

Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi Menggunakan Metode MCDM-PROMETHEE pada Sistem peralatan Listrik di Kantor PT TASPEN (Persero) Cabang Malang

¹Faradilla Suradiah Pramesty, ²Diding Suhardi, ³Ilham Pakaya

¹Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang

²Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang

³Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang

¹pramestyfara@gmail.com, ²diding.suhardi@gmail.com, ³ilhampakaya@gmail.com

Abstract - Electrical energy is important for industry, one of which is offices. Office buildings are industries with a high level of dependence on electrical energy for the operation of their business, therefore it is necessary to conserve energy concernig harmonize use electricity. additionally this research, energy conservation is carried out in the PT. Taspem (Persero) Malang Branch, by auditing the electrical equipment system in the building. So that it can determine the Energy Consumption Intensity (IKE) according to efficient standards or not. Then it can determine what Energy Saving Opportunities can be applied using the PROMETHEE decision-making method. The working method starts from collecting literature study data and data collection and measurement documents, to analyzing the data has been exist. From the data obtained, the use of electricity in the PT. Taspem (Persero) Malang Branch of 68486.16 kWh/year with a building area of 512.82 m². Then the IKE analysis was found to have a value of 133.55 kWh/m²/year, which according to Indonesian Satandard National (SNI) is efficient. To be more efficient, PHE suggestions are given, namely no-cost, low cost, and high cost (high cost). Assisted by PROMETHEE method as a ranking or decision making which PHE will be prioritized to be applied in the building, namely the selected no-cost savings with the highest net flow value of 0.6.

Keywords — *Audit Energy, Conservation Energy, Energy Consumption Intensity, Energy Saving Opportunity, PROMETHEE*

Abstrak— Energi Listrik merupakan hal yang penting untuk perindustrian, salah satunya perkantoran. Gedung perkantoran termasuk industri yang tingkat ketergantungan energi listriknya tinggi untuk penjalanan usahanya, maka dari itu perlu dilakukannya konservasi energi guna menyelaraskan penggunaan listriknya. Seperti pada penelitian ini, dilakukan konservasi energi di gedung PT. Taspem (persero) Cabang Malang, dengan mengaudit sistem peralatan listrik yang ada di gedung. Sehingga dapat menentukan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) yang sesuai standar efisien atau tidak. Kemudian dapat menentukan Peluang Hemat Energi apa yang bisa di terapkan memakai metode pengambilan keputusan PROMETHEE. Dengan prosedur pengerjaan mulai dari pengumpulan data studi literatur dan dokumen pendataan dan pengukuran, hingga menganalisa data yang telah didapatkan. Dari data yang didapatkan penggunaan listrik di gedung PT. Taspem (persero) Cabang Malang sebesar 68486.16

kWh/Tahun dengan luas bangunan 512.82 m². Kemudian dianalisa IKE nya ditemukan nilai sebesar 133.55 kWh/m²/Tahun, dimana sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) termasuk efisien. Untuk lebih efisien diberikan saran PHE ialah tanpa biaya, biaya rendah, dan biaya tinggi. Dibantu dengan metode PROMETHEE sebagai perangkungan atau pengambilan keputusan PHE mana yang akan di prioritaskan untuk diterapkan di gedung yaitu didapatkan penghematan no-cost yang terpilih dengan nilai net flow tertinggi 0.6.

Kata Kunci — *Audit Energi, Konservasi Energi, Intensitas Konsumsi, Peluang Hemat Energi, PROMETHEE*

