

Evaluasi Kinerja Kenyamanan Termal dan Konsumsi Energi Sebagai Pengabdian Intelektual Arsitektur pada Ruang Rawat Inap Rumah Sakit Arun, Kota Lhokseumawe

Razif ¹⁾, Muhammad Iqbal ²⁾, Atthaillah³⁾, Adi Safyan⁴⁾, Cut Azmah Fithri⁵⁾

¹ Fakultas Ekonomi, Universitas Malikussaleh

^{2,3,4,5} Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Keywords :

Arsitektur
Konsumsi Energi
Termal
PASH

Correspondensi Author

Email: miqbal.arch@unimal.ac.id

History Artikel

Received: 22-04-2024

Reviewed: 28-04-2024

Revised: 30-04-2024

Accepted: 30-04-2024

Published: 30-04-2024

DOI:

10.52622/mejuajujabdimas.v3i3.116

Abstrak. Rumah sakit merupakan bangunan yang memberikan pelayanan publik. Untuk itu, perlu dipertimbangkan kriteria-kriteria kinerja untuk menciptakan ruang yang nyaman bagi pengguna baik visual maupun termal. Kenyamanan ruang membutuhkan konsumsi energi tertentu. Saat ini, kondisi pencahayaan alami siang hari, kenyamanan termal dan konsumsi energi pada Rumah Sakit Arun belum diketahui. Untuk itu kegiatan ini melakukan pengukuran kinerja dengan pengukuran ruang rawat inap dan simulasi komputasional untuk kinerja tahunan yang seperti telah disebutkan sebelumnya. Hasil menunjukkan kondisi termal yang baik pada ruang rawat inap. Akan tetapi, kondisi pencahayaan alami hanya memenuhi untuk metrik cahaya matahari langsung. Sementara indeks konsumsi energi juga masih belum memenuhi kriteria. Kondisi ini penting untuk diketahui sebagai informasi yang dapat digunakan untuk peningkatan kinerja pada bangunan rumah sakit ini



*This work is licensed under a Creative Commons Attribution
4.0 International License*

Pendahuluan

Rumah sakit merupakan salah satu bangunan penting yang memberikan pelayanan kepada masyarakat. Dalam rangka peningkatan kualitas pelayanan kepada masyarakat Rumah Sakit Umum Arun (RSU Arun) yang berada di Kota Lhokseumawe sedang melakukan berbagai upaya pembenahan. Salah satu dari usaha adalah perbaikan kualitas ruang rawat inap di RSU Arun. Peningkatan kualitas tentunya tidak hanya terkait fitur visual dan arsitektur rumah sakit saja. Namun, lebih jauh kinerja bangunan juga krusial dan wajib dipertimbangkan secara hati-hati. Adapun yang dimaksud kinerja adalah terkait kualitas pencahayaan alami siang hari (PASH), kenyamanan termal (KT) dan indeks konsumsi energi (IKE).

Adapun keberadaan PASH yang baik pada bangunan dapat membantu penghematan energi pada bangunan pada rentang 40% - 45% (Bahdad et al., 2020; Lechner, 2007; Mediastika, 2013). Selain itu, PASH juga dapat meningkatkan kondisi kesehatan dari penghuni (Boubekri, 2008; Boubekri et al., 2020). Selain itu, kenyamanan termal juga hal yang sangat penting dipertimbangkan pada ruang rawat inap karena dapat membantu proses penyembuhan pasien (Ma et al., 2023; Yuan et al., 2022). Namun, kondisi tersebut tentunya membutuhkan keseimbangan sehingga penggunaan energi dapat dilakukan secara bijak.

Kondisi saat ini kinerja dari ruang rawat inap sendiri belum diketahui pada RSU Arun. Untuk itu kajian ini dilakukan untuk mengetahui status kondisi kinerja pada kondisi ruang rawat inap yang telah ada saat ini di RSU Arun. Gambar 1 menunjukkan salah satu kondisi saat ini ruang rawat inap di RSU Arun. Gambar 2 merupakan dokumentasi kegiatan pengabdian masyarakat berupa presentasi dan diskusi hasil perencanaan evaluasi kinerja kenyamanan termal ruang rawat inap di RSU Arun.



