

ANALISA SISTEM PENCAHAYAAN DAN PENGKONDISI UDARA GEDUNG RAJAWALI RSUP DR. KARIADI SEMARANG

Catur Nofianto¹⁾, Rizal Fajar Rahmawan²⁾

^{1), 2)} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Semarang

Jl. Kasipah No. 12 Semarang

Email: nofiantocatur@yahoo.com

ABSTRACT

*With the research Rajawali Building energy audits at the General Hospital Center Kariadi doctor is expected to generate electrical energy consumption in the policy environment Rajawali Building. Electrical energy is supplied to the use of tools such as lighting systems, HVAC system (AC), and the utility system (pump). The intensity value of energy consumption for building Rajawali General Hospital Physicians Kariadi Semarang based on a calculation of the total recapitulation electricity consumption per building area last year was **98.69 kWh / m² / year**. Energy management systems in Rajawali Building General Hospital Physicians Kariadi Semarang already seen their energy saving measures in the building. Installation of energy metering has been done that will allow the monitoring system energy use. Doctors Hospital Kariadi Rajawali building using electrical energy in 2016 amounted to **1,826,775 kWh / year**. The composition of the major energy users in the building occupied by the AC Eagles by **79%**, the lighting is **11%** and **10%** pump.*

Keywords: Energy Audit Building, Hospital, IKE, Efficiency.

ABSTRAK

*Dengan adanya penelitian audit energi di Gedung Rajawali Rumah Sakit Umum Pusat Dokter Kariadi ini diharapkan dapat menghasilkan kebijakan pemakaian energi listrik di lingkungan Gedung Rajawali. Energi listrik disuplai untuk penggunaan peralatan antara lain , sistem penerangan, sistem tata udara (AC), dan sistem utilitas (pompa). Nilai Intensitas konsumsi energi untuk Gedung Rajawali Rumah Sakit Umum Pusat Dokter Kariadi Semarang berdasarkan perhitungan dari total rekapitulasi pemakaian listrik per luas bangunan satu tahun terakhir adalah **98,69 kWh / m² / Tahun**. Sistem manajemen*

energi yang ada di Gedung Rajawali Rumah Sakit Umum Pusat Dokter Kariadi Semarang sudah terlihat adanya langkah-langkah penghematan energi khusus di gedung ini. Pemasangan metering energi sudah dilakukan sehingga akan memudahkan sistem monitoring penggunaan energi. Gedung Rajawali RSUP Dokter Kariadi menggunakan energi listrik pada tahun 2016 sebesar **1.826.775 kWh / tahun**. Komposisi pengguna energi utama di Gedung Rajawali ditempati oleh AC sebesar **79 %**, pencahayaan adalah **11%** dan pompa **10 %**.

Kata Kunci: Audit Energi Bangunan Gedung, Rumah Sakit, IKE, Efisiensi.

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan energi menentukan pertumbuhan ekonomi dan perkembangan negara (INPRES No. 13 tahun 2011 tertanggal 11 Agustus 2011). Permintaan terhadap energi pun makin meningkat hari demi hari. Penggunaan energi yang bijaksana dan hemat akan mengurangi biaya produksi. Salah satu upaya menuju penghematan pemakaian energi adalah dengan tindakan konservasi energi yang pada dasarnya adalah pengurangan biaya melalui strategi manajemen energi (Titovianto Widyanoro, 2011). Konservasi energi juga memberikan orientasi positif untuk pengurangan biaya energi, pemeliharaan berkala, dan program pengontrolan kualitas (Peraturan Menteri ESDM no. 13 tahun 2012).

Rumah Sakit Umum Pusat Dokter Kariadi merupakan sektor suatu bangunan dengan kebutuhan energi besar. Perkembangan peralatan-peralatan yang menunjang rumah sakit yang cukup pesat memicu peningkatan kebutuhan energi yang

digunakan. Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi di rumah sakit, perlu kiranya dikembangkan penelitian berkaitan dengan pelaksanaan audit energi pada rumah sakit.

