

Audit Energi dan Rekomendasi Penghematan Energi Listrik di Gedung Rumah Sakit

Muhammad Fahmi Hakim^{*a)}, Ahmad Hermawan^{a)}, Fandi Kurniawan^{a)}, Kumala Mahda Habsari^{b)}

(Artikel diterima: Mei 2023, direvisi: Juni 2023)

Abstract: *The actions for electricity consumption more efficiently is reducing the amount of electricity consumption of renewable and non-renewable energy for human living sustainability or we can called energy conservation. Energy audit purposed to the energy utilization evaluation progress, is still infrequently applied in Indonesia, especially in huge building. The analyzing result of A building in the Dr. Radjiman Wediodiningrat Asylum, the first value audit of Energy Use Intensity (EUI) is 21,944 kwh/m²/year it was include the criteria of efficient. This EUI value is below EUI research that was issued by ASEAN-USAID in 1992 and the EUI value average of hospital in Korea, while detailed audit obtained energy value of EUI is 23,213 kWh/m²/year is included to the criteria of efficient. The THDi value in electricity system is IR= 33,2%, IS=24,48%, IT= 34,85% and IN=122,96%, the THDi value is not complied with IEEE 519-2014 permission which is the value is $I_{sc}/I_L > 1000$ has restraint value by 20%. Whereas the THDv value in electricity system is VR-S= 2,04%, VS-T= 2,11%, VT-R= 1,97%, VR-N= 3,83%, VS-N= 3,69%, VT-N= 3,73% and VL-L= 2,04% and VL-N= 3,75%, the value of THDv is complied the permissiod by IEEE 519-2014 with Voltage system of identification by 0,4 kV, therefore the limit value of THDV which permitted is 8%.*

Keywords: Air Conditioning, Energy Audit, Energy Use Intensity (EUI), Lighting Systems, Total Harmonic Distortion (THD)

1. Pendahuluan

Di era sekarang ini, hampir setiap bangunan gedung kantor maupun gedung bertingkat sudah menggunakan pendingin ruangan berupa *Air Conditioning* atau sering disebut AC. Pemakaian beban pendingin ruangan AC maupun lampu penerangan berkisar 12 jam perhari, sehingga perlu dilakukan proses pengelolaan energi listrik dengan cara membiasakan mematikan pendingin ruangan AC dan lampu penerangan setelah selesai digunakan. Langkah yang dapat dilakukan agar penggunaan listrik lebih efisien yaitu dengan mengurangi jumlah konsumsi energi terbarukan dan tidak terbarukan untuk keberlangsungan kehidupan manusia atau biasa disebut dengan konservasi energi [1].

Menurut Peraturan Menteri ESDM No.13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Listrik menyatakan bahwa dalam rangka meningkatkan penghematan energi maka wajib dan harus melaksanakan program penghematan energi listrik secara efisien pada sistem *Air Conditioning* (AC), tata cahaya dan peralatan pendukung lainnya di seluruh bangunan gedung kantor pemerintah baik di pusat maupun daerah tanpa mengurangi rasa kenyamanan pengguna. Dalam rangka mendukung Peraturan Menteri tersebut, tindakan yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan proses audit energi listrik di semua sektor industri maupun non industri [2].

2. Metodologi

2.1 Konservasi Energi

Konservasi energi atau penghematan energi merupakan penggunaan energi yang teratur dan efisien dengan tidak mengurangi penggunaan energi yang seharusnya dibutuhkan dengan cara membudayakan pola hidup hemat energi maupun dengan menggunakan atau pemasangan alat berteknologi dengan

tujuan meningkatkan efisiensi dan mendapatkan keuntungan [3, 4]. Prinsip konservasi energi adalah untuk mendorong masyarakat agar dapat memanfaatkan energi listrik yang sudah disediakan secara efisien dan rasional dalam kehidupan sehari-hari.

Dikarenakan sumber energi tak terbarukan nantinya akan berdampak pada masa yang mendatang seperti batu bara serta minyak bumi dan sumber energi tersebut akan habis atau tidak dapat diperbaharui, maka untuk menghadapi masalah-masalah tersebut adalah dengan cara yang dianjurkan oleh pemerintah, yaitu: intensifikasi, diversifikasi dan konservasi [5].

2.2 Audit Energi

Audit energi merupakan upaya yang dilakukan atas tujuan mengidentifikasi pemborosan energi yang ada pada suatu bangunan atau gedung sehingga dapat mengevaluasi potensi penghematan energi. Dimulai dengan mencari sumber-sumber pemborosan pemakaian energi dan memberikan analisa serta cara-cara atau tindakan penanggulangan untuk pemakaian energi yang lebih tepat dan efisien tanpa mengganggu produktifitas dan kenyamanan pengguna bangunan atau gedung [6].

