SKRIPSI

ANALISIS EFISIENSI ENERGI LISTRIK PADA PENGOLAHAN KELAPA SAWIT SUMATERA JAYA AGRO LESTARI

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas
Dan Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun Oleh :

NAZMI ISKANDAR DINATA
2007220033

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama	: Nazmi Iskandar Dinata
NPM	: 2007220033
Program Studi	: Teknik Elektro
Judul Skripsi	: Analisis Efisiensi Energi Listrik Pada Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya Agro Lestari
Bidang ilmu	: Analisa

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2025

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T

Dosen Pembanding I / Penguji	Dosen Pembanding II / Peguji
Dr. Rimbawati, S.T., M.T	Dr.Sudirman Lubis, S.T., M.T

Program Studi Teknik Elektro
Ketua,

Dr. Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap	: Nazmi Iskandar Dinata
Tempat /Tanggal Lahir	: B.P,Mandoge,12 Juni 2002
NPM	: 2007220033
Fakultas	: Teknik
Program Studi	: Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

"Analisis Efisiensi Energi Listrik Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya Agro Lestari ",

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, September 2025

yang menyatakan,

(Nazmi Iskandar Dinata)

ABSTRAK

Untuk mengetahui letak potensi penghematan dan efisiensi energi yang dapat dilakukan suatu pengukuran tingkat pemakaian energi eksisting dari Gedung komersil dikenal dengan istilah audit energi. Audit energi adalah peningkatan efisiensi energi yang digunakan atau proses penghematan energi. Konservasi Energi adalah peningkatan efisiensi energi yang digunakan atau biasa disebut dengan proses penghematan energi. Pada penelitian ini bertujuan untuk Menganalisa penggunaan energi listrik di Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya agro Lestari, Menganalisa nilai Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) yang diperoleh pada industri Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya agro Lestari dan Menganalisa peluang penghematan konsumsi energi listrik di industri Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya agro Lestari. Metode yang digunakan adalah pengambilan data dan menganalisis data yang telah didapat. Akan diketahui apakah penggunaan energi listrik pada lokasi penelitian dalam standar IKE dan efisien. Hasil penelitian ini menyimpulkan Konsumsi energi listrik dalam 1 bulan adalah 8261,34 kWh. Dan biaya yang dibayarkan sebesar Rp.8.831.372,-. Dari Luas bangunan 2430 m2 Maka dapat di tentukan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) sebesar 40,79 kWh/m2/tahun, dengan demikian termasuk kategori sangat efisien. Karakteristik jaringan listrik pada lokasi penelitian tidak stabil dikarenakan pembagian instalasi pada beban yang tidak merata, yang dimana penggunaan beban peralatan satu fasa yang ada di perkantoran seluruhnya tersambung dengan beban fasa R, dan pada motor listrik 3 fasa sering mengalami panas dikarenakan gearbox pada motor listrik mengalami kotor dari sisa kerak yang diolah dari pencampuran antara tepung dan cairan kimia, sehingga putaran rotor menjadi berat yang dapat menyebabkan troubleshooting atau nge-trip pada breaker yang terpasang dipanel kontrol motor tersebut. Sehingga berdampak menjadi arus pada R lebih besar dibandingkan dengan arus T yang lebih kecil dan dapat memengaruhi cos phi atau faktor daya mengalami penurunan. Dan pada beban 3 fasa banyak terdapat beban Induktif yang cenderung menciptakan lonjakan daya. Potensi penghematan energi yang mungkin dilakukan dengan menggunakan lampu LED yang cenderung memiliki daya yang relatif kecil dari lampu biasa. Dapat menggunakan AC hemat energi untuk mengurahi pemakaian daya sehingga pembayaran perbulannya dapat berkurang dari yang sudah ada.

Kata Kunci : Effisiensi, Audit Energi, Daya Listrik

ABSTRACT

To find out the potential for energy savings and efficiency that can be done, a measurement of the level of existing energy use of commercial buildings is known as an energy audit. An energy audit is an increase in the efficiency of energy used or an energy saving process. Energy Conservation is an increase in the efficiency of energy used or commonly referred to as an energy saving process. This study aims to analyze the use of electrical energy in the Sumatera Jaya agro Lestari Palm Oil Processing, analyze the value of the Intensity of Electrical Energy Consumption (IKE) obtained in the Sumatera Jaya agro Lestari Palm Oil Processing industry and analyze opportunities for saving electrical energy consumption in the Sumatera Jaya agro Lestari Palm Oil Processing industry. The results of this study concluded that the consumption of electrical energy in 1 month is 8261.34 kWh. And the cost paid is Rp. 8,831,372, -. From the building area of 2430 m2, the Energy Consumption Intensity (IKE) value can be determined as 40.79 kWh / m2 / year, thus included in the very efficient category. The characteristics of the electrical network at the research location are unstable due to the uneven distribution of installations on the load, where the use of single-phase equipment loads in the office is entirely connected to the R phase load, and in 3-phase electric motors it often experiences heat because the gearbox on the electric motor is dirty from the remaining crust processed from mixing flour and chemical liquids, so that the rotor rotation becomes heavy which can cause troubleshooting or tripping on the breaker installed on the motor control panel. So that the impact is that the current on R is greater than the smaller T current and can affect the cos phi or power factor to decrease. And in 3-phase loads there are many Inductive loads that tend to create power surges. The potential for energy savings that can be done by using LED lights which tend to have relatively small power than ordinary lights. Can use energy-saving AC to reduce power consumption so that monthly payments can be reduced from what already exists.

Keywords: Efficiency, Energy Audit, Electric Power

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Puji syukur kita ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul "ANALISIS EFISIENSI ENERGI LISTRIK PADA PENGOLAHAN KELAPA SAWIT SUMATERA JAYA AGRO LESTARI". Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan motivasi kepada kami didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, terutama kepada :

1. Terimakasih khusus kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Swato Sukendar dan Ibu Nova Linda Nasution, yang tiada henti-hentinya mendoakan penulis, memberikan semangat, kasih sayang, kesabaran baik moral dan material yang di berikan selama ini.
2. Bapak Dr. Agussani, M.A.P, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, M.sc, P.hd, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Affandi S.T., M.T., selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Dr. Elvy Sahnur Nasution S.T., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Bapak Benny Oktrialdi S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Dosen Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T., M.T., Pembimbing yang senantiasa membimbing saya dalam penulisan laporan Tugas Akhir.
9. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Riska Fadilla Pasaribu S,KM. yang senantiasa mensupport penulis agar tetap semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir.
11. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Satu Angkatan.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa yang akan datang. Akhirnya kami mengharapkan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi diri pribadi dan para pembaca terkhusus bagi dunia kontruksi Teknik Elektro serta kepada Allah SWT , kami serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 15 Agustus 2025

Nazmi Iskandar Dinata
200722003

DAFTAR ISI

ABSTRAK…….. i

KATA PENGANTAR…… iii

DAFTAR ISI..... v

DAFTAR GAMBAR…….. vii

DAFTAR TABEL……... viii

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang..... 1

1.2. Rumusan Masalah..... 2

1.3. Ruang Lingkup 3

1.4. Tujuan Penelitian..... 3

1.5. Manfaat Penelitian..... 3

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1. Tinjauan Pustaka Relevan 4

2.2. Landasan Teori 9

2.2.1.Konservasi Energi 10

2.2.2 Management Energi..... 12

2.2.3 Konsep Sistem Managemen Energi..... 15

2.2.4 Energi 16

2.2.5 Prosedur Energi 19

2.2.6 Kebijakan Konservasi Energi 20

2.2.7 Energi Listrik..... 21

2.2.8 Daya Listrik 29

2.2.9 Audit Energi 31

2.2.10 Indeks Konsumsi Energi..... 34

2.2.11 Peluang Penghematan Energi 36

2.2.12 Efisiensi Energi dan Keberlanjutan (Sustainability)….. 38

2.2.13 Tantangan dan Peluang Efisiensi Energi Dimasa Depan 41

BAB 3 METODE PENELITIAN..... 45

3.1 Pendekatan Penelitian..... 45

3.2 Tempat Penelitian..... 45

3.3 Rancangan Penelitian 45
3.4 Metode Penelitian 46
3.5 Diagram Alir Penelitian 47
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN 48
4.1 Pemakaian Energi Listrik 48
4.2 Intensitas Konsumsi Energy (IKE) 51
4.3 Karakteristik Beban Listrik 54
BAB 5 PENUTUP 68
5.1 Kesimpulan 68
5.2 Saran 69
DAFTAR PUSTAKA 70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Konsep Sistem Managemen Energi 15
Gambar 2.2 Alternator 24
Gambar 2.3 Bosch Pump..... 24
Gambar 2.4 Filter L.O..... 26
Gambar 2.5 Genset Pada Pabrik..... 26
Gambar 2.6 Panel Generator Pada Pabrik..... 28
Gambar 2.7 Arah Aliran Arus Listrik 30
Gambar 4.1 Denah PT. Sumatera Jaya Agro Lestari 52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 IKE Industri Menengah Keatas 35
Tabel 2.2 IKE Industri Sederhana 35
Tabel 4.1 Beban Terpasang Pada Lokasi Penelitian 48
Tabel 4.2 Nilai standar IKE 54
Tabel 4.3 Hasil pengukuran daya 55
Tabel 4.4 Data Hasil Perhitungan Daya yang Terpasang 68

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era zaman modern sekarang ini sangat diperlukannya energi listrik. Dalam zaman teknologi saat ini yang semakin berkembang, tidak dipungkiri bahwasanya energi listrik memegang peranan penting dalam kehidupan sehari - hari. Dikarenakan pada zaman teknologi ini energi lisrtik sudah menjadi kebutuhan pokok dalam berbagai macam sektor bidang. Semua kegiatan aktivitas manusia tidak terlepas dari perkembangan energi listrik.

Jumlah penduduk di Indonesia semakin tahun semakin meningkat. Hal ini di tandai dengan adanya kenaikan yang cukup signifikan pada bidang industri yang memproduksi barang-barang elektronika. Dengan kenaikan yang cukup signifikan ini, maka Pemerintah Indonesia telah merencanakan pembangunan pembangkit listrik yang baru agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia.

Pada dasarnya pembangunan pembangkit yang baru membutuhkan dana yang cukup besar, hal ini cenderung tidak seimbang dengan pertumbuhan penduduk dan industri yang semakin lama semakin meningkat. Maka dari itu, salah satu caranya ialah dengan melakukan efisiensi pemakaian energi. Salah satu yang digunakan ialah dengan menggunakan metode Konservasi Energi. Industri merupakan suatu tempat yang dapat menghasilkan suatu produk, jasa, maupun fasilitas yang dibutuhkan oleh masyarakat. Industri gedung convention hall sendiri merupakan suatu usaha yang operasionalnya membutuhkan energi yang san gat besar.

Pemenuhan energi listrik untuk operasional dari industri gedung convention hall dapat menjadi faktor penentu untuk menjaga kepercayaan pelanggan sesuai dengan harapan. Industri gedung convention hall dalam kegiatan operasional nya mengharuskan ketersediaan energi listrik yang kontinu. Hal ini dikarenakan dalam proses operasional acara dan peralatan - peralatan penunjangnya, diharuskan proses itu tidak boleh terhenti. Maka di harapkan para pelaku industri gedung komersil akan selalu

menekan penggunaan energi listrik seminimal mungkin.

Untuk mengetahui letak potensi penghematan dan efisiensi energi yang dapat dilakukan suatu pengukuran tingkat pemakaian energi eksisting dari Gedung komersil dikenal dengan istilah audit energi. Audit energi adalah peningkatan efisiensi energi yang digunakan atau proses penghematan energi. Konservasi Energi adalah peningkatan efisiensi energi yang digunakan atau biasa disebut dengan proses penghematan energi. Dalam metode ini terdapat Audit Energi, yaitu suatu metode untuk menghitung tingkat konsumsi energi suatu gedung atau bangunan. Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya Agro Lestari merupakan salah satu pabrik yang mengkonsumsi energi cukup besar. Semakin besar pabrik dan semakin banyak yang dikelola, maka energi yang digunakan untuk operasional akan semakin besar. Audit energi sebagai bagian manajemen energi merupakan langkah awal yang tepat untuk dilaksanakan dalam proses evaluasi dan efisiensi energi. Audit energi merupakan aktifitas pemeriksaan berkala untuk mengetahui ada tidaknya penyimpangan dalam suatu kegiatan penggunaan energy listrik. Energi merupakan salah satu faktor penting dalam operasional sebuah industri. Industri Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya agro Lestari merupakan salah satu industri yang memiliki tingkat ketergantungan tinggi terhadap kebutuhan energi untuk operasional usahanya. Kebutuhan energi yang tinggi menuntut manajemen melakukan efisiensi dalam penggunaannya. Sehingga diperlukan upaya konservasi untuk mencapai tujuan efisiensi. Peluang penghematan energi baik pada sector industri maupun sektor bangunan dan komersial di Indonesia cukup besar, yaitu rata-rata sebesar 10-30%. Pemerintah Indonesia pada tahun 2025 memiliki target untuk melakukan penghematan energi di sektor industri sebesar 17%, sedangkan di sektor transportasi sebesar 20%

1.2. Rumusan Masalah

Adapun Rumusan Masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana penggunaan energi listrik di Industri Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya agro Lestari?
2. Bagaimana nilai Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) yang

diperoleh Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya agro Lestari?

3. Bagaimana peluang penghematan konsumsi energi listrik di Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya agro Lestari?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini adalah :

1. Penggunaan energi listrik di Industri Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya agro Lestari dengan menghitung pemakaian beban listrik.
2. Menghitung Nilai Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) yang diperoleh pada Industri Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya agro Lestari
3. Menghitung peluang penghematan konsumsi energi listrik di Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya agro Lestari

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun Rumusan Masalah pada penelitian ini adalah :

1. Menganalisa penggunaan energi listrik di Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya agro Lestari
2. Menganalisa nilai Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) yang diperoleh pada industri Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya agro Lestari.
3. Menganalisa peluang penghematan konsumsi energi listrik di industri Pengolahan Kelapa Sawit Sumatera Jaya agro Lestari.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun Rumusan Masalah pada penelitian ini adalah :

1. Menjaga kontinuitas industri kepada konsumen dengan meminimalkan penggunaan konsumsi energi listrik secara effisien.
2. Memberikan informasi bagi penulis tentang tingkat efisiensi energi listrik pada suatu Industri.
3. Menjadi refrensi penelitian bagi penelitian mahasiswa lainnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka Relevan

Audit energi diperlukan karena kita memerlukan penggunaan energi yang terukur, dalam pengelolaan energi kita mengenal energy accounting yaitu aktivitas untuk merekam dan menghubungkan antara penggunaan energi dan biaya yang dikeluarkan. Selain itu juga untuk memonitor penggunaan energi dalam skala waktu [6]. Industri adalah suatu tempat yang dapat menghasilkan suatu produk, jasa, maupun fasilitas yang dibutuhkan oleh masyarakat. Industri rumah sakit sendiri merupakan suatu usaha yang operasionalnya membutuhkan energi yang sangat besar. Pemenuhan energi listrik untuk operasional dari industri rumah sakit dapat menjadi faktor penentu untuk menjaga kepercayaan pelanggan sesuai dengan harapan. Industri rumah sakit dalam kegiatan operasionalnya mengharuskan ketersediaan energi listrik yang sangat kontinyu. Hal ini dikarenakan dalam proses tindakan operasi yang dilakukan oleh dokter dan mesin-mesin penunjangnya, diharuskan proses tersebut tidak boleh berhenti, sehingga diharapkan para pelaku industri akan menekan penggunaan energi listrik menjadi seminimal mungkin. Industri rumah sakit sendiri merupakan salah satu industri yang memiliki tingkat ketergantungan tinggi terhadap kebutuhan energi untuk operasional usahanya. Oleh karena itu, apabila usaha penghematan energi dapat berhasil dilakukan maka hal itu akan memberikan dampak yang signifikan pada biaya yang harus dikeluarkan untuk pembelian energi [4].

