

Analisis Audit dan Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik Pada Sistem Pencahayaan dan Air Conditioning (AC) di Gedung Kantor BPJS Daerah Kota Malang dengan Pendekatan AHP

¹Genio Shafyyar Fahmi, ²Diding Suhardi, ³Widianto

¹Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang

²Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang

³Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang

¹shafyyar@webmail.umm.ac.id, ²diding@umm.ac.id, ³widianto@umm.ac.id

Abstract — The increase in electrical energy is increasing day by day, where all human activities require electrical energy. To reduce the increase in electrical energy, an energy audit is carried out. As in the BPJS office in Malang City, in order to make electricity use more efficient, an energy audit is conducted. Energy audit conducted on the use of Air Conditioner (AC) and lighting. To audit the BPJS building, Malang City must know the power used, so that the Energy Consumption Intensity (IKE) can be calculated and can determine the Energy Saving Opportunities (PHE) that will be applied the Analytical Hierarchy Process (AHP) decision-making method. The method is undertaken by collecting literature studies and data on building energy use. The use of energy in the BPJS building in Malang City, the AC load for one day is 257.88 kWh and the lamp load is 23,584 kWh in a day. In the calculation of kWh power per month is 5661,472 kWh and per year is 67937,664 kWh. Then according to the Indonesian National Standard, the results of the IKE of the BPJS building in Malang City are efficient where the results are 99.7 kWh/m²/year. Then the PHE to be implemented at the Malang City BPJS Office, namely replacing the types of lights and air conditioners, reducing the use of lights during the day, employees' habits of using electricity. The application of the AHP method in determining decisions for PHE that will be applied with the highest value, namely energy saving actions from employees with a value of 0.3321972701.

Keywords — Energy, Energy Audit, Decision Making, Analytical Hierarchy Process (AHP), Energy Consumption Intensity (IKE)

Abstrak — Peningkatan energi listrik semakin hari meningkat, dimana semua aktivitas manusia membutuhkan energi listrik. Untuk mengurangi peningkatan energi listrik dilakukan dengan cara audit energi. Seperti di kantor BPJS Kota Malang demi mengoptimalkan penggunaan listrik, dilakukan audit energi. Audit energi yang dilakukan pada penggunaan Air Conditioner (AC) dan pencahayaan lampu. Untuk mengaudit gedung BPJS Kota Malang harus mengetahui daya yang digunakan, sehingga dapat dihitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan dapat menentukan Peluang Hemat Energi (PHE) yang Akan diterapkan dengan menggunakan metode pengambilan keputusan Analytical Hierarchy Process (AHP). Metode dilakukan dengan pengumpulan studi literatur dan data penggunaan energi gedung. Penggunaan energi di gedung BPJS Kota Malang beban AC selama satu hari sebesar 257.88 kWh dan untuk beban lampu sebesar 23.584 kWh dalam sehari.

Dalam perhitungan daya kWh per bulannya sebesar 5661.472 kWh dan per tahunnya sebesar 67937.664 kWh. Kemudian sesuai dengan Standar Nasional Indonesia hasil dari IKE gedung BPJS Kota Malang termasuk efisien dimana hasilnya 99.7 kWh/m²/Tahun. Lalu PHE untuk diterapkan di Kantor BPJS Kota Malang yaitu penggantian jenis lampu dan AC, mengurangi penggunaan lampu di siang hari, kebiasaan pegawai terhadap penggunaan listrik. Penerapan metode AHP dalam menentukan keputusan untuk PHE yang akan diterapkan dengan nilai tertinggi yaitu tindakan hemat energi dari karyawan dengan nilai 0.3321972701.

Kata Kunci — Energi, Audit Energi, Pengambilan Keputusan, Analytical Hierarchy Process (AHP), Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

I. PENDAHULUAN

Semakin besar pertumbuhan teknologi, maka semakin tinggi juga konsumsi energi di suatu wilayah. Karena aktivitas warga memerlukan tenaga listrik, sebaliknya sumber energi yang dikonsumsi semakin menipis [1]. Penggunaan energi listrik di gedung perkantoran sangat krusial. Terlihat lampu dan pendingin ruangan (AC) yaitu beban listrik yang mayoritas dipakai. Dengan pemakaian beban AC dan juga lampu pada umumnya digunakan 12 jam sehari, sumber daya manusia dalam pengelolaan daya listrik juga sangat penting yaitu melatih karakter hemat energi dengan cara menghemat AC dan lampu di ruangan jika telah dipakai. Demikian, usaha menggunakan daya listrik yang efisien urgen dilakukan. Penghematan listrik bisa dilaksanakan melalui on-site analysis, yang bertujuan untuk menilai efisien atau belum energi listrik yang digunakan [2]. Konservasi energi di gedung-gedung Indonesia dimulai pada tahun 1985, ketika Departemen Pekerjaan Umum memperkenalkan program DOE (U.S. Department of Energy). Di tahun 1987 ASEAN dan USAID berkolaborasi dalam penelitian energi dan menghadirkan rencana ASEAM (A Simplified Energy Analysis Method). Semenjak itu, isu penghematan listrik kembali mengemuka di Indonesia [3]. Dari penjelasan sebelumnya disimpulkan dengan perlunya melakukan audit energi, dimana audit energi itu sendiri merupakan analisis di

