

PEMILIHAN ALTERNATIF PELUANG HEMAT ENERGI LISTRIK DENGAN
PENDEKATAN METODE ANP DAN PROMETHEE

THE SELECTION OF ENERGY-SAVING OPPORTUNITIES ALTERNATIVES
USING ANP AND PROMETHEE METHOD APPROACH

Aldianti Dea Putri¹⁾, Sugiono²⁾, Ratih Ardia Sari³⁾

Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang, 65145, Indonesia

E-mail : dealdianti@yahoo.com¹⁾, sugiono@ub.ac.id²⁾, rath.ardia@ub.ac.id³⁾

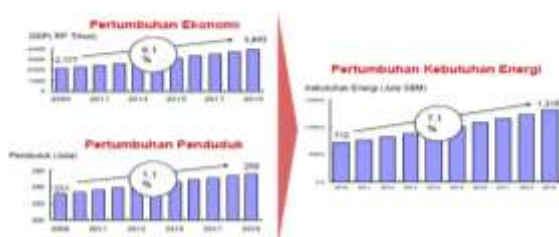
Abstrak

Sekarang ini, kebutuhan energi listrik semakin meningkat sedangkan cadangan energi global semakin langka. Oleh karena itu, sudah saatnya manajemen penggunaan energi menjadi bagian penting dalam struktur manajemen perusahaan, khususnya pada gedung perkantoran dan industri. Namun, tidak seluruh perusahaan memperhatikan manajemen penggunaan energi, salah satunya adalah PT.XYZ. Hal ini terlihat dari baru dibentuknya bagian manajemen energi pada periode awal tahun 2014, yaitu manajemen PT.XYZ Property. Oleh karena itu dilakukan audit energi guna mengetahui profil penggunaan energi listrik pada gedung, nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE), pemborosan pemakaian energi yang terjadi dan peluang hemat energi yang dapat dilakukan. Pada penelitian ini, dilakukan audit energi yang terdiri dari survei energi dan audit energi awal. Dari hasil audit energi, dapat diidentifikasi beberapa alternatif peluang hemat energi yang dapat diaplikasikan pada PT.XYZ. Beberapa alternatif yang direkomendasikan tersebut, akan dipilih alternatif terbaik dengan menggunakan metode Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) dengan terlebih dahulu dihitung bobot kriteria dan sub-kriterianya menggunakan metode Analytical Network Process (ANP). Dari hasil audit energi, nilai IKE PT.XYZ pada periode bulan Maret sampai Agustus 2014 berada pada kategori boros, dengan range nilai 19,17–23,75 kWh/m²/bulan. Maka dari itu perlu dilakukan suatu konservasi energi agar energi dapat dikonsumsi secara optimal. Dari hasil perancangan dengan metode PROMETHEE, alternatif konservasi energi yang direkomendasikan pada PT.XYZ adalah penerapan teknologi hemat energi.

Kata kunci : audit energi, konservasi energi, analytical network process, preference ranking organization method for enrichment evaluation.

1. Pendahuluan

Meningkatnya pembangunan yang diikuti dengan perkembangan perekonomian Indonesia mengakibatkan kebutuhan energi nasional juga semakin meningkat dan menjadikan penggunaan energi menjadi salah satu kontributor besar biaya operasional yang harus dikeluarkan (Rianto, 2007:1). Gambar 1 menunjukkan peningkatan kebutuhan energi dari tahun 2009-2019 yang dirujuk dari data Direktorat Konservasi Energi (2012).



Gambar 1. Peningkatan Kebutuhan Energi Tahun 2009-2019

Pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa seiring dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk dari tahun 2009-2019, maka pertumbuhan kebutuhan energi pun meningkat. Bahkan presentase untuk peningkatan pertumbuhan kebutuhan energi bernilai lebih besar, yaitu 7,1%, dibandingkan dengan pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk, dengan masing-masing jumlah presentase sebesar 6,1% dan 1,1%.

Penggunaan energi di semua sektor memperlihatkan besar peran energi dalam kehidupan maupun pengembangan suatu wilayah. Besar peranan tersebut mengharuskan untuk menjaga kelestarian sumber daya alam energi, sehingga manfaatnya dapat dinikmati tidak hanya masa kini, tetapi juga di masa depan (Pasisarha, 2012:1).

Energi listrik merupakan kebutuhan dasar untuk menggerakkan hampir seluruh aktivitas

ekonomi dan sosial masyarakat. Kementerian Negara Riset dan Teknologi Republik Indonesia (2006) menjelaskan bahwa begitu besar dan pentingnya manfaat energi listrik, sedangkan sumber energi pembangkit listrik terutama yang berasal dari sumber daya tak terbarukan ketersediannya semakin terbatas, maka untuk menjaga kelestarian sumber energi perlu diupayakan langkah strategis yang dapat menunjang penyediaan energi listrik secara optimal dalam rangka menerapkan kebijakan energi nasional sesuai dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No.13 (2012) yang berisi tentang penghematan pemakaian energi listrik. Penggunaan energi listrik secara boros dan berlebihan berdampak pada kerusakan lingkungan, penurunan daya saing produk dan gejolak sosial ekonomi jangka panjang (Adipramadan, 2012:1).

Seiring dengan permasalahan energi listrik tersebut, sudah saatnya manajemen penggunaan energi listrik pada sisi beban khususnya pada gedung perkantoran dan industri, menjadi bagian penting dalam struktur manajemen perusahaan. Namun, tidak seluruh perusahaan memperhatikan tingkat efisien penggunaan listrik mereka, salah satunya adalah PT.XYZ.

PT. XYZ merupakan salah satu penyedia layanan telekomunikasi, seperti layanan telepon kabel, CDMA dan internet. Manajemen PT.XYZ sendiri belum memiliki struktur serta program manajemen energi yang jelas. Hal ini disebabkan karena bidang manajemen energi pada PT.XYZ baru terbentuk pada awal tahun 2014, yaitu manajemen PT.XYZ *Property*. Sehingga perilaku budaya hemat energi belum diterapkan pada PT.XYZ. Hal ini dapat dibuktikan dengan setelah dilakukan pengamatan di ruang kerja karyawan, beberapa ruangan pada saat jam pulang kerja AC dan lampu penerangan masih tetap menyala, tidak tersedia panduan tentang hemat energi berupa buku, kebijakan, himbauan, stiker, seminar dan lain-lain. Permasalahan lain yang timbul adalah belum pernah dilakukan perhitungan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada PT.XYZ guna mengetahui profil penggunaan energi listrik pada bangunan, pemborosan pemakaian energi yang terjadi dan peluang hemat energi yang dapat dilakukan.

