

Studi Analisis Audit Energi Untuk Konservasi Serta Efisiensi Listrik Gedung Unisla dengan Pendekatan Metode MCDM – Promethee

Zainal Abidin , Aynin Churlillah D

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam Lamongan

E-mail: inal9474@gmail.com, nin2aynin@gmail.com

ABSTRACT

In Islamic University of Lamongan (UNISLA), the use of electric energy is very important because there manyactivities in UNISLA it requires a lot of electrical energy and it can cause the waste of electrical energy.To overcome this, the need for a conservation and efficiency of electrical energy is needed. In this case, it is conducting an electrical energy audit. In this research, electrical energy auditing is done at Islamic University of Lamongan precisely in Building B and Building C. From the calculation of energy audit, it can be obtained the scoreof Energy Consumption Intensity (IKE) electricity at Building B is equal to 21,28 Kwh/m²/year and at Building C is 37.59 Kwh/m²/year. From these calculations, when compared to the standards set by the government, the IKE score is included in the category of quite efficient. But the researcher wants an effort to save electricity. The saving opportunities are changes in the SOP ofbuilding facilities, the adjustment of energy-efficient building design, the application of energy-saving technologies, and the development of optimal human resources. In this research,the saving effort can be done using MCDM-Promethee method. It is a method that can make an alternative rank according to the criteria obtained where every criteria is calculated using Analytical Network Processor. (ANP) method. These criteria include economy, work culture, occupant comfort, the influence of technology application, and the sense of owning of the building.From the ranking results can be obtained that the alternative saving efforts in Building B and Building C of Lamongan Islamic University is a change SOP (Standard Operating Procedure) building facilities.

Keywords: *UNISLA, Energy Audit Procedure, MCDM, Promethee, ANP*

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Energi listrik merupakan sumber penggerak bagi kehidupan saat ini dan menjadi suatu hal yang tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan sehari – hari, baik dilingkup industri, rumah tangga maupun di perguruan tinggi. Di sebuah perguruan tinggi tepatnya di Universitas Islam Lamongan (UNISLA) penggunaan energi listrik sangatlah diperhatikan karena kegiatan di UNISLA sangatlah padat dan hal tersebut pastinya membutuhkan energi listrik yang banyak pula dan itu bisa menimbulkan adanya pemborosan energi listrik. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu adanya suatu konservasi dan efisiensi energi listrik. Dalam hal ini yaitu melakukan suatu audit energi listrik.

Audit Energi, yaitu suatu metode untuk menghitung tingkat konsumsi energi suatu gedung atau bangunan. Kemudian hasil dari audit energi tersebut nantinya akan dibandingkan dengan standar yang ada dan dicari solusi penghematan konsumsi energi jika

tingkat konsumsi energinya melebihi standar yang ada.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode MCDM - PROMETHEE, metode ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode yang lain yaitu dalam proses perancangan suatu alternatif yang dilakukan dengan menggunakan data kuantitatif maupun data kualitatif sekaligus. Data – data tersebut akan digabungkan menjadi satu dengan bobot penilaian yang telah diperoleh melalui penilaian atau survei yang telah dilakukan. Audit awal energi listrik dilakukan dengan mengacu pada standar audit energi listrik SNI 03-6196-2000.

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Bagaimana cara menghitung besar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan profil pemakaian energi listrik selama kurun waktu satu tahun terakhir yaitu pada bulan Maret 2017 – Febuari 2018 di Gedung B dan Gedung C UNISLA, bagaimana upaya penghematan yang dilakukan apabila nilai IKE listrik melebihi standar yang ada, dan cara menentukan alternatif keputusan dalam

menemukan solusi penghematan energi listrik yang ada di Universitas Islam Lamongan.

