

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan salah satu proses dan langkah yang disusun dalam suatu penelitian untuk menentukan suatu permasalahan, pengumpulan data baik dari buku pandangan maupun studi lapangan. Metode penelitian juga suatu kegiatan yang dilakukan supaya penelitian lebih terarah, penelitian ini akan mengumpulkan beberapa fakta-fakta yang terkait, melakukan analisa kemudian diproses dan mendapatkan kesimpulan.

3.1 Alur Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dari perencanaan dalam melakukan audit energi. Pada tahapan ini ditulis semua hal yang dilakuka serta peralatan yang digunakan agar penelitian berjalan dengan baik. Selanjutnya setelah semuanya sudah direncanakan maka masuk dalam tahap persiapan audit energi dengan melakukan hal-hal yang akan dibawa dalam proses audit energi.

Setelah perencanaan dan persiapan penelitian sudah matang maka diharapkan audit akan berjalan dengan lancar dan dapat memberikan hasil yang maksimal. Setelah perencanaan dan persiapan dilakukan, masuk pada tahap pengumpulan data yang mana pada tahapan ini peneliti mengumpulkan data yang diperlukan untuk melakukan pengukuran, setelah data didapatkan auditor melakukan pengolahan data kemudian data yang dikumpulkan akan dihitung dan dianalisa dan diperoleh sebuah data baru untuk menggambarkan profil penggunaan energi listrik pada motor listrik.

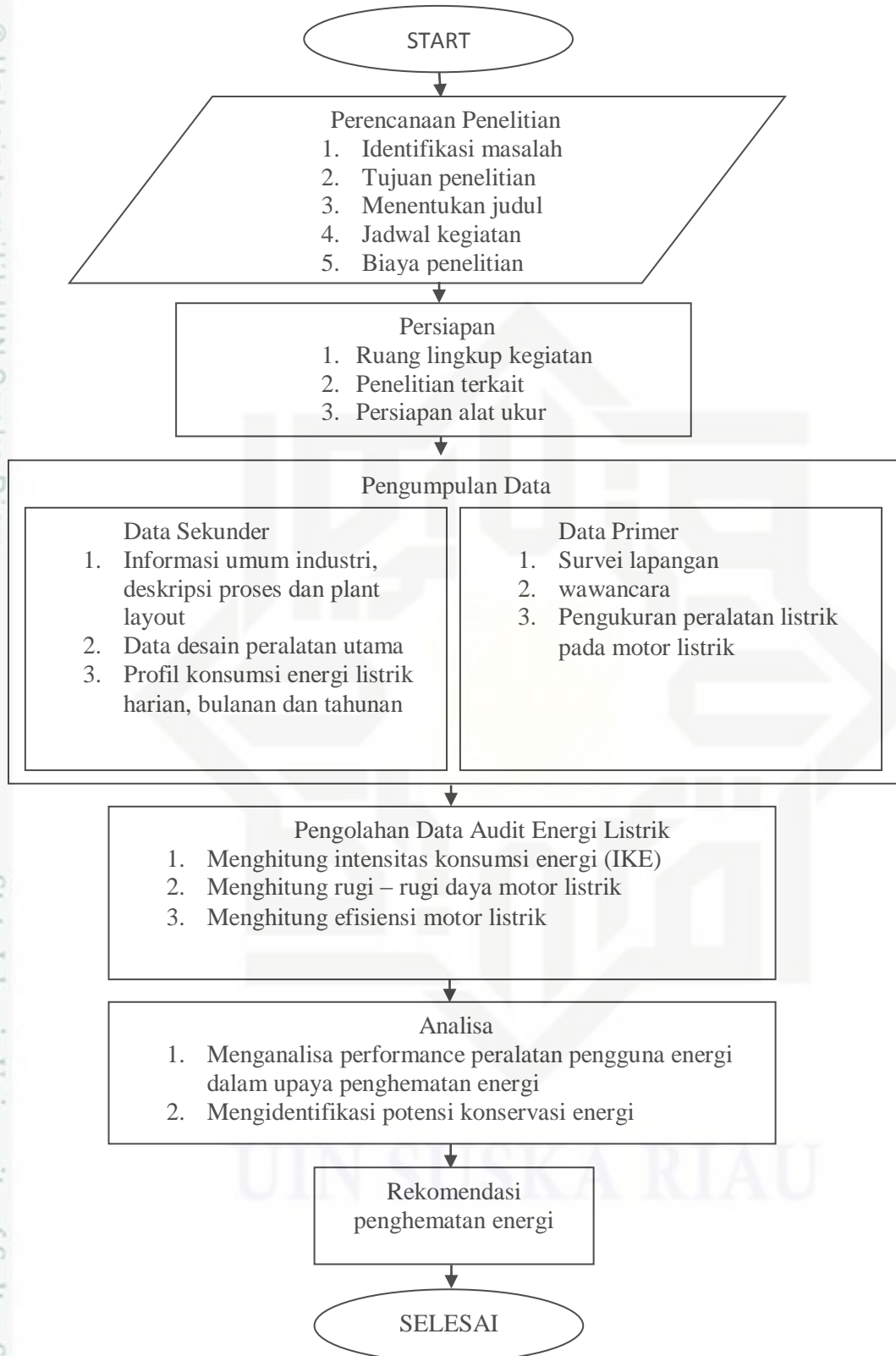
Jika semua langkah tersebut berjalan dengan lancar, maka penelitian ini dapat mengeluarkan beberapa rekomendasi yang tujuan pokoknya adalah penghematan energi dengan pertimbangan ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan secara data.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1 Alur *Flowchat* Penelitian