Melihat kondisi tersebut, salah satu langkah alternatif untuk menyelesaikan permasalahan ini adalah dengan melakukan audit energi dan konservasi energi, seperti yang

tertera dalam Kebijakan Energi Nasional yang dituangkan dalam Peraturan Presiden No.5 Tahun 2006. Pada penelitian ini akan dilakukan audit energi pada PT.XYZ. Dari hasil audit akan diperoleh besarnya penggunaan energi listrik pada bangunan dan pemborosan sistem yang ada dapat diketahui sehingga nantinya penggunaan energi dapat dikonsumsi secara optimal.

Hasil dari audit energi tersebut akan digunakan untuk melakukan konservasi energi. Alternatif-alternatif keputusan kebijakan konservasi energi yang direncanakan memiliki beberapa kriteria dan atribut. Oleh sebab itu, diperlukan metode pengambilan keputusan kriteria majemuk atau *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) bagi para pengambil keputusan. MCDM sangat tepat untuk diimplementasikan pada kasus multikriteria dengan semua alternatif memiliki bobot kriteria dalam bentuk nominal

Pendekatan MCDM yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan metode *Analytical Network Process* (ANP) dan *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE). Metode ANP digunakan sebagai alat bantu dalam pemberian nilai bobot prioritas untuk masing-masing kriteria dan sub kriteria yang ada. Sedangkan metode PROMETHEE digunakan untuk mengolah data dari hasil ANP untuk melakukan perankingan alternatif yang optimal. Kelebihan dari metode ini dibandingkan dengan metode MCDM yang lain adalah dalam proses perankingan alternatif yang dilakukan akan menggunakan data kuantitatif maupun data kualitatif. Data tersebut akan digabungkan menjadi satu dengan bobot penilaian yang telah diperoleh melalui penilaian atau survei yang dilakukan kepada para pakar (Apriyanto, 2011:2).

Dari hasil penelitian ini akan didapatkan pola konsumsi energi listrik serta aspek potensi efisiensi yang dapat dilakukan di PT.XYZ, serta memberikan rekomendasi saran atau usulan perbaikan dengan pendekatan metode PROMETHEE sebagai upaya-upaya konservasi untuk mengoptimalkan pemakaian energi listrik di PT.XYZ.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mengetahui hasil audit energi listrik pada PT.XYZ dan memberikan rekomendasi

alternatif pemilihan peluang hemat energi yang dapat diterapkan di PT.XYZ. Penelitian ini termasuk jenis penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan perumusan teori pada sifat dan hubungan antar fenomena kuantitatif dari obyeknya dengan melakukan perhitungan.

2.1 Langkah – langkah Penelitian

Langkah – langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Identifikasi Masalah
Identifikasi masalah merupakan langkah untuk mengetahui lebih detail tentang ruang lingkup permasalahan yang akan diteliti. Dalam identifikasi masalah, kita dapat mengetahui jenis masalah tersebut dan mengetahui penyebab dari masalah tersebut.
2. Studi Pendahuluan
Studi pendahuluan dilakukan dengan pengenalan perusahaan, mengamati aktivitas – aktivitas yang ada pada perusahaan terutama yang berhubungan dengan proses audit energi listrik dan *brainstorming* dengan tenaga ahli pada bagian manajemen energi PT.XYZ dan menentukan obyek penelitian yang nantinya akan diteliti.
3. Studi Pustaka
Studi pustaka yang dilakukan adalah mempelajari tentang proses audit energi dan pemilihan keputusan alternatif dengan metode *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE).
4. Perumusan Masalah
Melakukan perumusan masalah setelah mengetahui permasalahan yang ada di perusahaan.
5. Pengumpulan Data
Metode yang digunakan dalam pengumpulan data penelitian ini adalah:
 - a. Wawancara, yaitu pengambilan data dengan cara diskusi dan wawancara dengan semua pihak yang berkaitan dengan permasalahan yang ada khususnya pada bagian manajemen energi.
 - b. Dokumentasi, yaitu meliputi pengumpulan data meliputi data struktur organisasi perusahaan, luas bangunan, dan lain-lain.
 - c. Kuesioner, untuk mengetahui prioritas pada setiap kriteria dilakukan dengan

cara pembagian kuesioner yang diisi oleh pihak manajemen energi perusahaan.

6. Perhitungan Audit Energi
Langkah ini akan menghasilkan nilai intensitas konsumsi energi (IKE) listrik pada perusahaan dan profil penggunaan energi perusahaan. Hasil nilai IKE pada PT.XYZ yang didapat akan dibandingkan dengan standar yang telah ditetapkan pemerintah menurut Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung SNI 03-6196-2000.
7. Identifikasi Alternatif Peluang Hemat Energi
Mengidentifikasi alternatif peluang hemat energi yang dapat diterapkan pada PT.XYZ dengan melakukan *brainstorming* dengan pihak manajemen energi PT.XYZ dan mengelompokkan alternatif tersebut berdasarkan kesamaan karakteristiknya.
8. Penentuan Kriteria dan Sub-Kriteria
Langkah ini akan menghasilkan kriteria dan sub-kriteria dari setiap alternatif guna memudahkan dalam pemilihan rekomendasi alternatif terbaik.
9. Pengolahan data ANP
Pemberian bobot pada masing-masing kriteria dilakukan untuk mengetahui prioritas pada setiap kriteria. Penilaian pembobotan dilakukan dengan cara pengisian kuesioner yang dilakukan oleh pihak manajemen energi perusahaan. Pemodelan jaringan dan pembobotan pada tahap ini dilakukan dengan bantuan *software Super Decision*.
10. Perhitungan PROMETHEE
Pada perhitungan ini, nilai kriteria tiap alternatif didapatkan berdasarkan data kualitatif dan kuantitatif. Data kuantitatif didapatkan berdasarkan pembobotan dan nilai *judgement* pada setiap kriteria terhadap beberapa alternatif.
11. Hasil dan Pembahasan
Hasil pengolahan data yang dibahas pada tahap ini antara lain adalah nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) perusahaan, prioritas kriteria dan sub-kriteria, serta perankingan alternatif.
12. Kesimpulan dan Saran
Tahapan terakhir yang akan dilakukan adalah penarikan kesimpulan dan saran. Kesimpulan menjawab tujuan dari penelitian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Survei Energi Awal

Identifikasi peluang hemat energi dapat dilakukan pada beberapa fasilitas perusahaan PT.XYZ. Salah satu contohnya ialah pompa air dimana frekuensi pemakaian yang sering membutuhkan energi yang lebih besar saat awal penggunaan. Selain itu juga pada fasilitas penerangan bangunan PT.XYZ dan beban AC yang dapat dibagi lagi berdasarkan fungsi dan lokasinya.