I. PENDAHULUAN

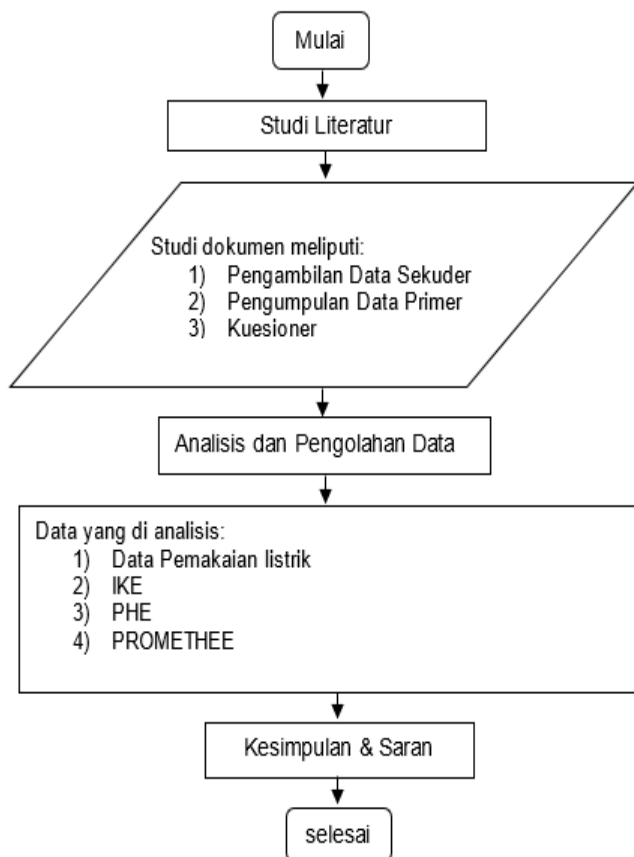
Tenaga listrik adalah kebutuhan krusial untuk insan, baik di perkantoran, di industri maupun dalam kehidupan sehari-hari. Perihal ini dibarengi seraya tumbuhnya perseroan membutuhkan dan membuat alat elektronik [1]. Seiring perkembangan era globalisasi, terjadilah suatu proses yang tidak seimbang atau tidak sesuai dengan penggunaan energi dengan. Jika penggunaan tenaga listrik kurang ekonomis, maka pemakaian listrik kian tidak terbatas hingga menaikkan porto listrik. Kondisi ini dipicu dari meningkatnya konsumsi listrik dalam aktivitas keseharian, sehingga diperlukan tindakan yang sesuai mengontrol konsumsi energi tersebut [2]. Untuk mengatasi pemborosan konsumsi energi yang akan mengakibatkan peningkatan pembayaran listrik, maka perlu dilakukan efisiensi energi. Beberapa prosedur banyak digunakan dalam penerapan energi listrik ialah metode konservasi, yaitu penurunan anggaran dengan taktik tata laksana energi. Audit Energi merupakan prosedur meperkirakan taraf pemakaian energi suatu bangunan. Hasil energi tersebut disamakan pada standar nasional, lalu mencari penyelesaian hemat energi bila taraf konsumsi tersebut di atas standar [3].

Sangat penting mengevaluasi berbagai masalah yang terkait dengan masalah ini dalam upaya perusahaan memaksimalkan efektivitas pemakaian sumber energi. metode dalam meninjau banyak kriteria saat menentukan keputusan ialah *multicriteria decison making* (MCDM). Sebagian teknik sudah dikembangkan demi analisis menggunakan beberapa kriteria ini. Diantaranya *Preference*

Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) ialah prosedur memutuskan susunan (prioritas/ranking) saat menganalisis multi-kriteria. Di sini alternatif dan kriteria dievaluasi serta membuat peringkat akhir dibuat untuk keputusan akhir [4].

Alasan utama mengevaluasi pola energi listrik dan menganalisisnya ialah untuk menerapkan program penghematan energi atau manajemen energi. Pengembangan langkah-langkah penghematan listrik dibutuhkan ketika mengevaluasi Intensitas Konsumsi Energi listrik (IKE) berperan dalam memverifikasi berapa berlebihan listrik yang digunakan pada suatu institusi. Masih banyak instansi pemerintah di Indonesia belum di efisienkan, akhirnya belum ketahuan apakah gedung tersebut sudah memenuhi SNI 03-6196-2000 [5].

II. METODE PENELITIAN



Berdasarkan flowchart yang tergambar diatas dapat dijabarkan dengan berikut.