lapangan agar dapat menggunakan energi listrik secara efektif [4]. Metode yang dipakai pada kasus ini ialah konservasi. Hemat tenaga mengacu pada kenaikan ketepatan energi. Proses tersebut meliputi evaluasi penggunaan energi listrik dan perhitungan penggunaan daya pada bangunan, membandingkan hasilnya dengan standar yang berlaku, kemudian mencari solusi hemat energi [5]. Analytical hierarchy process (AHP) yaitu metode penunjang keputusan dari beberapa faktor atau kriteria yang mengilustrasikan permasalahan yang bertautan dalam suatu hierarki. Menurut Saaty (1993) hierarki dideskripsikan kinerja masalah yang bersangkutan pada pola multi-level. Tingkat awal yaitu tujuan, disusul oleh faktor, kriteria, sub kriteria, serta level lainnya, sampai tingkatan akhir dari alternatif. Untuk penunjang keputusan memakai analytical hierarchy process (AHP), yang bersandarkan menurut sejalur alternatif dengan pilihan yang tepat diantara alternatif tersebut. Diharapkan penggunaan AHP dapat memberikan keputusan yang tepat untuk membantu pemilihan solusi hemat energi guna memperoleh tingkat efisiensi yang sesuai [6]. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui tingkat IKE dan mengetahui tahapan penghematan, termasuk meningkatkan efisiensi AC dan penerangan gedung BPJS Kota Malang. Kondisi Kantor BPJS Daerah Kota Malang mungkin terjadinya pemborosan dalam penggunaan listrik sehingga perlu dilakukan audit energi untuk memeriksa efisisensinya.

II. METODE PENELITIAN

A. Metode

Berikut flowchart metodologi alur pengerjaan penelitian.



Gambar 1. Alur Pengerjaan Penelitian

B. Studi Literatur

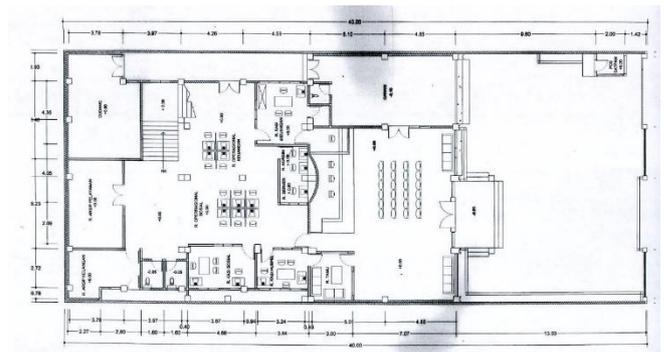
Dilaksanakan memahami bacaan serta kepustakaan untuk membantu penggarapan disertasi ini, yang meliputi:

- 1) Mengetahui karakteristik beban listrik dan kriteria tipe bangunan.
- 2) Menelaah materi IKE pada bangunan, standart IKE serta teori yang relevan dengan observasi ini.
- 3) menyelidiki potensi peluang penghematan terkhusus di bidang penerangan dan AC.
- 4) Mempelajari Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)

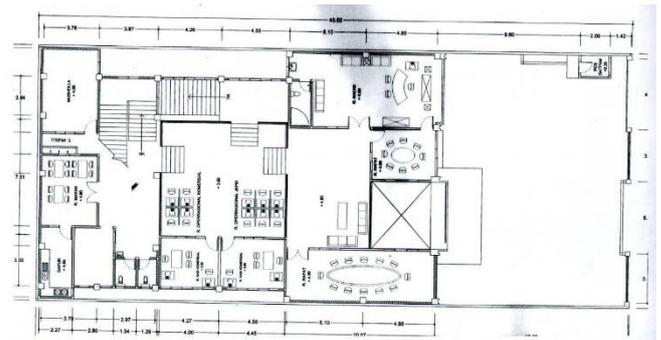
C. Pengambilan Data

Pengambilan data yang akan dikumpulkan meliputi:

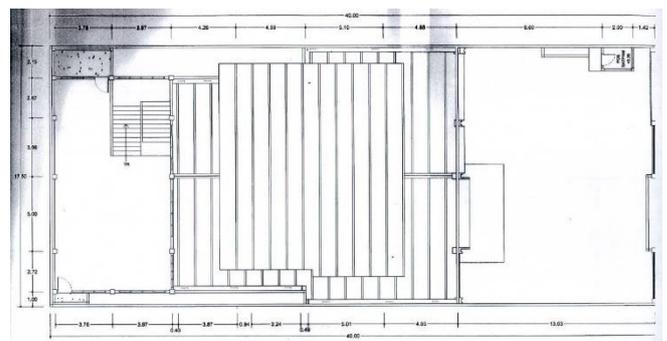
- 1) Data Denah Gedung



Gambar 2. Denah Gedung Kantor BPJS Kota Malang Lantai 1



Gambar 3. Denah Gedung Kantor BPJS Kota Malang Lantai 2



Gambar 4. Denah Gedung Kantor BPJS Kota Malang Lantai 3

2) Data Beban Terpasang Tahun 2020
 Data konsumsi energi listrik tahun 2020 diambil dari Gedung Kantor BPJS Kota Malang berupa data AC dan data pencahayaan meliputi:

- a) Jenis AC
- b) Jenis lampu
- c) Daya beban AC dan Lampu (watt)
- d) Ukuran PK AC
- e) Jumlah AC
- f) Jumlah lampu

3) Data Tingkat Pencahayaan Ruang
 Data tingkat pencahayaan ruang meliputi Lux lampu. Lux bisa didapatkan dengan cara mengukur tingkat pencahayaan lampu tersebut menggunakan Lux meter.



