

**ANALISIS EFISIENSI KONSUMSI ENERGI DALAM  
MEREDUKSI GAS RUMAH KACA PADA STASIUN GAS MUARA  
BEKASI PT PERUSAHAAN GAS NEGARA TBK**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**REXSİ HENDRAWAN  
NPM : 2017339038**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SAHID JAKARTA  
2022**

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi, dalam bentuk salinan cetakan atau dokumen elektronik yang berjudul:

### **ANALISIS EFISIENSI KONSUMSI ENERGI DALAM MEREDUKSI GAS RUMAH KACA PADA STASIUN GAS MUARA BEKASI PT PERUSAHAAN GAS NEGARA TBK**

Merupakan hasil karya sendiri dan belum pernah diserahkan untuk pencapaian prestasi akademik apapun melalui perguruan tinggi manapun. Semua sumber data dan informasi yang di gunakan dalam penyusunan skripsi/tugas akhir, telah dinyatakan secara jelas dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi (tugas akhir) ini.

Jakarta, 22 Juni 2022

Materai

**(Rexsi Hendrawan)  
NPM: 2017339038**

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS EFISIENSI KONSUMSI ENERGI DALAM MEREDUKSI GAS RUMAH KACA PADA STASIUN GAS MUARA BEKASI PT PERUSAHAAN GAS NEGARA TBK**

**Oleh  
Rexsi Hendrawan**

Penghematan energi listrik harus dilakukan untuk mengatasi permasalahan krisis energi. Penghematan energi listrik dapat dilakukan dengan melakukan efisiensi konsumsi energi. Efisiensi konsumsi bertujuan untuk mengetahui profil penggunaan energi suatu bangunan gedung dan mencari upaya peningkatan efisiensi penggunaan energi tanpa mengurangi tingkat kenyamanan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui profil beban energi pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk, mengukur konsumsi energi listrik pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk serta mengetahui besaran penghematan biaya efisiensi konsumsi energi yang bisa dihemat dengan mereduksi gas rumah kaca dan aktivitas apa yang dilakukan untuk mereduksi gas rumah kaca di PT Perusahaan Gas Negara Tbk.

Metode penelitian yang digunakan bersifat deskriptif, dengan teknik pengumpulan data menggunakan studi lapangan, metode assesmen energi, pelaksanaan pengumpulan data menggunakan audit energi awal dan audit energi rinci.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi konsumsi energi dilakukan di seluruh area stasiun gas muara Bekasi yaitu di raungkan kontrol yang meliputi *control room*, *IT Room*, *Battery Room* dan *Electrical room* ber-AC dengan jenis lampu TL LED dan CFL yang dioperasikan 24 jam/hari. Hasil pengukuran penggunaan energi pada periode bulan Januari 2021 sampai dengan Juni 2021 diperoleh hasil terdapat 5 ruangan sudah memenuhi Standard SNI 6197-2011 serta ada 4 ruangan masih belum memenuhi standar Standard SNI 6197-2011. Pencahayaan di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk diperoleh pencahayaan yang kuat di 8 ruangan, intensitas daya AC pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk dari 6 ruangan yang terpasang AC hanya 1 ruangan yang memenuhi baik secara temperatur maupun kelembaban. Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara. Tbk sesuai dengan Standar Intensitas Daya Pencahayaan dan Kuat Pencahayaan berdasarkan Standar SNI 6197-2011. Hasil audit yang dilakukan menghasilkan reduksi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 3.024 Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 786.24 Kg CO<sub>2</sub>/tahun lampu dari *Sodium* 250 Watt ke LED 150 Watt. Pergantian lampu *Sonte* 400 Watt dengan LED 280 Watt menghasilkan reduksi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 5.6448 Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 1467.64 Kg CO<sub>2</sub>/tahun. Penggunaan AC dengan merubah temperatur AC dari temperatur 23°C ke 24°C yang menghasilkan reduksi Gas Rumah Kaca (GRK) 281.736 Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 73251,36 Kg CO<sub>2</sub>.

**Kata Kunci:** Efisiensi, Konsumsi Energi, Gas Rumah Kaca

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF ENERGY CONSUMPTION EFFICIENCY IN REDUCING GREENHOUSE GASES AT MUARA BEKASI GAS STATION PT PERUSAHAAN GAS NEGARA TBK**

*By  
Rexsi Hendrawan*

*Electrical energy savings must be made to overcome the energy crisis problem. Saving electrical energy can be done by making energy consumption efficient. Consumption efficiency aims to determine the energy use profile of a building and seek efforts to increase the efficiency of energy use without reducing the level of comfort. The aim of this research is to determine the energy load profile at the Muara Bekasi Gas Station PT Perusahaan Gas Negara Tbk, measure electrical energy consumption at the Muara Bekasi Gas Station PT Perusahaan Gas Negara Tbk and determine the amount of energy consumption efficiency cost savings that can be saved by reducing greenhouse gases and what activities are carried out to reduce greenhouse gases at PT Perusahaan Gas Negara Tbk.*

*The research method used is descriptive, with data collection techniques using field studies, energy assessment methods, data collection implementation using initial energy audits and detailed energy audits.*

*The results of the research show that efficient energy consumption is carried out in the entire Muara Bekasi gas station area, which includes controls that include: control room, IT Room, Battery Room and Electrical room Air-conditioned with LED and CFL TL lamps operated 24 hours/day. The results of measuring energy use in the period January 2021 to June 2021 showed that 5 rooms had met the SNI 6197-2011 Standard and 4 rooms had not yet met the SNI 6197-2011 Standard. Lighting at Muara Bekasi Gas Station PT. Perusahaan Gas Negara Tbk obtained strong lighting in 8 rooms, AC power intensity at the Muara Bekasi PT Gas Station. Perusahaan Gas Negara Tbk, of the 6 rooms that have AC installed, only 1 room meets both temperature and humidity. Electrical Energy Consumption Intensity (IKE) at Muara Bekasi Gas Station PT. National gas Company. Tbk in accordance with the Lighting Power Intensity and Lighting Strength Standards based on SNI 6197-2011 Standards. The results of the audit carried out resulted in a reduction in Green House Gases (GHG) of 3,024 Kg CO<sub>2</sub>/day or 786.24 Kg CO<sub>2</sub>/light year from Sodium 250 Watt the LED 150Watt. Changing lights TONIGHT 400 Watt with 280 LEDs Watt resulting in a Green House Gas (GHG) reduction of 5,6448 Kg CO<sub>2</sub>/day or 1467.64 Kg CO<sub>2</sub>/year. Use AC by changing the AC temperature from temperature 23°C ke 24°C which results in a reduction in Green House Gases (GHG) of 281,736 Kg CO<sub>2</sub>/day or 73251,36 Kg CO<sub>2</sub>.*

**Keywords:** Efficiency, Energy Consumption, Greenhouse Gases

## **RINGKASAN**

Penggunaan energi oleh PT. Perusahaan Gas Negara Tbk cukup tinggi hal itu terlihat dari penggunaan peralatan dalam pengisian gas merupakan peralatan yang banyak mengonsumsi energi listrik hingga mencapai 40% sedangkan penggunaan listrik untuk sarana dan fasilitas di PT. Perusahaan Gas Negara Tbk seperti penggunaan pengkondisi udara (AC), server, komputer, *endpoint video conference*, TV, kulkas, dispenser, lampu, laptop, printer, dispenser, WIFI, switch hub, modem, mesin fotokopi, *sound* sistem, kamera CCTV yang berjumlah 1096 unit mencapai 60% energi listrik digunakan untuk kegiatan atau aktivitas di PT. Perusahaan Gas Negara Tbk. Perlu diketahui bahwa sumber listrik di PT. Perusahaan Gas Negara Tbk berasal dari PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) (Persero).

Untuk menanggulangi masalah tersebut dilakukan efisiensi energi melalui konservasi energi, yaitu peningkatan efisiensi energi atau proses penghematan energi. Proses ini meliputi audit energi yaitu menghitung tingkat konsumsi energi suatu gedung atau bangunan. mengingat besarnya konsumsi listrik di PT. Perusahaan Gas Negara Tbk Oleh sebab itu perlu dilakukan penghematan energi untuk menekan biaya pemakaian energi listrik di PT. Perusahaan Gas Negara Tbk. Berdasarkan permasalahan tersebut maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana profil beban energi pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk?
2. Berapa konsumsi energi listrik pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk?
3. Berapa besaran penghematan biaya efisiensi konsumsi energi yang bisa dihemat dengan mereduksi gas rumah kaca dan aktivitas apa yang dilakukan untuk mereduksi gas rumah kaca di PT Perusahaan Gas Negara Tbk?

Untuk menjawab rumusan masalah tersebut maka cara melakukan pengolahan data dalam penelitian ini adalah melalui 3 (tiga) analisis, antara lain:

1. Teknik analisis perhitungan beban energi listrik

Teknik analisis perhitungan beban energi listrik digunakan untuk melihat tujuan penelitian tentang penggunaan beban energi listrik pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk. Oleh karena itu analisis data yang digunakan untuk melihat beban listrik di PT Perusahaan Gas Negara Tbk adalah melalui data primer yang di lihat setiap bulan selama satu tahun. Data primer didapatkan berdasarkan hasil pengukuran dari:

1. Power Analyzer/Data Taker
2. Lux Meter
3. Thermometer/Data Logger

## 2. Teknik analisis data Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE)

Teknik analisis data Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) digunakan untuk melihat tujuan penelitian tentang Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk maka akan digunakan perhitungan yang sesuai dengan standar nasional Indonesia pada prosedur audit energi pada bangunan gedung, bahwa Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah perbandingan perbandingan besarnya energi yang dikonsumsi dengan satuan luas bangunan gedung dalam periode tertentu ( $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{tahun}$ ).

## 3. Analisis sistem/fasilitas

Analisis sistem/fasilitas digunakan untuk melihat tujuan penelitian tentang besaran penghematan biaya dan aktivitas yang dilakukan untuk mengimplementasikan hasil audit energi di PT Perusahaan Gas Negara Tbk adalah dengan melihat besaran biaya yang diperlukan oleh karena itu untuk melihat besaran biaya tersebut peneliti melakukan analisa *financial assessment*, untuk dapat melakukan analisa *financial assessment* maka diperlukan beberapa perhitungan untuk mendapatkan potensi penghematan, konsumsi energi listrik perhari, dan biaya yang dikeluarkan perbulan untuk suatu peralatan listrik yang mengonsumsi energi cukup besar. Untuk melihat potensi potensi penghematan yang merupakan hasil analisis IKE yang akan dibandingkan dengan standar yang digunakan. Jika didapati IKE lebih besar dari IKE standar, maka akan ada potensi penghematan.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa:

1. PT Perusahaan Gas Negara Tbk melakukan audit energi untuk melakukan efisiensi konsumsi energi yang dilakukan oleh dilakukan di seluruh area stasiun gas muara Bekasi yaitu di raungkan kontrol yang meliputi *control room*, *IT Room*, *Battery Room* dan *Electrical room* yang ber-AC dengan memiliki beberapa lampu dengan jenis TL LED (*Tube Luminescen Light Emitting Diode*) dan CFL (*Compact Fluorecent Lamp*) yang dioperasikan 24 jam/hari
2. Berdasarkan hasil pengukuran penggunaan energi pada periode bulan Januari 2021 sampai dengan Juni 2021, diketahui bahwa:
  - a. Terdapat 5 ruangan dari 9 ruangan yang ada yaitu *office room*, *control room*, *electrical room*, *battery room* dan *toilet* sudah memenuhi Standard SNI 6197-2011 artinya Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk sudah melakukan penghematan penggunaan energi. Sedangkan 4 (empat) ruangan yaitu *storage room*, *IT room*, koridor dan *pantry* masih belum memenuhi standar Standard SNI 6197-2011
  - b. Pencahayaan di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk diperoleh pencahayaan yang kuat dan semua pencahayaan di 8 (delapan) ruangan yaitu *office room*, *storage room*, *control room*, *IT room*, *electrical room*, koridor, *pantry* dan *toilet* memenuhi standar SNI 6197-2011
  - c. Intensitas daya AC pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk dari 6 (enam) ruangan yang terpasang AC hanya 1 ruangan yang memenuhi baik secara temperatur maupun kelembaban yaitu ruangan pada *Server* dan *Electric* yang berada pada di *electrical room* di mana ruangan ini secara temperatur ada pada  $24.60^\circ\text{C}$  dan secara kelembaban juga sudah

memenuhi Standard TIA-942 di mana *electrical room* memiliki kelembaban 53.20% sedangkan Standard TIA-942 adalah 40-55. Sedangkan 4 ruangan lainnya yaitu pada *control building* di *Office room* dan koridor, dan pada ruangan *server* dan *electrica* pada *IT room* dan *battery room* secara temperatur memenuhi atau sesuai standar TIA-942 sebesar 24-27°C atau 20-25°C namun secara kelembaban keempat ruangan ini tidak memenuhi Standard TIA-942 di mana keempat ruangan memiliki kelembaban atau eksisting di atas 50% sedangkan Standard TIA-942 kelembaban ruangan kerja adalah 55-56%. Terdapat 1 ruang yang ada pada *control building* di *control room* baik secara temperatur maupun kelembaban sama-sama tidak memenuhi standar TIA-942

3. Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara. Tbk, diketahui bahwa penggunaan energi di gedung kontrol Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara. Tbk pada bulan Februari 2022 mencapai 16.85 kWh/m<sup>2</sup>/bulan, dengan luas gedung adalah 437.3 m<sup>2</sup>, maka IKE gedung kontrol adalah 16.85 kWh/m<sup>2</sup>/bulan. Berdasarkan standar Permen ESDM Nomor 13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Listrik yaitu sebesar (14 < IKE < 18.5) termasuk dalam kategori cukup efisien, sehingga hal ini sesuai dengan Standar Intensitas Daya Pencahayaan dan Kuat Pencahayaan berdasarkan Standar SNI 6197-2011
4. Hasil audit yang dilakukan di PT. Perusahaan Gas Negara. Tbk menghasilkan reduksi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 3.024 Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 786.24 Kg CO<sub>2</sub>/tahun dengan mengganti jenis lampung menjadi lampu LED 150 Watt yang sebelumnya menggunakan lampu Sodium 250 Watt yang menghasilkan Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 5.04Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 1310.4 Kg CO<sub>2</sub>/tahun sehingga terdapat penurunan sebesar 2.016 Kg CO<sub>2</sub>/tahun. Sedangkan pergantian jenis lampu Sonte 400 Watt dengan LED 280 Watt menghasilkan reduksi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 5.6448 Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 1467.64 Kg CO<sub>2</sub>/tahun yang sebelumnya menggunakan lampu Sonte 250 Watt menghasilkan emisi GRK sebesar 8.064 Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 2096.64 Kg CO<sub>2</sub>/tahun atau dengan kata lain terdapat penurunan 2.4192 Kg CO<sub>2</sub>/tahun. Penggunaan AC dengan merubah temperatur AC dari temperatur 23°C dengan daya 6630 Watt yang menghasilkan 334.152Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 86879.52 Kg CO<sub>2</sub>/tahun, terjadi penurunan emisi GRK jika suhu temperatur AC di ubah ke 24°C yang menghasilkan reduksi Gas Rumah Kaca (GRK) 281.736 Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 73251,36 Kg CO<sub>2</sub> di mana terjadi penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 52.414 Kg CO<sub>2</sub>/tahun.

Berdasarkan hasil kesimpulan di atas maka dapat diberikan saran yang sifatnya membangun demi kemajuan dan perkembangan perusahaan, saran tersebut antara lain:

1. Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk, hendaknya dapat melakukan audit energi secara berkelanjutan yaitu dilakukan setiap 6 bulan sampai 1 tahun sekali hal itu dilakukan karena audit energi dan penghematan energi sebagai salah satu upaya untuk menerapkan sistem monitoring energi secara berkelanjutan

2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan audit energi secara total, pengembangan analisa dari segi keekonomian, mengevaluasi kebutuhan daya listrik setelah dilakukan konservasi dan kemungkinan untuk penghematan energi dalam jangka panjang dan melakukan pemasangan secara langsung untuk mengubah peralatan listrik manual menjadi otomatisasi menggunakan *mikrokontroller arduino mega 2560*.

## **LEMBAR PENGESAHAN**

LAPORAN SKRIPSI BERJUDUL:

### **ANALISIS EFISIENSI KONSUMSI ENERGI DALAM MEREDUKSI GAS RUMAH KACA PADA STASIUN GAS MUARA BEKASI PT PERUSAHAAN GAS NEGARA TBK**

Pembimbing II,

Pembimbing I,

Ira Mulyawati, S.Si, MT  
NIK.02-201610-0591

Dr. Ninin Gusdini, ST., MT  
NIK.02-200003-0415

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Teknik Lingkungan,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sahid Jakarta,

Laila Febrina, ST, MT  
NIK.02-199604-0306

Dr.Ekaterina Setyawati, ST, MT  
NIK.02-200003-0413

**ANALISIS EFISIENSI KONSUMSI ENERGI DALAM  
MEREDUKSI GAS RUMAH KACA PADA STASIUN GAS MUARA  
BEKASI PT PERUSAHAAN GAS NEGARA TBK**

**Skripsi**

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta

**Oleh :**

**REXSİ HENDRAWAN  
NPM : 2017339038**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SAHID JAKARTA  
2022**

## **PRAKATA**

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan segenap kekuatan dan kemampuan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Analisis Efisiensi Konsumsi Energi Dalam Mereduksi Gas Rumah Kaca pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk*”, alhamdullilah berkat rahmat dan pertolongan Allah SWT penulis dapat menyelesaikan skripsi dalam rangka mengakhiri studi pada Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan untuk pengembangan dan kesempurnaan skripsi ini. Pada penulisan skripsi ini penulis mendapatkan bimbingan, arahan serta dukungan dari berbagai pihak sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan baik. Pada kesempatan kali ini, penulisan ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya terhadap:

1. Ibu Dr. Ekaterina Setyawati, ST., MT. Dekan Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta
2. Ibu Laila Febrina, ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta
3. Ibu Dr. Ninin Gusdini, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I, terima kasih telah membimbing, memotivasi dan memberi masukan yang membangun serta mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Ibu Ira Mulyawati, S.Si., MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu untuk membimbing, memberi saran, masukan, serta bantuan yang sangat berarti sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Seluruh Bapak/Ibu dosen dan karyawan/I Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta yang penuh ketulusan, dedikasi untuk memberikan ilmu yang bermanfaat dan motivasi bagi penulis, serta segala kemudahan dan bantuannya selama penulis menyelesaikan studi.

6. Bapak H. Suharyanto dan Ibu Hj. Sri Lasmawati sosok orang tua yang selalu memberikan motivasi untuk menjadi seorang laki-laki yang kuat dan mandiri dan ibuku yang sangat berperan penting selama diriku menjalani kuliah hingga selesai.
7. Istriku Desy Putri Lestari yang selalu dengan tulus memberikan doa dan semangat untuk menyelesaikan studiku.
8. Dan berbagai pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu terima kasih telah membantuk untuk menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT selalu memberikan balasan atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis. Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk menambah wawasan keilmuan bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis khususnya.

Jakarta, 22 Juni 2022  
**Penulis**

**Rexsi Hendrawan**  
**NPM: 2017339038**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL DEPAN.....</b>	<b>i</b>
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN JUDUL DALAM .....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	7
1.5 Sistematika Penulisan .....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Konservasi Energi .....	10
2.2 Energi .....	11
2.3 Efisiensi Konsumsi Energi Melalui Audit Energi .....	13
2.4 Prosedur Audit Energi.....	16
2.5 Klasifikasi Audit Energi.....	19
2.6 Intensitas Konsumsi Energi.....	21
2.7 Peluang Hemat Energi .....	23
2.8 Prinsip Dasar Penghematan Energi .....	25
2.9 Prinsip Hemat Energi Pada Sistem Tata Udara .....	34
2.10 Prinsip Hemat Energi Pada Sistem Tata Cahaya .....	37
2.11 Penelitian Terdahulu .....	43
<b>BAB III METODOLOGI</b>	
3.1 Jenis Penelitian .....	45
3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian .....	45
3.4 Skema Penelitian .....	46
3.5 Teknik Pengumpulan Data .....	47
3.6 Analisis Data .....	56

**BAB IV GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN**

4.1 Sejarah Stasiun Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk .....	59
4.2 Visi dan Misi Stasiun Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk.....	59
4.3 Tugas Pokok dan Fungsi Stasiun Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk .....	60

**BAB V PEMBAHASAN DAN ANALISA PENELITIAN**

5.1 Profil Beban Energi pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	63
5.1.1 Distribusi Beban Utama di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk.....	63
5.1.2 Distribusi Beban Gedung Kontrol di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	75
5.2 Konsumsi Energi pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk .....	94
5.3 Besaran Penghematan Biaya Efisiensi Konsumsi Energi dengan Mereduksi Gas Rumah Kaca dan Aktivitas yang Dilakukan untuk Mereduksi Gas Rumah Kaca di PT Perusahaan Gas Negara Tbk .....	97

**BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1 Kesimpulan.....	112
6.2 Saran .....	114

**DAFTAR PUSAKA**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria IKE Gedung Dengan AC .....	22
Tabel 2.2	Kriteria IKE Gedung Tanpa AC .....	22
Tabel 2.3	Perbandingan Output dan Input Lampu .....	26
Tabel 2.4	Tingkat Pencahayaan yang Direkomendasikan .....	38
Tabel 2.5	Iluminans dan Beban Pencahayaan Terpasang .....	39
Tabel 2.6	Daya Listrik Maksimum untuk Pencahayaan .....	39
Tabel 2.7	Tingkat Pencahayaan Untuk Berbagai Kegiatan .....	41
Tabel 2.8	Konsumsi Daya Berbagai Jenis Lampu dan Tipe Ballast .....	41
Tabel 2.9	Efikasi Luminus Lampu .....	43
Tabel 2.10	Penelitian Terdahulu .....	43
Tabel 3.1	Profil Penggunaan Energi untuk Peralatan Kantor .....	53
Tabel 3.2	IKE Bangunan Gedung tanpa AC .....	57
Tabel 3.3	IKE Bangunan Gedung Ber-AC .....	58
Tabel 5.1	Energi Listrik Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	63
Tabel 5.2	Hasil Pengukuran Kualitas Daya Listrik Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	66
Tabel 5.3	Intensitas Daya Lampu Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	80
Tabel 5.4	Kuat Pencahayaan Stasiun Gas Muara Bekasi .....	83
Tabel 5.5	Intensitas Daya AC Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	86
Tabel 5.6	Tingkat Kenyamanan Ruangan Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	90
Tabel 5.7	Hasil Perhitungan COP AC Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	93
Tabel 5.8	Tabel IKE Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara.Tbk dari Rekening Listrik .....	96
Tabel 5.9	Lokasi dan Jumlah Pengaturan Temperatur AC di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	97
Tabel 5.10	Lokasi dan Jumlah Penggantian Lampu CFL dengan LED Bulb di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	99
Tabel 5.11	Perhitungan Penghematan Energi Pengaturan Temperatur AC Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	102
Tabel 5.12	Perhitungan Penghematan Energi Penggantian Jenis Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	102
Tabel 5.13	Perhitungan Simple Payback Periode Penggantian Jenis Lampu Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	103
Tabel 5.14	Perhitungan Penggantian Lampu Diluar Gedung Kontrol Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	104

Tabel 5.15	Perhitungan Simple Payback Periode Penggantian Jenis Lampu Diluar Gedung Kontrol Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	105
Tabel 5.16	Konversi Emisi Karbon dari Energi Listrik di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	107
Tabel 5.17	Konsumi Energi Listri pada AC di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	110
Tabel 5.18	Simulasi Potensi Penurunan Emisi GRK dalam Satu Tahun di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	110

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Elemen Pokok Sistem Tenaga Listrik .....	12
Gambar 2.2	Bagan Alur Proses Audit Energi .....	16
Gambar 2.3	Contoh Pemakaian Listrik Bangunan Gedung .....	23
Gambar 2.4	Sistem Pemanfaatan Energi .....	25
Gambar 2.5	Unit Pemanfaatan Energi.....	26
Gambar 2.6	Efisiensi Pemanfaatan Energi.....	27
Gambar 2.7	Prinsip Dasar Konservasi Energi.....	28
Gambar 2.8	Efisiensi Thermal dan Beban Boiler.....	29
Gambar 2.9	Pengukuran Kualitas Daya Listrik.....	30
Gambar 2.10	Rugi – Rugi Energi Karena Ketidakseimbangan Tegangan.....	31
Gambar 2.11	Pengaruh Ketidakseimbangan Tegangan .....	32
Gambar 2.12	Contoh Ketidakseimbangan Beban .....	33
Gambar 2.13	Data Hasil Pengukuran Harmonik Arus dan Tegangan .....	33
Gambar 2.14	Parameter Efisiensi Lampu.....	38
Gambar 2.15	Panduan Sistem Tata Cahaya Lampu .....	40
Gambar 2.16	Tingkat Pencahayaan.....	42
Gambar 2.17	Efikasi Pencahayaan.....	42
Gambar 3.1	Peta Lokasi Stasiun Penyalur GAS Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	45
Gambar 3.1.	Skema Kegiatan Penelitian.....	46
Gambar 5.1	Profil Beban <i>Incoming</i> Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	64
Gambar 5.2	Profil Pemakaian Daya Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	65
Gambar 5.3	Profil Ketidakseimbangan Tegangan Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	69
Gambar 5.4	Profil Ketidakseimbangan Arus Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	70
Gambar 5.5	THD Tegangan <i>Incoming</i> Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk.....	71
Gambar 5.6	THD Arus <i>Incoming</i> Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	72
Gambar 5.7	Profil Tegangan <i>Incoming</i> Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	73
Gambar 5.8	Profil Arus <i>Incoming</i> Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	74
Gambar 5.9	Profil Frekuensi <i>Incoming</i> Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	75
Gambar 5.10	Profil Beban Gedung Kontrol Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk .....	77
Gambar 5.11	Distribusi Energi Listrik Gedung Kontrol Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk.....	78

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Energi saat ini menjadi topik yang menarik perhatian sebagian besar masyarakat dunia khususnya di Indonesia. Seiring dengan perkembangan zaman, sumber daya energi memiliki peranan penting bagi keberlangsungan hidup sehari-hari manusia, seperti penggunaan minyak bumi untuk sektor transportasi atau penggunaan energi batu bara untuk penopang kegiatan industri. Energi juga berperan dalam menopang kemajuan perekonomian suatu negara. Penggunaan energi dalam aktivitas perekonomian sebuah negara dapat mempengaruhi maju tidaknya suatu negara. Negara-negara di dunia saat ini sangat bergantung pada energi karena negara bisa menjadi produsen, konsumen, pengekspor, dan pengimpor energi (Margareta, 2018).

Pentingnya peran energi bagi kehidupan manusia secara langsung mempengaruhi tingkat permintaan energi yang cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Permasalahan yang dihadapi dengan adanya peningkatan permintaan energi adalah adanya ketidakseimbangan antara jumlah permintaan dan penawaran energi. Ketidakseimbangan antara permintaan dan penawaran tersebut terjadi karena semakin menipisnya ketersediaan sumber daya alam yang menjadi sumber dari energi primer, mahalnya biaya produksi energi, semakin kompleksnya aktivitas ekonomi dan meningkatnya jumlah populasi penduduk di dunia (Reksohadiprodjo, 2017).

Energi yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari ada beberapa macam yaitu: energi kimia, energi cahaya, energi panas, energi gerak, energi listrik, dan yang energi alternatif. Bentuk energi dapat mengalami perubahan, energi yang dapat dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari adalah energi listrik (Hadiwono, 2017).

Energi listrik merupakan salah satu hal yang dibutuhkan manusia dalam kehidupan sehari – hari, pada saat ini energi listrik adalah salah satu hal penting yang sangat berpengaruh pada kehidupan manusia. Setiap kegiatan yang dilakukan oleh manusia hampir sebagian besar dilakukan dengan bantuan energi listrik. Sehingga pemakaian energi listriknya pun lebih banyak. Oleh karena itu konsumsi energi listrik terus mengalami peningkatan setiap tahunnya tahun 2019 konsumsi energi listrik sebesar 270.975,97 GWh, mengalami peningkatan sebesar 3.890,59 GWh atau 1,46% dari tahun sebelumnya. Dari produksi total PLN tersebut, energi listrik yang dibeli dari luar PLN sebesar 84.518,74 GWh (30,30%). Konsumsi energi listrik tersebut meningkat 6.131,82 GWh atau 7,82% dibandingkan tahun 2018, (Direktorat Jendral Ketenagalistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2020).

Adanya peningkatan tajam konsumsi listrik maka diperlukan adanya penghematan energi. oleh karena itu Pemerintah Republik Indonesia sudah mulai mengeluarkan kebijakan tentang Penghematan/Konservasi Energi. Inpres ini terutama ditujukan terhadap pencahayaan gedung, AC, peralatan dan perlengkapan kantor yang menggunakan listrik, dan kendaraan dinas. Oleh karena itu, penting bagi pemerintah dan masyarakat untuk selalu menjadikan hemat energi sebagai budaya di masyarakat. Dengan hemat energi maka pengeluaran pemerintah dan masyarakat akan energi bisa dikurangi, dan ini membuat penggunaan energi semakin efisien (Biantoro, Agung Wahyudi, Dadang S. Permana, 2017).

Efisiensi energi adalah usaha yang dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi jumlah energi yang dibutuhkan, dalam menggunakan sebuah peralatan atau bahkan sistem yang berhubungan dengan energi. Perbaikan dalam efisiensi energi umumnya dicapai dengan mengadopsi teknologi atau proses produksi yang lebih efisien atau dengan metode aplikasi yang diterima secara umum untuk mengurangi pengeluaran energi (Samhuddin, Kadir, Muhamad Syahrun, 2017).

