

PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK MENGGUNAKAN MACROMICROSOFT EXCEL UNTUK PROSES PERHITUNGAN DAN PENYAJIANDATA AUDIT ENERGI

Prasetyo Kristiono Nugroho^{*)}, Karnoto, dan Bambang Winardi

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail: pr4z5t@gmail.com

Abstrak

Perkembangan bangunan sering tidak sesuai dengan perencanaan awal. Oleh karena itu, audit energi harus dilakukan untuk meneliti beberapa metode yang dapat mengefisienkan penggunaan energi dalam suatu perusahaan atau institusi. Tugas akhir ini bertujuan membuat perangkat lunak menggunakan Macro Microsoft Excel untuk mempermudah dalam input, pengolahan, dan penyajian data audit energi. Parameter yang digunakan adalah Intensitas Konsumsi Energi target dan faktor daya hasil perhitungan. Data dimasukkan secara manual, kemudian diolah menggunakan Macro dan hasilnya ditampilkan. Kesimpulan yang dihasilkan adalah perhitungan dan analisa peluang penghematan energi yang dapat dilakukan pada objek audit energi serta analisisnya secara ekonomi. Kesimpulan dari hasil pengujian menggunakan data audit energi gedung Teknik Elektro Universitas Diponegoro Semarang yaitu peluang penghematan energi yang dapat dilakukan antara lain menurunkan daya langganan, mengganti lampu pijar dengan lampu hemat energi, mengganti lampu TL dengan lampu hemat energi, dan mengganti refrigeran AC dengan refrigeran hidrokarbon. Nilai IKE target yang digunakan adalah 6 kWh/m²/bulan. Analisis secara ekonomi untuk periode 2 tahun dan tingkat suku bunga 20% menghasilkan kesimpulan peluang-peluang penghematan energi tersebut layak dilaksanakan.

Kata kunci: audit energi, Macro Microsoft Excel, Intensitas Konsumsi Energi, faktor daya, peluang penghematan energi

Abstract

The development of buildings often does not correspond to the initial planning. Therefore, energy audits should be conducted to investigate some of the methods that can make the use of energy in a company or institution more efficient. This final project aims to create a software using Microsoft Excel macros to simplify the input, processing, and presentation of energy audit. The parameters used are the target of energy consumption intensity and power factor calculation results. Data is entered manually, and then processed using the Macro and the results are displayed. The resulting conclusion is the calculation and analysis of energy savings opportunities that can be performed on objects in an energy audit and economic analysis. The conclusion of the test results using the data of energy audit of Electrical Engineering Diponegoro University building in Semarang is energy savings opportunities that can be done such as lowering power subscriptions, replacing incandescent bulbs with energy-saving lamps, replacing the fluorescent lamp with energy saving lamps and replacing AC refrigerant with hydrocarbon refrigerants. Intensity of energy consumption target value used is 6 kWh/m²/bulan. Economic analysis for the period of 2 years and an interest rate of 20% conclude that energy savings opportunities are feasible.

Keywords: energy audits, Microsoft Excel macros, intensity of energy consumption, power factor, energy saving opportunities.

1. Pendahuluan

Audit energi adalah langkah awal untuk memulai manajemen energi yang baik. Dengan audit energi akan diperoleh data yang konkrit mengenai kondisi yang ada

pada sebuah gedung. Dari data tersebut dapat dianalisa dan diidentifikasi peluang untuk penghematan energi dan langkah-langkah yang harus ditempuh dalam penghematan energi. Penghematan energi tersebut selanjutnya akan berimbas pada penghematan biaya.

Badan Standarisasi Nasional (BSN) telah menerbitkan SNI 03-6196-2000 tentang Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung sebagai pedoman dalam melaksanakan audit energi. Parameter audit energi yang digunakan adalah Intensitas Konsumsi Energi (IKE).

Pada penelitian tugas akhir sebelumnya telah dibuat aplikasi audit energi berbasis *web*. Aplikasi tersebut menggunakan bahasa pemrograman *PHP* dan bisa digunakan untuk mengolah data audit energi sebuah hotel [1].

Pada dasarnya data audit energi disajikan dalam bentuk tabel. *Microsoft Excel* merupakan program aplikasi lembar kerja *spreadsheet* yang dibuat dan didistribusikan oleh *Microsoft Corporation* untuk sistem operasi *Microsoft Windows* dan *Mac OS* yang memiliki fitur kalkulasi dan pembuatan grafik. *Macro* dalam *Microsoft Excel* mempunyai keuntungan antara lain menghemat waktu, menghemat tenaga, dan mengurangi tingkat kesalahan.