Gambar 5. Lux Meter

4) Data Intensitas Konsumsi Energi (IKE)
 IKE didapatkan dengan mengetahui terlebih dahulu luas bangunan (m²) dan daya konsumsi energi (kWh). Untuk mencari IKE bisa menggunakan rumus:

$$IKE = \frac{\text{Total kWh per bulan (kWh)}}{\text{Luas ruangan (m}^2\text{)}}$$

5) Data Kuisisioner Melalui Analytical Hierarchy Process (AHP)

AHP memerlukan data peluang hemat energi yang mana harus melakukan diskusi mendalam dengan pihak Kantor BPJS Kota Malang dan juga menggunakan kuisisioner. Hal ini diperlukan untuk mengetahui peluang-peluang hemat energi yang memungkinkan untuk diterapkan di Kantor BPJS Kota Malang

D. Analisis dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan dikerjakan saat sudah melakukan pengambilan data di Gedung Kantor BPJS Kota Malang.

1) Analisis dan Perhitungan Konsumsi Energi Listrik

Analisis dan perhitungan konsumsi listrik dilakukan dengan membuat tabel sebagai data acuan untuk melakukan perhitungan selanjutnya.

No	Nama Ruang	Lokasi Lantai 1/2/3	Jumlah AC (buah)	PK	Daya AC (Watt)	Jumlah Lampu (buah)	Daya lampu (watt)	Jenis Lampu	Lux	Total Daya (Watt)
----	------------	---------------------	------------------	----	----------------	---------------------	-------------------	-------------	-----	-------------------

Gambar 6. Tabel Analisis Perhitungan Konsumsi Listrik

2) Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Perhitungan IKE dilakukan setelah mendapatkan data luas bangunan (m²) Gedung Kantor BPJS Kota Malang dan daya (kWh) dari perhitungan konsumsi energi listrik sebelumnya. Untuk menghitung IKE menggunakan rumus:

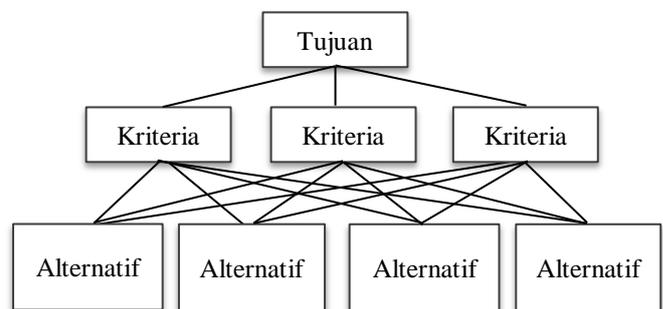
$$IKE = \frac{\text{Total kWh per bulan (kWh)}}{\text{Luas ruangan (m}^2\text{)}}$$

3) Analisis Peluang Hemat Energi

Untuk mendapatkan peluang penghematan maka harus dijalankan diskusi mendalam bersama pihak manajemen yang berkompeten di Kantor BPJS Kota Malang. Maka dari itu penulis harus melakukan janji temu untuk dilakukannya diskusi terkait dengan peluang hemat energi ini.

4) Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process

Setelah mengetahui peluang hemat energi, maka proses selanjutnya adalah mengolah data tersebut dengan memfilternya melalui proses perankingan memakai Analytical Hierarchy Process (AHP). Prosedur ini membutuhkan tujuan, kriteria, dan alternatif. Lebih jelasnya bisa lihat gambar berikut ini.



Gambar 7. Struktur Analytical Hierarchy Process [7]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Konsumsi Energi Listrik

Beban yang dihitung merupakan beban AC dan pencahayaan pada Gedung BPJS Kota Malang yang dimana digunakan setiap hari atau dari kegiatan pemakaian ruang serta peralatan

yang digunakan sehari kerja. Data anggaran listrik diperoleh kWh gedung BPJS Malang yaitu 93087.744 kWh di tahun 2020, biaya satu tahun Rp. 136,559,808.00 yang mana umumnya pemakaian listrik per bulan pada kWh meter AC dan pencahayaan ialah 7757.312 kWh sepanjang kurun tahun 2020 penggunaan listrik terpakai disemua lantai dari lantai 1 sampai dengan lantai 3.

B. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

IKE merupakan perimbangan diantara pemakaian berdasarkan luas suatu bangunan [8]. Pemakaian listrik dan luas bangunan BPJS Malang bisa dihitung untuk nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) / bulannya. Berikut hitungan IKE tiap bulannya ditahun 2020:

Total kWh per bulan: 7757.312 kWh
 Luas bangunan : 681,6 m²

$$\begin{aligned}
 \text{IKE} &= \frac{\text{Total kWh per bulan (kWh)}}{\text{Luas Bangunan (m}^2\text{)}} \\
 &= \frac{7757.312 \text{ kWh}}{681,6 \text{ m}^2} \\
 &= 11,39 \text{ kWh/m}^2\text{/bulan}
 \end{aligned}$$

Untuk penentuan apakah nilai IKE dengan daya tersebut termasuk kategori efisien atau tidak, digunakanlah standar IKE untuk gedung AC sesuai Permen ESDM No.13 tahun 2012.