Gambar 1. Dokumentasi Interior dan Eksterior Ruang Rawat Inap RSU Arun

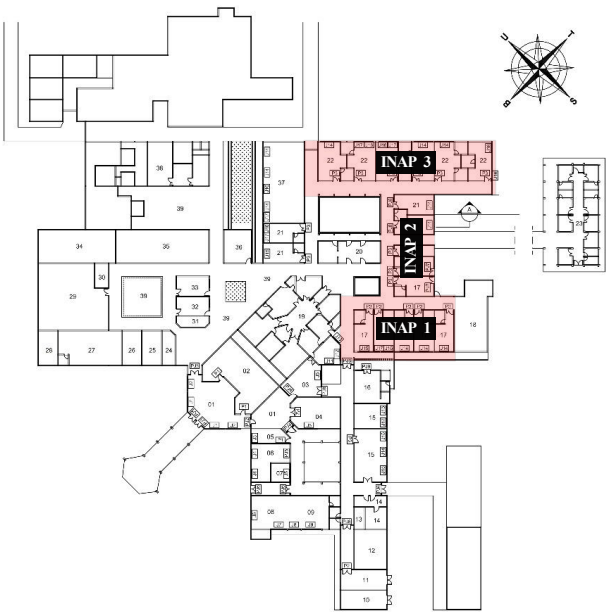


Gambar 2. Dokumentasi kegiatan pengabdian masyarakat

Metode

Investigasi bangunan yang ada saat ini telah dilakukan pada pertengahan bulan Desember 2023. Selain dimensi fisik bangunan, investigasi dilakukan terhadap fitur-fitur yang berdampak terhadap kinerja bangunan, misalnya untuk PASH keberadaan jendela dan kenyamanan termal, material-material yang digunakan pada RSU Arun saat ini. Dari hasil investigasi, pemodelan digital dilakukan untuk kondisi ruang-ruang yang ada saat ini untuk PASH dan energi. Pada kajian ini, Radiance (RAD) dan Energyplus (E+) digunakan untuk menghitung kinerja PASH, KT dan IKE dalam jangka waktu satu tahun. Teknik simulasi dipercaya sebagai langkah yang cukup masuk akal saat ini untuk melakukan evaluasi kinerja bangunan dalam rentang satu tahun. RAD dan E+ merupakan mesin simulasi yang telah terverifikasi dan tervalidasi.

Dari hasil investigasi, kondisi saat ini telah dapat digambarkan seperti pada Gambar 3 berikut. Bagian yang menjadi perhatian pada kajian ini di sorot berwarna merah.



Gambar 3. Hasil investigasi pada bangunan saat ini. Ruang rawat inap (Inap 1-3) di sorot sebagai ruang-ruang yang dilakukan evaluasi kinerjanya.

Selanjutnya, kajian ini menggunakan metrik-metrik kinerja yang telah berlaku secara internasional seperti metrik-metrik PASH, KT dan KE tahunan. Penjelasan setiap metrik-metrik yang dipilih dijelaskan pada sub bagian berikut.

Solusi yang ditawarkan

A. Model Pencahayaan Alami Siang Hari

Untuk pemodelan PASH tahunan dengan RAD asumsi permukaan dan nilai transmitansi kaca diperlukan, Adapun simbol untuk masing-masing reflektansi permukaan dinding, lantai, plafon, konteks dan kaca ditunjukkan pada Tabel 1. Kemudian untuk mesin simulasi menggunakan parameter seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Keterangan	Reflektansi Dinding	Reflektansi Lantai	Reflektansi Plafon	Reflektansi Konteks	Transmitansi Kaca
Simbol	ρ_w	ρ_f	ρ_c	ρ_{ctx}	τ
Nilai	0.5	0.2	0.8	0.3	0.6

Tabel 1. Nilai reflektansi permukaan dan transmitansi kaca.

-ab	-ad	-lw
6	2.5×10^4	4.0×10^{-7}

Tabel 2. Parameter RAD untuk simulasi PASH tahunan.

B. Model Kenyamanan Termal dan Energi

Sementara untuk model kenyamanan termal dan energi menggunakan asumsi material yang ditemukan saat investigasi lapangan. Properti termal seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Nama	Dinding	Bata	Atap dan Plafon		Lantai
	Plaster		Atap	Plafon	
Material	2.5 cm spesi	Bata	Seng	Generic ceiling with air gap	Beton
Ketebalan [m]	0.025	0.1	0.0015	0.1	0.10
Konduktivitas [W/m-K]	0.69	0.9	44.9759	0.556	2.31
Kepadatan [Kg/m ³]	1858.004	1920	7680.018	1.28	2322.007
Panas Spesifik [J/Kg-K]	836.460	790	418.1302	1000	832.020
Kekasaran	Smooth	Medium Rough	Medium Smooth	Smooth	Medium Rough
Penyerapan termal	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Penyerapan Solar	0.7	0.65	0.6	0.7	0.7
Penyerapan Visibel	0.92	0.65	0.6	0.7	0.7
Jendela					
Nama Kaca	U-Value [W/m ² -K]		SHGC		VT
Kaca jendela	3.69		0.35		0.6

Tabel 3. Material untuk model kenyamanan termal dan energi.

