

Analisa Audit Energi Listrik di PT. Ispat Bukit Baja Kota Bekasi

Sulistiyowati^{*a)}, Ar Raafi Pangestu^{a)}, Sigit Setya Wiwaha^{a)}

(Artikel diterima: Agustus 2022, direvisi Oktober 2022)

Abstrak: PT. Ispat Bukit Baja is a company engaged in the steel production industry. Every component production uses electrical energy as the main source. With the main load of lighting, air conditioning, and electric motors, the use of electricity in this company is very large and important. An audit energy needs to be carried out because the value of Energy Consumption Intensity in 2020 is 251 kWh / m² / year and in 2021 it is 221 kWh / m² / year and the value of Specific Energy Consumption in 2020 is 0.26 GJ / Ton and in 2021 is 0.29 GJ/Ton. The energy audit method used is to calculate the value of Energy Consumption Intensity and Specific Energy Consumption. The savings opportunities made are on the air conditioning system, lighting system, and electric motor load. From the results of the analysis and calculation of savings in the air conditioning system, savings of 50.1% or 67.70 kWatt were obtained using a psychrometric diagram to determine the cooling system according to the needs of the room, then for the lighting system, savings of 21.9% or 6 kWatt by replacing the installed lighting system with energy-saving lamps, then the load of the electric motor is using capacitor to improve the power factor value which was originally 0.77 to 0.85 with the aim that the motor speed does not change which will result in the precision of the production obtained savings in the use of apparent power of 7.13% or 126.52 kVA. So that the results of the apparent power savings can be used for backup. The total recommended power saving obtained from the calculation results is 73.7 kWatt. So based on the calculation of the energy audit that has been done, it can reduce production costs and energy use efficiency.

Keywords: Audit, Energy Consumption Intensity, Spesific Energy Consumption, Psychrometric, Lighting, Power Factor

1. Pendahuluan

Energi listrik menjadi suatu kebutuhan yang penting dalam menunjang segala aspek kebutuhan sehari-hari manusia. Dalam penggunaannya, energi listrik dapat dikonversikan ke berbagai macam bentuk pemanfaatan seperti untuk penerangan, pendingin, dan energi mekanik. Secara umum, pemanfaatan energi listrik dapat digunakan untuk kebutuhan rumah tangga dan industri.

PT. Ispat Bukit Baja merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri besi baja. Setiap komponen produksi menggunakan energi listrik sebagai sumber utama. Dengan beban utama seperti penerangan, pendingin ruangan, dan motor listrik menjadikan penggunaan listrik pada perusahaan ini sangat besar dan penting.

Upaya audit energi ini yang dilakukan di PT. Ispat Bukit Baja sebagai upaya untuk mengetahui nilai efisiensi pemakaian energi berdasarkan nilai Intensitas Konsumsi Energi, Konsumsi Energi Spesifik, serta peluang penghematan awal yang sebelumnya belum pernah dilakukan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Konservasi Energi

Konservasi energi merupakan langkah kebijaksanaan yang pelaksanaannya paling mudah dan biayanya paling murah. Konservasi energi menurut PP nomor 70 tahun 2009 adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu untuk melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Penghematan energi dapat menyebabkan berkurangnya biaya, meningkatkan efisiensi, dan keuntungan. [1]

2.2 Audit Energi

Audit energi merupakan langkah awal untuk mengidentifikasi besarnya pemakaian energi pada bangunan. Bangunan yang telah lama berdiri dan belum pernah melakukan audit energi sebelumnya

perlu dilakukan audit energi untuk mengenali gejala awal pemborosan dan kurang efisien. Audit energi memiliki ruang lingkup sebagai berikut: [2]

- Melakukan identifikasi penggunaan energi seperti, jenis energi, pemakaian, dan biaya energi
- Observasi tingkat penggunaan energi sesuai dengan kondisi bangunan jenis penggunaannya
- Mengetahui potensi paling besar untuk penghematan dan efisiensi

2.3 Intensitas Konsumsi Energi

Hal yang menjadi tolak ukur dalam penentuan nilai audit energi adalah nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) yang dapat diketahui menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$IKE = \frac{\text{Total konsumsi energi (kWh)}}{\text{Luas total bangunan (m}^2\text{)}} \quad (2-1)$$

Setiap jenis bangunan di Indonesia memiliki standar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) yang berbeda. Berikut merupakan standar IKE listrik di Indonesia: [3]

