

ANALISIS PERHITUNGAN BEBAN PENDINGINAN PADA RUANG LOCKER HANGAR 3 PT. GMF AEROASIA DENGAN METODE COOLING LOAD TEMPERATURE DIFFERENCE

Firhan Adji¹ dan Nanang Ruhyat¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

E-mail: 41320120016@student.mercubuana.ac.id

Abstrak-- Ruang locker hangar 3 PT. GMF AEROSIA selain sebagai tempat penyimpanan barang juga sebagai ruang istirahat, ruang makan, dan tempat diskusi bagi karyawan karenanya perlu dibuat agar tetap sejuk yaitu dengan proses pendinginan. Dengan pendinginan yang optimal, para karyawan yang beristirahat didalam ruangan akan merasa nyaman. Penulis melakukan analisis terhadap kondisi ruang locker hangar 3 dengan metode penelitian yang digunakan adalah dengan cara mengambil data lapangan serta melakukan analisis perhitungan terhadap data tersebut menggunakan rumus-rumus yang didapat dari bahan-bahan literatur. Setelah dilakukan penelitian dan analisis perhitungan, maka didapat nilai total beban thermal ruangan sebesar 5383.63Watt, temperatur tertinggi ruang locker sebesar 28,20C, nilai kelembaban relative tertinggi pada ruang locker sebesar 69%. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa kapasitas mesin pendingin diruang locker belum mampu menunjang kebutuhan beban pendingin sehingga harus ditambah 1 buah mesin pendingin dengan kapasitas 1.5PK. Mesin pendingin yang ada sebelumnya direkomendasikan untuk diganti dari ke tipe low-watt dengan peluang efisiensi 19,28% dengan tingkat penghematan Rp2.033.024 per Tahun. Dari segi penerangan, Lampu ruang locker direkomendasikan untuk dilakukan penggantian menggunakan lampu tube LED dengan kapasitas 24 Watt. peluang penghematan yang dihasilkan 33.33 % lebih ekonomis dari lampu yang telah terpasang, dengan efisiensi yang dihasilkan adalah sebesar Rp.2.226.097 per tahun. Hasil perhitungan indeks konsumsi energi di ruang locker adalah sebesar 17,05 kWh/m² termasuk dalam kategori efisien.

Kata kunci: Cooling load, Air Conditioning, Efisiensi Penerangan

Abstract-- Locker room hangar 3 PT GMF AEROSIA in addition to being a place to store goods as well as a rest room, dining room, and discussion place for employees therefore need to be made to stay cool, namely by the cooling process. With optimal cooling, employees who rest in the room will feel comfortable. The author analyzes the condition of the hangar 3 locker room with the research method used is by taking field data and analyzing the calculation of the data using formulas obtained from literature materials. After research and analysis of calculations, the total value of the thermal load of the room is 5383.63Watt, the highest temperature of the locker room is 28.20C, the highest relative humidity value in the locker room is 69%. The results of this study indicate that the capacity of the cooling machine in the locker room has not been able to support the cooling load requirements so that 1 cooling machine with a capacity of 1.5PK must be added. The existing cooling machine is recommended to be replaced from the low-watt type with an efficiency opportunity of 19.28% with a savings rate of IDR 2,033,024 per year. In terms of lighting, locker room lights are recommended to be replaced using LED tube lights with a capacity of 24Watt. the resulting savings opportunity is 33.33% more economical than the lights that have been installed, with the resulting efficiency of Rp.2,226,097 per year. The results of the calculation of the energy consumption index in the locker room is 17.05 kWh / m² included in the efficient category.

Keywords: Cooling load, Air Conditioning, Lighting Efficiency

1. PENDAHULUAN

Ruang locker hangar 3 PT. GMF AEROASIA digunakan sebagai tempat penyimpanan barang, ruang istirahat, ruang makan, dan tempat diskusi bagi karyawan yang bekerja di area hangar 3. Kondisi awal sistem pengondisian udara pada ruang ini beroperasi dengan baik dimana setpoint suhu didalam ruangan masih dapat tercapai sesuai dengan kondisi lapangan. Namun, saat ini kondisi suhu udara pada ruang locker saat digunakan tidak sesuai dengan setpoint suhu yang diharapkan sehingga para karyawan merasa kurang nyaman.