II.METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Universitas Islam Lamongan (UNISLA) di Jalan Veteran No. 53A, lebih tepatnya di Gedung B dan C. Gedung B dan C terdiri atas Ruang TU Teknik, Ruang Dosen Teknik, Ruang Kuliah Fakultas Teknik, Ruang Kuliah D3 Kebidanan Dan TU Kebidanan, Perpustakaan Teknik dan Perpustakaan Kampus, Laboratorium Teknik Elektro dan Laboratorium Teknik Informatika. Penelitian ini di mulai selama satu bulan penuh, tepatnya pada bulan Mei 2018.

2.2 Data – Data yang Dibutuhkan

Adapun data – data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :

- Data tagihan rekening listrik selama satu tahun terakhir yakni bulan Maret 2017 – Februari 2018

Tabel 1 Pemakaian Konsumsi Listrik Di Gedung B

No	Bulan	Kwh Per bulan	Tagihan Listrik (Rp)
1	Maret	6121	5508900
2	April	5924	5331600
3	Mei	6122	5509800
4	Juni	5925	5332500
5	Juli	5331	4797900
6	Agustus	5332	4798800
7	September	3950	3555000
8	Oktober	6123	5510700
9	November	5926	5333400
10	Desember	6124	5511600
11	Januari	6122	5509800
12	Februari	5529	4976100
Jumlah Total		68529	61676100
Maksimum		6124	5511600
Minimum		3950	3555000
Rata - Rata		5710.75	5139675

Tabel 2 Pemakaian Konsumsi Listrik Di Gedung C

No	Bulan	Kwh Per Bulan	Tagihan Listrik (Rp)
1	Maret	7897	7107300
2	april	7642	6877800
3	Mei	7898	7108200
4	Juni	7643	6878700
5	Juli	6878	6190200
6	Agustus	6879	6191100
7	September	5095	4585500
8	Oktober	7897	7107300
9	November	7644	6879600
10	Desember	7899	7109100
11	Januari	7898	7108200
12	Febuari	7133	6419700
Jumlah Total		88403	79562700
Maksimum		7899	7109100
Minimum		5095	4585500
Rata - Rata		7366.916667	6630225

- Diagram sumber listrik Gedung B dan Gedung C
- Data inventaris peralatan listrik di Gedung B dan Gedung C seperti AC, LCD, Lampu, dsb.
- Data pengukuran arus dan tegangan secara langsung di SDP dan peralatan listrik Lainnya

2.3 Metode yang Digunakan

a. Metode MCDM – Promethee

Metode MCDM – Promethee adalah metode yang dapat merangkingkan alternatif sesuai dengan kriteria yang didapat. Dimana setiap kriteria terlebih dahulu dihitung bobotnya menggunakan metode ANP (Analytical Network Processor). Dari hasil perankingan nanti akan diketahui suatu alternatif yang akan direkomendasikan menjadi titik penghematan energi listrik.

b. Metode ANP (Analytical Network Processor

ANP merupakan metode pengambilan keputusan yang mampu menangkap pengaruh atau (dependence) antar komponen secara timbal balik (feedback). Terdapat dua hal yang harus diperhatikan dalam model pembobotan tersebut, yaitu kontrol hirarki yang menunjukkan keterkaitan kriteria dan sub – kriterianya,

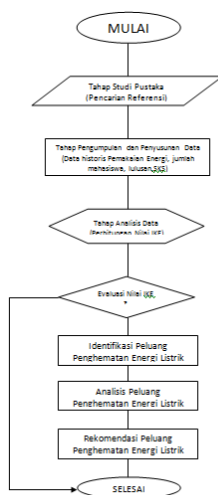
dan kontrol yang menunjukkan keterkaitan antar kriteria.

