

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Studi tentang audit energi rumah sakit sudah dilakukan oleh beberapa peneliti (Yusuf, 2012). Hasil audit di rumah sakit ini menunjukkan peta konsumsi sebagai berikut: pengkondisian udara sebesar 60%, peralatan medis dan perkantoran 17%, penerangan 16%, lift 4% dan lainnya 3%. Berdasarkan hasil audit energi tersebut, didapat rekomendasi awal untuk melakukan penghematan energi dalam pengkondisian udara. (Yoga Primastha, 2012), Potensi penghematan Energi Lampu, AC dan Instalasi Listrik Rumah Sakit ini pada akhirnya menghasilkan beberapa rekomendasi peluang hemat energi yaitu mengganti ballast konvensional dengan ballast elektronik, mengganti gas Freon dengan gas hidrokarbon pada AC dan melakukan sosialisasi sikap hemat. Penelitian sejenis yang dikembangkan dengan menggunakan suatu metode perangkaan dalam menentukan tindakan efisiensi dilakukan oleh (Rizkani Thoriq, 2012), untuk Konservasi serta Efisiensi Listrik di Rumah Sakit. Berdasarkan hasil audit tersebut, didapatkan beberapa rekomendasi untuk tindakan efisiensi yaitu:

- (1) perubahan SOP fasilitas rumah sakit.
- (2) penyesuaian bangunan gedung rumah sakit .
- (3) penerapan teknologi.

Penelitian tentang usaha untuk melakukan efisiensi energi di rumah sakit juga telah dilakukan terhadap beberapa rumah sakit dan sekolah di Serbia. (Stankovic,dkk 2009), *Evaluation of Energi Efficiency Measures Applied in Public Building (schools and hospitals) in Serbia*. Fokus untuk meningkatkan efisiensi energi ini ada pada peningkatkan kinerja pengatur suhu

ruang, mengganti jendela dan pintu, memperbaiki instalasi di atap dan dinding, instalasi pompa dan pipa pengatur aliran panas, hingga penggantian radiator.

Seluruh rumah sakit yang dijadikan sample penelitian menerapkan lebih dari dua kombinasi upaya untuk meningkatkan efisiensi energi, namun yang paling banyak dilakukan adalah penggantian jendela. Pengukuran dilakukan selama dua bulan dan data yang diperoleh diekstrapolasi untuk mendapatkan gambaran selama setahun penggunaan energi. Hasil yang diperoleh adalah bahwa setelah adanya intervensi, terjadi penurunan penggunaan energi sebesar rata-rata 40% dari sebelumnya. Penurunan konsumsi energi di RS jauh lebih besar dibandingkan dengan yang terjadi di sekolah-sekolah, yaitu berkurang dari rata-rata 339 kWh/m² menjadi 205 kWh/m². Hal ini disebabkan karena rumah sakit beroperasi selama 24 jam sehari, 7 hari seminggu sedangkan sekolah hanya beroperasi selama 8 jam perhari dan 5 hari seminggu, sehingga efisiensi yang dilakukan di sekolah tidak terlalu menghasilkan perubahan yang signifikan. Dibandingkannya sekolah dan rumah sakit karena peneliti berasumsi bahwa rumah sakit dan sekolah sama-sama merupakan fasilitas umum dan tersebar di seluruh wilayah .

2.2. Manajemen Energi

Manajemen energi adalah program terpadu yang direncanakan dan dilaksanakan secara sistematis untuk memanfaatkan sumber daya dan energi secara efektif dan efisien dengan melakukan perencanaan, pencatatan, pengawasan dan evaluasi secara kontinyu tanpa mengurangi kualitas produksi/pelayanan. Awal mula manajemen energi adalah menyelaraskan strategi perusahaan dengan penerapan manajemen energi (Yoga Primastha, 2012) dengan demikian seluruh karyawan akan dapat berkomitmen terhadap penghematan energi di perusahaan. Pendekatan secara sistematis dan terstruktur terhadap manajemen energi sangat dibutuhkan dalam usaha mengidentifikasi dan merealisasikan potensi penghematan yang ada.

Manajemen Energi memberikan manfaat pada perusahaan atau organisasi melalui:

1. Penurunan biaya operasi.
2. Peningkatan keuntungan.
3. Meminimumkan pengaruh *load shedding*.
4. Peningkatan potensi untuk kesinambungan pertumbuhan pasar.
5. Pemberian dasar pertimbangan dalam usaha memodernisasikan perusahaan atau organisasi.

Tujuan yang diinginkan dari suatu proses manajemen energi meliputi (Capehart, B, et al 2011) :

1. Meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi penggunaan energi, khususnya pengurangan biaya.
2. Menanamkan suatu pemikiran yang peduli terhadap persoalan energi.
3. Melakukan suatu proses monitoring, reporting, dan strategi manajemen yang efektif untuk mendukung kebijakan penggunaan energi.
4. Menemukan cara baru yang lebih baik agar bisa lebih meningkatkan manfaat dari investasi energi yang dilakukan melalui penelitian dan pengembangan.
5. Mengembangkan ketertarikan dan dedikasi pada program manajemen energi pada seluruh karyawan.

6. Mengurangi dampak dari gangguan-gangguan pada proses suplai energi.

Secara umum, ada dua alasan utama yang mendorong dilaksanakannya program manajemen energi, yaitu (Capehart, B, et al 2011) :

1. Faktor ekonomi

Program manajemen energi dapat menekan biaya dan meningkatkan keuntungan finansial.

2. Kepentingan nasional

Dalam sudut pandang yang lebih luas program manajemen energi bisa memberikan pengaruh yang baik bagi perekonomian nasional.