Tabel 2.1. Standar IKE di Indonesia

NO.	Bagian	IKE (kWh/m ² /tahun)
1.	Perkantoran	240
2.	Pusat Perbelanjaan	330
3.	Hotel / Apartemen	300
4.	Rumah sakit / Industri (umum)	380

Terdapat perbedaan standar antara gedung ber-AC dan gedung tidak ber-AC. Maka acuan standarnya adalah sebagai berikut :

* Korespondensi: sulistiyowati@polinema.ac.id

a) Prodi Sistem Kelistrikan, Jurusan Teknik Elektro, Polinema.
Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang 65141

Tabel 2.1. Standar IKE dengan AC

Gedung Tidak ber-AC		Gedung ber-AC	
IKE (kWh/m ² /tahun)	Kriteria	IKE (kWh/m ² /tahun)	Kriteria
10-20	Efisien	50-95	Sangat Efisien
20-30	Cukup Efisien	95-145	Efisien
30-40	Boros	145-175	Cukup Efisien
40-50	Sangat Boros	175-285	Boros
		285-450	Sangat Boros

2.4 Konsumsi Energi Spesifik

Nilai efisiensi penggunaan energi listrik pada industri diketahui menggunakan Konsumsi Energi Spesifik. Untuk menghitung besaran nilai Konsumsi Energi Spesifik maka digunakan persamaan sebagai berikut :

$$KES = \frac{\text{Konsumsi energi}}{\text{jumlah produksi}} \quad (2-2)$$

Standar Konsumsi Energi Spesifik (KES) Pada sektor industri besi baja menurut UNIDO adalah sebagai berikut: [4]

Tabel 2.3. Standar KES pada Industri Besi Baja

Negara	Standar Efisiensi (GJ/Ton)
Asia / Pasifik	1.15
Eropa	1.3
Amerika Utara	1.35
India	1.55
Afrika	1.8

2.5 Sistem Tata Udara

Untuk mentukan nilai audit energi pada sistem pendingin AC (*Air Conditioner*) diperlukan data mengenai keadaan, spesifikasi, jumlah unit, suhu terukur. Sehingga untuk menentukan nilai kapasitas pendingin ruangan terdapat tahapan untuk mendapatkan nilai kapasitas sesuai kebutuhan ruangan. Berikut merupakan persamaan yang digunakan : [5]

a) Beban Udara Segar

$$V_{bz} = (R_p \times P_z) + (R_a \times A_z) \quad (2-3)$$

Keterangan :

V_{bz} =Kebutuhan udara segar

R_p =Kebutuhan udara segar per orang (cfm/orang)

P_z =Populasi Penghuni ruangan(orang)

R_a =Kebutuhan udara segar per satuan luas ruangan (L/s m²)

A_z =Luas area (ft² atau m²)

b) Suhu Udara Pencampuran

$$T_{ma} = (t_{in} \times \% V_{bz}) + (t_{out} \times \% V_{bz}) \quad (2-4)$$

Keterangan :

T_{ma} =Suhu udara pencampuran (°C)

T_{in} =Suhu didalam ruangan (°C)

t_{out} =Suhu diluar ruangan (°C)

V_{bz} =Kebutuhan udara segar

a) Total Laju Udara (m)

$$m = V \times ACH \quad (2-5)$$

Keterangan :

m = Total laju udara (m³/s)

V = Volume ruangan (m³)

ACH = Air Change per Hour

b) Entalpi (h)

$$h = u \times P \times v \quad (2-6)$$

Keterangan :

h = Entalpi (Joule)

u = Energi (Joule)

P = Tekanan (Pa)

v = Volume (m³)

c) Kapasitas AC

$$Q_c = m \times \rho_{udara} \times \Delta h \quad (2-7)$$

Keterangan :

Q_c = Kapasitas AC (btu/h)

m = Total laju udara (m³/s)

ρ = Massa jenis udara (1,2 kg/ m³)

Δh = Perubahan entalpi (kJ/kg)

2.6 Sistem Pencahayaan

Audit dilakukan adalah menentukan nilai dari flux cahaya total dari suatu ruangan. tujuannya adalah untuk memperoleh nilai lumen yang ada pada ruangan tersebut. Berikut merupakan persamaan untuk menentukan audit terhadap sistem pencahayaan :

a) Flux Cahaya Total

$$Q_t = n \text{ Lampu} \times \text{lumen Lampu} \quad (2-8)$$

Keterangan :