Tabel 1. Kriteria IKE Gedung AC Sesuai Permen ESDM No.13 tahun 2012

Kriteria	Konsumsi Energi (kWh/m ² /bulan)
Sangat Efisien	IKE < 8,5
Efisien	8,5 ≤ IKE < 14
Cukup Efisien	14 ≤ IKE < 18,5
Boros	IKE ≥ 18,5

Hasil hitung didapatkan IKE yaitu sebesar 11,39 kWh/m²/bulan maka masuk bagian efisien.

Tabel 2. Standar Kriteria Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Pada Instansi [9]

No	Jenis Gedung	Standar IKE (kWh/m ² /tahun)
1	Komersial	240
2	Supermarket	330
3	Hotel	300
4	Rumah Sakit	380

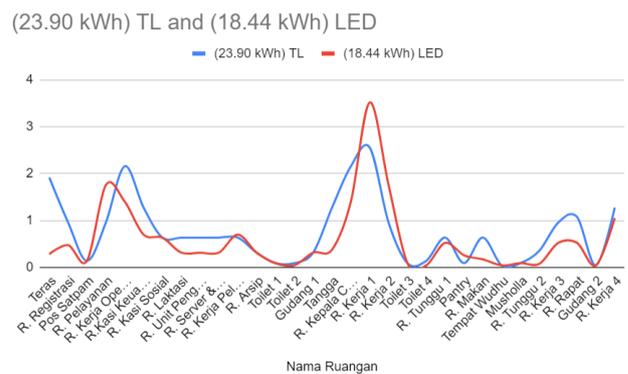
Sesuai dengan tabel 2 dari IKE Gedung Kantor BPJS Kota Malang termasuk kedalam standar IKE Gedung Komersial dengan nilai dibawah 240 kWh /m² /tahun.

C. Peluang Hemat Energi

Untuk meningkatkan lagi efisiensi dalam penggunaan listrik untuk pendingin ruangan (AC) dan lampu berikut saran penghematan yang dapat dilakukan di Gedung Kantor BPJS Kota Malang, yaitu:

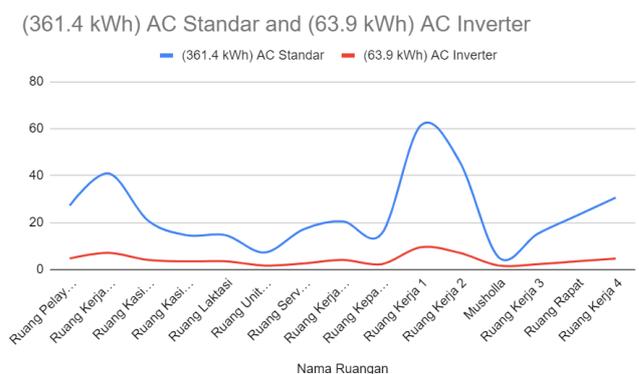
1) Penggantian Jenis Lampu & AC

Untuk alternatif ini, disarankan untuk merombak lampu TL dengan LED wattnya jauh lebih kecil dibandingkan lampu TL dan lebih terang dan tahan lama. Maka biayanya akan jauh lebih murah.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Kwh Lampu TL dengan Lampu LED

Setelah melakukan penggantian Jenis lampu bisa dilihat penghematan bisa ditekan hingga 23%. Kemudian untuk penggantian jenis AC bisa dilakukan dengan mengganti tipe AC standar ke AC inverter yang akan menghasilkan daya lebih kecil dibandingkan AC standar.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Kwh AC Standar dengan AC Inverter

Setelah melakukan penggantian jenis lampu dan jenis AC, bisa dihitung kembali nilai IKE nya apakah sudah sangat efisien atau tidak. Perhitungan IKE yang baru setelah penggantian:

Total kWh per bulan: 1766.192kWh
 Luas bangunan : 681,6 m²

$$IKE = \frac{Total\ kWh\ per\ bulan\ (kWh)}{Luas\ Bangunan\ (m^2)}$$

$$= \frac{1766,192\ kWh}{681,6\ m^2}$$

$$= 2,59\ kWh/m^2/bulan$$

Penghematan yang didapat sangat signifikan yang awalnya 11,39 kWh/m²/bulan menjadi 2,59 kWh/m²/bulan. Angka ini termasuk kedalam kategori sangat efisien.

2) Mengurangi Penggunaan Lampu Pada Siang Hari

Pengurangan pemakaian lampu di siang hari bisa menjadi solusi alternatif untuk menghemat energi listrik. Cara ini dapat diterapkan dengan memanfaatkan sinar matahari luar, yaitu mengganti dinding gedung dengan bangunan kaca.