3.2 Audit Energi Awal

Data historis yang digunakan untuk proses audit energi awal ini adalah data pemakaian listrik selama beberapa periode bulan dan luas bangunan perusahaan. Data pemakaian listrik PT.XYZ dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Konsumsi Energi Listrik PT.XYZ

No	Periode		Kwh
	Bulan	Tahun	
1	Maret	2014	237.197
2	April	2014	237.689
3	Mei	2014	238.208
4	Juni	2014	238.764
5	Juli	2014	239.118
6	Agustus	2014	239.231

(Sumber: PT.XYZ)

Gedung PT.XYZ memiliki luas bangunan sebesar 12.830,28 m² dengan komposisi luas sebesar 10.548,28 m² untuk luas bangunan *room* dan untuk luas bangunan *non-room* sebesar 2.282 m². Komposisi luas bangunan setiap lantai dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Komposisi Luas Bangunan PT.XYZ

No	Area	Luas Bangunan (Room)	Jumlah Ruang
1	Lantai 1	1.924,88 m ²	16
2	Lantai 2	852,4 m ²	11
3	Lantai 3	1.602 m ²	17
4	Lantai 4	1.482 m ²	13
5	Lantai 5	852 m ²	6
6	Lantai 6	1017 m ²	7
7	Lantai 7	1.131 m ²	6
8	Lantai 8	1.044 m ²	5
9	Lantai 9	643 m ²	2
Total		10.548,28 m ²	83

(Sumber: PT.XYZ)

Pada tahap audit energi awal, akan dilakukan perhitungan intensitas konsumsi energi (IKE) perusahaan yang nanti hasilnya akan dibandingkan dengan standar yang telah ditetapkan oleh pemerintah menurut Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung SNI 03-6196-2000 yang dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Nilai Standar IKE Bangunan Gedung Tidak Ber-AC

Kriteria	Keterangan
Efisien (0,84 – 1,67) kWh/m ² /bulan	a) Pengelolaan gedung dan peralatan energi dilakukan dengan prinsip konservasi energi listrik b) Pemeliharaan peralatan energi dilakukan sesuai dengan prosedur c) Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan sistem manajemen energi terpadu
Cukup Efisien (1,68 – 2,5) kWh/m ² /bulan	a) Penggunaan energi cukup efisien namun masih memiliki peluang konservasi energi b) Perbaikan efisiensi melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih dimungkinkan
Boros (2,6 – 3,34) kWh/m ² /bulan	a) Audit energi perlu dilakukan untuk menentukan langkah-langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari b) Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi
Sangat Boros (3,35 – 4,17) kWh/m ² /bulan	a) Instalasi peralatan, desain pengoperasian dan pemeliharaan tidak mengacu pada penghematan energi b) Agar dilakukan peninjauan ulang atas semua instalasi/peralatan energi serta penerapan manajemen energi dalam pengelolaan bangunan c) Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan

(Sumber : Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung. SNI 03-6196-2000 (2000))

Tabel 4. Nilai Standar IKE Bangunan Gedung Ber-AC

Kriteria	Keterangan
Sangat Efisien (4,17 – 7,92) kWh/m ² /bulan	a) Desain gedung sesuai standar tata cara perencanaan konservasi energi b) Pengoperasian peralatan enerfi dilakukan dengan prinsip manajemen energi
Efisien (7,93 – 12,08) kWh/m ² /bulan	a) Pemeliharaan gedung dan peralatan energi dilakukan sesuai prosedur b) Efisiensi penggunaan energi masih mungkin ditingkatkan melalui penerapan sistem manajemen energi terpadu
Cukup Efisien (12,09 – 14,58) kWh/m ² /bulan	a) Penggunaan energi melalui pemeliharaan bangunan dan peralatan energi masih memungkinkan b) Pengoperasian pemeliharaan gedung belum mempertimbangkan prinsip konservasi energi
Agak Boros (14,59 – 19,17) kWh/m ² /bulan	a) Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan perbaikan efisiensi yang mungkin dilakukan b) Desain bangunan maupun pemeliharaan dan pengoperasian gedung belum mempertimbangkan konservasi energi
Boros (19,18 – 23,75) kWh/m ² /bulan	a) Audit energi perlu dipertimbangkan untuk menentukan langkah-langkah perbaikan sehingga pemborosan energi dapat dihindari b) Instalasi peralatan dan desain pengoperasian dan pemeliharaan tidak mengacu pada penghematan energi
Sangat Boros (23,76 – 37,5) kWh/m ² /bulan	a) Agar ditinjau ulang atas semua instalasi/peralatan energi serta penerapan manajemen energi dalam pengelolaan bangunan b) Audit energi adalah langkah awal yang perlu dilakukan

(Sumber: Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung. SNI 03-6196-2000 (2000))

Dari data-data yang telah terkumpul, maka dapat dilakukan perhitungan nilai IKE sesuai dengan rumus pada Persamaan 1 berikut:

$$IKE = \frac{\text{Pemakaian energi listrik (kWh)}}{\text{Luas bangunan (m}^2\text{)}} \quad (\text{pers.1})$$

Untuk perhitungan nilai IKE pada periode Maret-Agustus 2014 selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai IKE PT.XYZ Periode Maret-Agustus 2014

Periode		Konsumsi Listrik (kWh)	Nilai IKE (kWh/m ² /bulan)
Bulan	Tahun		
Maret	2014	237.197	22,48
April	2014	237.689	22,53
Mei	2014	238.208	22,58
Juni	2014	238.764	22,63
Juli	2014	239.118	22,66
Agustus	2014	239.231	22,67

Berdasarkan nilai perhitungan, diketahui bahwa nilai IKE yang dimiliki PT.XYZ berdasarkan Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung SNI 03-6196-2000 termasuk dalam kategori boros untuk gedung ber-AC. Dari data dan hasil tersebut maka audit rinci dapat dilakukan lebih lanjut guna memperoleh peluang penghematan energi. Penghematan energi pada bangunan gedung tidak dapat diperoleh begitu saja dengan cara mengurangi kenyamanan penghuni ataupun produktivitas di lingkungan kerja. Perlu dilakukan usaha-usaha seperti mengurangi sekecil mungkin pemakaian energi (mengurangi kWh atau jam penggunaan fasilitas), memperbaiki kinerja peralatan, atau penggunaan sumber energi yang murah.