Berdasarkan pemikiran di atas, maka Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk merancang perangkat lunak menggunakan *Macro Microsoft Excel* sesuai dengan SNI 03-6196-2000. Perangkat lunak tersebut dapat digunakan untuk mengolah data audit energi pada semua jenis pelanggan. Data dimasukkan secara manual kemudian *Macro Microsoft Excel* secara otomatis mengolah data tersebut dan menampilkan hasilnya, apabila diperlukan maka data tersebut dapat dicetak.

2. Metode

2.1. Audit Energi

Audit energi adalah teknik untuk menghitung besarnya konsumsi energi dan mengenali cara-cara untuk penghematannya. Tahapan proses audit energi adalah :

1. Audit energi awal

Audit energi awal pada prinsipnya dapat dilakukan pemilik atau pengelola bangunan gedung berdasar data dari rekening pembayaran listrik dan pengamatan visual kondisi dari data gedung beserta peralatannya. Audit energi awal tidak memerlukan pengukuran. Data yang dibutuhkan data rekening listrik, data beban dan instalasinya (*single line diagram* sistem kelistrikan), serta data bangunan berupa denah dan tapak bangunan. Dengan data tersebut dapat diketahui luas bangunan serta jumlah dan fungsi ruang, konsumsi energi listrik per tahun (kWh/tahun) dan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) per tahun (kWh/m²/tahun).

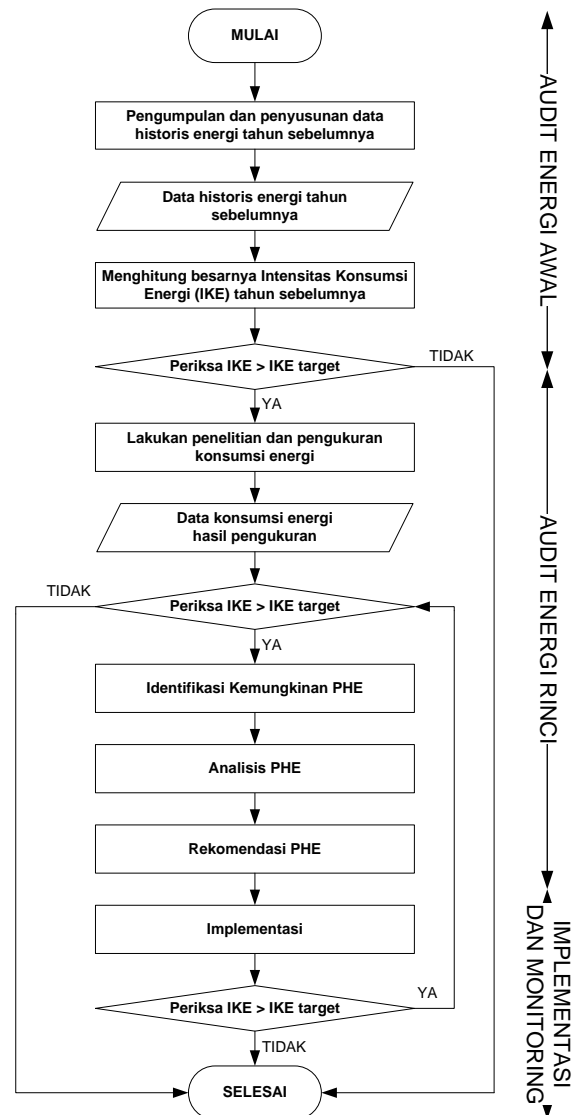
2. Audit energi rinci

Audit rinci dilakukan apabila IKE hasil perhitungan audit energi awal tidak sesuai IKE target yang diinginkan. Audit energi rinci perlu dilakukan untuk mengetahui profil penggunaan energi pada bangunan gedung sehingga dapat diketahui peralatan pengguna energi apa saja yang pemakaiannya cukup besar. Kegiatan yang dilakukan

dengan pengukuran parameter-parameter konsumsi energi listrik seperti arus, tegangan, daya (Watt, VA, VAR), faktor daya, lux, dan jam nyala lampu.

3. Identifikasi, analisis, dan implementasi peluang hemat energi.

Dari hasil audit awal dan audit rinci dapat diketahui peluang-peluang penghematan energi yang berkaitan dengan biaya energi listrik. Peluang-peluang penghematan energi tersebut kemudian diimplementasikan dan dihitung kembali nilai IKE-nya. Apabila IKE hasil perhitungan setelah implementasi lebih kecil atau sama dengan IKE target maka kegiatan audit energi dapat dihentikan, atau bisa juga dilakukan audit energi kembali untuk memperoleh IKE yang lebih rendah lagi. Apabila IKE hasil perhitungan lebih besar dari IKE target maka harus mengulang identifikasi, analisis, dan implementasi peluang hemat energi untuk memperoleh nilai IKE yang lebih rendah.