Audit energi merupakan kegiatan memantau energi secara berkala yang bisa dilakukan secara terjadwal sesuai dengan yang direncanakan dan tidak terjadwal. Macam jenis audit energi ada tiga, yaitu: audit energi singkat (*Walk Through Audit*), audit energi awal (*Preliminary Audit*) dan audit energi rinci (*Detail Audit*).

2.3 Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) merupakan cara untuk mengetahui berapa besar penggunaan energi pada suatu sistem bangunan gedung tersebut [7, 8]. Pada prinsipnya, intensitas konsumsi energi ini adalah nilai hasil dari pembagian total konsumsi energi selama 1 tahun terakhir dengan total luasan bangunan.

* Korespondensi: m.fahmihakim@polinema.ac.id

a) Prodi Sistem Kelistrikan, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

b) Prodi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Madiun, Indonesia

Hasil penelitian ASEAN-USAID yang dikeluarkan pada tahun 1992, besarnya nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) untuk bangunan gedung di Indonesia adalah sebagai berikut.

- IKE Perkantoran : 240 kWh/m² per-tahun
- IKE Hotel atau Apartemen : 300 kWh/ m² per-tahun
- IKE Pusat Belanja : 330 kWh/m² per-tahun
- IKE Rumah Sakit : 380 kWh/ m² per-tahun

2.4 Sistem Pencahayaan

Sistem pencahayaan adalah suatu sistem yang amat penting di suatu bangunan karena berkaitan dengan tata cahaya sehingga sangat mempengaruhi kenyamanan dalam bekerja.

Sistem pencahayaan dibagi menjadi dua, yaitu: sistem pencahayaan yang berasal dari sinar matahari (alami) dan sistem pencahayaan yang berasal dari selain sinar matahari (buatan). Pemanfaatan cahaya alami harus dipertimbangkan dan direncanakan secara optimal karena sangat bermanfaat dalam upaya penghematan energi listrik [9, 10, 11].

Aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam sistem pencahayaan buatan, yaitu: *Pertama*, tingkat pencahayaan termasuk juga koefisien penggunaan dan penyusutan. *Kedua*, pengukuran tingkat pencahayaan. *Ketiga*, daya pencahayaan. *Keempat*, jenis lampu yang digunakan.

2.5 Air Conditioning (AC)

Air Conditioning atau sering disebut dengan AC adalah suatu alat yang dirancang untuk dapat mengatur suhu dan kelembapan pada suatu ruangan.

Sistem pendingin ruangan digunakan untuk menciptakan rasa nyaman bagi penghuni yang berada dalam ruangan tersebut. Batas kenyamanan termal untuk kondisi di khatulistiwa adalah kurang lebih 22,5°C - 29°C dengan kelembapan udara sekitar 20 – 50%. Faktor kecepatan udara juga mempengaruhi kenyamanan termal, semakin cepat kecepatan udara maka akan berpengaruh terhadap rendahnya suhu kulit manusia. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002, Pertukaran udara harus sebesar 0,283 M3/menit/orang dengan pergerakan udara sebesar 0,15 – 0,25 m/detik. Sedangkan kecepatan udara yang tidak mencapai 0,1 m/detik akan mengakibatkan pergerakan udara sangat lambat sehingga ruangan terasa tidak nyaman, jika kecepatan udara terlalu cepat maka akan mengakibatkan penurunan suhu yang drastis di dalam ruangan [12, 13].

Audit energi pada sistem pendingin ruangan dilakukan untuk mengidentifikasi suhu dan kelembapan di dalam ruangan serta kecepatan laju udara yang dihasilkan dari peralatan pendingin ruangan tersebut. Pada Rumah Sakit, sistem suhu dan kelembapan sebaiknya didesain dengan terencana sehingga dapat memberikan suhu dan kelembapan udara yang direkomendasikan oleh KEPMENKES No. 1204/MENKES/SK/X/2004.

2.6 Harmonisa

Peralatan listrik yang menyebabkan terjadinya harmonisa adalah peralatan yang bersifat beban *non-linier*. Harmonisa merupakan gangguan pada sistem tenaga listrik akibat adanya distorsi gelombang tegangan dan arus [14, 15].

Ada dua acuan standar yang digunakan untuk mengevaluasi distorsi harmonisa menurut IEEE 519-2014, yaitu melalui standar batasan harmonisa arus yang ditentukan oleh rasio I_{sc}/I_L dan

tegangan yang ditentukan melalui nominal tegangan sistem yang dipakai.