C. Pencahayaan Alami Siang Hari Setempat

Metrik-metrik PASH tahunan digunakan pada kajian ini adalah standar internasional dari LEED v4 dan hasil kajian pada studi-studi terdahulu untuk kinerja PASH tahunan. Adapun metrik-metrik yang dimaksud adalah sebagai berikut. Adapun evaluasi dilakukan terhadap paparan matahari langsung dan paparan matahari total dengan metrik useful daylight illuminance (UDI), spatial daylight autonomy (sDA) dan annual sunlight exposure (ASE).

Metrik	aUDI100-3000lx	sDA300/50%	ASE1000,250	sGA>0.4/95%
Kriteria	≥ 80%	≥ 55%	< 10%	≥ 95%
Referensi	(PSBP, 2013)	(United States Green Building Council (USGBC), 2013)	(United States Green Building Council (USGBC), 2013)	(BSI Standards Limited, 2019)

Tabel 4. Kriteria PASH tahunan yang digunakan

Kemudian untuk menilai kondisi spasial, kajian ini menggunakan beberapa kriteria di mana aUDI100-3000lx adalah metrik untuk UDI ideal, sDA300/50%, ASE1000,250 serta sGA>0.4/95% sebagai metrik tambahan untuk menilai iluminansi total dan langsung serta kenyamanan visual. Adapun kriteria spasial yang dimaksud disajikan pada Tabel 1. Selanjutnya, titik ukur dibuat dengan ukuran 50 cm × 50 cm pada elevasi 80 cm di atas permukaan lantai untuk metrik-metrik iluminansi total dan iluminansi langsung. Sementara untuk metrik kenyamanan visual titik ukur diletakkan pada elevasi 120 cm dengan pengaturan susunan titik ukur sama dengan metrik-metrik iluminansi.

D. Kenyamanan Termal

Laporan ini mengadopsi metrik kenyamanan termal predicted mean vote (PMV) yang diusulkan Fanger (ASHRAE, 2010; Kükrer & Eskin, 2021). Namun, untuk kondisi tahunan kajian ini menggunakan metrik persentase kenyamanan termal dalam setahun yang dihitung berdasarkan nilai PMV yang diperoleh. Metrik tersebut disebut sebagai PCTc, PCTn dan PCTh untuk persentase waktu kondisi dingin, netral dan panas secara berurutan. Laporan ini menggunakan kriteria PCTn $\geq 80\%$ sebagai kondisi optimal.

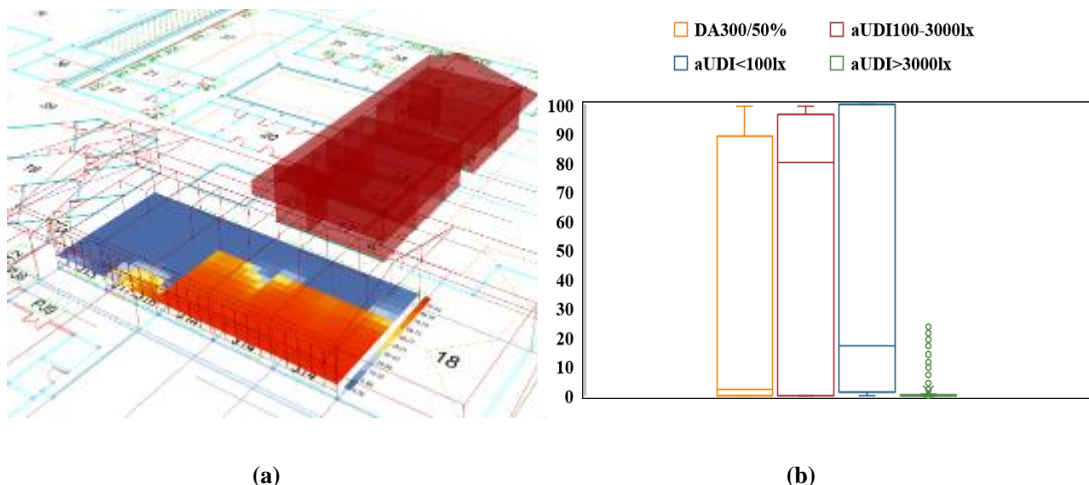
E. Konsumsi Energi

Untuk konsumsi energi tahunan, investigasi ini menggunakan konsumsi energi untuk beban pendinginan, energi yang digunakan oleh perangkat elektronik dan energi untuk pencahayaan buatan dalam rentang waktu satu tahun dalam KWh. Nilai tersebut kemudian dibagi dengan luas bangunan yang kemudian dikenal dengan istilah Indeks Konsumsi Energi (IKE) $\leq 180,81$ KWh/m²/tahun (BBTKE-BPPT, 2020)..