Semakin tinggi pertumbuhan ekonomi suatu daerah maka semakin meningkat pula penggunaan konsumsi energi pada daerah tersebut. Hal ini dikarenakan setiap aktifitas masyarakatnya membutuhkan energi, sedangkan disisi lain sumber energi semakin menipis, sebagaimana halnya energi yang dipakai setiap hari. Semakin berkurang sumber

Energi listrik di Rumah Sakit adalah komponen yang sangat vital, karena sebagian besar sarana, prasarana dan peralatan menggunakan sumber energi listrik. Bahkan ada beberapa unit perawatan yang sama sekali tidak boleh terputus dari aliran listrik karena dapat membahayakan keselamatan pasien yang dirawat seperti ruangan Intensif Care Unit (ICU), Neonathal Intensif Care Unit (NICU), dan Instalasi Bedah sentral (IBS) [7].

Salah satu metode yang sering dipakai untuk mengefisienkan pemakaian energi listrik adalah metode Konservasi Energi. Konservasi Energi adalah peningkatan efisiensi energi yang digunakan atau biasa disebut dengan proses penghematan energi. Dalam metode ini terdapat Audit Energi, yaitu suatu metode untuk menghitung tingkat konsumsi energi suatu gedung atau bangunan [1].

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mencegah kerugian adalah dengan adanya perencanaan yang baik dan tepat. Perencanaan bisa dilakukan dengan memprediksi beban listrik listrik untuk memberikan informasi kepada PLN [8]. Parameter yang digunakan untuk mengukur pemborosan energi adalah elastisitas dan intensitas energi. Elastisitas energi adalah perbandingan antara pertumbuhan konsumsi energi dan pertumbuhan ekonomi. Elastisitas energi Indonesia berada pada kisaran 1,04 - 1,35 dalam kurun waktu 1985 - 2000, sementara negara-negara maju berada pada kisaran 0,55 - 0,65 pada kurun waktu yang sama [9].

Audit energi sebagai bagian manajemen energi merupakan langkah awal yang tepat untuk dilaksanakan dalam proses evaluasi dan efisiensi energi. Audit energi merupakan aktifitas pemeriksaan berkala untuk mengetahui ada tidaknya penyimpangan dalam suatu kegiatan penggunaan energy listrik. Penghematan energi pada bangunan gedung harus tetap memperhatikan kenyamanan penghuni [3]. Kondisi gedung yang berumur lebih dari 10 tahun, maka diduga terjadi penurunan efisiensi peralatan kelistrikkan, kenaikan konsumsi energi. Bila ini dibiarkan maka akan berpengaruh pada keamanan dan kenyamanan gedung, efisiensi energi, produktivitas, dan kinerja karyawan yang bekerja, serta masyarakat yang datang pada gedung tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan

penelitian yang berkaitan dengan konsumsi energi gedung, beban pencahayaan dan beban pendingin ruangan [9].

Semakin meningkatnya penggunaan energi, sejalan dengan berkembangnya perekonimian dan industri, maka disadari juga pentingnya penghematan energi pada sisi pemakaian. Rumah sakit merupakan salah satu gedung atau bangunan yang mengkonsumsi energi cukup besar. Semakin besar atau tinggi konstruksi gedung rumah sakit tersebut, maka energi yang digunakan untuk operasional gedung akan semakin besar. Intensitas pencahayaan harus ditentukan di mana pekerjaannya akan dilakukan. Bidang kerja umumnya diambil 80 cm di atas lantai. Bidang kerja ini mungkin sebuah meja, bangku kerja atau suatu bidang horizontal khayalan 80 cm di atas lantai [2].

Elastisitas energi adalah perbandingan antara pertumbuhan energi terhadap pertumbuhan ekonomi. Elastisitas energi adalah salah satu indicator konservasi energi, semakin kecil nilai elastisitas energi berarti semakin efisien. Salah satu langkah nyata yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut yang sesuai dengan kebijakan energi nasional adalah melaksanakan langkah-langkah konsevasi energi antara alain melalui audit energi dan implementasi hasil-hasilnya [3].

Tarif dasar listrik yang terus meningkat memaksa berbagai pihak berpacu untuk melakukan program penghematan, hal yang tepat untuk mengaplikasikan program penghematan tersebut adalah manajemen energi dan salah satu diantaranya adalah audit energi. Efisiensi energi bisa ditingkatkan jika semua rekomendasi peluang peningkatan efisiensi yang diperolah dari hasil audit energi dilaksanakan dan diawasi secara menyeluruh dan teliti. Bukan tidak mungking dengan dilaksanakanya audit energi ini bisa menurunkan biaya tagihan listrik ditahun berikutnya [10].

Perkembangan sarana dan prasarana akan mengakibatkan pemanfaatan energi listrik yang meningkat. Masalah kelistrikan timbul karena peningkatan pemanfaatan energi listrik akan mengakibatkan biaya tagihan meningkat. Permasalahan lain adalah

peningkatan pemakaian energi listrik yang tidak sebanding dengan peningkatan kemampuan (kapasitas) energi listrik yang tersedia [3]. Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama yang dibutuhkan dalam berbagai kegiatan. Dalam waktu yang akan datang kebutuhan listrik akan terus meningkat seiring dengan adanya peningkatan dan perkembangan baik dari jumlah penduduk, jumlah investasi, perkembangan teknologi [11].

Dalam konsumsi energi listrik diperlukan penggunaan yang baik dan efisien agar dapat menghemat total konsumsi listrik sehari- hari sekaligus menekan biaya yang harus dibayar untuk biaya operasional. Daripada itu diperlukan audit energi agar mengerti pola konsumsi yang kita gunakan sehari-hari. IKE memberikan pandangan bagaimana pola efisiensi penggunaan energi listrik [12].

Energi merupakan salah satu faktor penting dalam operasional sebuah industri, khususnya rumah sakit. Industri rumah sakit merupakan salah satu industri yang memiliki tingkat ketergantungan tinggi terhadap kebutuhan energi untuk operasional usahanya. Kebutuhan energi yang tinggi menuntut manajemen rumah sakit melakukan efisiensi dalam penggunaannya. Sehingga diperlukan upaya konservasi untuk mencapai tujuan efisiensi. Audit energi merupakan salah satu cara untuk mengetahui apakah tingkat pemakaian energi di rumah sakit masuk dalam kategori boros atau efisien [4].

Audit energi dapat dilakukan setiap saat atau sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan. Monitoring pemakaian energi secara teratur merupakan keharusan untuk mengetahui besarnya energi yang digunakan pada setiap bagian operasi selama selang waktu tertantu. Dengan demikian usaha-usaha penghematan dapat dilakukan [13].

Secara umum konsumsi energi mengalami kenaikan, sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan pola hidup. Laju pertumbuhan konsumsi energi, termasuk biomassa mencapai 4,1% per tahun, lebih tinggi dari laju pertumbuhan konsumsi dunia yaitu 2,6%. Pertumbuhan konsumsi energi terjadi di seluruh sektor, yaitu meliputi sektor industri,

rumah tangga, komersial, transportasi, dan sektor lainnya. Terdapat tiga sektor utama sebagai konsumsi energi terbesar, yaitu sektor industri yang mencapai 33%, disusul sektor rumah tangga sebesar 27% dan sektor transportasi sebesar 27% [5].

Mengindentifikasi peluang-peluang ataupun potensi kemungkinan untuk dilakukan penghematan energi, yaitu dengan melakukan pengukuran beban pemakaian energi listrik pada sistem pendingin udara, pengukuran suhu udara di setiap ruangan, pengukuran intensitas cahaya pada setiap ruang kerja dan koridor serta pencatatan jam operasional Air Conditioning (chiller) [14].

PT Toba Pulp Lestari, Tbk merupakan salah satu perusahaan di Indonesia yang kegiatan utamanya adalah memproduksi pulp. Perusahaan ini menggunakan kayu eukaliptus sebagai bahan utama. Secara garis besar pembuatan pulp diawali dari proses digesting yaitu proses pemasakan chip dengan tambahan white liquor dan steam. Produk dari digesting didistribusikan ke washing and screening, selanjutnya O2 delignifikasi yang menghasilkan unbleached pulp. Pulp yang belum putih kemudian diputihkan pada proses bleaching sebanyak tiga tahap. Pulp yang sudah putih kemudian dipompakan dijadikan lembaran pulp pada proses pulp machine. Disamping itu, PT Toba Pulp Lestari, Tbk juga memiliki proses pendukung untuk memproduksi pulp tersebut, salah satunya yaitu recovery boiler. Recovery boiler memiliki dua fungsi yaitu fungsi utama sebagai penghasil steam dan fungsi sampingan menghasilkan green liquor hasil pemulihan dari proses pembakaran black liquor untuk diproduksi kembali menjadi white liquor sebagai cairan pemasak pada digester. Kondisi kinerja suatu peralatan dapat diukur berdasarkan efisiensi suatu peralatan tersebut. Dalam termodinamika, efisiensi termal adalah ukuran tanpa dimensi yang menunjukkan performa peralatan termal seperti mesin pembakaran dalam dan sebagainya. Panas yang masuk adalah energi yang didapatkan dari sumber energi. [16]

2.2. Landasan Teori

Dalam rangka mendukung efisiensi energi, berbagai regulasi dan standarisasi

dibuat oleh beberapa pihak berwenang. Harapannya, jika efisiensi tercapai, maka berbagai dampak lingkungan akibat penggunaan energi dan ketergantungan pada sumber energi terbarukan dapat berkurang. Terwujudnya pemerataan konsumsi energi masyarakat, dan bahkan mendukung penurunan biaya operasional atas penggunaan energi.

Pada peraturan yang dibuat pemerintah mengenai kebijakan energi nasional merupakan kebijakan pengelolaan energi yang berdasarkan prinsip berkeadilan, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan guna terciptanya kemandirian energi dan ketahanan energi nasional, hal ini tertuang pada Peraturan Pemerintah Nomor 33 Tahun 2023

Dalam peraturan ini, konservasi energi didefinisikan sebagai upaya sistematis, terencana, dan terpadu untuk melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Cakupan kebijakan meliputi dua sisi, yaitu sisi hulu, yang berfokus pada pengelolaan dan pelestarian sumber energi, serta sisi hilir, yang menekankan pada pemanfaatan energi secara efisien dan rasional dalam berbagai kegiatan ekonomi dan sosial.

PP No. 33 Tahun 2023 memuat beberapa program strategis, antara lain: penerapan manajemen energi melalui penunjukan manajer energi dan pelaksanaan audit energi secara berkala; penetapan standar kinerja dan pemberian label hemat energi pada peralatan dan fasilitas; penyediaan skema pembiayaan konservasi energi termasuk insentif fiskal dan nonfiskal; pengembangan usaha jasa konservasi energi; peningkatan kapasitas sumber daya manusia melalui pelatihan dan sertifikasi; serta mendorong riset dan inovasi teknologi efisiensi energi.

Selain itu, peraturan ini mengatur mekanisme insentif bagi pelaku usaha yang berhasil menerapkan teknologi hemat energi, serta disinsentif bagi pihak yang tidak mematuhi ketentuan konservasi energi. Pemerintah juga mewajibkan pengelolaan data dan informasi energi secara terintegrasi serta melakukan pengawasan dan pembinaan agar pelaksanaan kebijakan dapat berjalan efektif dan akuntabel.

Bagi industri kelapa sawit, penerapan PP No. 33 Tahun 2023 memiliki implikasi strategis, khususnya dalam pelaksanaan audit energi, pengelolaan limbah biomassa sebagai sumber energi terbarukan, dan pemenuhan standar

keberlanjutan seperti Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO) dan Indonesian Sustainable Palm Oil (ISPO). Dengan mematuhi ketentuan ini, perusahaan tidak hanya meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya operasional, tetapi juga memperkuat daya saing di pasar global yang semakin menuntut produk ramah lingkungan.

2.2.1. Konservasi Energi

Konservasi energi atau penghematan energi sendiri merupakan tindakan untuk mengurangi jumlah penggunaan energi baru, terbarukan dan tak terbarukan demi keberlangsungan kehidupan manusia dan lingkungan sekitarnya. Menghemat energi berarti tidak menggunakan energi listrik untuk suatu hal yang tidak berguna. Penghematan energi dapat dicapai dengan penggunaan energi secara efisien dimana manfaat yang sama diperoleh dengan menggunakan energi lebih sedikit, ataupun dengan mengurangi konsumsi dan kegiatan yang menggunakan energi

Penghematan energi dapat menyebabkan berkurangnya biaya, serta meningkatnya nilai lingkungan, keamanan negara, keamanan pribadi, serta kenyamanan. Organisasi-organisasi serta perseorangan dapat menghemat biaya dengan melakukan penghematan energi, sedangkan pengguna komersial dan industri dapat meningkatkan efisiensi dan keuntungan dengan melakukan penghematan energi. Penghematan energi adalah unsur yang penting dari sebuah kebijakan energi. Penghematan energi menurunkan konsumsi energi dan permintaan energi per kapita, sehingga dapat menutup meningkatnya kebutuhan energi akibat pertumbuhan populasi. Hal ini mengurangi naiknya biaya energi, dan dapat mengurangi kebutuhan pembangkit energi atau impor energi. Berkurangnya permintaan energi dapat memberikan fleksibilitas dalam memilih metode produksi energi. Selain itu, dengan mengurangi emisi, penghematan energi merupakan bagian penting dari mencegah atau mengurangi perubahan iklim. Penghematan energi juga memudahkan digantinya sumber-sumber tak dapat diperbaharui dengan sumber-sumber yang dapat diperbaharui. Penghematan energi sering merupakan cara paling ekonomis dalam menghadapi kekurangan energi, dan merupakan cara yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan

meningkatkan produksi energi.

Konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Dalam kaitannya konservasi energi untuk mencapai tercapainya. ketahanan energi nasional, pemerintah telah menerbitkan berbagai regulasi mulai dari yang tertinggi yaitu Undang-Undang No. 30 Tahun 2007 tentang Energi, Peraturan Pemerintah No. 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi, Instruksi Presiden dan berbagai peraturan menteri sebagai petunjuk operasionalnya. Dalam Peraturan Pemerintah No. 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi diamanatkan bahwa konservasi energi menjadi tanggung jawab pemerintah, pemerintah daerah, pengusaha dan masyarakat. Selain itu konservasi energi nasional meliputi seluruh tahap pengelolaan energi, yaitu kegiatan penyediaan, pengusahaan, dan pemanfaatan energi serta konservasi sumber daya energi.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi, definisi konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Oleh karenanya, pengusaha dituntut untuk dapat melaksanakan konservasi energi dalam setiap tahap pelaksanaan usaha; dan menggunakan teknologi yang efisien energi dan atau menghasilkan produk dan/atau jasa yang hemat energi.

Konservasi energi dalam peraturan ini diartikan sebagai upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi penggunaannya. Ruang lingkupnya mencakup dua aspek utama, yaitu konservasi energi pada sisi penyediaan, yang meliputi pengelolaan sumber energi mulai dari perencanaan, eksplorasi, dan distribusi; serta konservasi energi pada sisi pemanfaatan, yang menekankan penggunaan energi secara efisien dan rasional pada berbagai sektor, termasuk industri, transportasi, rumah tangga, dan bangunan.

PP No. 70 Tahun 2009 juga menetapkan kewajiban bagi pengguna sumber energi dan pengguna energi dengan konsumsi energi minimal 6.000 ton setara minyak (*ton oil equivalent*, TOE) per tahun untuk melaksanakan manajemen energi. Kewajiban tersebut mencakup penunjukan manajer energi, penyusunan

program konservasi energi, pelaksanaan audit energi secara berkala, dan penyampaian laporan hasil pelaksanaan konservasi energi kepada pemerintah.

Selain itu, peraturan ini memberikan insentif bagi pelaku usaha yang berhasil menerapkan konservasi energi, seperti pengurangan pajak, kemudahan pembiayaan, atau penghargaan resmi. Sebaliknya, bagi pihak yang tidak mematuhi ketentuan konservasi energi, dapat dikenakan disinsentif berupa pembatasan distribusi energi, pencabutan fasilitas, atau sanksi administratif.

Bagi industri kelapa sawit, penerapan PP No. 70 Tahun 2009 memiliki relevansi strategis, mengingat sektor ini merupakan pengguna energi yang signifikan, baik dalam bentuk energi panas maupun listrik. Dengan menerapkan ketentuan peraturan ini, pabrik kelapa sawit dapat meningkatkan efisiensi proses produksi, mengurangi pemborosan energi, menekan biaya operasional, serta mendukung pencapaian sertifikasi keberlanjutan seperti Indonesian Sustainable Palm Oil (ISPO) dan Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO).

2.2.2. Management Energi

Manajemen energi adalah suatu program yang direncanakan dan dilaksanakan secara sistematis untuk memanfaatkan energi secara efektif dan efisien dengan melakukan perencanaan, pencatatan, pengawasan dan evaluasi secara kontinu tanpa mengurangi kualitas produksi dan pelayanan. Manajemen energi mencakup perencanaan dan pengoperasian unit konsumsi dan produksi yang berkaitan dengan energi untuk mengelola secara aktif usaha penghematan penggunaan energi dan penurunan biaya energi. Pada umummya manager atau bagian yang berkaitan langsung dengan sistem energi akan membuat suatu perencanaan energi secara prioritas agar mampu mengefisiensikan penggunaan energi dalam setiap produktivitas usahanya. Sebelum melakukan managemen energi. manager umum atau yang berkaitan dengan penggunaan energi harus melakukan beberapa hal menunjang terciptanya organisasi yang lebih baik yaitu :

1. Manager energi harus mampu mengetahu kapan saja energi digunakan di suatu usaha yang sedang dijalankan. Kemudian manager energi mampu mengidentifikasi kapan saja energi digunaakn dengan kapasitas besar.

2. Manager Energi harus mampu mengidentifikasi penghematan penggunaan energi dan mampu menganalisa apakah penghematan penggunaan energi hanya di lakukan pada penggunaan sistem pencahayaan atau penggunaan sistem energi lainnya.
3. Manager Energi malakukan program temuan penghematan penggunaan energi yang paling baik
4. Manager Energi melakukan perawatan melalui koordinasi dengan pihak pemeliharaan sarana bangunan gedung. Dan juga manager energi harus membuat perencanaan investasi guna mendukung program yang dimaksud dan juga berapa lama investasi tersebut kembali

Selain itu untuk mendukung program managemen energi ada beberapa yang harus diperhatikan agar terwujudnya sistem managemen energi (SME) di suatu usaha. Adapun yang harus diperhatikan antara lain :

1. Mengembangkan dan menerapkan kebijakan mengenai energi baik peraturan Undang-Undang Pemerintah Pusat dan juga peraturan pemerintah daerah mengenai penghematan energi tersebut.
2. Melakukan identifikasi penggunaan energi utama pada usaha yang sedang dijalankan. Hal ini berguna untuk mengetahui penggunaan energi dari sumber utama pendukung penggerak usaha.
3. Managemen atau penggelola usaha harus memiliki tujuan utama dalam penghematan energi tersebut. Dan setelah penghematan energi berhasil dilakukan pihak penggelola juga harus memiliki target terukur guna terciptanya managemen energi secara terus menerus.
4. Dalam terwujudnya managemen energi ataupun penghematan energi pihak pengelola harus berkomitmen menerapkan seluruh program managemen energi guna tercapainya tujuan dan sasaran tersebut.

Tujuan manajemen energi yaitu penghematan sumber daya, perlindungan iklim, dan penghematan biaya. Bagi konsumen, manajemen energi mempermudah untuk mendapatkan akses terhadap energi sesuai dengan apa dan kapan yang mereka butuhkan. Manajemen energi berkaitan dengan manajemen lingkungan, manajemen produksi, logistik, dan fungsi yang berhubungan dengan bisnis

lainnya.

Manajemen energi yang merupakan kegiatan di suatu perusahaan yang terorganisir dengan menggunakan prinsip-prinsip manajemen, dengan tujuan agar dapat dilakukan konservasi energi, sehingga biaya energi sebagai salah satu komponen biaya produksi/operasi dapat ditekan serendah- rendahnya. Konservasi energi sendiri mengandung arti sebagai suatu usaha untuk tetap menggunakan energi secara rasional tapi tetap mempertahankan produktifitas dan terpenuhinya syarat-syarat kelola perusahaan

Penggunaan energi rasional diantaranya dengan penghematan dan efisiensi energi. Jadi harus dibedakan antara penghematan energi dengan konservasi energi. Penghematan energi bisa saja dilakukan dengan hanya mengurangi penggunaan energinya tapi kenyamanan dan produktitas menjadi turun. Sementara konservasi energi adalah penerapan kaidah- kaidah dalam pengelolaan energi tidak hanya mengurangi pemakaian energinya tapi juga menerapkan pola operasi yang efisien, pemasangan alat tambahan yang meningkatkan performa sistem sehingga pemakaian energinya lebih rendah tapi tidak mengurangi kenyamanan dan produktifitas.

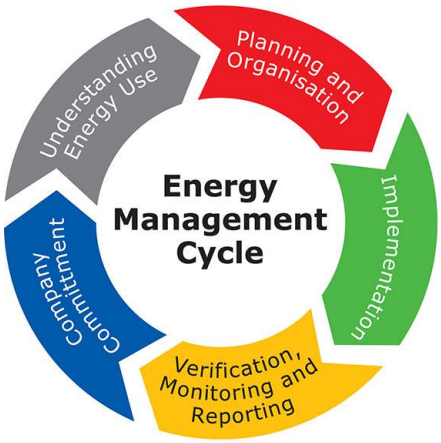
Pada intinya konservasi energi merupakan panduan bagaimana menghemat energi dengan benar dan berisi metode-metode dan alat-alat yang bisa dipakai untuk penghematan energi tanpa mengurangi produktifitas dan kenyamanan. Sementara efisiensi energi artinya perbandingan antara penggunaan energi dengan hasil produksinya bisa kenyamanan, gerak dan lain-lain. Jadi efisiensi energi yang tinggi berarti pemakaian energinya rendah tapi produksi tinggi. Dengan demikian konsep konservasi energi lebih luas dibandingkan dengan efisiensi energi.

Secara internasional standar tentang manajemen energi adalah dengan ISO 50001 Energy Management System. ISO (International Standard Organization) adalah organisasi internasional untuk standar. System manajemen energi ini juga sesungguhnya tidak berdiri sendiri karena merupakan penggabungan dan harmonisasi dari sistem manajemen energi yang sudah diterapkan beberapa negara serta kawasan seperti Uni Eropa. Saat ini beberapa Negara seperti Denmark, Ireland, Sweden, US, Thailand, Korea telah memiliki national energy management standards sendiri. Sementara Uni Eropa bahkan sudah punya

regional energy management standard yang sudah dipergunakan

2.2.3. Konsep Sistem Managemen Energi

Konsep sistem manajemen energi yang membangun sistem dan proses secara manajerial dan teknis untuk mengelola penggunaan energi secara rasional. Konsep sistem manajemen energi baik secara manajerial maupun teknis terdiri dari 4 proses yang dikenal proses PDCA yaitu plan, do, check, dan act. Skema konsep sistem managemen energi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema Konsep Sistem Managemen Energi

a. Plan (Perencanaan)

   Proses perencanaan energi mengkaji pemanfaatan energi dan konsumsinya, mengidentifikasi pemanfaat energi yang signifikan dan menentukan peluang untuk perbaikan. Perencanaan membahas berapa dan dimana energi yang digunakan, analisis pengguna energi yang signifikan, faktor yang mempengaruhinya, dan apakah perlu dilakukan pemeriksaan energi, optimasi sistem, pengembangan baseline dan indikator kinerja energi, menentukan tujuan dan target serta rencana aksi

b. DO (Implementasi dan Operasi)

   Tindakan dari perencanaan dilakukan dengan cara implementasi dan operasi melalui kompetensi, pelatihan dan kesadaran hemat energi, persyaratan dokumentasi, dokumen kontrol, kontrol operasi, komunikasi, desain, pembelian jasa energi, produk dan peralatan serta pembelian

pasokan energi

c. Check (Pemeriksaan Kinerja)

Check berarti proses pengecekan kinerja dari implementasi dan operasi yang dilakukan dengan cara pemantauan, pengukuran dan analisis, evaluasi dasar hukum, pemeriksaan internal sistem manajemen energi, ketidaksesuaian, koreksi, aksi korektif dan preventif, serta hasil penghematan. Checking yang dilakukan terdiri dari pemeriksaan operasi melalui rekaman operator, pemeliharaan dan peralatan, pemeriksaan sistem melalui hasil kinerja obyek energi sesuai standar, pemeriksaan kinerja melalui indikator kinerja energi dan kecenderungan dan biaya konsumsi energi dan pemeriksaan kemajuan yang dicapai terhadap rencana.

d. Act (Review Managemen)

Act berarti aksi dimana proses ini mereview manajemen dan performa sistem melalui hasil analisis input dan output kinerja sistem manajemen energi. Manajemen energi sangat penting untuk diintegrasikan ke dalam struktur organisasi sebuah perusahaan yang konsumsi energinya sangat besar agar manajemen energi tersebut dapat diimplementasikan. Peran manajemen energi di dalam berbagai fungsi opersional adalah manajemen fasilitas, logistik, pembelian energi, produksi, perencanaan dan pengendalian produksi, dan pemelihara.

2.2.4. Energi

Kebijakan pemerintah mengenai penghematan energi yang dituangkan dalamUndang-Undang No. 30 Tahun 2007 tentang energi, dan Intruksi Presiden No. 2 Tahun 2008 tentang penghematan energi dan air, menginstruksikan Instansi Pemerintah, BUMN, BUMD, Pemerintah Daerah, masyarakat dan perusahaan swasta untuk melaksanakan program dan kegiatan penghematan energi dan air. UU Energi Pasal 1 ayat 23 berbunyi konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. Efisiensi energi adalah perbandingan antara pasokan energi (input) dengan manfaat hasil kerja dari energi (output).

Energi dapat diibaratkan seperti uang, karena sangat vital bagi kebutuhan

suatu perusahaan atau industri dan juga kini persediaan dari energi yang tidak dapat diperbaharui sudah mulai menipis. Pemakaian haruslah bijaksana, seproduktif dan seefisien mungkin. Karena harga dari energi tersebut tidaklah murah, maka sebagai suatu perusahaan atau industri haruslah melakukan upaya yang bertitik berat pada penghematan pemakaian energi.

Suatu peluang penghematan adalah potensi yang dimiliki untuk menghemat pemakaian listrik. Oleh karena itu upaya penghematan haruslah diarahkan untuk :

a. Dapat menurunkan daya terpasang dengan meminimumkan bebah peralatan/sistem dengan meningkatkan efisiensi kerjanya.
b. Pengurangan jam kerja.
c. kombinasi dari kedua upaya tersebut.

Peluang penghematan yang mungkin ada pada suatu bangunan meliputi :

a. Selubung bangunan, pengurangan perolehan panas pada selubung bangunan melalui jendela-jendela kaca dan pintu-pintu kaca dengan peneduh luar. Pengurangan perolehan panas tersebut dilakukan dengan pelapisan jendela/pintu tadi dengan film yang memantulkan panas atau dengan penyekat cuaca dan pendempulan. Hal ini dapat dilakukan karena dengan penyekatan dan pendempulan jendela/pintu yang kurang baik akan menaikkan beban pendinginan/pemanasan karena ilfiltrasi/eksfiltrasi udara. Selain cara tersebut di atas yang berhubungan dengan penghematan energi pada selubung bangunan adalah isolasi dan warna yang lebih terang untuk atap dan dinding serta plafon atap yang berventilasi.
b. Penyetelan mesin pendingin, cakupan pada penyetelan mesin pendingin yang dapat menghemat/mengurangi penggunaan energi listrik dapat dilakukan dengan cara setting temperatur air pendinginan, penyimpanan thermal, penggantian menara pendingin yang tidak memadai lagi, penggunaan sistem pemompaan primer dan sekunder, pemompaan putaran variabel/pemasangan pompa kecil secara paralel, pemanfaatan kembali panas air kondenser dan penggantian chiller yang sudah tidak efisien lagi.

c. Unit - unit pengendalian udara (Air Handling Unit), peluang penghematan energi listrik yang dapat dilakukan pada sistem AHU dengan cara melakukan konversi dan volume udara variabel, isolasi pekerjaan saluran, koreksi kebocoran saluran udara dan mengurangi ruangan-ruangan yang membutuhkan kondisi udara yang khusus.
d. Pengendalian, peluang penghematan energi listrik yang dapat dilakukan pada sistem pengendalian yaitu dengan cara penjadwalan saat start/stop sistem, setelan pengendalian thermostat dan kontrol pada sistem penerangan/peralatan yang menggunakan energi listrik

Survei awal dapat dilaksanakan dalam waktu satu atau dua hari untuk instalasi pabrik yang sederhana, namun untuk instalasi pabrik yang lebih komplek diperlukan waktu yang lebih lama. Survey awal terdiri dari dua bagian, yaitu :

1. Suervei Managemen Energi

   Surveyor (pemeriksaan energi) mencoba untuk memahami kegiatan manajemen yang sedang berlangsung dan kriteria putusan investasi yang mempengaruhi proyek konservasi

2. Survey Energi Teknis

   Bagian teknis dari Survey awalsecara singkat mengulas kondisi dan operasi peralatan dari pemakai energi yang penting (misalnya boiler dan sistem uap) serta instrumentasi yang berkaitan dengan efisiensi energi. Survey awalakan dilakukan dengan menggunakan sesedikit mungkin instrumentasi portable. Pemeriksaan energi akan bertumpu pada pengalamannya dan mengumpulkan data yang relevan dan mengadakan observasi yang tepat, sehingga memberikan diagnosa situasi energi pabrik secara cepat.