3.2.1 Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Ruangan

Setelah menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada gedung PT.XYZ, kini perhitungan IKE lebih difokuskan pada setiap ruangan yang terdapat pada perusahaan tiap lantai sehingga diketahui jumlah konsumsi energi per ruangan, tingkat keefisienan penggunaan listrik per ruangan dan perilaku sumber daya manusia tersebut dalam pemanfaatan energi listrik.

Data yang dibutuhkan untuk perhitungan ini adalah jenis fasilitas yang dimiliki ruangan, jumlah fasilitas yang dimiliki, daya yang dimiliki setiap fasilitas, lama pemakaian, dan luas ruangan. Sebagai contoh, untuk menghitung nilai IKE dari salah satu ruangan yang ada pada PT.XYZ, yaitu ruang IYP dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Tabel 6. Fasilitas-fasilitas pada Ruang IYP

Jenis	Jumlah	Daya (watt)	Total Daya (watt)	Lama (Jam)
AC (6 PK)	1	4.476	4.476	12
Lampu TL	8	36	288	12
TV	1	140	140	4
Komputer	5	350	1.750	10
Printer	1	100	100	2
Dispenser	1	150	150	4

(Sumber: PT.XYZ)

Dari data pada Tabel 6 dapat diketahui fasilitas-fasilitas yang terdapat pada ruangan IYP, maka jumlah daya konsumsi energi dari setiap peralatan yang terdapat dalam ruangan IYP dapat dihitung sesuai dengan rumus pada Persamaan 2 berikut:

$$\text{Konsumsi listrik} = \text{Daya (kw)} \times \text{Cos}\phi \times \text{Waktu (Jam)} \times 22 \text{ hari} \quad (\text{pers.2})$$

Maka jumlah daya konsumsi energi yang terdapat dalam ruang IYP dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan Konsumsi Energi Ruang IYP

Jenis	Perhitungan Konsumsi Energi per Bulan (Watt)	Total kWh
AC (6 PK)	$= 4.476 \times 0.85 \times 12 \times 22$	1.004
Lampu TL	$= 288 \times 0.85 \times 12 \times 22$	64,62
TV	$= 140 \times 0.85 \times 4 \times 22$	10,47
Komputer	$= 1750 \times 0.85 \times 10 \times 22$	327,2
Printer	$= 100 \times 0.85 \times 2 \times 22$	3,74
Dispenser	$= 150 \times 0.85 \times 4 \times 22$	11,22
Total kWh/Bulan		1421

Nilai IKE setiap ruangan pada lantai 1 dapat dilihat pada Tabel 8. Pada Tabel 8 dapat diketahui bahwa pada Lantai 1 terdapat sebanyak 8 ruangan yang termasuk dalam kategori boros.

Sementara untuk nilai IKE setiap ruangan pada lantai 2 dapat dilihat pada Tabel 9. Pada Tabel 9 dapat diketahui bahwa pada lantai 2 terdapat sebanyak 5 ruangan yang termasuk dalam kategori boros.

Dan untuk nilai IKE setiap ruangan pada lantai 3 dapat dilihat pada Tabel 10. Pada Tabel 10 dapat diketahui bahwa pada lantai 3 terdapat 8 ruangan yang termasuk dalam kategori boros.

Tabel 8. Nilai IKE Setiap Ruangan pada Lantai 1

Ruang	Total Daya (kWh/Bulan)	IKE	Kategori
IYP	1421.72	33.95	Sangat Boros
PT	18790.51	22.97	Boros
SS	1411.93	39.22	Sangat Boros
KPK	926.77	12.87	Cukup Efisien
DW	969.68	13.47	Cukup Efisien
SOKP	2431.52	22.51	Boros
TEK	1167.63	32.43	Sangat Boros
BLCD	2601.92	24.09	Sangat Boros
SAS	1361.62	18.91	Agak Boros
Lobby	11321.35	29.03	Sangat Boros
Pantry	26.82	2.23	Cukup Efisien
Musola	61.75	2.06	Cukup Efisien
Toilet 1	31.42	1.75	Cukup Efisien
Toilet 2	40.84	1.13	Efisien
Toilet 3	40.84	1.36	Efisien
Gudang	41.89	0.93	Efisien

Tabel 9. Nilai IKE Setiap Ruangan pada Lantai 2

Ruang	Total Daya (kWh/Bulan)	IKE	Kategori
GM3	2355.15	16.82	Agak Boros
RGM	102.10	2.13	Sangat Efisien
OCWR	1483.73	27.79	Sangat Boros
WR	4018.26	21.37	Boros
Lobby	2021.66	18.72	Agak Boros
DBS	3197.7	19.73	Agak Boros
Pantry	26.82	2.23	Cukup Efisien
Musola	61.75	2.06	Cukup Efisien
Toilet 1	40.84	1.13	Efisien
Toilet 2	40.84	1.36	Efisien
Gudang	41.89	0.93	Efisien

Tabel 10. Nilai IKE Setiap Ruangan pada Lantai 3

Ruang	Total Daya (kWh/Bulan)	IKE	Kategori
AFL	2406.02	16.71	Agak Boros
ALC	2235.17	13.80	Cukup Efisien
AOB	2100.76	16.67	Agak Boros
BLC	1244.07	17.28	Agak Boros
SBLC	4360.09	20.19	Boros
ABC	1028.50	42.85	Sangat Boros
SDV	5832.53	12.71	Cukup Efisien
LCM	1211.39	22.43	Boros

Tabel 10. Nilai IKE Setiap Ruangan pada Lantai 3 (Lanjutan)

Ruang	Total Daya (kWh/Bulan)	IKE	Kategori
RDV	124.95	2.31	Sangat Efisien
Arsip	1123.12	31.20	Sangat Boros
PT	112.57	3.13	Sangat Efisien
GS	1008.45	28.01	Sangat Boros
Pantry	26.82	1.49	Efisien
Musola	101.37	1.88	Cukup Efisien
Toilet1	40.84	1.13	Efisien
Toilet2	40.84	1.36	Efisien
Gudang	41.89	0.93	Efisien

Untuk nilai IKE setiap ruangan pada lantai 4 dapat dilihat pada Tabel 11. Pada Tabel 11 dapat diketahui bahwa di lantai 4 gedung PT.XYZ terdapat sebanyak 6 ruangan yang termasuk dalam kategori boros.