Hasil dan Pembahasan

1. Pencahayaan Alami Siang Hari

1.A. Ruang Rawat Inap 1



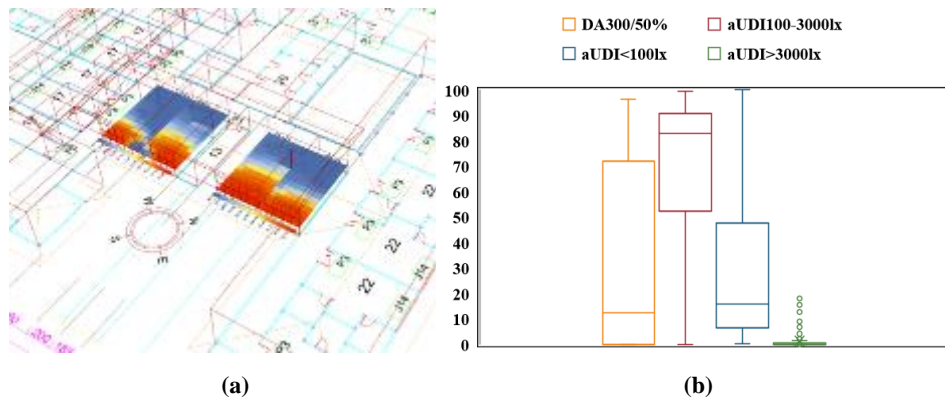
Gambar 4. Hasil simulasi Inap 1 (a) kondisi spasial distribusi DA300 dan (b) Box plot rentang nilai untuk metrik iluminansi total.

Hasil menunjukkan kondisi tidak memuaskan untuk beberapa metrik PASH tahunan seperti $sDA_{300/50\%}$ yang nilainya masih di bawah 55%. Namun demikian kontribusi matahari langsung ditemukan relatif rendah di bawah $ASE_{1000,250} < 10\%$. Gambar 4a keseluruhan secara spasial dan Gambar 4b rentang nilai metrik iluminansi total dapat ditunjukkan sebagai berikut. Sementara metrik kenyamanan visual juga tidak menunjukkan hasil yang belum memenuhi kriteria di atas 95%, namun sudah mendekati. Sementara metrik $UDI_{100-3000lx}$ juga menunjukkan hasil yang belum memenuhi kriteria. Tabel 5 menunjukkan nilai kinerja PASH tahunan yang diperoleh pada ruang Inap 1 RSU Arun.

$sDA_{300/50\%}$	$ASE_{1000,250}$	$aUDI_{100-3000lx}$	$aUDI_{<100lx}$	$aUDI_{>3000lx}$	$sGA_{<0.4/95\%}$
41%	7%	59%	40%	1%	94%
Failed	Passed	Failed	Failed	Failed	Failed

Tabel 5. Hasil simulasi kinerja metrik-metrik PASH tahunan Inap 1.

1.B. Ruang Rawat Inap 2



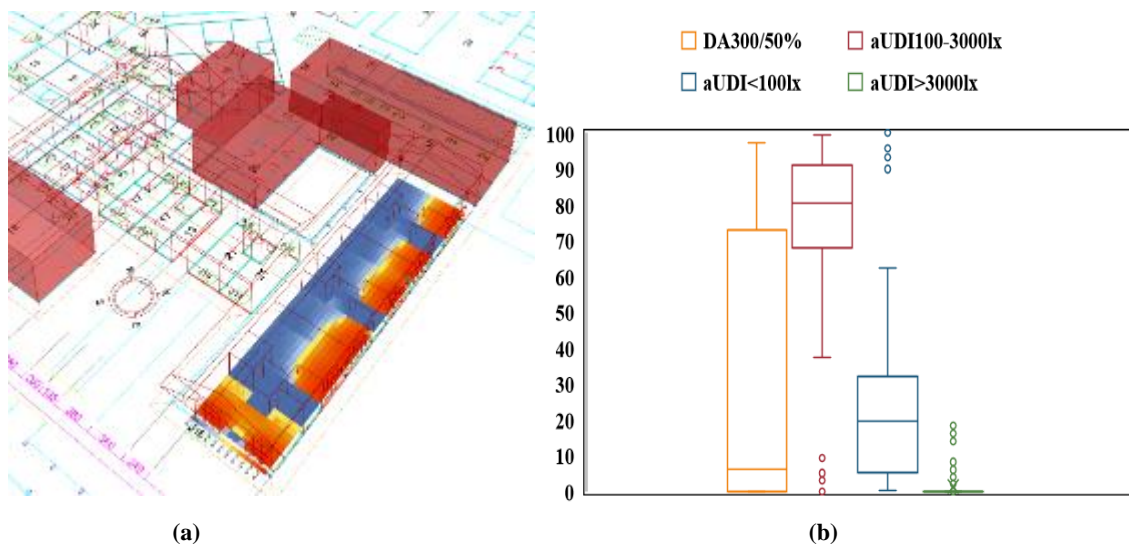
Gambar 5. Hasil simulasi Inap 2 (a) kondisi spasial distribusi DA300 dan (b) Box plot rentang nilai untuk metrik iluminansi total.