TABEL 2.1. BATAS DISTORSI ARUS (DALAM % IL) UNTUK SISTEM DISTRIBUSI UMUM (120-69.00 V)

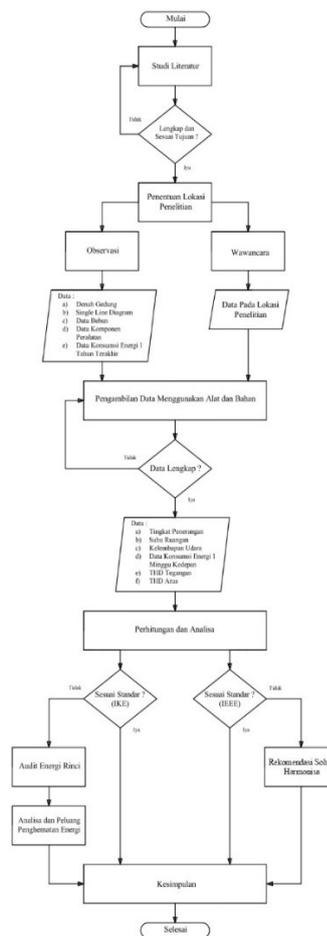
I_{sc}/I_L	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$h \leq 35$	THD _i
<20	4,0	2,0	1,5	0,6	0,3	5,0
20 -50	7,0	3,5	2,5	1,0	0,5	8,0
50 -100	10,0	4,5	4,0	1,5	0,7	12,0
100 - 1000	12,0	5,5	5,0	2,0	1,0	15,0
>1000	15,0	7,0	6,0	2,5	1,4	20,0

TABEL 2.2. BATAS DISTORSI TEGANGAN (DALAM % V_i)

Tegangan PCC	Harmonisa Individual (%)	THD _v (%)
$V \leq 1,0$ kV	5,0	8,0
$1,0$ kV < $V \leq 69$ kV	3,0	5,0
69 kV < $V \leq 161$ kV	1,5	2,5
$V > 161$ kV	1,0	1,5

2.7 Alur Penelitian

Alur penelitian dalam sebuah *flowchart* digunakan untuk mempermudah pemahaman konsep, pengolahan data dan penulisan.



GAMBAR 2.1. FLOWCHART TAHAPAN PENYELESAIAN AUDIT ENERGI

Hasil dan Pembahasan

2.8 Profil Gedung A RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat

RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat berlokasi di Jalan Ahmad Yani No.776 Ds. Sumberporong, Kec. Lawang, Kab. Malang - Jawa Timur. Gedung A RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat Lawang berdiri di atas lahan seluas 2.400 m² dengan panjang 80 m serta lebar 30 m dan total luas bangunan tiga lantai sebesar 3.535,3 m².

Untuk memenuhi kebutuhan di bidang penyediaan energi listrik, gedung A RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat disuplai dari trafo milik RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat dengan kapasitas trafo sebesar 630 kVA dengan daya kontrak PLN sebesar 555 kVA yang tergolong tarif Sosial 3 (S3).

2.9 Beban Terpasang Pada Gedung A

Daya terpasang pada lantai 1 sebesar 71855 Watt atau 84535,29 VA, pada lantai 2 sebesar 35065 Watt atau 41252,94 VA sedangkan pada lantai 3 sebesar 44603 Watt atau 52474,12 VA. Sehingga, total daya pada gedung A sebesar 151523 Watt atau 178262,35 VA.

Besar daya beban *Air Conditioning* (AC) dan lampu penerangan yang terpasang pada gedung A RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat sebesar 53490 Watt dan 9458 Watt.



GAMBAR 3.1. PERSENTASE BEBAN TERPASANG

2.10 Konsumsi Energi Listrik

Konsumsi energi listrik pada hari kerja aktif sebesar 244,024 kWh per-hari. Konsumsi energi listrik pada hari kerja Jum'at sebesar 243,570 kWh per-hari. Konsumsi energi listrik pada hari libur sebesar 157,769 kWh per-hari.

Dengan mengetahui kWh pada Waktu Beban Puncak (WBP) dan Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) serta telah menentukan hari kerja, maka didapatkan total kWh dalam 1 tahun beserta biaya tagihan listrik setiap bulannya.