Berbagai upaya untuk meningkatkan efisiensi energi adalah dengan cara menurunkan konsumsi energi, mengurangi biaya energi dan dapat menghasilkan penghematan secara finansial kepada konsumen jika penghematan energi tersebut tidak melebihi biaya tambahan untuk penerapan aplikasi teknologi hemat energi. Mengurangi penggunaan energi juga dipandang sebagai solusi untuk mengurangi masalah emisi gas rumah kaca. Menurut Badan Energi Internasional, peningkatan efisiensi energi pada bangunan, proses industri dan transportasi dapat mengurangi sepertiga kebutuhan energi di dunia pada tahun 2050, dan dapat membantu mengontrol emisi gas rumah kaca secara global, (Biantoro, Agung Wahyudi, Dadang S. Permana, 2017).

Efisiensi energi dan energi terbarukan disebut juga sebagai pilar kembar dari kebijakan energi yang berkelanjutan dan merupakan prioritas utama dalam hierarki energi yang berkelanjutan. Banyak negara, efisiensi energi juga terlihat memiliki manfaat untuk keamanan nasional karena dapat digunakan untuk mengurangi tingkat impor energi dari negara-negara asing dan dapat memperlambat tingkat di mana sumber daya energi dalam negeri akan habis. Sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 mengenai konservasi energi, bahwa definisi energi ialah usaha terencana, sistematis dan terpadu untuk melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi dalam pemanfaatannya. Konservasi bukan dilakukan untuk membatasi pemakaian melalui penjatahan penggunaan yang dapat mengganggu pertumbuhan tetapi utamanya adalah untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Oleh karena itu perlu adanya pengurangan konsumsi energi sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi energi.

Mengurangi konsumsi energi di bangunan sangat penting karena ia berkontribusi pada masa depan yang berkelanjutan dengan mengurangi emisi gas rumah kaca, melestarikan sumber daya alam, dan mengurangi biaya energi. Dengan menerapkan langkah-langkah efisiensi energi dalam desain dan operasi bangunan, kita dapat menciptakan lingkungan bangunan yang lebih

berkelanjutan dan tanggung jawab terhadap lingkungan. Selain itu, mengurangi konsumsi energi di bangunan adalah langkah penting dalam mengatasi dampak perubahan iklim dan memastikan masa depan yang lebih baik bagi generasi mendatang (Ardy Willyanto Tanod, Hans Tumaliang, Lily S. Patras, 2015).

Tingkat konsumsi energi listrik pada suatu bangunan atau gedung dapat ditentukan dengan cara menghitung jumlah energi listrik yang digunakan dalam kurun waktu tertentu (Samhuddin, Kadir, Muhamad Syahrun, 2017). Aimee Mc Kane, A, et.al (2017) menyatakan bahwa konsumsi energi di sektor industri dan komersial (layanan) berkontribusi hampir 40% dari emisi gas rumah kaca global. Mengurangi konsumsi energi ini akan sangat penting bagi negara-negara untuk mencapai komitmen pengurangan gas rumah kaca nasional mereka. Standar manajemen ISO 50001-Energi menyediakan kerangka kerja perbaikan berkelanjutan bagi organisasi untuk mengurangi konsumsi energi.

Hal itu perlu dilakukan karena permasalahan yang dihadapi adalah energi primer 85% berasal dari energi tak terbarukan, bersumber dari fosil (batu bara, minyak, gas dan lainnya). Di sisi ekonomi hal ini membutuhkan biaya tinggi untuk pengadaan energi fosil, sedangkan di sisi lain batu bara, minyak, dan gas selalu memberikan dampak buruk terhadap lingkungan karena menghasilkan polusi. Data dari ESMAP (*Energy Management Assistance Program*) menyebutkan bahwa batu bara, minyak dan gas sebagai energi primer menghasilkan CO<sub>2</sub> yang sangat besar ketika menghasilkan energi listrik. Diketahui bahwa terlalu banyak CO<sub>2</sub> di atmosfer menyebabkan efek rumah kaca. (Adrian Danar W., 2014).

Efek rumah kaca adalah suatu proses peningkatan temperatur permukaan benda langit atau planet, penyebabnya adalah berubahnya komposisi dan keadaan atmosfer benda langit tersebut (Akhadi, 2019). Energi dari matahari yang diserap bumi dipantulkan kembali dalam bentuk radiasi inframerah permukaan bumi. Namun sebagian besar inframerah yang

dipancarkan bumi tertahan oleh gas CO<sub>2</sub> dan gas lainnya untuk dikembalikan ke permukaan bumi. Efek rumah kaca itu sendiri disebabkan karena kenaikan konsentrasi kandungan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan gas-gas lainnya di atmosfer. Kenaikan konsentrasi kandungan gas CO<sub>2</sub> ini disebabkan oleh meningkatnya pembakaran bahan bakar minyak, batu bara dan lain-lainnya yang berlebihan sehingga melampaui kemampuan tumbuhan-tumbuhan untuk menyerap CO<sub>2</sub> tersebut (DNPI, 2020).

Gas yang dikategorikan sebagai Gas Rumah Kaca (GRK) adalah gas-gas yang berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap efek rumah kaca yang menyebabkan perubahan iklim. Dalam konvensi PBB mengenai Perubahan Iklim (*United Nation Framework Convention On Climate Change*-UNFCCC), ada enam jenis yang digolongkan sebagai GRK yaitu karbondioksida (CO<sub>2</sub>), gas metan (CH<sub>4</sub>), dinitrogenoksida (N<sub>2</sub>O), sulfurheksafluorida (SF<sub>6</sub>), perfluorokarbon (PFC<sub>s</sub>) dan hidrofluorokarbon (HFC<sub>s</sub>). Dari keenam gas-gas rumah kaca tersebut di atas, karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) memberikan kontribusi sebesar 56,6% terhadap pemanasan global diikuti oleh gas methan (CH<sub>4</sub>) sebesar 14,3% (IPCC, 2021). Apabila kontribusi CO<sub>2</sub> dari berbagai kegiatan dapat dikurangi secara signifikan maka ada peluang bahwa dampak pemanasan global akan berkurang.

Berdasarkan data IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) 2021, emisi gas rumah kaca global terbesar berasal dari sektor konsumsi Bahan Bakar Fosil (BBF) sebesar 56,10%. Sedangkan untuk sektor industri memberikan emisi 14,70%, sektor pertanian 13,80%, *land use change* 12,20% serta limbah sebesar 3,2%. Dengan demikian dapat diketahui bahwa penghasil emisi gas rumah kaca terbesar adalah konsumsi bahan bakar fosil yang terlalu tinggi karena gaya hidup manusia yang tidak lepas dari mengonsumsi bahan bakar fosil, oleh karena itu salah satu cara untuk mengatasi besarnya efek rumah kaca adalah dengan melakukan efisiensi konsumsi energi.

Berdasarkan penjelasan di atas maka energi listrik sangat penting dalam dunia industri dan perkantoran, PT. Perusahaan Gas Negara Tbk, penggunaan peralatan dalam pengisian gas merupakan peralatan yang banyak mengonsumsi energi listrik hingga mencapai 40% sedangkan penggunaan listrik untuk sarana dan fasilitas di PT. Perusahaan Gas Negara Tbk seperti penggunaan pengkondisi udara (AC), server, komputer, *endpoint video conference*, TV, kulkas, dispenser, lampu, laptop, printer, dispenser, WIFI, swicth hub, modem, mesin fotokopi, *sound* sistem, kamera CCTV yang berjumlah 1096 unit mencapai 60% energi listrik digunakan untuk kegiatan atau aktivitas di PT. Perusahaan Gas Negara Tbk. Perlu diketahui bahwa sumber listrik di PT. Perusahaan Gas Negara Tbk berasal dari PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) (Persero). Besarnya energi yang digunakan oleh PT. Perusahaan Gas Negara Tbk menyebabkan besarnya penggunaan energi dan emisi gas rumah kaca.

Untuk menanggulangi masalah tersebut dilakukan efisiensi energi melalui konservasi energi, yaitu peningkatan efisiensi energi atau proses penghematan energi. Proses ini meliputi audit energi yaitu menghitung tingkat konsumsi energi suatu gedung atau bangunan. mengingat besarnya konsumsi listrik di PT. Perusahaan Gas Negara Tbk Oleh sebab itu perlu dilakukan penghematan energi untuk menekan biaya pemakaian energi listrik di PT. Perusahaan Gas Negara Tbk. Selain itu, kantor hemat energi juga dapat membantu mengurangi biaya energi dan membantu perusahaan mencapai target efisiensi energi yang ditetapkan oleh pemerintah. Pada akhirnya, kantor hemat energi akan membantu Indonesia mencapai tujuan berkelanjutan dan penurunan emisi gas rumah kaca serta menciptakan masa depan yang lebih baik untuk generasi mendatang.

Berdasarkan penjelasan di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ini dengan mengambil judul: “Analisis Efisiensi Konsumsi Energi Dalam Mereduksi Gas Rumah Kaca pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk, yang berada di Hirup Jaya, Babelan, Bekasi, Provinsi Jawa Barat”.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan di atas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian “Analisis Efisiensi Konsumsi Energi Dalam Mereduksi Gas Rumah Kaca pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk” ini adalah :

1. Bagaimana profil beban energi pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk?
2. Berapa konsumsi energi pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk?
3. Berapa biaya efisiensi konsumsi energi yang bisa dihemat dengan mereduksi gas rumah kaca dan aktivitas apa yang dilakukan untuk mereduksi gas rumah kaca di PT Perusahaan Gas Negara Tbk?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui profil beban energi pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk.
2. Mengukur konsumsi energi pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk.
3. Mengetahui besaran penghematan biaya efisiensi konsumsi energi yang bisa dihemat dengan mereduksi gas rumah kaca dan aktivitas apa yang dilakukan untuk mereduksi gas rumah kaca di PT Perusahaan Gas Negara Tbk.

## **1.4. Ruang Lingkup Penelitian**

Untuk lebih memperjelas, ruang lingkup dan batasan penelitian ini adalah:

1. Audit energi dilakukan di seluruh aktivitas yang ada di area stasiun gas muara Bekasi
2. Data pengukuran penggunaan energi yang digunakan dalam penelitian yaitu Periode Bulan Januari 2021 sampai dengan Juni 2021
3. Standar ketidakseimbangan tegangan/arus listrik berdasarkan ANSI C84.1-1995

4. Standar Intensitas Daya Pencahayaan dan Kuat Pencahayaan berdasarkan Standar SNI 6197-2011

## **1.5. Sistematika Penulisan**

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Bab ini mengemukakan secara singkat latar belakang, perumusan masalah, tujuan, ruang lingkup, manfaat penelitian, sistematika penulisan, dan penelitian terdahulu.

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan tentang teori-teori dasar yang relevan dari berbagai sumber yang disampaikan melalui kerangka teori pemikiran dan kerangka konsep serta definisi audit energi yang berhubungan dengan lingkup dan tugas akhir mengenai Analisis Efisiensi Konsumsi Energi Dalam Mereduksi Gas Rumah Kaca pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk.

### **BAB III. METODE PENELITIAN**

Bab ini menguraikan metode yang digunakan dalam penelitian, meliputi jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, skema penelitian, teknik pengumpulan data, pengolahan data serta analisis data.

### **BAB IV. PEMBAHASAN DAN ANALISA PENELITIAN**

Bab ini menguraikan gambaran singkat mengenai Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk, meliputi Sejarah, Letak dan luas, Visi dan misi, Tugas Pokok dan fungsi dari Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk.

### **BAB V. PEMBAHASAN DAN ANALISA PENELITIAN**

Bab ini berisi mengenai pembahasan dan analisa dari hasil pengamatan terhadap objek studi beserta pembuktian penelitian.

## **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari serangkaian pembahasan penelitian dan saran-saran yang perlu untuk disampaikan baik untuk subyek penelitian maupun bagi penelitian selanjutnya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Berisi pustaka-pustaka serta referensi untuk menunjang isi dari penelitian

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Konservasi Energi**

Negara Indonesia kaya akan sumber energi, tetapi pemanfaatannya selama ini belum seimbang karena terlalu banyak tergantung pada sumber energi minyak bumi. Padahal sumber energi minyak bumi dewasa ini merupakan sumber pendapatan yang terpenting dan persediaannya terbatas.

Ketergantungan pada satu sumber energi yaitu minyak bumi dan produk turunannya ini tidak dapat dibiarkan secara terus menerus karena kebutuhan energi akan terus meningkat baik disebabkan meningkatnya industri maupun pertambahan jumlah penduduk serta adanya peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Untuk menghadapi masalah-masalah tersebut di atas, disusunlah langkah-langkah kebijaksanaan energi oleh pemerintah, langkah-langkah itu adalah:

1. Intensifikasi
2. Diversifikasi
3. Konservasi

Konservasi energi merupakan langkah kebijaksanaan yang pelaksanaannya paling mudah dan biayanya paling murah diantara langkah-langkah di atas, serta sekarang juga dapat dilaksanakan oleh seluruh lapisan masyarakat. Kebijakan energi ini dimaksudkan untuk memanfaatkan sebaik-baiknya sumber energi yang ada, juga dalam rangka mengurangi ketergantungan akan minyak bumi, dengan pengertian bahwa konservasi energi tidak boleh menjadi penghambat kerja operasional maupun pembangunan yang telah direncanakan, (Badan Koordinasi Energi Nasional, 2013).

Oleh karena itu di samping harus secepatnya mengembangkan sumber-sumber energi dari bahan bakar non fosil seperti biomassa, biogas, dan sebagainya, harus juga berusaha untuk dapat mengoptimalkan penggunaan energi minyak bumi secara lebih tepat, cermat, hemat dan efisien dalam rangka pelaksanaan program konservasi energi.

## 2.2 Energi

Energi adalah suatu besaran yang secara konseptual dihubungkan dengan transformasi, proses atau perubahan yang terjadi. Besaran ini seringkali dikaitkan dengan perpindahan sebuah gaya atau perubahan temperatur sehingga memungkinkan penentuan satuan joule (perpindahan gaya 1 Newton sejauh 1 meter), maupun kalor jenis (energi yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur sebesar 1 derajat per satuan massa material). Dalam keperluan praktis, energi sering kali dikaitkan dengan jumlah bahan bakar atau konsumsi jumlah listrik.

Setiap zat sebenarnya mengandung sejumlah energi di dalamnya yang disebut energi dalam. Dalam suatu proses zat dapat melepaskan sebagian energi dalamnya (dalam proses pembakaran) atau menyimpan energi yang berasal dari lingkungan (pemanasan suatu zat). Dalam melakukan analisis energi suatu sistem, harus dilakukan berbagai proses perhitungan yang melibatkan jumlah material/zat dan energi. Oleh karena itu perlu dipahami berbagai satuan yang sering digunakan dalam menyatakan besar atau jumlah dari suatu besaran. Untuk menyatakan jumlah material, ada beberapa besaran yang dapat digunakan, yaitu:

1. Massa, dengan satuan kg, lb<sub>m</sub>, ton dan sebagainya
2. Volume, dengan satuan liter, m<sup>3</sup>, gallon dan sebagainya

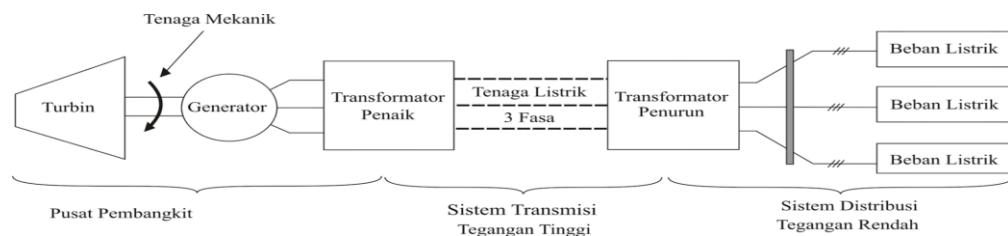
Untuk menyatakan jumlah energi, ada beberapa satuan yang digunakan, misalnya joule, ft.lbf, KWH, BTU dan sebagainya. Satuan *joule* merupakan satuan *Standart Internasional* (SI) yang biasa digunakan untuk semua bentuk

energi. Sedangkan kWh adalah satuan yang biasa digunakan untuk menyatakan energi-energi listrik, ft. lbf adalah satuan yang biasanya digunakan untuk menyatakan energi termal.

Salah satu cara yang paling ekonomis, mudah dan aman untuk mengirimkan energi adalah melalui bentuk energi listrik. Pada pusat pembangkit, sumber daya energi primer seperti bahan bakar fosil (minyak, gas alam dan batubara), hidro, panas bumi dan nuklir diubah menjadi energi listrik. Generator sinkron mengubah energi mekanis yang dihasilkan poros turbin menjadi energi listrik tiga fase.

Melalui Transformator Penaik Tegangan (*step up transformator*) energi listrik ini dikirimkan melalui saluran transmisi bertegangan tinggi menuju pusat-pusat beban. Peningkatan tegangan dimaksud untuk mengurangi jumlah arus yang mengalir melalui saluran transmisi. Dengan demikian saluran transmisi bertegangan tinggi akan membawa aliran arus yang rendah dan ini berarti mengurangi rugi-rugi panas yang terjadi (*heat lost*) yaitu sebesar  $I^2 R$ . Ketika saluran transmisi mencapai pusat beban, tegangan tersebut kembali diturunkan menjadi tegangan menengah dengan transformator penurun tegangan (*step down transformator*).

Di pusat-pusat beban yang terhubung dengan saluran distribusi, energi listrik ini diubah kembali menjadi bentuk-bentuk energi terpakai lainnya seperti energi mekanis, penerangan, pendingin, dan lain-lain. Elemen pokok tenaga dapat dilihat pada Gambar 2.1



**Gambar 2.1 Elemen Pokok Sistem Tenaga Listrik**

Sumber: Zuhal (2015)

Beban yang diberi tegangan, impedansi dari beban tersebut akan menentukan besar arus dan sudut fasa yang mengalir pada beban tersebut. Faktor daya merupakan petunjuk yang menyatakan suatu beban. Faktor daya merupakan hasil bagi dari rata-rata dengan daya nyata.

$$\text{Faktor daya} = \frac{P}{V \cdot I} = \frac{V \cdot I \cos\varphi}{V \cdot I} = \cos\varphi \quad (2.1)$$

Besarnya faktor daya adalah  $0 < \cos\varphi < 1$ . Untuk mendapatkan pemakaian daya maksimal, faktor daya dapat diusahakan mendekati 1, yaitu dengan menambahkan peralatan kapasitor bank. (Zuhal, 2015).

### 2.3 Efisiensi Konsumsi Energi Melalui Audit Energi

Efisiensi energi merupakan kegiatan pada suatu tempat yang terorganisir dengan menggunakan prinsip-prinsip manajemen, tujuannya agar dapat dilakukan konservasi energi, sehingga biaya produksi pada energi dapat ditekan merendah-rendahnya. Langkah konservasi energi diperlukan untuk mengetahui peluang penghematan sebagai dasar target penyusunan penghematan energi (Kartika, 2017).

Efisiensi energi pada gedung dilihat sebagai pendekatan agar pengoperasian gedung lebih efisien dan juga efektif serta menghindari pemborosan. Menurut Badan Energi Internasional (2015), efisiensi energi merupakan cara mengatur dan menahan peningkatan konsumsi energi. Sesuatu akan lebih hemat energi jika memberikan lebih banyak layanan untuk memasukkan energi yang sama, atau layanan yang sama untuk masukan pada energi yang lebih sedikit. Dikatakan efisien, jika dalam proses kegiatannya terdapat perbaikan, misal menjadi lebih murah atau dalam proses perhitungan digunakan untuk memaksimalkan penggunaan energi secara efektif.

Efisiensi energi didefinisikan sebagai rasio antara keluaran yang berguna dan jumlah masukan energi yang digunakan untuk menghasilkan manfaat tersebut, Contoh keluaran yang berguna antara lain kilogram produk

(sehingga efisiensi energi menjadi kilogram/satuan energi, seperti kilogram/kW), dan manfaat ekonomi dalam rupiah (sehingga efisiensi energi adalah Rp/kW). Definisi tersebut lebih fleksibel dan dapat diterapkan pada berbagai industri. Penghasilan bersih di sini dapat mencakup pertumbuhan ekonomi, kehidupan yang lebih nyaman, dan risiko kesehatan dan dampak lingkungannya (Ghurri, 2016).

Definisi efisiensi energi di atas memberikan lebih banyak informasi, tetapi tidak memberikan informasi yang diperlukan. Misalnya, efisiensi energi yang dinyatakan sebagai rasio pertumbuhan ekonomi suatu negara atau wilayah terhadap konsumsi energi total memang memberikan informasi penting, tetapi tidak menggambarkan efisiensi operasi kegiatan ekonomi sama sekali. Oleh karena itu, untuk sub-sektor ekonomi dan industri yang lebih rinci, lebih cocok dengan penggunaan indikator efisiensi energi bernama intensitas energi (IE). Untuk melihat efisiensi konsumsi energi dapat dilakukan melalui audit energi (Ghurri, 2016).

Audit energi adalah kegiatan untuk mengetahui unjuk kerja energi aktual dari suatu fasilitas pemanfaatan energi dan mengidentifikasi langkah-langkah agar unjuk kerja energi menjadi optimal dan efisien melalui pengurangan “rugi-rugi” (*losses*) yang timbul dalam proses pemanfaatan energi dengan tetap menjaga efektivitas dan produktivitasnya.

Kegiatan audit energi merupakan *top down initiative*, yang keberhasilannya sangat bergantung kepada *resources* yang dialokasikan. Dalam banyak cara, audit energi sama halnya dengan laporan keuangan dan pemeriksaan. Audit energi ini merupakan dokumentasi spesifik atas berbagai bentuk energi yang digunakan selama rentang waktu tertentu – biasanya untuk satu tahun (Achmad Marzuki dan Rusman, 2012).

Penerapan program Audit Energi dilaksanakan sesuai dengan landasan hukum peraturan perundangan di Indonesia yaitu Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi khususnya Pasal 25 tentang Konservasi Energi dan

Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2009 tentang Konservasi Energi, khususnya Pasal 7 ayat 1 dan Pasal 9 ayat 1, tentang tanggung jawab Pengusaha untuk melaksanakan konservasi energi dalam setiap tahap pelaksanaan usaha dan mencakup seluruh tahap pengelolaan (manajemen) energi, yaitu:

1. Menunjuk manajer energi
2. Menyusun program konservasi energi
3. Melaksanakan audit energi secara berkala
4. Melaksanakan rekomendasi hasil audit energi
5. Melaporkan konservasi energi setiap tahun kepada pemerintah.

Arah kebijakan energi dari Pemerintah tersebut diperkuat dengan terbitnya Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2012 tentang Manajemen Energi, Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No 13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik, dan Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No 12 Tahun 2012 tentang Pengendalian Penggunaan Bahan Bakar Minyak.

Audit energi dilakukan sesuai dengan prinsip-prinsip berikut:

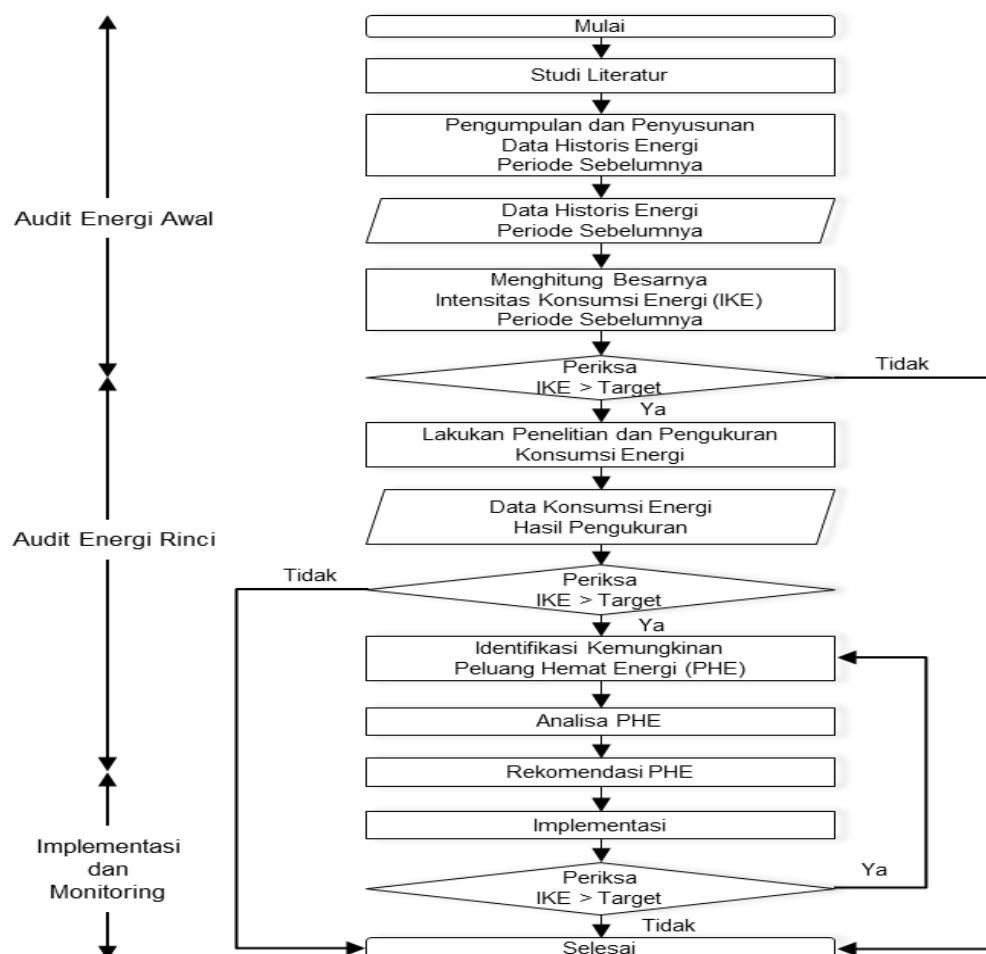
1. Audit harus konsisten dengan lingkup audit energi, batas dan tujuan audit yang disepakati
2. Pengukuran dan pengamatan penggunaan dan konsumsi energi yang tepat
3. Data kinerja energi yang terkumpul adalah data yang digunakan untuk mengukur kinerja energi adalah data yang mewakili kegiatan, proses, peralatan dan sistem
4. Pemanfaatan data untuk menghitung kinerja energi dan mengidentifikasi peluang perbaikan harus konsisten dan unik
5. Proses pengumpulan, validasi dan analisis data harus dapat dilacak
6. Laporan audit energi memberikan peluang peningkatan kinerja energi berdasarkan analisis teknis dan ekonomi yang tepat. (Analisis yang tepat sesuai dengan ruang lingkup audit energi dan cukup rinci untuk

memungkinkan pengambilan keputusan yang efisien).

## 2.4 Prosedur Audit Energi

Kegiatan audit energi merupakan kegiatan pengecekan berkala untuk menjamin apakah energi digunakan secara tepat, efisien dan rasional. Dengan audit energi maka indikasi kebocoran atau keborosan energi dapat dilacak dan ditelusuri yang kemudian ditentukan langkah perbaikan (Ardy Willyanto Tanod, Hans Tumaliang, Lily S. Patras, 2015)

Prosedur audit energi dilakukan secara bertahap sebagaimana pada gambar dibawah ini sebagai berikut:



Gambar 2.2 Bagan Alur Proses Audit Energi

Sumber: Dokumentasi Peneliti

Audit energi awal pada prinsipnya dapat dilakukan pemilik/pengelolah bangunan gedung yang bersangkutan berdasarkan data rekening pembayaran energi yang dikeluarkan dengan pengamatan visual. Kegiatan audit energi awal meliputi pengumpulan data energi bangunan gedung dengan data yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran. Data tersebut meliputi dokumentasi bangunan yang dibutuhkan, pembayaran rekening listrik bulanan bangunan gedung selama 1 tahun, tingkat hunian bangunan/*occupancy rate* (Ardy Willyanto Tanod, Hans Tumaliang, Lily S. Patras, 2015).

Audit Energi Awal (AEA) dapat dilaksanakan dalam waktu satu atau dua hari untuk instalasi pabrik yang sederhana, namun untuk instalasi pabrik yang lebih kompleks diperlukan waktu yang lebih lama. AEA terdiri dari dua bagian, yaitu:

1. Survei manajemen energi.

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

2. Survei energi (teknis)

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

AEA sangat berguna untuk mengenali sumber-sumber pemborosan energi dan tindakan-tindakan sederhana yang dapat diambil untuk meningkatkan efisiensi energi dalam jangka pendek. Contoh tindakan yang dapat diidentifikasi dengan mudah ialah hilang atau cacatnya insulasi, kebocoran uap dan udara-tekan, peralatan yang tidak dapat digunakan, kurangnya kontrol yang tepat terhadap perbandingan udara dan bahan bakar

di dalam peralatan pembakar. AEA seharusnya juga mengungkapkan kurang sempurnanya pengumpulan dan penyimpanan analisa data, dan area dimana pengawasan manajemen perlu diperketat. Hasil yang khas dari AEA ialah seperangkat rekomendasi tentang tindakan berbiaya rendah yang segera dapat dilaksanakan dan rekomendasi audit yang lebih ekstensif untuk menguji dengan lebih teliti area pabrik yang terpilih.

Kegiatan audit energi awal meliputi pengumpulan data energi bangunan gedung dengan data yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran. Data tersebut meliputi (Samhuddin, Kadir, Muhamad Syahrin, 2017):

1. Dokumen bangunan yang dibutuhkan adalah gambar teknik bangunan sesuai pelaksanaan konstruksi (*as built drawing*)
2. Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai
3. 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*
4. Pembayaran rekening listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir dan rekening pembelian bahan bahan minyak (BBM), bahan bakar gas (BBG) dan air
5. Tingkat hunian bangunan (*occupancy rate*).