Q_t = Flux cahaya total (lm)

n Lampu = jumlah lampu terpasang (buah)

l_m lampu = lumen lampu terpasang (lm)

b) Indeks Ruangan

$$K = \frac{(P \times L)}{h (P \times L)} \quad (2-9)$$

Keterangan :

K = Indeks ruangan

p = Panjang ruangan (m)

l = Lebar ruangan (m)

h = Jarak bidang kerja dengan titik lampu (m)

c) Koefisien Penggunaan

Koefisien penggunaan merupakan perbandingan antara flux luminous yang sampai pada bidang kerja dengan flux luminous yang dipancarkan oleh lampu.

d) Koefisien Depresiasi

Faktor depresiasi (K_d) atau koefisien penggunaan adalah perbandingan antara tingkat pencahayaan setelah jangka waktu tertentu dari instalasi pencahayaan penggunaan terhadap tingkat

pencapaian pada waktu instalasi baru.

e) Kuat Penerangan

$$E = \frac{Qt \times Kp \times Kd}{\text{luas ruangan}} \quad (2-10)$$

Keterangan :

E = Kuat Penerangan (lux)

Qt = Flux cahaya total (lm)

Kp = Koefisien Penggunaan

Kd = Koefisien Depresiasi

2.7 Beban Motor

Perhitungan efisiensi beban motor dapat dilakukan secara langsung atau dengan pengukuran daya masuk. Persamaan efisiensi motor listrik dinyatakan sebagai berikut sebagai berikut :[6]

$$\eta = \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{input}}} \times 100\% \quad (2-11)$$

Keterangan :

η = efisiensi motor

P out = daya keluar motor (kW)

P in = daya masukan (kW)

Namun, apabila dalam observasi data untuk daya masukan terdapat kesulitan. Maka melakukan perhitungan untuk menentukan nilai daya masuk. Penentuan daya masuk dapat dilakukan dengan perhitungan :

$$P_i = \frac{V \times I \times \cos \phi \times \sqrt{3}}{1000} \quad (2-12)$$

Keterangan :

Pi = Daya masukan (Watt)

V = Nilai tegangan terukur (Volt)

I = Nilai arus terukur (Ampere)

Cos ϕ = Faktor daya

Maka untuk menentukan nilai daya berdasarkan name plate adalah sebagai berikut:

$$Pr = hp \times \frac{0,746}{\eta} \quad (2-13)$$

Keterangan :

Pr = Daya pada beban penuh (kW)

HP = Nilai daya pada nameplate (HP)

η = Efisiensi pada beban penuh

Kemudian, untuk menentukan presentase daya yang terpakai dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Load} = \frac{P_i}{P_r} \times 100\% \quad (2-14)$$

Keterangan :

Load = Presentase daya yang digunakan

Pi = Daya masukan pengukuran (kW)

Pr = Daya beban penuh (kW)

Untuk menentukan nilai daya aktif dalam sistem 3 fasa maka, untuk persamaannya dapat menggunakan persamaan berikut :

$$P = V \times I \times \sqrt{3} \times \cos \phi \quad (2-15)$$

Keterangan :

P = Daya nyata (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Cos ϕ = Faktor Daya

Untuk persamaan daya reaktif didapatkan melalui persamaan :

$$Q = V \times I \times \sqrt{3} \times \sin \phi \quad (2-16)$$

Keterangan :

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

Sin ϕ = Nilai Sinus dari sudut daya

Untuk persamaan menentukan nilai daya semu dapat menggunakan persamaan:

$$S = V \times I \times \sqrt{3} \quad (2-17)$$

Keterangan :

S = Daya Semu (VA)

V = Tegangan (V)

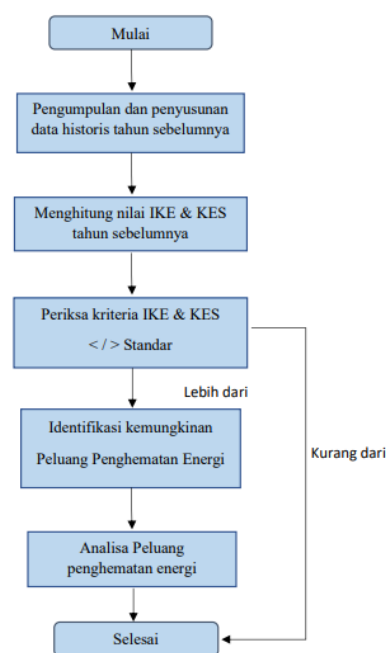
I = Arus (A)