Survey awal sangat berguna untuk mengenali sumber-sumber pemborosan energi dan tindakan-tindakan sederhana yang dapat diambil untuk mengingkatkan efisiensi energi dalam jangka pendek. Contoh tindakan yang dapat diidentifikasi dengan mudah ialah hilang atau cacatnya instalasi, kebocoran uap dan udara tekan, peralatan yang tidak dapat digunakan, kurangnya control yang tepat terhadap perbandingan udara dan bahan bakar di dalam peralatan pembakar.

Survey awal seharusnya juga mengungkapkan kurang sempurnanya pengumpulan dan penyimpanan analisa data, dan area dimana pengawasan

manajemen perlu diperketat. Hasil yang khas dari survey awalialah seperangkat rekomendasi tentang tindakan berbiaya rendah yang segera dapat dilaksanakan dan rekomendasi pemeriksaan yang lebih ekstensif untuk menguji dengan lebih teliti area pabrik yang terpilih.

Secara umum cukup sulit untuk menyimpulkan besarnya penghematan yang dapat diidentifikasi melalui pemeriksaan energi. Namun begitu penghematan biasanya mendekati jumlah yang cukup berarti, sekalipun melalui pemeriksaan energi yang paling sederhana. Sebagai petunjuk kasar, pemeriksaan energi awal diharapkan dapat mengidentifikasi penghematan sebesar 10% yang umumnya dapat dicapai melalui house keeping instalasi pabrik.

Setelah mendapatkan hasil uji, pemeriksaan energi menganalisa hasil tersebut melalui suatu kalkulasi dengan menggunakan materi pendukung yan g ada (misalnya tabel, bagan). Kemudian hasil uji tersebut digunakan untuk menyusun neraca energi, dimulai dari setiap peralatan yang diuji dan selanjutnya instalasi pabrik seluruhnya. Dari neraca energi, dapat ditentukan efisiensi peralatan dan ada tidaknya peluang penghematan biaya energi. Setelah itu, dilakukan pengujian lebih rinci terhadap setiap peluang, perkiraan biayanya dan manfaat dari pilihan - pilihan yang telah ditentukan.

Dalam beberapa hal, pemeriksaan energi tidak dapat memberikan rekomendasi mengenai suatu investasi khusus, mengingat resikonya atau karena total investasinya terlalu besar. Dalam hal ini, pemeriksaan energi akan memberikan suatu rekomendasi mengenai studi kelayakan (misalnya penggantian boiler, perubahan tungku pembakaran, penggantian sistem uap air dan perubahan proses).

2.2.5. Prosedur Energi

Prosedur energi merupakan bagan alir pelaksanaan pemeriksaan yang menggambarkan berbagai kegiatan awal calon pelaksana sampai ke kegiatan akhir energi. Tahap 1 dan Tahap 2 merupakan tahapan yang dilakukan oleh calon pemeriksaan sampai pada kesimpulan apakah pemeriksaan dapat dilakukan secara keseluruhan atau hanya dilakukan pada beberapa bagian berdasarkan evaluasi awal yang dilakukan.

Setelah mendapatkan kesimpulan bahwa pelaksanaan pemeriksaan akan dilakukan, maka perlu ditentukan berbagai langkah atau prosedur yang akan dilakukan. Prosedur yang dipakai akan bervariasi menurut ruang lingkup pemeriksaan yang diusulkan serta menurut ukuran dan jenis fasilitas. Prosedur berikut ini secara umum biasa digunakan untuk pelaksanaan/eksekusi pemeriksaan energi. Kegiatan Energi awal meliputi sebagai berikut :

a. Dokumentasi bangunan yang dibutuhkan adalah gambar teknik bangunan sesuai pelaksanaan konstruksi (as built drawing), terdiri dari: Tapak, denah dan potongan bangunan gedung seluruh lantai. Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai. Diagram satu garis listrik, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listriknya dan besarnya penyambungan daya listrik PLN serta besarnya daya listrik cadangan dari Diesel Generating Set.
b. Pembayaran rekening listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir dan rekening pembelian bahan bakar minyak (BBM), bahan bakar gas (BBG), dan air.

Tingkat hunian bangunan (Occupancy Rate) Model Pengukuran energi : Seluruh analisis energi bertumpu pada hasil pengukuran. Hasil pengukuran harus dapat diandalkan dan mempunyai kesalahan (error) yang masih dapat diterima. Untuk itu penting menjamin bahwa alat ukur yang digunakan telah dikalibrasi oleh instansi yang berwenang. Alat ukur yang digunakan dapat berupa alat ukur yang dipasang permanen pada instalasi maupun yang dipasang sementara.

2.2.6. Kebijakan Konservasi Energi

Menurut kebijakan Energi Nasional pada tahun 2023, Pemerintah terus mengupayakan terciptanya target elastisitas konsumsi energi, guna mencapai target tersebut perlu adanya penerapan sistem managemen dan teknologi energi secara keseluruhan. Untuk mendukung kebijakan pemerintah tersebut, perlu dilakukan kajian-kajian mengenai penghematan energi baik di dalam bangunan gedung maupun dalam dunia industri.

Salah satu langkah yang dianggap penting dalam upaya terwujudnya penghematan energi adalah melakukan audit energi. Dalam hal ini pemerintah sudah mengatur regulasi mengenai permasalahan pemanfaat energi di Indonesia, beberapa regulasi yang diberlakukan pemerintah antara lain :

1. Undang - undang Republik Indonesia No 30 Tahun 2007 Tentang Energi
2. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 70 Tahun 2009 Tentang Konservasi Energi
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 79 Tahun 2014 Tentang Kebijakan Energi Nasional. Peraturan Menteri ESDM No.14 Tahun 2013 yang mengatur tentang Managemen Energi
4. Peraturan Pemerintah RI Nomor 33 Tahun 2023 Tentang Konservasi Energi Listrik

2.2.7. Energi Listrik

Energi listrik atau tenaga listrik adalah salah satu jenis energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik atau energi yang tersimpan dalam arus listrik dengan satuan ampere (A) dan tegangan listrik dengan satuan volt (V) dengan ketentuan kebutuhan konsumsi daya listrik dengan satuan Watt (W) untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan atau menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain. Energi listrik menjalankan peralatan rumah tangga, peralatan perkantoran, mesin industri, kereta api listrik, lampu umum, alat pemanasan, memasak, dan lain-lain. Energi yang dihasilkan dapat berasal dari berbagai sumber, seperti air, minyak, batu bara, angin, panas bumi, nuklir, matahari, dan lainnya. Satuan pokok energi listrik adalah Joule, satuan lain adalah KWh

(Kilowattjam). Listrik untuk industri dan perumahan dihasilkan dari pembangkit listrik, misalnya: PLTA, PLTB, PLTD (diesel), PLTM, PLTS (surya), PLTU, dan lainnya. Jadi Jika arus listrik mengalir pada suatu penghantar yang berhambatan R, maka sumber arus akan mengeluarkan energi pada penghantar yang bergantung pada :

1. Beda potensial pada ujung - ujung penghantar (v)
2. Kuat arus yang mengalir pada penghantar (i)]
3. waktu atau lamnya arus mengalir (t)

Energi listrik adalah energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik/energi yang tersimpan dalam arus listrik dengan satuan amper (A) dan tegangan listrik dengan satuan Volt (V) dengan ketentuan kebutuhan konsumsi daya listrik dengan satuan Watt (W) untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain.

Peralatan listrik dan alat elektronik dapat digunakan, tentunya diperlukan energi tegangan listrik yang sesuai dengan kebutuhan alat tersebut. Karena apabila Energi listrik tidak sesuai dengan kebutuhan peralatan listrik dan alat elektronik dapat berdampak pada alat tersebut misalnya tidak dapat beropersai, beroperasi tidak maksimal, atau bahkan alat tersebut bisa rusak. Kesesuaian energi listrik tersebut mencakup tipe tegangan atau arus yang diperlukan (AC atau DC) , besar kecilnya tegangan yang diperlukan, serta arus minimal atau terendah yang dibutuhkan.

Pemanfaatan energi untuk menjalankan usaha ekonomi, misalnya, kebutuhan konsumsi, produksi, dan sebagainya. Salah satu sumber dari energi alam, pemanfaatannya sebesar-besarnya untuk kesejahteraan rakyat masyarakat mengacu pada pembangunan berkelanjutan (terbarukan) energi, kemudian sumber energi berkelanjutan dan energi fosil saling mendukung dalam penyediaan energi di masa depan, (Owusu dan Asumadu-Sarkodie, 2016). Penggunaan energi internasional terus meningkat, begitu pula dengan Dunia Proyeksi Badan Energi (IEA), kebutuhan energi dunia hingga tahun 2030 akan meningkat sebesar 45% atau 1,6% per tahun dan 80% energi dunia pemanfaatannya masih bergantung

pada bahan bakar fosil. Konsumsi energi merupakan suatu hal yang tidak terpisahkan dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pembangunan ekonomi suatu negara,pertumbuhan penduduk, perbaikan gaya hidup, peningkatan produksi, dan daya saing ekonomi adalah beberapa alasannya kebutuhan energi yang tinggi. Dampak negatif bahan bakar fosil dan polusi karbon akan berdampak perkembangan manusia di masa depan, jadi transformasi fosil energi menjadi energi terbarukan diperlukan untuk menyelamatkan manusia polusi dan kerusakan alam semesta (Perera, 2017). Global pemanasan berbahaya dan serius yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan kerusakan dan alam semesta serta dapat menyebabkan banjir, naiknya permukaan air laut, dan permasalahan lainnya. [17]

2.2.7.1.Generator

Generator adalah suatu pesawat bantu yang berfungsi mengubah daya mekanis menjadi daya listrik. Mesin listrik dapat berupa generator dan motor dan berdasarkan arah arusnya mesin listrik terbagi atas mesin listrik arus searah dan mesin listrik arus bolak – balik generator. Generator merupakan salah satu aspek pendukung dalam sistem tenaga dan merupakan salah satu aspek penting di dalam pengkonversian energi elektronika; yaitu konversi energi dari bentuk mekanik ke listrik dan dari bentuk listrik ke mekanik. Generator dapat di golongkan ke dalam sistem pembangkit dimana sistem ini berperan untuk mengubah bentuk energi mekanik menjadi energi listrik. Suatu generator akan berfungsi bila memiliki :

a. Kumparan medan, untuk menghasilkan medan magnet.
b. Kumparan jangkar, untuk mengimbaskan GGL pada konduktor – konduktor yang terletak pada alur – alur jangkar.
c. Celah udara, yang memungkinkan berputarnya jangkar dalam magnet.

Pada mesin arus searah, kumparan medan yang berbentuk kutub sepatu merupakan stator/bagian yang tidak berputar, dan kumparan jangkar merupakan rotor/bagian yang berputar. Bila kumparan jangkar berputar dalam medan magnet akan dibangkitkan tegangan (GGL) yang berubah – ubah arah setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak – balik. e = Emaks sin wt, untuk memperoleh tegangan searah di perlukan alat penyearah yang di sebut komutator dan sikat.

Didalam generator terdapat beberapa bagian/komponen. Komponen tersebut saling berhubungan satu sama lain, sehingga jika terjadi kerusakan pada salah satu komponen tersebut maka generator tidak dapat bekerja secara optimal. Oleh sebab itu untuk engineer harus tau komponen – komponen dan juga mengetahui fungsi dan cara kerjanya. Komponen tersebut tersebut antara lain :

a. Mesin diesel adalah sumber energi input mekanis untuk generator. Ukuran mesin berbanding lurus dengan output daya maksimum generator, satuan daya nya ialah kilo watt. Ada beberapa faktor yang perlu diingat saat menilai mesin generator. Para produsen mesin harus dikonsultasikan untuk mendapatkan spesifikasi operasi mesin penuh dan jadwal pemeliharaan
b. Alternator adalah bagian dari generator yang menghasilkan output listrik dari input mekanis yang diberikan oleh mesin. Ini berisi perakitan bagian-bagian diam atau stator dan bergerak atau rotor terbungkus dalam rumahnya. Komponen bekerja sama untuk menyebabkan gerakan internal antara medan magnet dan listrik, yang pada gilirannya menghasilkan listrik.

Gambar 2.2 Alternator

c. Bosch pump adalah suatu alat kelengkapan pada mesin diesel yang tugasnya memompa bahan bakar solar dari tangki ke nozzle untuk dikabutkan di ruang bakar

Gambar 2.3 Bosch Pump

d. Saringan bahan bakar atau fuel filter ini memiliki fungsi utama untuk menyaring berbagai jenis kotoran pada bahan bakar. Kita tahu bahwa pada bahan bakar terdapat berbagai macam kotoran, dimana kotoran ini dapat menyumbat saluran-saluran kecil yang dapat mengganggu sirkulasi bahan bakar, maka dari itu diperlukan saringan bahan bakar untuk menyaring berbagai jenis kotoran yang terdapat pada bahan bakar

e. Fress water cooler adalah tempat penukar panas yang digunakan untuk memindahkan energi panas dari satu medium ke medium lainnya yang tujuannya untuk mendinginkan maupun memanaskan. Pada umumnya kita mengenalnya sebagai radiator yang banyak digunakan pada kendaraan bermotor (roda dua atau roda empat), namun tidak jarang fresh water cooler juga digunakan pada mesin yang memerlukan pendinginan ekstra. Seperti pada mesin mesin produksi atau mesin mesin lainnya yang bekerja dalam kondisi kerja berat atau lama. Pada kendaraan baik motor atau mobil fresh water cooler pada umumnya terletak di depan dan berada didekat mesin atau pada posisi tertentu yang menguntungkan bagi system pendinginan. Hal ini bertujuan agar mesin mendapatkan pendinginan yang maksimal sesuai yang dibutuhkan mesin

f. Fungsi saringan oli (Oil Filter) untuk menyaring kotoran yang ditimbulkan dari gesekan mesin agar tidak ikut beredar pada sistem pelumas. Kotoran

pada oli dapat berupa bram atau serpihan logam akibat bagian yang aus maupun endapan karbon yang dibawa oli selama bersirkulasi.