Udara ruang yang nyaman dibutuhkan oleh manusia untuk dapat beraktivitas dengan nyaman. Lingkungan udara yang nyaman menciptakan kondisi beraktivitas yang sehat sehingga produktivitas kerja dapat tercapai [1]. Aktivitas yang dilakukan sangat berpengaruh pada keadaan udara di ruangan tempat kita beraktivitas tersebut [2]. Selain itu, sirkulasi udara, kelembaban udara, dan tingkat kebersihan udara juga mempengaruhi tingkat kenyamanan suatu ruangan [3]. Saat ini pengondisian udara banyak digunakan, di antaranya dalam bidang industri, perumahan, pertokoan, perkantoran, hotel dan kendaraan [4]. Sistem pengondisian udara menjadi kebutuhan primer untuk menunjang kebutuhan udara ruang yang nyaman [5]. Namun, instalasi sistem pengondisian udara memerlukan biaya yang tidak sedikit. Pemakaian tata udara yang tidak tepat dengan kebutuhannya akan mengakibatkan pemborosan, baik itu energi maupun biaya yang cukup mahal. Sistem pengondisian udara menjadi penyebab konsumsi energi listrik terbesar, yaitu berkisar 40% - 60% dari total konsumsi energi listrik pada suatu bangunan [6]. Fungsi utama sistem pengondisian udara secara garis besar terbagi menjadi dua yaitu untuk memberikan kondisi nyaman yang dibutuhkan oleh penghuni yang ada didalamnya (comfort air conditioning) dan juga pengaturan kondisi udara yang dapat mendukung pemrosesan bahan (industrial air conditioning). Pengondisian udara menjadi hal yang penting diperhatikan karena menjadi salah satu sumber kenyamanan pegawai dalam bekerja dengan optimal dan juga berdampak terhadap penghematan energi [7]. Kapasitas peralatan yang terpasang harus sesuai dengan beban pendingin agar dapat menghasilkan udara dengan kondisi yang diinginkan. Instalasi peralatan dan pemakaian tata udara yang tidak tepat dengan kebutuhan akan mengakibatkan pemborosan energi listrik. Setiap bangunan atau ruangan selain mempunyai kondisi beban pendinginan puncak juga mempunyai beban total pendinginan ruangan, yang biasanya berubah-

ubah setiap jamnya [8]. Berdasarkan hal tersebut, suatu gedung atau ruangan yang akan dikondisikan dengan memasang sistem tata udara maka perlu diketahui terlebih dahulu beban maksimum dan beban parsial yang ada dan harus ditanggulangi dengan tepat agar dapat dipakai peralatan yang tepat untuk dipasang [9]. Sehingga, tidak terjadi pemborosan energi dan biaya, serta kemungkinan kurangnya kapasitas mesin yang menyebabkan tidak tercapainya kondisi yang diinginkan. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan perhitungan besaran beban yang tepat pada sistem pengondisian udara dan menentukan beban yang diterima oleh mesin tersebut [10]. Tujuan penulis melakukan evaluasi beban pendingin di ruang locker PT. GMF AEROASIA yaitu untuk mengetahui kemungkinan kurangnya kapasitas mesin pendingin yang menyebabkan tidak tercapai kondisi yang diinginkan, dan mengetahui sumber pemborosan energi yang mungkin terjadi.

1.1 Pengkondisian Udara

Pengondisian udara adalah suatu sistem yang digunakan untuk mengatur dan mempertahankan keadaan udara yang meliputi temperatur, kelembaban relatif, kecepatan sirkulasi udara maupun kualitas udara dalam suatu ruangan untuk mencapai kondisi yang sesuai dengan persyaratan kenyamanan. Proses pengkondisian udara, selain berfungsi memberikan kenyamanan bagi manusia yang berada di dalam suatu ruangan, juga berguna untuk menjaga peralatan atau barang yang kondisi operasionalnya membutuhkan persyaratan temperatur dan kelembaban tertentu. Unit pengkondisian udara digunakan untuk kenyamanan yaitu untuk menciptakan kondisi udara yang nyaman bagi orang yang berada di dalam suatu ruangan. Sistem pendinginan di musim panas telah menjadi suatu kebutuhan pokok bagi bangunan besar di seluruh dunia, bahkan di wilayah yang suhu musim panasnya tidak terlalu tinggi, bangunan besar perlu didinginkan untuk menyerap kalor yang dikeluarkan oleh orang, lampu-lampu dan peralatan listrik lainnya [6].