Audit Energi Terinci (AET) biasanya dilakukan sesudah AEA, dan akan membutuhkan beberapa minggu bergantung pada sifat dan kompleksitas pabrik. Selain mengumpulkan data pabrik dari catatan yang ada, instrumentasi portabel digunakan untuk mengukur parameter operasi yang penting yang dapat membantu *team* mengaudit energi dalam neraca material dan panas pada peralatan proses. Uji sebenarnya yang dijalankan serta instrumen yang diperlukan bergantung pada jenis fasilitas yang sedang dipelajari, serta tujuan, luas dan tingkat pembiayaan program manajemen energi.

Jenis uji yang dijalankan selama audit energi terinci mencakup uji efisiensi pembakaran, pengukuran suhu dan aliran udara pada peralatan utama yang menggunakan bahan bakar, penentuan penurunan faktor daya yang

disebabkan oleh berbagai peralatan listrik, dan uji sistem proses untuk operasi yang masih di dalam spesifikasi (BPKIMI Kementerian Perindustrian, 2011).

## 2.5 Klasifikasi Audit Energi

### 1. Survei Energi (*Energi Survey or Walk Through Audit*)

Survei energi merupakan jenis audit energi paling sederhana. Audit hanya dilakukan pada bagian-bagian utama atau pengguna energi terbesar. Tujuan dari survei energi adalah:

- a. Untuk mengetahui pola penggunaan energi dan sistem yang mengonsumsi energi serta untuk mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi (*Energi Conservasi Oppurtunity = ECO*)
- b. Untuk mendapatkan data yang berguna bagi audit energi awal

Pada survei energi, data-data dapat diperoleh melalui wawancara dengan orang-orang yang berhubungan dengan penggunaan energi pada beberapa tahun terakhir yang telah tersedia. Data-data tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui kecenderungan karakteristik pemakaian energi pada suatu industri, pabrik atau gedung. Hasil laporan hanya berupa rekomendasi atau usulan mengenai bagian-bagian yang perlu dilakukan audit rinci atau bagian-bagian yang telah optimal penggunaan energinya.

### 2. Audit Energi Awal atau Audit Energi Singkat (*Preliminary Energi Audit = PEA*)

Tujuan dari audit energi awal (PEA) adalah untuk mengukur produktivitas dan efisiensi penggunaan energi dan mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi (ECO's). Kegiatan audit energi awal meliputi:

- a. Pengumpulan data-data pemakaian energi yang tersedia
- b. Mengamati kondisi peralatan, penggunaan, penggunaan energi beserta alat-alat ukur yang berhubungan dengan monitoring energi seperti:
  - 1) Memeriksa kondisi isolasi yang rusak atau hilang
  - 2) Meneliti adanya kebocoran
  - 3) Mengamati alat-alat ukur dan alat kendali yang tidak bekerja

- 4) Mengamati gas pembuangan pembakaran
  - 5) Dan lain-lain
- c. Mengamati prosedur operasi dan perawatan yang biasa dilakukan dalam industri/pabrik atau gedung tersebut
  - d. Survei energi manajemen, yaitu untuk mengetahui kegiatan manajemen energi dan kriteria pengambilan keputusan dalam investasi penghematan energi

Hasil PEA biasanya berupa laporan mengenai sumber-sumber kebocoran / kehilangan energi seperti adanya isolasi yang tidak sempurna, kebocoran fluida atau alat ukur pengendali yang tidak bekerja, rekomendasi perbaikan ringan yang harus dilakukan.

3. Audit Energi Rinci atau Energi Penuh (*Detailed Energi Audit or Full Audit*)  
Audit energi rinci (DEA) adalah audit energi yang dilakukan dengan menggunakan alat-alat ukur yang sengaja dipasang pada peralatan untuk mengetahui besarnya konsumsi energi. Kegiatan ini diikuti dengan analisis rinci penggunaan energi beberapa sistem. Tujuan dari audit energi ini untuk mengevaluasi kemungkinan penghematan energi (ECO's). Audit energi rinci biasanya dilakukan setelah PEA, meskipun sebenarnya audit energi ini dapat dilakukan sendiri, asalkan kegiatan yang tercangkup dalam PEA dilakukan pada awal kegiatan audit. Pengukuran yang dilakukan meliputi pengukuran tekanan, temperatur, laju aliran fluida atau bahan bakar dan konsumsi energi listrik. Data-data pengukuran tersebut kemudian digunakan untuk menghitung besarnya konsumsi energi. Hal ini dilakukan dengan menerapkan balans energi pada komponen atau sistem. Hasil DEA berupa rekomendasi perubahan-perubahan sistem atau komponen yang diperlukan dengan didasari oleh bukti-bukti perhitungan agar diperoleh penghematan energi dan penghematan biaya energi beserta cara-cara implementasinya.

## 2.6 Intensitas Konsumsi Energi

Intensitas konsumsi energi (IKE) adalah besar energi yang digunakan suatu bangunan gedung perluas area yang dikondisikan dalam satu bulan atau satu tahun. Untuk mendapatkan intensitas konsumsi energi maka digunakan rumus sebagai berikut (Afudin M.Umanailo, Meita Rumbayan, Vecky C.Poekoel, 2018):

$$IKE = \frac{\text{Energi Listrik (kWh)}}{\text{Luas Bangunan}} \quad (2.2)$$

IKE inilah nantinya ditentukan tingkat efisiensi penggunaan energi listrik berdasarkan standar yang digunakan. Konsumsi energi spesifik per luas lantai menggunakan AC dan atau tidak menggunakan AC adalah sebagai berikut:

1. Jika presentasi perbandingan luas lantai yang menggunakan ac terhadap luas lantai total gedung kurang dari 10%, maka gedung tersebut termasuk gedung yang tidak menggunakan AC dan konsumsi energi perluas lantai adalah:

$$IKE1 = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)}}{\text{Luas Lantai Total (M}^2\text{)}} \quad (2.3)$$

2. Jika presentasi perbandingan luas lantai yang menggunakan ac terhadap luas lantai total gedung lebih dari 90%, maka gedung tersebut termasuk gedung yang menggunakan AC dan konsumsi energi perluas lantai adalah:

$$IKE2 = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)}}{\text{Luas Lantai Total (M}^2\text{)}} \quad (2.4)$$

3. Jika presentasi perbandingan luas lantai yang menggunakan ac terhadap luas lantai total gedung lebih dari 10% sampai dengan 90%, maka gedung tersebut termasuk gedung yang menggunakan AC dan gedung tanpa AC dan konsumsi energi perluas lantai adalah :

$$IKE3 = \frac{\text{Total Konsumsi Energi (kWh)} - \text{Konsumsi Energi AC}}{\text{Luas Lantai Total (M}^2\text{)}} \quad (2.5)$$

Kriteria penggunaan energi di gedung perkantoran yang menggunakan AC berdasarkan konsumsi energi spesifik ( $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{bulan}$ ) sesuai dengan peraturan Menteri ESDM No 13 Tahun 2012 tentang penghematan pemakaian tenaga listrik yaitu pada table 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Kriteria IKE Gedung Dengan AC

Kriteria	Konsumsi Energi Spesifik ( $\text{kWh} / \text{m}^2 / \text{bulan}$ )
Sangat Efisien	$< 8,5$
Efisien	$8,5 \leq x < 14$
Cukup Efisien	$14 \leq x < 18,5$
Boros	$\geq 18,5$

Sumber: Afyudin M.Umanailo, Meita Rumbayan, Vecky C.Poekoel, (2018)

Kriteria penggunaan energi di gedung perkantoran yang tidak menggunakan AC berdasarkan konsumsi energi spesifik ( $\text{kWh} / \text{m}^2 / \text{bulan}$ ) sesuai dengan peraturan Menteri ESDM No 13 Tahun 2012 tentang penghematan pemakaian tenaga listrik yaitu pada table 2.2 sebagai berikut:

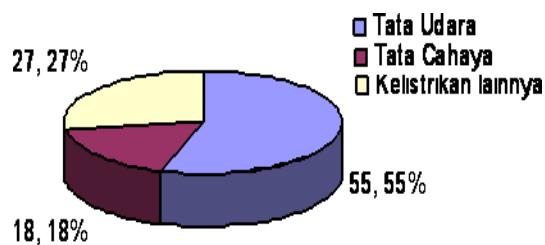
Tabel 2.2 Kriteria IKE Gedung Tanpa AC

Kriteria	Konsumsi Energi Spesifik ( $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{bulan}$ )
Sangat Efisien	$< 3,4$
Efisien	$3,4 \leq x < 5,6$
Cukup Efisien	$5,6 \leq x < 7,4$
Boros	$\geq 7,4$

Sumber: Afyudin M.Umanailo, Meita Rumbayan, Vecky C.Poekoel, (2018)

Konsumsi energi pada bangunan gedung umumnya adalah listrik. Energi listrik digunakan untuk mengoperasikan utilitas bangunan gedung seperti Air Conditioning, lampu penerangan, lift, pompa dan peralatan listrik lainnya.

Profil penggunaan energi pada bangunan gedung secara tipikal ditunjukkan seperti gambar 2.3 berikut:



**Gambar 2.3 Contoh Pemakaian Listrik Bangunan Gedung**

Sumber: Afyudin M.Umanailo, Meita Rumbayan, Vecky C.Poekoel, (2018)

Dari gambar profil pengguna energi tersebut tampak bahwa pengguna energi significant adalah sistem tata udara (AC) dan sistem tata cahaya (lampa). Peralatan ini haruslah dijadikan sebagai target area prioritas dalam pengelolaan energi bangunan gedung.

Berdasarkan Standard Nasional Indonesia (SNI), intensitas energi bangunan gedung adalah sebagai berikut:

1. Perkantoran/Komersial : 240 kWh/m<sup>2</sup>
2. Pusat belanja : 330kWh/ m<sup>2</sup>
3. Hotel/Apartemen : 300kWh/ m<sup>2</sup>
4. Rumah sakit : 380 kWh/ m<sup>2</sup>

## 2.7 Peluang Hemat Energi

Berdasarkan data yang telah diperoleh, baik dari hasil pengukuran maupun data historis penggunaan energi, maka dihitung besar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik dan disusun profil penggunaan energi bangunan.

Besarnya IKE hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan standar IKE yang digunakan (target IKE). Apabila besarnya IKE hasil perhitungan sama atau kurang dari target IKE, maka kegiatan audit energi rinci dapat dihentikan atau diteruskan dengan tujuan mendapatkan nilai IKE yang lebih rendah lagi.

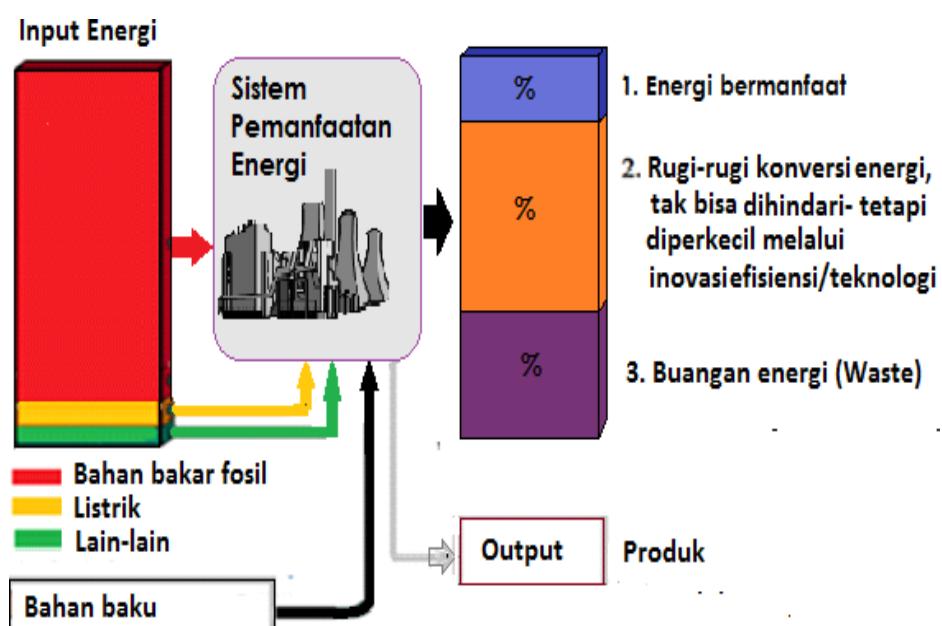
Namun apabila hasil perhitungan IKE lebih besar dari target IKE berarti ada peluang untuk melanjutkan proses audit energi rinci guna memperoleh penghematan energi. Hal selanjutnya yang harus dilakukan adalah membuat sebuah daftar peluang penghematan energi yang mungkin dapat dilakukan. Peluang penghematan energi yang tidak dapat diimplementasikan atau yang tidak diinginkan harus dihilangkan dari daftar dan peluang penghematan yang tersisa selanjutnya akan dievaluasi atau dianalisis.

Apabila peluang hemat energi telah diidentifikasi, selanjutnya perlu ditindaklanjuti dengan analisis peluang hemat energi, yaitu dengan cara membandingkan potensi perolehan hemat energi dengan biaya yang harus dibayar untuk pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan. Penghematan energi pada bangunan gedung harus tetap memperhatikan kenyamanan penghuni (Ardy Willyanto Tanod, Hans Tumaliang, Lily S. Patras, 2015).

Secara umum cukup sulit untuk menyimpulkan besarnya penghematan yang dapat diidentifikasi melalui audit energi. Namun begitu, penghematan biasanya mendekati jumlah yang cukup berarti, sekalipun melalui audit energi yang paling sederhana. Sebagai petunjuk kasar, audit energi awal diharapkan dapat mengidentifikasi penghematan sebesar 10 persen, yang umumnya dapat dicapai melalui tindakan *housekeeping* pada instalasi pabrik atau tindakan lain yang memerlukan investasi modal kecil. Audit energi terinci sering kali dapat mencapai penghematan sebesar 20 % atau lebih untuk jangka menengah dan panjang.

## 2.8 Prinsip Dasar Penghematan Energi

Efisiensi energi adalah perbandingan antara *output* yang dihasilkan dengan *input* energi yang digunakan pada sistem pemanfaatan energi. Pemanfaatan energi diartikan sebagai kegiatan menggunakan energi baik langsung maupun tidak langsung dari sumber energi sebagaimana terdapat pada gambar 2.4 berikut ini :



Gambar 2.4 Sistem Pemanfaatan Energi

Sumber: Ardy Willyanto Tanod, Hans Tumaliang, Lily S. Patras (2015)

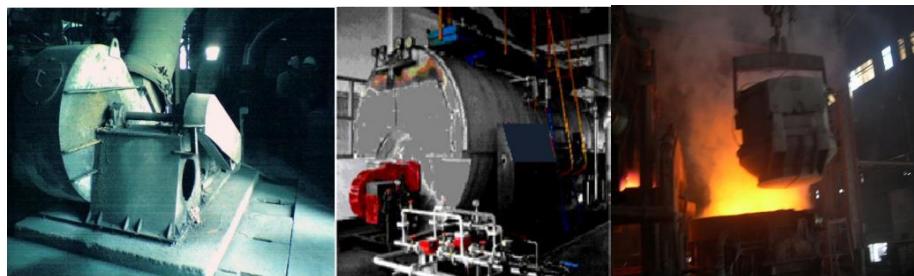
Efisien adalah nilai maksimal dari efisiensi energi (nilai maksimal dari perbandingan antara keluaran dan masukan energi pada sistem pemanfaatan energi) misalnya perbandingan *output* dan *input* sistem lampu adalah lumen/Watt seperti tampak pada tabel 2.4. Nilai tertinggi dari *output* per *input* lampu adalah 70 (lumen/Watt) yaitu pada jenis lampu LED. Jadi untuk contoh ini jenis lampu yang efisien adalah LED seperti pada tabel 2.3 berikut ini:

Tabel 2.3 Perbandingan *Output* dan *Input* Lampu

Jenis Lampu	Lumen/Watt
Incandescent (pijar)	12
Halogen	15
Merkuri	30
Fluoresen kompak	40
Fluoresen labung	50
LED (Light Emitting Diode)	70

Sumber: Ardy Willyanto Tanod, Hans Tumaliang, Lily S. Patras (2015)

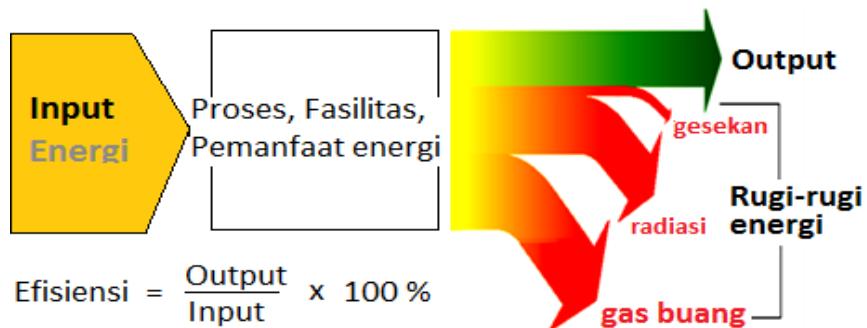
Peralatan pemanfaatan energi adalah piranti atau perangkat atau fasilitas yang dalam pengoperasiannya memanfaatkan sumber energi atau energi seperti pada gambar 2.5 berikut:



**Gambar 2.5 Unit Pemanfaat Energi**

Sumber: Ardy Willyanto Tanod, Hans Tumaliang, Lily S. Patras (2015)

Dari pengertian di atas pemanfaatan energi yang efisien adalah pemakaian energi sesedikit mungkin untuk menghasilkan satu unit produk atau jasa. Nilai maksimal dari perbandingan antara keluaran (*output*) dan masukan (*input*) energi disebut dengan pemanfaatan energi yang efisien sebagaimana pada gambar 2.6 berikut ini:



**Gambar 2.6 Efisiensi Pemanfaatan Energi**

Sumber: Ardy Willyanto Tanod, Hans Tumaliang, Lily S. Patras (2015)

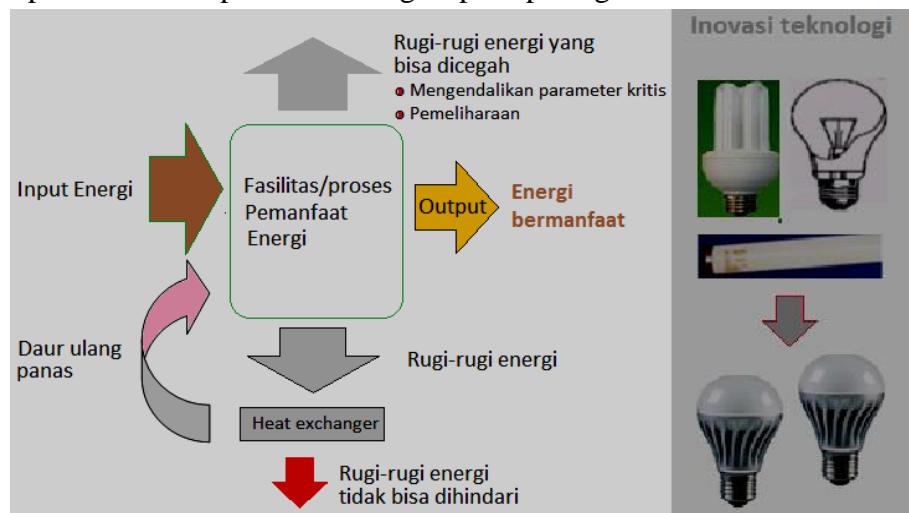
Dengan memperhatikan gambar 2.6 di atas, maka langkah peningkatan efisiensi energi adalah mengurangi rugi-rugi energi. Pengurangan rugi-rugi energi dapat dilakukan dengan mengendalikan parameter operasi, pemeliharaan secara rutin, mendaur ulang panas buangan, serta teknologi yang efisien energi. Meskipun perbaikan efisiensi energi adalah langkah strategis dalam peningkatan kinerja perusahaan, namun dalam praktiknya implementasi efisiensi energi masih terkendala antara lain karena:

1. Pengetahuan sumber daya manusia (SDM) tentang prinsip-prinsip penghematan energi masih terbatas
2. Alat-alat ukur untuk memantau penggunaan energi pada unit peralatan tidak tersedia
3. Sistem manajemen energi belum sepenuhnya dipahami dan diterapkan
4. Teknik audit energi belum dikuasai, kemampuan identifikasi potensi penghematan energi dan analisis data energi masih lemah
5. Informasi konservasi energi yang bersifat *best practice* kurang
6. Karakteristik operasi dan kinerja energi belum dipahami.

### 2.8.1 Mencegah Rugi - Rugi Energi

Seperti dijelaskan sebelumnya prinsip dasar penghematan energi adalah mencegah rugi-rugi energi dengan mengendalikan parameter

kritis dan beban operasi, melakukan perawatan, daur ulang panas buangan, inovasi efisiensi dan penggunaan teknologi efisienenergi, serta optimasi sistem peralatan energi seperti pada gambar 2.7 berikut ini :



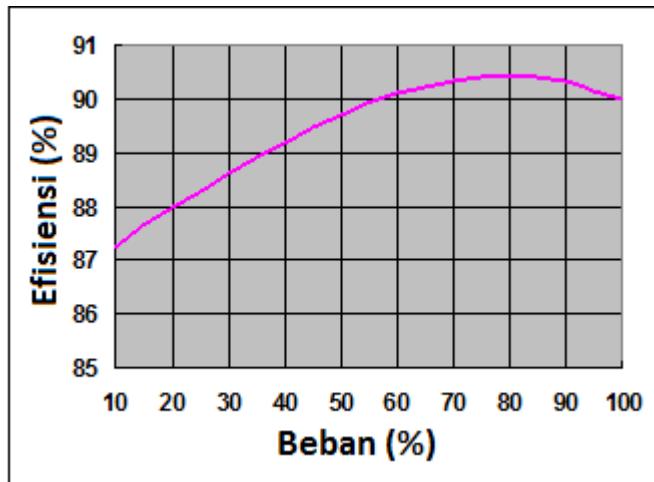
**Gambar 2.7 Prinsip Dasar Konservasi Energi**

Sumber: Ardy Willyanto Tanod, Hans Tumaliang, Lily S. Patras (2015)

Pencegahan rugi-rugi energi tidak sulit, yang penting adalah kemauan. Pencegahan rugi-rugi energi dapat dilakukan dengan menggunakan akal sehat (*common sence*), dan menerapkan prinsip dasar penghematan energi pada operasional pemanfaatan energi. Manajemen operasional peralatan energi berkaitan dengan kesadaran dan kompetensi manusia. Kompetensi terkait pengoperasian antara lain pemahaman tentang kinerja operasi dan faktor yang mempengaruhinya seperti beban operasi, parameter kritis diperlukan untuk mendukung perbaikan kinerja energi operasi yang berkelanjutan.

### 2.8.2 Faktor Beban

Beban operasi adalah salah satu faktor berpengaruh terhadap kinerja pemanfaatan energi. Pada umumnya beban peralatan rendah kurang dari 50 % membuat efisiensi peralatan turun sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.8 berikut:



**Gambar 2.8 Efisiensi Thermal dan Beban Boiler**

Sumber: Ardy Willyanto Tanod, Hans Tumaliang, Lily S. Patras (2015)

Oleh karena itu dalam pengoperasian pemanfaat energi beban operasi rendah harus dihindari. Beban adalah salah satu parameter yang harus dikendalikan karena pada beban rendah kinerja energi turun.

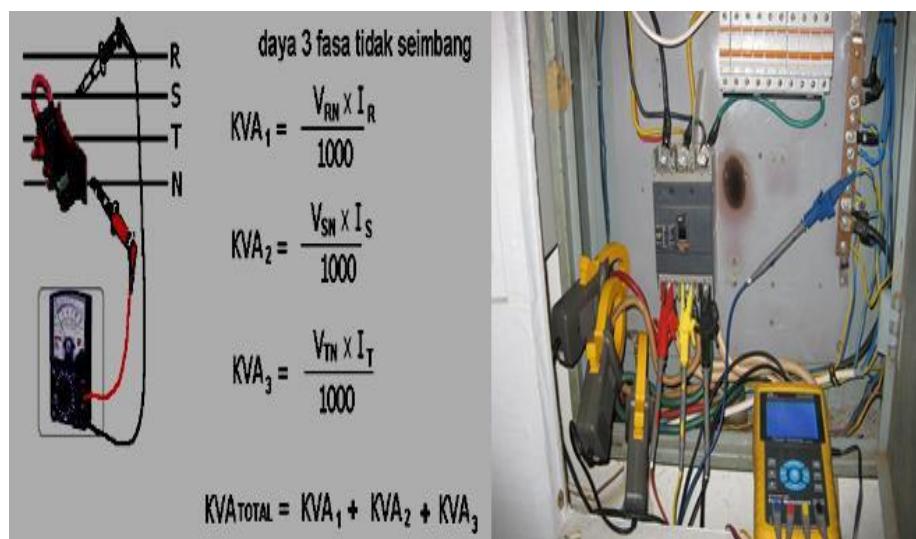
### 2.8.3 Parameter Operasi Peralatan Listrik

Parameter operasi yang berkaitan dengan kinerja energi peralatan listrik adalah kualitas daya. Parameter kualitas daya adalah:

1. Tidak seimbangan arus
2. Tidak seimbangan tegangan
3. Kestabilan tegangan terhadap beban kejut
4. Faktor Daya yang rendah
5. Tingkat harmonik (THD) arus
6. Tingkat harmonik (THD) tegangan.

#### 2.8.4 Ketidakseimbangan Tegangan

Motor tiga fase tidak toleran terhadap tegangan tidak seimbang. Ketidakseimbangan tegangan mengakibatkan aliran arus yang tidak merata antar fase-fase belitan motor. Untuk mengetahui hal tersebut diperlukan pengukuran kualitas daya sebagaimana pada gambar 2.9 berikut ini:



**Gambar 2.9 Pengukuran Kualitas Daya Listrik**

Sumber: Ardy Willyanto Tanod, Hans Tumaliang, Lily S. Patras (2015)

Tegangan tak seimbang antar fase didefinisikan sebagai berikut  
 $V_u = \{(V_{max} - V_r) / V_r\} \times 100 \%$ , atau  $V_u = \{(V_{min} - V_r) / V_r\} \times 100 \%$   
 % Keterangan :

$V_u$  = presentasi ketidakseimbangan tegangan (%),

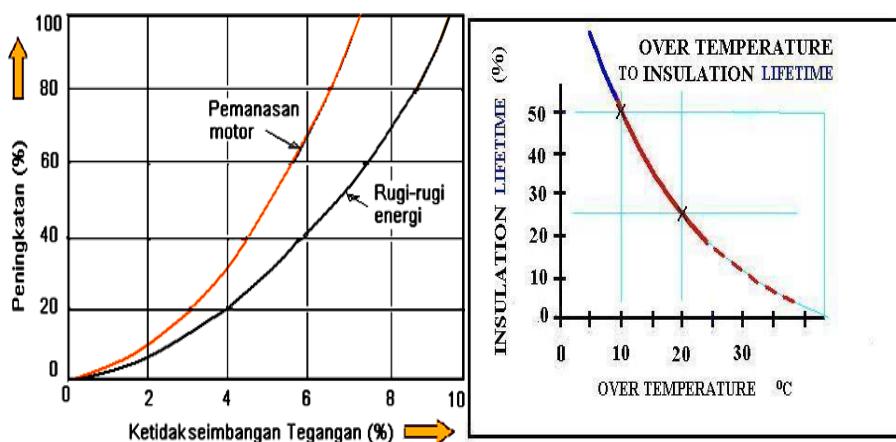
$V_{max}$  = tegangan maximum (Volt)

$V_{min}$  = tegangan minimum (Volt)

$V_r$  = tegangan rata-rata (Volt)

Data tegangan di atas diperoleh dari hasil pengukuran. Pengaruh tegangan tak seimbang adalah motor mengalami pemanasan dan rugi-rugi besi motor meningkat seperti ditunjukkan dalam grafik berikut. Efek dari ketidakseimbangan tegangan adalah kinerja motor turun,

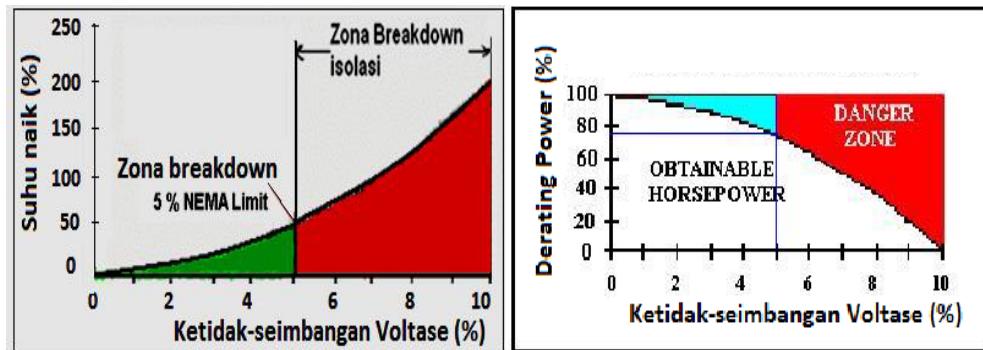
artinya efisiensi motor berkurang serta kemungkinan timbulnya vibrasi yang merusak bantalan motor. Sebagai contoh dengan ketidakseimbangan 5 %, rugi-rugi energi pada motor meningkat hingga 33 %. Pengaruh kenaikan suhu pada motor listrik adalah umur isolasinya menjadi berkurang. Jika suhu motor naik  $10^{\circ}\text{C}$  dari batas *design maximum* suhu motor, maka umur isolasinya turun menjadi tinggal setengahnya seperti pada gambar 2.10 berikut:



**Gambar 2.10 Rugi – Rugi Energi Karena Ketidakseimbangan Tegangan**

Sumber: Ardy Willyanto Tanod, Hans Tumaliang, Lily S. Patras (2015)

Bila suhu motor naik  $20^{\circ}\text{C}$ , maka umur isolasi turun menjadi 25 %, Kerusakan motor apapun penyebabnya akan menyebabkan kerugian investasi sebagaimana pada gambar 2.11 berikut:



**Gambar 2.11 Pengaruh Ketidakseimbangan Tegangan**

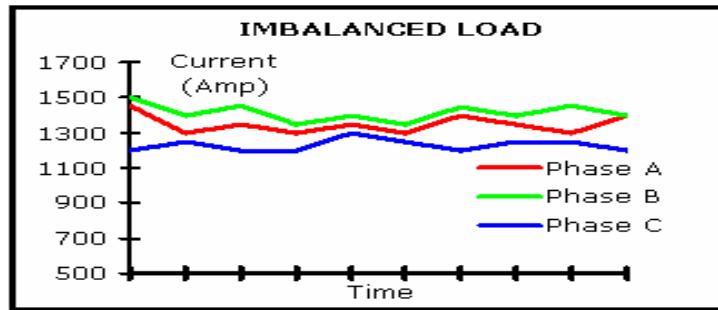
Sumber: Ardy Willyanto Tanod, Hans Tumaliang, Lily S. Patras (2015)

### 2.8.5 Ketidakseimbangan Beban

Ketidakseimbangan beban tidak hanya berdampak buruk terhadap efisiensi energi tetapi juga efek buruk lain sebagaimana berikut:

1. Menimbulkan arus sirkulasi
2. Meningkatkan arus pada penghantar netral
3. Meningkatkan tegangan netral ke Pentanahan
4. Motor panas berlebihan jebolnya isolasi
5. Menurunkan efisiensi motor
6. Merusak *bearing* motor
7. Meningkatkan biaya pemeliharaan motor dan alat
8. Energi terbuang / biaya listrik naik kWd and kWh
9. Biaya investasi dan operasi

Berikut ini adalah contoh grafik ketidakseimbangan beban seperti pada gambar 2.12 sebagai berikut:

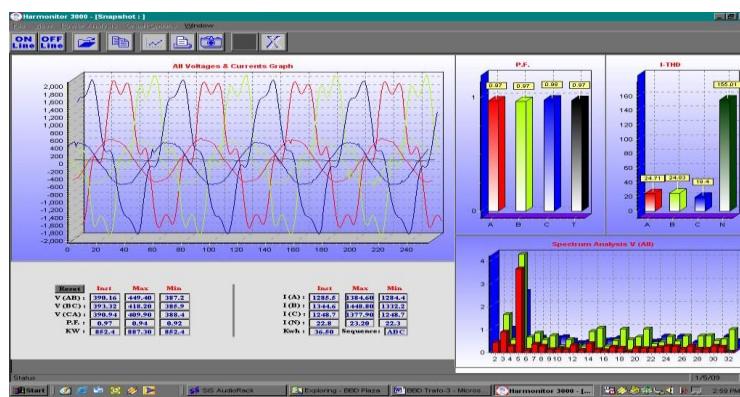


**Gambar 2.12 Contoh Ketidakseimbangan Beban**

Sumber: Ardy Willyanto Tanod, Hans Tumaliang, Lily S. Patras (2015)

### 2.8.6 Harmonik

Adanya cacat gelombang arus listrik menunjukkan adanya harmonik di dalam gelombang arus listrik. Kehadiran harmonik dalam jaringan listrik akan menambah beban pemanasan di kabel dan peralatan listrik lain (ballast lampu, motor AC, dan lain-lain) sehingga memperpendek umur peralatan, menambah tambahan beban tagihan rekening listrik. Contoh rekaman data pengukuran harmonik arus dan tegangan pada sistem kelistrikan ditunjukkan dalam gambar 2.13 sebagai berikut:



**Gambar 2.13 Data Hasil Pengukuran Harmonik Arus dan Tegangan**

Sumber: Ardy Willyanto Tanod, Hans Tumaliang, Lily S. Patras (2015)

Berdasarkan peraturan Menteri ESDM No. 04 Tahun 2009 tentang aturan distribusi tenaga listrik, Total Harminik Distorsi (THD) tegangan rata-rata adalah

$\leq 5\%$ .