3. Metode Penelitian

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian audit energi ini dilakukan pada 20 Desember 2021 – 31 Januari 2022 yang bertempat di PT. Ispat Bukit Baja Kota Bekasi

3.2 Alur Penelitian



Gambar 3.1. Flowchart Pengerjaan

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Intensitas Konsumsi Energi

Dalam melakukan audit energi awal, data yang diperlukan adalah luas total bangunan dan total konsumsi energi listrik. Data luas bangunan yaitu sebesar 17.783 m² dan konsumsi energi pada tahun 2020 sebesar 4.465.009 kWh dan pada tahun 2021 sebesar 3.938.790 kWh. Maka, perhitungan nilai IKE menggunakan persamaan (2-1) sebagai berikut :

4.1.1 Intensitas Konsumsi Energi tahun 2020

$$IKE = \frac{4.465.009 \text{ kWh}}{17.783 \text{ m}^2} = 251,08 \text{ kWh/ m}^2/\text{tahun}$$

4.1.2 Intensitas Konsumsi Energi tahun 2021

$$IKE = \frac{3.938.790 \text{ kWh}}{17.783 \text{ m}^2} = 221,49 \text{ kWh/ m}^2/\text{tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan ditunjukkan pada tahun 2020 nilai IKE adalah sebesar 251,08 kWh/ m²/tahun dan pada tahun 2021 sebesar 221,49 kWh/ m²/tahun. Dari hasil perhitungan menunjukkan hasil diatas standar dan perlu dilakukan perhitungan peluang penghematan.

4.2 Konsumsi Energi Spesifik

Perhitungan KES digunakan untuk menentukan efisiensi pemakaian energi pada industri yang keperluan energinya digunakan untuk memproduksi. Pada industri besi baja memiliki standar yang telah dikeluarkan oleh UNIDO. Produksi besi baja pada tahun 2020 adalah sebesar 61.626,68 Ton dan hasil produksi pada tahun 2021 adalah sebesar 48.357,64 Ton. Maka, nilai KES dapat dihitung menggunakan persamaan (2-2) sebagai berikut :

4.2.1 Konsumsi Energi Spesifik tahun 2020

$$KES = \frac{4.465.009 \text{ kWh/h}}{61.626,68 \text{ Ton}} = 72,452 \text{ kWh/Ton} = 0,26 \text{ GJ/Ton}$$

4.2.2 Konsumsi Energi Spesifik tahun 2021

$$KES = \frac{3.938.790 \text{ kWh/h}}{48.357,64 \text{ Ton}} = 81,451 \text{ kWh/Ton} = 0,29 \text{ GJ/Ton}$$

Hasil perhitungan nilai Konsumsi Energi Spesifik pada tahun 2020 menunjukan sebesar 0,26 GJ/Ton. Sementara pada tahun 2021 sebesar 0,29 GJ/Ton. Mengacu pada standar UNIDO hasil perhitungan menunjukan nilai dibawah standar. Sehingga, disimpulkan konsumsi energi untuk kebutuhan produksi dalam kondisi efisien.

4.3 Sistem Pendingin Udara Terpasang di PT. Ispat Bukit Baja

Berdasarkan data sistem pendingin udara yang terpasang saat ini, diketahui karakteristik ruangan pada Dept. Production adalah panjang 7.5 m, lebar 4 m dan tinggi 3 m dengan jumlah AC terpasang 2 buah dengan kapasitas 9.000 BTU/h sebagai berikut :

Maka, untuk mengetahui nilai kapasitas AC yang sesuai dengan kebutuhan ruangan dilakukan perhitungan. Untuk mengetahui beban udara segar digunakan persamaan (2-3) sebagai berikut :

$$V_{bz} = (2,5 \times 8) + (0,3 \times 33)$$

$$V_{bz} = 29,9 = 30 \%$$

Setelah nilai Vbz diketahui maka, selanjutnya melakukan perhitungan Udara pencampuran dengan menggunakan persamaan (2-4) sebagai berikut :

$$T_{ma} = (34^\circ\text{C} \times 30\%) + (24,5^\circ\text{C} \times 70\%)$$

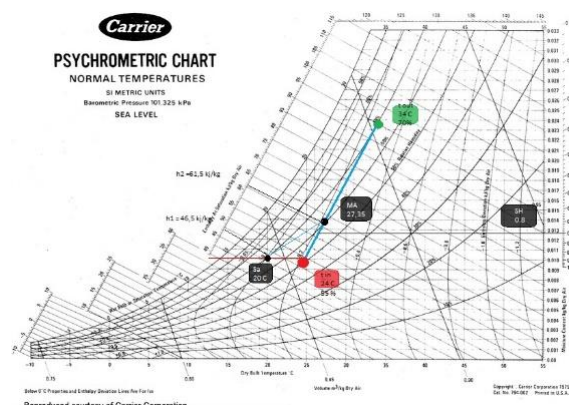
$$T_{ma} = 27,35 \text{ }^\circ\text{C}$$