TABEL 3.1 TOTAL KONSUMSI ENERGI DAN BIAYA TAGIHAN LISTRIK GEDUNG A

No.	Bulan	Total LWBP dan WBP (kWh)	Total Biaya LWBP dan WBP
1.	Apr-20	6.543,063	Rp. 5.233.352,850
2.	Mei-20	6.097,047	Rp. 4.894.366,916
3.	Jun-20	6.542,609	Rp. 5.232.558,242
4.	Jul-20	6.786,633	Rp. 5.427.089,700
5.	Aug-20	5.739,023	Rp. 4.587.811,758
6.	Sep-20	6.628,864	Rp. 5.299.247,916
7.	Okt-20	6.542,155	Rp. 5.231.763,634
8.	Nop-20	6.542,609	Rp. 5.232.558,242
9.	Des-20	6.700,832	Rp. 5.361.194,634
10.	Jan-21	6.614,123	Rp. 5.293.710,352

11.	Feb-21	6.055,015	Rp. 4.844.289,934
12.	Mar-21	6.786,633	Rp. 5.427.089,700
TOTAL 1 TAHUN		77.578,606	Rp. 62.065.033,878

Dari data total luas bangunan dan konsumsi energi gedung A RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat maka dapat dihitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) selama 1 tahun.

$$\begin{aligned}
 \text{IKE} &= \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)}}{\text{Luas Bangunan Total (m}^2\text{)}} \\
 &= \frac{77.578,606}{3.535,3} \\
 &= 21,944 \text{ kWh/m}^2\text{/Tahun}
 \end{aligned}$$

2.11 Audit Energi Rinci

Audit energi rinci merupakan tahap lanjutan yang dilakukan auditor ketika perbandingan hasil pengukuran belum memenuhi standar yang berlaku, baik di penerangan, pendingin ruangan dan standar IKE serta melakukan identifikasi peluang-peluang penghematan energi.

2.11.1 Tingkat Pencahayaan Gedung A

Pengukuran tingkat pencahayaan harus sesuai dengan SNI 16-7062-2004 dan rekomendasi tingkat pencahayaan lampu harus sesuai dengan SNI 03-6197-2000, SNI 03-6575-2001, SNI 6197-2011 dan KEPMENKES No.1204/MENKES/SK/X/2004.

TABEL 3.2. DATA TINGKAT PENCAHAYAAN

Lokasi	E Perhitungan (lux)	E Pengukuran (lux)	E Standar (lux)	Ket.
R. Rekamedis 1	26.87	28.67	350	Tidak Standar
R. Rekamedis 2	66.15	63	350	Tidak Standar
R. Rekamedis 3	55.18	55.5	300	Tidak Standar
Koridor Rekamedis I	23.12	20.5	100	Tidak Standar
Koridor Rekamedis II	12.58	18.5	100	Tidak Standar
Toilet Lt.1a dan Gudang	50.24	50	100	Tidak Standar
Tangga Lt.1 ke Lt.2a	26.12	26.5	100	Tidak Standar
R. Klinik Keluarga	23.59	30	250	Tidak Standar
R. Klinik Jawa Kamar 1	43.55	38	350	Tidak Standar
R. Klinik Jawa Kamar 2 (Skill Lab)	32.10	35	350	Tidak Standar
R. Klinik Jawa Kamar 3	32.10	34	350	Tidak Standar
R. Klinik Jawa Kamar 4	64.21	63	350	Tidak Standar
R. Klinik Jawa Kamar 5	32.30	37	350	Tidak Standar
R. Klinik Jawa Kamar 6 (Kamar Tindakan)	23.59	29	350	Tidak Standar
R. Klinik Jawa Kamar 7	44.42	86	350	Tidak Standar
R. Panty	42.96	39	200	Tidak Standar
R. PABX Control	109.28	120.5	350	Tidak Standar
R. Perawatan	54.63	54.5	350	Tidak Standar
Toilet Lt.1b dan Gudang	176.74	59	100	Tidak Standar
Tangga Lt.1 ke Lt.2b	48.09	44.25	100	Tidak Standar
R. Laktasi	199.08	151.5	200	Tidak Standar
R. Kosong / Sholat	205.58	219.5	200	Standar
R. Farmasi / Apotik	480.33	350	350	Standar
R. Gudang Farmasi 1	200.47	204.5	200	Standar
R. Gudang Farmasi 2	210.28	210.75	200	Standar
R. Gudang Farmasi 3	206.65	198	200	Tidak Standar