1.2 Prinsip Sistem Pengkondisian Udara

Prinsip pengkondisian udara adalah kondisi udara dalam ruangan dapat dalam keadaan sangat dingin, panas, lembab, kering, kecepatan udara tinggi atau tidak ada gerakan udara. Udara dingin digerakkan oleh fan masuk reducing (saluran udara) dan melalui out let (lubang keluar) udara masuk ke dalam ruangan. Udara dari dalam ruangan kembali ke return out let (grile lubang isap) masuk ke ducting return (saluran kembali) dan melalui filter untuk pembersihan udara masuk melewati celah-celah permukaan coil evaporator (koil pendinginan) dan kembali digerakkan fan (kipas udara) [5].

1.3 Siklus Pendingin

Siklus pendingin adalah siklus kerja yang mentransfer kalor dari media bertemperatur rendah ke media bertemperatur tinggi. Siklus pendingin terdiri dari empat proses, yaitu evaporasi, kompresi, kondensasi, dan ekspansi. Evaporasi merupakan proses pertukaran panas udara ruangan dengan refrigerant. Pada tahap ini terjadi pertukaran kalor di evaporator, dimana kalor dari lingkungan atau media yang didinginkan diserap oleh refrigerant cair dalam evaporator sehingga refrigerant cair yang berasal dari katup ekspansi yang bertekanan dan bertemperatur rendah berubah fasa dari fasa cair menjadi uap yang mempunyai tekanan dan temperatur tinggi [6].

2. METODOLOGI

2.1 Alat Dan Bahan Penelitian

Alat penelitian yang digunakan antara lain sebagai berikut:

1. Digital Hygrometer

Alat ini digunakan untuk mengukur temperature dan kelembapan di dalam maupun di luar area ruangan. Pada penelitian ini, penulis menggunakan 2 buah digital hygrometer, yang telah terkalibrasi.



Gambar 4. Digital hygrometer

2. Meteran Roll

Alat ini digunakan untuk mengukur Panjang, lebar, dan tinggi suatu area dan objek pada ruangan.



Gambar 5. Meteran roll

3. Laptop ASUS M409-DA

Alat ini Digunakan untuk mengolah Data hasil penelitian.



Gambar 6. Laptop ASUS M409-D

4. Smartphone Xiaomi Redmi Note 10 Pro

Alat ini digunakan untuk mencatat dan menyimpan data hasil penelitian



Gambar 7. Xiaomi Redmi Note 10 Pro

Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang akan digunakan nantinya antara lain:

1. Data jumlah maksimum penghuni pada ruang *locker*
2. Data Luas lantai, luas permukaan bangunan, volume bangunan, dan luas permukaan kaca
3. Data Jenis Bahan Konstruksi Atap, Dinding, Pintu, dan Kaca
4. Data peralatan Elektronik pada ruang *locker*

2.2 Metode Pengumpulan Data

Pada tahap ini merupakan penjelasan mengenai tahapan pengumpulan data. Untuk memperoleh data dalam penelitian ini, maka digunakan beberapa teknik pengumpulan data sebagai berikut.

1. Studi Literatur

Menemukan dan mencari referensi teori yang terkait dengan permasalahan yang ditemukan pada jurnal, buku, dan internet terkait artikel laporan untuk mendapatkan referensi yang relevan dengan rumusan masalah.

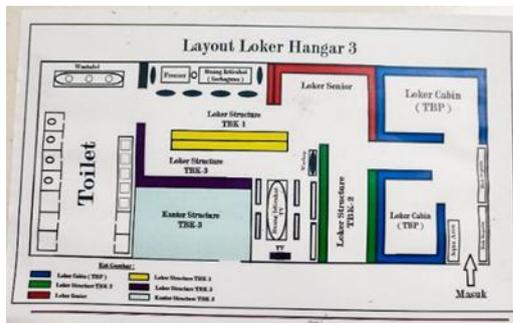
2. Observasi

Melakukan observasi atau pengamatan langsung terhadap keadaan sebenarnya yang terjadi di dalam perusahaan yang berhubungan erat dengan permasalahan yang diteliti. Dalam penelitian ini observasi dilakukan pada ruang locker hangar 3 PT.GMF AEROASIA yang dikondisikan dengan sistem pendingin dengan memperhatikan beban internal dan eksternal dengan dasar teori pada sumber pustaka yang ada.