Gambar 2.4 Filter L.O

2.2.7.2.Generator Set (Genset)

Generator set atau Genset adalah sebuah perangkat yang berfungsi menghasilkan daya listrik. Disebut sebagai generator set dengan pengertian adalah satu set peralatan gabungan dari dua perangkat berbeda yaitu engine dan generator atau alternator. Engine biasanya mesin diesel sebagai perangkat pemutar sedangkat generator atau alternator sebagai perangkat pembangkit listrik. Engine dapat berupa perangkat mesin diesel berbahan bakar solar atau bensin, sedangkan generator atau alternator merupakan kumparan atau gulungan tembaga yang terdiri dari stator (kumparan statis) dan rotor (kumparan berputar).

Gambar 2.5 Genset Pada Pabrik

Dalam industri kelapa sawit, mesin penggerak pada genset umumnya menggunakan mesin diesel karena efisiensi dan ketersediaan bahan bakarnya. Namun, pada pabrik kelapa sawit yang telah menerapkan konsep keberlanjutan, mesin penggerak juga dapat memanfaatkan turbin uap yang dijalankan oleh boiler biomassa, menggunakan limbah padat seperti cangkang dan serat kelapa sawit sebagai bahan bakar. Pemanfaatan biomassa ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca.

Peran genset dalam industri kelapa sawit sangat vital, terutama bagi pabrik yang berlokasi di daerah terpencil dan tidak terjangkau jaringan listrik PLN. Genset berfungsi sebagai sumber listrik utama untuk mengoperasikan mesin-mesin produksi, dan juga sebagai sumber cadangan ketika terjadi gangguan pasokan listrik. Selain itu, genset membantu menjaga stabilitas tegangan dan frekuensi listrik agar proses produksi berjalan lancar dan kualitas produk tetap terjaga.

Berdasarkan jenis bahan bakarnya, genset dapat dibedakan menjadi tiga tipe utama. Genset diesel menggunakan bahan bakar solar dan banyak digunakan karena efisiensi tinggi dan umur pakai panjang. Genset gas menggunakan bahan bakar gas seperti LNG, CNG, atau biogas, dan cocok untuk pabrik yang memiliki pasokan gas internal. Sementara itu, steam turbine generator memanfaatkan tenaga uap dari boiler biomassa, yang umum ditemukan di pabrik kelapa sawit sebagai strategi pemanfaatan limbah menjadi energi terbarukan.

Agar kinerja genset tetap optimal, diperlukan perawatan rutin seperti pengecekan oli, pembersihan filter, pemeriksaan sistem pendingin, serta pengujian tegangan dan frekuensi. Operasi genset yang optimal biasanya berada pada beban 70–80% kapasitas, yang mampu memaksimalkan efisiensi bahan bakar sekaligus memperpanjang umur peralatan.

Secara keseluruhan, penggunaan genset di pabrik kelapa sawit tidak hanya bertujuan memenuhi kebutuhan listrik, tetapi juga menjadi bagian dari strategi efisiensi energi dan keberlanjutan. Dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan seperti biomassa, pabrik kelapa sawit dapat mencapai kemandirian energi, mengurangi biaya operasional, dan mendukung kebijakan konservasi

energi nasional yang diatur dalam peraturan pemerintah

Gambar 2.6 Panel Generator Pada Pabrik

Ketika berbicara mengenai genset, maka hal yang terpikirkan adalah alat untuk menghidupkan lampu ketika listrik padam. Meskipun tidak hanya terfokuskan pada sebuah lampu saja, tetapi pada peralatan listrik lainnya. Genset sangat dikenal karena kegunaannya sebagai tenaga listrik yang bisa diandalkan cukup dengan menggunakan bahan bakar bensin atau solar. Dengan bantuan genset ini maka perusahaan – perusahaan besar maupun kecil, seperti supermarket, toko, rumah sakit, dan sebagainya dalam aktifitasnya tidak akan terganggu ketika listrik padam. Mereka tetap dapat menjalankan aktifitas seperti biasanya tanpa mengalami hambatan.

Cara kerja generator set adalah dengan menyalakan diesel engine dari generator set. Penggerak mula (Prime mover) merupakan peralatan yang mempunyai fungsi menghasilkan energi mekanis yang diperlukan untuk memutar rotor generator. Pada mesin diesel terjadi penyalaan sendiri, karena proses kerjanya berdasarkan udara murni yang dimampatkan di dalam silinder pada tekanan yang tinggi. Ketika bahan bakar disemprotkan dalam silinder yang bertemperatur dan bertekanan tinggi melebihi titik nyala bahan bakar maka bahan bakar akan menyala secara otomatis. Ada dua langkah kerja pendek dari disesel

masing – masing mempunyai dua proses kerja. Yang pertama adalah:

1. Proses pertama : Langkah pertama adalah langkah pemasukan dan penghisapan. Disini udara dan bahan bakar masuk sedangkan poros engkol berputar ke bawah. Langkah kedua merupakan langkah kompresi, poros engkol terus berputar menyebabkan piston naik dan menekan bahan bakar sehingga terjadi pembakaran. Proses 1 dan 2 termasuk proses pembakaran.
2. Proses kedua : Langkah 3 merupakan langkah ekspansi, disini katup isap dan buang tertutup sedangkan proses engkol terus berputar dan menarik kembali piston ke bawah. Langkah keempat merupakan langkah pembuangan, disini katub buang terbuka menyebabkan gas sisa pembakaran terbuang keluar. Gas keluar karena pada langkah keempat ini piston kembali bergerak naik dan membuka katub pembuangan yang berada di atas tabung silinder piston. Setelah proses tersebut, maka proses berikutnya akan mengulang kembali proses pertama yaitu proses pembakaran, dilanjutkan dengan proses pembuangan. Setelah engine menyala, poros dari engine terhubung langsung dengan poros rotor pada generator set sehingga poros engine dan poros rotor berputar secara bersamaan. Ketika terjadi putaran di poros rotor, maka akan terjadi induksi medan magnet dan akan membangkitkan gaya gerak listrik (GGL) seperti halnya hukum Faraday.

2.2.8. Daya Listrik

Daya listrik adalah sebagai laju hantaran energi listrik yang dihasilkan agar mendapatkan suatu usaha dalam rangkaian listrik. Dalam sistem energi listrik, daya dapat diartikan sebagai energi yang dapat dipakai untuk melakukan usaha baik untuk menggerakan motor atau memanaskan suatu peralatan listrik. Daya listrik juga dapat diartikan banyaknya energi tiap satuan waktu dimana pekerjaan sedang berlangsung atau kerja yang dilakukan persatuan waktu. Dari definisi ini, maka daya listrik (P) dapat dirumuskan :

$$P = W/t \qquad (2.1)$$

Dimana,

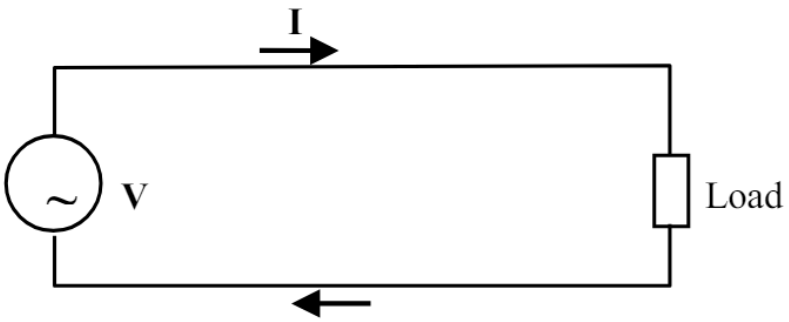
W = Energi (Joule)

P = Daya Listrik (Watt)

T = Waktu (Detik)

Dari satuan daya munculah satuan energi lain yaitu: Jika daya din yatakan dalam kilowatt (kW) dan waktu dalam jam, maka satuan energi adalah kilowatt jam atau kilowatt-hour (kWh). Beban listrik adalah suatu alat atau benda yang dapat bekerja atau berfungsi dengan memanfaatkan energi listrik, contoh : lampu, alat-alat ramah tangga, alat-alat elektronik, selain itu alat-alat yang digunakan untuk merubah energi listrik menjadi energi lain misal gerak dan panas, dan lain sebagainya. [15]

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya memiliki satuan Watt, yang merupakan perkalian dari Tegangan (volt) dan arus (amphere). Daya dinyatakan dalam P, Tegangan dinyatakan dalam V dan Arus dinyatakan dalam I, sehingga besarnya daya dinyatakan : [16]



Gambar 2.7 Arah Aliran Arus Listrik

Daya reaktif (VAR), haruslah serendah mungkin untuk keluaran KW yang sama dalam rangka meminimalkan kebutuhan daya total (VA). Untuk menghitung daya reaktif yang dibutuhkan suatu jaringan listrik dirumuskan dengan:

$Q = \sqrt{3}\ x\ V\ x\ I\ x\ Sin\varphi$ (2.2)

Di mana:

Q = Daya reaktif (VAR)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Amper)

Sinφ = Faktor Daya

Sedangkan daya nyata adalah daya yang terpakai untuk alat-alat listrik dapat beroperasi. Daya nyata merupakan daya yang sebenarnya digunakan, daya nyata atau daya kerja dipengaruhi oleh tegangan dan faktor daya, semakin baik tegangan dan faktor daya maka daya kerja mesin tersebut akan semakin baik dan sebaliknya semakin buruk tegangan dan faktor daya maka kerja mesin akan buruk. setiap alat-alat listrik biasanya tertera papan nama yang mencantumkan daya yang dibutuhkan, untuk menghitung daya nyata di rumuskan dengan :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\varphi \qquad (2.3)$$

Di mana,

P = Daya nyata (Watt)

V = Tegangan 3 phasa (Volt)

I = Kuat arus (Ampere)

Cosφ = Faktor daya

2.2.9. Audit Energi

Audit energi dapat didefinisikan sebagai suatu proses untuk mengevaluasi kebutuhan energi dan mengidentifikasi peluang untuk mengurangi konsumsi energi pada suatu bangunan, pabrik, proses, atau kegiatan. Audit Energi adalah teknik yang dipakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada bangunan gedung dan mengenali cara-cara untuk penghematannya.Audit energi terdiri dari rincian dan evaluasi bagaimana semua fasilitas menggunakan energi, dan apakah penggunaan energi tersebut mengeluarkan biaya. Kemudian pada akhirnya memberikan solusi agar sebuah sistem dapat melakukan konsumsi energi lebih efektif dan menghemat penggunaan biaya. Di beberapa industri, penggunaan energi listrik menjadi hal yang paling dominan pada seluruh proses produksi.

Audit energi menjadi sangat penting dilakukan pada perusahaan yang masih dalam tahap berkembang atau yang masih mempunyai banyak peluang untuk dilakukan perbaikan dalam segala aspek. Jumlah konsumsi energi yang didapat dari audit energi dapat digunakan untuk menghitung produktifitasnya. Produktifitas energi pada proses produksi dilakukan untuk mengetahui indeks produktifitas energi selama periode penelitian ini. Pengukuran produktifitas dalam

periode tertentu dilakukan agar perusahaan mengetahui produktifitas yang dicapai dalam suatu periode dan dapat digunakan sebagai bahan evaluasi dan acuan perbaikan yang harus dilakukan untuk periode berikutnya. Pencapaian produktifitas suatu perusahaan dapat dijadikan sebagai identifikasi kompetensi perusahaan untuk memperkuat daya saing dengan industri sejenis dan sebagai indikator ketercapaian target perusahaan tersebut. Produktifitas sangat penting bagi suatu industri karena saat ini persaingan bisnis sangat kompetitif, sehingga setiap industri dituntut untuk dapat meningkatkan kinerjanya.

Proses audit energi terdiri dari dua bagian, yaitu energi awal dan audit energi rinci. Audit energi awal dilakukan pemilik/pengelola gedung yang bersangkutan berdasarkan data rekening pembayaran energi yang dikeluarkan dan luas gedung. Disarankan IKE dari hasil audit energi awal disampaikan kepada asosiasi profesi atau instansi yang bersangkutan untuk dijadikan bahan informasi dan masukan dalam menetapkan IKE baru. Jangkauan audit energi dimulai dari survey data sederhana hingga pengujiaan data yang sudah ada secara rinci, digabungkan dengan uji coba pada bangunan secara khusus., yang dirancang untuk menghasilkan data baru. Lamanya pelaksanaan suatu audit bergantung besar dan jenis fasilitas proses suatu bangunan dan tujuan dari audit itu sendiri. Survei awal atau Audit Energi Awal (AEA) dapat dilaksanakan dalam waktu satu atau dua hari untuk suatu bangunan yang sederhana. AEA terdiri dari 2 bagian, yaitu :

1. Survei Managemen Energi
2. Survei Energi Teknis

a. Audit Energi Awal

Adapun langkah - langkah audit energ i awal meliputi beberapa tahapan, yaitu :

1. Pengumpulan dan penyusuan data energi bangunan Kegiatan audit energi awal meliputi pengumpulan data energi bangunan dengan data yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran
2. Data yang diperlukanDokumentasi bangunan yang diperlukan adalah teknik bangunan sesuai pelaksanaan konstruksi, terdiri dari denah tampak dan potongan bangunan seluruh lantai, denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai, dan diagram garis tunggal listrik lengkap

dengan penjelasan penggunaan daya listriknya dan besarnya penyambungan daya listrik PLN serta besarnya daya listrik cadangan dari genset bila ada.

3. Pembayaran rekening lisrtik bulanan selama satu tahun terakhir dan rekening pembelian bahan bakar minyak atau bahan bakar gas.
4. Tingkat hunian bangunan

Berdasarkan data bangunan seperti yang disebutkan diatas, dapat dihitung :

a. Rincian luas bangunan dan luas total bangunan b. Tingkat pencahayaan ruang
b. Daya listrik total yang dibutuhkan
c. Intensitas daya terpasang per peralatan lampu
d. Daya listrik terpasang per luas lantai untuk keseluruhan bangunan
e. Biaya energi bangunan

b. Audit Energi Rinci

Audit energi rinci meliputi beberapa tahap, yaitu :

1. Penelitian dan Pengukuran Konsumsi Energi, Audit energi rinci perlu dilakukan bila audit energi awal memberikan gambaran nilai IKE listrik lebih dari nilai standar yang ditentukan. Audit energi rinci perlu dilakukan untuk mengetahui profil penggunaan energi pada bangunan, sehingga dapat diketahui peralatan pengguna energi apa saja yang pemakaian energi cukup besar. Kegiatan yang dilakukan dalam penelitian energi adalah mengumpulkan dan meneliti sejumlah masukan yang dapat mempengaruhi besarnya kebutuhan energi bangunan, dan dari hasil penelitian dan pengukuran energi dibuat profil energi bangunan.
2. Pengukuran Energi Seluruh, analisa energi bertumpu pada hasil pengukuran. Hasil pengukuran harus dapat diandalkan dan mempunyai kesalahan error yang masih dapat diterima. Untuk itu penting menjamin bahwa alat ukur yang digunakan telah dikalibrasi dalam batas waktu sesuai ketentuan yang berlaku. Kalibrasi ini dilakukan oleh pihak yang diberi wewenang hukum untuk itu.