A. Studi Literatur

Pada kajian ini menyiapkan serta memahami landasan aturan penyokong juga mencari acuan teori terkait konservasi, audit, IKE, dan PROMETHEE dimana hasil studi literatur tersebut dijelaskan sebagai berikut:

- Konservasi Energi Konservasi atau penghematan energi merupakan pengurangan pemakaian energi yang optimal dan efektif tanpa mengurangi penggunaan tenaga yang ada.
- Audit Energi Audit proses yang menilai gedung dengan memanfaatkan juga menganalisis peluan energi demi meminimalkan pemakaian.
- Intensitas Konsumsi Energi (IKE) IKE ialah tingkat penggunaan listrik, yaitu per satuan luas gedung pertahun. IKE ditentukan berdasarkan audit awal yang tersedia di akomodasi perusahaan berhubungan[5].
- PROMETHEE Prosedur ini menetapkan urutan (prioritas) atau perankingan dengan analisis multi kriteria menurut J-P Branz et al. Yang dimana mementingkan kejelasan, dan kestabilan dan segala ukuran mempunyai nilai terhubung dengan outranking [6].

B. Studi Dokumen

Studi ini bertujuan mendapatkan data gedung kantor PT. TASPEN (Persero) Cabang Malan. Di langkah ini terbagi 3 langkah kegiatan pengambilan data:

1. Pengumpulan Data Sekunder

Data dikumpulkan yaitu konsumsi energi gedung di tahun 2020. Informasi dikumpulkan melalui diskusi dengan pihak manajemen yang berkaitan dengan permasalahan yang ada yaitu seperti data daya lampu (watt), daya AC dan kapasitas AC, serta luas ruangan. Pengumpulan data dimasukan ke dalam tabel excel (gambar 2) untuk mempermudah pengkajian.

Nama Ruang	Lokasi	Luas Ruang (m ²)	Jumlah AC (Buah)	Daya AC (Watt)	Jumlah Lampu LED (TL)	Daya Lampu (Watt)	Lama nyala (Jam)	Jumlah Komputer/PC (Buah)	Daya Komputer/PC (Watt)	Jumlah dispenser (Buah)	Daya Dispenser (Watt)	Jumlah speaker (Buah)	Daya Speaker (Watt)	Lama nyala			Watt dalam sehari (Watt)
														Komputer/PC	Dispenser	Speaker	

Gambar 2. Tabel Data Sekunder

2. Pengumpulan Data Primer

Data ini dilakukan dengan pengecekan pada ruangan. Faktor yang diamati yaitu lux dari tiap ruangan di gedung PT. Taspem (persero) Cabang Malang dengan menggunakan smart sensor AS803.



Gambar 3. Digital Lux Meter Smart Sensor AS803

3. Kuesioner

Kuesioner ini untuk menentukan prioritas perancangan untuk setiap alternatif dan kriteria. Pengisian kuesioner ini dilakukan dengan cara memberikan google form serta berdiskusi kepada pihak manajemen terkait setelah menemukan solusi untuk Peluang Hemat Energi (PHE). Dari pengisian form tersebut kemudian nilainya di hitung dengan memanfaatkan prosedur PROMETHEE. Berikut muatan kuesioner tersebut:

- Kriteria biaya untuk alternatif.
- Kriteria kenyamanan untuk alternatif.
- Kriteria pengaruh penerapan untuk alternatif.
- Kriteria efektifitas alternatif pada aktivitas untuk alternatif.
- Kriteria tenaga kerja untuk alternatif.

C. Analisis dan Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data-data yang telah ditentukan kemudian melakukan analisis pada data tersebut yang akan di paparkan pada bab hasil dan pembahasan. Data yang dianalisis yaitu data konsumsi energi, perhitungan IKE, menentukan PHE dan perhitungan PROMETHEE, yang selanjutnya akan dijelaskan pada subab di bawah ini.

1. Data Konsumsi Energi

Data yang diolah yaitu data konsumsi energi tahun 2020 di hitung menggunakan excel sehingga didapatkan daya terpakainya (kWh). Data yang dihitung dan yang tertera dalam tabel excel meliputi:

- Nama ruangan
- Jenis beban
- Jumlah beban
- Lux lampu yang diukur
- Daya beban (Watt)
- Waktu nyala (jam)
- Energi terpakai (kWh)
- Biaya terpakai (Rp.)

2. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Setelah mengetahui berapa konsumsinya selanjutnya menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) agar tahu gedung tersebut sudah termasuk efisien atau belum sesuai dengan penunjang audit energi listrik SNI 03-6196-2000 sebagai acuan penentuan pada Peluang Hemat Energi (PHE) dimana dengan cara membagi dari total daya terpakai (kWh/bulan atau kWh/tahun) dengan luas bangunan gedung (m²) sesuai dengan rumus:

$$IKE = \frac{\text{Pemakaian Energi (kWh)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}}$$

3. Peluang Hemat Energi (PHE)

Mencari solusi PHE dengan cara berdiskusi dengan pihak manajemen terkait untuk di terapkan di gedung PT. Taspem (persero) Cabang Malang jika gedung tersebut di atas sangat efisien. Jika efisien tetap diberikan solusi penghematan guna lebih mengefisienkan gedung tersebut.

4. PROMETHEE

Setelah menentukan PHE apa yang akan diterapkan selanjutnya melakukan perhitungan metode PROMETHEE sebagai perancangan atau alat bantu pengambilan keputusan guna memilih prioritas untuk solusi PHE. Langkah perhitungan yang harus dilakukan dengan PROMETHEE yaitu:

- Menentukan alternatif.
- Menetapkan kriteria.
- Memutuskan jenis preferensi. Tipe digunakan yaitu Kriteria Biasa (Usual Criterion).

$$H(d) = \begin{cases} 0 & d = 0 \\ 1 & |d| > 0 \end{cases}$$

Yang mana jika nilai perbandingan preferensinya < 0 atau $= 0$ maka preferensinya 0, jika nilai perbandingan preferensinya > 0 maka preferensinya bernilai 1.

- Menghitung nilai perbandingan preference berdasarkan tipe preferensi.
- Perhitungan indeks preferensi.
- Perhitungan akhir pemeringkatan berdasarkan entering flow, leaving flow, dan net flow.

D. Kesimpulan & Saran

Setelah melakukan analisa dan perhitungan seperti tahapan sebelumnya, kemudian pada tahapan akhir membuat kesimpulan dan saran. Kesimpulan ini berupa rangkuman dari keseluruhan analisa tugas akhir yang disesuaikan dengan tujuan penelitian yang telah di rencanakan. Kemudian saran ini berupa apa saja yang kurang untuk disertasi ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Daya Kelistrikan Terpakai

Untuk mengetahui besarnya pemakaian listrik yang digunakan dapat dilihat pada kegiatan perusahaan berdasarkan agenda aktivitas yang ada, interview serta observasi lapangan. Biaya untuk beban terpakai ialah beban digunakan tiap-tiap hari, dalam hal ini beban tersebut dilihat aktivitas penggunaan ruangan serta alat elektronik di hari kerja [7]. Berikut data biaya per hari dimana didapatkan oleh hasil kali dengan harga daya PLN 200 KVA Golongan B-2/TR pada tahun 2020 sebesar Rp 1.467 [8].

Tabel 1. Penggunaan Energi Listrik dan Biaya

No	Lokasi	Total (Watt)	Energi Terpakai (kWh)	Biaya (Rp)
1	Lantai 1 Office	16010	121.861	Rp178,770
2	Lantai 2 Office	12575	99.268	Rp145,626
3	Lantai 3 Office	5203	39.076	Rp57,324
4	Lantai Basement	2666	19.97	Rp29,296
5	Halaman	120	1.44	Rp2,112
Jumlah		36574	281.615	Rp413,129

B. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

IKE ialah angka dipakai sebagai indikator mengukur energi yang digunakan [9].

$$\begin{aligned} \sum \text{kWh Tahunan} &= \sum \text{kWh Mingguan} \times 12 \\ &= 5707.18 \times 1 \\ &= 68486.16 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Luas bangunan PT. Taspem (persero) Cabang Malang ialah 512.82 m². Konsumsi energi listrik PT. Taspem (persero) Cabang Malang dalam sebulan yaitu 5707.18 kWh diakumulasikan dalam setahun maka 68486.16 kWh. Berikut adalah perhitungan IKE pada bangunan:

$$\text{IKE} = \frac{\text{Konsumsi Energi Listrik (kWh)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}}$$

- IKE per Tahun

$$\text{IKE} = \frac{68486.16 \text{ kWh/Tahun}}{512.82 \text{ m}^2} = 133.55 \text{ kWh/m}^2\text{/Tahun}$$