Gambar 1 Diagram alir proses audit energi (SNI 03 - 6196 - 2000)

2.2. Intensitas Konsumsi Energi

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah pembagian antara konsumsi energi dengan satuan luas bangunan gedung.

$$IKE = \frac{\text{konsumsi energi}}{\text{luas bangunan gedung}} \quad (1)$$

2.3. Faktor Daya

Faktor daya dapat didefinisikan sebagai perbandingan daya yang menghasilkan kerja (*active power*) dalam satuan *watts* atau *kilowatts* (kW) dengan daya nyata (*apparent power*) dalam satuan volt-ampere atau *kilovolt ampere* (kVA).

$$pf = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \quad (2)$$

P adalah daya riil atau daya aktif dalam satuan watt (W) atau kilo-watt (kW), sedangkan Q adalah daya reaktif dalam satuan VAR atau kVAR. Apabila pengukuran daya dilakukan dalam periode waktu (jam) maka akan didapatkan nilai Wh atau kWh untuk pengukuran daya aktif dan nilai VARh atau kVARh untuk pengukuran daya reaktif. Dari sini dapat dihitung faktor daya rata-rata dalam kurun waktu tersebut dengan persamaan :

$$pf = \frac{\text{kWh}}{\sqrt{\text{kWh}^2 + \text{kVARh}^2}} \quad (3)$$

2.4. Peluang Penghematan Energi

2.4.1. Mengubah sistem langganan PLN

Penentuan kebutuhan daya dapat ditentukan dengan pemeriksaan kurva beban harian, mingguan, bulanan, atau tahunan dengan interval 15 menit, 30 menit atau satu jam. Dari kurva beban dapat diperoleh kebutuhan daya pada waktu beban puncak sebagai kebutuhan beban maksimal aktual, kemudian dihitung faktor penggunaan sebagai berikut :

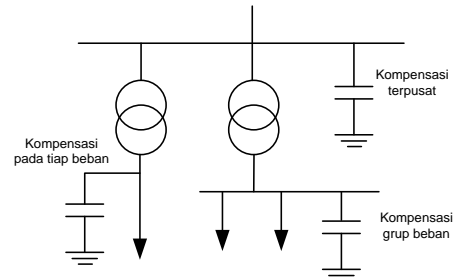
$$\text{faktor penggunaan} = \frac{\text{beban maksimal aktual} \times [1 + (15\% \text{ sampai } 25\%)]}{\text{daya terpasang}} \quad (4)$$

Nilai faktor penggunaan yang baik adalah mendekati 1. Dengan demikian peninjauan kembali faktor penggunaan dapat dilakukan untuk mengevaluasi sistem langganan listrik PLN. Apabila nilai faktor penggunaan lebih kecil dari satu, maka dapat menjadi peluang penghematan energi dan biaya listrik dengan perubahan sistem langganan PLN (penurunan daya langganan).

$$\text{daya terpasang} = \text{beban maksimal aktual} \times [1 + (15\% \text{ sampai } 25\%)] \quad (5)$$

2.4.2. Pemasangan kapasitor banks

Pada pelanggan PLN dengan daya di atas 200 kVA, faktor daya minimal yang harus dipenuhi adalah minimal 0,85 *lagging*, jika kurang dari 0,85 *lagging* akan dikenakan denda pinalti. Denda pinalti tersebut dapat diturunkan/dihilangkan dengan memasang kompensasi daya reaktif di sisi beban, yaitu kapasitor daya atau kapasitor banks.

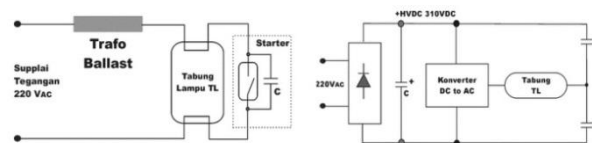


Gambar 2 Penempatan kapasitor banks

2.4.3. Mengganti ballast konvensional pada lampu TL dengan ballast elektronik

Ballast elektronik sistem kerjanya tidak lagi menggunakan gulungan (kumparan) kawat pada suatu inti besi, tetapi telah diganti dengan sistem rangkaian elektronik sehingga besarnya rugi-rugi pada inti besi dan pada kumparan menjadi tidak adalagi, dan hanya sedikit rugi saja karena rangkaian.

Ballast elektronik lebih ringan dan lebih kecil dibandingkan dengan ballast konvensional karena menggunakan sistem sirkit elektronik.