## 2.9 Prinsip Hemat Energi Pada Sistem Tata Udara

Sistem tata udara atau sehari-hari dikenal dengan AC dimaksudkan untuk mengondisikan udara dalam ruangan gedung agar nyaman beraktivitas. AC bukan mendinginkan tetapi membuat ruangan nyaman. Faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal sistem AC bangunan adalah suhu udara tabung kering (C) dan kelembaban udara (%). Mendapatkan kondisi udara yang nyaman berarti menjaga suhu dan kelembaban udara ruangan sesuai standar kenyamanan yang ditetapkan (SNI), serta menjaga agar sirkulasi udara yang baik dan privasi lainnya yang mungkin diperlukan.

Ketentuan ambang batas kenyamanan termal di dalam ruangan kerja ber AC yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah sebagai berikut:

1. Suhu tabung kering :  $(25.5 + 1.5) ^\circ\text{C}$
2. Kelembaban udara :  $(60 + 10)\%$ .

Kondisi nyaman termal dalam ruang transit seperti lobi, koridor adalah suhu :  $28.5 + 1.5 \text{ }^\circ\text{C}$ , dan kelembaban relatif (RH):  $70 + 10 \%$ . Prinsip hemat energi yang perlu diperhatikan dalam sistem tata udara (*mesin refrigerasi*) pada tahapan pengoperasian adalah:

1. Jangka waktu operasi mesin *refrigerasi* diminimalkan dengan memanfaatkan besarnya masa air sejuk sebagai media penyerap panas
2. Mengoptimalkan jangka waktu pengoperasian beban parsial, kombinasi operasi *multiple units* yang dapat meminimalkan penggunaan energi (*multi chiller*, atau *multi- compressor* pada satu *chiller*) perlu dikembangkan

3. Dengan memperhatikan karakteristik pompa distribusi air sejuk serta memperhatikan rentang kenaikan temperatur dalam *chiller*, perlu ditentukan *setting* laju aliran air keluar *chiller* minimum yang masih diperkenankan menurut ketentuan pabrik.

### 2.9.1 Karakteristik Operasi AC (Split)

Parameter operasi yang mempengaruhi kinerja AC *split* antara lain adalah suhu udara pendingin *outdoor* dan suhu udara dalam ruangan yang dilayani (*indoor*). Dari karakteristik operasi AC tersebut tampak bahwa semakin rendah suhu *indoor* AC kinerja AC (BTU.H/Watt) semakin berkurang. Semakin tinggi suhu udara luar (*outdoor* AC) semakin rendah Kinerja AC, semakin besar daya *input*.

Dari uraian di atas dapat dilihat bahwa prinsip penghematan energi pada pengoperasian sistem AC dapat dilakukan dengan mengendalikan parameter kritis (suhu *indoor* dan suhu *outdoor*). Suhu *indoor* berkaitan dengan kenyamanan termal penghuni ruangan untuk beraktivitas. Tingkat kenyamanan termal disesuaikan dengan kebutuhan atau standar. Dalam praktik, suhu *indoor* dikendalikan oleh operator atau penghuni ruangan melalui *setting* termostat. Jika *setting* suhu dibuat rendah maka kinerja AC cenderung buruk dan boros energi. Sedangkan suhu *outdoor* adalah parameter operasi yang berkaitan dengan cuaca dan faktor lain seperti instalasi *outdoor* AC.

Prinsip hemat energi pada pengoperasian AC dalam sistem distribusi udara dan air sejuk antara lain adalah sebagai berikut.

1. Sistem tata udara dengan air sejuk perlu diupayakan agar laju aliran air sejuk dapat diminimalkan ketika pompa distribusi air sejuk menunjukkan karakteristik daya masukan rendah pada laju aliran air yang rendah
2. Untuk mengendalikan kondisi pendinginan ruang yang sesuai dengan perencanaan, infiltrasi udara luar harus diminimalkan atau jika mungkin ditiadakan.

Untuk tujuan penghematan energi, temperatur ruang harus diset maksimum dalam batas rentang temperatur nyaman (*comfort zone*) sebagaimana diuraikan di atas. Pengoperasian *Air Handling Unit* (AHU) atau *Fan Coil Unit* (FCU) perlu disesuaikan dengan waktu yang paling berpeluang untuk penghematan energi berdasarkan rekam jejak pola pemakaian energi bangunan. Optimasi perbedaan temperatur *refrigerant* pada kondensor (Tc) dan evaporator (Te). Peningkatan 1°C pada Te akan memperoleh penghematan energi 3% (USAID, 2015) sehingga penurunan temperatur suhu AC yang mengacu pada standar tingkat kenyamanan ruangan kerja suhu dan kelembaban berdasarkan standar SNI 6390-2011 dapat direkomendasikan sebagai salah satu program penghematan energi. Karena sistem tata udara adalah pengguna energi terbesar pada bangunan gedung, maka sistem tata udara menjadi obyek sasaran prioritas dan prinsip hemat energi sudah harus dipertimbangkan sejak tahap perencanaan. Beberapa aspek terkait hemat energi yang perlu dipertimbangkan saat perencanaan sistem tata udara gedung adalah:

1. Kapasitas dan jenis sistem tata udara
2. Pola beban AC dan variasinya
3. Alat kontrol untuk menunjang pemakaian energi yang hemat, misalnya dengan memasang *thermostat* pada tiap zona atau ruangan
4. Kondisi nyaman termal ruangan yang diinginkan (sesuai SNI)
5. Pertimbangan teknokonomis.

Prinsip hemat yang perlu diperhatikan pada tahap perencanaan adalah ketepatan memilih kapasitas dan jenis sistem tata udara sesuai kebutuhan, hemat energi, dan dilengkapi dengan sistem kontrol. Sebagai acuan menentukan intensitas daya AC dalam praktik ditentukan berdasarkan luas ruangan ( $m^2$ ) yang dilayani.

## **2.10 Prinsip Hemat Energi Pada Sistem Tata Cahaya**

Sistem tata cahaya dimaksudkan untuk memperoleh pencahayaan yang optimal sehingga dalam pengoperasiannya penggunaan energi lebih efisien tanpa harus mengurangi atau mengubah fungsi bangunan, kenyamanan dan produktivitas penghuni. Mendesain sistem pencahayaan gedung ke arah yang lebih efisien dapat mengurangi konsumsi energi dan beban puncak sistem kelistrikan secara signifikan.

Prinsip hemat energi sistem tata cahaya dengan mengacu pada ketentuan pedoman pencahayaan pada bangunan gedung sebagaimana ditetapkan dalam SNI sistem pencahayaan dapat dilakukan untuk memperoleh sistem pencahayaan dengan pengoperasian yang optimal sehingga penggunaan energi menjadi efisien tanpa harus mengurangi dan atau mengubah fungsi bangunan, kenyamanan dan produktivitas penghuni, serta mempertimbangkan aspek ramah lingkungan dan biaya.

Prinsip penghematan energi pada sistem tata cahaya antara lain persyaratan teknis pencahayaan, pengoperasian dan pemeliharaan, dan pemanfaatan cahaya alam dan inovasi teknologi sistem pencahayaan. Penerapan prinsip penghematan energi pada sistem tata cahaya antara lain harus memenuhi kriteria kualitas cahaya dan efisiensi sistem tata cahaya yaitu pencahayaan yang dapat disesuaikan/berubah sesuai kebutuhan, kontrol level cahaya ada pada personal, efisiensi energi menjadi pertimbangan, integrasi dengan cahaya alami, dan cahaya sebagai elemen desain interior.

Prinsip tata cahaya yang efisien berkaitan dengan standar daya listrik maksimum untuk pencahayaan (Watt/m<sup>2</sup>), tingkat pencahayaan untuk berbagai kegunaan (Lux), konsumsi daya berbagai jenis lampu dan *type ballast* (Watt), teknologi sistem pencahayaan, daya guna lampu (Lumen/Watt), pengoperasian dan pemeliharaan yang efisien, dan cara memaksimalkan cahaya alami.

Meningkatkan efisiensi sistem pencahayaan dapat dilakukan dengan pengaturan grup lampu, misalnya pada sisi jendela yang bisa memanfaatkan cahaya alami, mengurangi kebiasaan menggunakan *safety factor* yang terlalu

tinggi atau yang tidak perlu, dan melihat lampu sebagai satu desain sistem (lampu, ballast, kontrol & luminer, cahaya alam).

### 1. Parameter Efisiensi Lampu

Parameter efisiensi sistem pencahayaan gedung adalah intensitas daya lampu, tingkat pencahayaan, dan efikasi lampu sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.14 berikut ini:



Gambar 2.14 Parameter Efisiensi Lampu

Sumber: Dokumentasi Peneliti

### 2. Standar Kualitas Visual Iluminas

Tingkat pencahayaan minimal yang direkomendasikan pada pencahayaan buatan sesuai fungsi ruangan diatur dalam SNI yaitu pada tabel 2.4 berikut ini:

Tabel 2.4 Tingkat Pencahayaan yang Direkomendasikan

Fungsi ruangan	Tingkat pencahayaan (Lux)	Kelompok renderasi warna	Temperatur warna		
			Warm white <3300 K	Cool white 3300 K~5300K	Daylight > 5300 K
<b>Rumah tinggal :</b>					
Teras	60	1 atau 2	♦	♦	
Ruang tamu	120 ~ 150	1 atau 2		♦	
Ruang makan	120 ~ 250	1 atau 2	♦		
Ruang kerja	120 ~ 250	1		♦	♦
Kamar tidur	120 ~ 250	1 atau 2	♦	♦	
Kamar mandi	250	1 atau 2		♦	♦
Dapur	250	1 atau 2	♦	♦	
Garasi	60	3 atau 4		♦	♦
<b>Perkantoran :</b>					
Ruang Direktur	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang kerja	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang komputer	350	1 atau 2		♦	♦
Ruang rapat	300	1	♦	♦	
Ruang gambar	750	1 atau 2		♦	♦
Gudang arsip	150	1 atau 2		♦	♦
Ruang arsip aktif	300	1 atau 2		♦	♦

Sumber: Afyudin M.Umanailo, Meita Rumbayan, Vecky C.Poekoel, (2018)

### 3. Daya Pencahayaan Lampu

Sesuai dengan tingkat pencahayaan (lux) yang dibutuhkan (berdasarkan SNI), maka daya pencahayaan gedung kantor (intensitas daya penerangan) ditetapkan seperti pada tabel 2.5 berikut ini:

Tabel 2.5 Iluminans dan Beban Pencahayaan Terpasang

Nilai Iluminans Nominal (Lux)	Nilai Beban Pencahayaan Sebagai Pedoman	
	Standar (W/m <sup>2</sup> )	Target Acuan (W/m <sup>2</sup> )
50	3,2	2,5
100	4,5	3,5
300	10	7,5
500	15	11
750	20	16
1000	25	21

Sumber: Afyudin M.Umanailo, Meita Rumbayan, Vecky C.Poekoel, (2018)

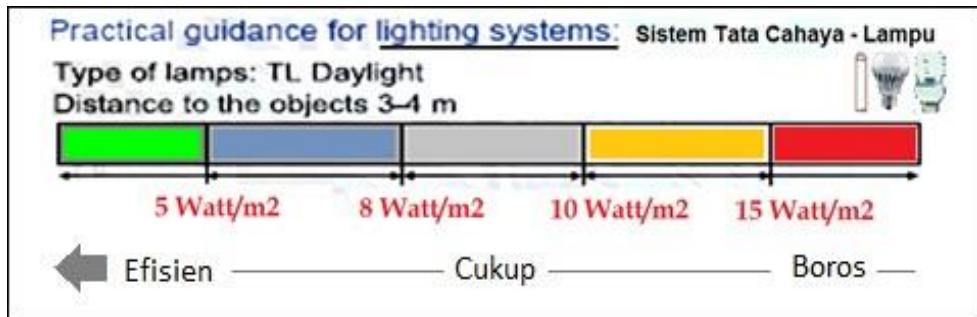
Daya listrik maksimum untuk pencahayaan ditunjukkan pada tabel 2.6 sebagai berikut:

Tabel 2.6 Daya Listrik makSimum untuk Pencahayaan

Fungsi ruangan	Daya pencahayaan maksimum (W/m <sup>2</sup> ) (termasuk rugi-rugi ballast)
<b>Rumah tinggal :</b>	
Teras	3
Ruang tamu	5
Ruang makan	7
Ruang kerja	7
Kamar tidur	7
Kamar mandi	7
Dapur	7
Garasi	3
<b>Perkantoran :</b>	
Ruang resepsionis	13
Ruang direktur	13
Ruang kerja	12
Ruang komputer	12
Ruang rapat	12
Ruang gambar	20
Gudang arsip tidak aktif	6

Sumber: Afyudin M.Umanailo, Meita Rumbayan, Vecky C.Poekoel, (2018)

Sebagai acuan praktek dalam menentukan daya pencahayaan maksimum didasarkan atas luasan ruangan ( $m^2$ ) yang dilayani dengan kriteria desain seperti pada gambar 2.15 sebagai berikut:



**Gambar 2.15 Panduan Sistem Tata Cahaya Lampu**

Sumber: Afyudin M.Umanailo, Meita Rumbayan, Vecky C.Poekoel, (2018)

Selain acuan di atas petunjuk singkat perkiraan daya pencahayaan lampu pada gedung perkantoran dapat digunakan sebagai berikut:

- a. Lampu hemat energi =  $1,5 - 2,5 \text{ watt/ft}^2$
- b. Lampu neon/*fluorecent* =  $1,2 - 4,0 \text{ watt/ft}^2$
- c. Lampu HID (*High Intensity Discharge*) =  $1,0 - 2,0 \text{ watt/ft}^2$
- d. Setiap  $2,0 - 3,0 \text{ kW}$  daya pencahayaan membutuhkan penambahan  $1 \text{ kW}$  pendinginan, secara teoritis setiap pengurangan  $1 \text{ kW}$  daya pencahayaan akan mengurangi  $1,3 - 1,5 \text{ kW}$  energi total.

#### 4. Tingkat Pencahayaan

Tingkat pencahayaan yang dibutuhkan untuk melakukan berbagai kegiatan ditetapkan dalam standar nasional (SNI) sebagaimana tertera dalam tabel 2.7 sebagai berikut:

Tabel 2.7 Tingkat Pencahayaan Untuk Berbagai Kegiatan

<b>Macam pekerjaan</b>	<b>Lux</b>	<b>Contoh penggunaan</b>
1. Pencahayaan untuk daerah yang tidak terus menerus digunakan	20	Iluminasi minimum agar bisa membedakan barang-barang Parkir dan daerah sirkulasi dalam ruangan
	50	
2. Pencahayaan untuk bekerja di dalam ruangan	100	Kamar tidur hotel, memeriksa dan menghitung stok barang secara kasar, merakit barang besar Membaca dan menulis yang tidak terus menerus
	200	
3. Pencahayaan setempat untuk pekerjaan teliti	350	Pencahayaan untuk perkantoran, pertokoan, membaca, menulis Ruang gambar
	400	
	750	Pembacaan untuk koreksi tulisan, merakit barang-barang kecil, Gambar yang sangat teliti Pekerjaan yang secara rinci dan teliti
	1000	
	2000	

Sumber: Afyudin M.Umanailo, Meita Rumbayan, Vecky C.Poekoel, (2018)

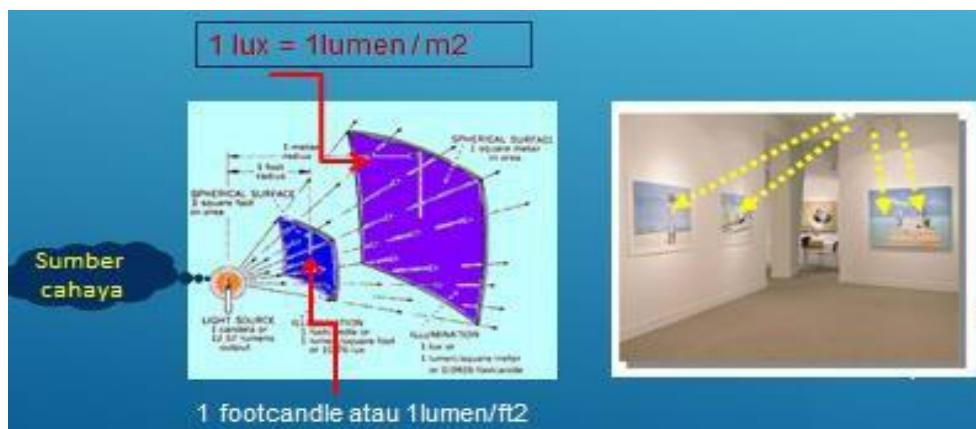
Konsumsi daya berbagai jenis lampu dan ballast ditunjukkan pada table 2.8 sebagai berikut:

Tabel 2.8 Konsumsi Daya Berbagai Jenis Lampu dan Tipe Ballast

<i>Jenis lampu</i>	<i>Konsumsi daya</i>		
	<i>Konvensional ballast</i>	<i>Low loss ballast</i>	<i>Electronic ballast</i>
Tabung Fluoresen	10 W	20 W	
	15 W	24 W	
	18 W	28 W	20 W
	20 W	30 W	26 W
	22 W	32 W	28 W
	32 W	42 W	38 W
	36 W	46 W	42 W
	40 W	50 W	46 W
	58 W	72 W	67 W
	65 W	79 W	74 W
Dua tabung Fluoresen kompak 2 pin / 4 pin <i>Non integrated</i>	5 W	10 W	6.5 W
	7 W	12 W	8 W
	9 W	14 W	10 W
	11 W	16 W	14.5 W
	18 W	24 W	20 W
	24 W	31 W	28 W
	36 W	46 W	40 W
Empat tabung Fluoresen kompak <i>Electronic integrated</i>	9 W		9 W
	11 W		11 W
	15 W		15 W
	20 W		20 W

Sumber: Afyudin M.Umanailo, Meita Rumbayan, Vecky C.Poekoel, (2018)

Tingkat pencahayaan (iluminansi) adalah fluks luminus yang datang pada permukaan atau hasil bagi antara fluks cahaya dengan luas permukaan yang disinari dinyatakan dalam lux. Lux adalah ukuran satuan cahaya sebesar 1 lumen dipancarkan pada luas bidang  $1 \text{ m}^2$  dengan jarak 1 m sesuai dengan gambar 2.16 sebagai berikut:

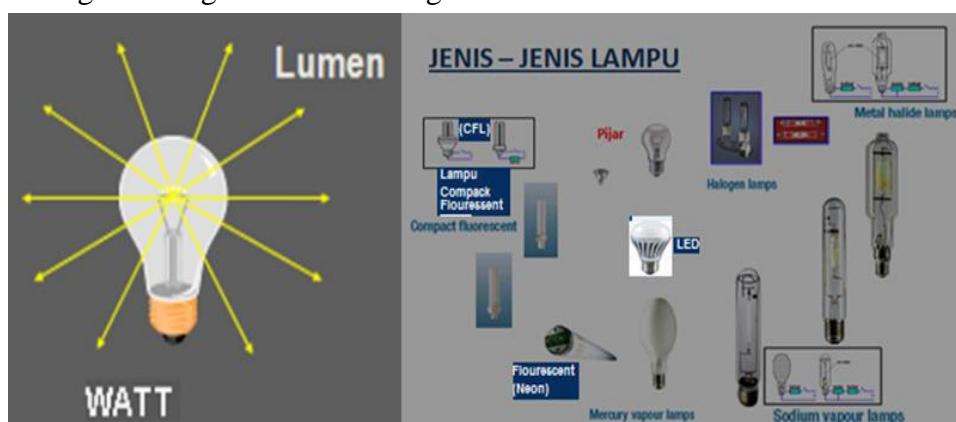


**Gambar 2.16 Tingkat Pencahayaan**

Sumber: Dokumentasi Peneliti

##### 5. Efisiensi Lampu

Indikator efisiensi lampu adalah efikasi yaitu banyaknya cahaya (lumen) yang dihasilkan lampu dibagi dengan daya listrik yang diperlukan, satuan efikasi adalah lumen / Watt. Berikut ini adalah efikasi pencahayaan sebagaimana gambar 2.16 sebagai berikut:



**Gambar 2.17 Efikasi Pencahayaan**

Sumber: Dokumentasi Peneliti

Efikasi (L/W) dan umur pakai lampu tergantung dari jenis dan teknologi lampu seperti tampak pada tabel 2.9 berikut ini:

Tabel 2.9 Efikasi Luminus Lampu

Jenis lampu	Lumen/Watt	Umur rata-rata. (Jam operasi)
Incandescent (pijar)	12 ~ 15	1.000
Halogen.	15 ~ 25	2.000 ~ 5.000
Merkuri	30 ~ 50	24.000
Fluoresen kompak	40 ~ 80	8.000 ~ 12.000
Fluoresen tabung	50 ~ 100	10.000 ~ 15.000
Fluoresen tabung "T8"	90	12.000
Fluoresen tabung "T5"	105	17.000
Sodium tekanan tinggi	60 ~ 110	24.000
Sodium tekanan rendah	70 ~ 180	18.000
LED (Light Emitting Diode)	70	40.000

Sumber: Afyudin M.Umanailo, Meita Rumbayan, Vecky C.Poekoel, (2018)

## 2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini mengacu pada beberapa referensi standar, peraturan perundangan, buku, dan jurnal penelitian ilmiah. Adapun jurnal penelitian ilmiah yang menjadi referensi dalam penelitian ini sebagai berikut:

Tabel 2.10 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Hasil Penelitian
1	Purwito, Tadjuddin dan Tadjuddin (2018)	Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Energi di PT. Daikin Air Conditioning Makassar	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan energi listrik pada PT. Daiking Air Conditioning Makassar adalah 111,3 kWh / m <sup>2</sup> / tahun dan masih di bawah standar IKE dan dapat menghemat sekitar 44 kWh / bulan untuk sistem pencahayaan. Rekomendasi adalah untuk melakukan load balancing setiap fase, hidupkan cahaya dan udara hanya jika diperlukan
2	Joko Prihartono, Mulyadi dan	Audit Energi Dan Alalisis Peluang Penghematan	Hasil analisa yang telah dilakukan, ditemukan Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik di

	Purwo Subekti (2020)	Energi Listrik Gedung Mahkamah Konstitusi Jakarta	gedung Mahkamah Konstitusi Jakarta termasuk dalam kategori “Boros”, karena satu unit chiller tetap beroperasi setelah jam kerja normal, hanya untuk kebutuhan pada ruangan khusus. Untuk itu perlu dilakukan investasi pemasangan AC tambahan pada ruangan khusus tersebut untuk menggantikan operasional chiller setelah jam kerja normal. Dengan melakukan investasi pemasangan AC tambahan jika dibanding dengan biaya operasional sebelumnya, maka dalam jangka waktu kurang dari satu tahun biaya investasi tersebut sudah kembali dan selanjutnya dapat menghemat konsumsi energi listrik sebesar 189.797,52 kWh per tahun atau dapat menghemat biaya operasional sebesar Rp. 213.522.204,- per tahun.
3	Selamet Riadi dan Erry Trigunadi (2017)	Audit Energi Untuk Mencapai Peluang Penghematan Energi	Dari tindakan audit energi jumlah penggunaan energi pada PT XYZ dalam satu tahun terakhir 3.278.043 kWh, nilai SEC yang diperoleh 1,20 kWh/kg/bulan. Pada sistem tata udara diperoleh hasil 4,15 Watt/m <sup>3</sup> yang mengindikasikan dalam kategori tidak efisien. Penggunaan energi pada sistem pencahayaan pada PT XYZ sudah baik. Peluang penghematan pada sistem tata udara dapat menghemat penggunaan energi 123.868,8 kWh sampai 247.737,6 kWh per-tahun atau setara Rp 159.886.750,00 sampai Rp 287.796.151,00 per-tahun

## BAB III

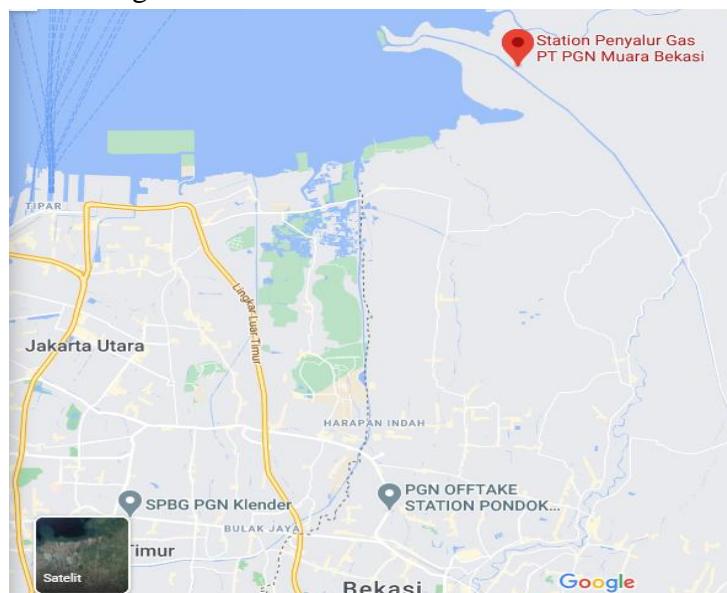
### METODOLOGI

#### 3.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini bersifat deskriptif. Konservasi energi adalah peningkatan efisiensi energi yang digunakan atau proses penghematan energi. Dalam proses ini meliputi adanya audit energi yaitu suatu metode untuk menghitung tingkat konsumsi energi suatu gedung atau bangunan, yang mana hasilnya nanti akan dibandingkan dengan standar yang ada untuk kemudian dicari solusi penghematan konsumsi energi jika tingkat konsumsi energinya melebihi standar baku yang ada.