3. Pengambilan Data
Penulis melakukan pengambilan sampel suhu dan kelembaban dari dalam dan luar ruang locker selama 6 hari berturut pada pukul 12.00 WIB.
4. Melakukan olah data hasil penelitian
Setelah data-data pada Langkah sebelumnya didapat, penulis melanjutkan pengolahan data yang terangkum dalam pembahasan hasil penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Layout ruang locker hangar 3



Gambar 8. Layout ruang locker

B. Detail ruang locker hangar 3

Detail dari ruang locker 3 diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Layout ruang locker 3

Data Ruangan	
Fungsi Ruang	Ruang istirahat dan tempat penyimpanan barang-barang pegawai
Jumlah maksimum penghuni	40 orang
Lokasi	Cengkareng, Jakarta Barat
Luas Lantai	35 m ²
Volume Ruang	87.5 m ³

Hasil pengukuran suhu ruang locker pada area dalam ruang dan luar ruang diperlihatkan pada tabel 2.

Tabel 1. Data pengukuran suhu ruang locker.

Data Temperatur Udara Ruang Locker pada Pukul 12.00 WIB		
Hari Ke-	Temperatur Dalam Ruangan (°C)	Temperatur Luar Ruangan (°C)
Hari ke-1	27,9 °C	31,5 °C
Hari ke-2	28 °C	31,4 °C
Hari ke-3	27,9 °C	31,4 °C
Hari ke-4	27,8 °C	31,3 °C
Hari Ke-5	28 °C	32,2 °C
Hari Ke-6	28,2 °C	31,9 °C

Hasil pengukuran kelembaban relative ruang locker diperlihatkan pada tabel 3.

Tabel 3. Data pengukuran kelembaban ruang locker hangar 3

Hari ke-	Kelembaban Dalam Ruangan (%)	Kelembaban Luar Ruangan (%)
Hari ke-1	67 %	63 %
Hari ke-2	69 %	62 %
Hari ke-3	68 %	63 %
Hari ke-4	64 %	62 %
Hari Ke-5	64 %	62 %
Hari Ke-6	61 %	59 %

C. Perhitungan Beban Pendingin

Ringkasan perhitungan beban pendingin yang ada di ruang locker diperlihatkan pada tabel 4.

Tabel 4. Ringkasan perhitungan beban pendingin ruang locker

Jenis Beban Pendingin	Nilai
Beban Transmisi Melalui Jendela	92.4 kcal/h
Beban Kalor Sensibel Infiltrasi	1101,53 kcal/h
Beban Kalor Sensibel Daerah Perimeter Dinding	592.42 kcal/h
Beban transmisi melalui atap	253.4 kcal/h
Beban Kalor Ruangan Penyegar Udara Terputus-putus	203.97 kcal/h
Beban Kalor laten darah infiltrasi	63.63 kcal/h
Beban Kalor Sensibel Partisi Pintu	85,43 kcal/h
Beban Kalor Sensibel Lantai	271,6 kcal/h
Beban Kalor Sensibel Daerah Interor Penghuni	29.42 kcal/h
Beban Kalor Sensibel peralatan	1,27 Kcal/h
Beban Kalor Sensibel Lampu	2,138 kcal/h

Data kapasitas mesin pendingin yang ter install dalam ruang locker diperlihatkan pada tabel 5.

Tabel 5. Data pengukuran suhu ruang locker

No	Jenis AC	Brand	Kapasitas	Refrigerant
1.	AC Split	Panasonic	2PK	R22
2.	AC Split	Panasonic	2PK	R22

Penyumbang panas terbesar dari penghuni, lalu infiltrasi, diikuti dinding dan jendela. Sedangkan penyumbang panas terkecil berasal dari transmisi dari jendela. Banyaknya jumlah penghuni yg ada didalam ruang locker sangat mempengaruhi kapasitas kalor yang besar di ruang locker. Beban kalor sensibel terkecil berasal dari ruang penyegar udara terputus karena sudah dilakukan pendinginan 2 atau 3 jam sebelum terjadi beban maksimum. Beban kalor sensibel infiltrasi sebesar 1101,53 kcal/h J karena kalor sensibel infiltrasi dipengaruhi oleh volume ruangan yang besar dan jumlah penghuni. Setiap komponen belum tentu memiliki kalor laten dikarenakan kalor laten merupakan kalor yang diserap suatu sistem termodinamika selama proses, dengan suhu konstan yang mempengaruhi perubahan wujud materi.

Peluang efisiensi daya penerangan dari penggantian lampu tube luminescent 36Watt menjadi lampu tube LED 18 Watt

- A. Daya aktual lampu ruang locker = 415,8 kWh / Bulan
Maka biaya kwh perbulannya: Rp. 463.617 Per bulan
 - B. Daya lampu rekomendasi = 277,2 kWh / Bulan
Maka biaya kwh perbulannya: Rp.309.078
 - C. Tabel rincian penggantian lampu rekomendasi
- Rincian pengganti lampu rekomendasi diperlihatkan pada tabel 6.

Tabel 6. Rincian Pengganti Lampu Rekomendasi

Lampu	Jumlah Lampu	Harga
Tube LED 14.3 Watt	35 Buah	Rp270.000,00
Total Biaya Penggantian Lampu (BPP)		Rp9.450.000,00

Dengan asumsi life time lampu Tube LED 24 Watt adalah 7,4 tahun maka efisiensi yang

dihasilkan adalah sebesar Rp. Rp.13.753.971,- atau sekitar Rp. 1.858.645 per tahun.

PELUANG EFISIENSI DARI SISTEM PENDINGIN

Ruang locker hangar 3 menggunakan AC split tipe standar, dengan kapasitas 2 PK untuk menunjang kebutuhan pendinginan. Refriferant yang digunakan pada AC ini adalah R22 yang memiliki sifat tidak beracun. Ketika dinyalakan, AC Jenis ini akan beroperasi dengan kapasitas penuh untuk mendinginkan ruangan. Saat suhu yang diinginkan sudah tercapai, maka kompresor akan mati. Ketika AC dinyalakan kembali melauai remote, maka kompresor akan kembali menyala dengan tarikan listrik yang tinggi. Ruang locker hangar 3 digunakan sebagai tempat penyimpanan barang, dan juga tools yang digunakan karyawan sehingga, pintu ruang locker sering dibuk tutup. AC split tipe standar kurang cocok dengan ruangan yang sering dibuka tutup karena akan memaksimalkan kerja dari compressor untuk mencapai suhu yang diinginkan sehingga berdampak pada pemborosan listrik. maka dari itu, penulis merekomendasikan penggantian jenis AC split tipe standar ini dengan AC split tipe low watt menggunakan jenis refrigeran R32 untuk pending di ruang locker hangar 3. AC split tipe low watt memiliki daya listrik yang irit karena kompresornya yang menggunakan daya listrik kecil. AC split tipe low watt sangat cocok digunakan pada ruangan yang pintunya sering dibuka tutup. Walaupun daya kompresornya rendah, pendinginan melalui AC juga ditunjang dengan refrigeran R32 yang memiliki indeks dingin yang lebih tinggi daripada jenis R22 dan juga memiliki sifat ramah lingkungan.

Spesifikasi rekomendasi AC sebagai pengganti AC yang ada di ruang locker hangar 3 diperlihatkan pada tabel 7.

Tabel 7. Data pengukuran suhu

No.	Spesifikasi	Hasil Spesifikasi
1.	Jenis AC	AC Split Tipe Low Watt
2.	Kapasitas	2 PK
3.	Daya	1550 Watt
4.	Jenis Refrigeran	R32
5.	Cooling Index Refrigeran	160
6.	Pengaturan Control	Manual Control (Remote)

Asumsi Tagihan Listrik Sistem Pendingin Rekomendasi

Biaya tagihan listrik sistem pendingin rekomendasi di ruang locker hangar 3 yaitu: Nilai kWh/ bulan x tarif per kWh
 = 272,8 kWh x Rp1.115,00
 = Rp304.172,00

Perhitungan Break Event Point dan Keuntungan AC Rekomendasi

Setelah mengetahui BEP maka dapat diketahui jumlah tahun di mana penggantian ini telah memberikan keuntungan secara finansial yang disebut dengan efisiensi. Dengan mengetahui tahun keuntungan (TK) maka dapat diketahui pula besar keuntungan (efisiensi) dari penggantian AC Split Tipe Standard menjadi AC split tipe low watt.

Diketahui:
 Biaya penggantian AC split tipe low watt = Rp6.850.000,00
 Selisih tagihan antara AC split tipe standard dan AC split tipe low watt = Rp72.608,00
 Maka Break Even Point dari AC split tipe low watt

$$\begin{aligned}
 BEP_{AC\ Split\ Tipe\ Low\ Watt} &= \\
 &= \frac{\text{Biaya Penggantian AC Rekomendasi}}{\text{Selisih Tagihan Listrik antara AC Aktual dengan AC Rekomendasi}} \\
 &= \frac{Rp6.850.000,00}{Rp72.608,00} \\
 &= 91,2 \text{ bulan} \\
 &= 92 \text{ bulan} \\
 &= 7,6 \text{ Tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tahun Keuntungan (TK)} &= \text{Life Time} - \text{BEP} \\
 &= 120 \text{ bulan} - 92 \text{ bulan} \\
 &= 28 \text{ Bulan} \\
 &= 2,3 \text{ Tahun}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, Tahun Keuntungan (K)} &= 28 \text{ bulan} \times \\
 &= Rp72.608,00 \\
 &= Rp2.033.024
 \end{aligned}$$

PERHITUNGAN IKE

Berikut data penggunaan konsumsi energi di ruang locker hangar 3 setelah dilakukan rekomendasi dari segi sistem pendingin dan segi sistem penerangan. Penggunaan energi listrik di ruang locker hangar 3 terdiri dari penerangan, hiburan (televisi), freezer box, dispenser, dan air conditioner. total dari konsumsi energi listrik perbulan mencapai 682,22 kWh. Setelah mengetahui Total Konsumsi Energi, selanjutnya

dilakukan pencarian nilai Indeks Konsumsi Energi (IKE). Nilai kriteria Standar IKE, mengacu pada Nilai IKE Standar di Bangunan Gedung Perkantoran Pemerintah Berdasarkan Permen ESDM No. 13/2012.

Kriteria IKE Standar di Bangunan Gedung Perkantoran Pemerintah Berdasarkan Permen ESDM No. 13/2012 diperlihatkan pada tabel 8.

Tabel 8. Standar IKE

Kriteria	Gedung Kantor Ber-AC kWh/m ² /bulan	Gedung Kantor Tanpa AC kWh/m ² /bulan
Sangat Efisien	< 8,5	< 3,4
Efisien	8,5 - 14	3,4 - 5,6
Cukup Efisien	14 - 18,5	5,6 - 7,4
Boros	> 18,5	> 7,4

Total Konsumsi Energi Ruang Locker diperlihatkan pada tabel 9.

Tabel 9. Data konsumsi energi

No	Jenis Peralatan	Durasi Penggunaan Dalam 1 hari (Jam)	Konsumsi Energi dalam satu bulan (kWh)
1	Penerangan	8	84,48
2	Televisi	5	8,8
3	Freezer Box	24	79,2
5	Dispenser	8	55
6	AC Split Low Watt 2 PK	8	272,8
7	AC low watt 1,5 PK	8	181,94
TOTAL			682,22

Maka nilai IKE ruang locker:

$$\begin{aligned}
 \text{IKE} &= \frac{\text{Total Konsumsi Energi}}{\text{Luas Area}} \\
 &= \frac{682,22}{35} \\
 &= 17,05 \text{ kWh/m}^2
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perbandingan antara nilai IKE aktual dan nilai IKE Standar di Bangunan Gedung Perkantoran Pemerintah Berdasarkan Permen ESDM No. 13/2012, konsumsi Energi Aktual di ruang locker hangar 3 sebesar 17,05 kWh/m²/bulan, dimana angka ini termasuk dalam katagori penggunaan konsumsi energi yang efisien.

4. KESIMPULAN

Total kapasitas beban pendingin di ruang Locker

Hangar 3 sebesar 5383.63Watt. penyumbang panas terbesar dari penghuni, lalu infiltrasi, diikuti dinding dan jendela. Sedangkan penyumbang panas terkecil berasal dari transmisi dari jendela. kapasitas mesin pendingin (AC) yang terpasang diruang *locker* berjumlah 1 Buah AC 2 PK dengan kapasitas 1660Watt belum mencukupi kebutuhan beban pendingin yang ada di ruang *Locker*. diruang *locker* berjumlah 2 Buah AC 2 PK dengan kapasitas 2942Watt sehingga kapasitas mesin pendingin belum mencukupi kebutuhan beban pendingin yang ada di ruang *Locker*. Kapasitas mesin pendingin perlu ditambah dengan 1 buah AC dengan kapasitas 1PK untuk memenuhi kebutuhan beban pendingin ruang *Locker*.

Sistem pendingin diruang *Locker* direkomendasikan untuk dilakukan penggantian AC yang sebelumnya menggunakan AC Split Tipe Standar menjadi AC Split Tipe *Low Watt* dengan peluang efisiensi 19,28% dengan tingkat penghematan Rp2.033.024,00 per Tahun. dari segi penerangan, lampu diruang *Locker* direkomendasikan untuk dilakukan penggantian yang sebelumnya menggunakan lampu *Tube Luminescent* dengan daya 36 Watt, dengan lampu *Tube Light* dengan daya 18 Watt dikarenakan selisih kapasitas kuat pencahayaan yang sedikit, namun efisiensi daya yang dihasilkan lebih besar, dan *Life Time* dari lampu *Tube LED* yang lebih awet dibanding lampu *Tube Light* sehingga efisiensi yang dihasilkan 33,33% lebih hemat, dengan tingkat penghematan yang dihasilkan adalah sebesar Rp1.858.645,00 per tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. L. Sibarani, "Analisis Pengaruh Proses Etching Menggunakan Aluminum Powder Terhadap Kekuatan Adhesive Bonding Pada Fan Blade Platform Engine Cfm56-7b Series," p. 6, 2021.
- [2] K. Uehara and M. Sakurai, "Bonding strength of adhesives and surface roughness of joined parts," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 127, no. 2, pp. 178–181, 2002.
- [3] S. Correia, V. Anes, and L. Reis, "Effect of surface treatment on adhesively bonded aluminium-aluminium joints regarding aeronautical structures," *Eng. Fail. Anal.*, vol. 84, pp. 34–45, 2018.
- [4] D. Zhang and Y. Huang, "Influence of surface roughness and bondline thickness on the bonding performance of epoxy adhesive joints on mild steel substrates," *Prog. Org. Coatings*, vol. 153, 2021.
- [5] D. M. Gleich, M. J. L. Van Tooren, and A. Beukers, "Analysis and evaluation of bondline thickness effects on failure load in adhesively bonded structures," *J. Adhes. Sci. Technol.*, vol. 15, no. 9, pp. 1091–1101, Jan. 2001, [Online]. Available: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1163/156856101317035503>
- [6] M. S. Tunalioglu and E. Sancaktar, "International Journal of Adhesion & Adhesives Role of adhesion in sandpaper failure progression," *Int. J. Adhes. Adhes.*, vol. 67, pp. 14–21, 2016, doi: 10.1016/j.ijadhadh.2015.12.020.
- [7] L. Ablestik, "Loctite ablestik 104," pp. 0–1, 2015.
- [8] C. T. Nugroho, H. Pratikno, J. T. Kelautan, and F. T. Kelautan, "Blasting Terhadap Daya Lekat Cat Dan Ketahanan Korosi Di Lingkungan Air Laut Blasting on Paint Adhesion Strength and," 2016.
- [9] Moch Farid Azis, "Analisa Pengaruh Material Abrasif Pada Proses Blasting Terhadap Kualitas Coating Epoxy," *Anal. Pengaruh Mater. Abrasif Pada Proses Blasting Terhadap Kualitas Coat. Epoxy*, vol. 141326, p. 121, 2017.
- [10] M. Muslimin and A. M. Muhamad, "Penggunaan Steel Grit G25 Pada Sandblasting Baja Karbon Rendah Jis-G3101-Ss400," *J. Poli-Teknologi*, vol. 17, no. 3, pp. 251–258, 2019, doi: 10.32722/pt.v17i3.1266.