Dibawah ini merupakan langkah – langkah manajemen energi :

1. Audit Energi

Untuk menghasilkan program manajemen energi yang sukses, audit energi mutlak dilaksanakan. Karena merupakan langkah awal dalam mengidentifikasi potensi-potensi penghematan energi. Audit ini akan menghasilkan data-data penggunaan energi yang dapat digunakan sebagai acuan dalam program efisiensi energi.

2. Menentukan target efisiensi

Hasil dari proses audit adalah target program manajemen energi. Cara termudah dalam menentukan target efisiensi yaitu melihat perbedaan intensitas energi dari standar yang berlaku.

3. Menyusun rencana Aksi

Rencana ini akan mencakup rincian langkah-langkah untuk mencapai setiap target efisiensi yang akuntabel.

4. Pengembangan diri dan motivasi staff

Partisipasi aktif dari seluruh staff sangat penting bagi keberhasilan program manajemen energi. Pelatihan yang harus diberikan tidak terbatas pada petunjuk teknis, namun juga pelatihan untuk meningkatkan motivasi staf Artinya ide program manajemen energi harus disosialisasikan hingga level paling bawah.

5. Monitoring

Monitoring berguna untuk mengkaji apakah rencana yang dijalankan sudah efektif ataukah belum. Juga diperlukan untuk mengantisipasi hal-hal yang tidak diinginkan seperti penurunan pelayanan atau kenyamanan yang mungkin muncul.

6. Menghitung penghematan energi

Untuk menghitung penghematan biaya dapat dilakukan dengan membandingkan tagihan listrik sebelum dan setelah pelaksanaan program.

7. Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan penyebaran kuesioner kepada para staff.

2.3. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan besarnya pemakaian energi dalam bangunan gedung dan telah diterapkan di berbagai negara (ASEAN,APEC), Perhitungan nilai IKE didapat dengan pembagian antara konsumsi energi dengan luas bangunan yang dinyatakan dalam satuan kWh/m per tahun. Sebagai “target”, besarnya IKE listrik untuk Indonesia, menggunakan Benchmark Gedung Hemat Energi ASEAN 2014 dengan rincian sebagai berikut :

- a. IKE untuk Office (perkantoran) : 160 kWh/m²/tahun.

- b. IKE untuk pusat belanja : 192 kWh/m²/tahun
- c. IKE untuk hotel : 216 kWh/m²/tahun
- d. IKE untuk rumah sakit : 288 kWh/m²/tahun.

2.4. Audit Energi

Proses audit energi untuk menghitung tingkat penggunaan energi suatu gedung atau bangunan, kemudian hasilnya dibandingkan dengan standar yang ada sebagai bahan pertimbangan untuk dicarikan solusi penghematan penggunaan energi jika tingkat penggunaan energinya melebihi standar baku yang ada (Achmad Solichan, 2010). Proses audit energi terdiri dari Audit Energi singkat, audit energi awal dan audit energi terinci. Kegiatan audit energi awal dapat dilakukan dengan atau tanpa rekomendasi audit energi singkat.

2.4.1. Audit energi awal (Preliminary audit)

Kegiatan audit energi awal meliputi persiapan, pengumpulan data energi bangunan gedung, pengukuran singkat dan observasi visual. Dilanjutkan dengan perhitungan sederhana untuk profil dan efisiensi penggunaan energi dilakukan menggunakan data yang terkumpul sehingga menghasilkan :

- a. Intensitas konsumsi energi (kWh/m² / tahun).
- b. Simple playback periode.
- c. Neraca energi sederhana.
- d. Rekomendasi pilihan dengan urutan prioritas langkah penghematan energi.