3) Kebiasaan Pegawai Terhadap Penggunaan Listrik

Kebiasaan dan sikap pegawai terhadap konsumsi listrik dapat menjadi salah satu faktor pendorong kenaikan biaya listrik yang dikeluarkan. Oleh karena itu diperlukan SOP (Standar Operasional Prosedur) saat menggunakan fasilitas dan harus diterapkan di instansi perusahaan. Misalnya, saat menggunakan AC dan lampu ditetapkan mulai menyala pukul 8 pagi dan harus dimatikan pukul 3 sore.

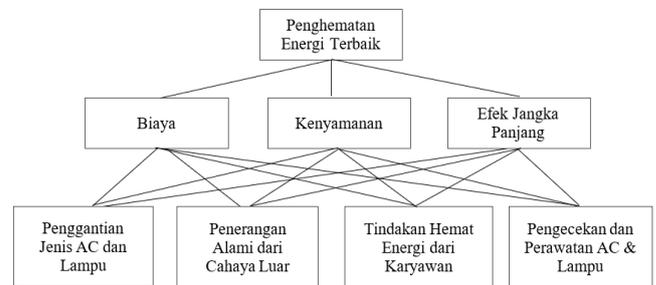
4) Pengecekan dan Perawatan Berkala pada AC & Lampu

Pengecekan dan perawatan juga sangat berperan penting dalam pemeliharaan suatu komponen, terutama AC dan lampu. Pengecekan dan perawatan AC secara berkala dapat dilakukan seperti membersihkan bagian filter, evaporator, dan unit luar. Hal ini bisa membuat udara di ruangan lebih bersih dan sehat, menstabilkan suhu AC, memperpanjang masa pemakaian. Sedangkan untuk pemeliharaan lampu bisa dilakukan dengan cara membersihkan bagian rumah dan langit-langit lampu. Jika pengecekan dan perawatan dilakukan secara rutin, maka jika ada kerusakan kecil akan lebih cepat diketahui dan tidak akan menimbulkan kerusakan yang berkelanjutan.

D. Analytical Hierarchy Process

Thomas L. Saaty menciptakan Analytical Hierarchy Process, sebuah pendekatan pengambilan keputusan. Paradigma pengambilan keputusan ini mengatur masalah multifaktor atau

multikriteria ke dalam sturktur hierarki. Menurut Saaty (1993) hierarki digambarkan sebagai gambaran masalah yang rumit dengan struktur multilevel, yang mana tingkatan awal tujuan, disusul level faktor, kriteria, sub kriteria, dan tingkatan akhir dari alternatif [10]. Setelah mengetahui peluang penghematan yang diberikan kepada institusi maka selanjutnya menyusun data peluang hemat energi ke dalam hierarki AHP yang dimana menetapkan tujuan, kriteria, dan alternatif dibentuk dalam suatu bagan sebagai berikut:



Gambar 9. Struktur Hierarki

1) Perbandingan Berpasangan

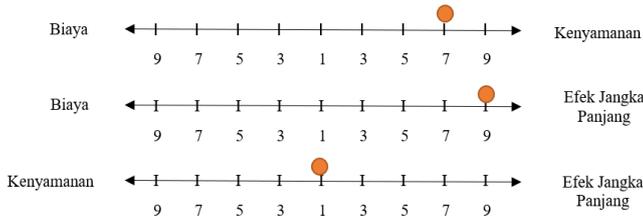
Perbandingan berpasangan berisi tentang perbandingan kriteria dan perbandingan alternatif. Nilai perbandingan yang tertera diambil dari penilaian google form serta diskusi dari pihak manajemen BPJS kesehatan Kota Malang mengenai alternatif hemat energi, yang dimana bobot diberi nilai 1 sampai dengan 9 dengan isi bobot google form tersebut termuat sebagai berikut:

Tabel 3. Bobot Penilaian Kuesioner

Bobot	Keterangan
1	Sama Pentingnya
2	Ragu-Ragu antara Bobot 1 atau Bobot 3
3	Penting
4	Ragu-Ragu antara Bobot 3 atau Bobot 5
5	Sangat Penting
6	Ragu-Ragu antara Bobot 5 atau Bobot 7
7	Sangat Penting Sekali
8	Ragu-Ragu antara Bobot 7 atau Bobot 9
9	Sangat Begitu Penting Sekali

2) Perbandingan Kriteria

Tabel 4. Matriks Perbandingan Kriteria



Gambar 10. Skala Perbandingan Kriteria

Setelah mendapatkan hasil perolehan suara dari pihak manajemen BPJS kesehatan Kota Malang untuk perbandingan kriteria yang nilai bobotnya bisa dilihat digambar 3. skala perbandingan kriteria dan arti dari bobot penilaian kuesioner bisa dilihat pada tabel 2. Bobot penilaian kuesioner. Sebagai contoh untuk perbandingan kriteria diatas terdapat biaya dengan kenyamanan yang bobot penilaiannya bernilai 7 mengarah ke kenyamanan. Artinya adalah kriteria kenyamanan berbobot sangat penting sekali dibandingkan biaya. Begitu juga untuk perbandingan kriteria dan perbandingan alternatif selanjutnya.