Gambar 3 Rangkaian ballast konvensional dan ballast elektrik

2.4.4. Mengganti lampu pijar dan lampu TL dengan lampu hemat energi

Lampu hemat energi mempunyai efikasi lebih tinggi daripada lampu pijar. Efikasi adalah konsumsi listrik untuk dapat mengeluarkan banyaknya cahaya dari lampu (lumen/watt). Efikasi lampu hemat energi bisa mencapai 5x lampu pijar. Sedangkan jika dibandingkan dengan lampu TL efikasinya relatif sama.

Lampu hemat energi mempunyai faktor daya yang lebih baik dibandingkan lampu TL karena sudah menggunakan ballast elektronik. Selain itu bentuknya juga lebih ringkas daripada lampu TL. Oleh karena itu untuk mendapatkan faktor daya yang lebih baik dan konsumsi energi yang kecil sebaiknya mengganti lampu TL dan lampu pijar dengan lampu hemat energi.

2.4.5. Mengganti refrigeran AC dengan refrigeran Hydro Carbon

Refrigeran yang biasanya digunakan pada sistem pendingin AC adalah R-22 atau lebih dikenal dengan nama freon. Freon mempunyai efek negatif terhadap lingkungan, sehingga penggunaan refrigeran Hydro Carbon dapat menjadi salah satu solusi yang tepat sebagai pengganti freon.

Penggunaan refrigeran Hydro Carbon selain mengurangi efek negatif terhadap lingkungan juga mempunyai keuntungan :

1. Menurunkan penggunaan listrik sampai dengan 15% - 25%.
2. Menambahkan umur kompresor
3. Pencapaian temperatur dingin lebih cepat
4. Suara mesin kompresor menjadi lebih halus

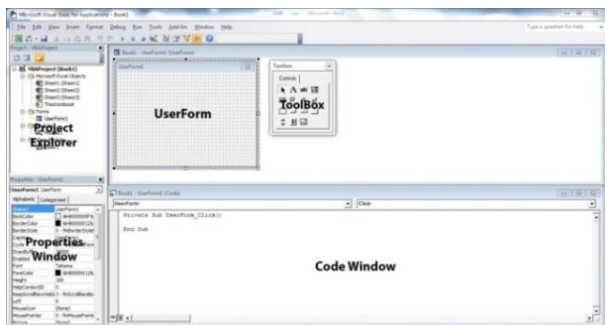
2.5. Visual Basic For Application Microsoft Excel

Visual Basic for Application (VBA), atau biasa disebut Macro, adalah pengembangan bahasa pemrograman Visual Basic yang bisa digunakan dalam aplikasi Microsoft Office, misalnya Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Access, Microsoft PowerPoint, atau Microsoft Outlook.

Penggunaan fitur Macro dalam Microsoft Excel mempunyai keuntungan menghemat waktu, menghemat tenaga, dan mengurangi tingkat kesalahan. Macro digunakan di banyak tempat kerja yang berhubungan dengan data, dengan karakteristik pekerjaan antara lain data banyak, pembaharuan secara periodik, dan pembuatan sistem.

2.6. Penulisan kode Macro Microsoft Excel 2010

Penulisan Macro di Visual Basic Editor dibutuhkan untuk perintah-perintah yang lebih rumit yang merepotkan bila dibuat dengan cara perekaman. Untuk menampilkan VB editor bisa melalui tab developer pada toolbar atau tekan Alt+F11.



Gambar 4 Visual Basic Editor

2.7. Analisis Kelayakan Ekonomi

Pada hakekatnya, melalui analisis kelayakan ekonomi dapat ditarik kesimpulan :

- a. Melalui evaluasi proyek dapat diketahui apakah benefit suatu proyek lebih besar atau lebih kecil dari pada benefit suatu kesempatan investasi proyek marginal.
- b. Melalui evaluasi proyek dapat ditentukan urutan (urutan sebagai proyek) di dalam serangkaian kesempatan investasi yang lebih baik dari proyek marginal sedemikian rupa sehingga proyek yang menghasilkan benefit lebih besar menjadi prioritas utama.

Dalam rangka mencari sistem ukuran yang menyeluruh sebagai dasar penerimaan atau penolakan atau pengurutan suatu proyek telah dikembangkan berbagai kriteria investasi. Kriteria investasi yang digunakan adalah :

- a. NPW (*Net present worth*)
- b. BCR (*Benefit cost ratio*)
- c. ROR (*Rate of return*)
- d. PBP (*Pay back period*)

3. Hasil dan Analisa

Pengujian perangkat lunak dilakukan untuk mengolah data audit energi pada gedung kampus Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

3.1. Audit Awal

Kampus Teknik Elektro termasuk golongan sosial, dengan jenis bangunan adalah sekolah dan lain-lain.