2.4 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan – tahapan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Tahap Studi Pustaka, berupa literature mengenai Prosedur audit energi pada bangunan gedung (SNI 03 – 6196 – 2000) dan Metode MCDM – Promethee sebagai upaya untuk menentukan penghematan energi listrik.
- b. Tahap Pengumpulan dan Penyusunan Data pada Bangunan Gedung (Tahap Audit Awal Energi Listrik), meliputi data mengenai pemakaian energi listrik yang ada di Universitas Islam Lamongan dikumpulkan menjadi satu.
- c. Tahap Perhitungan Nilai IKE Listrik, Perhitungan nilai IKE ini bertujuan untuk mengetahui pemakaian energi listrik tersebut masuk dalam kategori hemat atau tidak.
- d. Tahap Pengukuran Konsumsi Listrik, Pada tahapan ini adalah tahapan yang paling penting karena seluruh analisa energi bertumpu pada hasil pengukuran.
- e. Tahapan Upaya Penghematan Energi Listrik, Pada tahapan dicari titik penhematan energi listrik menggunakan metode MCDM – Promethee.

2.5 Flowchat Penelitian



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pemakaian Energi di Unisla

UNISLA terdiri dari beberapa gedung yang mana gedung tersebut ditempati oleh berbagai

fakultas, gedung tersebut meliputi gedung A, gedung B, gedung C dan gedung D serta adapula pondok pesantren bagi mahasiswa dan sebuah Agriscience Technopark. Namun dalam penelitian ini yang dibahas yakni mengenai Gedung B dan Gedung C yang sumber energinya berkapasitas 147 KVA. Gedung B dan C memiliki luas bangunan total sebesar 3220 m² dan 2352 m².

b. Perhitungan Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik

Perhitungan intensitas konsumsi energi tersebut akan dibandingkan dengan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI) yang telah ditetapkan oleh pemerintah dan Badan Standarisasi Nasional. Dalam konteks pemakaian energi listrik di gedung B dan C, maka perhitungan intensitas konsumsi energi tersebut yaitu :

$$IKE \text{ Gedung B} = \frac{\text{Pemakaian Energi Listrik} \left(\frac{kwh}{\text{tahun}}\right)}{\text{Luas Bangunan} (m^2)}$$

$$= \frac{68529}{3220} = 21,28 \frac{Kwh}{m^2} / \text{tahun}$$

$$IKE \text{ Gedung C} = \frac{\text{Pemakaian Energi Listrik} \left(\frac{kwh}{\text{tahun}}\right)}{\text{Luas Bangunan} (m^2)}$$

$$= \frac{88403}{2352} = 37,59 \frac{Kwh}{m^2} / \text{tahun}$$

Berdasarkan standarisasi yang telah ditetapkan pemerintah bahwa intensitas konsumsi energi listrik untuk perkantoran (komersil) yaitu 240 kwh/m²/tahun, sedangkan intensitas konsumsi energi yang diperoleh di Gedung B sebesar 21,28 kwh/m²/tahun dan Gedung C sebesar 37,59 kwh/m²/tahun. Maka dalam hal ini intensitas konsumsi energi di gedung B dan C termasuk dalam kategori masih dibawah standar yang ditentukan dan dalam hal ini sudah termasuk dalam kategori efisien. Meskipun perhitungan IKE Gedung B dan C tersebut sudah dalam kategori efisien, namun kali ini penulis menginginkan penggunaan energi yang lebih efisien lagi, maka dari itu dalam penelitian ini perlu adanya audit energi rinci untuk memperoleh suatu penghematan yang optimal.

2.6. Audit Energi Rinci

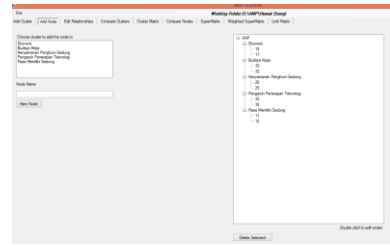
Dalam audit energi rinci tersebut perlu adanya suatu pengukuran konsumsi energi listrik yang meliputi pengukuran arus dan tegangan. Pengukuran tersebut dilakukan dalam selang waktu 2 jam selama 1 hari. Berikut adalah data pengukuran konsumsi energi listrik tersebut.