Dalam penelitian ini akan membahas tentang audit energi terhadap sistem kelistrikan, sistem pencahayaan, pengkondisian udara *HVAC (Heat, Ventilation, and Air – Conditioning)* pada rumah sakit yang berfungsi mengatur suhu, kelembaban dan pendistribusian udara dalam ruangan di gedung Rajawali RSUP Dr.Kariadi sesuai fungsi bangunan pada rumah sakit tersebut. Pada hal ini, sistem pengkondisian udara dirancang untuk menciptakan kondisi udara yang nyaman bagi kelancaran aktivitas di rumah sakit.

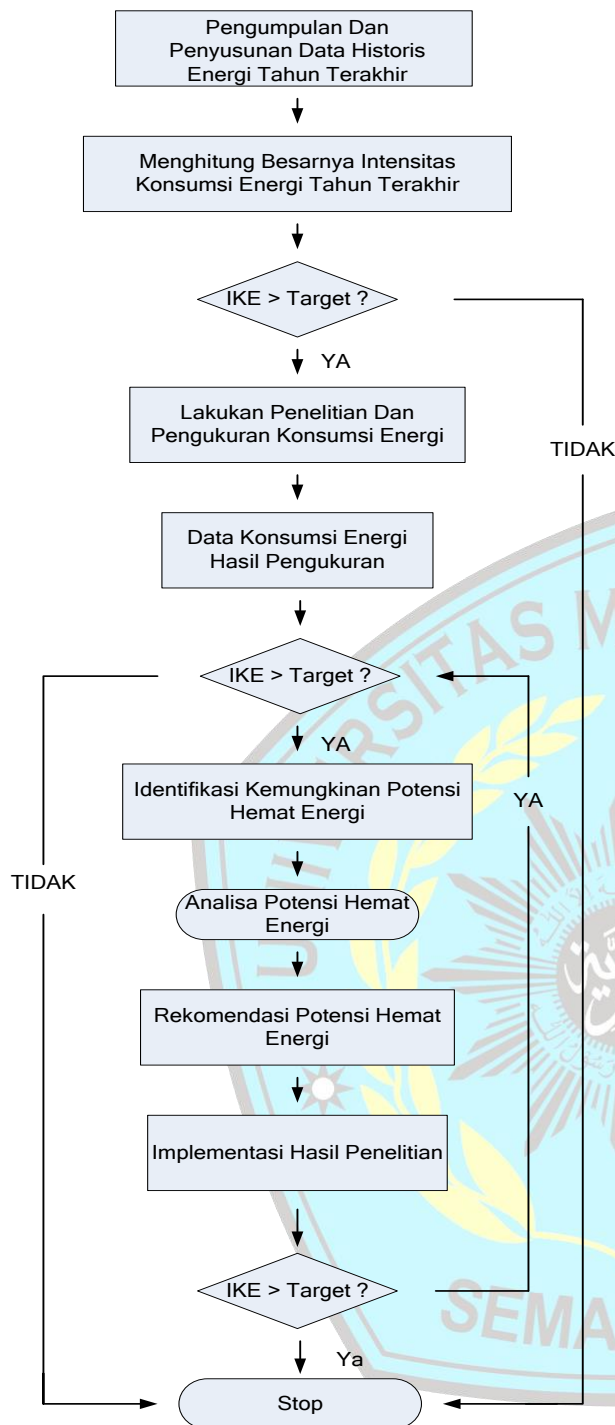
Tujuan dari kegiatan penelitian audit energi ini yang dilakukan di gedung Rajawali RSUP Dokter Kariadi adalah Menghitung dan mengevaluasi konsumsi energi listrik yang digunakan di Gedung Rajawali RSUP Dokter Kariadi.

Mengetahui dan menganalisis kemungkinan adanya pemborosan energi di bangunan gedung Rajawali RSUP Dokter Kariadi Semarang. Merekomendasikan peluang – peluang penghematan energi listrik yang dapat ditindak lanjuti oleh pihak gedung.