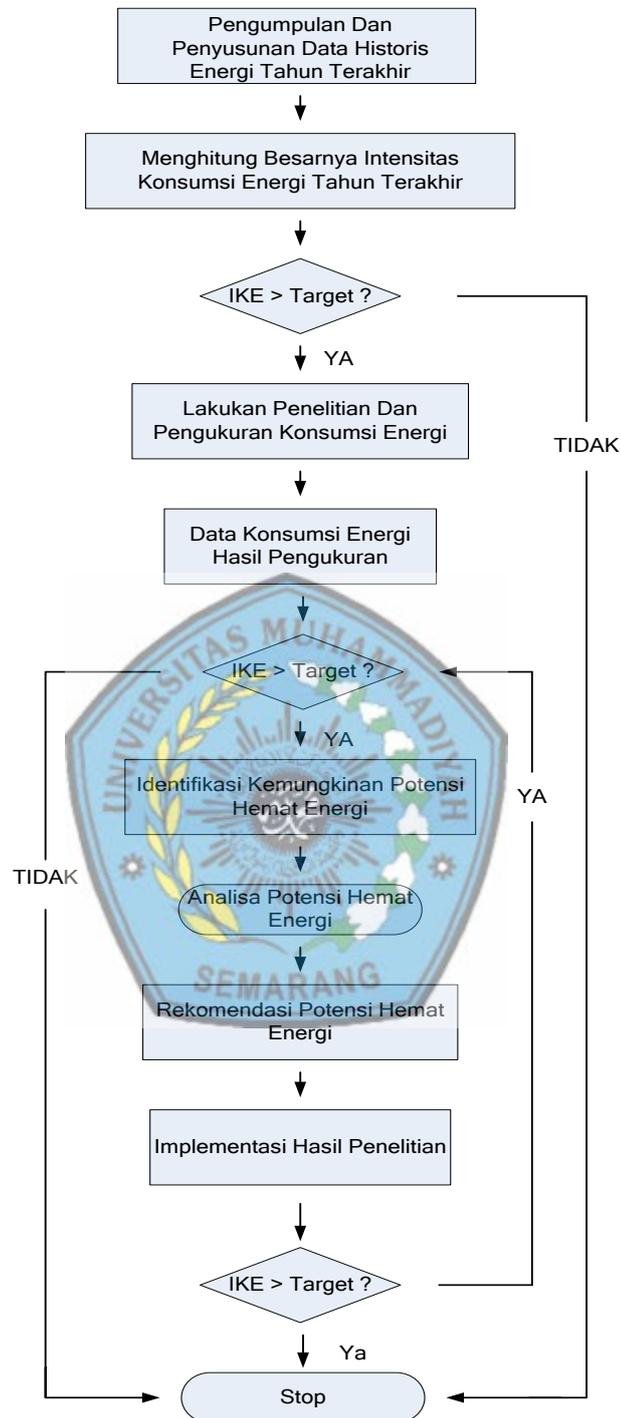
2.4.2. Audit energi rinci

Audit energi rinci perlu dilakukan apabila audit energi awal memberikan gambaran nilai IKE listrik lebih dari nilai standar yang ditentukan atau adanya rekomendasi dari audit energi awal apabila ada objek khusus/spesifik yang memiliki potensi penghematan lebih besar. Proses Audit energi rinci dilakukan dengan cara:

- a. Penelitian dan pengukuran konsumsi energi.
- b. Pengukuran energi. Jenis alat ukur yang digunakan dapat berupa alat yang telah dipasang secara tetap atau permanen pada instalasi maupun alat ukur yang portabel. Hasil pengukuran dapat diandalkan serta mempunyai tingkat kesalahan dalam batas tolerir dan berlaku ketentuan Standar Internasional (SI).
- c. Identifikasi peluang Hemat Energi (PHE). Identifikasi peluang hemat energi dapat diperoleh dari pengolahan data pada audit energi awal sehingga secara umum diperoleh gambaran tentang potensi penghematan baik pada peralatan maupun bangunan gedung. Bila nilai IKE melebihi standar, maka dilakukan proses penelitian lebih lanjut guna menekan atau mengelola energi agar memenuhi nilai standar. Sedangkan apabila nilai IKE sama atau lebih rendah dari standar, maka kegiatan audit energi rinci dapat dihentikan atau diteruskan untuk memperoleh nilai IKE yang lebih rendah (baseline) atau manajemen pengelolaan energi pada bangunan gedung tersebut dapat dijadikan acuan (*best practice*) atau practical approaches pada bangunan gedung lainnya.
- d. Analisa peluang hemat energi. Menindak lanjuti PHE yang teridentifikasi maka dilakukan suatu analisis PHE dengan cara membandingkan potensi penghematan energi dengan biaya yang harus dikeluarkan untuk proses pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan. Beberapa bentuk usaha PHE yang dapat dilakukan adalah:

1. Mengurangi daya terpasang dan jam operasional.
 2. Memperbaiki kinerja peralatan.
 3. Menggunakan sumber energi murah.
- e. Laporan. Dalam membuat suatu laporan audit terdapat beberapa pedoman yang tercakup dalam laporan tersebut yaitu ringkasan (*executive summary*), latar belakang, pengelolaan energi, pelaksanaan audit dan potret penggunaan energi.
- f. Rekomendasi. Rekomendasi yang dibuat mencakup masalah pengelolaan energi termasuk program manajemen yang perlu diperbaiki, implementasi audit energi yang baik dan cara meningkatkan kesadaran penghematan energi. Sedangkan langkah langkah dalam pemanfaatan energi yang efisien meliputi: mengubah prosedur pengelolaan energi sehingga terjadi peningkatan energi tanpa memerlukan pengeluaran (biaya), melakukan perbaikan dengan investasi kecil dan perbaikan dengan investasi besar.





Gambar 2.1. Alur Kegiatan Audit Energi (SNI Audit Energi Bangunan Gedung)

2.5. Bangunan Hemat Energi

Pada umumnya gedung di daerah tropis (Indonesia) , intensitas penggunaan energinya terbagi menjadi (Kemen ESDM, 2011) :

1. Sistem tata udara (45 – 70 %)
2. Sistem pencahayaan (10-20%)
3. Lift dan escalator (2 – 7 %)
4. Peralatan elektronik (2- 10 %)

Kriteria penggunaan energi (IKE) pada bangunan gedung untuk fungsi perkantoran menurut ASEAN *Data base Officers* 1990 (PPE ITB, 2011), terbagi menjadi beberapa bagian yaitu:

1. Energi *Intensive*

Bangunan gedung ini termasuk kelompok yang memiliki tingkat IKE elektrik sebesar 340 kWh/m²/tahun \pm 5 %. Kondisi ini menunjukkan konsumsi energi elektrik pada bangunan tersebut adalah boros.

2. Base Case

IKE elektriknya berada pada angka 240 kWh/m²/tahun \pm 5 %. Hal ini menunjukkan bahwa bangunan gedung tersebut tidak mengelola energi dengan baik, namun tidak dikategorikan boros.

3. Energi *Standard*

Bangunan gedung dengan nilai IKE elektriknya sebesar 180 kWh/m²/tahun \pm 5 %. Menunjukkan pengelolaan energi telah dilakukan dengan baik dan sudah melaksanakan program hemat energi.

4. Energi *Efficiency*

Bangunan gedung dengan nilai IKE 145 kWh/m²/tahun \pm 5 % menunjukkan bahwa pengelolaan energi telah dilakukan secara optimal sehingga menjadi hemat dan efisien.