Pada Inap 2 juga menunjukkan situasi yang hampir sama dengan Inap 1 untuk kinerja PASH tahunan. Gambar 5a menunjukkan kondisi DA₃₀₀ sedangkan Gambar 5b menunjukkan keseluruhan nilai pada seluruh titik sensor di Inap 2 untuk kinerja PASH tahunan. secara spasial Hanya saja kondisi pada Inap 2 relatif lebih tidak baik yang ditunjukkan dengan nilai-nilai untuk mencapai kriteria lebih rendah di dibandingkan dengan Inap 1. Capaian kriteria PASH pada Inap 2 ditunjukkan pada Tabel 6.

sDA _{300/50%}	ASE _{1000,250}	aUDI _{100-3000lx}	aUDI _{<100lx}	aUDI _{>3000lx}	sGA<0,4/95%
34%	6%	66%	32%	1%	92%
Failed	Passed	Failed			Failed

Tabel 6. Hasil simulasi kinerja metrik-metrik PASH tahunan Inap 2.

1.C. Ruang Rawat Inap 3



Gambar 6. Hasil simulasi Inap 3 (a) kondisi spasial distribusi DA300 dan (b) Box plot rentang nilai untuk metrik iluminansi total.

Kondisi spasial PASH tahunan pada Inap 3 ditunjukkan pada Gambar 6a. Berdasarkan hasil tersebut, Inap 3 menunjukkan hasil yang lebih baik terkait metrik UDI_{100-3000lx} yang ditunjukkan dengan rentang yang lebih sempit (Gambar 6b) dibandingkan dengan metrik-metrik lainnya. Namun, demikian kondisi tidak mencapai kriteria juga dialami oleh Inap 3 (Tabel 7) dengan nilai yang relatif

lebih rendah dibandingkan Inap 1 dan 2.

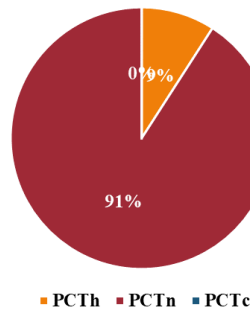
sDA _{300/50%}	ASE _{1000,250}	aUDI _{100-3000lx}	aUDI _{<100lx}	aUDI _{>3000lx}	sGA _{<0.4/95%}
38%	6%	68%	30%	1%	91%
Failed	Passed		Failed		Failed

Tabel 7. Hasil simulasi kinerja metrik-metrik PASH tahunan Inap 3.

2. Kenyamanan Termal

2.A. Ruang Rawat Inap 1

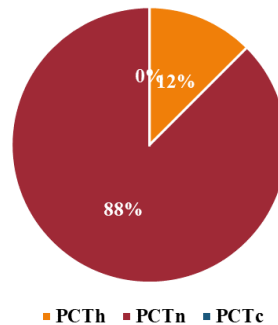
Hasil simulasi kenyamanan termal pada ruang Inap 1 menunjukkan hasil yang belum memenuhi kriteria dengan nilai PCTn = 91%. Hasil seluruh kenyamanan termal ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil simulasi kinerja kenyamanan termal pada ruang rawat Inap 1.

2.B. Ruang Rawat Inap 2

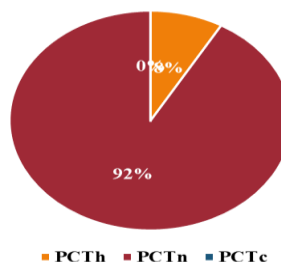
Hasil simulasi kenyamanan termal pada ruang Inap 2 menunjukkan hasil yang belum memenuhi kriteria dengan nilai PCTn = 88% atau lebih rendah dari Inap 1. Hasil seluruh kenyamanan termal ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil simulasi kinerja kenyamanan termal pada ruang rawat Inap 2.

2.C. Ruang Rawat Inap 3

Hasil simulasi menunjukkan nilai PCTn Inap 3 (PCTn = 92%) (Gambar 9) relatif lebih tinggi dibandingkan Inap 1 dan 2.