R. Gudang Farmasi 4	149.92	116	200	Tidak Standar
R. Pegawai dan Musholla	25.11	37.25	200	Tidak Standar
R. Pengambilan Obat	133.48	156.33	350	Tidak Standar
R. Gudang Farmasi 5	70.21	105	200	Tidak Standar
R. Humas	74.87	62.5	350	Tidak Standar
R. Kasir	79.20	68	350	Tidak Standar
BNI	-	-	-	-
R. Tunggu Apotik	211.21	173	200	Tidak Standar
R. Tunggu Kasir	71.98	65.67	200	Tidak Standar
R. Pendaftaran	72.64	65	350	Tidak Standar
R. Tunggu Pendaftaran	26.41	24	200	Tidak Standar
Toko A	47.51	52	250	Tidak Standar
Koridor Klinik Jiwa	76.08	80.78	100	Tidak Standar
Lorong Belakang Klinik Jiwa	55.05	61.78	100	Tidak Standar
Teras	14.75	8	60	Tidak Standar
R. Pantry	117.76	94	200	Tidak Standar
R. Terapi	155.78	96.5	250	Tidak Standar
R. Terapi Wicara	164.94	100	250	Tidak Standar
Pendaftaran dan R. Tunggu Anak Remaja	184.65	187	350	Tidak Standar
R. Periksa Dokter	110.74	98	350	Tidak Standar
R. Snoezelen	424.60	354	250	Standar
R. Sensori Integrasi	73.40	87	250	Tidak Standar
R. Tunggu Periksa Anak Remaja	28.81	44	200	Tidak Standar
Toilet dan Gudang Lt.2a	32.40	32.5	100	Tidak Standar
R. Tunggu Anak Remaja Utama	128.81	124	200	Tidak Standar
R. Rapat	125.09	108	300	Tidak Standar
Tangga Lt.2 ke Lt.3a	38.80	44	100	Tidak Standar
Koridor Ruang Rapat	133.14	90	100	Tidak Standar
R. Perawat dan Ruang Kosong	126.48	94.25	350	Tidak Standar
R. Teratai	141.38	133	350	Tidak Standar
R. Periksa Dokter 1	141.38	121	350	Tidak Standar
R. Periksa Dokter 2	144.63	114	350	Tidak Standar
R. Periksa Dokter 3	140.17	119	350	Tidak Standar
R. Tunggu Klinik TB	122.27	132	200	Tidak Standar
Ruang Periksa Dokter 4	206.21	157	350	Tidak Standar
R. Kosong	206.21	133	200	Tidak Standar
R. Tunggu Utama	146.83	154.6	200	Tidak Standar
Toilet dan Gudang Lt.2b	52.20	52.5	100	Tidak Standar
Tangga Lt.2 ke Lt.3b	24.62	38	100	Tidak Standar
R. Pertemuan	89.81	84.5	300	Tidak Standar
R. Periksa 1	156.60	88	350	Tidak Standar
R. Periksa 2	156.60	100	350	Tidak Standar
Komite Kesehatan Lainnya	172.15	105	350	Tidak Standar
Sekretariat PPRA	165.97	111	350	Tidak Standar
Musholla dan Gudang	145.32	164	200	Tidak Standar
R. Anak	160.23	89	350	Tidak Standar
R. Klasikal 1	122.42	76	350	Tidak Standar
R. Klasikal 2	122.42	113	350	Tidak Standar
R. Konseling	98.86	84	350	Tidak Standar
R. Tunggu 1	153.76	160.5	200	Tidak Standar
R. Rapat Arjuna	151.82	205.5	300	Tidak Standar
R. Tunggu	293.61	237	200	Standar
Toilet dan Gudang Lt.3a	59.42	48	100	Tidak Standar
Gudang	99.13	84	200	Tidak Standar
Koridor Lt.3	55.51	70	100	Tidak Standar
Galeri Mutu	133.71	95.5	350	Tidak Standar
Komite Keperawatan	20.27	69.5	350	Tidak Standar

R. Kosong	110.28	117	200	Tidak Standar
R. Kosong	101.31	104	200	Tidak Standar
R. Etik & Hukum	101.31	78	350	Tidak Standar
R. Komite K3RS	110.28	81	350	Tidak Standar
Toilet dan Gudang Lt.3b	53.52	56.5	100	Tidak Standar
R. Tunggu Dokter	176.57	167	200	Tidak Standar
R. Sholat Dokter	106.73	138	200	Tidak Standar
R. Dokter	190.00	157.56	350	Tidak Standar

Faktor yang mempengaruhi tingkat pencahayaan, antara lain: debu yang tidak pernah dibersihkan, umur lampu, pemilihan lampu dan perhitungan kebutuhan tingkat pencahayaan yang kurang tepat.

2.11.2 Sistem Pendingin Ruang *Air Conditioning* (AC)

Hasil observasi dan pendataan pada beban *Air Conditioning* (AC), dapat diketahui jenis dan spesifikasi *Air Conditioning* pada setiap ruangan. Untuk mengetahui kebutuhan pengkondisi udara di setiap ruangan pada gedung A RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat, perhitungan kebutuhan *Air Conditioning* perlu dilakukan yang nantinya akan dibandingkan dengan standar yang berlaku.