Perhitungan Total laju udara dapat menggunakan persamaan (2-5) sebagai berikut :

$$m = 7,5\text{m} \times 4,4\text{m} \times 3\text{m} \times \frac{6}{3600\text{s}}$$

$$m = 0,165 \text{ m}^3/\text{s}$$

Untuk menentukan nilai entalpi maka digunakan diagram psikrometrik sebagai berikut :



Gambar 4.2 Diagram Psikrometrik

Nilai perubahan Entalpi diketahui sebesar 15 kJ/kg. langkah selanjutnya adalah menentukan kapasitas AC dengan menggunakan persamaan (2-7) sebagai berikut :

$$Q_c = 0,165 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 15 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$Q_c = 10.134 \frac{\text{btu}}{\text{h}}$$

Diketahui kebutuhan kapasitas AC berdasarkan hasil perhitungan adalah 10.134 BTU/h. Sementara, kapasitas AC terpasang saat ini adalah sebesar 18.000 BTU/h hal ini melebihi batas rekomendasi perhitungan dan perlu dilakuka penurunan kapastias agar konsumsi daya dapat lebih kecil.

4.4 Rekomendasi Penghematan Sistem Pendingin Udara

Prinsip penghematan yang dilakukan pada sistem pendingin udara adalah dengan dilakukannya rekomendasi penghematan pada tiap ruangan agar pemakaian energi lebih efisien dengan cara menentukan nilai kapasitas perhitungan kemudian disesuaikan dengan kapasitas AC yang tersedia dipasaran. Berikut rekomendasi penghematan berdasarkan perhitungan :

Tabel. 4.4 Perbandingan daya AC terpasang dan penghematan

Daya Terpasang (kWatt)	Daya Rekomendasi Penghematan (kWatt)
135.70	67.70

(Sumber : Hasil Perhitungan,2022)

Daya total AC sebelum dilakukan perbaikan adalah 135,70 kWatt, setelah dilakukan peluang penghematan menjadi 67,70 kWatt. Berdasarkan perhitungan tersebut maka daya yang dapat dihemat adalah sebesar 68 kWatt atau penghematan sebesar 50,1%.

4.5 Sistem Pencahayaan Terpasang di PT. Ispat Bukit Baja

Untuk melakukan audit pada sistem pencahayaan digunakan metode perhitungan kuat nilai penerangan dengan hasil terukur yang hasilnya akan dibandingkan dengan SNI 03-6197-2000 [7]. Berikut merupakan perhitungan kuat penerangan yang terpasang Untuk menentukan nilai kuat penerangan berdasarkan lampu yang

terpasang digunakan persamaana (2-8) sebagai berikut :

$$Qt = 6 \times 1350 = 8.100 \text{ lm}$$

Setelah nilai kuat penerangan diketahui maka, menghitung nilai indeks ruangan. Menggunakan persamaan (2-9) sebagai berikut:

$$K = \frac{7.5 \times 4.4}{1 \times (7.5+4.4)} = 2,7$$

Setelah mengetahui nilai Indeks ruangan maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai Kp dan Kd menggunakan tabel referensi. Diketahui nilai Kp adalah 0.49 dan nilai Kd adalah 0.80. [8]. Untuk menentukan nilai kuat penerangan total berdasarkan karakteristik ruangan maka, digunakan persamaan (2-10) sebagai berikut :

$$E = \frac{8.100 \times 0.49 \times 0.80}{33} = 96,21 \text{ lux}$$

Berikut merupakan sistem penerangan terpasang di PT. Ispat Bukit Baja :