#### 3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian

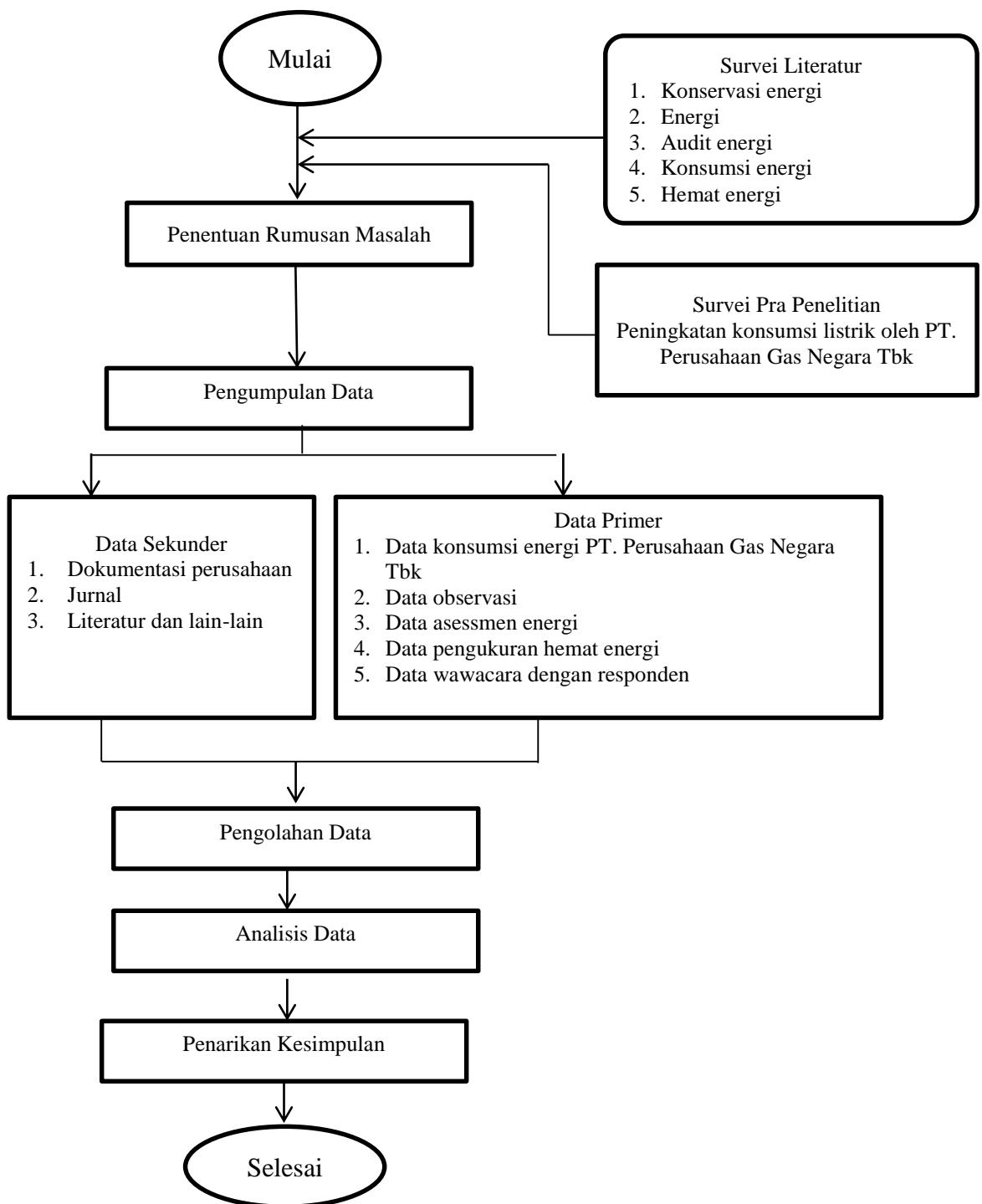
Penelitian akan dilaksanakan di Stasiun Penyalur GAS Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk.



**Gambar 3.1 Peta Lokasi Stasiun Penyalur GAS Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Sumber: Google Maps

### 3.3 Skema Penelitian



Gambar 3.1. Skema Kegiatan Penelitian

Sumber: Dokumentasi Peneliti

### **3.4 Teknik Pengumpulan Data**

Kerangka penelitian dan tahapan kerja dalam penelitian ini dilakukan dalam berapa tahap antara lain:

#### **3.4.1 Studi Lapangan**

Studi lapangan dilakukan melalui pencatatan, pengamatan, wawancara/diskusi dan pengukuran langsung dengan menggunakan alat ukur portable, meliputi:

1. Melakukan identifikasi dan evaluasi sistem manajemen energi dan penerapannya di perusahaan
2. Melakukan pengumpulan data sekunder dan verifikasi data sekunder
3. Melakukan pengumpulan data primer dan verifikasi data primer melalui observasi, pencatatan, pengukuran, wawancara, dan lain-lain
4. Melakukan komunikasi dan klarifikasi hasil survei kepada pihak yang disurvei.

#### **3.4.2 Metode Assesmen Energi**

Agar dapat terwujud secara benar dan terarah, maka perlu dilakukan pendekatan-pendekatan yang memenuhi kapasitas dan kebutuhan dari hal-hal yang menjadi *output/keluaran* aktivitas. Beberapa metode yang dapat digunakan dalam pelaksanaan asesmen energi antara lain adalah:

1. *Goal seek method*

Intensitas Konsumsi Energi (IKE), merupakan parameter utama yang harus dicari dan ditentukan, baik pada sistem proses produksi maupun pada peralatan *utility* (*boiler, chiller, compressor, pompa*, dan lain sebagainya). Dengan besaran/nilai IKE tersebut dapat dikembangkan menjadi formulasi dan simulasi analisis peluang penghematan energi.

## 2. *Pareto chart*

Merupakan grafik yang dapat dijadikan alat/tools untuk menentukan permasalahan utama atau identifikasi masalah inti. Mekanisme pendekatan masalah menggunakan *pareto chart*, sebagai berikut:

- a. Tentukan karakteristik mutu, misalnya teknologi pengguna energi terbesar sebagai kunci untuk diasumsikan bahwa persentase penghematan yang akan diperoleh memiliki nilai energi yang besar, meskipun untuk sementara belum diketahui berapa persen potensi hemat energi yang akan didapat. Apabila *persentase* potensi yang diperoleh kecil, dikalikan dengan kapasitas yang besar, maka nilai yang diperoleh cukup signifikan.
- b. Untuk memperoleh bobot pengguna energi terbesar, maka dilakukan stratifikasi objek peralatan
- c. Dari hasil stratifikasi diperoleh sebaran objek (peralatan pengguna energi) mulai pengguna energi terbesar hingga ke peralatan pengguna energi yang terkecil.

## 3. Metode 5W + 1H

Digunakan untuk mencari akar masalah (sumber pemborosan yang dapat dikonversi menjadi potensi/peluang hemat energi) pada peralatan pengguna energi yang telah ditentukan dari hasil *pareto chart*. Mekanisme pendekatan masalah menggunakan metode 5W + 1H, sebagai berikut:

### a. *Where*

Untuk menemukan di mana sumber yang berpotensi terjadinya pemborosan energi

### b. *What*

Untuk mengidentifikasi apa yang menyebabkan hingga terjadinya pemborosan energi

c. *Why*

Untuk mengidentifikasi penyebab hal itu terjadi

d. *Who*

Untuk mengidentifikasi siapa yang menjadi *trigger* (aktor utama) terjadinya potensi pemborosan energi pada peralatan yang sedang diteliti. Analisa berdasarkan 5M (*Man/ Manpower, Machine, Material, Metode, Mother Nature/ lingkungan kerja*)

e. *When*

Untuk mengidentifikasi waktu terjadinya masalah, dapat didiskusikan dengan operator apakah kejadiannya bersifat siklus, tidak menentu ataukah ada pengaruh dari proses operasi peralatan lain

f. *How*

Bagaimana mengatasi akar masalah (sumber pemborosan yang dapat dikonversi menjadi potensi/peluang hemat energi) tersebut.

Wawancara dalam penelitian ini akan dilakukan dengan beberapa responden yang berasal dari PT Perusahaan Gas Negara Tbk, antara lain:

- a. General Manajer
- b. Departemen Keuangan dan SDM
- c. Seksi *Engineering* dan Pembangunan
- d. Seksi Operasi dan Pemeliharaan.

#### 4. Metode pengamatan dan pengukuran

Untuk melihat efektivitas, dan performansi operasi peralatan yang ada. Data-data primer (pengamatan langsung dan hasil pengukuran) dan data sekunder (*log-sheet* dan hasil wawancara) sangat diperlukan untuk membantu di dalam analisa Neraca Massa dan Energi (*Mass & Heat Balance*). Hasil pengukuran yang diambil berdasarkan

pertimbangan peningkatan efektivitas dan efisiensi peralatan (menghindari terjadinya penurunan performa akibat efek kegiatan efisiensi energi).

### **3.4.3 Pelaksanaan Pengumpulan Data**

Sebagaimana yang disarankan Departemen Pertambangan dan Energi, audit energi pada bangunan gedung pada intinya terdiri dari dua bagian, yaitu: audit energi awal dan audit energi rinci. Pelaksanaan audit awal dan audit rinci adalah sebagai berikut:

#### **3.3.4.1 Audit Energi Awal**

Kegiatan audit energi awal meliputi: Pengumpulan data energi bangunan dengan data-data historis yang tersedia dan tidak memerlukan pengukuran. Data-data yang diperlukan pada audit energi awal meliputi:

1. Dokumentasi bangunan
  - a. Denah bangunan seluruh lantai
  - b. Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai
  - c. Diagram garis tunggal listrik, lengkap dengan penjelasan penggunaan daya listriknya dan besarnya sambungan daya dari PLN serta besarnya daya listrik cadangan dari Diesel Generating Set (Genset).
2. Pembayaran rekening listrik bulanan bangunan gedung selama satu tahun terakhir dan rekening pembelian bahan bakar minyak (bbm).
3. Tingkat hunian bangunan (*occupancy rate*)

Menghitung besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) gedung.

Berdasarkan data bangunan dan data energi seperti disebutkan di atas dapat dihitung:

1. Rincian luas bangunan dan luas total bangunan ( $m^2$ )
2. Daya listrik total yang dibutuhkan
3. Daya listrik terpasang per  $m^2$  luas lantai untuk keseluruhan bangunan
4. Intensitas Konsumsi Energi bangunan
5. Biaya pemakaian energi bangunan

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik merupakan istilah yang digunakan untuk mengetahui besarnya pemakaian energi pada suatu sistem (bangunan). Namun energi yang dimaksudkan dalam hal ini adalah energi listrik. Pada hakikatnya Intensitas Konsumsi Energi ini adalah hasil bagi antara konsumsi energi total selama periode tertentu (satu tahun) dengan luasan bangunan. Satuan IKE adalah  $kWH/m^2$  per tahun dan pemakaian IKE ini telah ditetapkan di berbagai negara antara lain ASEAN dan APEC.

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh ASEAN-USAID yang menjelaskan bahwa target besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik untuk Indonesia adalah sebagai berikut:

1. IKE untuk perkantoran (komersil) : 240  $kWH/m^2$  per tahun
2. IKE untuk pusat belanja : 330  $kWH/ m^2$  per tahun
3. IKE untuk hotel/apartemen : 300  $kWH/ m^2$  per tahun

4. IKE untuk rumah sakit : 380 kWh/ m<sup>2</sup> per tahun

Dalam menghitung IKE listrik pada bangunan gedung, ada beberapa istilah yang digunakan, antara lain:

1. IKE listrik per satuan luas kotor (*gross*) gedung.
2. Luas kotor (*gross*) = Luas total gedung yang dikondisikan (berAC) ditambah dengan luas gedung yang tidak dikondisikan
3. IKE listrik per satuan luas total gedung yang dikondisikan (*net*).
4. IKE listrik per satuan luas ruang dari gedung yang disewakan (*net product*).

Istilah-istilah tersebut di atas dimaksudkan sebagai alat pembanding besarnya IKE antara suatu luasan dalam bangunan terhadap luasan lain dan besarnya target IKE di atas merupakan nilai IKE listrik per satuan luas bangunan gedung yang dikondisikan (*net*).

#### **3.3.4.2 Audit Energi Rinci**

Audit energi rinci dilakukan apabila nilai IKE bangunan lebih besar dari target nilai IKE standar. Rekomendasi yang disampaikan oleh Tim Hemat Energi (THE) yang dibentuk oleh pemilik/pengengola bangunan gedung dilaksanakan sampai diperolehnya nilai IKE sama atau lebih kecil dari target nilai IKE standar untuk perhotelan di Indonesia dan selalu diupayakan untuk dipertahankan atau diusahakan lebih rendah di masa mendatang, dan kegiatan audit energi rinci ini meliputi:

## 1. Penelitian dan pengukuran konsumsi energi

### a. Penelitian energi

- 1) Audit energi rinci perlu dilakukan bila audit energi awal memberikan gambaran nilai IKE listrik lebih dari nilai standar yang ditentukan
- 2) Audit energi rinci perlu dilakukan untuk mengetahui profil penggunaan energi pada bangunan, sehingga dapat diketahui peralatan penggunaan energi apa saja yang pemakaian energinya cukup besar
- 3) Contoh profil penggunaan energi pada bangunan hasil penelitian yang dilakukan oleh pemerintah ditunjukkan pada tabel 3.1 untuk peralatan perkantoran
- 4) 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 penggunaan energi bangunan.

Tabel 3.1 Profil Penggunaan Energi untuk Peralatan Kantor

Jenis Peralatan	Penggunaan Energi (%)
Air conditioning	66
Pencahayaan	17.4
Lift	3.0
Pompa air	4.9
Lain-lain	8.7
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

b. Pengukuran energi

Pengukuran yang dilakukan adalah dengan mengukur pemakaian energi tiap unit peralatan yang bekerja di PT Perusahaan Gas Negara Tbk.

2. Mengenali kemungkinan Peluang Hemat Energi (PHE)

Hasil pengukuran selanjutnya ditindaklanjuti dengan perhitungan besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan penyusunan profil penggunaan energi bangunan. Besarnya IKE hasil perhitungan dibandingkan dengan IKE standar atau target IKE. Apabila hasilnya ternyata sama atau kurang dari target IKE, maka kegiatan audit energi rinci dapat dihentikan atau bila diteruskan dengan harapan dapat diperoleh IKE yang lebih rendah lagi. Namun sebaliknya jika hasilnya lebih besar dari target IKE berarti ada peluang untuk melanjutkan proses audit energi rinci berikutnya guna memperoleh penghematan energi.

3. Analisis Peluang Hemat Energi (PHE)

Apabila peluang hemat energi ini telah dikenali sebelumnya, maka perlu ditindak lanjuti dengan analisis peluang hemat energi, yaitu dengan cara membandingkan potensi perolehan hemat energi dengan biaya yang harus dibayar untuk pelaksanaan rencana penghematan energi yang direkomendasikan. Penghematan energi pada bangunan gedung tidak dapat diperoleh begitu saja dengan cara mengurangi kenyamanan penghuni ataupun produktivitas di lingkungan kerja. Analisis peluang hemat energi dilakukan dengan usaha-usaha:

- a. Mengurangi sekecil mungkin pemakaian energi (mengurangi kW dan jam operasi)

- b. Memperbaiki kinerja peralatan
- c. Penggunaan sumber energi yang murah.

4. Laporan dan rekomendasi:

a. Laporan

Laporan audit energi terdiri dari bagian-bagian berikut:

1) Ringkasan

- a) Uraian pekerjaan yang dilakukan
- b) Langkah-langkah yang direkomendasikan yang telah diteliti dengan baik dari segi teknis maupun ekonomis
- c) Langkah-langkah yang kelihatan menguntungkan tetapi perlu penelitian lebih lanjut.
- d) Rencana-rencana implementasi yang direkomendasikan.

2) Latar belakang

Bagian-bagian ini merupakan faktor penting yang terkait dengan audit energi yang dikerjakan dan direkomendasikan yang akan diterapkan.

3) Manajemen energi

Pandangan umum tentang energi kaitannya dengan kegiatan manajemen dan tingkat kesadaran tentang energi.

4) Pelaksanaan audit energi

Mengindikasikan catatan-catatan penggunaan energi apa saja yang ada dan bagaimana kinerja peralatan energi di bangunan dipantau.

### 5) Pemanfaatan energi

Mencangkup performansi penggunaan energi neraca energi dan biaya energi.

#### b. Rekomendasi

Rekomendasi yang akan diajukan mencangkup masalah-masalah sebagai berikut:

##### 1) Manajemen energi

Yaitu di dalamnya termasuk:

- a) Program manajemen yang telah diperbaiki.
- b) Implementasi audit energi yang lebih baik.
- c) Cara meningkatkan kesadaran penghematan energi.

##### 2) Pemanfaatan energi

Yaitu di dalamnya terdapat:

- a) Langkah-langkah perbaikan efisiensi penggunaan energi tanpa biaya, misalnya merubah prosedur pengoperasian
- b) Langkah-langkah perbaikan dengan biaya yang rendah
- c) Langkah-langkah dengan investasi kecil
- d) Langkah-langkah dengan investasi besar.

## 3.5 Analisis Data

### 3.5.1 Teknik Analisis Perhitungan Beban Energi Listrik

Teknik analisis perhitungan beban energi listrik digunakan untuk melihat tujuan penelitian tentang penggunaan beban energi listrik pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk. Oleh karena itu analisis data yang digunakan untuk melihat beban listrik di PT

Perusahaan Gas Negara Tbk adalah melalui data primer yang di lihat setiap bulan selama satu tahun. Data primer didapatkan berdasarkan hasil pengukuran dari:

4. Power Analyzer/Data Taker
5. Lux Meter
6. Thermometer/Data Logger

### **3.5.2 Teknik Analisis Data Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE)**

Teknik analisis data konsumsi energi digunakan untuk melihat tujuan penelitian tentang konsumsi energi listrik pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk. maka akan digunakan perhitungan yang sesuai dengan standar nasional Indonesia pada prosedur audit energi pada bangunan gedung, bahwa konsumsi energi adalah perbandingan besarnya energi yang dikonsumsi dengan satuan luas bangunan gedung dalam periode tertentu ( $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{tahun}$ ). Cara menghitung IKE dapat dilihat Persamaan yang digunakan untuk menghitung IKE adalah sebagai berikut :

$$\text{IKE } (\text{kWh}/\text{m}^2) = \frac{\text{Total kosumsi energi listrik}}{\text{Luas area}}$$

Hasil yang diperoleh dari rumus tersebut selanjutnya di lakukan interpretasi sesuai dengan tabel berikut ini:

Tabel 3.2 IKE Bangunan Gedung tanpa AC

Kriteria	Konsumsi energi Spesifik ( $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{Bulan}$ )
Sangat Efisien	Kecil dari 3,4
Efisien	3,4 sampai dengan kecil dari 5,6
Cukup Efisien	5,6 sampai dengan lebih kecil dari 7,4
Boros	Lebih besar dari 7,4

Sumber: Setyodewanti, (2006)

Tabel 3.3 IKE Bangunan Gedung Ber-AC

Kriteria	Konsumsi energi Spesifik (kWh/m <sup>2</sup> /Bulan)
Sangat Efisien	Kecil dari 8,5
Efisien	8,5 sampai dengan kecil dari 14
Cukup Efisien	14 sampai dengan lebih kecil dari 18,5
Boros	Lebih besar dari 18,5

Sumber: Setyodewanti, (2006)

### 3.5.3 Analisis Sistem/Fasilitas

Analisis sistem/fasilitas digunakan untuk melihat tujuan penelitian tentang besaran penghematan biaya dan aktivitas yang dilakukan untuk besaran penghematan biaya efisiensi konsumsi energi yang bisa dihemat dengan mereduksi gas rumah kaca dan aktivitas yang dilakukan untuk mereduksi gas rumah kaca di PT Perusahaan Gas Negara Tbk peneliti melakukan analisa *financial assessment*, untuk dapat melakukan analisa *financial assessment* maka diperlukan beberapa perhitungan untuk mendapatkan potensi penghematan, konsumsi energi listrik perhari, dan biaya yang dikeluarkan perbulan untuk suatu peralatan listrik yang mengonsumsi energi cukup besar.

Untuk melihat potensi efisiensi yang merupakan hasil analisis IKE yang akan dibandingkan dengan standar yang digunakan. Jika didapati IKE lebih besar dari IKE standar, maka akan ada potensi penghematan. Berikut ini adalah cara perhitungan penghematan biaya energi listrik dengan mereduksi gas rumah kaca yang akan digunakan dalam penelitian ini, (Mukarom, 2014):

$$\text{Konsumsi kWh per hari} = \frac{\sum \text{watt} \times \text{jampenggunaan per hari}}{1000}$$

Keterangan:

$\Sigma$  watt : Total daya yang digunakan peralatan listrik

Biaya pemakaian listrik perbulan = (kWh x TDL)

Keterangan:

kWh : Daya yang terpakai perhari

TDL : Tarif dasar listrik (Sesuai Golongan)

## **BAB IV**

### **GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN**

#### **4.1 Sejarah Stasiun Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk**

Stasiun Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk merupakan fasilitas untuk menerima gas alam dari Pertamina dan menyalurkan ke PGN SBU Transmisi Sumatera-Jawa, PGN-UTSJ Stasiun Muara Bekasi Jawa Barat, Stasiun Muara Gembong Bekasi, Pondok Dua Bekasi, Hurip Jaya, Pinggir Laut Muara Gembong dan Desa Babalan-Muara Gembong. Stasiun Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk terletak di Jalan Raya Pekayon No 52, RT.009/RW.001, Kelurahan Pekayon Jaya, Kecamatan Bekasi Selatan Kota Bekasi Jawa Barat.

Fasilitas yang tersedia di Stasiun Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk terdiri atas bangunan gedung kontrol, instalasi pipa gas alam, diesel engine generator, lampu pencahayaan luar dan sistem kelistrikan. Pada operasi normal kebutuhan listrik diperoleh dari Pertamina dengan kapasitas daya terpasang 30 kVA, sedangkan sumber energi listrik cadangan diperoleh dari *Diesel Engine Generator* (DEG) dengan kapasitas terpasang 35 kVA (28 kW) yang akan menyala secara otomatis apabila suplai energi listrik dari Pertamina terhenti.

#### **4.2 Visi dan Misi Stasiun Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk**

Dalam mencapai visinya menjadi perusahaan energi kelas dunia di bidang pemanfaatan gas bumi, Stasiun Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk mempunyai misi untuk meningkatkan nilai tambah perusahaan bagi pemangku kepentingan melalui:

1. Penguatan bisnis inti di bidang transportasi, niaga gas bumi dan pengembangannya
2. Pengembangan usaha pengolahan gas
3. Pengembangan usaha jasa operasi, pemeliharaan dan keteknikan yang berkaitan dengan industri migas

4. Profitisasi sumber daya dan aset perusahaan dengan mengembangkan usaha lainnya.

#### **4.3 Tugas Pokok dan Fungsi Stasiun Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk**

Tugas pokok dan fungsi dari masing-masing divisi Stasiun Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk, adalah sebagai berikut:

1. Departemen Komunikasi Korporat
  - a. Fungsi Departemen Komunikasi Korporat mempunyai fungsi serta tanggung jawab dalam penyusunan kebijakan, perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian strategi komunikasi dengan masyarakat, media dan lembaga swasta berdasarkan prinsip keterbukaan informasi serta mengelola publisitas internal dalam rangka mempertahankan reputasi dan citra perusahaan.
  - b. Tugas Departemen Komunikasi KorporatUntuk menjalankan fungsinya, Departemen Komunikasi Korporat mempunyai tugas :
    - 1) Menyusun kebijakan dan strategi serta bertanggung jawab terhadap pengelolaan informasi, komunikasi kehumasan serta media informasi eksternal dan internal perusahaan
    - 2) Mengendalikan pelaksanaan komunikasi korporat di SBU dan Proyek.
2. Divisi K3PL
  - a. Fungsi Divisi K3PL Divisi K3PL mempunyai fungsi dan tanggung jawab menyusun kebijakan serta monitoring pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja, serta pengelolaan lingkungan di seluruh wilayah kerja perusahaan
  - b. Untuk menjalankan fungsinya, Divisi K3PL mempunyai tugas:
    - 1) Mengendalikan penyusunan kebijakan dan strategi, serta memonitor pelaksanaan K3PL di seluruh wilayah kerja perusahaan
    - 2) Mengendalikan penyusunan dan evaluasi sistem manajemen K3PL

- 3) Mengendalikan pelaksanaan identifikasi dan evaluasi terhadap potensi bahaya terkait dengan pengelolaan K3PL
- 4) Melaksanakan pembinaan dan koordinasi terhadap pelaksanaan bidang K3 dan Pengelolaan Lingkungan
- 5) Mengkoordinir dan mengevaluasi penyusunan studi AMDAL (Analisa Mengenai Dampak Lingkungan) dan studi lingkungan lain atas proyek yang akan dibangun perusahaan
- 6) Mengkoordinir dan mengevaluasi pelaksanaan Pemantauan dan Pengelolaan Lingkungan serta Penanggulangan Pencemaran Lingkungan termasuk dampak sosial ekonomi pelaksanaan konstruksi dan operasi perusahaan
- 7) Memastikan bahwa pelaksanaan K3 dan pengelolaan lingkungan oleh seluruh fungsi di perusahaan telah sesuai dengan ketentuan perundang-undangan yang berlaku.

### 3. Divisi Operasi

- a. Fungsi Operasi memiliki fungsi dan tanggung dalam penyusunan kebijakan, perencanaan, pengendalian operasi, integritas jaringan pipa distribusi, transmisi, moda transportasi lain dan sarana penunjangnya, serta aset operasi termasuk komoditi gas.
- b. Untuk menjalankan fungsinya, Divisi Operasi mempunyai tugas:
  - 1) Menyusun kebijakan dan strategi serta bertanggung jawab terhadap pengendalian operasi jaringan pipa distribusi, transmisi dan modal transportasi lain beserta sarana penunjangnya
  - 2) Menyusun kebijakan dan strategi serta bertanggung jawab terhadap perencanaan pengendalian manajemen integritas jaringan pipa distribusi, transmisi dan moda transportasi lain beserta sarana penunjangnya
  - 3) Mengendalikan tindak lanjut hasil evaluasi kehandalan jaringan pipa transmisi dan distribusi gas bumi eksisting beserta fasilitas penunjangnya

- 4) Menyusun kebijakan dan strategi serta bertanggung jawab terhadap pengendalian aset operasi termasuk komoditi gas
- 5) Memberikan rekomendasi atas usulan unit tentang penghapusan aset jaringan, pengalihan dan penutupan asuransi aset operasi.

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN DAN ANALISA PENELITIAN**

#### **5.1 Profil Beban Energi pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

##### **5.1.1 Distribusi Beban Utama di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Distribusi beban utama yaitu listrik di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk dapat dibagi menjadi beberapa bagian yaitu sebagai berikut:

1. Sumber Pertamina, 30 kVA, 380 Volt, 3 fasa dan 50 Hz
2. Satu Unit *Diesel Engine Generator* (DEG) 35 kVA (28 kW), 380 Volt
3. Distribusi Beban LP *Indoor Lighting*, 380 Volt & 220 Volt
4. Distribusi Beban LP *Outdoor Lighting*, 380 Volt & 220 Volt
5. UPS-1, UPS-2 dan *Bypass Trafo* serta Pompa sumur air (*deep well* yang sudah tidak beroperasi).

Berdasarkan hasil pengamatan, pencatatan dan pengukuran pada tanggal 2 Februari 2022 dengan menggunakan *Clamp On Ampere Meter* dan *Power Quality Analyzer* (PQA) di panel *incoming* (panel utama), diperoleh data dan informasi sebagaimana disampaikan pada penjelasan berikut:

##### **5.1.1.1 Distribusi Listrik di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Pengukuran secara langsung dilakukan di panel *incoming* (panel utama), hasil pengukuran sebagaimana terdapat pada tabel 5.1 dibawah ini:

Tabel 5.1 Energi Listrik Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Distribusi Energi	kWh/Hari	Persentase (%)
<i>LP Indoor</i>	108.26	31
<i>Outdoor Lighting</i>	96	28
UPS-1	70.93	20
UPS-2	70.93	20
<i>Deep Well</i>	0	0
Total	346.12	100

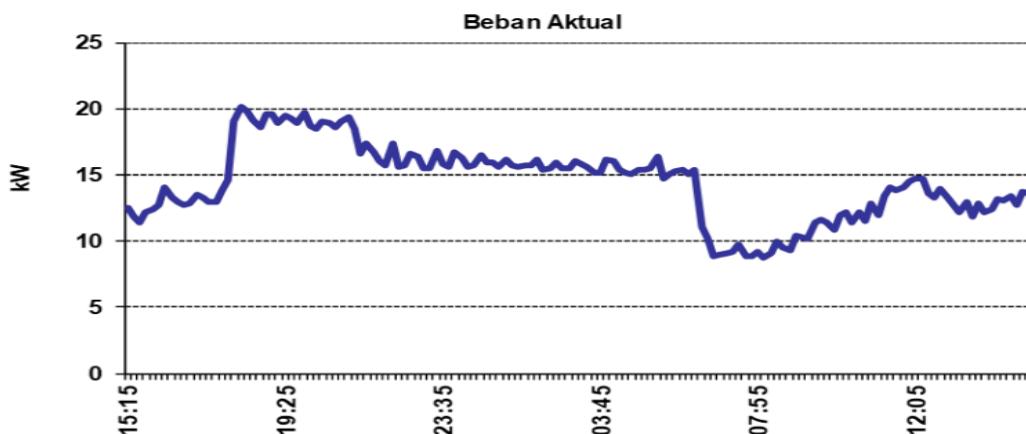
Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan tabel 5.1 dapat ditemukan bahwa :

1. Total konsumsi energi listrik pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk yang terbesar ditempati oleh Panel LP *Indoor* dimana Gedung Kontrol sebesar 31%, Panel *Outdoor Lighting* sebesar 28%, *Feeder UPS-1* dan *UPS-2* masing-masing sebesar 20%
2. Panel LP *Indoor* yaitu panel untuk peralatan AC, lampu, stop kontak, *exhaust fan*, dan peralatan lain
3. Energi listrik harian hasil pengukuran sebesar 346.12 kWh/hari atau 10.388,55 kWh/bulan.