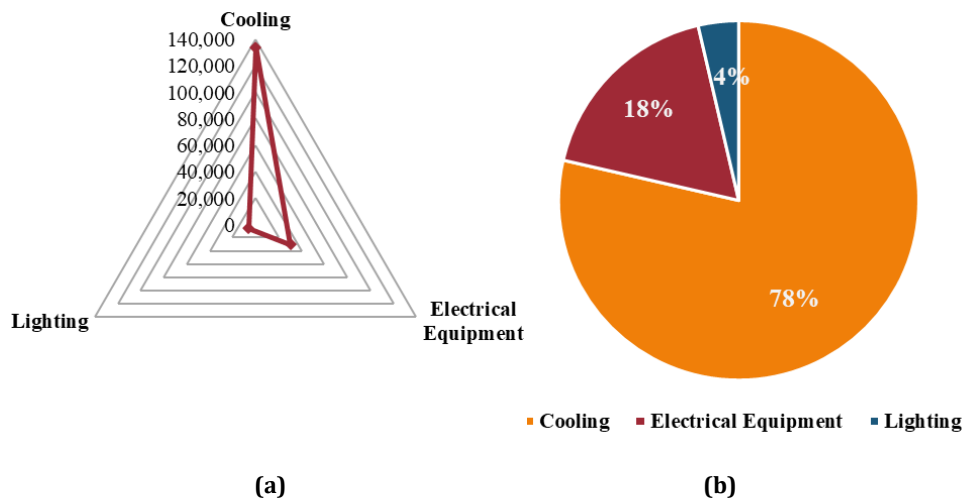


Gambar 9. Hasil simulasi kinerja kenyamanan termal pada ruang rawat Inap 3.

3. Konsumsi Energi

3.A. Ruang Rawat Inap 1

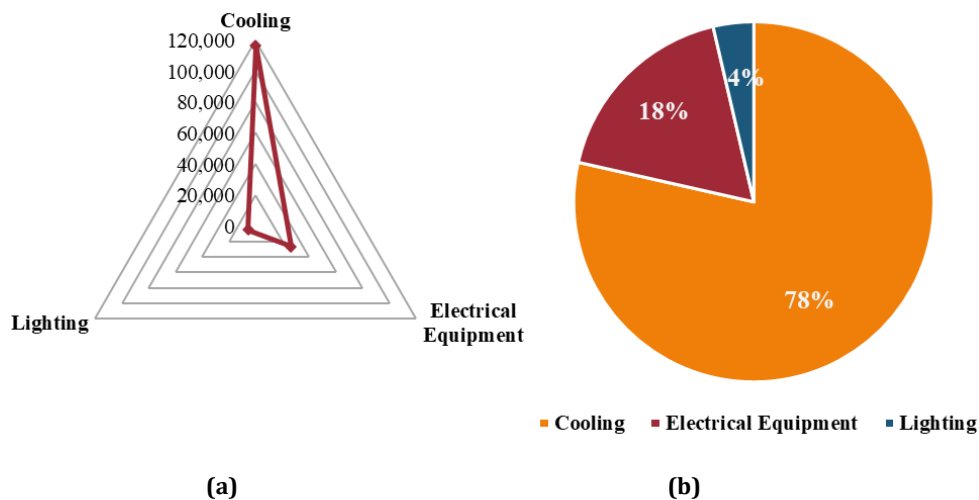
Hasil simulasi konsumsi energi menunjukkan bahwa konsumsi energi masih di atas kriteria (Gambar 10a) sehingga perlu upaya strategi-strategi untuk mengurangi konsumsi energi. Beban pendinginan menunjukkan persentase paling besar yaitu 78% (Gambar 10b) dibandingkan dengan pencahayaan buatan dan peralatan elektronik. Nilai IKE yang diperoleh dengan luas Inap 1 adalah 540 m² adalah 315,32 KWh/m²/tahun.



Gambar 10. Hasil simulasi konsumsi energi tahunan Inap 1 (a) konsumsi energi tahunan dalam KWh untuk beban pendinginan pencahayaan buatan dan peralatan elektronik dan (b) persentase penggunaan energi tahunan.