Pengukuran Tingkat Pencahayaan, Pengukuran besarnya daya listrik untuk pencahayaan digunakan wattmeter dan pengukuran konsumsi energi

menggunakan watt-jam meter yang dipasang tetap pada panel listrik yang melayani pencahayaan. Sangat ideal bila pada panel tersebut juga dipasangkan watt meter yang dilengkapi dengan watt maksimum. Pada kenyataanya dalam gedung komersial, energi untuk pencahayaan merupakan salah satu bagian yang relative besar penggunaan energi listriknya

2.2.10. Indeks Konsumsi Energi

Dalam melaksankan penghematan energi di bangunan gedung, IKE biasanya menjadi acuan utama dalam melihat sebesar apa konservasi energi yang sudah dilakukan oleh gedung tersebut. Lain dengan bangunan gedung, jika di kawasan industri/pabrik biasanya istilah yang digunakan untuk tujuan yang sama adalah komsumsi energi spesifik (Spesifik Energy Consumption) yang dalam istilah sederhana adalah penggunaan energi untuk satuan produk yang dihasilkan atau diciptakan.

Perhitungan Intensitas konsumsi Energi pada umumnya dilakukan dengan cara rasio antara energi total selama periode tertentu (Satu Tahun) dan luas bangunan (m2). Satuan IKE adalah kWh/m2 pertahun. Pemakian IKE sudah ditetapkan oleh berbagai negeri anggota ASEAN dan juga berbagai negara anggota APEC. Menurut hasil penelitian pada tahun 1987 yang dilakukan oleh ASEAN- USAID, besaran Intensitas Konsumsi Energi Indonesia adalah sebagai berikut :

1. Intensitas Konsumsi Energi perkantoran komersial adalah 240 kWh/m2 pertahun
2. pusat perbelanjaan 330 kWh/m2 pertahun
3. Hotel atau Apartemen 300 kWh/m2 pertahun
4. Rumah Sakit adalah 380 kWh/m2 pertahun

Hasil penelitian di atas jika nilai hasil perhitungan lebih rendah dari nilai IKE, maka bangunan gedung tersebut termasuk dalam hemat energi, sedangkan jika nilai IKE berada di antara batas bawah dan acuan maka bangunan tersebut termasuk dalam sedikit hemat energi, dan jika di antara acuan dan batas atas maka bangunan gedung tersebut termasuk dalam boros energi sehingga managemen atau operator bangunan gedung perlu melakukan perubahan guna terwujudnya hemat energi.

IKE pada dasarnya memang digunakan untuk mengetahui banyaknya jumlah konservasi energi yang telah dilakukan di suatu bangunan gedung. Akan tetapi IKE dapat di bagi menjadi dua jenis antara lain :

1. IKE merupakan suatu suatu pembanding antara total penggunaan energi dalam kurun waktu tertentu (Satu tahun) dengan luar bangunan gedung.
2. IKE memiliki satuan energi kWh/m2 /tahun

Penggunaan energi listrik ini sudah di sebutkan dalam peraturan Menteri Energi Dan Sumber daya Mineral Republik Indonesia No 13 Tahun 2012. Dijelaskan bahwa bangunan gedung negara dan bangunan gedung baik BUMN, BUMD, bangunan Gedung digolongkan menjadi dua kriteria yaitu bangunan gedung berAC dan bangunan gedung tidak ber-AC. Pada perhitungan intensitas konsumsi energi listrik pada suatau gedung dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu gedung perkantoran dengan menggunakan AC dan juga gedung perkantoran tanpa menggunakan AC. untuk mengetahui kebutuhan IKE pada gedung perkantoran yang menggunakan AC dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 IKE Industri Menengah Keatas

Kriteria	Konsumsi Energi Spesifik kWh/m2 /tahun
Sangat Efisien	> 102
Efisien	102<168
Cukup Efisien	168 <222
Boros	> 222

Pada Tabel 2.1. dapat di ketahui penggunaan energi listrik IKE untuk spesifikasi industri menengah keatas. Sedangkan tabel berikut ini merupakan standart untuk industri sederhana atau menengah kebawah :

Tabel 2.2 IKE Industri Sederhana

Kriteria	**Konsumsi Energi Spesifik**
Sangat Efisien	> 40,8
Efisien	40,8 < 67,2

Cukup Efisien	67,2 < 88,8
Boros	> 88,8

2.2.11. Peluang Penghematan Energi

Perilaku masyarakat dalam melakukan hemat energi listrik ditentukan oleh karakteristik dari masyarakat itu sendiri. Perilaku tersebut juga dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal yang ada pada masyarakat. Kesadaran seseorang dalam proses berpikir akan membentuk pola berpikir yang positif, serta dapat bertanggung jawab akan keadaan lingkungannya yang dapat dilakukan dengan tindakan merawat, melindungi, menjaga, dan melestarikan alam. Kesadaran dan tanggung jawab masyarakat yang beragam dikarenakan karakteristik seseorang dan akses informasi yang didapat berbeda-beda. Perilaku juga di tentukan oleh norma personal seseorang dalam kehidupannya yang terbentuk karena kepribadian dan lingkungan sosial yang ada di sekitarnya. Terciptanya kesadaran, tanggung jawab, dan norma personal dalam masyarakat dapat membentuk keinginan dari masyarakat untuk melakukan suatu tindakan yang positif yaitu untuk menghemat energi listrik. Perilaku hemat energi bisa diterapkan oleh masing-masing individu kapan saja dan dimana saja. Dalam contoh pada bangunan komersil banyak terdapat peralatan listrik yang digunakan dengan boros dan terkadang tidak sesuai dengan kegunaannya. Banyak hal yang dapat dilakukan untuk menghemat pemakaian energi listrik. Perilaku hemat energi yang dapat dilakukan para penghuni gedung misalnya mengubah pengaturan komputer untuk selalu berada dalam kondisi standby mode saat tidak digunakan, mencabut kabel listrik dari stop kontak saat peralatan tidak digunakan atau menggunakan smart power strip untuk seluruh peralatan elektronik. Selain itu, pelatihan mengenai cara hemat energi bagi para karyawan dapat menjadi salah satu kegiatan dalam program manajemen energi. Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku hemat listrik.

Menyatakan bahwa karakteristik konsumen seperti usia, jenis kelamin, pendidikan, pengetahuan dan pendapatan berpengaruh terhadap perilaku konsumen. Karakteristik konsumen dapat berfungsi untuk mengetahui motivasi dan niat dalam melakukan tindakan

Setelah melakukan beberapa cara untuk melakukan penghematan energi dimulai dari mengaudit hingga melakukan konservasi energi dengan cara Retrofitting, Melakukan pembaruan teknologi yang sudah ada, maka selanjutnya akan dilakukan dengan metode analisa biaya dan ekonomi manfaat, yaitu

Financial Assessment dan Cost Benefit Analysis yang bertujuan untuk menentukan potensi penghematan energi listrik, menghitung konsumsi energi listrik pada peralatan listrik, terutama yang pemakaiannya tergolong boros, melakukan penghematan pada peralatan listrik yang tergolong boros dalam mengonsumsi energi, baik dengan cara penggantian peralatan listrik yang lebih hemat energi hingga menggunanakan energi dengan bijak. Sehingga didapatkan manfaat baik langsung atau tak langsung yang dapat dirasakan setelah melakukan metode ini.

Adapun aspek biaya pada penghematan energi listrik dapat dilihat sebagai berikut :

a. Financial Assesment

Financial Assessment merupakan suatu metode untuk mengetahui seberapa besar biaya pemakaian energi listrik serta seberapa besar peluang penghematan biaya dari energi listrik yang digunakan. Dengan menghitung peluang penghematan biaya dan konsumsi energi listrik tentu saja memerlukan pengolahan dan analisis data. Analisis yang digunakan yaitu Analisis Deskriptif, yang merupakan metode analisis yang digunakan untuk mempelajari alat, teknik, atau prosedur yang digunakan untuk menggambarkan atau mendeskripsikan kumpulan data atau hasil pengamatan yang telah dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh gambaran secara mendalam dan objektif mengenai objek penelitian.

Identifikasi peluang hemat energi akan di evaluasi berdasarkan kehilangan energi yang ditemukan, yang berpotensi untuk dikurangi dengan cara merawat dan cara pengoperasiannya. Potensi penghematan yang ditemukan dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu: 1) Biaya rendah (Low cost) Merupakan peluang penghematan energi yang bersifat house keeping yaitu dengan perbaikan cara pengoperasian dan meningkatkan kesadaran operator. 2) Biaya sedang (Medium cost) Merupakan peluang penghematan energi yang diperoleh melalui modifikasi sistem/peralatan dengan biaya sedang. 3) Biaya tinggi (High cost) Merupakan peluang penghematan energi melalui modifikasi sistem proses dengan biaya tinggi.

Potensi penghematan merupakan hasil analisis IKE yang akan dibandingkan

dengan standar yang digunakan. Jika didapati IKE lebih besar dari IKE standar, maka akan ada potensi penghematan

Konsumsi kWh perhari = $\frac{\sum Watt\ x\ Jam\ penggunaan\ per\ hari}{1000}$

Dimana :

Sigma Watt adalah total daya yang digunakan peralatan listrik.

Biaya pemakaian listrik perbulan = (kWh x TDL)

b. Financial Statement

Financial Statment (Laporan Keuangan) pada dasarnya adalah hasil dari proses akuntansi yang dapat digunakan sebagai alat komunikasi antara data keuangan atau aktiva suatu perusahaan dengan pihak-pihak yang berkepentingan dengan data atau aktivitas perusahaan tersebut.

Dari beberapa aspek penggunaannya, laporan keuangan dibedakan menjadi tiga yaitu laporan keuangan untuk masyarakat, laporan keuangan untuk keperluan manajemen, dan laporan keuangan untuk keperluan pengawasan. Untuk kepentingan masyarakat, laporan keuangan harus mengikuti pedoman dalam Pernyataan Standar Akuntansi Keuangan (PSAK No. 31 Revisi 2000). Dalam PSAK tersebut laporan keuangan untuk masyarakat terdiri atas neraca, laporan laba rugi, laporan arus kas, laporan perubahan ekuitas dan catatan atas laporan keuangan. Untuk kepentingan pengawasan, jenis dan cara p enyajian laporan keuangan harus disajikan sesuai ketentuan tentang pelaporan keuangan umum yang telah ditetapkan. Sedangkan untuk keperluan manajemen, laporan keuangan disusun sesuai dengan kepentingan internal.

2.2.12. Efisiensi Energi dan Keberlanjutan (Sustainability)

Efisiensi energi merupakan salah satu pilar utama dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan. Penerapan efisiensi energi di industri kelapa sawit tidak hanya bertujuan untuk menurunkan biaya operasional, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap pelestarian lingkungan, pengurangan emisi gas rumah kaca, serta peningkatan daya saing industri di pasar global. Menurut United Nations Industrial Development Organization (UNIDO, 2021), efisiensi energi termasuk dalam strategi prioritas untuk mencapai *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya tujuan ke-7 (Energi Bersih dan Terjangkau) dan ke-13 (Penanganan Perubahan Iklim). yang mendorong mitigasi

emisi gas rumah kaca melalui berbagai inisiatif termasuk efisiensi energi. Lebih jauh lagi, penerapan efisiensi energi di industri kelapa sawit juga berkontribusi terhadap SDG ke-9 (*Industri, Inovasi, dan Infrastruktur*) melalui adopsi teknologi bersih, serta SDG ke-12 (*Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab*) melalui optimalisasi penggunaan sumber daya.

Selain manfaat global tersebut, efisiensi energi dalam konteks industri kelapa sawit di Indonesia memiliki nilai tambah dalam mendukung kebijakan nasional seperti *Rencana Umum Energi Nasional* (RUEN) dan *Nationally Determined Contributions* (NDC) untuk menurunkan intensitas emisi. Dengan penerapan efisiensi energi, pabrik kelapa sawit dapat mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil, meningkatkan penggunaan energi terbarukan seperti biomassa dan tenaga surya, serta memperkuat posisi Indonesia sebagai produsen kelapa sawit yang tidak hanya berorientasi pada kuantitas produksi, tetapi juga kualitas dan keberlanjutan prosesnya.

2.2.12.1 . Konsep Keberlanjutan dalam Efisiensi Energi

Keberlanjutan (*sustainability*) didefinisikan sebagai kemampuan untuk memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhannya (Brundtland Commission, 1987). Definisi ini menjadi prinsip dasar dalam setiap kebijakan pembangunan, termasuk di sektor energi. Dalam konteks energi, keberlanjutan dicapai melalui tiga pendekatan utama: pertama, mengoptimalkan penggunaan energi agar efisien; kedua, meminimalkan pemborosan melalui perbaikan proses dan teknologi; dan ketiga, memanfaatkan sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Dengan menggabungkan ketiga pendekatan ini, konsumsi energi dapat dikelola secara bijak, sehingga mendukung keberlangsungan ekosistem, stabilitas ekonomi, dan kesejahteraan sosial. Efisiensi energi memiliki peran strategis dalam mewujudkan ketiga dimensi keberlanjutan yang saling berkaitan, yaitu dimensi ekonomi, lingkungan, dan sosial.

1. Dimensi Ekonomi

Penerapan efisiensi energi mampu mengurangi biaya operasional secara

signifikan. Misalnya, penggunaan Variable Frequency Drive (VFD) pada pompa dan motor listrik dapat menurunkan konsumsi energi hingga 25%, yang secara langsung menurunkan tagihan listrik perusahaan. Selain itu, efisiensi energi membantu memperpanjang umur pakai peralatan, mengurangi frekuensi perbaikan, dan menekan biaya pemeliharaan (maintenance cost). Di industri kelapa sawit, efisiensi energi juga meningkatkan produktivitas melalui pengendalian proses yang lebih stabil dan minim gangguan operasional. Dampak jangka panjangnya adalah peningkatan profitabilitas perusahaan dan daya saing di pasar global.

2. Dimensi Lingkungan

Aspek lingkungan menjadi alasan utama penerapan efisiensi energi. Dengan mengurangi konsumsi energi dari sumber fosil, emisi gas rumah kaca seperti CO_2, NOx, dan SO_2 dapat ditekan secara signifikan. Efisiensi energi juga membantu menurunkan limbah panas (waste heat), yang jika dikelola dengan baik dapat dimanfaatkan kembali melalui teknologi heat recovery. Di industri kelapa sawit, pemanfaatan limbah biomassa sebagai bahan bakar boiler bukan hanya menggantikan batu bara atau solar, tetapi juga mengurangi pencemaran lingkungan akibat penumpukan limbah padat. Hal ini sejalan dengan komitmen mitigasi perubahan iklim dan perlindungan ekosistem.