Tabel 3 Pengukuran Arus dan Tegangan Gedung B

Tabel 4 Pengukuran Arus dan Tegangan Gedung C

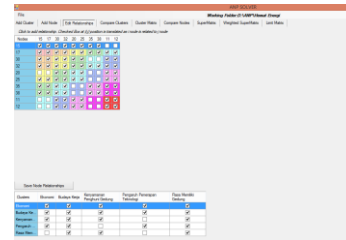
Jam	IR	IS	IT	VR	VS	VT
8:00	2	14.2	22.6	231	231	230
10:00	20	14.7	23	228	231	229
12:00	26.2	37.8	24.5	228	229	231
14:00	16.9	23.3	30.9	231	232	232
16:00	33.9	24.9	36.2	231	237	231

Jam	IR	IS	IT	VR	VS	VT
8:00	7.8	2.3	8.8	230	231	231
10:00	8.6	5.8	18.9	229	231	230
12:00	7.8	1.1	11.4	229	231	232
14:00	5.2	14.5	15.6	233	233	234
16:00	4.8	8.3	8.8	233	234	235



Gambar 1 Langkah awal ANP

2. Melakukan Edit Relationship



Gambar 2 Edit Relationship

2.7. Peluang Penghematan Energi Listrik

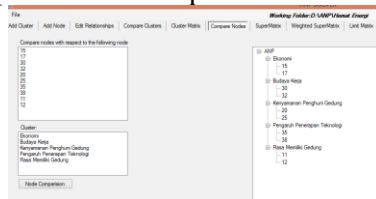
Berdasarkan hasil dari studi literatur yang dilakukan penulis ditemukan beberapa alternatif peluang penghematan yang dapat dilakukan di Gedung B dan C UNISLA, khususnya pada konsumsi energi listrik pertahun. Peluang – peluang tersebut terdiri dari perubahan Standar Operational Procedure (SOP) fasilitas gedung, penyesuaian desain bangunan gedung yang hemat energi, penerapan teknologi hemat energi dan pengembangan sumber daya manusia. Dalam kesempatan kali ini penulis melakukan langkah – langkah penghematan energi listrik menggunakan metode MCDM – Promethee.

a. Pengolahan Data ANP

pertama – tama yang harus dilakukan adalah menentukan kriteria – kriteria. Adapun kriteria – kriteria tersebut meliputi ekonomi, budaya kerja, kenyamanan penghuni, pengaruh penerapan teknologi dan rasa memiliki gedung. Berikut adalah langkah – langkah dalam perhitungan ANP :

1. Menentukan kriteria dan penentuan Node Name

3. Melakukan Compaire Node yakni perbandingan antara Cluster Node dan Cluster (kriteria) yang nanti hasilnya berupa Super Matrix dan berujung pada hasil yang berupa nilai bobot supermatriks.



Gambar 3 Compaire Node

Node	15	17	20	22	25	26	28	30	31	32
15	1.000	0.700	0.800	0.875	0	0.800	0.9	0.800	0	0
17	0.143	0.25	0.111	0.125	0	0.111	0.1	0.143	0	0
20	0.857	0.800	0	0	0.857	0	0.75	0	0.75	0.875
22	0.125	0.111	0	0	0.143	0	0.200	0	0.200	0.125
25	0.133	0.800	0.800	0.857	0.75	0.857	0	0	0.800	0.875
26	0.167	0.111	0.111	0.143	0.25	0.143	0	0	0.111	0.125
28	0.167	0.9	0	0.75	0	0	0.875	0.9	0	0
30	0.143	0.1	0	0.25	0	0	0.125	0.1	0	0
31	0	0.800	0.875	0.857	0.875	0.75	0.857	0.800	0.8	0.875
32	0	0.111	0.125	0.143	0.125	0.25	0.143	0.167	0.2	0.125