2. 6. Tingkat Kenyamanan

Tingkat kenyamanan dipengaruhi suhu udara ruangan, kelembaban ruangan dan kecepatan angin dalam ruangan. Kenyamanan merupakan suatu proses mengolah udara secara serentak dengan mengendalikan temperature, kelembaban nisbi, kebersihan dan distribusinya untuk memperoleh kenyamanan penghuni dalam ruang yang dikondisikan. Faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal (rasa nyaman) seseorang adalah temperature udara kering, kelembaban relative dan pergerakan udara. Untuk daerah tropis kenyamanan termal berdasarkan kelembaban udara yang dianjurkan antara 40 % -50 %, tetapi untuk ruangan yang jumlah orangnya padat seperti ruang pertemuan, kelembaban udara relative masih diperbolehkan berkisar antara 55 %-60 %. Berikut menurut standar Tata Cara Perencanaan Teknis konservasi Energi pada bangunan Gedung dapat dibagi menjadi:

1. Sejuk nyaman, antara temperature efektif 20,5 ° C – 22,8 ° C dengan RH 50 %.
2. Nyaman Optimal, antara temperatur efektif 22,8° C– 25,8° C dengan RH 70 %.
3. Hangat Nyaman, antara temperature efektif 25,8 ° C – 27,1°C dengan RH 70 %.

2.7. Rumah Sakit

Rumah sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan dan gawat darurat (Depkes RI, 2010). Menurut (Adisasmito, 2012), rumah sakit adalah

tempat dimana orang sakit mencari dan menerima pelayanan kedokteran serta tempat dimana pendidikan klinik untuk mahasiswa kedokteran, perawat dan berbagai tenaga profesi kesehatan lainnya diselenggarakan. Serta dapat dimanfaatkan sebagai tempat pendidikan tenaga kesehatan dan penelitian. Pemerintah telah mengatur perihal rumah sakit melalui Undang Undang Nomor 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 340/MENKES/PER/III/2010 tentang Klasifikasi Rumah Sakit Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 983/Menkes/SK/XI/1992 tentang pedoman Organisasi Rumah Sakit Umum. Dalam keputusan tersebut yang dimaksud dengan Rumah Sakit Umum (RSU) adalah rumah sakit yang memberikan pelayanan kesehatan bersifat dasar, spesialisik dan sub spesialisik. Pelayanan medik dasar adalah pelayanan medik umum dan kesehatan gigi. Pelayanan medik spesialisik terdiri dari pelayanan Bedah, Penyakit Dalam, Kebidanan dan Kandungan, Kesehatan Anak, Mata, Telinga Hidung dan Tenggorok (THT), Kulit Kelamin, Jantung, Syaraf, Gigi dan Mulut, Paru, Bedah Syaraf orthopedi, Jiwa, Radiologi, Anestesiologi, Patologi Klinik dan Kesehatan Olah raga. Pelayanan medik sub spesialisik adalah pelayanan medik dengan pendalaman tertentu dalam salah satu pelayanan spesialisik.

2.8. Sistem Kelistrikan Rumah Sakit

Sistem kelistrikan dalam rumah sakit berasal dari Jaringan Tegangan Menengah (JTM) PLN dimana tegangan dari 20 kV diturunkan menjadi 400/231 Volt 3 fasa dengan menggunakan transformator distribusi dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR) PLN, dimana supply diperoleh langsung dari Jaringan Tegangan Rendah 400/231 volt 3 fasa. Sedangkan sumber cadangan dapat berupa: generator-set, No Break Set (NBS), Uninterruptible Power Supply (UPS), pembangkit Tenaga Surya atau foto Voltaic. Untuk bagian pelayanan yang membutuhkan kontinuitas dan keandalan yang tinggi harus disediakan

pembangkit sendiri dimana kapasitasnya dapat memenuhi kebutuhan energi listrik (Kemenkes RI, 2010) :

1. Ruang kelompok 1 :

merupakan suatu ruangan dimana terputusnya aliran listrik karena gangguan tidak menimbulkan bahaya baik bagi penderita maupun pekerja. Pemeriksaan dan pengobatan pada umumnya dapat dihentikan atau diulangi. Missal: rawat inap atau rawat jalan

2. Ruang kelompok 1E :

merupakan ruangan yang mempergunakan peralatan elektromedik yang dayanya didapat dari jaringan listrik, yang pada saat terputusnya aliran listrik harus tetap bekerja terus dengan bantuan catu daya pengganti khusus. Pemeriksaan dan pengobatan dapat terhenti beberapa detik tanpa membahayakan penderita. Misal: praktek kedokteran umum, ruang bersalin, ruang endoskopi, ruang angiografi, ruang rawat darurat dan ruang pemeriksaan intensif.