Tabel 5. Matriks Perbandingan Nilai Eigen Kriteria

Kriteria	Nilai Eigen			Jumlah	Rata-Rata
Biaya	0.05882352941	0.06666666667	0.05263157895	0.178121775	0.05937392501
Kenyamanan	0.4117647059	0.46666666667	0.4736842105	1.352115583	0.4507051944
Efek Jangka Panjang	0.5294117647	0.46666666667	0.4736842105	1.469762642	0.4899208806
Jumlah					1

Pada tabel 4. matriks perbandingan kriteria terdapat perbandingan kriteria. untuk mengetahui nilai nilai yang harus diisi pada setiap kriteria yaitu dengan cara:

- Untuk perbandingan yang sejenis misalnya biaya dengan biaya, kenyamanan dengan kenyamanan, efek jangka panjang dengan efek jangka panjang diberi nilai 1. Hal ini dikarenakan dua perbandingan tersebut seimbang atau sama sehingga diberi nilai 1.
- Untuk perbandingan yang tidak sejenis, sebagai contoh biaya dengan kenyamanan bisa dilihat untuk kenyamanan memiliki bobot 7 terhadap biaya, maka dari itu untuk pengisian tabelnya diisi nilai 7 pada baris kenyamanan terhadap kolom biaya. nilai 7 berasal dari gambar 3. skala perbandingan kriteria yang dimana pengisi kuesioner lebih mementingkan kriteria kenyamanan dibanding biaya. jika lebih dominan kriteria kenyamanan dibanding biaya maka di baris biaya di kolom kenyamanan di isi $1/7 = 0.14$. Atau

lebih mudahnya yaitu nilai kebalikan dari kenyamanan terhadap biaya yaitu $1/7$ diisi pada baris biaya terhadap kolom kenyamanan. Begitu juga untuk pengisian tabel matriks selanjutnya.

- Untuk pengisian nilai eigen yaitu dengan cara nilai pada kolom tiap cell kriteria dibagi dengan jumlahnya.

$$\text{Nilai eigen kriteria} = \frac{\text{Nilai kolom jenis kriteria}}{\text{Jumlah nilai jenis kriteria nilai eigen biaya}}$$

$$\text{Nilai eigen biaya} = \frac{1}{17} = 0.05882352941$$

Kemudian untuk menghitung jumlah nilai eigen pada tiap baris yaitu:

Jumlah nilai eigen kriteria = Σ baris nilai eigen pada jenis kriteria jumlah nilai eigen biaya

$$\text{Jumlah nilai eigen biaya} = 0.05882352941 + 0.06666666667 + 0.05263157895 = 0.178121775$$

Kemudian hitungan nilai rata-rata:

$$\text{Nilai rata-rata kriteria} = \frac{\text{Jumlah nilai eigen pada jenis kriteria}}{\text{Jumlah elemen kriteria nilai}}$$

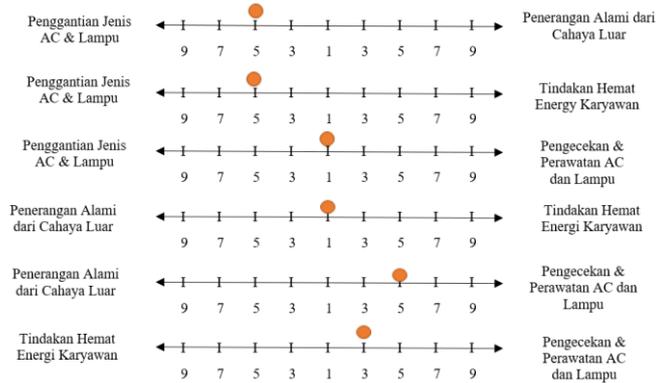
$$\text{Rata-rata biaya} = \frac{0.178121775}{3} = 0.05937392501$$

Untuk mengukur apakah perhitungan yang sudah dilakukan pada proses perhitungan tabel matriks perbandingan kriteria hingga matriks perbandingan nilai eigen adalah dengan cara menjumlahkan nilai rata-ratanya jika nilai rata-ratanya bernilai 1, maka perhitungan yang dilakukan sudah benar. Jika tidak bernilai 1 maka ada yang salah dengan proses perhitungannya entah itu dari penjumlahan, perkalian, dan sebagainya.

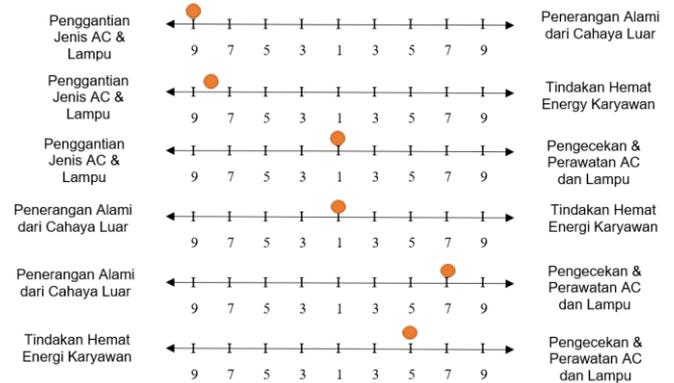
Nilai rata-rata ini menggambarkan kepentingan suatu elemen. Semakin tinggi nilai rata-ratanya maka semakin tinggi tingkat kepentingannya. Untuk data diatas tingkat kepentingan tertinggi ada pada kriteria efek jangka panjang.