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 perangkian 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: perubahan SOP fasilitas rumah sakit.

penyesuaian bangunan gedung rumah sakit . penerapan teknologi.

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.



Gambar 1. Alur Kegiatan Audit Energi (SNI Audit Energi Bangunan Gedung)

Manajemen Energi memberikan manfaat pada perusahaan atau organisasi melalui: Penurunan biaya operasi. Peningkatan keuntungan. Meminimumkan pengaruh *load shedding*. Peningkatan potensi untuk

kesinambungan pertumbuhan pasar. Pemberian dasar pertimbangan dalam usaha memodernisasikan perusahaan atau organisasi.

2. METODE PENELITIAN

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.

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. Hasil dari pengukuran yang dilakukan kemudian ditindak lanjuti dengan perhitungan besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan penyusunan profil penggunaan energi listrik pada unit gedung Rajawali RSUP Dr. Kariadi serta penghematan energi listrik dengan tidak mengenyampingkan kualitas, kuantitas, kenyamanan, dan kesehatan dari gedung itu sendiri. Apabila peluang penghematan sudah diketahui, maka perlu ada tindakan langkah nyata yang dilakukan oleh pihak yang terkait dalam rangka mencapai penghematan energi yang dilakukan.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data historis untuk melakukan audit energi listrik di gedung Rajawali RSUP Dokter Kariadi diambil dari bulan Januari 2016 sampai dengan bulan Desember 2016. Data historis pemakaian energi listrik dapat di lihat di bawah ini.

Tabel 1. Pengukuran Tegangan Listrik 3 fasa

NO	WAKTU	TEGANGAN		
		FASA R	FASA S	FASA T
1	07.00	398	400	398
2	08.00	394	397	395
3	09.00	399	402	400
4	10.00	397	400	398
5	11.00	396	399	397
6	12.00	398	402	399
7	13.00	398	402	399
8	14.00	394	400	398
9	15.00	399	402	400
10	16.00	404	407	405
11	17.00	400	403	401
12	18.00	400	402	400

Dari data tegangan diatas dapat dihitung tegangan tidak seimbang (V unbalance) sebagai berikut :

$$\% V_{Unbalance} = \frac{V_{\text{mak}} - (V_{\text{rata-rata}})}{V_{\text{rata-rata}}} \times 100 \%$$

$$\% V_{Unbalance} = \frac{405,33 - (399,52)}{399,52} \times 100 \%$$

$$\% V_{Unbalance} = \frac{5,81}{399,52} \times 100 \%$$

$$\% V_{Unbalance} = 0,01454 \times 100 \%$$

$$= 1,454 \%$$

Dari perhitungan nilai ketidak seimbangan tegangan diatas adalah sebesar **1,454 %** tidak lebih dari **3 %** sehingga masih memenuhi standard.

Tabel. 2. Pengukuran Faktor Daya (*cosphi*)

NO	WAKTU	FAKTOR DAYA (COSPHI)
1	07.00	0,95
2	08.00	0,95
3	09.00	0,96
4	10.00	0,99
5	11.00	0,96
6	12.00	0,96
7	13.00	0,96
8	14.00	0,98
9	15.00	0,98
10	16.00	0,97
11	17.00	0,98
12	18.00	0,97

Nilai faktor daya (*cosphi*) terendah yang disarankan oleh PLN (agar tidak terjadi denda kVARh) adalah di atas **0,85**. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada periode jam kerja (07.00-18.00) nilai faktor daya memenuhi standar. Sementara itu waktu diluar jam kerja juga masih memenuhi standar. Hal tersebut kemungkinan pengaruh dari penggunaan kapasitor bank, dimana kapasitor bank memperbaiki factor daya yang rendah walaupun karakteristik beban induktif yang cukup besar. Jadi kapasitor bank yang digunakan masih memenuhi standar.

