Ditinjau dari kegiatan dan besarnya penggunaan daya listrik > 500 kVA Bandar udara Internasional SSK II dapat dikategorikan sebagai perusahaan komersial dengan factor permintaan 90 % - 100 % . Dari kondisi beban dan catu daya listrik yang digunakan , Bandar udara SSK II memiliki angka faktor permintaan 42,241 % . Angka tersebut menunjukkan bahwa tidak semua fasilitas /peralatan yang terpasang pada system jaringan distribusi daya listrik di Bandar udara , dioperasikan secara bersamaan , sehingga nilai maksimum daya listrik yang

terpakai di Bandar udara berada di bawah jumlah nilai nominal (kVA) beban terpasang . Selanjutnya dengan angka faktor permintaan 42,241%, maka jumlah peralatan/fasilitas yang dioperasikan secara bersamaan bisa ditambah, sehingga akan menaikkan angka faktor permintaan. Penambahan jumlah peralatan yang dioperasikan secara bersamaan sehingga faktor permintaan menjadi 90 % sampai 100% adalah dari 527,029kVA sampai 638,469 kVA.

1.2. Faktor beban.

Angka factor beban 69,748%. Ini lebih besar dari batas angka factor beban untuk perusahaan komersial yaitu 25% - 35%. Hal ini menunjukkan beban rata-rata harian sudah melampaui ambang batas beban rata-rata untuk nilai permintaan maksimum yang ada, atau pemakaian energi listrik PLN telah ambang batas untuk nilai permintaan maksimum catu daya listrik yang dikontrak dari PLN. Ditinjau dari aspek biaya variabel langganan listrik yang harus dibayar ke PLN, pemakaian daya listrik sudah lebih dari efisien.

1.3. Faktor kapasitas

Nilai faktor kapasitas 35,645%. Angka ini menunjukkan bahwa stasiun daya dengan kapasitas 913,68 kW mempunyai kapasitas cadangan sebesar (100% - 35,645%) x 913,68 kW = 588,912 kW yang berguna untuk mengantisipasi penambahan beban bila terjadi pengembangan fasilitas di masa mendatang. Dengan faktor penggunaan sebesar 51,105 % , maka faktor kapasitas 35,645% adalah lebih kecil dari nilai factor penggunaan, sehingga besarnya kapasitas cadangan dari stasiun daya ditentukan oleh nilai factor penggunaan yaitu (100% - 51,105 %) x 913,58 kW = 446,695 kW

1.4. Faktor penggunaan

Nilai factor penggunaan 51,105%. Dengan nilai ini maka perbandingan kapasitas stasiun