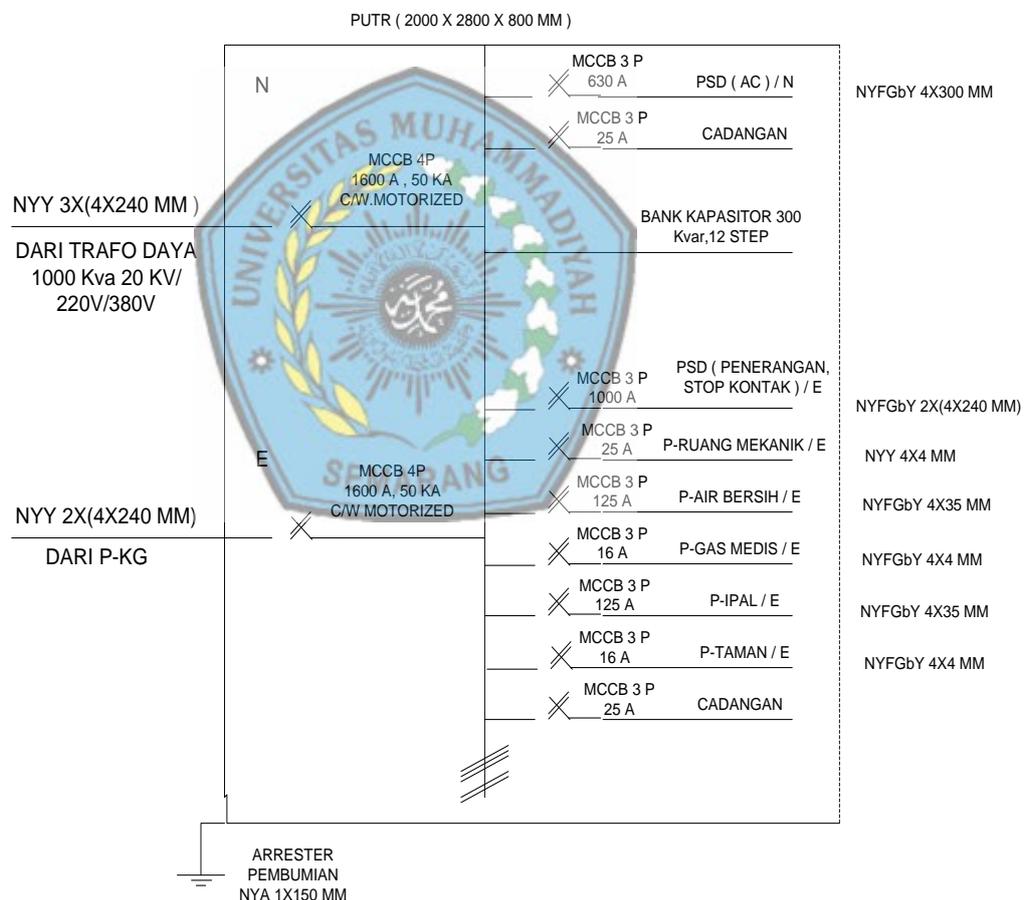
3. Ruang kelompok 2E:

merupakan ruangan dimana aliran listrik tidak boleh terputus sama sekali. Peralatan yang digunakan pada ruangan ini harus dapat bekerja terus dengan bantuan UPS. UPS digunakan pada ruang atau peralatan yang menggunakan keandalan yang sangat tinggi (tidak boleh terjadi pemutusan) seperti pada pelayanan, persiapan bedah, ruang pemulihan, kateterisasi jantung, angiografi dan klinik bersalin.

2.8.1. Sumber daya listrik

Untuk menjamin tersedianya suplai daya listrik di rumah sakit antara lain dengan penyediaan sumber daya cadangan berikut sistem atau perangkat yang dapat mengatur atau memantau suplai daya listrik secara

berkesinambungan. Sumber listrik cadangan dilaksanakan secara berjenjang yaitu sumber daya listrik utama yaitu listrik PLN, sumber daya listrik cadangan yang berasal dari diesel atau generator sebagai cadangan apabila terjadi gangguan pada sumber daya listrik utama dan atau sumber daya listrik PLN yang belum terpakai. Sumber daya listrik yang melalui No Break Set yaitu sumber daya listrik yang berfungsi untuk mengatasi jeda waktu terputusnya suplai daya listrik utama sampai berfungsi diesel generator secara penuh dan sumber daya internal pada masing-masing peralatan.



Gambar 2.2. Penyediaan Daya Listrik Rumah Sakit

Sistem penyediaan daya listrik rumah sakit harus mengikuti persyaratan sbb:

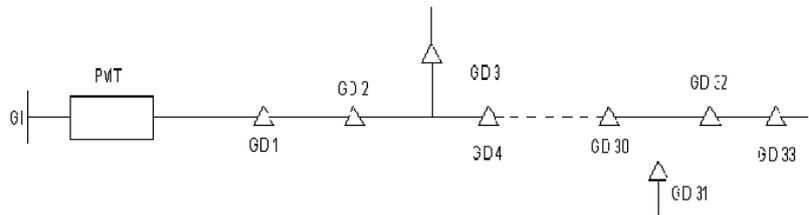
1. Selang waktu pemindahan sumber daya listrik antara terputusnya aliran listrik PLN dengan berfungsinya genset maksimal 15 detik, selang waktu antara PLN padam dan beroperasinya NBS (No Break Set)/ UPS adalah 1 detik.
2. Diesel generator harus terdiri dari 2 (dua) unit dengan jumlah kapasitas minimal 60% dari jumlah daya terpasang. Diesel generator harus dapat berfungsi secara otomatis dan manual serta dapat berfungsi secara parallel
3. Kapasitas No Break Set atau UPS minimal harus dapat mensuplai daya listrik untuk peralatan yang vital di ruang bedah, ICU/ICCU, alat penunjang hidup, pusat computer serta lampu emergency.

2.8.2. Sistem distribusi listrik

Sistem distribusi kelistrikan di rumah sakit dapat memilih sistem ring (loop) atau sistem radial. Pemilihan kedua sistem tersebut sangat tergantung pada besar kecil beban, luas dan area rumah sakit serta kemampuan pengoperasian penyaluran daya dari sumber utama listrik ke gedung-gedung dapat menggunakan sistem-sistem berikut (Depkes RI, 2010):

1. Sistem Radial

Bentuk jaringan ini merupakan bentuk yang paling sederhana, banyak digunakan dan murah. Dinamakan radial karena saluran ini ditarik secara radial dari suatu titik yang merupakan sumber dari jaringan itu dan dicabangkan ke titik – titik beban yang dilayani, seperti pada gambar dibawah.