3.B. Ruang Rawat Inap 2

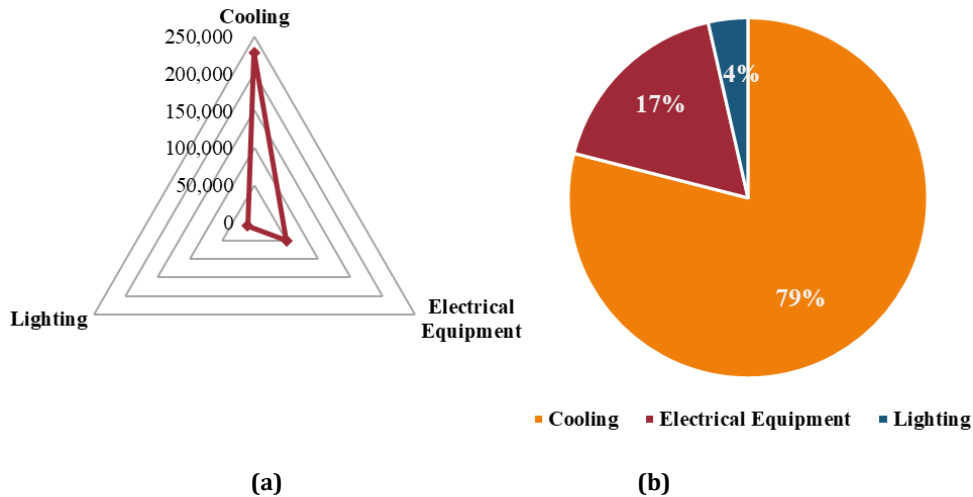
Hasil simulasi konsumsi energi Inap 2 relatif lebih rendah (Gambar 11a) dibandingkan Inap 1, namun belum masuk ke kriteria optimal. Hal ini karena luas Inap 2 relatif lebih kecil dibanding dengan Inap 1. Sementara proporsi penggunaan energi sama dengan Inap 1 yang ditunjukkan pada Gambar 11b. Nilai IKE yang diperoleh dengan luas Inap 2 adalah 473,10 m² adalah 314,31 KWh/m²/tahun.



Gambar 11. Hasil simulasi konsumsi energi tahunan Inap 2 (a) konsumsi energi tahunan dalam KWh untuk beban pendinginan pencahayaan buatan dan peralatan elektronik dan (b) persentase penggunaan energi tahunan.

3.C. Ruang Rawat Inap 3

Terkait konsumsi energi (Gambar 12a), Inap 3 memiliki nilai konsumsi energi total paling tinggi, selain luasannya yang relatif lebih besar dibandingkan dengan ruang rawat inap lainnya, Gambar 12b menunjukkan konsumsi energi dan persentase konsumsi energi. Terkait persentase pendinginan masih memiliki persentase yang relatif sama dengan ruang rawat inap lainnya. Nilai IKE yang diperoleh dengan luas Inap 3 adalah 898,56 m² adalah 321,08 KWh/m²/tahun.



Gambar 12. Hasil simulasi konsumsi energi tahunan Inap 3 (a) konsumsi energi tahunan dalam KWh untuk beban pendinginan pencahayaan buatan dan peralatan elektronik dan (b) persentase penggunaan energi tahunan.

Tindak Lanjut

Hasil investigasi kondisi saat ini ditemukan bahwa PASH tahunan pada ruang rawat inap yaitu Inap 1, Inap 2 dan Inap 3 seperti telah ditunjukkan sebelumnya. Terkait PASH tahunan ruang rawat inap tidak memenuhi kriteria iluminansi total dan kenyamanan visual namun memenuhi kriteria cahaya matahari langsung. Selanjutnya, terkait kenyamanan termal, ruang rawat inap telah mencapai kriteria seperti telah ditentukan pada laporan ini dengan nilai PCTn di atas 80%. Kemudian untuk konsumsi energi tahunan bisa dikategorikan tinggi ditunjukkan dengan nilai IKE > 180,81 KWh/m²/tahun setiap ruang rawat inap. Perbandingan seluruh kinerja pada Inap 1, 2 dan 3 di tunjukkan pada Tabel berikut.

Kinerja	Inap 1	Inap 2	Inap 3	Status
PASH Tahunan				
sDA _{300/50%} [%]	41	34	38	Failed
ASE _{1000,250} [%]	7	6	6	Passed
aUDI _{100-3000lx} [%]	59	66	68	Failed
sGA _{<0.4/95%} [%]	94	92	91	Failed
Kenyamanan Termal Tahunan				
PCTn [%]	91	88	54	Passed
Energi Tahunan				
IKE [KWh/m ² /tahun]	315,32	314,31	321,08	Failed

Tabel 8. Perbandingan seluruh kinerja pada Inap 1, 2 dan 3 RSU Arun.

Dari hasil investigasi juga ditemukan bahwa konsumsi energi paling besar adalah dari peralatan pendinginan. Untuk itu upaya-upaya menggunakan peralatan pendingin ruangan yang lebih

efisien diperlukan. Rekomendasi penggantian unit AC yang terpasang pada setiap ruang rawat inap perlu dilakukan penggantian.

Sementara kondisi lainnya hanya perlu dilakukan peremajaan untuk peningkatan estetika ruangan. Hal ini karena setelah dilakukan investigasi dengan menambahkan insulasi pada dinding dan atap bangunan tidak meningkatkan kinerja secara signifikan. Kemudian dari hasil investigasi awal ditemukan kondisi kenyamanan termal sudah terpenuhi. Sementara untuk kondisi pencahayaan alami pengantian kaca dengan jenis SHGC yang lebih rendah dibutuhkan.