Tabel 11. Nilai IKE Setiap Ruangan pada Lantai 4

Ruang	Total Daya (kWh/Bulan)	IKE	Kategori
IFMD	13253.89	16.01	Agak Boros
DP	1969.93	13.68	Cukup Efisien
CDC	1191.75	24.83	Sangat Boros
MGS	1189.88	24.79	Sangat Boros
Rapat	96.42	2.01	Sangat Efisien
KU	1384.92	19.24	Boros
HR	1202.41	22.27	Boros
MHR	752.64	41.81	Sangat Boros
Pantry	57.45	1.60	Efisien
Musola	92.62	1.93	Cukup Efisien
Toilet1	40.84	1.13	Efisien
Toilet2	40.84	1.36	Efisien

Untuk nilai IKE setiap ruangan pada lantai 5 dapat dilihat pada Tabel 12. Pada Tabel 12 dapat dilihat bahwa hanya terdapat 1 ruangan pada lantai 5 gedung PT.XYZ yang termasuk dalam kategori boros.

Untuk nilai IKE setiap ruangan pada lantai 6 dapat dilihat pada Tabel 13. Pada Tabel 13 dapat dilihat bahwa terdapat 4 ruangan pada lantai 6 yang termasuk dalam kategori boros.

Untuk nilai IKE setiap ruangan pada lantai 7 dapat dilihat pada Tabel 14. Pada Tabel 14 dapat dilihat bahwa hanya terdapat 2 ruangan pada lantai 7 yang termasuk kategori boros.

Tabel 12. Nilai IKE Setiap Ruangan pada Lantai 5

Ruang	Total Daya (kWh/Bulan)	IKE	Kategori
SISFO	6056.706	16.83	Agak Boros
TEKC	2336.041	7.21	Cukup Efisien
Pantry	4.3758	0.486	Efisien
Musola	1158.13	12.87	Cukup Efisien
Toilet	40.84	1.13	Efisien

Tabel 13. Nilai IKE Setiap Ruangan pada Lantai 6

Ruang	Total Daya (kWh/Bulan)	IKE	Kategori
Tlmvsn	1622.49	30.05	Sangat Boros
GSD	1465.41	20.35	Boros
KPGTL	2140.70	16.99	Agak Boros
OBC	1081.98	15.03	Agak Boros
Pantry	4.38	0.49	Efisien
Toilet	50.27	1.40	Efisien
Gudang	28.42	1.05	Efisien
Koridor	807.09	1.30	Efisien

Tabel 14. Nilai IKE Setiap Ruangan pada Lantai 7

Ruang	Total Daya (kWh/Bulan)	IKE	Kategori
OTBN	18754.30	22.65	Boros
Loker	78.99	5.27	Sangat Efisien
Lobby	3872.77	15.37	Agak Boros
Pantry	26.82	2.98	Cukup Efisien
Toilet	31.42	1.75	Cukup Efisien
Gudang	14.96	1.66	Efisien

Untuk nilai IKE setiap ruangan pada lantai 8 dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Nilai IKE Setiap Ruangan pada Lantai 8

Ruang	Total Daya (kWh/Bulan)	IKE	Kategori
Aula	1709.89	1.76	Sangat Efisien
BTS	738.13	41.01	Sangat Boros
Pantry	26.82	2.98	Cukup Efisien
Toilet	50.27	1.40	Efisien
Gudang	14.96	1.66	Efisien

Pada Tabel 15 dapat dilihat bahwa pada lantai 8 hanya terdapat 1 ruangan yang berada dalam kategori sangat boros.

Untuk nilai IKE setiap ruangan pada lantai 9 dapat dilihat pada Tabel 16. Pada

Tabel 16 dapat dilihat bahwa seluruh ruangan pada lantai 9 termasuk dalam kategori boros.

Tabel 16. Nilai IKE Setiap Ruangan pada Lantai 9

Ruang	Total Daya (kWh/Bulan)	IKE	Kategori
TOPG	5423.374	16.73	Agak Boros
GHG	5799.24	18.23	Agak Boros

Untuk nilai presentase total pemakaian konsumsi energi listrik per bulan pada ruangan-ruangan yang berada pada kategori agak boros, boros dan sangat boros dapat dilihat pada Gambar 2. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa total konsumsi energi listrik terbanyak adalah untuk beban AC dengan presentase 44,32%.



Gambar 2. Presentase Total Konsumsi Energi Listrik pada Ruangan Kategori Boros

3.3 Identifikasi Alternatif Peluang Hemat Energi

Terdapat empat jenis peluang hemat energi yang diidentifikasi dapat dilakukan sebagai upaya dari rencana penghematan energi listrik. Berikut ini merupakan hasil identifikasi alternatif beserta rencana penghematan energi secara rinci yang telah dikelompokkan ke dalam empat jenis alternatif konservasi energi perusahaan secara garis besar.

1. Perubahan Instruksi Penggunaan Fasilitas Perusahaan
 Tujuan dari alternatif ini adalah untuk mengidentifikasi prosedur dianggap dapat dihilangkan agar tercapainya pemakaian energi yang efisien, tentunya dengan mempertimbangkan faktor kenyamanan.
2. Renovasi/Penyesuaian Desain Bangunan dan Ruangan Perusahaan
 Mengevaluasi kembali bagian-bagian dari tiap ruangan dalam bangunan, baik itu

pewarnaan interior ruangan ataupun sistem sirkulasi udara dalam ruangan.

3. Penerapan Teknologi Berbasis Hemat Energi
 Seiring dengan perkembangan zaman dan bertambahnya jumlah manusia yang mengkonsumsi energi listrik, menyebabkan persediaan energi listrik semakin berkurang dalam beberapa kurun waktu. Sehingga dengan berkembangnya teknologi, sudah banyak perusahaan-perusahaan yang memproduksi teknologi-teknologi berbasis hemat energi.
4. Pelatihan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia
 Kunci utama dari pelaksanaan alternatif ini adalah kesadaran dari masing-masing pihak perusahaan akan pentingnya penghematan penggunaan energi.