3. Dimensi Sosial

Efisiensi energi turut memberikan dampak positif bagi masyarakat dan tenaga kerja. Lingkungan kerja yang hemat energi umumnya memiliki pencahayaan, ventilasi, dan pengaturan suhu yang lebih baik, sehingga meningkatkan kenyamanan dan keselamatan pekerja. Dari sisi masyarakat sekitar, perusahaan yang menerapkan efisiensi energi biasanya lebih bertanggung jawab dalam pengelolaan sumber daya, misalnya dengan mengurangi penebangan kayu untuk bahan bakar atau mengurangi polusi udara. Selain itu, efisiensi energi dapat membuka peluang lapangan kerja baru, khususnya di bidang teknologi energi terbarukan dan layanan pemeliharaan peralatan hemat energi.Dengan demikian, efisiensi energi bukan hanya sebuah strategi teknis untuk menurunkan konsumsi listrik atau bahan bakar, tetapi merupakan pilar penting dalam mengintegrasikan tujuan ekonomi, kelestarian lingkungan, dan kesejahteraan sosial

secara bersamaan.

2.2.13. Tantangan dan Peluang Efisiensi Energi di Masa Depan

Penerapan efisiensi energi di industri kelapa sawit menghadapi berbagai tantangan, baik internal maupun eksternal.

- Tantangan internal meliputi keterbatasan modal awal, kurangnya keterampilan teknis, dan minimnya data konsumsi energi yang akurat. Tantangan internal dalam penerapan efisiensi energi di industri kelapa sawit sering kali menjadi penghambat utama keberhasilan program penghematan energi. Tantangan ini berasal dari faktor-faktor yang berada dalam lingkup kendali perusahaan, namun memerlukan komitmen manajemen dan sumber daya yang memadai untuk diatasi.

Pertama, keterbatasan modal awal (*initial capital investment*) merupakan hambatan yang paling sering ditemui. Implementasi teknologi efisiensi energi, seperti pemasangan *Variable Frequency Drive* (VFD), *cogeneration system* berbasis biomassa, atau panel surya (PLTS), memerlukan biaya investasi yang relatif besar di awal. Bagi sebagian pabrik kelapa sawit, terutama yang berskala kecil hingga menengah, alokasi dana untuk efisiensi energi sering kali bersaing dengan kebutuhan investasi lain seperti perbaikan mesin produksi atau pembelian bahan baku. Kondisi ini diperburuk oleh rendahnya akses terhadap pembiayaan hijau (*green financing*) atau skema kredit dengan bunga rendah yang dikhususkan untuk proyek energi berkelanjutan. Akibatnya, meskipun proyek efisiensi energi memiliki potensi *payback period* yang cepat, keterbatasan modal membuat pelaksanaannya tertunda atau bahkan dibatalkan.

Kedua, kurangnya keterampilan teknis (*technical skills gap*) menjadi hambatan yang signifikan. Penerapan sistem efisiensi energi memerlukan tenaga kerja dengan kompetensi khusus di bidang manajemen energi, teknik kelistrikan, dan pengoperasian teknologi hemat energi. Di banyak pabrik kelapa sawit, tenaga teknis yang ada umumnya fokus pada operasi dan pemeliharaan mesin produksi, sehingga tidak memiliki pelatihan khusus mengenai audit energi, analisis *Life Cycle Cost* (LCC), atau penggunaan perangkat monitoring berbasis Internet of Things (IoT). Minimnya program pelatihan dan transfer pengetahuan menyebabkan teknologi yang telah dipasang tidak digunakan secara optimal atau

bahkan mengalami penurunan kinerja akibat kesalahan pengoperasian.

Ketiga, minimnya data konsumsi energi yang akurat (*lack of accurate energy consumption data*) menjadi tantangan yang berdampak pada kemampuan manajemen untuk mengambil keputusan yang tepat. Banyak pabrik kelapa sawit yang tidak memiliki sistem pencatatan dan pemantauan energi yang terintegrasi. Data konsumsi energi sering kali hanya diambil dari tagihan listrik bulanan atau catatan manual penggunaan bahan bakar, yang tidak cukup detail untuk mengidentifikasi titik-titik pemborosan energi. Tanpa data yang akurat, pelaksanaan audit energi menjadi sulit, dan peluang penghematan yang seharusnya dapat dioptimalkan menjadi terlewatkan. Hal ini juga menghambat kemampuan perusahaan untuk mengukur keberhasilan program efisiensi energi secara kuantitatif, yang pada gilirannya dapat mengurangi dukungan manajemen terhadap program tersebut.

Secara keseluruhan, tantangan internal ini saling berkaitan dan membentuk lingkaran masalah. Keterbatasan modal menghambat investasi teknologi efisiensi energi, keterbatasan keterampilan teknis mengurangi efektivitas penerapan teknologi, dan minimnya data akurat membuat pengambilan keputusan menjadi kurang tepat sasaran. Mengatasi tantangan ini memerlukan strategi terpadu yang mencakup pembiayaan inovatif (misalnya skema *energy performance contracting*), peningkatan kapasitas SDM melalui pelatihan berkelanjutan, dan penerapan sistem monitoring energi yang modern dan terintegrasi.

- Tantangan eksternal mencakup perubahan regulasi, fluktuasi harga energi, dan dampak perubahan iklim terhadap pasokan energi di sisi lain, terdapat peluang besar melalui adopsi teknologi digital seperti IoT untuk monitoring energi, sistem penyimpanan energi, dan dukungan kebijakan pemerintah berupa insentif dan pembiayaan hijau.

Pertama, perubahan regulasi merupakan tantangan yang menuntut adaptasi cepat dari pihak industri. Kebijakan pemerintah terkait energi, lingkungan, dan industri hijau sering mengalami penyesuaian mengikuti perkembangan teknologi, komitmen internasional terhadap penurunan emisi, atau dinamika pasar energi global. Misalnya, adanya perubahan standar emisi, kewajiban sertifikasi keberlanjutan, atau batasan penggunaan bahan bakar tertentu dapat memaksa

perusahaan melakukan penyesuaian teknologi maupun proses produksi dalam waktu singkat. Bagi industri kelapa sawit yang berorientasi ekspor, perubahan regulasi di negara tujuan, seperti kebijakan Uni Eropa terkait *Renewable Energy Directive* (RED II), juga dapat menjadi hambatan jika teknologi yang digunakan tidak memenuhi persyaratan terbaru.

Kedua, fluktuasi harga energi menimbulkan ketidakpastian biaya operasional. Harga listrik dari PLN, harga bahan bakar fosil seperti solar, dan bahkan harga biomassa dapat berfluktuasi akibat faktor geopolitik, kondisi pasokan, atau perubahan nilai tukar mata uang. Ketidakstabilan harga ini dapat mempersulit perusahaan dalam menghitung proyeksi penghematan dan menentukan kelayakan investasi teknologi efisiensi energi. Dalam beberapa kasus, turunnya harga bahan bakar fosil secara tiba-tiba dapat mengurangi motivasi manajemen untuk berinvestasi pada teknologi hemat energi yang memerlukan modal besar.

Ketiga, dampak perubahan iklim terhadap pasokan energi menjadi tantangan yang semakin relevan. Perubahan pola curah hujan dan suhu dapat memengaruhi pasokan biomassa kelapa sawit sebagai sumber energi terbarukan, misalnya tandan kosong (TKKS) atau serat yang digunakan untuk boiler. Cuaca ekstrem seperti banjir atau kekeringan juga dapat mengganggu distribusi bahan bakar dan pasokan listrik dari jaringan, sehingga menghambat kontinuitas produksi. Selain itu, peningkatan suhu lingkungan dapat meningkatkan kebutuhan pendinginan pada fasilitas produksi, yang berarti menambah beban konsumsi energi.

Di sisi lain, tantangan eksternal ini membuka peluang besar bagi industri kelapa sawit untuk melakukan inovasi dan meningkatkan ketahanan energi (*energy resilience*). Salah satu peluang yang menjanjikan adalah adopsi teknologi digital, seperti *Internet of Things* (IoT) untuk monitoring energi secara real-time. Sistem ini memungkinkan perusahaan mengidentifikasi pemborosan energi secara cepat, memprediksi kebutuhan energi di masa depan, dan mengoptimalkan kinerja peralatan produksi melalui data analitik.

Selain itu, sistem penyimpanan energi (*energy storage system*), seperti baterai litium atau *flow battery*, dapat dimanfaatkan untuk menyimpan kelebihan energi dari sumber terbarukan seperti PLTS pada siang hari, yang kemudian digunakan pada malam hari atau saat beban puncak. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi, tetapi juga memperkuat keandalan pasokan di pabrik yang berada di daerah dengan pasokan listrik PLN tidak stabil.

Peluang lain datang dari dukungan kebijakan pemerintah, baik dalam bentuk insentif fiskal maupun pembiayaan hijau (*green financing*). Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Perindustrian dan Kementerian ESDM telah menyediakan berbagai program bantuan, seperti potongan pajak untuk investasi teknologi hemat energi, skema kredit lunak untuk proyek energi terbarukan, dan penghargaan industri hijau yang dapat meningkatkan reputasi perusahaan di mata konsumen global. Selain itu, keterlibatan lembaga pembiayaan internasional seperti Asian Development Bank (ADB) atau World Bank juga membuka peluang pendanaan proyek efisiensi energi dengan suku bunga rendah.

Dengan memanfaatkan peluang ini, industri kelapa sawit tidak hanya dapat mengatasi tantangan eksternal yang dihadapi, tetapi juga dapat meningkatkan daya saing, memperkuat keberlanjutan operasional, dan memenuhi tuntutan pasar global yang semakin mengutamakan produk ramah lingkungan

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Pendekatan Penelitian

Energi listrik merupakan salah satu hal yang paling penting dalam kehidupan manusia. Energi listrik dibutuhkan dalam beberapa sektor, yaitu sektor rumah tangga, industri, bisnis,sosial, gedung kantor pemerintah, dan penerangan jalan umum.

Salah satu langkah nyata yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah dalam energi yang sesuai dengan kebijakan energi nasional adalah melaksanakan langkah

a. langkah konsevasi energi antara lain melalui audit energi dan implementasi hasil
b. hasilnya. Audit energi sebagai bagian manajemen energi merupakan langkah awal yang tepat untuk dilaksanakan dalam proses evaluasi dan efisiensi energi. Audit energi merupakan aktifitas pemeriksaan berkala untuk mengetahui ada tidaknya penyimpangan dalam suatu kegiatan penggunaan energi.

3.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Pabrik pengolahan kelapa sawit Sumatera Jaya Agro Lestari,Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat.

3.3. Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini, maka rancangan penelitian yang akan di lakukan ialah dengan mencari populasi, sample, dan sampling.

1. Populasi adalah sekumpulan objek ataupun bahan yang menjadi perhatian khusus guna mendukung suatu penelitian. Populasi ini terdapat beberapa informasi yang ingin diketahui oleh masyarakat banyak. Hal ini juga disebut satuan analisis yang memiliki kesamaan perilaku yang ingin diteliti. Populasi dalam penelitian ini adalah dengan melakukan analisis dan juga audit penggunaan energi yang dilakukan pada Lokasi Penelitian

Sample dalam penelitian ini adalah penggunaan AC, penggunaan perangkat elektronika dan pencahayaan.

2. Sampling digunakan pada penelitian ini adalah penggunaan AC, elektronika dan pencahayaan pada ruangan - ruangan pada lokasi penelitian

3.4. Metode Penelitian

Objek penelitian ini adalah hal-hal yang berkaitan dengan masalah penggunaan energi pada bangunan rumah sakit. Pengumpulan data meliputi data primer dan data sekunder. Data primer yaitu pengambilan data yang di ambil sesuai dengan kondisi di lapangan, sedangkan data sekunder didapatkan dari studi literatur baik berupa buku, jurnal - jurnal, rekap pembukuan teknik lokasi penelitian, melakukan konsultasi dan diskusi dengan pembimbing akademik, pegawai Teknisi Listrik pada yang bersangkutan. Untuk menyelasaikan thesis maka dilakukan beberapat metode :

1. Studi Literatur

   Dilakukan dengan membaca dari berbagai sumber yang mendukung dalam penyelesaian penelitian ini.

2. Pengumpulan Data

   Melakukan pengambilan data pada lokasi penelitian, berupa :

   -Beban Motor

   -Beban Penerangan

   -Beban Elektronika

3. Pengolahan Data

   Melakukan perhitungan mengenai penggunaan energi listrik berkaitan dengan efisiensi energi yang dilakukan, perhitungan IKE

4. Analisa Data

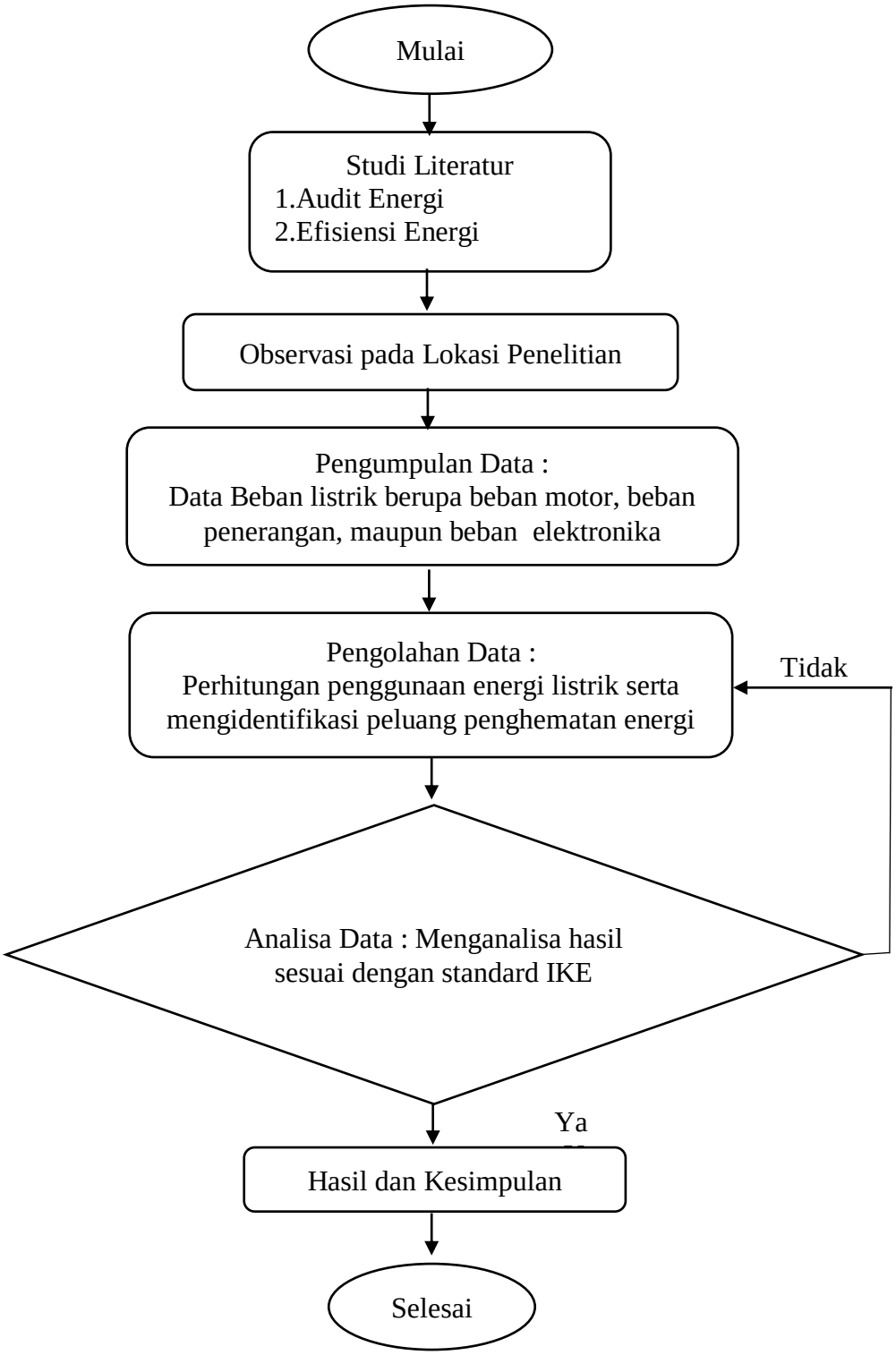
   Menganalisa hasil perhitungan yang diperoleh dengan standard IKE.