Bangunan kampus terdiri dari 2 gedung yaitu Gedung A dan Gedung B. Gedung A merupakan gedung kantor dan administrasi dan ruang dosen. Gedung A mempunyai luas 1205,03 m² dan terdiri dari 3 lantai. Gedung B merupakan gedung kuliah dan laboratorium. Gedung B mempunyai luas 2175,66 m² dan terdiri dari 3 lantai.

Gedung A terdiri dari 3 lantai. Lantai 1 terdiri dari 7 ruang, yaitu .Lantai 2 terdiri dari 4 ruang.Lantai 3 terdiri dari 7 ruang.

Gedung B terdiri dari 3 lantai. Lantai 1 terdiri dari 8 ruang, yaitu .Lantai 2 terdiri dari 9 ruang.Lantai 3 terdiri dari 9 ruang.

Tarif dan daya langganan PLN adalah S3-TM 240 kVA.Data rekening listrik menggunakan data bulan Januari 2005 sampai Desember 2005.

Kampus Teknik Elektro terdiri dari 2 gedung sehingga tidak perlu membuat kelompok gedung.

Luas kotor bangunan adalah luas bangunan secara keseluruhan.

$$\begin{aligned} \text{Luas kotor bangunan} &= \text{luas gedung A} + \text{luas gedung B} \\ &= 1205,03 + 2175,66 \\ &= 3380,69 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

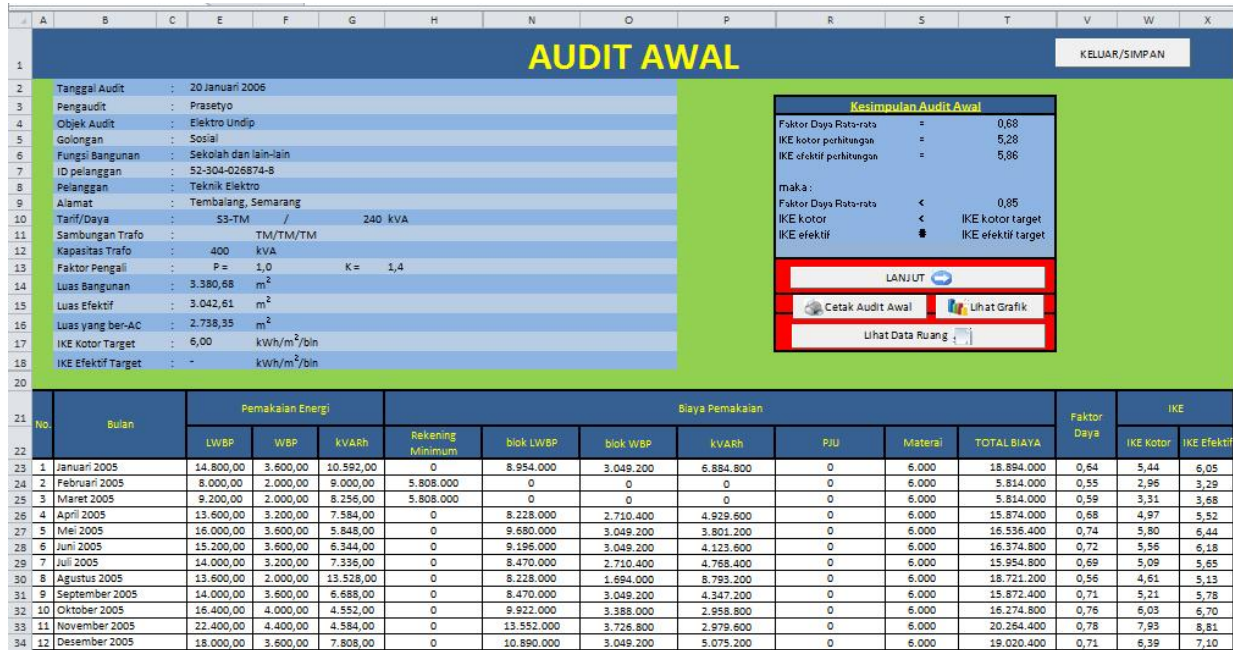
Luas efektif adalah luas bangunan yang digunakan untuk beraktifitas, diasumsikan sebesar 90% dari luas kotor bangunan.

$$\begin{aligned} \text{Luas efektif gedung} &= 90\% \times \text{luas kotor bangunan} \\ &= 90\% \times 3380,69 \\ &= 3042,621 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas ruang ber-AC adalah jumlah keseluruhan luas ruang yang mempunyai AC, diasumsikan sebesar 90% dari luas efektif gedung.

$$\begin{aligned} \text{Luas ruang ber-AC gedung} &= 90\% \times \text{luas efektif} \\ &= 90\% \times 3042,621 \\ &= 2738,35 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Diasumsikan IKE kotor target yang diinginkan adalah sangat efisien, yaitu 6 kWh/m²/bulan.