Gambar 2.3. Sistem Radial

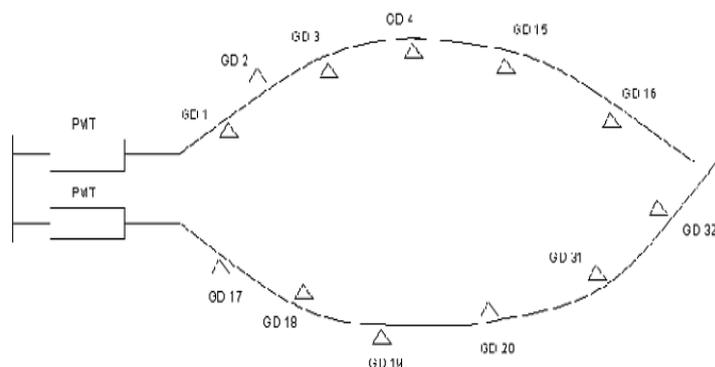
Catu daya berasal dari satu titik sumber dan karena adanya pencabangan tersebut, maka arus beban yang mengalir disepanjang saluran menjadi tidak sama sehingga luas penampang konduktor pada jaringan bentuk radial ini ukurannya tidak sama sehingga luas penampang konduktor pada jaringan bentuk radial ini ukurannya tidak sama karena arus yang paling besar mengalir pada jaringan yang paling dekat dengan gardu induk. Sehingga saluran yang paling dekat dengan gardu induk ini ukuran penampangnya relatif besar dan saluran cabang – cabangnya makin ke ujung dengan arus beban yang lebih kecil mempunyai ukuran konduktornya lebih kecil pula. Spesifikasi dari jaringan bentuk radial ini adalah :

- a. Bentuknya sederhana.
- b. Biaya investasinya murah.
- c. Kualitas pelayanan dayanya relatif jelek, karena rugi tegangan dan rugi daya yang terjadi pada saluran relatif besar.
- d. Kontinuitas pelayanan daya kurang terjamin sebab antara titik sumber dan titik beban hanya ada satu alternatif saluran sehingga bila saluran tersebut mengalami pemadaman total, yaitu daerah saluran sesudah atau dibelakang titik gangguan selama gangguan belum teratasi.

Untuk melokalisir gangguan pada bentuk radial ini biasanya dilengkapi dengan peralatan pengaman, fungsinya untuk membatasi daerah yang mengalami pemadaman total, yaitu daerah saluran sesudah atau dibelakang titik gangguan selama gangguan belum teratasi.

2. Sistem Ring /Loop

Sistem jaringan ini merupakan bentuk tertutup, disebut juga bentuk jaringan ring. Susunan rangkaian saluran membentuk ring, seperti terlihat pada gambar di bawah yang memungkinkan titik beban terlayani dari dua arah saluran. Struktur jaringannya merupakan gabungan dari dua buah struktur jaringan radial, dimana pada ujung dari dua buah jaringan dipasang sebuah pemutus (PMT) dan pemisah (PMS). Pada saat terjadi gangguan, setelah gangguan dapat diisolir, maka pemutus atau pemisah ditutup sehingga aliran daya listrik ke bagian yang tidak terkena gangguan tidak terhenti, sehingga kontinuitas pelayanan lebih terjamin serta kualitas dayanya menjadi lebih baik. Jaringan distribusi loop cocok digunakan pada daerah yang padat dan memerlukan keandalan tinggi namun membutuhkan biaya investasi yang lebih mahal.

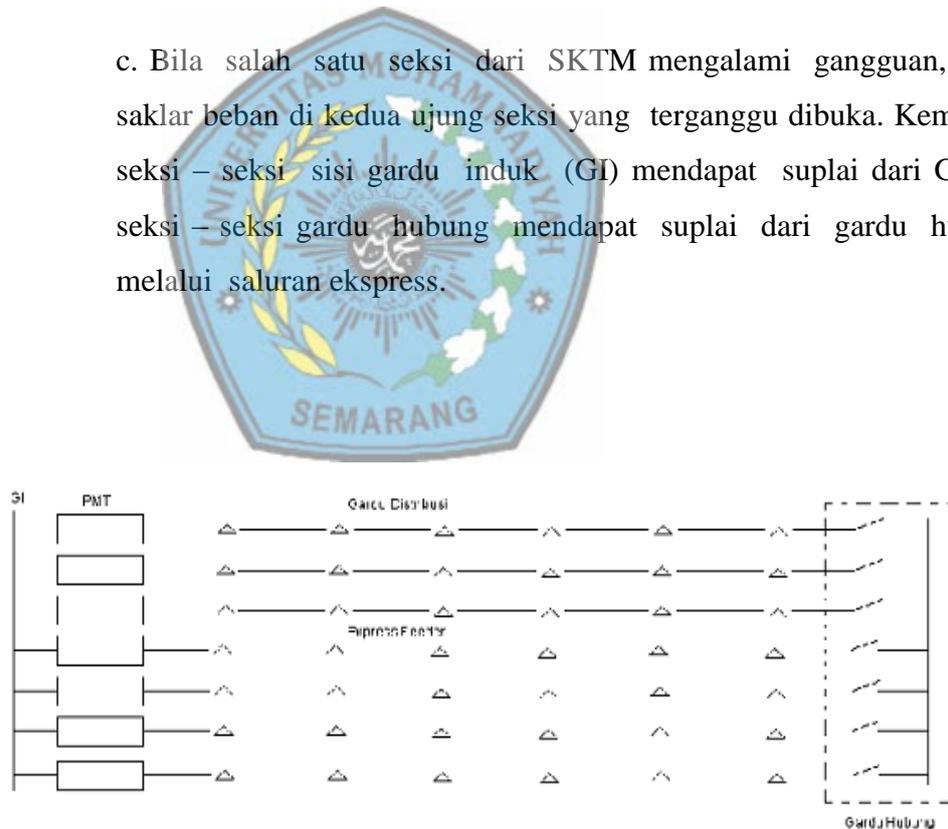


Gambar 2.4. Sistem Ring / Loop

3. Sistem Spindel

Jaringan distribusi spindel merupakan saluran kabel tanah tegangan menengah (SKTM) yang penerapannya sangat cocok di kota besar. Adapun operasi sistem jaringan sebagai berikut :