5. Kesimpulan

   Membuat kesimpulan berupa efisiensi energi listrik pada lokasi penelitia

3.5 Diagram Alir Penelitian

Adapun proses berlangsungnya penelitian ini akan dijelaskan dalam bentuk diagram alir penelitian.



DAFTAR PUSTAKA

Abdurarachim. Halim, Pasek, Darmawan Ari, dan Sulaiman, TA. 2002. Audit Energi, Modul 2, Energi Conservation Efficiency And Cost Saving Course, Bandung : PT. Fiqry Jaya Mandiri.

Ahmad Wahin, Ir Junaidi, M Iqbal Arsyad (2018) "Analisis Kapasitas Dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik Di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura" Program Studi Teknik Elektro Universitas Tanjung Pura Pontianak

Drs. Sukir MT, "Audit Energi Pada Gedung IV Kantor PT PLN (PERSERO) Wilayah Kalimantan Barat," Elkha, vol. 5, no. 2, pp. 36-41, 2008.

Feni Wijiastuti . Audit Energi Listrik Studi Kasus di Gedung Perpustakaan Pusat UGM Sayap Selatan. Skripsi, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta, 2014.

Nanang Setiaji, Ir Sumpena, Agus Sugiharto (2020) "Analisis Konsumsi Daya Dan Distribusi Tenaga Listrik" 3Jurusan Teknik Elektro, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

Pamela Simamora (2019) " Kebijakan Tarif Listrik Indonesia" Koordinator Tim Riset Di Institute For Essential Services Reform (IESR) Energi Terbarukan Dan Sistem Tenaga Listrik.

Sudaryatno Sudirham, TA. 2012.Audit Energi,Modul 2, Energi Conservation Efficiency And Cost Saving Course, Bandung: PT. Fiqry Jaya Mandiri.

Septiana Ria Prihandita. Audit Energi Listrik Studi Kasus di Gedung Pusat UGM Sayap Selatan dan Timur Yogyakarta. Skripsi, Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta, 2012.

Zuhal. 1995. Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama

G. Vaiciunas, G. Bureika, and L. Liudvinavicius, "Expedience of Applying Solar and Wind Hybrid Power-plants in Railway Infrastructure Objects," Procedia

Eng., vol. 134, pp. 9- 13, 2016

Minister of Energy and Mineral Resources of the Republic of Indonesia,

"Regulation of Minister of Energy and Mineral Resources Number 28 in

2016.” 2016.

D.I.G. Ab and K. Tangerang, “ANALISIS AUDIT ENERGI UNTUK PENCAPAIAN EFISIENSI ENERGI,” vol. 06, pp. 85-93, 2017.

Undang-Undang No 30 Tahun 2007 tentang Energi, Agus Rianto, Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Pengkondisian Udara di Hotel Santika Premiere Semarang. Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik UNNES, Semarang 2007.

Indra Roza, Faisal Irsan Pasaribu, D. (2021). *Analisa Pengaruh Penggunaan VSD (Variable Speed Drive)*. *4*(1), 0–7.

Putri, M., & Pasaribu, F. I. (2018). Analisis Kualitas Daya Akibat Beban Reaktansi Induktif (XL) di Industri. *Journal of Electrical Technology*, *3*(2), 81–85.

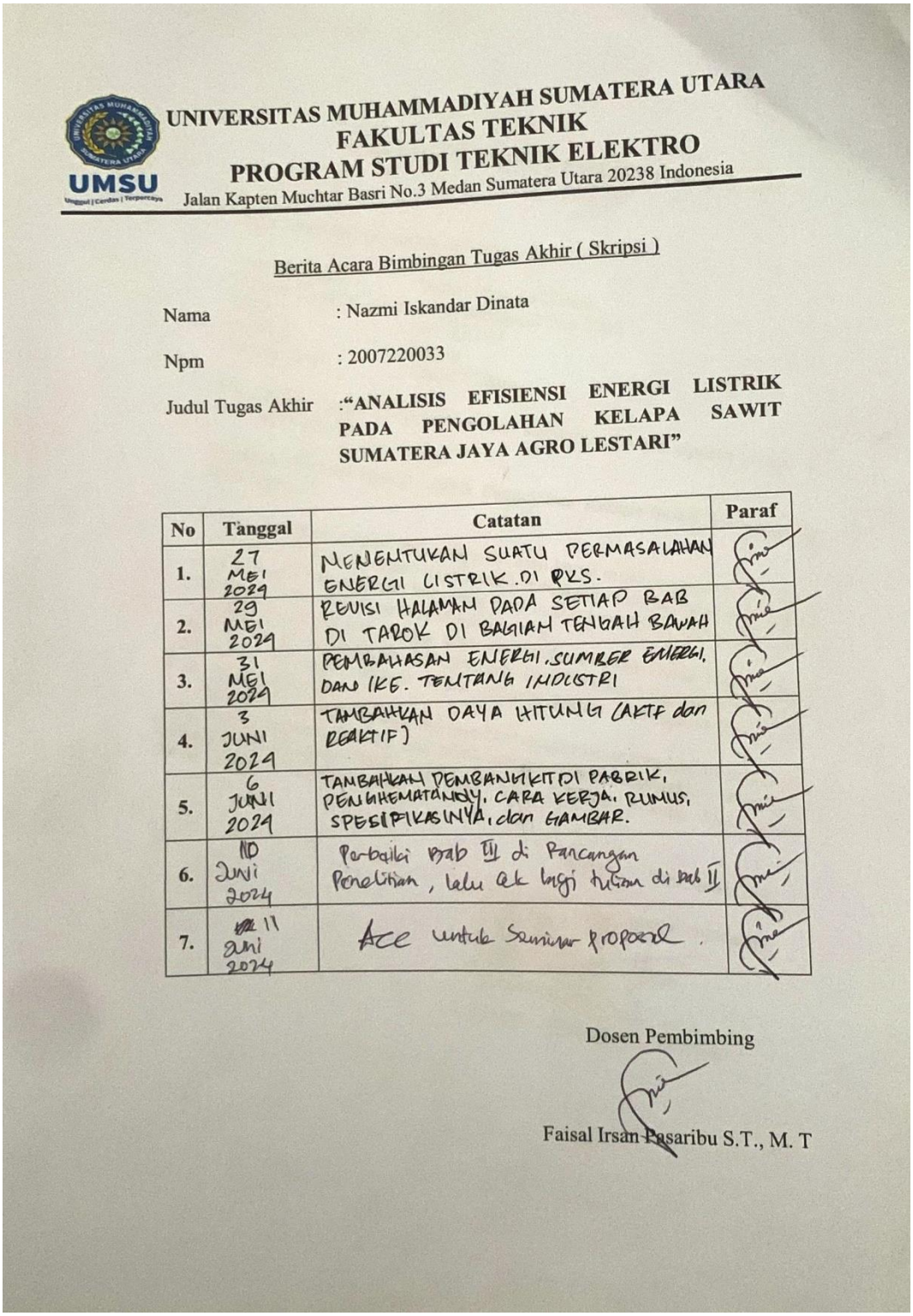
Pasaribu, F. I., Cahyadi, C. I., Mujiono, R., & Suwarno. (2023). Analysis of the Effect of Economic, Population, and Energy Growth, as well as the Influence on Sustainable Energy Development in Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *13*(1), 510–517. https://doi.org/10.32479/ijeep.13859

Sipahutar, E., Sutanto, W., Candra, R. A., & Pasaribu, F. I. (2022). PERHITUNGAN EFISIENSI RECOVERY BOILER PADA PT TOBA PULP LESTARI, TBK Calculation of Boiler Recovery Efficiency at PT Toba Pulp Lestari, Tbk. *Majalah Ilmiah Teknologi Industri (SAINTI)*, *19*(2), 64–67.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2023). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2023 tentang Konservasi Energi*. Jakarta: Kementerian ESDM.

Pemerintah Republik Indonesia. (2009). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 176. Jakarta: Sekretariat Negara.

LAMPIRAN



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan Sumatera Utara 20238 Indonesia

Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir (Skripsi)

Nama : Nazmi Iskandar Dinata

Npm : 2007220033

Judul Tugas Akhir :"ANALISIS EFISIENSI ENERGI LISTRIK PADA PENGOLAHAN KELAPA SAWIT SUMATERA JAYA AGRO LESTARI"

No	Tanggal	Catatan	Paraf
1.	27 MEI 2024	MENENTUKAN SUATU PERMASALAHAN ENERGI LISTRIK DI PKS.	
2.	29 MEI 2024	REVISI HALAMAN PADA SETIAP BAB DI TAROK DI BAGIAM TENGAH BAWAH	
3.	31 MEI 2024	PEMBAHASAN ENERGI, SUMBER ENERGI, DAN IKE. TENTANG INDUSTRI	
4.	3 JUNI 2024	TAMBAHKAN DAYA HITUNG (AKTF dan REAKTIF)	
5.	6 JUNI 2024	TAMBAHKAN PEMBANGKIT DI PABRIK, PENGHEMATANNYA, CARA KERJA, RUMUS, SPESIFIKASINYA, dan GAMBAR.	
6.	10 JUNI 2024	Perbaiki Bab III di Rancangan Penelitian, lalu ACC lagi tulisan di Bab II	
7.	11 JUNI 2024	ACC untuk Seminar Proposal.	

Dosen Pembimbing

Faisal Irsan Pasaribu S.T., M. T

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jalan. Kapten Muchtar Basri No.3 Sumatera Utara 20238 Indonesia

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : NAZMI ISKANDAR DINATA
NPM : 2007220033
Fakultas/Prodi : Teknik/ Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : **" Analisis Efisiensi Energi Listrik Pada Pengolahn Kelapa Sawit Sumatera Jaya Agro Lesatari".**

No	Hari Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
1	Selasa 28 Jan 2025	Tambahkan Kata Penghatar Abstrak 200 – 250 Kata	
2	Rabu 5 Feb 2025	Penulisan Rata Kanan Kiri Tabel harus ada keterangan	
3	Selasa 11 Feb 2025	Lampirkan data perjamnya Berapa % efisisnsi dari IKE dan di buat ke Rupiah	
4	Senin 17 Feb 2025	Tambakan Keterangan Pengambilan data Perbaiki Flochart	
5	Kamis 20 Feb 2025	Revisi Bagian Cos phi pada data perjam Perbaiki no halaman di setiap Bab dan no romawi pada bagian abstrak	
6	Sabtu 22 Feb 2025	ACC SEMINAR HASIL	

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
Jalan. Kapten Muchtar Basri No 3 Sumatera Utara 20238 Indonesia

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR (SKRIPSI)

Nama : NAZMI ISKANDAR DINATA
NPM : 2007220033
Fakultas/Prodi : Teknik/ Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : **"ANALISIS EFISIENSI ENERGI LISTRIK PADA PENGOLAHAN KELAPA SAWIT SUMATERA JAYA AGRO LESTARI".**

No	Hari Tanggal	Catatan Asistensi	Paraf Pembimbing
1	21 AGUSTUS 2025	PERBAIKAN SAAT SESUDAH SEMHAS	
2	21 AGUSTUS 2025	ACC SIDANG	
3			
4			
5			
6			

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

FAISAL IRSAN PASARIBU, S.T., M.T

PT. SUMATERAJAYA AGROLESTARI
PALM OIL MILL
Dusun Modang - Desa Bagan Asam - Kecamatan Toba - Kabupaten Sanggau - Kalimantan Barat
Alamat Email : sjaltoba.pom@gunas.co.id
Hp: 085249906292

FORM PENILAIAN MAHASISWA MAGANG

Menerangkan bahwa Mahasiswa dibawah ini:
Nama : Nazmi Iskandar Dinata
NIM : 2007220033

Telah melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) mulai tanggal 01 Januari 2023 sampai dengan 30 November 2023 di perusahaan kami.
Nama Perusahaan : PT. Sumaterajaya Agrolestari POM Toba
Alamat : Dusun Modang, Desa Bagan Asam, Kec. Toba, Kab. Sanggau, Kalbar
Industri : Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit

NO	PARAMETER	NILAI	
		ANGKA	HURUF
A	**KEDISIPLINAN**		
1	Ketepatan Waktu / Disiplin	75,00	B
2	Sikap Kerja / Prosedur Kerja	90,00	A
3	Tanggung Jawab Terhadap Tugas	95,00	A
4	Kehadiran / Absensi	75,00	B
B	**PRESTASI KERJA**		
1	Kemauan Kerja	90,00	A
2	Keterampilan Kerja	70,00	B
3	Kualitas Kerja	80,00	A
C	**KEMAMPUAN BERADAPTASI**		
1	Kerja Sama Tim	85,00	A
2	Kerajinan / Inisiatif	80,00	A
3	Kemampuan Berkomunikasi	75,00	B
D	**LAIN - LAIN**		
1	*Memiliki Rasa Percaya Diri*	*90,00*	A
2	Mematuhi Aturan Dan Tata Tertib	95,00	A
3	Penampilan / Kerapian	95,00	A
4	Kepemimpinan	75,00	B
Jumlah Nilai		**1170,00**	
Nilai Rata - Rata		**83,57**	**A**

Ketentuan Penilaian
- Nilai A = 80 - 100
- Nilai B = 68 - 79
- Nilai C = 50 – 67
- Nilai D = < 49

Modang, Desember 2023

SWOTO SUKENDAR
Pimpinan