Kriteria	Biaya	Kenyamanan	Efek Jangka Panjang
Biaya	1	0.14	0.11
Kenyamanan	7	1	1
Efek Jangka Panjang	9	1	1
Jumlah	17	2.14	2.11

3) Perbandingan Alternatif pada Kriteria Biaya



Gambar 11. Skala Perbandingan Alternatif pada Kriteria Biaya



Gambar 12. Skala Perbandingan Alternatif pada Kriteria Kenyamanan

Tabel 6. Matriks Perbandingan Alternatif pada Biaya

Biaya	Penggantian Jenis AC dan Lampu	Penerangan Alami dari Cahaya Luar	Tindakan Hemat Energi dari Karyawan	Pengecekan dan Perawatan AC dan Lampu
Penggantian Jenis AC dan Lampu	1	5	5	1
Penerangan Alami dari Cahaya Luar	0.2	1	1	0.2
Tindakan Hemat Energi dari Karyawan	0.2	1	1	0.33
Pengecekan dan Perawatan AC dan Lampu	1	5	3	1
Jumlah	2.4	12	10	2.53

Tabel 7. Matriks Perbandingan Nilai Eigen Alternatif terhadap Kriteria Biaya

Biaya	Nilai Eigen			Jumlah	Rata-Rata	
Penggantian Jenis AC dan Lampu	0.4166666667	0.4166666667	0.5	0.3947368421	1.728070175	0.4320175439
Penerangan Alami dari Cahaya Luar	0.0833333333	0.0833333333	0.1	0.07894736842	0.3456140351	0.08640350877
Tindakan Hemat Energi dari Karyawan	0.0833333333	0.0833333333	0.1	0.1315789474	0.398245614	0.09956140351
Pengecekan dan Perawatan AC dan Lampu	0.4166666667	0.4166666667	0.3	0.3947368421	1.528070175	0.3820175439
Jumlah						1

4) Perbandingan Alternatif pada Kriteria Kenyamanan

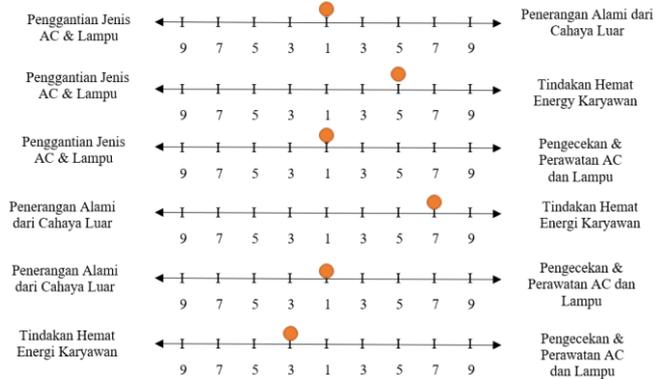
Tabel 8. Matriks Perbandingan Alternatif pada Kenyamanan

Kenyamanan	Penggantian Jenis AC dan Lampu	Penerangan Alami dari Cahaya Luar	Tindakan Hemat Energi dari Karyawan	Pengecekan dan Perawatan AC dan Lampu
Penggantian Jenis AC dan Lampu	1	9	8	1
Penerangan Alami dari Cahaya Luar	0.11	1	1	0.14
Tindakan Hemat Energi dari Karyawan	0.125	1	1	0.2
Pengecekan dan Perawatan AC dan Lampu	1	7	5	1
Jumlah	2.24	18.00	15.00	2.34

Tabel 9. Matriks Perbandingan Nilai Eigen Alternatif terhadap Kriteria Kenyamanan

Kenyamanan	Nilai Eigen				Jumlah	Rata-Rata
Penggantian Jenis AC dan Lampu	0.4472049689	0.5	0.5333333333	0.4268292683	1.907367571	0.4768418926
Penerangan Alami dari Cahaya Luar	0.04968944099	0.0555555556	0.0666666667	0.06097560976	0.232887273	0.05822181824
Tindakan Hemat Energi dari Karyawan	0.05590062112	0.0555555556	0.0666666667	0.08536585366	0.263488697	0.06587217425
Pengecekan dan Perawatan AC dan Lampu	0.4472049689	0.3888888889	0.3333333333	0.4268292683	1.596256459	0.3990641149
Jumlah						1

5) Perbandingan Alternatif pada Kriteria Efek Jangka Panjang



Gambar 13. Skala Perbandingan Alternatif pada Kriteria Efek Jangka Panjang

Tabel 10. Matriks Perbandingan Alternatif pada Efek Jangka Panjang

Efek Jangka Panjang	Penggantian Jenis AC dan Lampu	Penerangan Alami dari Cahaya Luar	Tindakan Hemat Energi dari Karyawan	Pengecekan dan Perawatan AC dan Lampu
Penggantian Jenis AC dan Lampu	1	1	0.2	1
Penerangan Alami dari Cahaya Luar	1	1	0.14	1
Tindakan Hemat Energi dari Karyawan	5	7	1	3
Pengecekan dan Perawatan AC dan Lampu	1	1	0.33	1
Jumlah	8	10	1.68	6

Tabel 11. Matriks Perbandingan Nilai Eigen Alternatif terhadap Kriteria Efek Jangka Panjang