TABEL 3.3. DATA *AIR CONDITIONING* (AC)

Ruangan	BTU/h Terpasang	Suhu (°C)	RH (%)	Kecepatan Udara AC (m/s)	Kebutuhan BTU/h	Ket.
R. Rekamedis 1	18000	23,9	47,2	2,3	17182,5	Mencukupi
R. Rekamedis 3	18000	23,7	51,3	5,9	24860	Tidak Mencukupi
R. Klinik Jiwa Kamar 1	18000	23,1	48	2,5	5826,25	Mencukupi
R. Klinik Jiwa Kamar 2 (Skill Lab)	9000	23,4	53,6	3,8	5826,25	Mencukupi
R. Klinik Jiwa Kamar 3	9000	22,7	48,4	4,1	5826,25	Mencukupi
R. Klinik Jiwa Kamar 4	9000	22,8	46,1	4	5826,25	Mencukupi
R. Klinik Jiwa Kamar 5	18000	21	48,9	3,8	5582,5	Mencukupi
R. Klinik Jiwa Kamar 6 (Kamar Tindakan)	9000	23,5	55,3	2,7	8850	Mencukupi
R. Klinik Jiwa Kamar 7	9000	23,3	56	2,9	10237,5	Tidak Mencukupi
R. PABX Control	9000	22,2	37,8	2,7	2728,75	Mencukupi
R. Perawatan	18000	21,7	54,7	3,5	18882,5	Tidak Mencukupi
R. Sholat	18000	22,9	38,4	3,7	4125	Mencukupi
R. Farmasi / Apotik	18000	22,5	44,9	3,9	14427,5	Mencukupi
R. Gudang Farmasi 1	9000	23,5	42,1	3,1	4275	Mencukupi
R. Tunggu Pendaftaran	47000	24,3	67	5,8	62026,25	Tidak Mencukupi
R. Kasir	18000	23	41,8	4,2	15877,5	Mencukupi
R. Terapi Wicara	9000	22,8	46,7	2,7	5705	Mencukupi
R. Pendaftaran dan R. Tunggu Anak Remaja	9000	23,3	58,7	4,1	25987,5	Tidak Mencukupi
R. Periksa Dokter	9000	22,7	47,5	3,7	8813,125	Mencukupi
R. Sensori Integrasi	18000	22,3	54,1	4,9	16675,3125	Mencukupi
R. Periksa Dokter 1	9000	21,7	48,7	4,4	6380	Mencukupi
R. Periksa Dokter 2	18000	22,1	55,3	3,7	6050	Tidak Mencukupi
R. Periksa Dokter 3 (Tindakan)		22,3	55,8		6435	Tidak Mencukupi
R. Klasikal 1	9000	22,6	38,3	3,5	8030	Mencukupi
R. Klasikal 2	18000	22,2	40,2	4	8030	Mencukupi
R. Konseling	18000	21,9	48,7	4,3	10721,875	Mencukupi
R. Rapat Arjuna	105000	-	-	-	103950	Mencukupi

				-		
				-		
R. Galeri Mutu	36000	23,4	61,3	3,9	54402,5	Tidak Mencukupi
R. Komite Keperawatan	18000	21,7	43,2	4	13395	Mencukupi
R. Kosong	18000	-	-	-	8850	Mencukupi
R. Dokter	18000	25,3	63,5	4,1	67567,5	Tidak Mencukupi

Faktor yang membuat kerja *Air Conditioning* kurang maksimal, antara lain: freon habis atau kurang, filter kotor, kondensor kotor, kapasitas AC tidak sesuai kebutuhan ruangan dan cendela yang sering terbuka.

2.12 Rekomendasi Perbaikan dan Penghematan Energi

Perbaikan dan penghematan energi pada sistem pencahayaan dan *Air Conditioning* (AC) perlu dilakukan untuk memenuhi standar yang ada serta atas tujuan efisien dan kenyamanan

2.12.1 Sistem Pencahayaan

Untuk memperbaiki sistem penerangan gedung A yaitu dengan melakukan penambahan titik *armature* dan melakukan pergantian lampu ke jenis lampu yang sama dan atau lampu hemat energi dengan lumen yang besar apabila tingkat pencahayaan pada ruangan masih dibawah standar serta melakukan pengurangan dan atau pergantian lampu apabila tingkat pencahayaan pada ruangan jauh melebihi dari standar yang ada.