#### **5.1.1.2 Profil Beban di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Pengukuran profil beban dilakukan pada panel *incoming* (panel utama). Hasil pengukuran sebagaimana pada gambar 5.1 berikut ini :



**Gambar 5.1 Profil Beban *Incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Sumber: Data Primer Tahun 2022

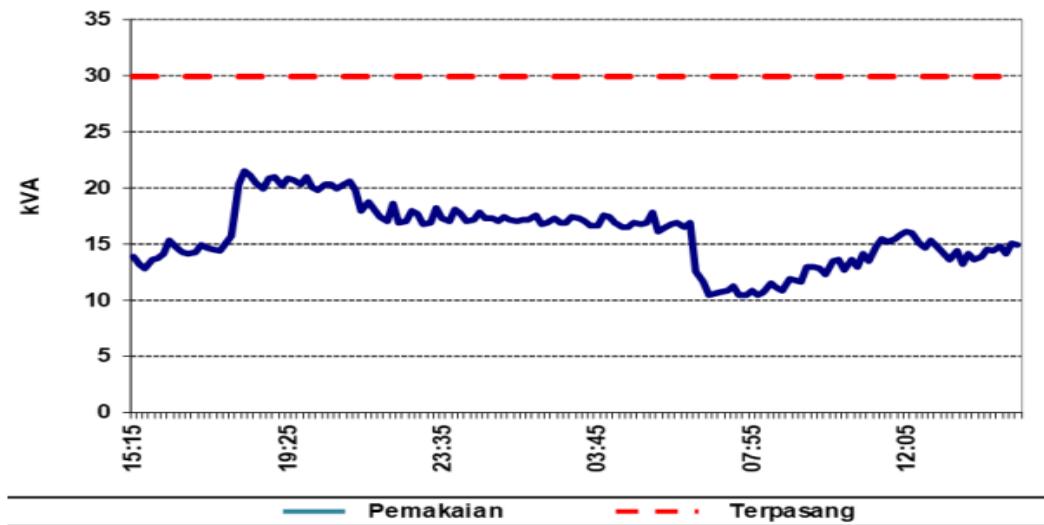
Berdasarkan gambar 5.1 dapat diketahui bahwa:

1. Pemakaian listrik pada siang hari terlihat beban mulai naik pada pukul 06.45 WIB dan terus naik secara bertahap seiring dengan mulainya jam kerja, beban

- mencapai puncaknya pada pukul 12.05 WIB sebesar 14.73 kW, kemudian beban cenderung turun dan tetap sebesar 12 kW sampai sore hari
2. Waktu sore hari pukul 18.07 WIB ada kenaikan beban sekitar 8 kW, dikarenakan beban *lighting outdoor* mulai menyala, dan lampu *lighting outdoor* mati pada pukul 18.05 WIB, hal ini terlihat pada jam tersebut beban turun sekitar 8 kW
  3. Untuk beban malam terlihat beban terus turun seiring dengan tidak adanya kegiatan dan terus turun hingga beban sekitar 11 kW (diluar beban lampu luar)
  4. Beban listrik maksimum sebesar 20.16 kW. Beban terendah sebesar 8.87 kW dan beban rata-rata sebesar 14.42 kW

#### **5.1.1.3 Profil Daya Terpakai dan Daya Terpasang di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Pengukuran profil daya terpakai dan daya terpasang dilakukan pada panel *incoming* (panel utama). Aktual daya pembebanan terhadap kapasitas daya terpasang berdasarkan hasil pengukuran langsung dapat disampaikan pada gambar 5.2 berikut ini:



**Gambar 5.2 Profil Pemakaian Daya Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan gambar 5.2 dapat disampaikan bahwa:

1. Daya terpakai sebesar 21.49 kVA dan daya terpasang sebesar 30 kVA, sehingga penggunaan daya listrik sebesar 71.63%
2. Hal ini masih memenuhi batasan aman pembebanan peralatan pengaman MCCB pada *Incoming*, yaitu maksimum 80% dari kapasitas terpasang.

#### **5.1.1.4 Kualitas Daya Listrik di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas daya listrik dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut ini:

**Tabel 5.2 Hasil Pengukuran Kualitas Daya Listrik Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Periode Pengamatan	02-02-2022, 15:30:10 WIB			03-02-2022, 15:30:10 WIB		
Parameter			Keterangan	Acuan/Standar		
<i>Power Factor</i>			Memenuhi Standar	PLN		
Minimum	0.84			$\geq 0.85$		
Rata-Rata	0.90					
Maksimum	0.94		Memenuhi Standar			
<i>Voltege Unbalance</i>				ANSI C84. 1-1995		
Minimum	0.19%			$\leq 3\%$		
Rata-Rata	0.59%					
Maksimum	1.01%		<span style="color:red;">Tidak Memenuhi Standar</span>	$\leq 20\%$		
<i>Current Unbalance</i>				ANSI C84. 1-1995		
Minimum	7.43%			$\leq 5\%$		
Rata-Rata	21.89%					
Maksimum	30.94%		Memenuhi Standar	Permen ESDM No 04 Tahun 2009		
THD Voltege	R	S		$\leq 5\%$		
Minimum	1.91%	1.52%		Permen ESDM No 04 Tahun 2009		
Rata-Rata	2.04%	1.73%		$\leq 5\%$		
Maksimum	2.71%	2.10%	<span style="color:red;">Tidak Memenuhi Standar</span>	Permen ESDM No 04 Tahun 2009		
THD Current	R	S		$\leq 5\%$		
Minimum	13.96%	18.22%		Permen ESDM No 04 Tahun 2009		
Rata-Rata	18.61%	27.82%		$\leq 5\%$		
Maksimum	27.63%	46.28%	Memenuhi Standar	Permen ESDM No 04 Tahun 2009		
Voltege	R	S		$228V \sim 231V$		
Minimum	222.75	224.41				
Rata-Rata	223.74	225.90				
Maksimum	225.25	227.16	Memenuhi Standar			
Frequency						
Minimum	50.26					

Rata-Rata	50.26		Permen ESDM No 04 Tahun 2009
Maksimum	50.27		49.5Hz ~ 50.5V

Sumber: Data Pimer Tahun 2022

Keterangan:

Fasa R, Fasa S, Fasa T hanya penyimbolan untuk membedakan antara Fasa 1, Fasa 2, dan Fasa 3.

Berdasarkan tabel 5.3 dapat disampaikan beberapa hal sebagai berikut :

1. Aktual faktor daya (*cosphi*) terendah adalah 0.84, rata-rata adalah 0.90 dan maksimum adalah 0.94 hasil tersebut dinilai masih memenuhi standar PLN ( $\geq 0.85$ ).
2. Aktual tegangan yang disuplai dari Pertamina, rata-rata adalah Fasa R = 223.74 V, fasa S = 225.9 V dan fasa T = 225.1 V, hasil tersebut dinilai masih memenuhi standar. Standar berdasarkan Permen ESDM Nomor 4 Tahun 2009 adalah  $198 \leq V \leq 231$
3. Aktual ketidakseimbangan tegangan, minimum 0.19%, ratarata 0.59% dan maksimum 1.01%, hal tersebut dinilai masih memenuhi standar, diketahui bahwa standar ANSI C84.1-1995 adalah  $\leq 3\%$
4. Aktual ketidakseimbangan arus, minimum 7.43%, rata-rata 21.89% dan maksimum 30.94%, hal tersebut dinilai tidak memenuhi standar, diketahui bahwa standar ANSI C84.1-1995 adalah  $\leq 20\%$ , adanya ketidak seimbangan arus di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara.Tbk karena nilai arus pada setiap fasa memiliki nilai minimum dan maksimum pada waktu yang berbeda. Ketidakseimbangan beban dikarenakan penggunaan arus pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk bermacam-macam seperti AC, server, komputer, *endpoint video conference*, TV, kulkas, dispenser, lampu, laptop, printer, dispenser, wifi, swicth hub, modem, mesin fotokopi, sound sistem, kamera CCTV, dan lain-lain. Beragam nya penggunaan arus listrik aktif sehingga terjadi ketidakseimbangan beban, ketidakseimbangan beban ini dapat menyebabkan peralatan listrik cepat rusak dan pemborosan energi (kWh). Oleh karena perlu dilakukan upaya mengurangi besarnya

ketidakseimbangan. Untuk itu perlu dilakukan penyeimbangan beban dengan cara melakukan pemerataan penggunaan pada masing-masing fasa R, S, T.

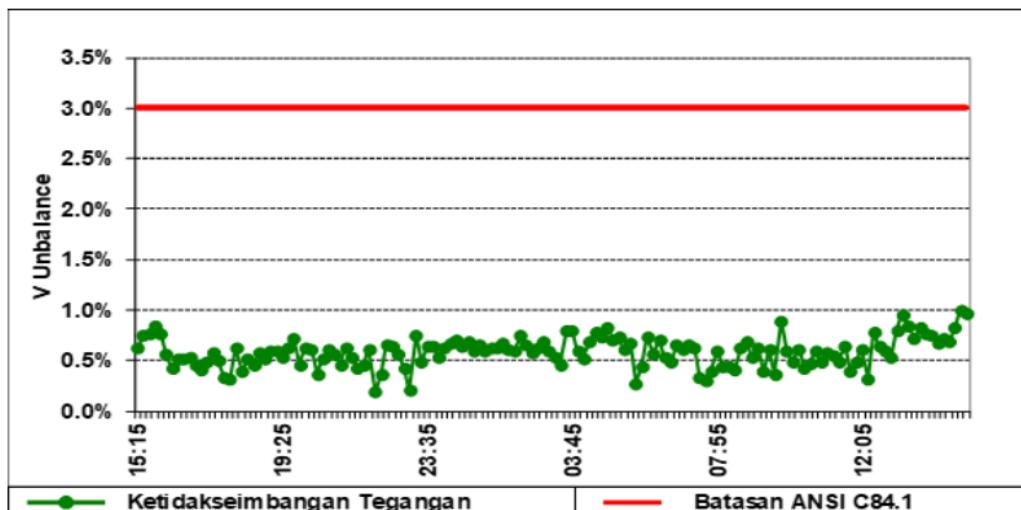
5. Aktual Total Harmonisa Tegangan (THD V), rata-rata adalah fasa R = 2.04%, fasa S = 1.73%, dan fasa T = 1.75%, hal tersebut dinilai masih memenuhi standar Permen ESDM Nomor 4 Tahun 2009 yaitu  $\leq 5\%$
6. Aktual Total Harmonisa Arus (THD I) rata-rata adalah fasa R = 18.61%, fasa S = 27.83%, dan fasa T = 21.73%, hal tersebut dinilai tidak memenuhi standar Permen ESDM Nomor 4 Tahun 2009 yaitu  $\leq 5\%$ . Total Harmonisa Arus (THD I) pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara.Tbk yang belum memenuhi standar dikarenakan batasan harmonisa arus berada pada Fasa T dan Fasa R memiliki nilai maksimum harmonisa arus yang melebihi batasan yang diijinkan sebesar 5%, semakin lama hal ini akan menimbulkan kerusakan peralatan akibat harmonisa arus karena semakin besar persentase THD ini, menyebabkan semakin besarnya risiko kerusakan peralatan akibat harmonisa yang terjadi pada arus maupun tegangan. Oleh karena itu perlu adanya upaya perbaikan untuk meredam atau mereduksi harmonisa arus pada *Sub Distribution Panel* (SDP) agar sesuai dengan batasan yang diijinkan.
7. Aktual Frekuensi (Hz), minimum 50.26 Hz, rata-rata 50.26 Hz dan maksimum 50.7 Hz, hal tersebut dinilai masih memenuhi standar Permen ESDM Nomor 4 Tahun 2009 yaitu 49.5 Hz ~ 50.5 Hz.

Hasil pengukuran di atas dapat disimpulkan bahwa kualitas daya kelistrikan pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara.Tbk pada umumnya sudah memenuhi standar yang berlaku, sehingga dengan adanya penggunaan kualitas kelistrikan yang sesuai dengan standar maka ini akan berdampak pada adanya jaminan suplai sistem tegangan dalam keadaan setimbang serta memberikan suplai daya dengan keandalan tinggi dengan prosentase waktu layanan yang tinggi dimana sistem dapat melayani beban secara efektif. Namun jika arus dalam keadaan tidak seimbang atau tidak memenuhi standar yang tetapkan oleh ANSI C84.1-1995, diketahui bahwa ANSI C84.1-1995 digunakan untuk pengaturan tegangan pada gardu induk dan THD Arus yang belum memenuhi karena nilainya masih di atas standar yang sudah ditetapkan oleh Permen ESDM Nomor 13 Tahun 2012 tentang

Penghematan Pemakaian Listrik, maka ini akan berdampak pada beberapa hal antara lain:

1. Menimbulkan harmonis, dapat mempercepat kecepatan (rms) dan puncak nilai dari suatu bentuk gelombang. Dapat dikatakan juga bahwa peralatan dapat menerima tegangan puncak paling tinggi yang membahayakan serta dapat juga mengakibatkan kegagalan tegangan tinggi
2. Menyebabkan pemanasan, suara bising, serta dapat mengurangi umur dari kapasitor, sekering, trafo, kabel, dan peralatan lainnya (dalam kondisi luar beban puncak)
3. Kerugian pada jalur transmisi, generator, kabel, trafo dan motor AC dapat mengalami kegagalan komponen sistem tenaga dan beban berlebih pada konsumen diakibatkan dari gangguan yang tak terduga.

Berikut ini adalah hasil pengukuran profil ketidakseimbangan tegangan *incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk, yaitu sebagaimana pada gambar 5.3 berikut:



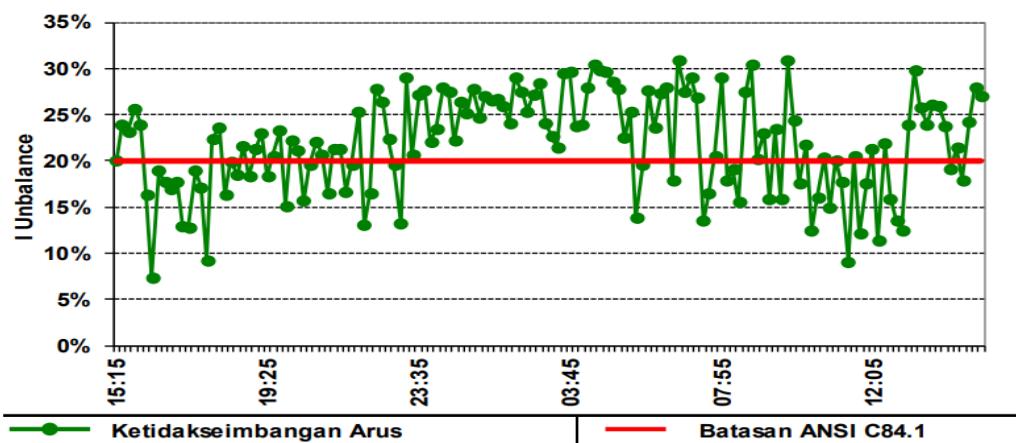
**Gambar 5.3 Profil Ketidakseimbangan Tegangan Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan gambar 5.3 diketahui bahwa peneliti menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer* PQ3100 merk HIOKI, dari hasil pengukuran profil ketidakseimbangan tegangan *incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan

Gas Negara Tbk diperoleh nilai daya aktif tertinggi berada di atas pukul 12:05 WIB sebesar 1% sedangkan daya tegangan listrik terendah berada antara pukul 19:25 sampai dengan 23:35 WIB. Dengan demikian daya aktif yang digunakan oleh Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk masih di bawah batasan standar ANSI C84.1-1995 sebesar 3%, tidak melebihi batasan standar ANSI C84.1-1995 dikarenakan penggunaan aktif daya listrik hanya pada waktu jam kerja di mana banyak beban listrik yang digunakan beserta lampu baru mulai di hidupkan sehingga menimbulkan adanya kenaikan tegangan. Kemudian setelah jam kerja kantor Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk, beban listrik pun mulai sedikit yang dipakai dan lampu tidak dihidupkan semua sehingga tegangan mulai menurun.

Adanya ke tidak seimbangan arus listrik juga dapat dilihat dari hasil pengukuran profil ketidakseimbangan arus *incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk yaitu sebagaimana pada gambar 5.4 berikut:



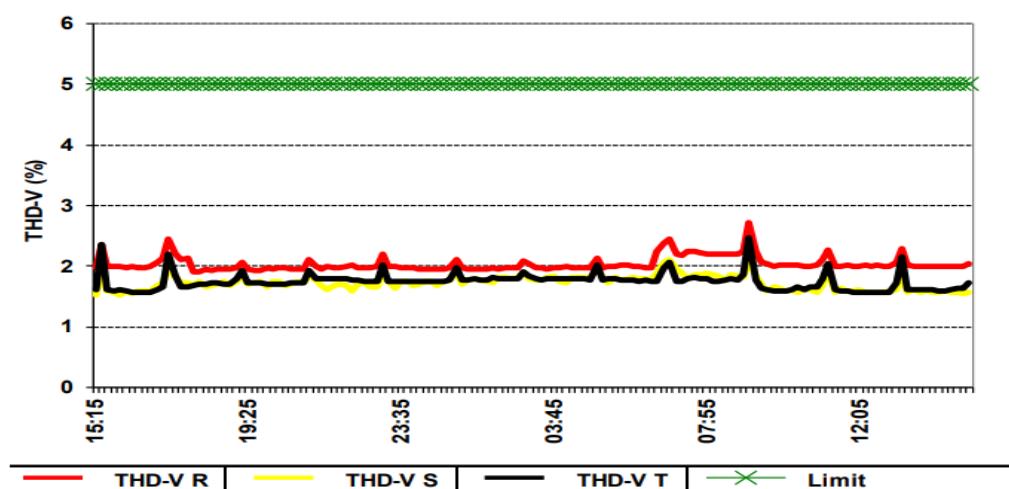
**Gambar 5.4 Profil Ketidakseimbangan Arus Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan gambar 5.4 diketahui bahwa peneliti menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer* PQ3100 merk HIOKI, dari hasil pengukuran profil ketidakseimbangan arus Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk diperoleh nilai daya aktif tertinggi berada pada pukul 07.55 WIB sampai lebih

dari pukul 12:05 WIB, dengan penggunaan daya aktif lebih dari 30%, hal ini melebihi standar ketentuan dari ANSI C84.1-1995 sebesar 20%, tingginya penggunaan arus listrik dikarenakan banyaknya peralatan kerja yang digunakan oleh karyawan. Sedangkan arus listrik mulai menurun pada pukul 15:15 WIB sampai dengan pukul 19:25 WIB di mana daya listrik yang digunakan 8-9%, di mana arus pada jam tersebut berada di bawah batasan standar ANSI C84.1-1995 sebesar 20% hal itu dikarenakan peralatan kerja sudah banyak yang dimatikan dan sebagian lampu di ruangan mulai dimatikan.

Sementara itu hasil pengukuran Total Harmonica Distorsi (THD) tegangan *incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk yaitu sebagaimana pada gambar 5.5 berikut:



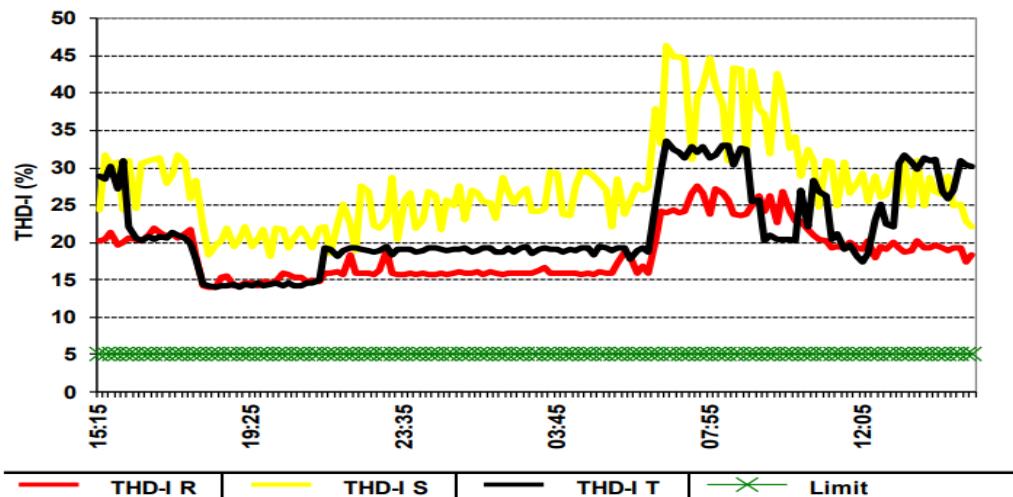
**Gambar 5.5 THD Tegangan *Incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan gambar 5.5 diketahui bahwa peneliti menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer* PQ3100 merk HIOKI, dari hasil pengukuran Total Harmonisa Distorsi (THD) tegangan *incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk diketahui bahwa nilai harmonisasi arus baik fase R, fase S dan fase T puncak arus di atas pukul 07:55 WIB dengan nilai harmonisasi arus sebesar 2.9% sehingga hal ini berada di bawah limit standar ketentuan dari

ANSI C84.1-1995 sebesar 5%. Artinya tegangan arus yang berada di bawah limit ANSI C84.1-1995 risiko kerusakan peralatan listrik juga akan semakin kecil.

Adanya ke tidak seimbangan juga terlihat dari hasil pengukuran Total Harmonisa Distorsi (THD) arus *incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk yaitu sebagaimana pada gambar 5.6 berikut:



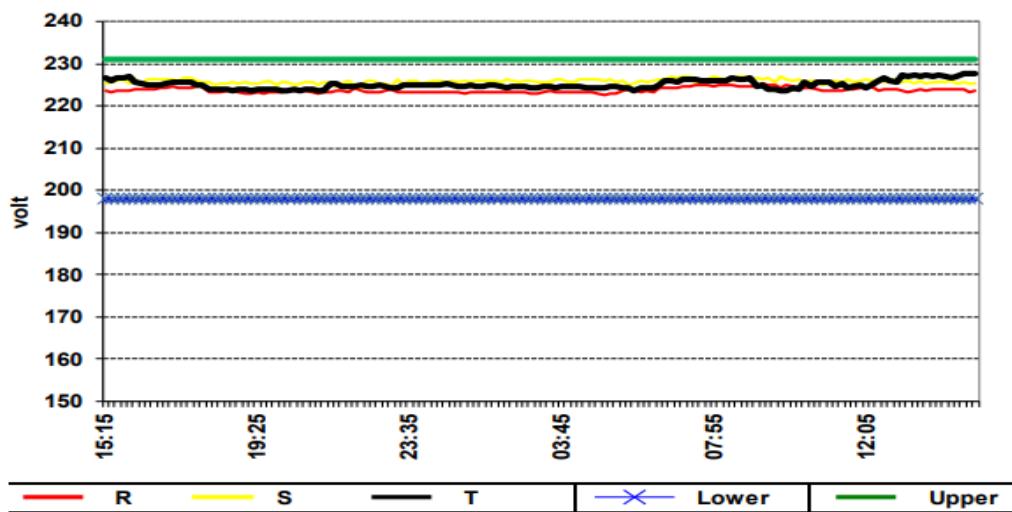
**Gambar 5.6 THD Arus *Incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan gambar 5.6 diketahui bahwa peneliti menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer* PQ3100 merk HIOKI, dari hasil pengukuran Total Harmonisa Distorsi (THD) arus *incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk diketahui bahwa nilai harmonisasi arus baik fase R, fase S dan fase T puncak arus berada sebelum pukul 07:55 WB sampai dengan pukul 07:55 WIB dengan puncak arus tertinggi ada pada fase S dengan nilai harmonisasi arus sebesar 45% yang terjadi sebelum pukul 07:55 WIB, diikuti oleh fase T dengan nilai harmonisasi arus sebesar 34% dan fase R dengan nilai harmonisasi arus sebesar 26% yang terjadi pada pukul 07:55 WIB. Berdasarkan data tersebut maka Total Harmonisa Distorsi (THD) arus *incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk berada di atas limit standar ketentuan dari ANSI C84.1-1995 sebesar 5%. Artinya penggunaan arus listrik yang

besar menyebabkan semakin besarnya risiko kerusakan peralatan akibat harmonis arus yang tidak stabil.

Ke tidak seimbangan arus tidak hanya terjadi pada THD saja melainkan juga pada peggunaan arus aktif, berikut ini adalah hasil pengukuran profil tegangan *incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk yaitu sebagaimana pada gambar 5.7 berikut:



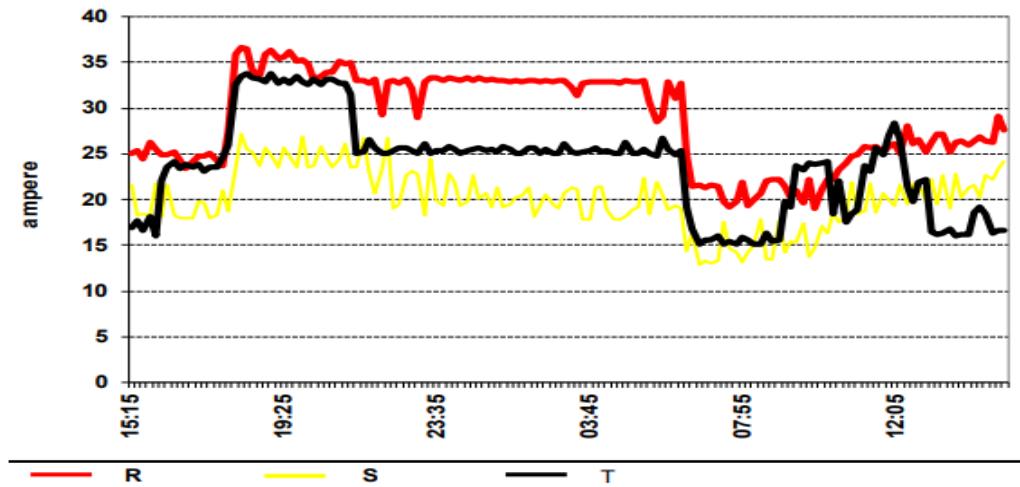
**Gambar 5.7 Profil Tegangan *Incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Sumber: Data Primer Tahun 2021

Berdasarkan gambar 5.7 diketahui bahwa peneliti menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer* PQ3100 merk HIOKI, dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa profil tegangan *incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk baik fase R, fase S dan fase T berada di bawah standar ketentuan dari ANSI C84.1-1995 sebesar 230 Volt, di mana puncak tegangan arus mulai meningkat pada pukul 07:55 WIB 225 Volt meningkat setelah pukul 12:05 WIB sebesar 229 Volt. Hal itu terjadi dikarenakan pada jam-jam tersebut semua peralatan kerja mulai akan di gunakan dan lampu di ruang kerja juga mulai di hidupkan secara bersama-sama sehingga ada peningkatan tegangan arus listrik.

Mulai adanya peningkatan tegangan juga berdampak pada meningkatnya arus listrik hal itu terlihat dari hasil pengukuran profil arus *incoming* Stasiun Gas

Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk yaitu sebagaimana pada gambar 5.8 berikut:

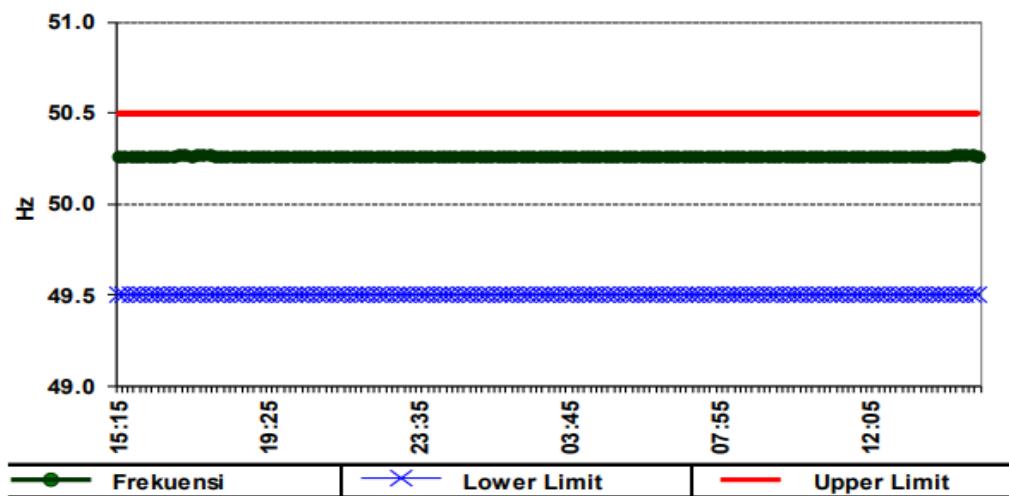


**Gambar 5.8 Profil Arus *Incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan gambar 5.8 diketahui bahwa peneliti menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer* PQ3100 merk HIOKI, dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa profil arus *incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk baik fase R, fase S dan fase T meningkat pada pukul 19:25 WIB sebesar 35 ampere hal itu terjadi dikarenakan adanya tambahan penggunaan arus pada lampu di sejumlah titik, serta arus cenderung stabil mulai pukul 23:35 WIB sampai dengan menjelang pukul 07:55 WIB. Sementara itu pada pukul 07:55 WIB sampai dengan menjelang pukul 12:05 WIB arus berada pada nilai terendah baik fase R, fase S dan fase T dengan rata-rata arus sebesar 15 ampere.