- a. Dalam keadaan normal semua saluran digardu hubung (GH) terbuka sehingga semua SKTM beroperasi radial.
- b. Dalam keadaan normal saluran ekspres tidak dibebani dan dihubungkan dengan rel di gardu hubung dan digunakan sebagai pemasok cadangan dari gardu hubung.
- c. Bila salah satu seksi dari SKTM mengalami gangguan, maka saklar beban di kedua ujung seksi yang terganggu dibuka. Kemudian seksi – seksi sisi gardu induk (GI) mendapat suplai dari GI dan seksi – seksi gardu hubung mendapat suplai dari gardu hubung melalui saluran ekspres.



Gambar 2.5. Sistem Spindel

2.8.3. Kualitas Daya Listrik

Kualitas daya listrik adalah masalah daya listrik yang berbentuk penyimpangan tegangan, arus dan frekuensi yang mengakibatkan kegagalan ataupun kesalahan operasi pada peralatan – peralatan yang terjadi pada konsumen energi listrik yang dikirimkan dan didistribusikan, dimana besarnya daya listrik tersebut sebanding dengan perkalian besarnya tegangan dan arus listriknya. Sistem suplay daya listrik dapat dikendalikan oleh kualitas dari tegangan dan tidak dapat dikendalikan oleh arus listrik berada pada sisi beban yang bersifat sendiri (individual), sehingga pada dasarnya kualitas daya listrik adalah kualitas dari tegangan itu sendiri (Roger C. Dugan, 1996).

Beberapa komponen kualitas daya listrik antara lain :

1. Teori Harmonisa

Dalam sistem tenaga listrik yang ideal, bentuk gelombang tegangan yang disalurkan ke peralatan konsumen dan bentuk gelombang arus yang dihasilkan adalah gelombang sinus murni. Harmonisa adalah gangguan yang terjadi dalam sistem distribusi tenaga listrik yang disebabkan adanya distorsi gelombang arus dan tegangan. Distorsi gelombang arus dan tegangan ini disebabkan adanya pembentukan gelombang – gelombang dengan frekuensi kelipatan bulat dari frekuensi fundamentalnya (C. Sankaran, 2002).

2. Pembumian (*Grounding*)

Pembumian atau biasa disebut dengan pentanahan adalah penghubungan suatu titik sirkit listrik atau suatu penghantar yang bukan bagian dari sirkit listrik, dengan bumi menurut cara tertentu. Istilah lain untuk pembumian adalah *grounding* dan *earthing*. Sistem pembumian merupakan proteksi atau perlindungan peralatan terhadap gangguan baik gangguan bumi maupun gangguan oleh kilat. Gangguan bumi adalah kegagalan isolasi antara penghantar dan bumi atau kerangka, serta gangguan yang disebabkan oleh

penghantar yang terhubung ke bumi atau resistansi isolasi ke bumi menjadi lebih kecil dari pada nilai tertentu.

3. Tegangan Tidak Seimbang (*Unbalance Voltage*)

Beban dari fasa seimbang adalah beban dengan arus yang mengalir pada beban – beban simetris dan beban tersebut dihubungkan pada tegangan yang simetris pula. Dalam analisisnya sistem yang melayani beban – beban seperti ini biasanya diasumsikan dipasok oleh tegangan yang simetris. Dengan demikian analisisnya dapat dilakukan pada basis per fasa saja. Jadi dalam hal ini beban selalu diasumsikan simbang pada setiap fasanya, sedangkan pada kenyataannya beban – beban tersebut tidak seimbang. Untuk hal seperti ini, penyelesaiannya menggunakan komponen simetris. Ketidak seimbangan dapat terjadi di pembangkit, jaringan dan beban ataupun ketiga tiganya. Ketidak seimbangan beban antara fasa menyebabkan adanya arus yang mengalir pada titik netral (Nazarudin, 2006).

4. Jatuh Tegangan (*Drop Voltage*)

Jatuh tegangan (*drop voltage*) adalah selisih antara tegangan ujung pengiriman dan tegangan ujung penerimaan. Jatuh tegangan disebabkan oleh hambatan dan arus. Pada saluran bolak-balik besarnya tergantung dari impedansi dan admintansi saluran serta pada beban dan faktor daya (Stevensen Jr, 1993).

2.9. Sistem Pencahayaan Rumah Sakit

Untuk menghitung keperluan penerangan di rumah sakit, pencahayaan yang baik harus memperhatikan hal-hal berikut:

1. Keselamatan pasien.
2. Peningkatan kecermatan.

3. Kesehatan yang lebih baik dan suasana yang lebih nyaman.

Tabel berikut merupakan pedoman nilai pencahayaan pada bidang kerja dalam ruang tertentu. Kategori pencahayaan pada masing-masing ruangan diberi kode: A,B,C,D,E,F,G,H dan I (Kemenkes RI, 2010).