Tabel. 3. Harmonisa Tegangan

NO	WAKTU	THD V %		
		FASA R	FASA S	FASA T
1	07.00	1,5	1,2	1,4
2	08.00	1,4	1,2	1,5
3	09.00	1,7	1,3	1,3
4	10.00	1,3	1,4	1,2
5	11.00	1,4	1,3	1,3
6	12.00	1,5	1,4	1,3
7	13.00	1,6	1,4	1,4
8	14.00	1,5	1,4	1,3
9	15.00	1,6	1,4	1,3
10	16.00	1,6	1,5	1,5
11	17.00	1,5	1,4	1,3
12	18.00	1,7	1,7	1,5

Tabel. 4. Harmonisa Arus

NO	WAKTU	THD I %		
		FASA R	FASA S	FASA T
1	07.00	3,9	3,8	4,7
2	08.00	5,7	5,6	5,5
3	09.00	3,8	3,3	3,8
4	10.00	7,3	4,5	5,8
5	11.00	4,0	3,9	6,7
6	12.00	4,2	4,8	4,4
7	13.00	3,9	3,8	3,5
8	14.00	3,6	3,5	2,8
9	15.00	4,9	4,1	5,7
10	16.00	3,4	3,5	5,1
11	17.00	3,6	3,5	2,8
12	18.00	3,1	4,3	3,1

Profil harmonik tegangan (THD V) selama 11 jam baik dan memenuhi standar ($\leq 5\%$). Sementara harmonik arus (THD I) tidak baik dan tidak memenuhi standar ($\leq 5\%$) bahkan cenderung melebihi batasan standar hampir periode satu hari jam operasional kerja dan diluar jam operasional kantor. Potensi Di Sistem Kelistrikan Potensi penghematan energi yang dapat

dilakukan pada sistem kelistrikan di Gedung Rajawali RSUP Dokter Kariadi ini adalah diperkirakan sebagai berikut: Berdasarkan harmonisa arus dari pengukuran panel utama, nilai harmonisa arus hampir satu hari sudah tidak sesuai dengan standar. Oleh karena itu perbaikan nilai harmonisa menjadi salah satu potensi penghematan energi yang dapat dilakukan pada sistem kelistrikan di Gedung Rajawali RSUP Dokter Kariadi. Pengurangan beban yang tidak terpakai. Hal ini dengan cara sosialisasi terhadap perilaku manusia, yang ada di Gedung Rajawali RSUP Dokter Kariadi, atau dengan menugaskan tim untuk mengecek peralatan yang tidak digunakan untuk di off kan dari power listrik. Potensi penghematan energi yang dapat dilakukan pada sistem tata udara di Gedung Rajawali RSUP Dokter Kariadi adalah sebagai berikut : Penggunaan refrigeran jenis hidrokarbon untuk menggantikan refrigeran R-22 pada seluruh unit-unit AC split. Salah satu usaha penghematan yang cukup signifikan pada sektor pendinginan ruangan terutama pada unit-unit AC yang digunakan, dapat dilakukan melalui usaha penggantian *refrigeran* tipe R-22 ke jenis hidrokarbon. Jenis *refrigeran* ini bahkan sudah diproduksi secara lokal di Indonesia. Sebenarnya penggunaan *refrigeran* hidrokarbon sudah dikembangkan sejak lama, namun kemudian menjadi tidak populer dibandingkan jenis refrigeran CFC

lainnya (seperti R11, R22, R502) akibat adanya isu mengenai refrigeran jenis hidrokarbon tersebut yang mudah terbakar. Pada dasarnya, semua jenis hidrokarbon memang mudah terbakar, jika tidak memenuhi kaidah-kaidah / persyaratan safety yang diperlukan. Berdasarkan “*Guidelines For The Use Of Hydrocarbon Refrigerants In Static Refrigeration And Air Conditioning Systems*” (2001, Air Conditioning And Refrigeration Industry Board) diketahui beberapa parameter safety yang perlu diperhatikan, yang secara umum adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kelayakan sistem terkait keamanan penggunaan.
2. Ruangan penempatan unit harus terdapat sirkulasi udara alami atau mempunyai mekanikal ventilasi.
3. Unit AC yang akan diganti refrigerannya adalah unit AC yang harus mendapatkan perawatan rutin, dan tidak sering terjadi trouble.
4. Seal-seal yang digunakan pada unit AC yang akan diganti dengan jenis hidrokarbon tidak dianjurkan yang berbahan natural rubber, synthetic rubber, sebaiknya seal yang digunakan berbahan viton, neoprene atau nylon. Begitu pula dengan pelumas yang digunakan tidak dianjurkan menggunakan pelumas yang mengandung silicon.
5. Unit AC tidak berada dekat pada daerah rawan adanya percikan api atau sumber pembakaran.