3.4 Penentuan Kriteria dan Sub-Kriteria

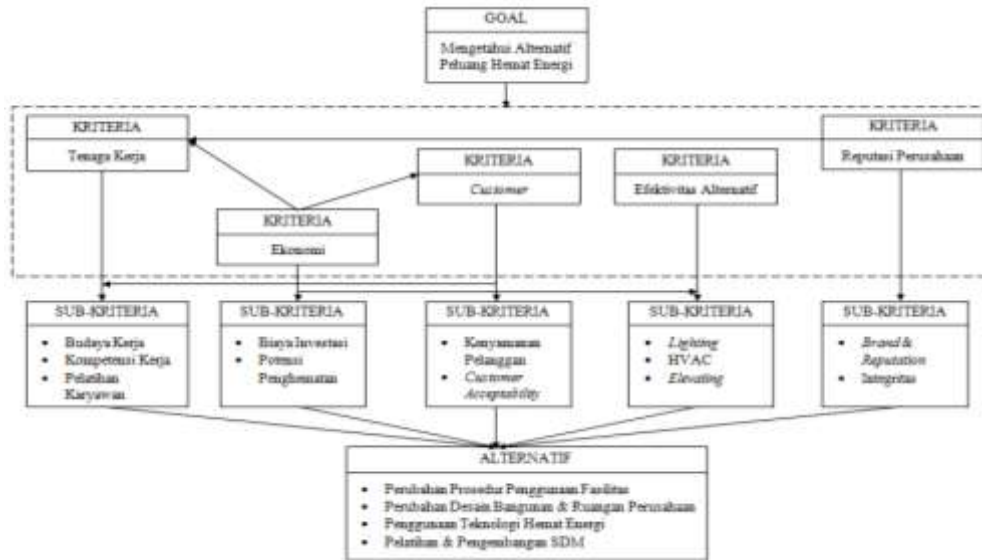
Kriteria dan sub-kriteria yang didapatkan dari hasil *brainstorming* dengan pihak PT.XYZ Property untuk alternatif konservasi energi dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Kriteria dan Sub-Kriteria Alternatif

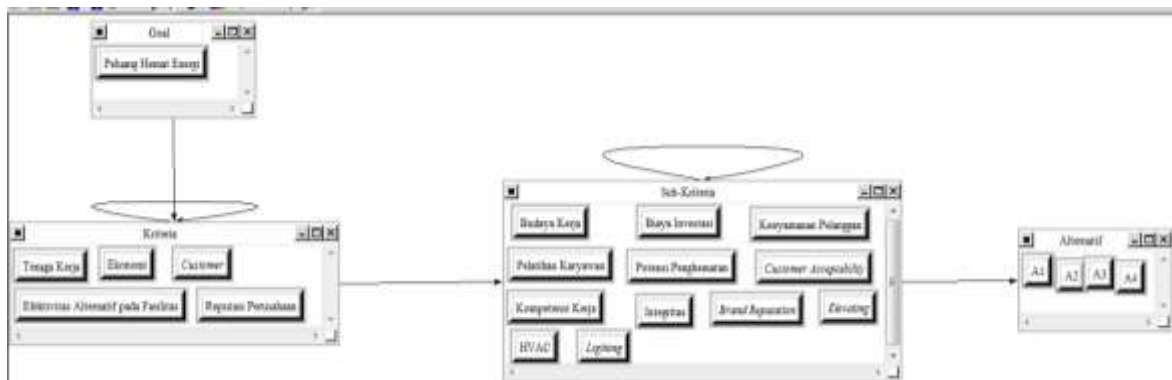
Kriteria	Sub-Kriteria
Tenaga Kerja	Budaya Kerja
	Kompetensi Kerja
	Pelatihan Karyawan
Ekonomi	Biaya Investasi
	Potensi Penghematan
Customer	Kenyamanan Pelanggan Customer Acceptability
Efektivitas Alternatif pada Fasilitas	Lighting
	HV/AC
	Elevating
Reputasi Perusahaan	Brand and Reputation
	Integritas

3.5 Pengolahan Data ANP

Berdasarkan kriteria dan sub-kriteria yang didapat, maka dibuat model ANP dengan menggunakan *Software Super Decision*. Langkah pertama pada metode ANP adalah menentukan hubungan saling ketergantungan antar kriteria dalam satu kelompok (*inner dependency*) atau antar kelompok (*outer dependency*). Model *network ANP* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Model Network ANP



Gambar 4. Model Network ANP pada Super Decision

Sementara untuk gambar model *network ANP* dengan menggunakan *Software Super Decision* dapat dilihat pada Gambar 4.

Dari data yang telah diolah dalam *software Super Decisions*, didapatkan bobot prioritas akhir untuk pemilihan alternatif peluang hemat energi seperti yang terlihat pada Gambar 5.

Hasil bobot kepentingan atau nilai prioritas untuk masing-masing kriteria dan sub-kriteria tersebut nantinya akan digunakan sebagai *input* untuk menentukan prioritas dengan metode PROMETHEE. Nilai yang akan dimasukkan dalam metode PROMETHEE dapat dilihat pada Tabel 18.

Berdasarkan Tabel 18 dapat dilihat nilai *Normalized* dari masing-masing kriteria dan sub-kriteria, sebagai contoh untuk kriteria Tenaga Kerja adalah sebesar 0,128828 dan untuk sub-kriteria Budaya Kerja adalah 0,089272, dan seterusnya.

Criteria	Normalized Value	Priority Value
A1	0.25000	0.076544
A2	0.25000	0.076544
A3	0.25000	0.076544
A4	0.25000	0.076544
Customer	0.00432	0.034384
Efektivitas Alternatif pada Fasilitas	0.43665	0.138948
Ekonomi	0.16533	0.060184
Reputasi Perusahaan	0.05815	0.021168
Tenaga Kerja	0.24555	0.089384
Biaya Investasi	0.03521	0.005015
Brand Reputation	0.00802	0.002646
Budaya Kerja	0.18791	0.061938
Customer Acceptability	0.01301	0.004292
Elevating	0.04734	0.015613
HVAC	0.21087	0.069547
Integritas	0.02407	0.007938
Kenyamanan Pelanggan	0.03904	0.012875
Kompetensi Kerja	0.07489	0.024700
Lighting	0.26935	0.088834
Pelatihan Karyawan	0.03135	0.011328
Potensi Penghematan	0.07583	0.025076

Gambar 5. Prioritas Akhir pada Software Super Decision

Tabel 18. Hasil Pembobotan Kriteria dan Sub-Kriteria Metode ANP

Kriteria		Sub-Kriteria	
Tenaga Kerja	0,128828	Budaya Kerja	0,089272
		Kompetensi Kerja	0,0356
		Pelatihan Karyawan	0,016327
Ekonomi	0,086743	Biaya Investasi	0,007228
		Potensi Penghematan	0,036142
Customer	0,049485	Kenyamanan Pelanggan	0,018557
		Customer Acceptability	0,006186
Efektivitas Alternatif pada Fasilitas	0,22909	HVAC	0,100238
		Lighting	0,128036
		Elevating	0,022503
Reputasi Perusahaan	0,030511	Brand & Reputation	0,003814
		Integritas	0,011441
Σ	0,524658		0,475342