Perbaikan atau pergantian lampu dengan lumen yang besar apabila tingkat pencahayaan pada ruangan masih dibawah standar, memilih untuk menggunakan lampu LED CorePro untuk *armature* dengan ulir E27 dan lampu TL-D 36W/54-865 1SL/25 dan TL-D 18W/54-865 1SL/25 untuk *armature* TL.

2.12.2 Sistem Pendinginan

Untuk memperbaiki hal tersebut yaitu dengan cara mengganti AC jenis split dengan PK yang lebih besar dengan tetap memperhatikan jenis Freon yang digunakan apabila AC yang terpasang belum cukup untuk memenuhi kebutuhan BTU/h ruangan dan atau melakukan penambahan pemasangan AC serta mengganti AC dengan PK yang lebih kecil apabila AC yang terpasang terlalu memenuhi kebutuhan BTU/h ruangan.

2.13 Perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Setelah Perbaikan

Setelah melakukan perbaikan pada sistem pencahayaan dan *Air Conditioning* (AC), perlu dilakukan perhitungan ulang besar nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) untuk menentukan kriteria bangunan. Perhitungan nilai IKE ulang dengan cara mengetahui lama penggunaan lampu dan AC pada setiap ruangan kemudian dikalikan dengan daya lampu dan AC.

TABEL 3.4 TOTAL kWh DAN AC SESUDAH DAN SEBELUM PERBAIKAN

No.	Bulan	Total kWh Lampu dan AC Sebelum Perbaikan	Total kWh Lampu dan AC Sesudah Perbaikan
1.	Apr-20	5.031,600	5.433,210
2.	Mei-20	4.589,480	4.707,950
3.	Jun-20	5.031,600	5.433,210
4.	Jul-20	5.223,080	5.649,630
5.	Aug-20	4.424,080	4.802,950
6.	Sep-20	5.110,800	5.550,920

7.	Okt-20	5.031,600	5.433,210
8.	Nop-20	5.031,600	5.433,210
9.	Des-20	5.143,880	5.531,920
10.	Jan-21	5.064,680	5.414,210
11.	Feb-21	4.648,640	5.000,370
12.	Mar-21	5.223,080	5.649,630
TOTAL 1 TAHUN		59.554,120	64.040,420

Dari data total luas bangunan dan konsumsi energi gedung A RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat maka dapat dihitung nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) selama 1 tahun.

$$\begin{aligned}
 \text{IKE} &= \frac{(77.578,606 - 59.554,120) + 64.040,420}{3.535,3} \\
 &= \frac{82.064,906}{3.535,3} \\
 &= 23,213 \text{ kWh/m}^2/\text{Tahun}
 \end{aligned}$$

2.14 Kandungan Harmonisa

MDP gedung A RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat, pengukuran rata-rata pada hari masuk aktif, jum'at dan libur dalam menunjukkan data sebagai berikut.

TABEL 3.5. KANDUNGAN HARMONISA GEDUNG A

Total Harmonic Distortion (%)		Standar IEEE 519-2014	Ket.	PF	Ket.
THDv	R - S	2,04	8%	0,88	Standar
	S - T	2,11			
	T - R	1,97			
	R - N	3,83			
	S - N	3,69			
	T - N	3,73			
	L - L	2,04			
	L - N	3,75			
THDi	R	33,2	20%		Tidak Standar
	S	24,48			
	T	34,85			
	N	122,96			

2.15 Rekomendasi Kompensasi Harmonisa

Pemilihan kompensasi berdasarkan nilai THDi yang dikemukakan oleh *Schneider Power Factor Correction Guidelines* menggunakan metode persentase beban *non-linier* terpasang, dikarenakan nilai THDi pada MDP gedung A RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat berada diatas 20% maka termasuk kategori *Accusine Active Filters* sehingga kompensasi yang tepat untuk digunakan menurut *Schneider Power Factor Correction Guidelines* adalah menggunakan *Active Filter*.

Nilai THDv pada MDP gedung A RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat berada dibawah 3%, menurut *Schneider Power Factor Correction Guidelines* termasuk kategori *No Polluted Network* sehingga tidak diperlukannya kompensasi karena jaringan tidak tercemar oleh harmonisa.

3. Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan diperoleh tiga simpulan, ketiga simpulan tersebut dibahas sebagai berikut.

Pertama, nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada gedung A Rumah Sakit Jiwa Dr. Radjiman Wediodiningrat adalah sebesar 21,944 kWh/m²/Tahun. Dengan nilai ini, maka penggunaan energi listrik pada gedung A Rumah Sakit Jiwa Dr. Radjiman Wediodiningrat sudah memenuhi kriteria sangat efisien.