6. Unit AC tidak berada pada daerah terbuka yang dapat diakses oleh banyak orang (misallkan *lobby*).

Apabila syarat-syarat keamanan tersebut telah terpenuhi, maka penggantian refrigeran dapat dilakukan dan berdasarkan pengalaman yang telah dikembangkan oleh produsen hidrokarbon itu sendiri, penggantian tersebut dapat menurunkan konsumsi energi hingga 20 % dari konsumsi energi unit AC sebelumnya (yang masih menggunakan *refrigeran* R-22). Terdapat potensi penghematan energi pada sistem tata cahaya, yaitu dengan penggantian lampu TL ke lampu hemat energi, seperti LED. Keunggulan lampu LED yaitu selain hemat dalam konsumsi energi juga lebih tahan lama karena memiliki *life time* / umur pemakaian selama 50.000 jam. Untuk intensitas daya penerangan sudah sesuai standar , dibawah 12 Watt/m². Hal ini disebabkan oleh luas ruangan dan pemakaian lampu yang sesuai.

Hal yang sifatnya umum dan banyak dilakukan untuk melakukan konservasi energi di sistem tata cahaya atau penerangan adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan penerangan buatan yang maksimal dan penghematan energi disarankan melakukan penggantian lampu yang ada saat ini dengan lampu jenis LED yang menghasilkan iluminasi sama tetapi lebih hemat energi.
2. Memperbaiki tingkat pencahayaan dititik kerja dengan menambah titik lampu,

jika dirasa tidak dimungkinkan bisa menggunakan lampu meja agar didapat tingkat pencahayaan yang maksimal dan mudah pemasangannya.

Intensitas konsumsi energi (IKE) pada bangunan merupakan suatu nilai / besaran yang dapat dijadikan sebagai indikator untuk mengukur tingkat pemanfaatan energi di suatu bangunan. Intensitas konsumsi energi di bangunan / gedung didefinisikan dalam besaran energi per satuan luas area pada bangunan yang dilayani oleh energi (kWh/m²/tahun atau kWh/m²/bulan). Untuk Intensitas Konsumsi Energi Di Gedung Rajawali RSUP Dokter Kariadi adalah 98,69 kWh/m²/Tahun masih memenuhi standar Benchmark Gedung Hemat Energi ASEAN 2014 untuk IKE Rumah Sakit yaitu 288 kWh / m² / Tahun.

4. KESIMPULAN

Dari hasil audit energi yang dilakukan di Gedung Rajawali RSUP Dokter Kariadi Semarang, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut Sumber energi yang digunakan di Gedung Rajawali dari PLN. Energi listrik disuplai untuk penggunaan peralatan kantor, sistem Tenaga, sistem penerangan dan sistim tata udara (AC).Gedung Rajawali RSUP Dokter Kariadi menggunakan energi listrik pada tahun 2016 sebesar 1.826.775 kWh / tahun.Temuan Pemborosan Energi di Gedung Rajawali antara lain : Terdapat kualitas daya listrik yang tidak bagus yaitu