Efek Jangka Panjang	Nilai Eigen				Jumlah	Rata-Rata
	0.125	0.1	0.1193181818	0.1666666667		
Penggantian Jenis AC dan Lampu	0.125	0.1	0.1193181818	0.1666666667	0.5109848485	0.1277462121
Penerangan Alami dari Cahaya Luar	0.125	0.1	0.08522727273	0.1666666667	0.4768939394	0.1192234848
Tindakan Hemat Energi dari Karyawan	0.625	0.7	0.5965909091	0.5	2.421590909	0.6053977273
Pengecekan dan Perawatan AC dan Lampu	0.125	0.1	0.1988636364	0.1666666667	0.590530303	0.1476325758
Jumlah						1

6) Perangkingan

$$P = \sum (\text{rata-rata kriteria} \times \text{rata-rata alternatif})$$

$$\text{Penggantian Jenis AC \& Lampu} = (0.05937392501 \times 0.4320175439) + (0.4507051944 \times$$

$$0.4768418926) + (0.4899208806 \times 0.1277462121) = 0.3031512319$$

$$\text{Penerangan Alami dari Cahaya Luar} = (0.05937392501 \times 0.08640350877) + (0.4507051944 \times 0.05822181824) + (0.4899208806 \times 0.1192234848) = 0.08978106605$$

$$\text{Tindakan Hemat Energi dari Karyawan} = (0.05937392501 \times 0.09956140351) + (0.4507051944 \times 0.06587217425) + (0.4899208806 \times 0.6053977273) = 0.3321972701$$

$$\text{Pengecekan dan Perawatan AC \& Lampu} = (0.05937392501 \times 0.3820175439) + (0.4507051944 \times 0.3990641149) + (0.4899208806 \times 0.1476325758) = 0.274870432$$

Tabel 12. Perangkingan

Alternatif	Hasil	Perangkingan
Penggantian Jenis AC & Lampu	0.3031512319	2
Penerangan Alami dari Cahaya Luar	0.08978106605	4
Tindakan Hemat Energi Karyawan	0.3321972701	1
Pengecekan dan Perawatan AC & Lampu	0.274870432	3

Jadi pada hasil akhir perangkingan dari perhitungan diatas untuk peringkat pertama sebagai solusi alternatif peluang hemat energi terbaik adalah tindakan hemat energi dari karyawan.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari studi yang dikerjakan, menghasilkan poin hasil audit Kantor BPJS Kesehatan Malang yaitu pemakaian listrik gedung BPJS Kesehatan Malang yaitu senilai 67937.664 kWh/tahun, biaya listrik sebesar Rp 99,664,608/tahun untuk pencahayaan dan AC. Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung kantor BPJS Kesehatan Kota Malang yaitu sebesar 136.58 kWh/m2/tahun, termasuk efisien karena kurang dari angka IKE standar senilai 240 kWh/m2/tahun. Potensi hemat listrik dengan tindakan konservasi yang disarankan ialah penggantian jenis komponen lampu dan AC, pengurangan pemakaian lampu di siang hari dengan cahaya alami dari luar ruangan, kebiasaan / sikap seluruh pegawai terhadap penggunaan listrik, pengecekan dan perawatan berkala pada AC dan lampu. Lalu dengan metode

AHP (Analytical Hierarchy Process) alternatif Peluang Hemat Energi (PHE) yang terpilih untuk Gedung Kantor BPJS Kesehatan Kota Malang yaitu Tindakan Hemat Energi Karyawan dengan nilai perangkingan paling tinggi 0.3321972701.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hamisa, L. K. Mangalla, and A. Kadir, "Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Pada Kantor Pertanahan Kota Kendari," *ENTHALPY-Jurnal Ilm. Mhs. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 1, p. 6, 2019.
- [2] 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.
- [3] M. Ikhsan and M. Saputra, "Audit Energi Sebagai Upaya Proses Efisiensi Pemakaian Energi Listrik Di Kampus Universitas Teuku Umar (UTU) Meulaboh," vol. 2, no. 3, pp. 136–146, 2016.
- [4] 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.
- [5] A. Rianto, "Audit Energi Dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Pada Sistem Pengkondisian Udara Di Hotel Santika Premiere Semarang," 175.45.187.195, p. 31124, 2007, [Online]. Available: [ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN WISUDA PERIODE V 18 MEI 2013/FULLTEKS/PD/lovita meika savitri \(0710710019\).pdf](ftp://175.45.187.195/Titipan-Files/BAHAN WISUDA PERIODE V 18 MEI 2013/FULLTEKS/PD/lovita meika savitri (0710710019).pdf).
- [6] A. Munthafa and H. Mubarak, "Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process Dalam Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Mahasiswa Berprestasi," *J. Siliwangi*, vol. 3, no. 2, pp. 192–201, 2017.
- [7] Kusriani, *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan. Penerbit Andi, Yogyakarta*. 2007.
- [8] Badan Standarisasi Nasional, "PERATURAN KEPALA BADAN STANDARDISASI NASIONAL NOMOR 5 TAHUN 2012 TENTANG PEDOMAN STANDARDISASI NASIONAL NOMOR 07 TAHUN 2012 TENTANG STANDARDISASI DAN KEGIATAN YANG TERKAIT - ISTILAH UMUM," 2012.
- [9] Badan Standarisasi Nasional, "sni-03-6196-2000-prosedur-audit-energi-pada-bangunan-gedung_2." 2012.
- [10] T. L. Saaty, *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. 1990.