Tabel 4.5 Sistem pencahayaan terpasang

No.	Nama Ruangan	Penerangan		P (kW)	E hitung (Lux)	E Ukur (Lux)	Standar	Ket.
		Jmlh	Lm					
1	Production	6	8,100	0.108	96.2	96.2	350	<Standar
2	Training room	8	10,800	0.144	117.6	117.6	350	<Standar
3	P. Manager	2	2,700	0.036	114.7	114.7	350	<Standar
4	Meeting Tech	4	5,400	0.072	141.1	141.1	350	<Standar
5	Server	3	4,050	0.054	173.3	173.3	150	<Standar
6	Weighting	2	2,700	0.036	155.5	155.5	350	<Standar
7	Marketing	6	8,100	0.108	111.7	111.7	350	<Standar
8	Accounting	10	13,500	0.18	157.7	157.7	350	<Standar
9	Receptionist	6	8,100	0.108	161.3	161.3	350	<Standar
10	PPC	8	10,800	0.144	120.8	120.8	350	<Standar
11	VP Room	12	16,200	0.216	126.7	126.7	350	<Standar
12	HRD Head	2	2,700	0.036	106.8	106.8	350	<Standar
13	Purchase Head	4	5,400	0.072	185.8	185.8	350	<Standar
14	Security	4	5,400	0.072	88.2	88.2	350	<Standar
15	Meeting	8	10,800	0.144	190.2	190.2	300	<Standar
16	HRD	6	8,100	0.108	149.0	149.0	350	<Standar
17	Canteen	8	10,800	0.144	90.0	90.0	200	<Standar
18	Koperasi	4	5,400	0.072	88.2	88.2	350	<Standar
19	Store	8	10,800	0.144	123.4	123.4	150	<Standar
20	Klinik	6	8,100	0.108	132.3	132.3	300	<Standar
21	RM 02	25	325,000	13	26.9	26.9	100	<Standar
22	Logistik	25	325,000	13	26.2	26.2	100	<Standar
23	Pulpit 1	2	2,700	0.036	117.0	117.0	100	Standar
24	Pulpit 2	2	2,700	0.036	117.0	117.0	100	Standar
25	Panel	6	8,100	0.108	113.4	113.4	100	Standar
Total					27.286			

(Sumber : Hasil Perhitungan,2022)

Dari hasil perhitungan diketahui banyak ruangan yang kuat pencahayaannya belum memenuhi standar dan total daya yang digunakan adalah sebesar 27,286 kWatt. Perhitungan tersebut dapat dilakukan penghematan dan standarisasi penerangan dengan mengganti lampu terpasang menggunakan tipe lampu LED.

4.6 Rekomendasi Penghematan Sistem Pencahayaan

Perhitungan peluang penghematan pada sistem pencahayaan menggunakan persamaan yang sama dengan perhitungan

sebelumnya. Namun, untuk mencari nilai kuat penerangan yang efisien disesuaikan dengan lampu hemat energi. Berikut rekomendasi penghematan berdasarkan perhitungan :

Tabel. 4.6 Perbandingan daya penerangan terpasang dan penghematan

Daya Terpasang (kW)	Daya Rekomendasi Penghematan (kW)
27.286	21.28

(Sumber : Hasil Perhitungan,2022)

Sehingga dari hasil perhitungan didapatkan peluang penghematan sebesar 6.006 kW atau penghematan sebesar 21.9%.

4.7 Beban Motor listrik

Perhitungan beban motor induksi menggunakan metode pengukuran daya masuk. Selanjutnya untuk menghitung daya input tiap motor dengan persamaan (2-12), sebagai berikut :

$$Pi = \frac{3359 \times 83 \times 0.782 \times \sqrt{3}}{1000} = 377,61 \text{ kW}$$

Kemudian dapat dihitung nilai daya masuk berdasarkan data pada nameplate dengan persamaan (2-13), sebagai berikut :