Gambar 4 Super Matrics

Node	15	17	20	22	25	26	28	30	31	32
15	0.440	0.379	0.762	0.864	0	0.628	0.395	0.641	0	0
17	0.276	0.126	0.280	0.266	0	0.276	0.244	0.267	0	0
20	0.426	0.294	0	0	0.423	0	0.311	0	0.445	0.426
22	0.113	0.237	0	0	0.287	0	0.160	0	0.162	0.287
25	0.287	0.281	0.197	0.162	0.288	0.288	0	0	0.162	0.198
26	0.217	0.211	0.275	0.217	0.218	0.218	0	0	0.217	0.223
28	0.216	0.227	0	0.288	0	0	0.118	0.31	0	0
30	0.186	0.284	0	0.223	0	0	0.115	0.223	0	0
31	0	0.218	0.23	0.228	0.287	0.244	0.221	0.234	0.275	0.28
32	0	0.222	0.224	0.244	0.21	0.215	0.223	0.227	0.219	0.211

Gambar 5 Nilai Bobot Super Matrics

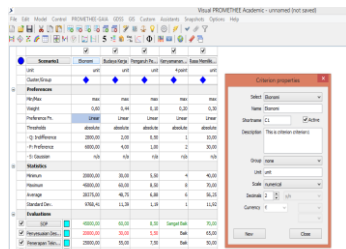
Pemberian bobot pada masing – masing kriteria dilakukan untuk mengetahui prioritas pada setiap kriteria. Prioritas yang lebih tinggi ditunjukkan pada nilai bobot yang lebih besar.

Penilaian pembobotan dilakukan dengan cara mengisi kuisisioner yang diisi oleh pihak terkait yang menangani masalah kelistrikan dan efisiensi pada bangunan Gedung B dan Gedung C UNISLA.

b. Perhitungan MCDM – Promethee
Adapun alternatif – alternatif yang dapat dilakukan yaitu adanya perubahan standar operational procedure (SOP) fasilitas gedung, penyesuaian desain bangunan gedung yang hemat energi, penerapan teknologi hemat energi dan pengembangan sumber daya manusia yang optimal.

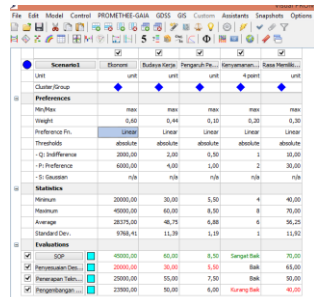
langkah – langkah dalam perhitungan promethee adalah sebagai berikut :

- a) Penentuan alternatif – alternatif dari data yang telah didapat



Gambar 6 Penentuan Alternatif

- b) Menentukan dominansi criteria



Gambar 7 Dominansi Kriteria

- c) Menentukan tipe penilaian minimum dan maksimum

	tipe	tipe	tipe	tipe	tipe
Statistics					
Minimum	20000,00	30,00	5,50	4	40,00
Maximum	45000,00	60,00	8,50	8	70,00
Average	28375,00	48,75	6,88	6	56,25
Standard Dev.	9768,41	11,39	1,19	1	11,92
Evaluations					
<input checked="" type="checkbox"/> SOP	45000,00	60,00	8,50	Sangat Baik	70,00
<input checked="" type="checkbox"/> Penyesuaian Des...	20000,00	30,00	5,50	Baik	65,00
<input checked="" type="checkbox"/> Penerapan Tekn...	25000,00	55,00	7,50	Baik	50,00
<input checked="" type="checkbox"/> Pengembangan ...	23500,00	50,00	6,00	Kurang Baik	40,00

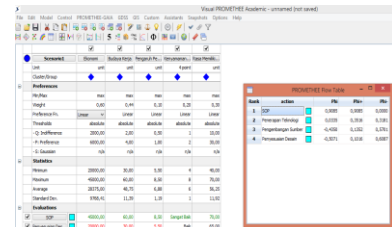
Gambar 8 Tipe Penilaian Minimum dan Maksimum

- d) Menentukan fungsi preferensi dan nilai preferensi

Scenario1	Ekonomi	Budaya Kerja	Pengaruh Pe...	Kemudahan Pe...	Rasa Memli...
Unit	unit	unit	unit	4 point	unit
Cluster/Group					
Preferences					
Min/Max	max	max	max	max	max
Weight	0,60	0,44	0,10	0,20	0,30
Preference Fn.	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
-Q: Indifference	2000,00	2,00	0,50	1	10,00
-P: Preference	6000,00	4,00	1,00	2	30,00
-S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