Kedua, rekomendasi peluang penghematan energi listrik yang dapat dilakukan di gedung A Rumah Sakit Jiwa Dr. Radjiman Wediodiningrat ada 2 (dua) cara, yaitu: 1). Melalui perbaikan sistem penerangan dengan cara melakukan penambahan titik *armature* dan melakukan pergantian lampu ke jenis lampu yang sama dan atau LED dengan lumen yang besar apabila tingkat pencahayaan pada ruangan masih dibawah standar serta melakukan pengurangan dan atau pergantian lampu apabila tingkat pencahayaan pada ruangan jauh melebihi dari standar yang ada. 2). Melalui perbaikan sistem pendingin ruangan dengan cara mengganti AC dengan PK yang lebih besar apabila AC yang terpasang belum cukup untuk memenuhi kebutuhan BTU/h ruangan dan atau melakukan penambahan pemasangan AC serta mengganti AC dengan PK yang lebih kecil apabila AC yang terpasang terlalu memenuhi kebutuhan BTU/h ruangan.

Ketiga, nilai THDi pada gedung A RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat (IR= 33,2%, IS= 24,48% dan IT= 34,85% serta IN= 122,96%) masih diatas standar yang diizinkan oleh IEEE 519-2014, nilai Isc/IL pada range >1000 memiliki batasan nilai THDi yang diizinkan sebesar 20%. Sedangkan nilai THDv pada gedung A RSJ Dr. Radjiman Wediodiningrat (VR-S= 2,04%, VS-T= 2,11%, VT-R= 1,97%, VR-N= 3,83%, VS-N= 3,69%, VT-N= 3,73% dan VL-L= 2,04% serta VL-N=3,75%) masih dibawah standar yang diizinkan oleh IEEE 519-2014, dengan tegangan nominal yang digunakan adalah 0,4 kV, maka THDv yang diizinkan sebesar 8%.

Daftar Pustaka

- [1] Aris, Muhamad. 2016. *Audit Konsumsi Energi Untuk Mengetahui Peluang Penghematan Energi Pada Gedung Pt Indonesia Caps and Closures*. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- [2] IEEE Std 519-2014, *IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems*. USA: New York.
- [3] Jamal, Jamal. 2019. *Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Energi Listrik Pada Bagian Produksi di PT. EPFM Makassar*. Makassar: Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [4] Kementerian ESDM. 2012. *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2012 Tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik*.
- [5] Keputusan Menteri Kesehatan. 2004. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1204/MENKES/SK/X/2004 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*.
- [6] Muhaimin. 2001. *Teknologi Pencahayaan*. Bandung: Refika Aditama.
- [7] Muhidin. 2018. *Audit Energi Di Kantor Walikota Manado, Sulawesi Utara*. Manado: Universitas Sam Ratulangi Manado.
- [8] Mukhlis. 2019. *Studi Sistem Pencahayaan dan Ac (Air Conditioner) Pada Gedung Dome dan Gedung F Universitas Islam Malang*. Malang: Universitas Islam Malang.
- [9] SNI 6196-2011. 2011. *Prosedur Audit Energi Pada Bagunan Gedung*.
- [10] Wahyu, Tri. 2019. *Audit Energi Listrik Dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Listrik Pada Sistem Pendingin Dan Pencahayaan Di Gedung D3 Ekonomi Uii*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [11] Santoso, A.H., Hermawan, A. and Harianto, S. "Analisis Audit Energi Terhadap Intensitas Konsumsi Energi Listrik Sistem Pencahayaan dan Sistem Penyimpanan Ikan di Cold Storage Kabupaten Malang", *elposys*, vol. 8, no. 3, pp. 102–107, 2021
- [12] Vinola, F., Rakhman, A., & Sarjana, S. (2020). Sistem Monitoring dan Controlling Suhu Ruangan Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 9(2), 117-126.
- [13] Muchtar, H., & Rijal, A. S. (2021). Fuzzy Logic pada Sistem Pendingin Ruangan Berbasis Raspberry. *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 4(2), 155-162.
- [14] T. Koerniawan and A. W. Hasanah, "Kajian Harmonisa Pada Pemakaian Tenaga Listrik Gedung STT-PLN Jakarta", *kilat*, vol. 8, no. 2, pp. 180–189, Oct. 2019.
- [15] A. B. S. Putri, K. Karnoto, and A. A. Zahra, "ANALISA HARMONISA TEGANGAN DAN HARMONISA ARUS PADA SISTEM ELEKTRIKAL GEDUNG TEKNIK PWK DAN TEKNIK ARSITEKTUR UNIVERSITAS DIPONEGORO," *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 9, no. 4, pp. 526-531, Dec. 2020.