$$Pr = \frac{kW}{\eta} = \frac{525}{0.95} = 552,63 \text{ kW}$$

Tabel 4.7 Beban Motor Terpasang

No.	Nama Motor	Daya (kW)	Arus (A)	Cos φ	Pi (kW)	Pr (Kw)
1	Motor Stand F1/F2	525	83	0.782	377.61	552.63
2	Motor Roughing mill	1300	115	0.782	523.19	1368.42
3	Motor Flying shear	40	42	0.77	22.18	42.11
4	Motor Combustion	55	40	0.77	21.12	57.89
5	Motor Charger billet	7.5	7	0.77	3.70	7.89
6	Motor Hydraulic Pusher	55.5	40	0.77	21.12	58.42
7	Motor Chemney	39	38	0.77	20.07	41.05
8	Motor Conveyor Furnace 1	52.8	48	0.77	25.35	55.58
9	Motor Conveyor Furnace 2	69	48	0.77	25.35	72.63
10	Motor Lubrication Roughing	11	12	0.77	6.34	11.58
11	Motor Conveyor before stand 2	30	24	0.77	12.67	31.58
12	Motor Lubrication Intermedite	2	2	0.77	1.06	2.11
13	Motor Lubrication F1/F2	7.5	6	0.77	3.17	7.89
14	Motor Cooling bed	39	30	0.77	15.84	41.05
15	Motor Conveyor Before Press	60	35	0.77	18.48	63.16
16	Motor Strigthener	75	60	0.77	31.69	78.95
17	Motor Cooling Tower	11.25	12	0.77	6.34	11.84
18	Motor Longstrand	22.5	28	0.77	14.79	23.68
19	Motor Conveyor Cold Shear	45	50	0.77	26.41	47.37
20	Conveyor Before Cold Shear	75	55	0.77	29.05	78.95
21	Conveyor After Cold Shea	37.5	33	0.77	17.43	39.47
22	Motor Chaing Packing	90	60	0.77	31.69	94.74
23	Mesin Press Mitsubishi	15	14	0.77	7.39	15.79
24	Conveyor Before Press Hitaci	37.5	35	0.77	18.48	39.47
25	Motor Press Hitachi 2	75	30	0.77	15.84	78.95
26	Motor Press Hitaci 1	75	40	0.77	21.12	78.95
27	Motor Turning Machine	25.9	33	0.77	17.43	27.26
28	Pump Summarsible	7.5	10	0.77	5.28	7.89
29	Water Pump Cooling Roll	66	50	0.77	26.41	69.47
30	Motor Hydrant + Joyke	52.5	24	0.77	12.67	55.26

(Sumber : Hasil Perhitungan,2022)

4.8 Pemasangan Kapasitor pada Setiap Motor

Peluang penghematan yang dilakukan pada motor dilakukan dengan perbaikan faktor daya-nya. Sehingga apabila nilai faktor daya-nya diperbaiki diharapkan penggunaan daya reaktif pada motor menjadi turun. Berikut merupakan perhitungan menggunakan persamaan (2-17). Sebagai berikut :

$$S = \frac{3359 \times 83 \times \sqrt{3}}{1000} = 482,88 \text{ kVA}$$

selanjutnya menentukan nilai daya reaktif dengan persamaan (2-16), sebagai berikut :

$$Q = 482,88 \times \sin 38,55^\circ = 300,93 \text{ kVAR}$$

$$Q_c = 377,62 \times (\tan 38,55 - \tan 31,78) = 66,84 \text{ kVAR}$$

$$Q_2 = 300,93 - 66,83 = 234,1 \text{ kVAR}$$

$$S_2 = \frac{234,1}{\sin 31,78^\circ} = 444,48 \text{ kVA}$$

Tabel 4.8 Perhitungan kapasitor pada Motor

No.	Nama Motor	P (kW)	S (kVA)	Q1 (kVAR)	Cos φ 2	Qc (kVAR)	Q2 (kVAR)	S2 (kVA)
1	Motor Stand F1/F2	377.61	482.88	300.93	0.85	66.84	234.1	444.48
2	Motor Roughing mill	523.19	669.05	416.95	0.85	92.61	324.3	615.85
3	Motor Flying shear	22.18	28.81	18.38	0.84	4.06	14.3	27.19
4	Motor Combustion	21.12	27.43	17.50	0.84	3.87	13.6	25.89
5	Motor Charger billet	3.70	4.80	3.06	0.84	0.68	2.4	4.53
6	Motor Hydraulic Pusher	21.12	27.43	17.50	0.84	3.87	13.6	25.89
7	Motor Chemney	20.07	26.06	16.63	0.84	3.67	13.0	24.60
8	Motor Furnace 1	25.35	32.92	21.00	0.84	4.64	16.4	31.07
9	Motor Furnace 2	25.35	32.92	21.00	0.84	4.64	16.4	31.07
10	Motor Lubrication	6.34	8.23	5.25	0.84	1.16	4.1	7.77
11	Motor Conveyor 2	12.67	16.46	10.50	0.84	2.32	8.2	15.54
12	Motor Intermedite	1.06	1.37	0.88	0.84	0.19	0.7	1.29
13	Motor LubricF1/F2	3.17	4.12	2.63	0.84	0.58	2.0	3.88
14	Motor Cooling bed	15.84	20.58	13.13	0.84	2.90	10.2	19.42
15	Motor Before Press	18.48	24.01	15.31	0.84	3.38	11.9	22.66
16	Motor Strigthener	31.69	41.15	26.25	0.84	5.80	20.5	38.84
17	Motor Cooling Tower	6.34	8.23	5.25	0.84	1.16	4.1	7.77
18	Motor Longstrand	14.79	19.20	12.25	0.84	2.71	9.5	18.12
19	Motor Cold Shear	26.41	34.29	21.88	0.84	4.83	17.0	32.37
20	Motor Before Shear	29.05	37.72	24.07	0.84	5.32	18.8	35.60
21	Motor After Cold Shear	17.43	22.63	14.44	0.84	3.19	11.3	21.36
22	Motor Chaing Packing	31.69	41.15	26.25	0.84	5.80	20.5	38.84
23	Mesin Press Mitsubishi	7.39	9.60	6.13	0.84	1.35	4.8	9.06
24	Motor Before Press	18.48	24.01	15.31	0.84	3.38	11.9	22.66
25	Motor Press Hitachi 2	15.84	20.58	13.13	0.84	2.90	10.2	19.42
26	Motor Press Hitaci 1	21.12	27.43	17.50	0.84	3.87	13.6	25.89
27	Motor Turning Machine	17.43	22.63	14.44	0.84	3.19	11.3	21.36
28	Pump Summarsible	5.28	6.86	4.38	0.84	0.97	3.4	6.47
29	Pump Cooling Roll	26.41	34.29	21.88	0.84	4.83	17.0	32.37
30	Motor Hydrant + Joyke	12.67	16.46	10.50	0.84	2.32	8.2	15.54