3.2 Perencanaan Penelitian

Perencanaan penelitian merupakan tahapan paling awal dalam suatu penelitian dimana semua hal teknis yang akan dilaksanakan pada penelitian dapat berjalan sesuai dasar dan ketentuan yang berlaku dalam pedoman standart yang digunakan. Adapun perencanaan yang disusun adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah
permasalahan yang di angkat pada penelitian ini adalah mengidentifikasi peluang – peluang penghematan energi listrik khususnya pada motor listrik yang digunakan dalam proses produksi yang belum diketahui profil penggunaan energinya hemat atau boros.
2. Tujuan Penelitian
Memperjelas sasaran utama dalam penelitian ini. Tujuan dari penelitian yang penulis lakukan adalah mengetahui peluang penghematan energi melalui konservasi dan memberikan rekomendasi penggunaan teknologi yang efisien dalam menghasilkan produk yang hemat energi.
3. Menentukan judul
Setelah melakukan pengamatan pada beberapa permasalahan serta tujuan yang ingin dicapai penulis menulis judul “ Peluang Penghematan Energi pada Motor Listrik dalam Upaya Konservasi Energi di PT. Tunggal Perkasa Plantation”.
4. Jadwal kegiatan
Demi terwujudnya penelitian yang secara waktu bisa lebih efisien dengan mempertimbangkan besar industri, maka perlu di susun jadwal untk penelitian setiap motor-motor listrik yang digunakan yang akan diketahui berapa jumlah motor listrik yang digunakan dalam proses poduksi serta jenis motor listrik yang digunakan dan kapasitas motor listrik yang dipakai dalam proses produksi.
5. Biaya penelitian
Biaya pada penelitian adalah biaya transportasi serta peminjaman alat ukur selama proses penelitian berlangsung.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.3 Persiapan Audit Energi

Sebelum penelitian dilakukan tentunya harus ada persiapan awal terlebih dahulu baik berupa ruang lingkup kegiatan, penelitian terkait dan alat ukur yang digunakan. Dengan adanya persiapan ini maka pada saat penelitian berlangsung akan terasa lebih mudah karena semua yang dibutuhkan telah disiapkan sebelumnya.

3.3.1 Ruang Lingkup Audit

Ruang lingkup audit energi yang dilaksanakan adalah pada lingkup industri khususnya pabrik pengelola kelapa sawit menjadi CPO dan PKO. Pada tahapan ini yang harus dilakukan adalah mengamati kinerja mesin produksi dan motor listrik.

3.3.2 Penelitian Terkait

Mengumpulkan beberapa penelitian terkait yang dibutuhkan untuk referensi pada penelitian kali ini, seperti jurnal dan buku. Pada setiap penelitian yang berhubungan akan dianalisa setiap teori yang dipakai, metode serta hasil penelitian, pada buku akan dipakai teori yang mendukung penelitian ini untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

3.3.3 Persiapan Alat Ukur

Audit energi pada motor listrik membutuhkan alat yang berfungsi untuk mengukur semua parameter penelitian. Alat ukur yang harus di persiapkan adalah:

1. AC Current Clamp Meter

Alat ini sering dikenal juga dengan Tang meter atau ampere meter, yang berfungsi untuk mengukur Arus (I) listrik tanpa harus memutus aliran arus, fungsi lain dari tang meter adalah untuk mengukur *Voltase* (V) dan nilai Tahanan (Ω) Cara menggunakan tang meter hanyalah dengan melingkarkan alat tersebut pada kabel yang dialiri arus listrik dan sensor yang terdapat pada tang meter ini akan langsung membaca berapa arus yang dialiri pada kabel tersebut.

Pada saat penelitian alat ini akan digunakan untuk mengukur arus dari panel utama yang masuk kesetiap gedung, dengan begitu akan dapat diketahui berapa arus yang masuk pada satu gedung dan akan lebih mudah mengetahui berapa konsumsi energi listrik yang digunakan.



Gambar 3.1 AC Current Clamp Meter [3]

3.4 Pengumpulan Data

Pada pelaksanaan audit energi ditujukan untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi performa peralatan pengguna energi dan teknologi yang digunakan serta kondisi operasi proses pada masing – masing peralatan pengguna energi. Data yang terkumpul berupa data sekunder dan primer.

3.4.1 Data Sekunder

Data sekunder ini diperlukan untuk mendapatkan informasi mengenai spesifikasi peralatan pengguna energi dan kondisi operasi pada masing – masing unit yang akan digunakan untuk mendukung analisa data primer. Data sekunder yang dikumpulkan pada setiap industri antara lain mencakup: [2]

- Hak cipta dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Informasi Umum Industri, Deskripsi Proses dan *Plant Layout*

Informasi umum industri sangat diperlukan untuk mengetahui penggunaan energi listrik secara keseluruhan serta mengetahui peralatan utama pengguna energi listrik terbesar di industri tersebut. Deskripsi proses menjelaskan tentang sistem operasi motor listrik selama melakukan proses produksi yang didalamnya terkandung tiga unsur yaitu *input*, proses dan *Output*, yang mana *Input* menjelaskan seberapa besar energi listrik yang digunakan selama melakukan produksi, proses juga menjelaskan kegiatan apa saja yang dilakukan selama proses berlangsung hingga menghasilkan suatu produk dan *Output* menjelaskan hasil yang didapat yang merupakan barang jadi sebagai hasil yang dikehendaki dan *Plant Layout* menjelaskan tata cara pengaturan fasilitas – fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran produksi. *Plant layout* memiliki banyak dampak strategis karena *Plant Layout* menentukan daya saing perusahaan dalam segi kapasitas, proses, fleksibilitas dan biaya yang dikeluarkan, dengan *Plant Layout* yang efektif dapat membantu organisasi mencapai suatu strategi yang menunjang diferensiasi, biaya rendah atau respon cepat. [2]

2. Pengumpulan Data Desain Peralatan Utama

Pengumpulan data desain peralatan utama meliputi berapa jumlah motor listrik yang digunakan untuk setiap proses produksi. Jumlah motor listrik yang akan di audit yaitu sebanyak 150 unit serta mengetahui jenis motor listrik lengkap dengan spesifikasi motor listrik. Spesifikasi peralatan motor listrik yang akan di audit, khususnya untuk motor listrik tiga phasa dengan spesifikasi: Daya (kW), Tegangan (*Volt*), Arus (*Ampere*), Frekwensi (Hz), Kecepatan Putaran (Rpm), $\cos \theta$ dan jumlah kutub.[2]

Tabel 3.1: Spesifikasi Motor Listrik. [2]

No	Merk Motor Listrik	Jumlah Motor Listrik	Spesifikasi Motor Listrik						
			kW	V	I	Hz	Rpm	$\cos \theta$	Kutub

3. Profil Konsumsi Energi Listrik Harian, Bulanan Dan Tahunan.

Pengumpulan data profil konsumsi energi listrik dilakukan guna mengetahui seberapa besar energi listrik yang digunakan selama melakukan pengoprasian motor listrik selama 24 jam. Data ini dikumpulkan berdasarkan data harian, data bulanan dan data tahunan. Data ini juga sebagai acuan apakah penggunaan energi listrik pada motor listrik sudah tergolong efisien atau boros sesuai dengan standar efisiensi motor listrik yang digunakan pada penelitian ini yakni standar IEC.[2]

3.4.2 Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan melalui survei dan melakukan pengukuran guna untuk mendapatkan informasi data teknis dan operasi aktual. Kegiatan pengumpulan data primer ini diawali dengan survei langsung kelapangan guna mengetahui kondisi operasi peralatan pengguna energi serta menentukan titik – titik pengukuran yang diperlukan. Dalam melakukan pengumpulan data primer ini juga dilakukan wawancara dengan pihak manajemen, operator atau penanggung jawab bidang energi yang menyangkut dengan kegiatan pola pengoprasian pabrik baik dalam rangka peningkatan efisiensi maupun konservasi energi yang pernah dilakukan.[2]

1. Survei Lapangan.

Survei lapangan sangat diperlukan untuk mengetahui langsung kondisi lapangan selama pengoprasian berlangsung. Selain itu peneliti harus mengetahui jenis motor listrik yang akan diaudit dan kondisi motor listrik yang akan di audit. Survei lapangan ini dilakukan sebagai acuan dalam melakukan pengukuran motor listrik. Hasil dari pengukuran tersebut dituliskan pada tabel agar pengukuran yang dilakukan dapat berjalan dengan efisien dan tepat waktu.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan guna mengevaluasi penghematan energi yang telah dilakukan dan mengetahui tindakan apa saja yang dilakukan dalam upaya konservasi energi. Hasil wawancara yang didapatkan sebagai pertimbangan dalam melakukan rekomendasi peluang penghematan energi.

3. Pengukuran Peralatan Listrik pada Motor Listrik.

Sebelum terjun kelapangan auditor harus mempersiapkan peralatan yang diperlukan dalam melakukan pengukuran. Alat ukur yang harus dipersiapkan adalah Tang Meter (mengukur arus tanpa harus memutus alirannya) Setelah alat ukur ini dipersiapkan barulah auditor melakukan pengukuran sesuai dengan fungsi alat tersebut.

3.5 Pengolahan Data Audit Energi Listrik

3.5.1 Menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas konsumsi energi (IKE) merupakan parameter utama yang harus dicari dan ditentukan dengan turun langsung ke tempat pengukuran baik pada sistem proses produksi maupun peralatan *Utility* (Motor Listrik). Dengan besaran/nilai intensitas konsumsi energi (IKE) tersebut dapat dikembangkan menjadi formulasi dan simulasi analisa penghematan. Jika pada tahap ini ditemukan peluang penghematan energi maka akan dilakukan analisa peluang penghematan yang akan menghasilkan rekomendasi untuk peluang penghematan energi. [2]

3.5.2 Menghitung Rugi-Rugi Daya Motor Induksi

Motor listrik adalah suatu alat untuk mengkonversikan energi listrik menjadi energi mekanis. Keadaan ideal dari sistem konversi energi, yaitu mempunyai daya output tetap sama dengan daya input yang dapat dikatakan efisiensi 100%. Tetapi pada keadaan yang sebenarnya, tentu ada kerugian energi yang menyebabkan efisiensi dibawah 100%. Dalam sistem konversi elektro mekanik yakni dalam operasi motor-motor listrik terutama pada motor listrik induksi, total daya yang diterima sama dengan daya yang diberikan ditambah dengan kerugian daya yang terjadi.

Efisiensi sebuah motor listrik dinyatakan sebagai persentase perbandingan antar daya output yang dapat diberikan oleh sebuah motor listrik untuk kerja (P_2) terhadap daya input (P_1) yang dibutuhkan oleh motor listrik. Umumnya pada *Name Plate*, nilai efisiensi sebuah motor listrik tidak dinyatakan secara jelas, namun dapat dihitung berdasarkan data-data arus, tegangan. $\cos \Phi$ (θ) dan daya motor listrik yang tertera pada *Name Plate* tersebut. Rumus yang digunakan untuk menghitung rugi – rugi motor listrik yaitu dengan mengetahui daya input dari motor listrik dikurangi dengan daya output yang dihasilkan oleh motor listrik. setelah semua hasil data didapatkan, maka besaran efisiensi pada motor listrik baru bisa dihitung.[3]

3.5.3 Menghitung Efisiensi Motor Listrik

Motor listrik induksi merupakan motor listrik yang umum digunakan pada sektor industri. Motor listrik induksi memiliki karakteristik induktif sebagai akibat dari penggunaan kumparan pada konstruksinya yang menghasilkan medan magnet yang memutar rotor. Efisiensi suatu mesin diukur seberapa baik mesin dapat mengubah energi masukan listrik ke energi keluaran mekanik, efisiensi motor listrik yang tinggi dan faktor daya yang mendekati 1 sangat diinginkan untuk operasi yang efisien dan untuk menjaga biaya rendah untuk seluruh pabrik tidak hanya untuk motor listrik, untuk alasan ini maka dalam mengkaji kinerja motor listrik akan bermanfaat bila menentukan beban dan efisiensi pada motor listrik itu sendiri. Tiap peningkatan 1% efisiensi motor listrik maka dapat menghemat biaya sebesar \$1 miliar per tahun, dapat mengurangi 6-10 juta ton batu bara dan emisi gas karbon dioksida sebesar 15-20 juta ton. [3]

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 3.2: Efisiensi Motor Listrik 3 Phasa [10]

50 HZ									
kW	IE1-Standar Efficiency			IE2-Premium Efficiency			IE3-High Efficiency		
	2-pole	4-pole	6-pole	2-pole	4-pole	6-pole	2-pole	4-pole	6-pole
0.75	72.1	72.1	70.0	77.4	79.6	75.9	80.7	82.5	78.9
1.1	75.0	75.0	72.9	79.6	81.4	78.1	82.7	84.1	81.0
1.5	77.2	77.2	75.2	81.3	82.8	79.8	84.2	85.3	82.5
2.2	79.7	79.7	77.7	83.2	84.3	81.8	85.9	86.7	84.3
3	81.5	81.5	79.7	84.6	85.5	83.3	87.1	87.7	85.6
4	83.1	83.1	81.4	85.8	86.6	84.6	88.1	88.6	86.8
5.5	84.7	84.7	83.1	87.0	87.7	86.0	89.2	89.6	88.0
7.5	86.0	86.0	84.7	88.1	88.7	87.2	90.1	90.4	89.1
11	87.6	87.6	86.4	89.4	89.8	88.7	91.2	91.4	90.3
15	88.7	88.7	87.7	90.3	90.6	89.7	91.9	92.1	91.2
18.5	89.3	89.3	88.6	90.9	91.2	90.4	92.4	92.6	91.7
22	89.9	89.9	89.2	91.3	91.6	90.9	92.7	93.0	92.2
30	90.7	90.7	90.2	92.0	92.3	91.7	93.3	93.6	92.9
37	91.2	91.2	90.8	92.5	92.7	92.2	93.7	93.9	93.3
45	91.7	91.7	91.4	92.9	93.1	92.7	94.0	94.2	93.7
55	92.1	92.1	91.9	93.2	93.5	93.1	94.3	94.6	94.1
75	92.7	92.7	92.6	93.8	94.0	93.7	94.7	95.0	94.6
90	93.0	93.0	92.9	94.1	94.2	94.0	95.0	95.2	94.9
110	93.3	93.3	93.3	94.3	94.5	94.3	95.2	95.4	95.1
132	93.5	93.5	93.5	94.6	94.7	94.6	95.4	95.6	95.4
160	93.8	93.8	93.8	94.8	94.8	94.8	95.6	96.8	95.6
200	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8
220	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8
250	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8
300	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8
350	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8
375	94.0	94.0	94.0	95.0	95.1	95.0	95.8	96.0	95.8