Tabel 2. Standar IKE untuk Instansi [10]

Nama Gedung	IKE (kWh/m ² /tahun)
Perusahaan	240
Swalayan	330
Apartment	300
Hospital	380

Dari hasil IKE yang didapatkan yaitu 121.74 kWh/m² Tahun sesuai dengan Standar IKE untuk jenis perkantoran (perusahaan) PT. Taspem (Persero) Cabang Malang termasuk Efisien menurut tabel 2

C. Peluang Hemat Energi (PHE)

Demi lebih memaksimalkan penghematan energi, ada beberapa usulan penghematan.

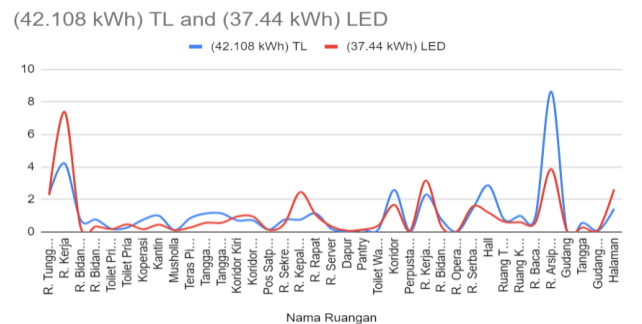
1. Peluang Penghematan *No-cost*

Hemat energi yang tidak dibiayai dan dapat dicapai dengan mengubah sikap pemakai energi dengan melaksanakan tindakan ekonomis [11]. Berikut ini contoh potensi hemat energi *no-cost* yang bisa direalisasikan:

- Meningkatkan perilaku hemat energi kepada karyawan dengan mematikan perangkat listrik saat tidak digunakan.
- Menempatkan himbauan menghemat energi di berbagai tempat di Gedung.
- menjalankan perawatan peralatan listrik dengan berkala.

2. Peluang Penghematan *Low Cost*

Penghematan ini memerlukan biaya murah, yang dimana melakukan potensi ini mampu mengurangi 5-15% energi [11]. Pengefisienan yang dilaksanakan yaitu mengganti lampu tipe TL dengan tipe lampu LED.



Grafik 1. Perbandingan kWh pada Lampu TL diganti LED

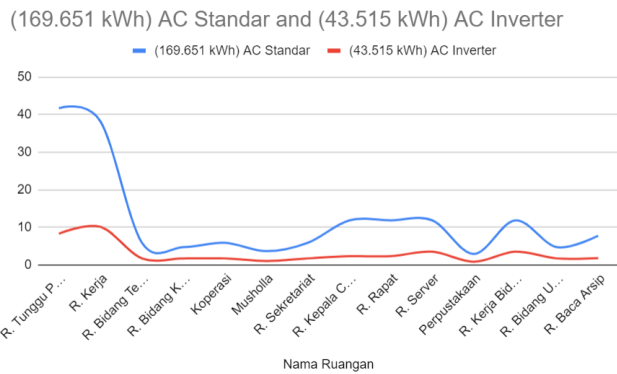
Penghematan didapatkan 37.44 kWh dari sebelum penghematan lampu 42.108 kWh.

$$\begin{aligned} \text{Setelah penggantian} &= \sum \text{ daya terpakai lampu sebelum} - \sum \text{ daya terpakai sesudah} \\ &= \sum 42.108 \text{ kWh} - \sum 37.44 \text{ kWh} \\ &= 4.7 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Jadi energi yang terhemat sehabis dilakukan pembaruan TL ke lampu LED ialah 4.7 kWh.

3. Peluang Penghematan *High Cost*

Penghematan ini membutuhkan biaya investasi tinggi yang dapat menghemat 15 – 30% energi [11]. Penghematan yang dilakukan ialah mengubah ke AC inverter yang hemat tenaga serta ekonomis.



Grafik 2. Perbandingan kWh pada AC standar diganti ke AC Inverter

Penghematan AC didapatkan 43.515 kWh dari sebelum penghematan AC 169.651 kWh.

$$\begin{aligned} \text{Setelah penggantian} &= \sum \text{ daya terpakai AC sebelum} - \sum \text{ daya penghematan} \\ &= \sum 169.651 \text{ kWh} - \sum 43.515 \text{ kWh} \\ &= 126.136 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Jadi energi yang terpakai setelah dilakukan penggantian AC Standar ke AC Inverter adalah 126.136 kWh.