(Sumber : Hasil Perhitungan,2022)

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

- Berdasarkan data penggunaan listrik pada tahun 2020 dan tahun 2021. Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada tahun 2020 adalah sebesar 251,08 kWh/m2/tahun. Untuk tahun 2021 221,49 didapatkan nilai IKE sebesar kWh/m2/tahun. Berdasarkan standar dikategorikan sebagai "Boros" dengan nilai standar 240 kWh/m2/tahun.
- Nilai Konsumsi Energi Spesifik (KES) Pada tahun 2020 didapatkan hasil dengan nilai 72,452 kWh/Ton atau 0,26 GJ/Ton. Sementara, pada tahun 2021 dari hasil penelitian didapatkan dengan nilai 81,451 kWh/Ton atau 0,29 GJ/Ton. kedua nilai tersebut dikategorikan "efisien" dengan nilai standar 1,15kWh/Ton.
- Peluang penghematan yang dapat dilakukan dibagi menjadi 3 beban yaitu:
 - Sistem Tata Udara

Hasil perhitungan menunjukkan konsumsi daya sistem pendingin udara yang terpasang saat ini adalah sebesar 135,698 kWatt. Perhitungan rekomendasi penghematan didapatkan total daya penggunaan adalah sebesar 67,70 kWatt atau penghematan sebesar 50,1%.

- Sitem Pencahayaan

Peluang penghematan yang dilakukan adalah penggantian menggunakan jenis LED karena konsumsi daya yang lebih kecil sehingga aman untuk penghantar dan diperoleh penghematan sebesar 6 kWatt atau 21,9%.

- Beban Motor

Motor yang terpasang memiliki faktor daya 0,77, daya semu sebesar 1.773,32 kVA Peluang penghematan dilakukan dengan memasang kapasitor dengan perubahan faktor daya menjadi 0,85. Hasil perhitungan rekomendasi peluang penghematan didapatkan nilai konsumsi daya semu adalah 1.646,80 kVA nilai penghematan yang diperoleh adalah sebesar 126,52 kVA atau 7,13 %.

5.2 Saran

- Penyuluhan penghematan pemakaian energi pada karyawan.
- Penggantian beban dengan perhitungan rekomendasi peluang penghematan untuk mencapai penghematan dan efisiensi pemakaian energi.
- Tetap menjaga efisiensi pemakaian energi dalam proses produksi meskipun nilai KES dalam kategori Efisien.

Daftar Pustaka

- [1] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70 . 2009. *Tentang Konservasi Energi*. Jakarta: Presiden Republik Indonesia.
- [2] ISO 50002. 2014. *Energy audits Requirements with guidance for use*. Switzerland
- [3] ASEN-USAID. 1992. *Buildings Energy Conservation Project*. Jakarta
- [4] United Nations Industrial Development Organization. 2010. *Global Industrial Energy Efficiency Benchmarking*.
- [5] Badan Standarisasi Nasional. 2020. SNI 6390-2020. *Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung*