

**PEMANFAATAN AUDIT SISTEM PENERANGAN DAN SISTEM
PENDINGIN SEBAGAI UPAYA OPTIMASI ENERGI LISTRIK**

Andy Muhammad Hanani

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
andyhanani16050874030@mhs.unesa.ac.id

Achmad Imam Agung, Mahendara Widyartono, Aditya Chandra Hermawan

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
achmadimam@unesa.go.id

Abstrak

Penggunaan energi sudah menjadi suatu kebutuhan pokok masyarakat dalam kehidupan tiap harinya, terutama dalam penggunaan energi listrik. Hal ini juga di dukung oleh Inpres No.13 Tahun 2011 tentang penghematan energi. Oleh karena itu penghematan dan penggunaan seefektif mungkin suatu energi merupakan faktor penting dalam menjaga keseterediaan energi. Penelitian ini dibuat dengan tujuan penggambaran penggunaan energi dan mencari upaya dalam optimasi penggunaan energi, dari hal tersebut diharapkan dapat menunjukkan bahwa besar pengaruh audit energi dalam upaya optimasi energi listrik dari segi penerangan dan pendingin dengan dasar acuan SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi Energi Dalam Sistem Pencahayaan, SNI 16-7062-2004 tentang Pengukuran Intesitas Penerangan di Tempat Kerja untuk audit sistem penerangan dan SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi Dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung. Metode yang digunakan dalam pembuatan artikel menggunakan metode studi literatur dimana merupakan metode yang digunakan dalam pembuatan penelitian dengan memanfaatkan data atau mengambil referensi dari peneliti-peneliti sebelumnya. Berdasarkan dari hasil studi litelatur yang dirujuk didapatkan bahwa untuk sistem penerangan mengalami penghematan sebesar 11,43% dan sistem pendingin mengalami 19,6% pada kurun waktu satu tahun. Pada hasil penelitian tersebut bukan nilai pasti yang dapat dihasilkan dari pelaksanaan audit nilai tersebut tergantung pada besar ruangan dan besar potensi penghematan yang dapat dillakukan. Oleh karena itu proses pelaksanaan audit energi merupakan suatu hal yang penting baik bagi industri maupun instasi lainnya.

Kata kunci : Optimasi energi listrik, Sistem Pendingin, Sistem Penerangan

Abstrack

use of energy has become a basic need of people in their daily lives, especially in use of electricity. This is also supported by Presidential Instruction No.13 of 2011 concerning energy savings. Therefore saving and using aseffectively as possible an energy is an important factor in maintaining energy balance. This research was made with the aim of describing energy use and seeking efforts in optimizing energy use, From this it is expected to show that the effect of energy audits in efforts to optimize electrical energy in terms of lighting and cooling is based on reference SNI 03-6197-2000 about Energy Conservation in Lighting Systems, SNI 16-7062-2004 concerning Measurement of Lighting Intensity at Work for information systems audits and SNI 03-1116572-2001 concerning Procedures for Designing Ventilation and Air Conditioning Systems in Buildings. method used in making articles uses the literature study method which is a method used in making research by utilizing data or taking references from previous researchers. Based on the results of literature studies that have been found, the lighting system has a savings of 11.43% and the cooling system has experienced 19.6% in one year. In the results of this study, it is not an exact value that can be generated from the implementation of the value audit depending on the size of the room and the amount of potential savings that can be made. Therefore, the process of conducting an energy audit is an important matter for both industry and other institutions.

Keywords : electrical energy optimization, cooling system, lighting system

PENDAHULUAN

keberadaan energi merupakan faktor penting baik bagi industri maupun instansi-instansi lainnya, karena keberadaan energi berkaitan dengan berlangsungnya operasional sebuah industri agar usahanya tetap terus berjalan. Oleh sebab itu diperlukannya upaya dalam konservasi untuk mencapai tujuan optimasi. Khususnya pada penggunaan energi listrik yang memiliki peran besar terkait dengan pengeluaran biaya operasional. Optimasi pada energi listrik ini menjadi semakin penting dengan adanya kenaikan tarif dasar listrik pada periode waktu tertentu, karena penggunaan bahan bakar yang dipergunakan pada pembangkit listrik yang kian hari kian menipis, sehingga memaksa berbagai pihak untuk melakukan penghematan energi agar proses operasional tetap berlangsung.

Meningkatnya dalam penggunaan energi, sejalan dengan berkembangnya industri dan perekonomian, maka pentingnya kesadaran dalam hal pemakaian energi merupakan suatu bentuk upaya untuk penghematan. Hal tersebut tertuang pada instruksi presiden (INPRES) No. 13 tahun 2011 tertanggal 11 Agustus 2011, yang dikeluarkan oleh pemerintah Republik Indonesia yang mengatur tentang penghematan energi dan air. Terutama ditunjukkan terhadap penerangan gedung, Pendingin ruangan (AC), dan perlengkapan kantor lainnya yang menggunakan listrik. (suhendar, 2013)

Pada penelitian pertama menyebutkan rata-rata harga listrik dunia mengalami kenaikan sebesar 7% dalam setahun, sedangkan di Indonesia sendiri dirancang ada kenaikan 6% tiap 4 bulan. fungsi akan peningkatan harga ini adalah untuk membangun pembangkit baru yang digunakan mencukupi dalam kenaikan kosumsi listrik. Apabila setiap pembangkit yang ada dapat melakukan penghematan berkisar 5-10% saja, maka pada tahun selanjutnya tidak diperlukan adanya pembuatan pembangkit baru. (Fayyadl dkk, 2011)

Dan pada penelitian kedua (Pratama, dkk, 2017) menyatakan situasi umum tentang kebutuhan energi nasional setiap tahunnya mengalami pertambahan dengan rata – rata sebesar 8,4% yaitu sekitar 5,700 Mega Watt. Dan biaya investasi untuk membangun infrastruktur kelistrikan adalah 88,4 triliun tiap tahunnya, sedangkan produksi listrik PLN hanya mampu menutup dana sebesar 60 triliun

per tahun Berdasarkan hasil penelitian tersebut terdapat selisih sekitar 28 triliun per tahun, yang mana selisih nominal tersebut perlu dilakukan penelitian lebih jauh untuk mencapai penghematan anggaran biaya seefisien mungkin.

Pada penelitian ketiga juga menyebutkan bahwa ‘‘penggunaan energi pada saat melakukan audit energi di UiTM Penang hasilnya potensi penghematan 10%, temuannya adalah 25% Dari kosumsi energy listriknya untuk pencahayaan dan 56% untuk sistem penyejuk udara’’ (Singh dkk, 2011) Berdasarkan latar belakang yang diperoleh kutipan-kutipan penelitian yang telah dijelaskan sebelumnya penghematan energi merupakan salah satu faktor penting pada berlangsungnya segi operasional baik bagi industri maupun instansi lainnya dari hal tersebut maka dapat ditarik sebuah rumusan masalah, bagaimana cara mengoptimalisasi penggunaan energi seefektif mungkin dari segi penerangan dan pendingin.

Adapun tujuan dari studi literatur ini dapat menunjukkan bahwa besar pengaruh audit energi dalam upaya optimasi energi listrik dari segi penerangan dan pendingin. Yang mana hal tersebut akan dibahas lebih dalam di pembahasan di bawah dengan faktor pendukung dari berbagai hasil studi literatur yang sudah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya.

PEMBAHASAN

Manajemen energi juga merupakan aktivitas manajemen energi terstruktur, berdisiplin, dan terorganisasi dengan tujuan penggunaan energi yang efisien dengan kualitas produksi; yang masih sama tanpa mengabaikan keselamatan dan pencemaran lingkungan. (Pratama dkk, 2017).

Terdapat beberapa faktor mengapa perlu dilakukannya suatu manajemen energi, dikarenakan terdapat kenaikan biaya dalam pemakaian energi dan pasokan energi yang bersifat fluktuatif atau tidak menentu. Dalam optimalisasi penggunaan energi listrik terdapat tiga bagian utama yang merupakan manajemen, konservasi dan audit (Fitriadi & Werdaningsih, 2016).

Manajemen energi juga dapat didefinisikan pemanfaatan sumber daya energi secara efektif dan rasional dengan

Pemanfaatan Audit Sistem Penerangan dan Sistem Pendingin Sebagai Upaya Optimasi Energi Listrik

suatu pendekatan sistematis dan terpadu tanpa mengurangi suatu kuantitas dan kualitas dari suatu fungsi utama gedung. Dalam pelaksanaan manajemen energi langkah yang paling awal adalah audit energi. (Biantoro & Permana, 2017)

Konservasi energi merupakan suatu tatanan dalam hal pemakaian energi yang efisien dan rasional tanpa melakukan pengurangan terhadap komponen energi yang benar-benar diperlukan. Upaya dalam pelaksanaan konservasi energi penerapannya dilakukan pada tahap pemanfaatan, dari pemanfaatan sumber daya energi hingga pada pemanfaatan dalam penggunaan teknologi yang efisien dan membiasakan pola hidup hemat energi. (Fitriadi & Werdaningsih, 2016).

Audit energi ini mengenai tentang analisis profil dalam pemakaian energi, identifikasi mengenai pemborosan energi, dan menyusun langkah pencegahan penggunaan energi. Dengan audit energi tersebut dapat memperkirakan energi yang akan dikonsumsi sehingga dapat diketahui penghematan yang bisa dilakukan. (Biantoro & Permana, 2017)

Audit energi juga dapat diartikan sebagai analisis pgunan energi pada suatu instansi, seperti gedung bertingkat, pabrik dan instansi lainnya yang menggunakan energi. Hasil dari pelaksanaan audit terdapat berupa laporan tentang bagian yang mengalami pemborosan energi.

Tabel 1. Standart IKE listrik pada bangunan gedung

No	Jenis bangunan	IKE (Kwh/m ² pertahun)
1	Kantor	240
2	Perbelanjaan	330
3	Tempat penginapan	300
4	Rumah sakit	380

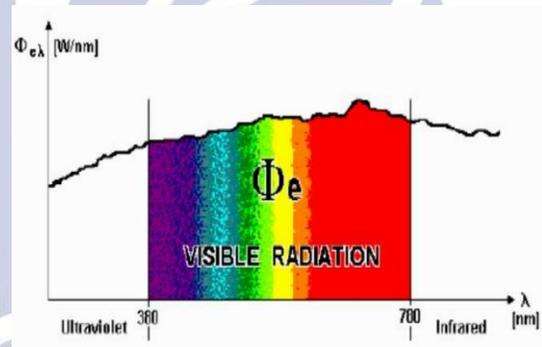
(Suhendar, 2013)

Umumnya energi yang di audit merupakan energi listrik (Suhendar dkk, 2013). Intensitas Konsumsi Energi atau yang biasa disingkat (IKE) merupakan istilah yang digunakan sebagai menyatakan besarnya pemakaian energi listrik pada suatu bangunan yang menggunakan energi dan telah diterapkan di berbagai negara (ASEAN-

APEC), dan biasanya dinyatakan dalam bentuk satuan kwh/m² pertahun. Hal tersebut dapat ditunjukkan keterangan pada tabel 1.

Penerangan

Penerangan merupakan suatu bagian dari jenis gelombang elektromagnetis yang mengambang di angkasa bisa disebut dengan cahaya. Pada gelombang elektromagnetis tersebut mempunyai panjang dan frekuensi, dimana nilai spektrum elektromagnetisnya dapat dibedakan dari energi cahaya lainnya pada. (Amin, 2011) Pada gambar 1 ditunjukkan cahaya nampak, yang menyatakan gelombang sempit diantara energi inframerah (panas) dan cahaya ultraviolet (UV). Retina mata dapat dirangsang oleh gelombang cahaya tersebut, yang mana hal tersebut dapat menghasilkan penglihatan yang disebut pandangan. (Parera dkk, 2018)



Gambar 1. spektrum elektromagnetik (Parera dkk, 2018)

Dalam ranah pencahayaan terdapat dua macam pencahayaan yang dibedakan dari sumber pencahayaan tersebut yang merupakan sumber penerangan alami dan sumber penerangan buatan. Pada sumber penerangan alami adalah suatu sumber cahaya berasal dari objek yang dapat memancarkan/menghasilkan cahayanya sendiri seperti bintang, matahari dan benda-benda angkasa lainnya.

Untuk mendapat penerangan alami yang optimal dibutuhkan akses masuk cahaya seperti melalui jendela yang besar maupun dinding yang terbuat dari kaca dengan minimal luas perbandingan sebesar 1:6 dari luas keseluruhan lantai. Pada penggunaan sinar alami adapun faktor faktor yang perlu diperhatikan antara lain variasi insetitas cahaya matahari, distribusi terangnya dar sumber cahaya hingga efek dari lokasi dan

letak geografisnya (Amin, 2011). Berikut kuat cahaya pada penerangan alami di berbagai kondisi yang akan ditunjukkan pada tabel 2

Tabel 2. Intensitas cahaya pada sumber penerangan alami

Sumber cahaya	E(lx)
siang hari yang cerah di tempat terbuka	100.00
siang hari yang cerah di dekat candela	2500
Selama matahari terbit	500
terang bulan pada malam yang cerah	0.25

(amin, 2011)

Sedangkan pada sumber penerangan buatan merupakan penerangan yang dihasilkan oleh suatu komponen yang menghasilkan cahaya dengan mengkonversi energi listrik menjadi cahaya. Pencahayaan buatan akan dipergunakan pada saat keadaan ruangan sulit dicapai oleh penerangan alami atau saat penggunaan penerangan alami tidak memungkinkan (Amin, 2011).

Optimasi cahaya pada sumber penerangan buatan biasanya ditinjau dari efisiensi cahaya dari sumbernya, atau yang biasa disebut dengan keefektifitasan cahaya secara keseluruhan. Penggunaan penerangan menyeluruh merupakan ukuran efisiensi komponen dengan keluaran yang dipergunakan sebagai penjelasan kurva respons spektral (dari fungsi luminositas). apabila ditampilkan berbentuk dimensi (misalnya, sebagai fraksi dari keefektifitasan cahaya maksimum), hasil tersebut dapat dikatakan efektivitas penerangan total bisa juga disebut dengan optimasi pencahayaan. Dalam sistem sumber penerangan buatan terdapat batas minimum dan maximum pencahayaan yang boleh dilakukan pada suatu ruang berdasarkan aktifitas didalamnya, hal tersebut telah diatur oleh badan standarisasi nasional yang ditunjukkan tabel 3 standart IKE listrik pada bangunan gedung

Menurut keterangan yang diambil dari SNI 16-7062-2004 pada saat pelaksanaan pengukuran dalam hal penentuan titik terdapat dua jenis tipe pengukuran ialah titik pengukuran penerangan setempat dan titik pengukuran penerangan umum. Pada pengukuran penerangan setempat merupakan pengukuran dilakukan pada objek kerja itu sendiri pada dasarnya pengukuran dapat dilakukan diatas meja yang ada. Sedangkan

pada pengukuran penerangan umum merupakan pengukuran yang dilakukan dengan cara memotong garis panjang dan lebar ruangan pada tiap jarak tertentu dengan tinggi satu meter dari lantai

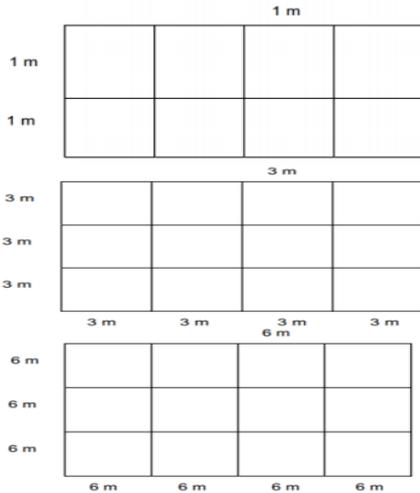
Tabel 3. Standart IKE listrik pada bangunan gedung

No	Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan
Tempat tinggal		
1	R. Tamu	120–150lux
2	R. Makan	120–250lux
3	R. Kerja	120–250lux
4	Kamar tidur	120–250lux
5	Kamar mandi	250lux
6	Dapur	250lux
7	Garasi	60lux
Perkantoran		
1	R. Direktur	350lux
2	R. Kerja	350lux
3	R. Komputer	350lux
4	R. Kapat	300lux
5	R. Menggambar	750lux
6	Gudang arsip	150lux
7	Ruang arsip aktif	300lux
Lembaga pendidikan		
1	R. Kelas	250lux
2	Perpustakaan	300lux
3	Laboratorium	500lux
4	R. Menggambar	750lux
5	Kantin	200lux
Hotel dan restaurant		
1	Lobi, koridor	100lux
2	R. Serba guna	200lux
3	R. Makan	250lux
4	Kafetaria	200lux
5	Kamar tidur	150lux
6	Dapur	300lux
Rumah sakit dan balai pengobatan		
1	R. Rawat inap	250lux
2	R. Operasi, R. bersalin	300lux
3	Laboratorium	500lux
4	R. rekreasi dan R. Rehabilitasi	250lux
Pertokoan/ruang pameran		
1	R. Pameran dengan objek besar	500lux
2	Toko kue dan makanan	250lux
3	Toko bunga	250lux
4	Toko buku dan alat tulis	300lux
5	Toko perhiasan dan arloji	500lux
6	Toko barang kulit	500lux
7	Toko pakaian	500lux
8	Pasar swalayan	500lux
9	Toko mainan	500lux
10	Tokok alat listrik	250lux
11	Toko alat musik dan olahraga	250lux
Industri		
1	Gudang	100lux
2	Pekerjaan kasar	100–200lux
3	Pekerjaan menengah	200–500lux
4	Pekerjaan halus	500–1000lux
5	Pekerjaan sangat halus	1000–2000lux
6	Pemeriksaan warna	750lux
Tempat ibadah		
1	Masjid	200lux
2	Gereja	200lux
3	Wihara	200lux

(SNI 03-6197-2000)

Pemanfaatan Audit Sistem Penerangan dan Sistem Pendingin Sebagai Upaya Optimasi Energi Listrik

Dari pengukuran penerangan umum dibagi lagi menjadi tiga jenis pengukuran berdasarkan luas ruangan objek yang diteliti. Pada pengukuran pertama luas ruangan kurang dari 10 meter persegi dilakukan dengan cara memotong garis panjang dan lebar pada tiap jarak 1 meter



Gambar 2. Penentuan titik pengukuran berdasarkan luas ruangan (SNI 16-7062-2004)

Pada pengukuran kedua dilakukan pada ruangan yang memiliki luas antara 10 meter persegi hingga 100 meter persegi dengan memotong garis pada setiap jarak 3 meter. Dan pada pengukuran terakhir dilakukan dengan ruangan yang memiliki luas lebih dari 100 meter persegi titik potong dilakukan pada 6 meter. Hal tersebut bisa ditunjukkan pada gambar 2

Setelah melakukan pengukuran sesuai runtutan yang ditunjukkan pada bagian yang pemborosan dapat dilakukan pergantian ataupun pengurangan pada komponen yang menyebabkan pemborosan. Dalam hal pergantian komponen terdapat faktor-faktor yang perlu diperhatikan agar penerangan yang telah terpasang sesuai dengan penerangan yang disyaratkan.

Seperti yang dijelaskan sebelumnya uminansi merupakan suatu besaran atau nilai terang dari suatu benda. Luminansi yang terlampau besar dapat membuat mata silau. Luminansi pada suatu sumber cahaya atau permukaan yang dapat memantulkan cahaya intensitas cahayanya akan terbagi dengan luas semu permukaan. Sedangkan fluks cahaya

merupakan jumlah cahaya yang jatuh pada tiap-tiap sudut ruangan. Satu watt cahaya memiliki nilai sekitar 680 lumen. Flux cahaya bisa juga dikatakan sebagai cahaya yang terpancar oleh sumber dalam satu detik. Selain hal tersebut flux cahaya spesifik merupakan jumlah lumen per watt (lm/W).

Dari keterangan diatas flux cahaya yang berasal dari lampu tidak akan semuanya sampai pada bidang kerja sebagaimana dari flux cahaya tersebut akan dipancarkan pada dinding dan langit-langit ruangan. Karena hal tersebut untuk menentukan suatu flux cahaya yang diperlukan, harus memperhitungkan efisiensi atau rendamennya dengan rumus :

$$\eta = \frac{\phi_g}{\phi_o} \quad (1)$$

ϕ_g = flux cahaya yang terpancar

ϕ_o = flux cahaya yang telah dipantulkan dan mencapai bidang kerja, baik secara langsung maupun tidak langsung

Intensitas penerangan atau luminansi pada bidang kerja, merupakan fluks cahaya yang jatuh pada bidang tersebut. maka 1 lux = 1 lumen per . Jika suatu bidang yang mempunyai luas A m^2 Persamaan intensitas penerangan adalah :

$$E_{rata-rata} = \frac{\phi}{A} \text{ Lux} \quad (2)$$

ϕ = Flux cahaya

E = insesitas penerangan

A = Luas bidang kerja

Umumnya pada suatu bidang kerja akan berjarak 80 cm dari permukaan lantai. Bidang kerja ini dapat berupa meja, bangku kerja maupun bidang horizontal khayalan 80 cm dari permukaan lantai. Pada kasus bidang permukaan yang tidak rata dimana intensitas penerangan di suatu bidang berkurang dengan kuadrat dari jarak antara sumber cahaya dengan bidang itu dapat dicari dengan rumus:

$$E_p = \frac{I}{r^2} (\text{lux}) \quad (3)$$

E_p = intensitas penerangan di titik p

I = intensitas sumber cahaya

r = jarak dari sumber cahaya ke titik

Pancaran dari cahaya lampu tidak akan semua mencapai pada bidang kerja, karena adanya pemantulan (r = faktor refleksi), dan penyerapan (a = faktor absorpsi) dinding, plafon dan lantai. Faktor pemantulan oleh dinding (r_w) dan faktor pemantulan oleh langit-langit/plafon (r_p) merupakan bagian cahaya yang dipantulkan yang akan kemudian mencapai pada bidang kerja. refleksi lantai dan refleksi dinding secara umum akan menentukan faktor refleksi pada bidang kerja (r_m) antara bidang kerja dan lantai, nilai r_m sebesar 0,10 (apabila nilai r_m tidak diketahui, maka nilai r_m sebesar 0,10) (amin, 2011). Selain hal tersebut terdapat pengaruh warna terhadap faktor refleksi yang mana ditunjukkan pada keterangan pada tabel 4.

Tabel 4. Faktor pemantulan pada dinding dan langit-langit untuk warna

Tipe warna	Faktor refleksi
Warna putih	0.80
Warna sangat muda	0.70
Warna muda	0.50
Warna sedang	0.30
Warna gelap	0.10

(amin, 2011)

Indeks pada ruang dapat dihitung berdasarkan ruangan yang akan diberi penerangan cahaya lampu dapat dihitung dengan rumus:

$$k = \frac{pl}{tb(p+1)} \quad (4)$$

p = panjang ruangan (m)

l = lebar ruangan

tb = tinggi sumber cahaya diatas bidang kerja

Nilai k dari hasil perhitungan tersebut dipergunakan sebagai penentuan dari nilai pada ketepatan pencahayaan lampu. Jika nilai k nilainya tidak terdapat (tidak tepat) pada tabel, dengan itu untuk mencari hasil dari (kp) dengan interpolasi:

$$kp = kp1 + \frac{k-k1}{k2-k1}(kp1 - kp2) \quad (5)$$

Bila hasil k lebih besar s , maka nilai kp yang diambil adalah $K = s$, dikarenakan nilai K diatas s , nilai kp -nya nyaris tidak mengalami perubahan hal tersebut dapat

dilihat pada keterangan yang ditunjukkan pada gambar 3.

The image contains two tables side-by-side, both titled 'Efisiensi penerangan untuk keadaan baru' (Lighting efficiency for new conditions) and 'Faktor depresi untuk masa pemeliharaan' (Depreciation factor for maintenance period). Both tables have columns for lamp types (Armatur penerangan selangit besar langsung, Armatur langsung tak langsung), GCB, and 2 x TLF 36 W. They also include columns for efficiency values (v, k, r_w, r_p, r_m) and depreciation factors for 1, 2, and 3 years. The tables are detailed with numerical values and some symbols like 'X' and '↓'.

Gambar 3. Efisiensi penerangan untuk keadaan baru dengan armatur langsung dan tidak langsung (sumardjati, 2008)

Pada faktor penyusutan (K_d) menentukan hasil perhitungan intensitas penerangan. Hal tersebut disebabkan karena adanya susut tegangan dan dikarenakan pada perangkat memiliki umur pemakaian, selain hal tersebut faktor kotoran pada dinding maupun perangkat akan mempengaruhi pada hal tersebut. Untuk mencapai ketepatan pencahayaan yang digunakan, angka yang diambil dari tabel, sedangkan wajib dikalikan dengan d . Adapun faktor depresi ini dibagi menjadi tiga golongan utama yaitu pengotoran ringan, pengotoran biasa dan pengotoran berat.

Jika intensitas pencahayaan pada perangkat menurun hingga 20% dibawahnya maka perlu adanya pergantian maupun dilakukannya pembersihan. Adapun dalam penerapan desain pencahayaan yang optimal memiliki faktor yang meliputi: optimasi kuantitas cahaya langit dalam hal pemantulan, menjaga kenyamanan visual dan menjaga kesejukan, serta pencahayaan yang hemat energi

Pemanfaatan Audit Sistem Penerangan dan Sistem Pendingin Sebagai Upaya Optimasi Energi Listrik

Setelah mengetahui nilai efisiensi penerangan lampu kita dapat menentukan berapa jumlah lampu yang digunakan dan hal tersebut dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$n = \frac{E \times A}{\phi \text{ lampu} \times \eta \times d} \quad (6)$$

Keterangan :

n = jumlah lampu

E = insentitas penerangan

A = luas bidang kerja

$\phi \text{ lampu}$ = flux cahaya

η = efisiensi atau rendamen

d = faktor depresiasi

Optimasi penerangan dianjurkan dalam pemilihan lampu yang digunakan sebaiknya memiliki efikasi yang tinggi dan menghindari pemakaian lampu dengan efikasi yang rendah. Dianjurkan juga pemakaian lampu fluoresen dan lampu pelepasan gas lainnya. Untuk armatur dianjurkan menggunakan armatur yang memiliki karakteristik distribusi pencahayaan yang sesuai dengan kebutuhannya tanpa menghiraukan kenyamanannya seperti, mempunyai efisiensi yang tinggi dan tidak mengakibatkan silau atau refleksi yang dapat mengganggu pandangan.

Pendingin

Penyegaran udara merupakan suatu rangkaian pada proses pendinginan udara dengan tujuan mendapatkan temperatur dan kelembapan yang sesuai dan yang telah disyaratkan terhadap kondisi udara dalam suatu ruangan tersebut. Untuk mendapatkan hasil udara dengan kondisi yang diinginkan, maka peralatan yang digunakan diharuskan memiliki kapasitas yang sesuai dengan beban pendingin (ridhuan & Refai, 2013).

Dalam sebuah bangunan ventilasi merupakan suatu komponen penting dalam sirkulasi udara yang akan berdampak pada kelembapan suatu ruangan. Pada proses sirkulasi dapat terjadi karena adanya perbedaan tekanan diluar dan didalam suatu ruang hal tersebut disebabkan oleh angin dan karena adanya perbedaan temperatur, sehingga terdapat gas-gas panas yang naik dalam saluran ventilasi. Jumlah bukaan ventilasi yang dibutuhkan pada suatu ruangan tidak

kurang dari 5% dari luas lantai pada ruangan yang membutuhkan ventilasi secara keseluruhan.

Penggunaan ventilasi mekanik dapat digunakan apabila ventilasi alami tidak memenuhi sarat atau tidak memadai. Penggunaan ventilasi mekanik pada umumnya berupa kipas, air conditioner, dan peralatan mekanik lainnya. Seperi hal nya pada bangunan harus dilengkapi dengan sistem ventilasi mekanis untuk pembuangan udara kotor dari dalam dan minimal 2:3 volume udara ruang harus terdapat pada ketinggian maksimal 0,6 meter dari lantai. Adapaun keterangan kebutuhan ventilasi mekanis tertera pada tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan ventilasi mekanis

Tipe	Catu udara segar minimum	
	Pertukaran Udara/jam	m ³ /jam per orang
Kantor	6	18
Restoran/kantin	6	18
Toko, pasar, swalayan	6	18
Pabrik, bengkel	6	18
Kelas, bioskop	8	18
Lobi, koridor, tangga	4	
Kamar mandi, peturasan	10	
Dapur	20	
Tempat parkir	6	

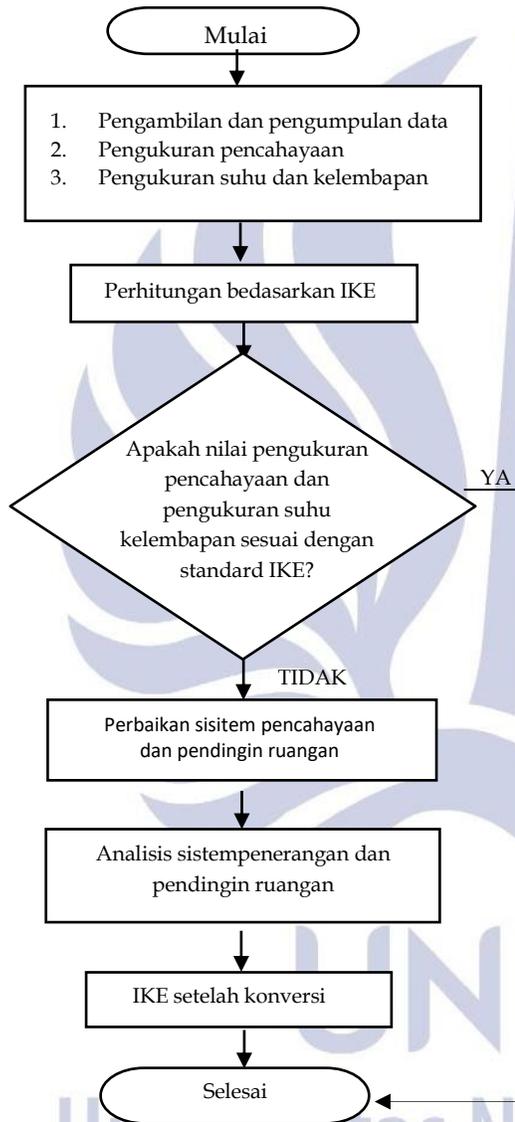
(SNI 03-6309-2000)

Alur Pelaksanaan Audit

Tahapan pertama dalam pelaksanaan audit merupakan tahapan Pengambilan data. Pada tahapan audit ini terdapat dua tahapan dalam pelaksanaan pengumpulan data

1. Pengumpulan data sekunder berupa data sejarah energi dari bangunan tersebut yang mana data tersebut dipergunakan untuk mengetahui apakah sumber energi dari gedung tersebut sepenuhnya dari energi listrik komersial (PLN) ataukah sebagian energi di suplai dari energi buatan sendiri.
2. Pengumpulan data yang kedua yaitu pengumpulan data primer yang didapat dengan cara melakukan pengukuran/pemeriksaan tiap ruangan. Variabel yang diukur/diperiksa dalam

tahap ini adalah kwh, biaya tagihan, temperature, kelembapan, kuat caahaya ruangan (flux), luas ruangan dan kapasiatas AC yang kemudian data-data tersebut akan dibuat rekap untuk tahapan selanjutnya dalam tahapan analisis data.



Gambar 4. Diagram alir proses pelaksanaan audit

Pada tahapan selanjutnya merupakan tahapan survei lokasi. Pada tahapan ini bertujuan untuk mengetahui keadaan sekitar bangunan yang akan diteliti. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak ventilasi pada bangunan tersebut dan seberapa banyak

cahaya matahari yang dapat masuk pada keadaan terik matahari. Oleh karena itu keadaan di luar bangunan merupakan faktor penting pada tahapan ini dimulai dengan seberapa banyak pohon yang ada di sekitar hingga seberapa rapatnya vegetasi dari pohon-pohon tersebut.

Pada tahapan terakhir ini merupakan tahapan analisis data. Data yang diperoleh dari tahapan sebelumnya akan diproses menggunakan perhitungan energi IKE apabila pemakaian energi yang telah diketahui tidak memenuhi stadarisasi tersebut maka perlu diperhitungkan lagi dengan analisis deskripsi kuantitatif dengan cara menghilangkan atau mengubah peralatan elektronik yang lebih hemat energi. dalam pelaksanaan sistem audit dapat dijelaskan secara sistematis yang ditunjukkan pada gambar 4

Studi Literatur audit energi sistem pencahayaan pada gedung produksi j pt phapros, tbk (Wijayanti dkk, 2018)

Pada hasil studi selanjutnya yang dilakukan oleh (Wijayanti dkk, 2018) dengan judul “audit energi sistem pencahayaan pada gedung produksi j pt phapros, tbk”. Dari hasil observasi yang diperoleh peneliti di dapatkan data sistem penerangan yang ditunjukkan pada keterangan tabel 9.

Dari tabel 9 dapat diketahui bahwa terdapat 14 ruangan yang kuat pencahayaannya masih melebihi standar SNI 03-6197-2000, seperti pada ruang ganti, ruang buffer personel, ruang buffer BB, selasar, janitor, ruang SPV dan admin, kamar mandi, ruang admin, ruang dokumen dan mushola. Karena hasil pengukuran masih ada yang belum sesuai dengan standar, maka sebaiknya dilakukan perbaikan agar sesuai dengan standar dan lebih menghemat konsumsi energi.

Penulis juga menyebutkan bahwa produksi yang dilakukan di Gedung J dilakukan selama 24 jam dalam seminggu penuh dengan kondisi ruangan yang terisolasi serta hanya memanfaatkan pencahayaan buatan sebagai sumber penerangan, maka langkah-langkah tersebut menjadi kurang tepat untuk dilakukan pada penelitian ini.

Sebaliknya bila dilakukan pengurangan daya pada lampu yang digunakan atau pengurangan jumlah lampu akan lebih

Pemanfaatan Audit Sistem Penerangan dan Sistem Pendingin Sebagai Upaya Optimasi Energi Listrik

mungkin dilakukan untuk mengurangi konsumsi energi pada penerangan. Sebagai contoh pada ruang ganti pria F dibandingkan konsumsi energi listriknya sebagai berikut.

Tabel 9. Perbandingan Data Kuat Penerangan Aktual dan Standar SNI

Nama ruang	Lux		Keterangan
	Aktual	Standar SNI	
R.Ganti Pria F	390	250	Melebihi
R.Ganti Putri F	480	250	Melebihi
R.Ganti Pria D	498	250	Melebihi
R.Ganti Putri D	495	250	Melebihi
Buffer Personil	449	300	Melebihi
Selasar	424	300	Melebihi
Bufeer BB	488	300	Melebihi
R.Bahan Baku	636	500-1000	Sesuai
Am, Fbd, Conce mill	550	500-1000	Sesuai
Cuci Dan Pengering	514	500-1000	Sesuai
R. Film Coat 1	539	500-1000	Sesuai
R. Film Coat 2	520	500-1000	Sesuai
R. Film Coat 3	598	500-1000	Sesuai
Wip Coating	539	500-1000	Sesuai
SPV Dan Admin	567	350	Melebihi
R. Tooling Strip Dan Cetak	586	500-1000	Sesuai
Pastrough PLM	326	200-500	Sesuai
WIP Granul	556	500-1000	Sesuai
Cetak 1	512	500-1000	Sesuai
Cetak 2	504	500-1000	Sesuai
Drum Bersih	526	500-1000	Sesuai
Ipc	523	500-1000	Sesuai
Cetak 3	514	500-1000	Sesuai
Janitor	321	300	Melebihi
R. Central Condeing	504	500-1000	Sesuai
R. Central Condeing	400	200-500	Sesuai
R Admin	543	350	Melebihi
R. Dokumen	447	300	Melebihi
Striping 3	504	500-1000	Sesuai
Striping 2	508	500-1000	Sesuai
Striping 1	508	500-1000	Sesuai
Sachet 2	503	500-1000	Sesuai
Sachet 1	509	500-1000	Sesuai
Printed PLM	523	500-1000	Sesuai
Preparing Coating	560	500-1000	Sesuai
Container Bersih	509	500-1000	Sesuai
Bin Blender	502	500-1000	Sesuai
Bin Dan Alat Bersih	516	500-1000	Sesuai
Wip Oralit	510	500-1000	Sesuai
Wip Cetak	526	500-1000	Sesuai
R Main Product	545	500-1000	Sesuai
Km	519	250	Melebihi
R Ridhuan Sekunder	590	500-1000	Sesuai
Musholla 1	590	200	Melebihi
Musholla 2	590	200	Melebihi

(Wijayanti dkk,2018)

Pada kondisi eksisting ruang ganti pria F menggunakan 4 buah lampu LED TL merk Philips dengan masing-masing daya lampu

sebesar 16 watt. Maka konsumsi listrik selama 1 tahun dapat dihitung: Konsumsi energi listrik = 4 buah x 16 watt x 24 jam x 365 hari = 560,64 kWh/tahun Setelah penggantian: Ruang ganti pria F dikurangi jumlah lampunya menjadi 2 buah dengan spesifikasi dan merk yang sama, maka akan didapatkan konsumsi listrik selama 1 tahun sebagai berikut: Konsumsi energi listrik = 2 buah x 16 watt x 24 jam x 365 hari = 280,32 kWh/tahun

Peneliti juga memperlihatkan bahwa dengan melakukan pengurangan jumlah lampu dan pengurangan jumlah daya lampu yang digunakan pada suatu ruangan dapat diperoleh perhematan hingga Rp 7.016.760,- dengan menggunakan tarif daya listrik di tahun 2017 sebesar Rp 1.500/kWh (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2016) untuk industri dengan tarif I3 pada waktu beban puncak dengan waktu presentase penghematan sebesar 11,43% Dengan data yang tertera pada tabel 10.

Tabel 10. Perbandingan Total Konsumsi Energi Listrik

Eksisting (kWh/tahun)	Biaya per tahun (Rp/tahun)	Setelah Penggantian (kWh/tahun)	Biaya per tahun (Rp/tahun)
40.892	61.337.520	36.214	54.320.760

(Wijayanti dkk,2018)

Studi Literatur Audit Sistem Pencahayaan dan Sistem Pendingin Ruangan di Gedung Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Cilegon (Suhendar dkk, 2013)

Pada hasil studi terskhir yang dilakukan oleh (Suhendar dkk, 2013) dengan judul “Audit Sistem Pencahayaan dan Sistem Pendingin Ruangan di Gedung Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Cilegon”.

Tabel 11. Daya AC pergantian musicool M22

Jenis AC	Daya (kw)
AC window 0,5 pk	0,21
AC splite 0,5 pk	0,25
AC splite 0,75 pk	0,35
AC splite 1 pk	0,55
AC splite 1,5 pk	0,79
AC splite 2 pk	1,09
AC flor standing 3 pk	0,9
AC flor standing 5 pk	1,16
AC cassette 5 pk	1,04
AC cassette 10 pk	5,97

(sumber : Suhendar dkk, 2013)

Tabel 12 perbandingan sebelum dan sesudah pergantian musicool M22

Sebelum Pergantian musicool M22		Setelah Pergantian musicool M22	
Total Konsumsi Energi Listrik Pertahun (kWh)	Biaya pertahun (Rupiah)	Total Konsumsi Energi Listrik Pertahun (kWh)	Biaya pertahun (Rupiah)
441.251,6	564.093.032	438.843,8	331.327.133

(sumber : Suhendar dkk, 2013)

Dari keterangan ditunjukkan pada tabel 11 dan tabel 12 menerangkan bahwa total penggunaan energi listrik yang diperuntukkan pada pendingin ruangan dalam kurun waktu satu tahun terakhir dan biaya tagihan setelah pergantian refrigerant musicoolM22 sebesar. 441.251,6 kWh pertahun, dengan total pengeluaran konsumsi energi listrik pada sistem pendingin ruangan (AC) dalam setahun yaitu sebesar Rp. 333.144.923 pertahun. Dari keterangan biaya tersebut memiliki selisih pengeluaran sebesar 232.765.959 atau dalam bentuk persentase mendapat pengurangan sebesar 41,2% dalam kurun waktu satu tahun pada pergantian musicool M22

Tabel 13 perbandingan sebelum dan sesudah dilakukan pergantian AC Inverter

Sebelum Pergantian AC Inverter		Setelah Pergantian AC Inverter	
Total Konsumsi Energi Listrik Pertahun (kWh)	Biaya pertahun (Rupiah)	Total Konsumsi Energi Listrik Pertahun (kWh)	Biaya pertahun (Rupiah)
747.143,07	564.093.032	600.258	453.194.818

(Suhendar dkk, 2013)

Selain peneliti juga menyarankan perbaikan dengan cara mengganti mengganti refrigerant standar menjadi musicool, penulis juga menyarankan sebagai upaya penghematan energi listrik dari sistem pendingin ruangan adalah dengan mengganti jenis AC yaitu mengganti AC standar dengan AC inverter. Dari data yang diperoleh oleh peneliti dengan pergantian menjadi AC inverter mengalami selisih pengeluaran sebesar 110.898.214 atau

dalam bentuk presentase mengalami pengurangan biaya sebesar 19,6 % . dengan data yang ditunjukkan pada tabel 13.

PENUTUP

Simpulan

Bedasarkan dari refresi sebelumnya dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk sistem penerangan mengalami penghematan sebesar 11,43% atau mengalami selisih Rp 7.016.760,- dengan menggunakan tarif daya listrik di tahun 2017 sebesar Rp 1.500/kWh dan sistem pendingin mengalami 19,6% pada pergantian AC inverter dan 41,2% pada pergantian musicool M22 pada kurun waktu satu tahun. Pada hasil penelitian tersebut bukan nilai pasti yang dapat dihasilkan dari pelaksanaan audit nilai tersebut tergantung pada besar ruangan dan besar potensi penghematan yang dapat dilakukan

Pada pelaksanaan audit di pergantian komponen biasanya pada komponen yang hemat energi memiliki nilai jual yang relatif lebih tinggi dari komponen biasa, dalam kasus tersebut komponen hemat energi bisa dijadikan sebagai investasi jangka panjang karena kosumsi energi yang relatif lebih kecil.

Saran

Dalam pelaksanaan audit energi pada suatu instasi sebaiknya dilakukan pada saat jam-jam istirahat maupun pada jam saat penggunaan energi pada suatu instasi tersebut. Agar pada saat pelaksanaan tidak mengganggu produktifitas instasi tersebut selain itu hasil yang didapat lebih maksimal.

Kemajuan teknologi memiliki peranan besar dalam penghematan energi hal itu dapat diwujudkan dengan munculnya produk-produk yang hemat energi dan ramah lingkungan selain itu kemajuan teknologi dapat membantu dalam pengontrolan dan monitoring dalam penggunaan energi

Selain hal tersebut kesadaran kita akan pentingnya penghematan energi merupakan suatu andil yang besar penggunaan energi dalam upaya optimasi energi sehingga kedepannya dapat membantu dalam kehidupan yang akan datang.

Pemanfaatan Audit Sistem Penerangan dan Sistem Pendingin Sebagai Upaya Optimasi Energi Listrik

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Nurhaini. (2011). *Optimasi sistem pencahayaan dengan memanfaatkan cahaya alami* (studi kasus Lab. Elektronika dan Mikroprosessor Untad). Jurnal Ilmiah Foristek Vol, 1(1).
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). tentang Pengukuran intensitas penerangan di tempat kerja. SNI 16-7062-2004 Indonesia, S. N. (2004). tentang Pengukuran intensitas penerangan di tempat kerja. SNI 16-7062-2004
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). Konservasi energi pada sistem pencahayaan. SNI 03-6197-2000.
- Badan Standardisasi Nasional. (2001). Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung. Jakarta: Standar Nasional Indonesia. SNI 03-6572-2001
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung. SNI 03-6390-2011
- Biantoro, Agung Wahyudi. & Permana, Dadang S. (2017). *Analisis audit energi untuk pencapaian efisiensi energi di gedung ab, kabupaten tangerang, banten*. Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana, 6(2), 85-93.
- Fauzan, Muhammad Viki. (2019). *Analisis peluang penghematan konsumsi energi pada peralatan listrik di gedung kantor pt pln (persero) Upt Bogor* (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana Jakarta).
- Fayyadl, Muhammad., Sukmadi, Tedjo, & Winardi, Bambang. (2011). *Rekonfigurasi jaringan distribusi daya listrik dengan metode algoritma genetika* (Doctoral dissertation, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Undip).
- Fitriadi, Ratnanto, & Werdaningsih, Y. (2016). *Audit energi dengan pendekatan metode ahp (Analytical Hierarchy Process) Untuk Penghematan Energi Listrik (Studi Kasus: PT. ABC)*.
- Parera, L. M., Tupan, H. K., & Puturu, V. (2018). *Analisis pengaruh intensitas penerangan pada laboratorium dan bengkel jurusan teknik elektro*. JURNAL SIMETRIK, 8(1).
- Pemerintah Indonesia. (2011). Instruksi Presiden (INPRES) tentang penghematan energi dan air. INPRES No. 13 Tahun 2011. Jakarta
- Pramacakrayuda, I., Adinugraha, I. B., Wijaksana, H., & Suarnadwipa, N. (2010). *Analisis Performansi Sistem Pendingin Ruang Dikombinasikan dengan Water Heater*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM Vol, 4(1), 57-61.
- Pratama, H. N., Hartati, R. S., & Kumara, I. N. S. (2017). *Studi Pengelolaan Energi Listrik di Perusahaan Pengolahan Daging PT. SOEJASCH BALI*.
- Ridhuan, K., & Refai, A. (2013). *Analisa Kebutuhan Beban Pendingin Dan Daya Alat Pendingin Ac Untuk Aula Kampus 2 Um Metro*. Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2(2).
- Singh, H., Seera, M., & Mohamad Idin, M.A. 2012. *Electrical energy audit in a Malaysian university - a case study Power and Energy (PECon)*, IEEE International Conference on , vol., no., pp.616,619, 2-5 Dec. 2012
- Suhendar, S. (2016). *Audit Sistem Pencahayaan dan Sistem Pendingin Ruang di Gedung Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Cilegon*. Setrum: Sistem Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer, 2(2), 78-84.
- Sumardjati, P.; Yahya, S.; Mashar, A.(2008). *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 1*. Jakarta. Departemen Pendidikan Nasional
- Wijayanti, R. W., Prianto, E., & Windarto, J. (2018). *Audit Energi Sistem Pencahayaan Pada Gedung Produksi J Pt Phapros, Tbk*. Prosiding SNST Fakultas Teknik, 1(1).