Gambar 5 Hasil audit awal Teknik Elektro Undip

Hasil perhitungan faktor daya adalah 0,68 dan IKE kotor adalah 5,28 kWh/m²/bulan.

Kesimpulan audit awal adalah harus melakukan audit rinci karena faktor daya < 0,85.

3.2. Audit Rinci

Jenis beban di gedung Teknik Elektro Undip dikelompokkan menjadi 5, yaitu beban penerangan, AC, pompa air, peralatan elektronik, dan peralatan laboratorium.

Pengukuran beban harian dilakukan dengan mencatat nilai faktor daya, tegangan 3 fasa, arus tiap fasa, dan daya 3 fasa hanya pada sisi tegangan rendah trafo.

3.3. Kesimpulan

Peluang penghematan energi yang dapat dilakukan antara lain :

1. menurunkan daya langganan
2. mengganti ballast konvensional lampu TL dengan ballast elektronik
3. mengganti lampu pijar dengan lampu hemat energi

4. mengganti lampu TL dengan lampu hemat energi
5. mengganti refrigeran AC dengan refrigeran HydroCarbon

Peluang penghematan energi memasang kapasitor banks tidak perlu dilakukan karena berdasar pengukuran beban harian, nilai faktor daya rata-rata masih di atas 0,85.

Analisis ekonomi untuk masing-masing peluang penghematan energi ditentukan dengan asumsi periode proyek 2 tahun dengan tingkat suku bunga 20%.

4.3.1. Menurunkan Daya Langganan PLN

Daya maksimal hasil pengukuran beban harian adalah 37,89 kVA. Dengan memperhitungkan faktor cadangan sebesar 20% maka :

$$\begin{aligned} \text{daya yang diusulkan} &= \text{beban maksimal aktual} \times [1 + 20\%] \\ &= 37,89 \times [1 + 20\%] \\ &= 45,468 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Daya langganan baru disesuaikan dengan daya yang tersedia dari PLN. Daya langganan baru yang dipilih adalah 53000 VA.

Daya langganan turun dari sebelumnya S3-TM 240 kVA menjadi S2-TR 53.000 VA.

Nilai faktor daya akan meningkat menjadi 0,85 karena pada daya langganan S2-TR tidak dikenakan denda kVARh. Nilai IKE kotor tidak mengalami perubahan(5,28 kWh/m²/bulan) karena konsumsi energi tetap.

Penghematan yang didapatkan adalah Rp. 1.097.299,- tiap bulan. PLN tidak mengenakan biaya untuk penurunan daya langganan, sehingga tidak membutuhkan analisis kelayakan ekonomi. Peluang penghematan energi penurunan daya langganan layak untuk dilaksanakan.

4.3.2. Pemasangan kapasitor banks

Kapasitor yang digunakan adalah 10 kVAR untuk step pertama dan 2,5 kVAR untuk 2 step berikutnya. Regulator yang digunakan adalah regulator 3 step..

Nilai faktor daya meningkat menjadi 0,93, sedangkan nilai IKE kotor tidak mengalami perubahan(7,03 kWh/m²/bulan) karena konsumsi energi tetap.

Penghematan yang didapatkan adalah Rp. 3.203.959,- tiap bulan. Biaya total pemasangan kapasitor adalah Rp.8.620.000,-.

4.3.3. Penggantian ballast konvensional pada lampu TL dengan ballast elektronik

Pada gedung Teknik Elektro Undip terdapat 2 jenis lampu TL, yaitu TL 40W dengan daya 40 Watt dan TL 2x20W dengan daya 40 Watt. Ballast yang digunakan pada daya 40 Watt adalah BTA 36W, sehingga pada kedua jenis lampu TL tersebut menggunakan ballast elektronik BTA 36W.

Nilai faktor daya meningkat menjadi 0,79 karena terdapat selisih nilai kVARh sebesar 4882,61 kVARh, sedangkan nilai IKE kotor tidak mengalami perubahan(5,28 kWh/m²/bulan) karena konsumsi energi tetap.

Penghematan yang didapatkan adalah Rp. 3.173.697,- tiap bulan. Biaya total penggantian ballast adalah Rp. 12.600.000,-.

4.3.4. Penggantian lampu pijar dengan lampu hemat energi

Pada gedung Teknik Elektro Undip terdapat 1 jenis lampu pijar yaitu pijar 25W dengan daya 25 Watt. Lampu hemat energi yang bisa digunakan untuk mengganti lampu pijar dengan daya 25W adalah lampu Essential 5W dengan daya 5 Watt.

Selisih penggunaan energi adalah 72 kWh untuk LWBP dan 90 kWh untuk WBP.

Nilai faktor daya turun, tetapi karena sangat kecil maka terlihat tetap 0,68. Nilai IKE kotor turun menjadi 5,23 kWh/m²/bulan.

Penghematan yang didapatkan adalah Rp. 54.504,- tiap bulan. Biaya total penggantian lampu adalah Rp. 660.000,-.

4.3.5. Penggantian lampu TL dengan lampu hemat energi

Pada gedung Teknik Elektro Undip terdapat 2 jenis lampu TL, yaitu TL 40W dengan daya 40 Watt dan TL 2x20W dengan daya 40 Watt. Lampu hemat energi yang bisa digunakan untuk mengganti lampu TL dengan daya 40 Watt adalah lampu Essential 23W dengan daya 23 Watt. Selisih penggunaan energi adalah 869,04 kWh untuk LWBP, 794,07 kWh untuk WBP, dan 6777,86 kVARh untuk kVARh.

Nilai faktor daya akan meningkat menjadi 0,8 karena terdapat selisih nilai kVARh. Nilai IKE kotor mengalami penurunan menjadi 4,78 kWh/m²/bulan karena terdapat selisih penggunaan LWBP dan WBP.

Penghematan yang didapatkan adalah Rp. 4.933.722,- tiap bulan. Biaya total penggantian lampu adalah Rp. 11.025.000,-.

4.3.6. Penggantian refrigeran pada AC dengan refrigeran HydroCarbon

Pada gedung Teknik Elektro Undip terdapat 1 jenis AC yaitu AC 1 pk dengan daya 746 Watt. Refrigeran Hydro Carbon untuk AC 1 pk adalah Musicool 1 pk.

Selisih penggunaan energi adalah 1853,06 kWh untuk LWBP, 1029,48 kWh untuk WBP, dan 1633,61 kVARh untuk kVARh.

Nilai faktor daya turun menjadi 0,66. Nilai IKE kotor mengalami penurunan menjadi 4,42 kWh/m²/bulan karena terdapat selisih penggunaan LWBP dan WBP.

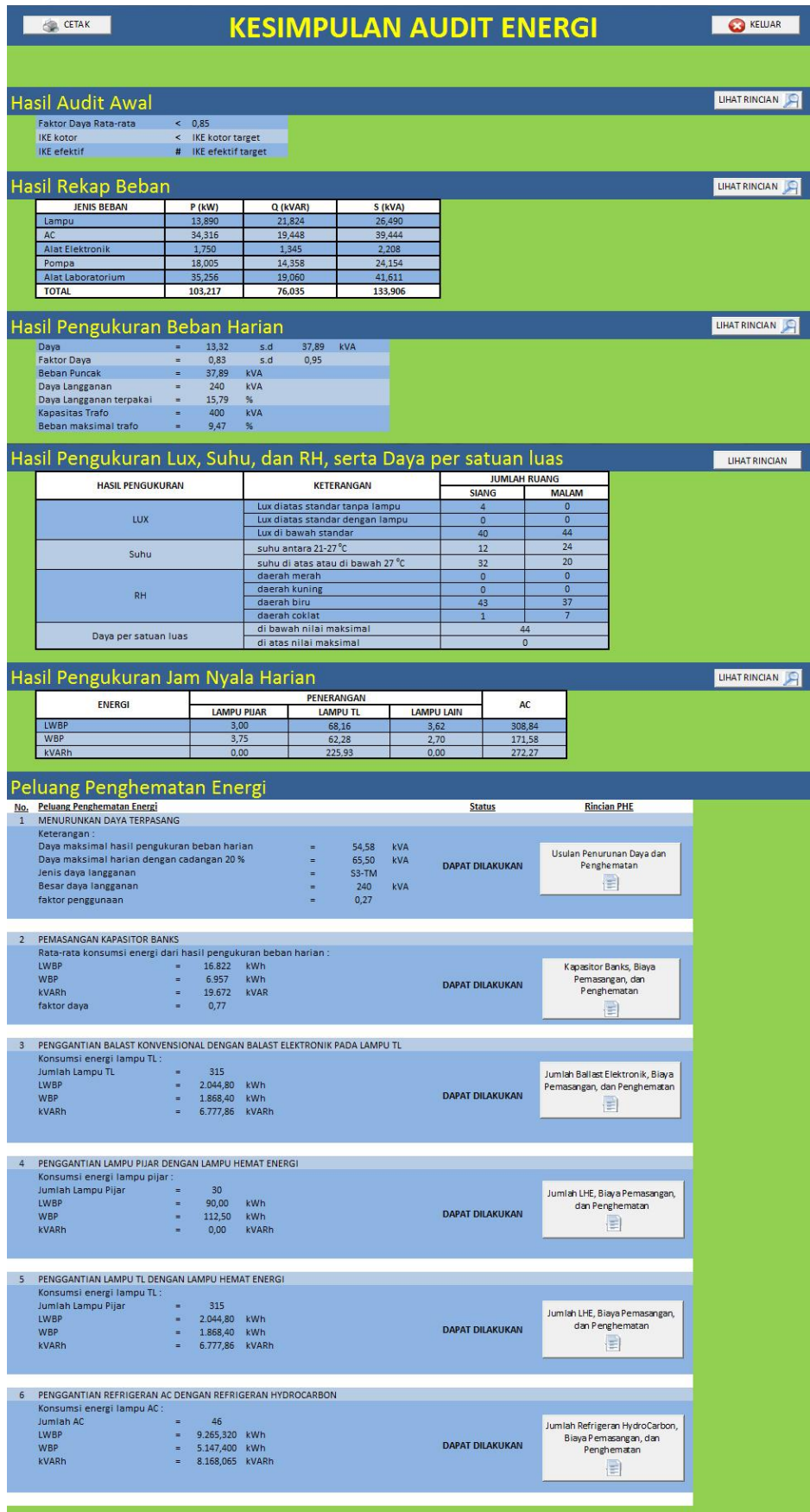
Penghematan yang didapatkan adalah Rp. 1.893.256,- tiap bulan. Biaya total penggantian refrigeran adalah Rp. 11.500.000,-.