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Dari tabel efisiensi motor listrik yang dikeluarkan oleh IEC diatas terdapat tiga tingkatan efisiensi yang dihasilkan motor listrik dimana diantaranya, tingkatan pertama yaitu motor listrik yang memiliki nilai efisiensi standar sedangkan tingkatan efisiensi yang kedua yakni motor listrik yang memiliki nilai efisiensi yang tinggi dan tingkatan motor listrik yang ketiga yakni motor listrik yang memiliki tingkatan efisiensi yang paling efisien. Selain dari itu masing - masing dari motor listrik memiliki nilai kW yang berbeda – beda tergantung dari kapasitas motor listrik itu sendiri dan memiliki nilai kutub yang berbeda.

3.6 Analisa

3.6.1 Menganalisa *Performance* Efisiensi Peralatan Pengguna Energi.

Untuk mengetahui efisien atau tidaknya peralatan penggunaan energi pada motor listrik maka analisa kinerja dari alat pengguna energi perlu dilakukan. Efisiensi kinerja alat pengguna energi sangat penting yang akan berdampak besar terhadap peningkatan sistem operasinya sekaligus dapat mengurangi biaya perawatan. Analisa yang dimaksudkan yakni untuk mengetahui secara rinci besaran potensi penghematan yang dapat dilakukan guna menyusun langkah – langkah penghematan energi. Dalam menganalisa *performace* peralatan pengguna energi ada tahapan yang harus dianalisa diantaranya: [2]

1. Menganalisa sumber energi dan konsumsi energi pada peralatan pengguna energi.
2. Menganalisa konsumsi energi terhadap produk yang dihasilkan atau intensitas energi terhadap alur proses maupun peralatan pengguna energi sebagai parameter untuk mengetahui tingkat efektifitas dan efisiensi penggunaan energi.
3. Menganalisa identifikasi potensi konservasi energi guna mengetahui tingkat efisiensi peralatan pengguna energi.
4. Rekomendasi peluang konservasi energi.

3.6.2 Identifikasi Potensial Konservasi Energi Guna Mengetahui Tingkat Efisiensi Peralatan Pengguna Energi.

Tingkat efisiensi pemakaian energi dapat digambarkan dengan melakukan perbandingan antara pemakaian atau konsumsi energi terhadap hasil yang diperoleh dari pemakaian energi tersebut. Ada beberapa upaya yang dapat dilakukan dalam identifikasi konservasi energi listrik, upaya tersebut dapat dilakukan baik dari sisi penyediaan listrik atau kebutuhan daya listrik. Dalam penelitian ini identifikasi potensial konservasi energi listrik dilakukan guna mengetahui tingkat efisiensi peralatan pengguna energi salah satu teknik konservasi energi listrik yaitu dengan melakukan wawancara guna mengevaluasi penghematan energi yang telah dilakukan pada peralatan pengguna energi dalam tahap proses produksi. Pencapaian yang didapatkan setelah melakukan konservasi energi adalah: [2]

1. Menurunnya intensitas penggunaan energi di industri tersebut.
2. Meningkatkan peran serta industri dalam program konservasi energi.
3. Pengurangan ketergantungan terhadap bahan bakar minyak (BBM).
4. Pengurangan pencemaran yang dapat merusak kualitas lingkungan.

3.7 Rekomendasi Penghematan Energi

Setelah beberapa langkah dijalankan dan data yang diukur telah didapat maka akan dianalisa untuk merekomendasi penghematan energi berdasarkan peluang – peluang yang dapat dilakukan agar penggunaan energi dapat dimanfaatkan secara efektif dan tepat guna.[2]