D. Perhitungan PROMETHEE

1. Penentuan Alternatif dan Kriteria

Dari peluang hemat energi yang telah dilakukan memunculkan beberapa saran penghematan energi untuk Gedung Kantor PT. Taspen (Persero) Cabang Malang (tabel 3).

Tabel 3. Penentuan Alternatif

Kode	Saran PHE
A1	No-cost
A2	Low Cost
A3	High Cost

Ada 5 kriteria yang menjadi patokan untuk menentukan alternatif peluang hemat energi (PHE). Kelimanya berkaitan dengan apa saja yang harus dilihat ketika akan melakukan efisiensi energi listrik (tabel 5).

Tabel 5. Penentuan Kriteria

Kode	Nama Kriteria	Keterangan
K1	Biaya	Bertautan dengan pertimbangan finansial atau anggaran perusahaan untuk pengelolaan energi gedung perkantoran serta memungkinkan manfaat yang didapatkan dari pelaksanaan program konservasi.
K2	Kenyamanan	Berhubungan mengenai risiko kenyamanan dan tingkat penyesuaian yang diinginkan dari klien serta karyawan kantor.
K3	Pengaruh Penerapan	Bersangkutan dalam hal dampak konservasi energi pada pegawai hingga klien.
K4	Evektivitas Alternatif pada Fasilitas	Bertautan dari sisi akomodasi menjadi pengutamakan tipe alternatif konservasi akan dilakukan di gedung kantor.
K5	Tenaga Kerja	Bersangkutan dari segi sdm dalam mengerjakan solusi konservasi. Seberapa mudah budaya serta keterampilan yang diperlukan demi melakukan alternatif penghematan.

2. Perhitungan Indeks Preferensi

Dari hasil pembobotan, dilakukan decision maker melalui nilai google form serta diskusi dengan pihak manajemen terkait. Didapatkan hasil dari perbandingan antara alternatif dengan mengurangi nilai alternatif A1 dan A2 dan seterusnya, lalu hitung nilai preferensi sesuai tipe preference yang digunakan.

Tabel 6. Perbandingan Preferensi antara Alternatif

Kriteria	A1, A2	A1, A3	A2, A1	A2, A3	A3, A1	A3, A2
K1	2	1	-2	-1	-1	1
K2	0	-1	0	-1	1	1
K3	1	1	-1	0	-1	0
K4	2	2	-2	0	-2	0
K5	1	0	-1	-1	0	1

Saat sudah diketahui perferensinya dimasukkan dalam bentuk matriks sesuai dengan kriterianya. Karena disini menggunakan Promethee tipe 1 yang dimana $H(d) = \begin{cases} 0 & d = 0 \\ 1 & |d| > 0 \end{cases}$

Tabel 7. Matriks preference K1

K1	A1	A2	A3
A1	0	1	1
A2	0	0	0
A3	0	1	0

Dari tabel diatas diketahui hasil preferensi bernilai 0 dikarenakan hasil perbandingan preferensinya < 0 atau = 0. Sedangkan preferensi bernilai 1 dikarenakan hasil perbandingan preferensinya > 0. Hampir semua 0 kecuali A1-A2 lalu A1-A3 serta A3-A2.

Tabel 8. Matriks Preference K2

K2	A1	A2	A3
A1	0	0	0
A2	0	0	0
A3	1	1	0

Dari tabel diatas diketahui hasil preferensi bernilai 0 dikarenakan hasil perbandingan preferensinya < 0 atau = 0. Sedangkan preferensi bernilai 1 dikarenakan hasil perbandingan preferensinya > 0. Hampir semua 0 terkecuali A3-A1 serta A3-A2

Tabel 9. Matriks Preference K3

K3	A1	A2	A3
A1	0	1	1
A2	0	0	0
A3	0	0	0

Dari tabel diatas diketahui hasil preferensi bernilai 0 dikarenakan hasil perbandingan preferensinya < 0 atau = 0. Sedangkan preferensi bernilai 1 dikarenakan hasil perbandingan preferensinya > 0. Semua 0 hanya A1-A2 dan A1-A3 bernilai 1

Tabel 10. Matriks Preference K4

K4	A1	A2	A3
A1	0	1	1
A2	0	0	0
A3	0	0	0

Dari tabel diatas diketahui hasil preferensi bernilai 0 dikarenakan hasil perbandingan preferensinya < 0 atau = 0. Sedangkan preferensi A3 bernilai 1 dikarenakan hasil perbandingan preferensinya > 0. Sama seperti tabel sebelumnya.