4.3.7. Analisis Kelayakan Ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi pada masing-masing peluang penghematan energi untuk periode proyek 2 tahun dengan tingkat suku bunga 20%, semuanya menghasilkan kesimpulan layak dilaksanakan.

Tabel 1 Hasil analisis ekonomi peluang penghematan energi

PHE	Penghematan (Rp/bulan)	Biaya (Rp)	NPW	ROR	BCR	PBP
1	3.097.299	0	≥ 0	≥ 20%	≥ 1	>2
2	3.173.697	12.600.00	≥ 0	≥ 20%	≥ 1	>2
3	54.504	660.000	≥ 0	≥ 20%	≥ 1	>2
4	4.933.722	11.025.00	≥ 0	≥ 20%	≥ 1	>2
5	1.893.256	11.500.00	≥ 0	≥ 20%	≥ 1	>2



Gambar 6Kesimpulan audit energi Teknik Elektro Undip

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, peluang penghematan energi yang dapat dilakukan di Teknik Elektro Undip antara lain menurunkan daya langganan PLN, mengganti ballast konvensional dengan ballast elektronik, mengganti lampu TL dan lampu pijar dengan lampu hemat energi, serta mengganti refrigeran pada AC dengan refrigeran hidrokarbon. Selanjutnya disarankan agar aplikasi dapat berjalan dengan baik selain di *Microsoft Excel 2010* dan agar bisa membuka file *Microsoft Excel* yang lain selain file yang berisi *Macro*. Perangkat lunak juga perlu ditingkatkan agar bisa mengolah data audit energi lebih dari 3 gedung. Untuk mendapatkan hasil rekap beban yang lebih mendekati kondisi sebenarnya maka daya dan faktor daya pada tiap-tiap beban harus diukur.

Referensi

- [1] Fauzi, M. Imam, *Perancangan Website Audit Energi Pada Hotel Menggunakan Bahasa Pemrograman php*, Tugas Akhir S-1, Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] Raharjo, Ferianto, *Ekonomi Teknik Analisis Pengambilan Keputusan*, Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2007.
- [3] Sulasno, *Dasar Teknik Konversi Energi Listrik*, Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro Semarang, 2004.
- [4] Sulasno, *Teknik dan Sistem Distribusi Tenaga Listrik*, Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2001.
- [5] Wicaksono, Yudhi, *Kupas Tuntas Macro Excel Untuk Pemula*, Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2009.
- [6] Wicaksono, Yudhi, *Membuat Macro Lebih Interaktif dengan ActiveX Control*, Jakarta: PT Elex Media Komputindo, 2010.
- [7] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 03-6196-2000 Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung*, Jakarta: BSN, 2000.
- [8] Badan Standarisasi Nasional, *SNI 03-6197-2000 Konservasi Energi Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung*, Jakarta: BSN, 2000.
- [9] Republik Indonesia, *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri*, Jakarta: Sekretariat Negara, 2002.
- [10] Republik Indonesia, *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2011 tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh Perusahaan Perseroan (PERSERO) PT. Perusahaan Listrik Negara*, Jakarta: Sekretariat Negara, 2011.