Namun dari hasil pengukuran profil frekuensi *incoming* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk menunjukkan nilai yang cukup baik karena memiliki nilai di atas nilai minimum dan di bawah nilai maksimum, untuk lebih jelas dapat dilihat dalam gambar 5.8 berikut:



**Gambar 5.9 Profil Frekuensi Incoming Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan gambar 5.9 dapat dilihat bahwa nilai frekuensi yang terukur pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk dalam kondisi yang baik. Nilai frekuensi terukur stabil mulai dari pukul 15:15 sampai dengan di atas pukul 12:05 WIB di mana nilai berada di atas nilai minimum dan di bawah nilai maksimum sebesar 50.3 Hz. Hal tersebut masih dalam batasan standar frekuensi yang baik. Karena untuk menghasilkan mutu listrik yang baik harus memiliki batas toleransi frekuensi sebesar 1% dari frekuensi standar 50 Hz. Maka toleransinya adalah  $49,5 - 50,5$ . Jadi untuk frekuensi minimum dan maksimum Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk masih dalam batas toleransi.

### 5.1.2 Distribusi Beban Gedung Kontrol di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Gedung Kontrol terdapat di dalam area Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk merupakan bangunan utama yang berfungsi sebagai ruang kerja operator untuk mengontrol operasional penyaluran gas. Gedung kontrol

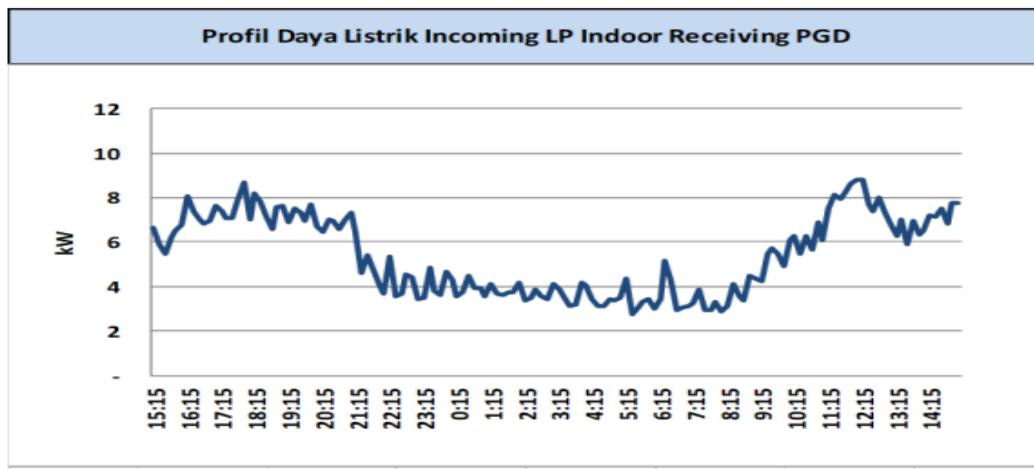
terdiri dari satu lantai, dengan luas total mencapai  $437.3\text{ m}^2$  dengan rincian luas gedung yang ber-AC seluas  $427.2\text{ m}^2$  dan gedung kontrol yang tidak atau non-AC seluas  $10,1\text{ m}^2$ . Fungsi ruangan selain ruang operator, juga terdiri dari ruang *office*, *meeting*, ruang server (*IT room*), ruang elektrikal, *storage*, ruang *battery*, *pantry*, *koridor* dan *toilet*.

Jam kerja operasional gedung kontrol ini adalah dari jam 07.00 WIB sampai 19.00 WIB untuk *shift* kerja 1 dan pada malam hari dari jam 19.00 WIB sampai 07.00 WIB untuk *shift* kerja 2. Tidak ada operator yang bertugas, pemeriksaan dilakukan oleh bagian keamanan. Suplai listrik diperoleh dari panel utama yang terdapat di dalam gedung kontrol. Peralatan pengguna energi terdiri dari AC, lampu penerangan gedung, dan peralatan lain seperti komputer, printer, mesin *fotocopy* dan lainnya

Pengamatan, pencatatan dan pengukuran pada gedung kontrol dilakukan pada tanggal 02 Februari 2022. Untuk mengetahui konsumsi dan kualitas listrik, maka dilakukan pengukuran langsung dengan menggunakan alat ukur *Electrical Power Analyzer*.

#### **5.1.2.1 Profil Beban Gedung Kontrol di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Jam kerja operasional gedung kontrol ini adalah dari jam 07:00 sampai 19.00 WIB untuk *shift* kerja 1 dan pada malam hari dari jam 19:00 sampai 07:00 WIB untuk shift kerja 2. Tidak ada operator yang bertugas, pemeriksaan dilakukan oleh bagian keamanan. Suplai listrik diperoleh dari panel utama yang terdapat di dalam Gedung kontrol. Peralatan pengguna energi terdiri dari AC, lampu penerangan gedung, dan peralatan lain seperti komputer, printer, mesin *fotocopy* dan lainnya. Adapun profil beban listrik pada panel *indoor load* panel dapat digambarkan pada gambar 5.10 berikut ini:



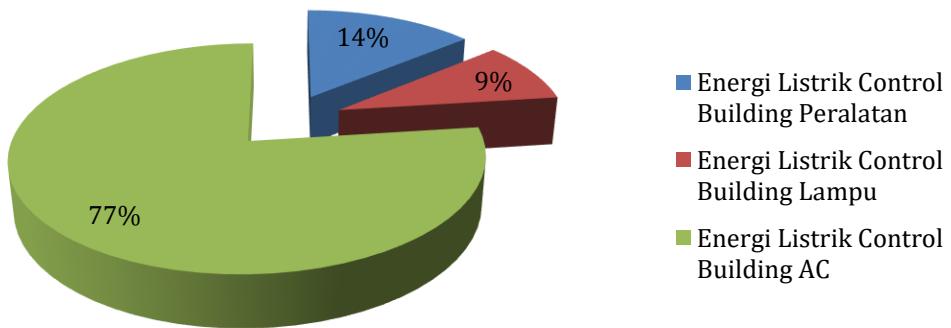
**Gambar 5.10 Profil Beban Gedung Kontrol Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan gambar 5.10 profil beban listrik pada panel *indoor load* panel di ukur menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer* PQ3100 merk HIOKI, berdasarkan hasil pengukuran diketahui bahwa pemakaian listrik pada siang hari terlihat beban mulai naik pada pukul 07:00 WIB dan terus naik secara bertahap seiring dengan mulainya jam kerja, beban mencapai puncaknya pada pukul 12:00 sebesar 8.82 kW, kemudian beban tetap pada beban 6 sampai 8 kW sampai sore hari, namun beban malam terlihat beban mulai turun pada pukul 19:00 WIB dan terus turun seiring dengan tidak adanya kegiatan alam bekerja dan terus turun hingga mencapai beban sekitar 3 sampai 4 kW sementara itu beban listrik maksimum sebesar 8.8 kW. Beban terendah sebesar 2.75 kW dan beban rata-rata sebesar 5.38 kW.

#### **5.1.2.2 Distribusi Energi Listrik Gedung Kontrol di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan, distribusi penggunaan energi listrik gedung kontrol Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk dapat terlihat dari gambar grafik di bawah ini:



**Gambar 5.11 Distribusi Energi Listrik Gedung Kontrol Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan gambar 5.10 dapat diketahui bahwa:

1. Pengguna energi terbesar di gedung kontrol yang ber-AC yang mencapai 77%, tingginya penggunaan energi pada gedung kontrol yang ber-AC dikarenakan tingginya penggunaan AC pada gedung kontrol di mana AC yang ada di gedung kontrol PT. Perusahaan Gas Negara Tbk mulai di hidupkan dari jam 06.00 WIB sampai dengan jam 22.00 WIB dengan jenis AC *refrigerant Freon R22* sebanyak 11 AC dengan rincian daya listrik 1 Pk sebanyak 4 unit, daya listrik 1.5 Pk sebanyak 5 unit dan daya listrik 2 Pk sebanyak 2 unit. Kemudian beban peralatan sebesar 14% seperti mesin *fotocopy*, mesin printer, komputer dan lain-lain. Sedangkan lampu penerangan mengkonsumsi energi sebanyak 9%.
2. Hasil pengukuran dan perhitungan konsumsi harian untuk gedung kontrol adalah sebesar 108.26 kWh/hari.

#### **5.1.2.3 Sistem Tata Cahaya Gedung Kontrol di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Sistem tata cahaya di dalam gedung kontrol Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk sudah menggunakan TL LED (*Tube Luminescent Light Emitting Diode*) 18 Watt yang di tempatkan di dalam rumah lampu (*armature*). Masing-masing *armature* memuat 2 (dua) buah lampu. Untuk toilet menggunakan lampu jenis CFL (*Compact Fluorescent Lamp*) 18 Watt. Secara keseluruhan terdapat sebanyak 79 unit lampu TL LED 18 Watt dan 7 titik lampu CFL. Sistem pencahayaan ruangan *control room*, *IT Room*, *Battery Room* dan *Electrical Room* dioperasikan 24 jam/hari.

Berdasarkan pengamatan, pengukuran dan analisis data, ditemukan bahwa:

1. Sistem tata cahaya sudah dilakukan penggantian lampu jenis TL LED 18 W yang pada awal desain menggunakan lampu TL T8 36W dan rumah lampu yang dilengkapi dengan *reflector*
2. Intensitas daya pencahayaan berdasarkan data hasil perhitungan intensitas daya pencahayaan secara umum memenuhi Standar SNI 6197-2011 sesuai kategori ruangan. Adapun beberapa ruangan yang tidak memenuhi standar SNI 6197-2011 yaitu *storage room*, *IT Room*, Koridor, dan Pantri karena dipengaruhi oleh penggunaan lampu (jumlah dan kapasitas daya) lebih besar dibandingkan dengan dimensi ruangan. Namun pada umumnya sebagian lampu dimatikan bila tidak ada orang yang bekerja di ruangan tersebut
3. Kuat Pencahayaan berdasarkan data hasil pengukuran kuat pencahayaan pada masing-masing ruangan sudah memenuhi standar SNI 6197-2011 sesuai kategori ruangan
4. Sistem penyelaan lampu sudah benar, dibagi berdasarkan *grouping* lampu sesuai saklarnya, *grouping* lampu adalah pembagian kelompok instalasi khususnya di gedung-gedung dengan tujuannya agar tidak terjadi gangguan instalasi pada satu ruangan/blok tertentu sehingga jika terjadi pemadaman tidak semua gedung mengalami pemadaman
5. Pengoperasian lampu sudah cukup baik, pada siang hari sebagian lampu tidak dinyalakan terutama pada ruangan yang pencahayaan luarnya tinggi
6. Sudah memanfaatkan pencahayaan alami

7. Pemeliharaan *armature* lampu belum dilakukan secara maksimal, hal ini terlihat masih banyak *armature* lampu yang permukaannya terhalang debu seperti *control room*, *electrical room*, *battery room*, *koridor* dan *pantry*. Hal ini mengakibatkan pantulan cahaya lampu tidak maksimal

Berikut ini adalah contoh dari hasil pengukuran dan perhitungan intensitas daya pencahayaan pada *Office Room* di PT. Perusahaan Gas Negara Tbk.

$$\begin{aligned}
 \text{Daya terpasang} &= \text{Daya per lampu} \times \text{Jumlah Lampu Terpasang} \\
 &= 18 \text{ watt} \times 14 \text{ buah} \\
 &= 252 \text{ watt} \\
 \text{Luas Bangunan} &= 20.8 \text{ M}^2 \\
 &= \frac{w}{M^2} = \frac{252}{20.8} = 12,11 \approx 12 \text{ w/M}^2
 \end{aligned}$$

Untuk hasil pengukuran dan perhitungan intensitas daya pencahayaan secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 5.3 berikut ini :

Tabel 5.3 Intensitas Daya Lampu Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Stasiun	Nama Bangunan	Nama Ruangan	Intensitas Daya Lampu						Standard SNI 6197-2011 (Watt/m <sup>2</sup> )	Kondisi
			Jenis	Daya (Watt)	Jumlah (Unit)	Total Daya (Watt)	Luas Ruang (m <sup>2</sup> )	Intensitas (Watt/m <sup>2</sup> )		
Stasiun Gas Muara Bekasi	<i>Control Building</i>	<i>Office Room</i>	TL LED 18 W	18	14	252	20.8	12	≤ 12	Memenuhi
		<i>Storage Room</i>	TL LED 18 W	18	8	144	10.6	14	≤ 12	Tidak Memenuhi
		<i>Control Room</i>	TL LED 18 W	18	16	288	23.1	12	≤ 12	Memenuhi
		<i>IT Room</i>	TL LED 18 W	18	8	144	10.8	13	≤ 12	Tidak Memenuhi
		<i>Electrical Room</i>	TL LED 18 W	18	12	216	28.3	8	≤ 12	Memenuhi
		<i>Battery Room</i>	TL LED 18 W	18	8	144	28.3	5	≤ 12	Memenuhi
		Koridor	TL LED 18 W	18	10	180	27.9	6	≤ 5	Tidak Memenuhi
		<i>Pantry</i>	TL LED 18 W	18	2	36	3.9	9	≤ 7	Tidak Memenuhi
		Toilet	TL LED 18 W	18	1	54	20.8	3	≤ 7	Memenuhi
			CFL 18 W	18	2					
<b>Jumlah</b>			<b>81</b>							

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan tabel 5.3 di atas maka dapat diketahui bahwa dari 9 ruangan terdapat 5 ruangan yaitu *office room*, *control room*, *electrical room*, *battery room* dan toilet sudah memenuhi Standard SNI 6197-2011 artinya Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk sudah melakukan penghematan penggunaan energi. Sedangkan 4 (empat) ruangan yaitu *storage room*, *IT room*, koridor dan *pantry* masih belum memenuhi standar Standard SNI 6197-2011 karena penggunaan lampu yang melebih standar yang sudah ditentukan hal ini akan berakibat tingginya konsumsi energi yang pada akhirnya akan meningkatkan pengeluaran biaya energi pada perusahaan. Perlu diketahui bahwa penggunaan daya lampu tidak dibolehkan melebihi nilai yang direkomendasikan Standard SNI 6197-2011 artinya penggunaan lampu harus memiliki nilai sama dengan Standard SNI 6197-2011 atau lebih rendah dari nilai yang direkomendasikan oleh Standard SNI 6197-2011, hal itu dikarenakan apabila memiliki nilai sama atau lebih rendah menunjukkan penggunaan daya lampu itu cukup efisien atau bijak sementara jika melebih dari nilai yang direkomendasikan Standard SNI 6197-2011 menunjukkan penggunaan daya lampu cukup boros sehingga perlu adanya upaya konservasi energi agar tingkat kenyamanan dalam bekerja tetap terjaga dengan baik.

Untuk melihat lebih detail hasil pengukuran Intensitas Daya Lampu Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk, adalah sebagai berikut:

1. *Office room* menggunakan lampu jenis TL LED 18 Watt sebanyak 14 unit sehingga total lampu di *office room* adalah 18 Watt x 14 unit sebanyak 252 Watt pada luas ruangan 20.8 m<sup>2</sup> intensitas lampu yang digunakan dalam ruangan sebanyak 12 Watt/m<sup>2</sup> artinya intensitas daya lampu yang digunakan pada *office room* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk memenuhi standar Standard SNI 6197-2011 yaitu sebesar 12 Watt/m<sup>2</sup>.
2. *Storage room* menggunakan lampu jenis TL LED 18 Watt sebanyak 8 unit sehingga total lampu di *storage room* adalah 18 Watt x 8 unit sebanyak 144 Watt pada luas ruangan 10.6 m<sup>2</sup> intensitas lampu yang digunakan dalam ruangan sebanyak 14 Watt/m<sup>2</sup> artinya intensitas daya lampu yang digunakan pada

*storage room* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk tidak memenuhi standar Standard SNI 6197-2011 sebesar 12 Watt/m<sup>2</sup>.

3. *Control room* menggunakan lampu jenis TL LED 18 Watt sebanyak 16 unit sehingga total lampu di *control room* adalah 18 Watt x 16 unit sebanyak 288 Watt pada luas ruangan 23.1 m<sup>2</sup> intensitas lampu yang digunakan dalam ruangan sebanyak 12 Watt/m<sup>2</sup> artinya intensitas daya lampu yang di gunakan pada *control room* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk memenuhi standar Standard SNI 6197-2011 sebesar 12 Watt/m<sup>2</sup>.
4. *IT room* menggunakan lampu jenis TL LED 18 Watt sebanyak 8 unit sehingga total lampu di *IT room* adalah 18 Watt x 8 unit sebanyak 144 Watt pada luas ruangan 10.8 m<sup>2</sup> intensitas lampu yang digunakan dalam ruangan sebanyak 13 Watt/m<sup>2</sup> artinya intensitas daya lampu yang di gunakan pada *IT room* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk tidak memenuhi standar Standard SNI 6197-2011 sebesar 12 Watt/m<sup>2</sup>.
5. *Electrical room* menggunakan lampu jenis TL LED 18 Watt sebanyak 12 unit sehingga total lampu di *electrical room* adalah 18 Watt x 12 unit sebanyak 216 Watt pada luas ruangan 28.3 m<sup>2</sup> intensitas lampu yang digunakan dalam ruangan sebanyak 8 Watt/m<sup>2</sup> artinya intensitas daya lampu yang di gunakan pada *electrical room* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk tidak memenuhi standar Standard SNI 6197-2011 sebesar 12 Watt/m<sup>2</sup>.
6. Koridor menggunakan lampu jenis TL LED 18 Watt sebanyak 10 unit sehingga total lampu di *electrical room* adalah 18 Watt x 10 unit sebanyak 180 Watt pada luas ruangan 27.9 m<sup>2</sup> intensitas lampu yang digunakan dalam ruangan sebanyak 6 Watt/m<sup>2</sup> artinya intensitas daya lampu yang di gunakan pada koridor Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk tidak memenuhi standar Standard SNI 6197-2011 sebesar 5 Watt/m<sup>2</sup>
7. *Pantry* menggunakan lampu jenis TL LED 18 Watt sebanyak 2 unit sehingga total lampu di *pantry* adalah 18 Watt x 2 unit sebanyak 36 Watt pada luas ruangan 3.9 m<sup>2</sup> intensitas lampu yang digunakan dalam ruangan sebanyak 9 Watt/m<sup>2</sup> artinya intensitas daya lampu yang di gunakan pada *pantry* Stasiun Gas

Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk tidak memenuhi standar Standard SNI 6197-2011 sebesar 7 Watt/m<sup>2</sup>

8. Toilet menggunakan dua jenis lampu yaitu lampu jenis TL LED 18 W dan lampu jenis CFL 18 W, untuk lampu jenis TL LED 18 Watt sebanyak 1 unit dan lampu jenis CFL 18 W sebanyak 2 unit sehingga total lampu di toilet adalah 18 Watt x 3 unit sebanyak 56 Watt pada luas ruangan 20.8 m<sup>2</sup> intensitas lampu yang digunakan dalam ruangan sebanyak 3 Watt/m<sup>2</sup> artinya intensitas daya lampu yang di gunakan pada toilet Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk memenuhi dengan standar Standard SNI 6197-2011 sebesar 7 Watt/m<sup>2</sup>.

Sementara itu jika melihat kuat pencahayaan semua ruangan sudah memenuhi nilai yang di rekomendasikan oleh standar SNI 6197-2011, berikut ini merupakan hasil pengukuran kuat pencahayaan dapat dilihat pada tabel 5.4 berikut ini:

Tabel 5.4 Kuat Pencahayaan Stasiun Gas Muara Bekasi

Stasiun	Nama Bangunan	Nama Ruangan	Keterangan Tempat	Kuat Pencahayaan (Lux)	Standard SNI 6197-2011 (Lux)	Kondisi
Stasiun Gas Muara Bekasi	Control Building	<i>Office Room</i>	Meja Kerja	707	Min 350	Memenuhi
		<i>Storage Room</i>	Tempat Alat	564	Min 150	Memenuhi
		<i>Control Room</i>	Meja Kerja	802	Min 350	Memenuhi
		<i>IT Room</i>	Meja	455	Min 350	Memenuhi
		<i>Electrical Room</i>	Depan Panel	536	Min 350	Memenuhi
		Koridor	Lorong/ Koridor	492	Min 150	Memenuhi
		<i>Pantry</i>	Meja	905	Min 250	Memenuhi
		Toilet	Closed	502	Min 250	Memenuhi

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan tabel 5.4 di atas maka dapat diketahui kuatnya pencahayaan di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk diperoleh dari pengukuran yang peneliti lakukan dengan menggunakan luxmeter (*Digital Hi-*

*tester*) merk Hioki tipe 3422 kondisi alat dalam keadaan baik. Dari hasil pengukuran diperoleh pencahayaan yang kuat dan semua pencahayaan di 8 (delapan) ruangan yaitu *office room, storage room, control room, IT room, electrical room*, koridor, *pantry* dan toilet memenuhi standar SNI 6197-2011. Dengan terpenuhinya pencahayaan di ruangan kerja maka akan berdampak baik pada lingkungan kerja di mana karyawan dapat bekerja dengan aman, nyaman, tenang dan produktif. Namun sebaliknya jika pencahayaan di ruangan tidak memenuhi standar maka akan mempengaruhi kualitas kerja, produktivitas menurun, banyak terjadi kesalahan dalam bekerja bahkan terjadi kecelakaan kerja.

Perlu diketahui bahwa kuatnya pencahayaan harus lebih besar dari nilai yang di rekomendasikan oleh standar SNI 6197-2011 karena tingkat pencahayaan sangat penting dalam sebuah perusahaan khususnya bagi Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk untuk menunjang aktivitas dalam bekerja, sementara itu jika pencahayaan di bawah nilai yang di rekomendasikan oleh standar SNI 6197-2011 maka harus secepatnya di lakukan pergantian lampu yang sesuai dengan nilai yang di rekomendasikan oleh standar SNI 6197-2011.

#### **5.1.2.3 Sistem Tata Udara Gedung Kontrol di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Sistem tata udara di dalam gedung kontrol menggunakan *Air Conditioning* (AC) jenis Split, tegangan 1 fasa 220 Volt, daya listrik 1 Pk, 1.5 Pk dan 2 Pk. Secara keseluruhan jumlah AC sebanyak 11 unit AC. Berdasarkan pengamatan, pengukuran dan analisis data, ditemukan bahwa:

1. Keseluruhan sistem tata udara sudah menggunakan *refrigerant* pendinginan R-32. *Maintenance* AC sudah dilakukan secara berkala, yaitu 3 bulan sekali dengan menggunakan jasa pihak ketiga
2. Berdasarkan data hasil perhitungan dari aspek desain, intensitas daya AC pada masing-masing ruangan secara umum berada di atas standar *Best practice* ( $<50 \text{ Watt/m}^2$ )
3. Tingkat kenyamanan udara di dalam gedung kontrol (suhu dan kelembaban), berdasarkan hasil pengukuran secara umum tidak memenuhi batasan standard

sesuai kategori ruangan (standard SNI 6390-2011 untuk ruangan kerja adalah Suhu 24-27° C dan Kelembaban 55-65% dan untuk ruangan *lobby* adalah Suhu 27- 30° C dan Kelembaban 50-70%; serta standard TIA-942 untuk ruangan server dan elektrikal adalah Suhu 20-25° C dan Kelembaban 40-55%). Di mana dalam suatu ruangan dikategorikan standar apabila nilai suhu dan kelembaban berada di dalam batasan nilai SNI 6390-2011 dan TIA-942

4. Tingginya tingkat kelembaban pada ruang *office room*, *control room*, dan Koridor untuk menilai kelembaban dalam penelitian ini menggunakan *higrometer elektronik* dari hasil pengukuran diperoleh nilai 69.20 - 75.80% disebabkan oleh pintu ruangan yang selalu terbuka.

Untuk melihat hasil pengukuran dan perhitungan intensitas daya AC pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk maka dapat dilihat dari AC eksisting di PT. Perusahaan Gas Negara Tbk yang menggunakan *refrigerant* pendinginan R-32, berikut ini adalah salah satu contoh pengukuran dan perhitungan intensitas daya AC pada *Office Room* Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk:

$$\begin{aligned}\text{Intensitas Daya AC} &= \frac{\text{Kapasitas Terpasang (Watt)}}{\text{Luas Ruang (m}^2\text{)}} \\ &= \frac{1560}{20.8} \\ &= \mathbf{75 \text{ Watt/m}^2}\end{aligned}$$

Hasil pengukuran dan perhitungan intensitas daya AC pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara. bk secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 5.5 sebagai berikut:

**Tabel 5.5 Intensitas Daya AC Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Nama Bangunan	Nama Ruangan	Intensitas Daya AC						Standard SNI 6197-2011 (Watt/m <sup>2</sup> )	Kondisi	Keterangan
		Daya AC (PK)	Jumlah Unit	Jumlah PK	Kapasitas Terpasang (Watt)	Luas Ruang (m <sup>2</sup> )	Eksisting (W/m <sup>2</sup> )			
<i>Control Building</i>	<i>Office Room</i>	2	1	2	1560	20.8	75	Maks 50	<span style="color: red;">Di atas nilai Standard</span>	Luasan ruangan tidak sesuai dengan kapasitas AC terpasang (Kapasitas AC > Luas Ruangan)
	<i>Koridor</i>	1.5	1	1.5	1170	27.9	42	Maks 50	<span style="color: red;">Di Bawah Nilai Standard</span>	
	<i>Storage Room</i>	1	1	1	780	10.6	74	Maks 50	<span style="color: red;">Di atas nilai Standard</span>	Luasan ruangan tidak sesuai dengan kapasitas AC terpasang (Kapasitas AC > Luas Ruangan)
	<i>Control Room</i>	2	2	4	3120	23.1	135	Maks 50	<span style="color: red;">Di atas nilai Standard</span>	Luasan ruangan tidak sesuai dengan kapasitas AC terpasang (Kapasitas AC > Luas Ruangan)
<i>Server dan Electrica</i>	<i>IT Room</i>	1	2	2	1560	10.8	144	Maks 60	<span style="color: red;">Di atas nilai Standard</span>	Luasan ruangan tidak sesuai dengan kapasitas AC terpasang (Kapasitas AC > Luas Ruangan)
	<i>Electrical Room</i>	2	2	4	3120	28.3	110	Maks 50	<span style="color: red;">Di atas nilai Standard</span>	Luasan ruangan tidak sesuai dengan kapasitas AC terpasang (Kapasitas AC > Luas Ruangan)
	<i>Battery Room</i>	1	2	2	1560	20.8	75	Maks 50	<span style="color: red;">Di atas nilai Standard</span>	Luasan ruangan tidak sesuai dengan kapasitas AC terpasang (Kapasitas AC > Luas Ruangan)
<b>Jumlah</b>		<b>11</b>			<b>12870</b>					

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan tabel 5.5 di atas dapat diketahui bahwa intensitas daya AC pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk yang terpasang di ruang *control building* dan *server dan electrica* semua ruangan masih berada di atas Standard SNI 6197-2011 dan hanya 1 ruangan yaitu di *control building* pada ruang *koridor* yang di bawah Standard SNI 6197-2011. Diketahui bahwa untuk ruangan *control building* terdiri dari 4 (empat) ruangan yaitu *office room*, *koridor*, *storage room* idan *control room*. Perlu diketahui bahwa penggunaan daya AC pada ruangan harus sama dengan atau di bawah nilai yang di rekomendasikan oleh Standard SNI 6197-2011, hal itu dikarenakan jika nilai penggunaan daya AC pada ruangan sama dengan atau di bawah nilai yang di rekomendasikan oleh Standard SNI 6197-2011 menunjukkan penggunaan daya AC cukup efisien sementara itu jika penggunaan daya AC ruangan di atas di atas *best practice* atau di atas nilai rekomendasikan

Standard SNI 6197-2011 menunjukkan penggunaan daya AC cukup boros sehingga perlu adanya penghematan penggunaan daya AC.

Berdasarkan hasil pengukuran daya AC ruangan pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

1. *Office room* menggunakan daya AC 2 PK sebanyak 1 unit dengan daya AC yang terpasang sebesar 1560 Watt berada pada luas ruangan  $20.8 \text{ M}^2$  berdasarkan ketentuan tersebut diperoleh eksisting sebesar 75 Watt artinya masih di atas ketentuan atau tidak sesuai dengan Standard SNI 6197-2011 yaitu sebesar 50 Watt. Intensitas penggunaan daya AC yang tidak sesuai dengan standar maka akan berdampak pada tingginya biaya yang harus di keluarkan perusahaan untuk membiayai penggunaan AC
2. *Koridor* menggunakan daya AC 1.5 PK sebanyak 1 unit dengan daya AC yang terpasang sebesar 1170 Watt berada pada luas ruangan  $27.9 \text{ M}^2$  berdasarkan ketentuan tersebut diperoleh eksisting sebesar 42 Watt artinya ruang intensitas penggunaan daya AC di ruangan *Koridor* di bawah Standard SNI 6197-2011 yaitu sebesar 50 Watt. Intensitas penggunaan daya AC yang di bawah standar karena ruangan yang digunakan tidak terlalu besar, sehingga ini juga akan berdampak pada efisiennya penggunaan daya AC di dalam ruangan *koridor*.
3. *Storage room*, menggunakan daya AC 1 PK sebanyak 1 unit dengan daya AC yang terpasang sebesar 780 Watt berada pada luas ruangan  $10.6 \text{ M}^2$  berdasarkan ketentuan tersebut diperoleh eksisting sebesar 74 Watt artinya masih di atas ketentuan atau tidak sesuai dengan Standard SNI 6197-2011 yaitu sebesar 50 Watt. Intensitas penggunaan daya AC yang tidak sesuai dengan standar pada *storage room* luasnya ruangan sehingga tidak sesuai dengan daya AC 1 PK, hal ini tentunya berdampak pada tingginya biaya yang harus di keluarkan perusahaan untuk membiayai penggunaan AC
4. *Control room* menggunakan daya AC 2 PK sebanyak 2 unit dengan daya AC yang terpasang sebesar 3120 Watt berada pada luas ruangan  $23.1 \text{ M}^2$  berdasarkan ketentuan tersebut diperoleh eksisting sebesar 135 Watt artinya masih di atas ketentuan atau tidak sesuai dengan Standard SNI 6197-2011 yaitu sebesar 50 Watt. Intensitas penggunaan daya AC yang tidak sesuai dengan standar pada

*control room* luasnya ruangan sehingga tidak sesuai dengan intensitas daya AC 2 PK yang digunakan, hal ini tentunya berdampak pada tingginya biaya yang harus di keluarkan perusahaan untuk membiayai penggunaan pemakaian AC dan perawatan AC.