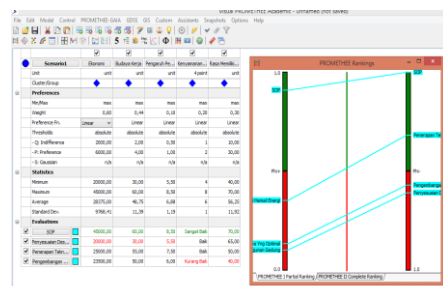
Gambar 9 Fungsi preferensi dan Nilai Preferensi

- e) Menentukan nilai threshold atau kecenderungan
- f) perhitungan indeks preferensi
- g) Perhitungan arah preferensi dipertimbangkan berdasarkan index leaving flow (ϕ^+), entering flow (ϕ^-) dan net flow.



Gambar 10 Arah Preferensi

- h) Hasil dari perhitungan promethee yaitu berupa perangkingan yang dilihat dari perhitungan secara maksimal



Gambar 11 Hasil Perangkingan Promethee

Dari langkah – langkah tersebut dapat diperoleh hasil dari upaya penghematan energi listrik melalui perhitungan promethee yaitu adanya perubahan Standar Operasional Prosedur (SOP) fasilitas gedung.

IV. PENUTUP KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Dari perhitungan tersebut dapat diperoleh nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik pada Gedung B

sebesar 21,28 Kwh/m²/Tahun dan pada Gedung C sebesar 37,59 Kwh/m²/Tahun .

2. alternatif upaya penghematan yang dilakukan adalah adanya perubahan Standar Operational Procedure (SOP) fasilitas gedung B dan C, penyesuaian desain bangunan gedung yang hemat energi, penerapan teknologi hemat energi dan pengembangan sumber daya manusia yang kompeten.
3. Dari perhitungan promethee, telah diketahui alternatif penghematan yang dilakukan yaitu adanya perubahan Standar Operational Procedure (SOP) Fasilitas Gedung, Dalam hal ini adalah gedung B dan C.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Affan, Bachri, ST. 2014. *"Efisiensi Pemakaian Daya Listrik Berdasarkan Audit Energi Di Universitas Islam Lamongan"*. Surabaya : Program Pasca Sarjana, Magister Teknik, Universitas Adhi Tama Surabaya.
- [2] B.G, Melipurbowo. 2015. *"Sistem Audit Energi Listrik dengan Metode Pengukuran Real Time"*. Semarang : Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negri Semarang.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. *"Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung"*. SNI 03 – 6196 – 2000.
- [4] Daeng, Supriyadi Pasisarha. 2012. *"Evaluasi IKE Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik Di Kampus Polines"*. Semarang : Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negri Semarang.
- [5] Jati, Untoro, Heri Gusmedi, Nining Purwasih. 2014. *"Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Peralatan Listrik Di Gedung Pelayanan UNILA"*. Lampung : Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
- [6] Medio, Saputro, Amir Hamzah. 2017. *"Studi Analisis Potensi Penghematan Konsumsi Energi Melalui Audit dan Konservasi Energi Listrik Di Rumah Sakit Universitas Riau"*. Pekanbaru : Jurusan Teknik Elektro, Universitas Riau.
- [7] Pusat Pengkajian Industri Hijau dan Lingkungan Hidup, Badan Pengkajian Iklim dan Mutu Industri (BPKIMI). 2011. *"Pedoman Teknis Audit Energi"*. Jakarta Selatan : Kementerian Perindustrian.
- [8] Thoriq, Rizkani Adipramadan Udisubakti Ciptomulyono. 2012. *"Audit Energi dengan Pendekatan Metode MCDM – Promethee untuk Konservasi serta Efisiensi Listrik Di Rumah Sakit Haji Surabaya"*. Surabaya : Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- [9] Dr. Sugiono, Prof. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: ALFABETA, CV.