3.6 Pemilihan Alternatif dengan Metode PROMETHEE

Penentuan nilai *judgement* kriteria dilakukan dengan melakukan pengisian kuesioner yang dilakukan oleh pihak pakar di perusahaan, manajemen energi. Nilai *judgement* untuk masing-masing kriteria pada setiap alternatif konservasi energi dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Nilai *Judgement* Kriteria pada Setiap Alternatif Konservasi Energi

No	Sub-Kriteria	Alternatif			
		Instruksi Penggunaan Fasilitas	Penyesuaian Desain dan Bangunan	Penerapan Teknologi Hemat Energi	Pelatihan dan Pengembangan SDM
1	Budaya Kerja	80	68	80	86
2	Kompetensi Kerja	78	38	68	90
3	Pelatihan Karyawan	73	30	63	87
4	Biaya Investasi	40	80	90	87
5	Potensi Penghematan	87	68	93	30
6	Kenyamanan Pelanggan	82	30	67	43
7	Customer Acceptability	82	62	68	72
8	Lighting	80	72	80	20
9	HVAC	67	65	80	42
10	Elevating	68	70	70	42
11	Brand & Reputation	72	78	77	87
12	Integritas	76	47	75	77

3.6.1 Penentuan Parameter Sub-Kriteria

Untuk menentukan nilai parameter masing-masing sub-kriteria, akan didasarkan pada nilai standar deviasi dari data nilai *judgement* untuk tiap sub-kriteria. Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai parameter (q dan p) untuk sub-kriteria budaya kerja, dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Nilai *Judgement* Sub-Kriteria Budaya Kerja

	Perubahan Instruksi Perusahaan	Penyesuaian Desain dan Bangunan	Penerapan Teknologi Hemat Energi	Pelatihan dan Pengembangan SDM
Nilai	80	68	80	86

Perhitungan nilai $|d|$ adalah mengacu pada Tabel 21 dan sesuai dengan rumus Persamaan 3, dimana d merupakan nilai *judgement* yang diperoleh dengan kuesioner untuk mengetahui seberapa besar presentase pengaruh antar masing-masing alternatif.

$$d = f(a) - f(b) \quad (\text{pers.3})$$

Tabel 21. Nilai $|d|$ Sub-Kriteria Budaya Kerja

	Instruksi Penggunaan Fasilitas	Desain Bangunan & Ruang	Teknologi Hemat Energi	Pelatihan & Pengembangan SDM
Instruksi Penggunaan Fasilitas	-	60	60	80
Desain Bangunan & Ruang	-	-	75	80
Teknologi Hemat Energi	-	-	-	75
Pelatihan Pengembangan SDM	-	-	-	-

Keterangan:

Nilai $|d|$ terendah = 60

Nilai $|d|$ tertinggi = 80

Range = 80 – 60 = 20

Pada perhitungan nilai signifikan diperoleh dengan kecenderungan (preferensi) nilai parameter adalah sebagai berikut :

$$q = Q_1 = \frac{1}{3} \times 20 = 6,67$$

$$p = 13,33$$

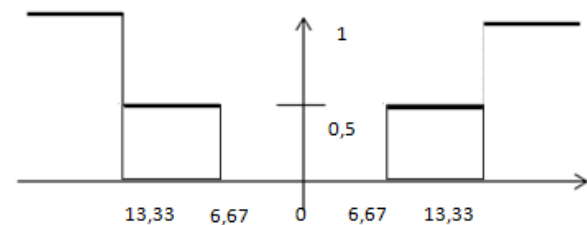
Fungsi preferensi adalah :

$$H(d) = 0 \quad \text{jika } |d| \leq q$$

$$H(d) = 0,5 \quad \text{jika } q < |d| \leq p$$

$$H(d) = 1 \quad \text{jika } p < |d|$$

Pada preferensi level, terdapat 3 kuadran yang merepresentasikan kuat-lemahnya suatu kriteria terhadap alternatif dengan nilai masing 0; 0,5; dan 1. Maka selisih nilai kriteria antar alternatif harus dibagi 3. Nilai preferensi terendah akan menghasilkan nilai preferensi pada kuadran pertama dan nilai tertinggi akan menghasilkan nilai tertinggi pada kuadran ketiga.



Gambar 6. Nilai Parameter Sub-Kriteria Budaya Kerja

3.6.2 Penentuan Nilai Preferensi

Rumus Persamaan 4 adalah rumus umum perbandingan alternatif peluang penghematan energi terhadap kriteria:

$$\Pi(a, b) = \frac{\sum_{j=1}^k w_j P_j(a, b)}{\sum_{j=1}^k w_j} \quad (\text{pers.4})$$

Berikut merupakan contoh perhitungan nilai preferensi berpasangan untuk Alternatif 1 dan Alternatif 2.

$$\prod(A1, A2) = \frac{(0,089272)1 + (0,0356)1 + \dots + (0,011441)1}{1} = 0,171197$$

$$\prod(A2, A1) = \frac{(0,089272)0 + (0,0356)0 + \dots + (0,011441)0}{1} = 0,096842$$

Hasil perhitungan nilai preferensi berpasangan untuk A1 dan A2 pada masing-masing sub-kriteria dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 22. Nilai Preferensi Berpasangan A1 dan A2

Sub-Kriteria	d	Min/Max	P(A1,A2)	P(A2,A1)
Budaya Kerja	12	Max	1	0
Kompetensi Kerja	40	Min	1	0
Pelatihan Karyawan	43	Min	1	0
Biaya Investasi	40	Min	0	1
Potensi Penghematan	1	Max	0	0
Kenyamanan Pelanggan	22	Max	1	0
Customer Acceptability	10	Max	0	0,5
Lighting	12	Max	0	0,5
HVAC	2	Max	0	0
Elevating	15	Max	0	1
Brand & Reputation	6	Max	0	0
Integritas	28	Max	1	0

Perhitungan nilai preferensi dari perbandingan antar alternatif menghasilkan matriks nilai preferensi dari setiap nilai alternatif. Matriks nilai preferensi perbandingan antar alternatif dapat dilihat pada Tabel 23.

Tabel 23. Matriks Nilai Preferensi Setiap Alternatif

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
Alternatif 1		0,171197	0,050992	0,26147
Alternatif 2	0,096842		0,050992	0,297862
Alternatif 3	0,208331	0,149454		0,3348738
Alternatif 4	0,06186	0,113085	0	

3.6.3 Perankingan Alternatif PROMETHEE

Terdapat dua jenis perankingan yang dilakukan pada metode PROMETHEE, yaitu berdasarkan urutan parsial (PROMETHEE I) dan urutan lengkap (PROMETHEE II). Urutan parsial didasarkan pada nilai *Leaving Flow* (ϕ^+) dan *Entering Flow* (ϕ^-). Nilai terbesar *Leaving Flow* (ϕ^+) merupakan alternatif yang terbaik. Sementara pada *Entering Flow* (ϕ^-), nilai yang terkecil merupakan alternatif yang terbaik.

Berikut merupakan contoh perhitungan nilai *Leaving Flow* (ϕ^+) dan *Entering Flow* (ϕ^-) untuk Alternatif 1:

$$\phi^+(A1) = \frac{1}{4-1} (0,171197 + 0,050992 + 0,26147) = 0,16122$$

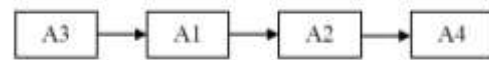
$$\phi^-(A1) = \frac{1}{4-1} (0,096842 + 0,2208331 + 0,06186) = 0,122344$$

Dari perhitungan tersebut maka dapat diketahui urutan prioritas alternatif secara parsial sesuai pada Tabel 24.

Tabel 24. Urutan Prioritas Alternatif PROMETHEE I (*Partial Ranking*)

Alternatif	Leaving Flow (ϕ^+)	Rank	Entering Flow (ϕ^-)	Rank
A1	0,161220	2	0,122344	2
A2	0,148565	3	0,144579	3
A3	0,230886	1	0,033995	1
A4	0,058315	4	0,298069	4

Gambar 7 menunjukkan urutan prioritas untuk pemilihan alternatif konservasi energi atau peluang hemat energi. Dari Gambar 7 dapat terlihat bahwa untuk urutan pertama, baik untuk *Leaving Flow* (ϕ^+) maupun *Entering Flow* (ϕ^-), adalah alternatif ketiga, yaitu penerapan teknologi hemat energi.



Gambar 7. *Partial Ranking* Alternatif

Karena hasil urutan prioritas untuk *Leaving Flow* (ϕ^+) dan *Entering Flow* (ϕ^-) telah *comparable*, maka tidak perlu lanjut untuk ke tahap PROMETHEE II.

3.3 Rekomendasi Alternatif

Berdasarkan hasil rekomendasi jenis alternatif konservasi energi yang telah dijelaskan sebelumnya, maka sebaiknya pihak manajemen energi PT.XYZ untuk lebih fokus dalam penerapan teknologi hemat energi.

Rekomendasi terkait terpilihnya alternatif penerapan teknologi hemat energi, yaitu :

1. Menggunakan teknologi HF *Frequency*
2. Menggunakan sensor cahaya dan sensor gerak untuk menyalakan dan mematikan lampu secara otomatis
3. Mengganti semua lampu TL (*Tuber Lamp*) dengan lampu LHE (Lampu Hemat Energi)
4. Menerapkan teknologi hemat energi pada system pendingin t=ruangan seperti *Multi*

Speed Variable Drive, untuk mengatur sirkulasi dari Freon sesuai kebutuhan

5. Menggunakan *Inverter* dan *Eco-Patrol*

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil audit energi listrik pada PT.XYZ didapatkan perhitungan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) yang dimiliki oleh PT.XYZ selama periode Maret-Agustus 2014 berdasar Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung SNI 03-6196-2000 berada pada kategori boros untuk klasifikasi gedung ber-AC dengan standar nilai sebesar 19,17-23,75 kWh/m²/bulan, sehingga dapat dilakukan audit energi lebih rinci dengan menghitung nilai IKE masing-masing ruangan.
2. Terdapat 4 jenis alternatif peluang penghematan energi yang dapat direkomendasikan untuk diterapkan di PT.XYZ, yaitu:
 - a. Penerapan teknologi hemat energi
 - b. Pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia
 - c. Perubahan SOP penggunaan fasilitas perusahaan
 - d. Penyesuaian desain bangunan perusahaan
3. Dari hasil pengolahan data menggunakan metode PROMETHEE, didapatkan bahwa rekomendasi alternatif jenis konservasi energi yang optimal untuk PT.XYZ adalah Penerapan Teknologi Hemat Energi (A3).

Daftar Pustaka

Adipramadan, T.R., Ciptomulyono, U., (2012), *Audit Energi dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE untuk Konservasi serta Efisiensi Listrik di Rumah Sakit Haji Surabaya*, Unpublished Thesis, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November

Apriyanto, H., Ciptomulyono, U., (2011), *Audit Energi dan Analisis Pemilihan Alternatif Manajemen Energi Hotel dengan Pendekatan Metode MCDM-PROMETHEE*, Unpublished Thesis, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November

Badan Standarisasi Nasional. (2000), *Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung*, <https://mmbeling.files.wordpress.com/2008/09/sni-03-6390-2000.pdf>, diakses pada hari Senin, 11 Agustus 2014 Pk.08.00 WIB.

Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2013), *Penetapan Indikator Kinerja di Lingkungan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral*, <http://prokum.esdm.go.id/permen/2013/Permen%20ESDM%2013%202013.pdf>, diakses pada hari Senin, 11 Agustus 2014 Pk.08.30 WIB.

Pasisarha, S.D., Hadi, S.P. (Pembimbing 1) dan Tiyono (Pembimbing 2). (2012), *Evaluasi IKE Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik di Kampus Polines*, Unpublished Thesis, Semarang: Politeknik Negeri Semarang

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70. (2009), *Konservasi Energi*, http://hukum.unsrat.ac.id/pp/pp2009_70.pdf, diakses pada hari Rabu, 10 September 2014 Pk.13.15 WIB.

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5. (2006), *Kebijakan Energi Nasional*, http://www.batan.go.id/ref_utama/perpres_5_2006.pdf, diakses pada hari Rabu, 10 September 2014 Pk.13.38 WIB.

Rianto, A., Soedjatmiko (Pembimbing 1) dan Subiyanto (Pembimbing 2), (2007), *Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Pengkondisian Udara di Hotel Santika Premiere Semarang*, Unpublished Thesis, Semarang: Universitas Negeri Semarang