Tabel 11. Matriks Preference K5

K5	A1	A2	A3
A1	0	1	0
A2	0	0	0
A3	0	1	0

Dari tabel diatas diketahui hasil preferensi 0 dikarenakan hasil perbandingan preferensinya < 0 atau = 0. Sedangkan preferensi bernilai 1 dikarenakan hasil perbandingan preferensinya > 0. Cuma A1-A2 serta A3-A2 bernilai 1.

Setelah menghitung perbandingan dan preferensi selanjutnya menghitung indeks preferensi multikriteria, yang dimana jumlah kriteria dikalikan dengan jumlah nilai preferensi dari perbandingan alternatif.

- $A1, A1 = \frac{1}{5}(0 + 0 + 0 + 0 + 0) = 0$
- $A1, A2 = \frac{1}{5}(1 + 0 + 1 + 1 + 1) = 0.8$
- $A1, A3 = \frac{1}{5}(1 + 0 + 1 + 1 + 0) = 0.6$
- $A2, A1 = \frac{1}{5}(0 + 0 + 0 + 0 + 0) = 0$
- $A2, A2 = \frac{1}{5}(0 + 0 + 0 + 0 + 0) = 0$
- $A2, A3 = \frac{1}{5}(0 + 0 + 0 + 0 + 0) = 0$
- $A3, A1 = \frac{1}{5}(0 + 1 + 0 + 0 + 0) = 0.2$
- $A3, A2 = \frac{1}{5}(1 + 1 + 0 + 0 + 1) = 0.6$
- $A3, A3 = \frac{1}{5}(0 + 0 + 0 + 0 + 0) = 0$

Hasil indeks preferensi multikriteria tersebut dimasukan kedalam matriks sebagai berikut:

Tabel 12. Indikator Pilihan Multikriteria

	A1	A2	A3
A1	0	0.8	0.6
A2	0	0	0
A3	0.2	0.6	0

3. Menghitung *Leaving Flow, Entering Flow & Net flow*
 Berikut hitungan tahap akhir:

1. *Leaving flow*

- $\varphi^+(A1) = \frac{1}{3-1} \times (0 + 0.8 + 0.6) = 0.7$
- $\varphi^+(A2) = \frac{1}{3-1} \times (0 + 0 + 0) = 0$
- $\varphi^+(A3) = \frac{1}{3-1} \times (0.2 + 0.6 + 0) = 0.4$

2. *Entering Flow*

- $\varphi^-(A1) = \frac{1}{3-1} \times (0 + 0 + 0.2) = 0.1$
- $\varphi^-(A2) = \frac{1}{3-1} \times (0.8 + 0 + 0.6) = 0.7$
- $\varphi^-(A3) = \frac{1}{3-1} \times (0.6 + 0 + 0) = 0.3$

3. *Net Flow*

- $\varphi(A1) = (0.7 - 0.1) = 0.6$
- $\varphi(A2) = (0 - 0.7) = -0.7$
- $\varphi(A3) = (0.4 - 0.3) = 0.1$

Perangkingan alternatif terpilih atau diprioritaskan yaitu A1 dilihat dari nilai *net flow* nya 0.6 yang dimana A1 adalah alternatif *No-Cost*. Kemudian A3 dengan nilai 0.1 dimana

A3 adalah alternatif *High Cost*, kemudian di ranking terakhir A2 nilai *net flow* -0.7 adalah alternatif *Low Cost*.