nilai THD arus nilai tertingginya 7,3 % untuk nilai THD arus yang disarankan $\leq 5\%$. Disisi tata cahaya masih ada beberapa ruangan yang tingkat Pencahayaannya masih tinggi yaitu diatas 100 *Lux* (SNI). Disisi tata udara untuk kelembapan masih banyak ruangan yang nilai kelembapannya masih tinggi yaitu diatas 65 % (SNI). potensi penghematan energi di Gedung Rajawali RSUP Dokter Kariadi antara lain :Mengganti lampu system penerangan dengan lampu hemat energi. Salah satu cara untuk mengurangi atau menghilangkan THD (*Total Harmonic Distortion*) adalah dengan menggunakan *filter* pasif (*filter L, C* maupun *L dan C*). Mengganti Refrigran R-22 ke *Hydrocarbon*. Untuk mengurangi nilai kelembapan yang tinggi di ruangan bisa memakai alat *humadifier*. Pengurangan beban yang tidak terpakai.

5. REKOMENDASI

Adapun saran yang dapat diberikan setelah melakukan kegiatan audit energi di Gedung Rajawali RSUP Dokter Kariadi adalah sebagai berikut : Melaksanakan tata tertib mengenai jam pemakaian AC dan tata tertib tinggal dalam ruang ber-AC. Memberi himbauan aturan kepada seluruh karyawan untuk menutup pintu dan jendela ruangan ber-AC. *Retrofitting* (atau penggantian) lampu pada sistem penerangan. Agar suatu komponen listrik bekerja dengan baik atau tidak terlalu banyak terjadi gangguan atau masalah,

maka pada waktu mengoperasikan suatu komponen listrik tersebut harus sesuai dengan pedoman atau petunjuk Standar Operasional (SOP) yang berlaku. Pemeriksaan, pemeliharaan dan perawatan rutin hendaknya dilaksanakan dengan sungguh-sungguh sehingga komponen elektrik dan komponen elektronik dapat bekerja secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad Solichan, 2010. *Audit Dan Konversi Energi Sebagai Upaya Pengoptimalan Pemakaian Energi Listrik Di Kampus Kasipah UNIMUS*. Semarang.
- Adisasmito, 2012. *Rumah Sakit*. Jakarta.
- ASEANUSAID, 1992. *Building Energy Conervation Project*. Asean-Lawrence Barkeley Laboratory.
- Capehart, B, 2011. *Energy Management*, USA.
- C. Sankaran, 2002. *Power Quality*, CRC Press LLC, USA.
- Depkes RI, 2010. *Listrik Rumah Sakit*. Jakarta.
- Hendrawan, 2010. *Fungsi Kubikel*. Bandung.
- INPRES NO.13, 2011. *Energi Untuk Perkembangan Ekonomi*. Jakarta.
- Kemenkes RI, 2010. *Pedoman Pencahayaan Rumah Sakit*. Jakarta.
- Kepmenkes No. 1204, 2011. *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*. Jakarta.

Keputusan Menteri Kesehatan No.983, 1992.
Pedoman Organisasi Rumah Sakit Umum. Jakarta.

Menteri ESDM No.14, 2012. *Manajemen Energi*. Jakarta.

Nazarudin, 2006. *Tegangan Tidak Seimbang*. Jakarta.

Peraturan Menteri ESDM No.13, 2012.
Konservasi Energi. Jakarta.

Peraturan Menteri Kesehatan No. 340, 2010.
Klasifikasi Rumah Sakit. Jakarta.

PPE ITB, 2011. *ASEAN Data Base Officers*.

Rizkani Thoriq, 2012. *Efisiensi Energi*. Jakarta.

Stankovic, 2009. *Evaluation Of Energy Efficiency Measures Applied In Public Building*. Serbia.

Roger C. Dugan, 1996. *Power Quality*. America.

Stevensen JR, 1993. *Drop Voltage*. Australia.

Titovianto Widyantoro, 2011. *Strategi Manajemen Energi*. Jakarta.

Undang Undang No.44, 2009. *Rumah Sakit*. Jakarta.

Yusuf, 2012. *Audit Energi Rumah Sakit*. Jakarta.

Yoga Primastha, 2012. *Penghematan Energi*. Jakarta.