Tabel 2.1. Kategori Pencahayaan

No	Kategori penerangan	Intensitas penerangan (Lux)		
		Minimum	Yang diharapkan	Maksimal
1.	A	20	30	50
2	B	50	75	100
3	C	100	150	200
4	D	200	300	500
5	E	500	700	1000
6	F	1000	1500	2000
7	G	2000	3000	5000
8	H	5000	7500	10,000
9	I	10,000	15,000	20,000

Intensitas cahaya berdasarkan fungsi ruangan di rumah sakit adalah seperti pada tabel berikut:



Tabel 2.2. Intensitas Cahaya Rumah Sakit

No	Ruang/unit	Pencahayaan (lux)	Kode	Penerangan
1	Ruang pasien Saat tidak tidur Saat tidur	100-200 Maksimum 50	C A	Warna cahaya sedang
2.	Ruang operasi Umum Meja operasi	300-500 10000-20000	D I	Warna cahaya sedang Tanpa bayangan
3	Anestesi, pemulihan, ruang balut	300-500	D	-
4.	Endoskopi, lab	300-500	D	-
5	X ray	75-100	B	-
6	Koridor	Minimal 60	C	Malam
7	Tangga	Minimal 100	C	-
8	Kantor/loby	Minimal 100	C	-
9	R alat/gedung	Minimal 100	C	-
10	R. farmasi	Minimal 200	D	-
11	dapur	Minimal 200	D	-
12	R. cuci	Minimal 200	D	-
13	Toilet	Minimal 100	C	-
14	Entrance Hall	Minimal 100	C	-
15	Administrasi	Minimal 200	D	-
16	Central counter	Minimal 200	D	-
17	Ruang tunggu	Minimal 100	C	-
18	Gudang	Mtimal 50	B	-
19	Locker	Minimal 100	C	-
20	Oxondontia	Minimal 500	E	-
21	Ruang isolasi khusus penyakit tetanus	0,1- 0,5		Warna cahaya biru
22	Ruang luka bakar	100-200		-

2.10. Sistem Tata Udara Rumah Sakit

Sistem tata udara adalah keseluruhan sistem yang mengkondisikan udara didalam gedung dengan mengatur besaran termal seperti temperatur dan kelembaban relatif, serta kesegaran dan kebersihannya, sedemikian rupa sehingga diperoleh kondisi ruangan yang nyaman. Mengingat rumah sakit bisa dikatakan sebagai pusat sumber dari berbagai jenis mikroorganisme yang bisa menimbulkan banyak masalah kesehatan baik kepada petugas, perawat, dokter serta pasiennya yang berada di rumah sakit tersebut, maka pengaturan temperatur dan kelembaban udara dalam ruangan secara keseluruhan perlu mendapatkan perhatian khusus. Untuk mencegah berkembang biak dan tumbuh suburnya mikroorganisme tersebut, terutama di ruangan-ruangan khusus

seperti: ruang operasi, ruang isolasi, dan lain-lain, diperlukan pengaturan terhadap :

- (1) Temperature.
- (2) Kelembaban udara relative.
- (3) Kebersihan dengan cara filtrasi udara ventilasinya.
- (4) Tekanan ruangan yang positif dan negatif.
- (5) Distribusi udara didalam ruangan.

Rumah sakit terdiri dari berbagai ruang dengan fungsi yang berbeda beda tergantung pada jenis penyakit atau tingkat keparahan pasiennya, dan juga tergantung pada perbedaan tindakan medisnya. Perbedaan fungsi tersebut mengakibatkan setiap fungsi ruangan membutuhkan pengkondisian udara yang berbeda-beda tingkat kebersihannya. Sistem tata udara khusus diperlukan untuk menghindarkan penularan penyakit dan memperoleh tingkat kenyamanan termal seperti kondisi temperatur dan kelembaban yang tepat untuk penyakit yang berbeda. Sistem redudansi menjadi masalah pokok pada sistem tata udara dan diperlukan pada ruang-ruang tertentu, hal ini mengingat bahwa ada tindakan-tindakan medik yang menginginkan tidak boleh berhentinya sistem tata udara untuk melindungi pasien dan peralatan medik yang harus selalu dikondisikan oleh sistem tata udara. Untuk itu sistem tata udara harus mempunyai cadangan yang cukup untuk mengantisipasi kerusakan (breakdown) ataupun pada saat dilakukan tindakan pemeliharaan yang diperlukan pada sistem tata udara. Menurut Kepmenkes No.1204/ Menkes/ SK/ X/ 2011 tentang Persyaratan kesehatan lingkungan rumah sakit, standard kualitas udara ruang rumah sakit adalah sebagai berikut ini:

1. Tidak berbau (terutama bebas dari H₂S dan amonia).
2. Kadar debu (particulate matter) berdiameter kurang dari 10 micron

dengan rata- rata pengukuran 8 jam atau 24 jam tidak melebihi 150 µg/ m³ , dan tidak mengandung debu asbestos.

3. Indeks angka kuman untuk setiap ruang atau unit seperti tabel berikut:

Tabel 2.3. Indeks Angka Kuman Menurut Fungsi Ruang Atau Unit

No.	Ruang atau unit	Konsentrasi maksimum mikroorganisme per m ³ udara (CFU/ m ³)
1.	Operasi	10
2.	Bersalin	200
3	Pemulihan/perawatan	200-500
4.	Observasi bayi	200
5.	Perawatan bayi	200
6.	Perawatan premature	200
7.	Intensif Care Unit (ICU)	200
8.	Jenazah/ autopsi	200-500
9	Penginderaan medis	200
10	Laboratorium	200-500
11	Radiologi	200-500
12	Sterilisasi	200
13	Dapur	200-500
14	Gawat darurat	200
15	Administrasi, pertemuan	200-500
16	Ruang luka bakar	200

Sumber: Kepmenkes No.1204/ Menkes/ SK/ X/ 2004