IV. KESIMPULAN

Hasil disertasi yang dikerjakan berdasarkan tujuan dapat dirangkum bahwa konsumsi energi listrik PT. Taspen (Persero) Cabang Malang kurun satu tahun sebesar 68486.16 kWh. Biaya yang dibayarkan sebesar Rp100,469,136. Dari Luas bangunan PT. Taspen (persero) Cabang Malang 512.82 m². Dari sini dihitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) senilai 121.74 kWh/m² sehingga PT. Taspen (persero) Cabang Malang termasuk kategori efisien. Dari IKE yang didapatkan, disarankan 3 (tiga) solusi penghematan yang bisa diaplikasikan di PT. Taspen (persero), yaitu pertama *No-Cost* dimana peluang hemat energi *no-cost* yang bisa dilaksanakan PT. Taspen (persero) Cabang Malang yaitu: 1) Mengoptimalkan perilaku lebih hemat energi kepada karyawan; 2) Menempatkan himbauan untuk menghemat energi di berbagai tempat; 3) Melakukan perawatan dan pembersihan peralatan kelistrikan secara berkala. Kedua *Low Cost* dimana dari perhitungan untuk penghematan lampu didapatkan sebesar 37.44 kWh dari sebelum penghematan lampu sebesar 42.108 kWh. Ketiga *High Cost* dimana untuk penghematan AC yang didapatkan sebesar 43.515 kWh dari sebelum penghematan AC sebesar 169.651 kWh. Didapatkan dari hasil perhitungan metode PROMETHEE demi solusi Peluang Hemat Energi yang di prioritaskan untuk diterapkan di PT. Taspen (persero) Cabang Malang adalah alternatif A1, yaitu *No-Cost*.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. P. Djamaludin et al., "Audit Energi Gedung Rektorat Universitas Sam Ratulangi Manado," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 3, pp. 277–284, 2018, doi: 10.35793/jtek.7.3.2018.22502.
- [2] B. A. Raharjo, U. Wibawa, and H. Suyono, "Studi Analisis Konsumsi dan Penghematan Energi di PT. P.G. Kreet Baru I," *J. Mhs. TEUB*, vol. 2, no. 1, pp. 1–5, 2014.
- [3] P. D. Yoga Prasetya, Drs. Ir. Moch. Dhofir, MT., Hadi Suyono, ST., M.T., "ANALISIS PENINGKATAN EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA SISTEM PENCAHAYAAN DAN AIR CONDITIONING (AC) DI GEDUNG PERPUSTAKAAN UMUM DAN ARSIP DAERAH KOTA MALANG," *Univ. Brawijaya Malang*, p. 7, 2014.
- [4] M. Djunaidi and E. Setyaningsih, "PEMILIHAN ALTERNATIF PENGHEMATAN ENERGI PADA PROSES PRODUKSI BATIK CAP DENGAN MENGGUNAKAN METODE MCDM-PROMETHEE," *Spektrum Ind.*, vol. 15, no. 2, pp. 121–255, 2017.
- [5] D. S. Pasisarha, "Evaluasi IKE Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik di Kampus Polines," *Jtet*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2012.
- [6] J. P. Brans, P. Vincke, and B. Mareschal, "How to select and how to rank projects: The Promethee method," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 24, no. 2, pp. 228–238, 1986, doi: 10.1016/0377-2217(86)90044-5.
- [7] I. M. Daulay, "Analisis Audit Energi Listrik Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Pt.Kamadjaja Logistik Unilever Medan," 2020.
- [8] Kementerian Energi dan Sumber Indonesia, "Realisasi Tariff Adjustment tahun2017 s.d 2021," 2020.
- [9] A. W. Biantoro and D. S. Permana, "Analisis Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Energi Di Gedung Ab, Kabupaten Tangerang, Banten," *J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, p. 24, 2017, doi: 10.22441/jtm.v6i2.1186.
- [10] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, "Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 13 Tahun 2012 Tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik," *Jar. Dokumentasi dan Inf. Huk.*, pp. 1–14, 2012, [Online]. Available: <https://jdih.esdm.go.id>.
- [11] D. S. R. I. Indarto, "TUGAS AKHIR AUDIT ENERGI DI PT NASMOCO MAJAPAHIT SEMARANG," *Jur. Tek. ELEKTRO Fak. Tek. Univ. SEMARANG SEMARANG*, 2019.