Kesimpulan dan Saran

Secara umum, dari hasil di atas, maka, ruang rawat inap RSU Arun membutuhkan usaha perbaikan desain terkait hal-hal berikut untuk peningkatan kinerja bangunan:

- a. Perlu usaha untuk melakukan rehabilitasi terhadap desain selubung bangunan, hal ini disarankan untuk dapat memperbaiki kondisi PASH tahunan dan kenyamanan termal tahunan.
- b. Perlu usaha untuk menggunakan peralatan pendinginan dan elektronik serta lampu yang lebih hemat energi pada setiap ruang rawat inap, hal ini diperuntukkan untuk penghematan konsumsi energi bangunan.

Dengan saran-saran di atas diharapkan perbaikan kinerja bangunan secara terintegrasi diharapkan dapat dicapai pada ruang rawat inap RSU Arun.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih yang terdalem kepada Ketua Prodi Arsitektur atas segala dukungan yang diberikan telah mempermudah kegiatan pengabdian intelektual arsitektur dalam Evaluasi Kinerja Kenyamanan Termal dan Konsumsi Energi Ruang Rawat Inap Rumah Sakit Arun Kota Lhokseumawe berjalan dengan baik tanpa kekurangan sesuatu apapun. Berikutnya kami ucapkan terimakasih yang tak terhingga pada Pimpinan dan Staf Rumah Sakit Arun yang sudah memberikan fasilitas dan waktunya dalam kegiatan observasi dan diskusi dalam ranah evaluasi untuk kegiatan pengabdian intelektual arsitektur, serta ucapan terimakasih yang terdalem bagi rekan sejawat seprofesi akademik yang telah membantu dalam mendata koefisien objek evaluasi, aktivitas reduksi hingga penyusunan laporan yang membuat kegiatan ini menjadi ringan dan terpadu. Terakhir, terimakasih kami kepada Instansi Universitas Malikussaleh yang telah memfasilitasi kegiatan ini dengan segala kemudahan dengan terselenggaranya kegiatan ini berjalan dengan baik dan lancar.

Referensi

1. ASHRAE. (2010). Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers.
2. Bahdad, A. A. S., Fadzil, S. F. S., & Taib, N. (2020). Optimization of daylight performance based on controllable light-shelf parameters using genetic algorithms in the tropical climate of Malaysia. *Journal of Daylighting*, 7(1), 122–136. <https://doi.org/10.15627/jd.2020.10>
3. BBTKE-BPPT. (2020). Laporan Akhir Benchmarking Specific Energy Consumption di Bangunan Komersial. v–182. <https://123dok.com/document/y96o0rlr-laporan-akhir-benchmarking-specific-energy-consumption-bangunan-komersial.html>
4. Boubekri, M. (2008). *Daylighting, Architecture and Health: Building design strategies*. Elsevier.
5. Boubekri, M., Lee, J., Bub, K., & Curry, K. (2020). Impact of daylight exposure on sleep time and quality of elementary school children. *European Journal of Teaching and Education*, 2(2), 10–17.
6. BSI Standards Limited. (2019). BS EN 17037: 2018 BSI Standards Publication.
7. Kükrer, E., & Eskin, N. (2021). Effect of design and operational strategies on thermal comfort and productivity in a multipurpose school building. *Journal of Building Engineering*, 44, 102697. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.job.2021.102697>
8. Lechner, N. (2007). *Heating, Cooling, Lighting: Strategi Desain untuk Arsitektur* (2nd ed.). PT Raja Grafindo Persada.

9. Ma, S., Deng, W., Lu, J., Zhou, T., & Liu, B. (2023). Investigation of thermal comfort and preferred temperatures for healthcare staff in hospitals in Ningbo, China. *Journal of Building Engineering*, 80, 108029. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.108029>
10. Mediastika, C. E. (2013). *Hemat Energi Dan Lestari Lingkungan*. CV Andi Offset.
11. PSBP, E. F. A. (2013). *Facilities Output Specification*, Technical Report.
12. United States Green Building Council (USGBC). (2013). *LEED Reference Guide for Building Design and Construction*, LEED v4.
13. Yuan, F., Yao, R., Sadrizadeh, S., Li, B., Cao, G., Zhang, S., Zhou, S., Liu, H., Bogdan, A., Croitoru, C., Melikov, A., Short, C. A., & Li, B. (2022). Thermal comfort in hospital buildings – A literature review. *Journal of Building Engineering*, 45, 103463. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103463>