Penggunaan daya AC pada ruangan *server dan electrica* juga tidak jauh berbeda di mana di dalam *server dan electrica* terdiri dari 3 (tiga) ruangan yaitu *IT room*, *electrical room* dan *battery room*, ketiga ruangan tersebut masih di atas Standard SNI 6197-2011, Berikut ini adalah intensitas penggunaan daya AC pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk.

1. *IT room* menggunakan daya AC 1 PK sebanyak 2 unit dengan daya AC yang terpasang sebesar 1560 Watt berada pada luas ruangan 10.8 M<sup>2</sup> berdasarkan ketentuan tersebut diperoleh eksistin sebesar 144 Watt artinya masih di atas ketetuan atau tidak sesuai dengan Standard SNI 6197-2011 yaitu sebesar 60 Watt. Intensitas penggunaan daya AC yang tidak sesuai dengan standar pada *IT room* karena tidak sebandingnya antara jumlah AC dengan luas ruangan sehingga penggunaan AC sebanyak 2 unit yang di hidupkan secara bersama-sama membuat penggunaan energi listrik semakin boros dan berdampak pada tingginya biaya yang harus di keluarkan perusahaan untuk membiayai penggunaan pemakaian AC. Oleh karena itu perlu adanya pengaturan suhu ruangan yang tepat pada ruang *IT room*, adapun suhu yang baik untuk di gunakan pada *IT room* adalah 25,5<sup>0</sup> nilai tersebut merupakan nilai Standard SNI 6197-2011.
2. *Electrical room* menggunakan daya AC 2 PK sebanyak 2 unit dengan daya AC yang terpasang sebesar 3120 Watt berada pada luas ruangan 28.3 M<sup>2</sup> berdasarkan ketentuan tersebut diperoleh eksisting sebesar 110 Watt artinya masih di atas ketentuan atau tidak sesuai dengan Standard SNI 6197-2011 yaitu sebesar 50 Watt. Intensitas penggunaan daya AC yang tidak sesuai dengan standar pada *electrical room* karena tidak sebandingnya antara jumlah AC dengan luas ruangan sehingga penggunaan AC sebanyak 2 unit dengan daya AC sebesar 2 PK masing-masing unit membuat penggunaan energi listrik semakin boros dan berdampak pada tingginya biaya yang harus di keluarkan perusahaan untuk

membayai penggunaan pemakaian AC. Oleh karena itu perlu adanya pengaturan suhu ruangan yang tepat pada ruang *electrical room*, adapun suhu yang baik untuk di gunakan pada *electrical room* adalah  $25,5^0$  nilai tersebut merupakan nilai Standard SNI 6197-2011.

3. *Battery room* menggunakan daya AC 1 PK sebanyak 2 unit dengan daya AC yang terpasang sebesar 1560 Watt berada pada luas ruangan  $20.8 \text{ M}^2$  berdasarkan ketentuan tersebut diperoleh eksisting sebesar 75 Watt artinya masih di atas ketentuan atau tidak sesuai dengan Standard SNI 6197-2011 yaitu sebesar 50 Watt. Intensitas penggunaan daya AC yang tidak sesuai dengan standar pada *battery room* karena masih tidak sebandingnya antara jumlah AC dengan luas ruangan sehingga penggunaan AC sebanyak 2 unit dengan daya AC sebesar 1 PK pada masing-masing unit pada luas luas  $20.8 \text{ M}^2$  membuat penggunaan energi listrik semakin boros. Oleh karena itu perlu adanya pengaturan suhu ruangan yang tepat pada ruang *Battery room*, adapun suhu yang baik untuk di gunakan pada *Battery room* adalah  $25,5^0$  nilai tersebut merupakan nilai Standard SNI 6197-2011.

Masih tingginya daya AC yang terpasang di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk berdampak pada tingkat kenyamanan karyawan dalam bekerja karena ruangan yang terlalu panas ataupun lembab mempengaruhi kualitas kerja seseorang oleh karena itu perlu adanya ketepatan pemasangan daya AC dan pengaturan temperatur AC sehingga ruang kerja yang digunakan tetap nyaman. Berikut ini merupakan hasil pengukuran dan perhitungan tingkat kenyamanan ruangan pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk yaitu dapat dilihat pada tabel 5.6 di bawah ini:

**Tabel 5.6 Tingkat Kenyamanan Ruangan Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Stasiun	Nama Bangunan	Nama Ruangan	Temparatur (°C)			Keterangan	Kelembaban (RH)			Keterangan
			Eksiting (°C)	Standard SNI 6390-2011 (°C)	Kondisi		Eksiting (%)	Standard SNI 6390-2011 (%)	Kondisi	
Stasiun Gas Muara Bekasi	Control Building	Office Room	25.20	24-27	Memenuhi	-	69.20	55-56	Tidak Memenuhi	AC Baru dinyalakan
		Storage Room	-	24-27	-	Bukan Ruangan yang Terkondisikan	-	55-56	-	Bukan Ruangan yang Terkondisikan
		Control Room	21.40	24-27	Tidak Memenuhi	Setting AC pada seuh di bawah 24°C	69.90	55-56	Tidak Memenuhi	Pintu Terbuka
		Koridor	24.90	24-27	Memenuhi	-	75.80	55-56	Tidak Memenuhi	Terpapar Udara Luar
		Pantry	-	24.27	-	Bukan Ruangan yang Terkondisika	-	55-56	-	Bukan Ruangan yang Terkondisikan
		Toilet	-	24-27	-	Bukan Ruangan yang Terkondisika	-	55-56	-	Bukan Ruangan yang Terkondisikan
Stasiun Gas Muara Bekasi	Server dan Electrica	Temparatur (°C)			Keterangan	Kelembaban (RH)			Keterangan	
		Eksiting (°C)	Standard TIA-942 (°C)	Kondisi		Eksiting (%)	Standard TIA-942 (°C)	Kondisi		
		IT Room	21.70	20-25	Memenuhi	-	62.10	40-55	Tidak Memenuhi	Kapasitas AC terlalu besar dari luas ruangan yang kecil
		Electrical Room	24.60	20-25	Memenuhi	-	53.20	40-55	Memenuhi	Kapasitas AC terlalu besar dari luas ruangan yang kecil
		Battery Room	24.50	20-25	Memenuhi	-	78.40	40-55	Tidak Memenuhi	Kapasitas AC terlalu besar dari luas ruangan yang kecil

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan data pada tabel 5.6 diketahui bahwa dari 6 (enam) ruangan yang terpasang AC hanya 1 ruangan yang memenuhi baik secara temperatur maupun kelembaban yaitu ruangan pada *Server dan Electrica* yang berada pada di *electrical room* dimana ruangan ini secara temperatur ada pada 24.60°C artinya memenuhi standar TIA-942 yang mengharuskan temperatur pada ruangan kerja sebesar 20-25°C dan secara kelembaban juga sudah memenuhi Standard TIA-942 dimana *electrical room* memiliki kelembaban 53.20% sedangkan Standard TIA-942 adalah 40-55.

Sedangkan 4 ruangan lainnya yaitu pada *control building* di *Office room* dan koridor, dan pada ruangan *server dan electrica* pada *IT room* dan *battery room* secara temperatur memenuhi atau sesuai standar TIA-942 sebesar 24-27°C atau 20-25°C namun secara kelembaban keempat ruangan ini tidak memenuhi Standard TIA-942 di mana keempat ruangan ini memiliki kelembaban atau eksisting di atas 50% sedangkan Standard TIA-942 kelembaban ruangan kerja adalah 55-56%.

Sementara itu terdapat 1 ruang yang ada pada *control building* di *control room* baik secara temperatur maupun kelembaban sama-sama tidak memenuhi standar TIA-942, di mana temperatur pada *control room* adalah 21.40 °C sedangkan standar TIA-942 adalah 24-27°C sedangkan kelembaban *control room* adalah 69.90% sedangkan standar TIA-942 adalah 55-56%.

Tingkat kenyamanan ruangan Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk baik secara temperatur maupun kelembaban akan sangat mempengaruhi kualitas kerja di mana apabila secara temperatur maupun kelembaban memenuhi standar maka karyawan dapa bekerja dengan nyaman dan aman dan tentunya produktivitas dan kualitas kerja akan meningkat namun sebaliknya apabila secara temperatur maupun kelembaban tidak sesuai dengan standar maka ini akan berdampak pada kualitas kerja di mana karyawan kurang nyaman dalam bekerja karena suhu ruang yang ada di tempat kerja tidak normal sehingga karyawan dalam bekerja kurang fokus, nyaman dan terlihat gelisah sehingga secara otomatis produktivitas juga akan menurun.

#### **5.1.2.5 Kinerja Air Conditioning (AC) Gedung Kontrol di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Untuk melihat kinerja dari unit AC dapat ditentukan dengan menghitung *Coefficient Of Performance* (COP) AC. Metode penghitungan COP AC adalah dengan melakukan pengukuran untuk mengetahui COP AC dilakukan pengukuran di unit *outdoor*, dari hasil perhitungan nilai COP yang didapat dibandingkan dengan nilai COP *name plate*, di mana kinerja AC dapat dikatakan baik bila nilai COP-nya minimum masih 80% dari nilai COP *name plate*.

Berikut merupakan perhitungan nilai COP (kinerja AC) dari 2 unit AC yang dipilih secara sampling yang berada di gedung kontrol dan *office room*:

1. COP AC ruangan gedung kontrol sudah memenuhi batasan acuan COP *nameplate* yaitu 3.66 atau 97.1% dari nilai COP *nameplate* 3.77, artinya nilai COP di gedung kontrol semakin rendah jika tekanan masuk kompresor rendah dan tekanan keluar kompresor tinggi

2. COP AC ruangan *office room* sudah memenuhi batasan acuan COP *name plate* yaitu 3.15 atau 83.5% dari nilai COP *nameplate* 3,77, artinya nilai COP yang ada di *office room* semakin rendah jika tekanan masuk kompresor rendah dan tekanan keluar kompresor tinggi.

Perhitungan COP AC yaitu seperti pada contoh sebagai berikut :

$$\text{COP} = \frac{Q_{\text{in}}}{W_{\text{in}}}$$

Diketahui *name plate* suatu unit AC Split diketahui bahwa *cooling capacitynya* adalah 5.546,60 BTU/hour dan *power inputnya* 445 Watt. Maka perhitungan COP desain/*name plate* dari peralatan AC tersebut adalah sebagai berikut :

<i>Cooling capacity</i>	= 5.546,60 BTU/hour
Konversi satuan 1 kW	= 3.412,14 BTU/hour
<i>Cooling capacity</i>	= 5.546,60 [BTU/hour] / 3.412,14 [BTU/hour/kW]
<i>Cooling capacity</i>	= 1.63 kW (Q)
<i>Power input</i>	= 445 W = <b>0.45 kW (W)</b>

Adapun detail dari perhitungan dan pengukuran AC yang diambil pada 2 unit AC yang dipilih secara sampling yaitu seperti pada tabel 5.7 sebagai berikut :

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan COP AC Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

<i>Ampere motor</i>			<i>Ampere motor</i>		
R		A	R		A
S		A	S		A
T		A	T		A
Total	8.30	A	Total	7.60	A
Power	1.63	kW	Power	1.48	kW
	5.546.60	BTU		5.055.73	BTU
Kondisi Aktual	Control Room Receiving		Kondisi Aktual	Control Room Receiving	
	Nilai	Satuan		Nilai	Satuan
Temp. Udara Masuk	30.10	deg.C	Temp. Udara Masuk	30.20	deg.C
Temp. Udara Keluar	45.70	deg.C	Temp. Udara Keluar	43.55	deg.C
Diameter Bukaan	45.00	Cm	Diameter Bukaan	42.00	Cm
Radius Bukaan	0.23	m	Radius Bukaan	0.21	m
Luas Bukaan	0.16	m <sup>2</sup>	Luas Bukaan	0.14	m <sup>2</sup>
Kecepatan Udara	2.98	m/s	Kecepatan Udara	3.24	m/s
Flow Udara	0.38	m <sup>3</sup> /sec	Flow Udara	0.36	m <sup>3</sup> /sec
	1,361.99	m <sup>3</sup> /sec		1,292.13	m <sup>3</sup> /sec
	1,752.88	kg/jam		1,662.97	kg/jam
Energi dibuang	6,508.10	Kcal,jam	Energi dibuang	5,283.75	Kcal,jam
	25,825.80	btu/jam		20,967.27	btu/jam
Power Motor	5,546.60	btu/jam	Power Motor	5,055.73	btu/jam
Efek Pendinginan	20,279.19	btu/jam	Efek Pendinginan	15,911.54	btu/jam
COP	3.66		COP	3.15	
Design	3.77		Design	3.77	
NB: Nilai COP AC masih baik, karna nilainya 97.1 % dari nameplate AC			NB: Nilai COP AC masih baik, karna nilainya 83.5% dari nameplate AC		

Sumber: Data Primer Tahun 2022

*Coeficient Of Performance* (COP) pada AC harus sesuai dengan standar yang sudah di tentukan hal itu dikarenakan jika COP tidak memenuhi standar maka akan berdampak pada refrigerasi yang tidak maksimal dan berimplikasi pada laju pendinginan ruangan yang rendah serta menurunkan COP dari mesin pengkondisian udara itu sendiri. Selain itu kondisi ini tentunya akan menyebabkan AC akan beroperasi lebih lama dalam usaha mencapai *setting* temperatur udara yang telah ditentukan sehingga berdampak pada konsumsi energi listrik yang lebih besar serta usia pakai (*lifetime*) mesin menjadi lebih pendek. Namun jika COP

sesuai dengan standar maka juga akan berdampak pada peningkatan laju pendinginan ruangan semakin panjang karena semakin besar COP atau COP sesuai standar maka semakin efisien mesin pendingin bekerja, temperatur pada ruangan stabil, membantu mengurangi biaya penggunaan energi dan juga mengurangi emisi CO<sub>2</sub> yang disebabkan oleh penggunaan listrik yang berlebihan.

#### **5.1.2.6 Distribusi Beban *Outdoor* (Tata Cahaya Diluar Gedung Kontrol) di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk**

Pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara.Tbk terdapat distribusi beban *outdoor* yaitu tata cahaya diluar gedung kontrol menggunakan jenis lampu Sodium (@250 W) yang berjumlah 14 titik lampu dan lampu Sonte (@400 W) berjumlah 4 titik lampu. Pola pengoperasian pencahayaan luar dilakukan secara otomatis menggunakan sensor cahaya. Lampu mulai menyala dari jam 18.07 WIB dan padam pada jam 06.00 WIB.

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisa ditemukan bahwa:

1. Sistem kontrol penyelaan dan pemadaman masih sesuai *setting* waktu yang ditetapkan
2. Lampu Sonte 400 W dan lampu sodium 250 W, beroperasi sekitar 12 jam.

### **5.2 Konsumsi Energi pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk**

Intensitas konsumsi energi di suatu bangunan atau gedung dapat dijadikan acuan untuk mengetahui koefisien penggunaan energi di dalam gedung atau bangunan tersebut. Standar yang digunakan adalah standar intensitas konsumsi energi menurut Permen ESDM Nomor 13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Listrik. Besar energi yang digunakan suatu bangunan gedung perluas area yang dikondisikan dalam satu bulan atau satu tahun. Area yang dikondisikan adalah area yang diatur temperatur ruangannya sedemikian rupa sehingga memenuhi standar kenyamanan dengan udara sejuk disuplai dari sistem tata udara gedung.

Pada bulan Februari 2021-Februari 2022 energi yang di keluarkan setiap bulannya berbeda beda tergantung dari pemakaian konsumsi listrik setiap bulannya, didapatkan energi terbesar yang keluar yaitu pada bulan Januari 2021 yaitu sebesar 28272 kWh, dikarenakan kosumsi energi listrik pada bulan Januari 2021 sangat besar hal itu merupakan efek dari kondisi stasiun yang sedang ada penambahan fasilitas baru seperti AC dan penambahan jumlah Lampu yang sehingga konsumsi energi yang di keluarkan sangat banyak, sedangkan pada bulan Maret 2021 energi yang dikeluarkan yaitu sebesar 22952 kWh hal itu dikarenakan situasi pandemi Covid-19 yang kembali meningkat dan mengharuskan karyawan bekerja dari rumah sehingga tidak semua fasilitas kantor di gunakan sehingga mempengaruhi total konsumsi energi pada bulan Februari 2022.

Luas bangunan gedung Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk adalah 437.3 m<sup>2</sup>, berdasarkan hasil pengukuran rekening listrik konsumsi energi pada tanggal 02 Februari 2022 selama 24 jam penuh sebesar 25956 kWh. Sementara itu untuk melihat Konsumsi Energi Listrik (IKE) Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk pada Februari 2021 sampai dengan Februari 2022, maka hasil perhitungan dapat dilihat di bawah ini:

$$\text{IKE} = \frac{\text{Energi Listrik (kWh/perbulan)}}{\text{Luas Bangunan}}$$

$$\text{IKE} = \frac{25956 \text{ (kWh/perbulan)}}{437.3 \text{ } m^2} = 16.85 \text{ kWh/ } m^2/\text{bulan}$$

Berdasarkan perhitungan IKE di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk didapatkan nilai sebesar 16.85 kWh/m<sup>2</sup>/bulan. Nilai ini termasuk kategori cukup efisien di dalam Kriteria IKE Bangunan Gedung Ber-AC menurut Permen ESDM Nomor 13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Listrik yaitu sebesar (14 < IKE < 18.5). Berikut ini adalah hasil secara keseluruhan pada Februari 2021 sampai dengan Februari 2022.

Tabel 5.8 Tabel IKE Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk dari Rekening Listrik

Tahun	Bulan	Konsumsi Listrik (KWH/bulan)	Luas Bangunan (M2)	IKE (14 -18.5)	Keterangan
2021-2022	Januari	28272	437,3	15.47	Cukup Efesien
	Februari	23800	437,3	18.37	Cukup Efesien
	Maret	22952	437,3	19.05	Tidak Efesien
	April	27272	437,3	16.03	Cukup Efesien
	Mei	27272	437,3	16.03	Cukup Efesien
	Juni	27260	437,3	16.04	Cukup Efesien
	Juli	27776	437,3	15.74	Cukup Efesien
	Agustus	27100	437,3	16.14	Cukup Efesien
	September	27182	437,3	16.09	Cukup Efesien
	Okttober	27796	437,3	15.73	Cukup Efesien
	Nopember	27235	437,3	16.06	Cukup Efesien
	Desember	27172	437,3	16.09	Cukup Efesien
	Januari	22982	437,3	19.02	Tidak Efesien
	Februari	25956	437,3	16.85	Cukup Efesien

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan tabel 5.8 di atas maka dapat diketahui bahwa Konsumsi Energi Listrik (IKE) pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk secara rata-rata cukup efisien, namun terdapat 2 bulan yaitu bulan Maret 2020 dan bulan Januari 2021 mengalami ke tidak efisienan, terjadinya ke tidak efisienan disebabkan oleh beberapa hal antara lain pada bulan Maret 2020 semua AC hidup Selama 12 jam/hari, adanya peningkatan kapasitas AC dari 1 PK menjadi 2 PK. Sedangkan pada bulan Januari 2021 disebabkan oleh adanya penambahan jumlah AC dengan kapasitas AC yang lebih besar, *performance* AC rata-rata mengalami penurunan yang diakibatkan karena kurangnya perawatan dan usia AC sebagian sudah melebihi batas usia ekonomis maupun teknis ( $>10$  tahun) serta suhu ruang kerja rata-rata diatas  $26^{\circ}\text{C}$  serta intensitas pencahayaan yang banyak tidak sesuai dengan standar SNI, hal ini menyebabkan pemborosan energi listrik.

### **5.3 Besaran Penghematan Biaya Efisiensi Konsumsi Energi dengan Mereduksi Gas Rumah Kaca dan Aktivitas yang Dilakukan untuk Mereduksi Gas Rumah Kaca di PT Perusahaan Gas Negara Tbk**

Aktivitas yang bisa dilakukan dari hasil mereduksi gas rumah kaca di PT Perusahaan Gas Negara Tbk untuk melakukan penghematan energi adalah dengan menerapkan hasil audit dalam beberapa hal antara lain:

1. Melakukan Pengaturan Temperatur AC di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Pada saat pelaksanaan survei masih terdapat *setting temperature* AC pada 18 - 23° C, hal ini menyebabkan AC akan terus bekerja selama *temperature* yang diharapkan tidak tercapai, sehingga penggunaan energi AC akan meningkat. Jika dilihat dari standar SNI *temperature* yang baik untuk kondisi di Indonesia adalah antara 24 - 27° C, sehingga disini ada potensi penghematan energi dengan menaikkan *setting temperature* AC minimal 24° C yang sebelumnya 23° C dengan jumlah kapasitas terpasang 6630 Watt/A/M dari total 8.5 PK yang terdapat di 4 ruang yaitu *office room, koridor, storage room dan control room*, dengan menaikkan *temperature* AC menjadi 24° C atau naik 1°C *temperature* AC akan menghemat penggunaan energi sebesar 3% dari energi yang digunakan AC yaitu sebesar 22100 Watt/A/M.

Aktivitas penghematan dengan melakukan *setting AC* pada minimal 24° C dapat dilakukan pada ruangan sesuai dengan tabel 5.9 sebagai berikut:

Tabel 5.9 Lokasi dan Jumlah Pengaturan Temperatur AC di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Nama Bangunan	Nama Ruangan	Daya AC (PK)	Jumlah Unit	Jumlah PK	Kapasitas Terpasang (Watt/A/M)
Control Building	<i>Office Room</i>	2	1	2	1560
	<i>Koridor</i>	1.5	1	1.5	1170
	<i>Storage Room</i>	1	1	1	780
	<i>Control Room</i>	2	2	4	3120
			5	8.5	6630

Sumber: Data Primer Tahun 2022

2. Melakukan Pergantian Jenis Lampu Gedung Kontrol di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Lampu jenis CFL (*Compact Fluorecent Lamp*) 18 Watt masih digunakan untuk penerangan di toilet, sedangkan pada saat ini sudah banyak beredar di pasaran lampu yang lebih hemat yaitu lampu jenis LED *bulb*. Keunggulan lain Lampu LED *bulb* di banding CFL yaitu umur lampu LED dapat mencapai 40.000 jam sedangkan CFL hanya 8.000 jam. Berikut ini adalah salah satu contoh estimasi perbandingan penghematan penggunaan LED *bulb* dan Lampu CFL.

1. Penggunaan lampu jenis CFL

Ruangan dengan estimasi waktu 8 jam kerja:

a. Lampu CFL 18 Watt

$$\text{Jumlah lampu} = 1$$

$$\text{Total Kw} = \frac{8 \times 18}{1000} = 0.144 \text{ Kw}$$

b. Total biaya estimasi 8 jam kerja

$$\begin{aligned}\text{Biaya} &= 0.144 \times 8 \text{ jam} \times \text{Rp. } 95.900 \\ &= \textbf{Rp.110.476}\end{aligned}$$

2. Penggunaan lampu jenis LED *bulb*

Ruangan dengan estimasi waktu 8 jam kerja:

a. Lampu LED *bulb* 10 Watt

$$\text{Jumlah lampu} = 1$$

$$\text{Total Kw} = \frac{8 \times 10}{1000} = 0.08 \text{ Kw}$$

b. Total biaya estimasi 8 jam kerja

$$\begin{aligned}\text{Biaya} &= 0.08 \times 8 \text{ jam} \times \text{Rp. } 95.900 \\ &= \textbf{Rp.61.376}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengukuran estimasi biaya lampu di atas maka dapat diketahui bahwa jika Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk menggunakan lampu LED *bulb* maka akan menghemat sebesar Rp.61.379/lampu jika dibandingkan dengan menggunakan lampu CFL yang bisa menghemat sebesar Rp.110.476. Sehingga dapat di asumsikan jika umur lampu LED *bulb* 40.000 jam dengan harga lampu sebesar Rp.95.900/lampu maka akan menghemat biaya sebesar Rp.2.440.000 di bandingkan dengan menggunakan lampu CFL dengan asumsi umur lampu 8.000 jam maka hanya bisa melakukan penghematan sebesar Rp.883.808.

Oleh karena itu aktivitas dari hasil audit yang bisa di implementasikan adalah dengan mengganti lampu CFL ke lampu LED *bulb*, dengan penggantian tersebut akan diperoleh penghematan 8 *Wat* untuk tiap titik lampu. Penggantian lampu dilakukan pada ruangan sesuai dengan tabel 5.10 sebagai berikut:

Tabel 5.10 Lokasi dan Jumlah Penggantian Lampu CFL dengan LED *Bulb* di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Stasiun	Nama Ruangan	Nama Ruangan	Jenis	Daya (Watt)*	Jumlah (Unit)	Total Daya (Watt)
Stasiun Gas Muara Bekasi	<i>Control Building</i>	Toilet	CFL 18 W	18	2	36
Jumlah				18	2	36

Sumber: Data Primer Tahun 2022

### 3. Melakukan Penggantian Jenis Lampu Diluar Gedung Kontrol Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk

Untuk penerangan luar digunakan lampu jenis *Sodium* dan *Sonte* dengan daya 250 *Watt* dan 400 *Watt*. Pada saat ini sudah banyak di pasaran lampu jenis LED yang lebih hemat dibandingkan dengan jenis *sodium*. Keunggulan lain lampu LED dengan yaitu umur lampu LED dapat mencapai 50.000 jam sedangkan *sodium* hanya 30.000 jam. Berikut ini adalah salah satu contoh estimasi perbandingan penghematan penggunaan LED dan Lampu jenis *sodium* dan *sonte*.

a. Penggunaan lampu jenis *sodium* dan *sonte*

Ruangan dengan estimasi waktu 8 jam kerja:

1) Lampu jenis *sodium*

$$\text{Jumlah lampu} = 1$$

$$\text{Total Kw} = \frac{8 \times 250 \text{ Watt}}{1000} = 2 \text{ Kw}$$

2) Lampu jenis *Sonte*

$$\text{Jumlah lampu} = 1$$

$$\text{Total Kw} = \frac{8 \times 400 \text{ Watt}}{1000} = 3.2 \text{ Kw}$$

3) Total biaya estimasi 8 jam kerja lampu jenis *sodium* dan *sonte*

$$\text{Biaya} = (2 \text{ kW} + 3.2 \text{ kW}) \times 8 \text{ jam} \times \text{Rp. } 150.450$$

$$= 5.2 \text{ Kw} \times 8 \text{ jam} \times \text{Rp. } 150.450$$

$$= \text{Rp.} 6.258,72$$

b. Penggunaan lampu jenis LED

Ruangan dengan estimasi waktu 8 jam kerja:

1) Lampu LED 150 Watt

$$\text{Jumlah Lampu} = 1$$

$$\text{Total Kw} = \frac{8 \times 150 \text{ Watt}}{1000} = 8,15 \text{ Kw}$$

2) Total biaya estimasi 8 jam kerja

$$\text{Biaya} = 8,15 \times 8 \text{ jam} \times \text{Rp. } 150.450$$

$$= \text{Rp.} 9.809,34$$

Hasil pengukuran estimasi biaya lampu LED dan Lampu jenis *sodium* dan *sonte* di atas maka dapat diketahui bahwa jika Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk menggunakan Lampu LED 150 Watt maka akan menghemat sebesar Rp.9.809,34 dengan asumsi umur lampu LED

mencapai 50.000 jam jika dibandingkan dengan menggunakan Lampu jenis *sodium* 250 Watt dan *sonte* 400 Watt yang hanya menghemat Rp. 6.258,72.

Hasil audit di atas bisa di implementasikan dengan mengganti lampu luar jenis *sodium* dan *sonte* dengan lampu LED sebagai berikut:

- a. Untuk Lampu jenis *sodium* 250 Watt (total daya ditambah balast 300 Watt), diganti dengan LED 150 Watt, sehingga diperoleh penghematan 150 Watt/lampu.
- b. Untuk Lampu Jenis *Sonte* 400 Watt (total daya ditambah balast 480 Watt), diganti dengan LED 280 Watt, sehingga diperoleh penghematan 200 Watt/lampu.

Berdasarkan aktivitas yang dilakukan untuk mengimplementasikan hasil audit energi di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk, langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan besaran penghematan biaya energi, dapat diketahui penghematan biaya energi Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk dengan melakukan analisa perhitungan pada tiga aktivitas yang dilakukan dari hasil audit energi yaitu melakukan pengaturan temperatur AC di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk, melakukan pergantian jenis lampu gedung kontrol di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk serta melakukan penggantian jenis lampu diluar gedung kontrol Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk.

1. Pengaturan Temperatur AC di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Pada perhitungan di bawah ini mengatur temperatur AC pada 24° C jika hal ini dapat diimplementasikan akan mendapatkan penghematan energi seperti pada tabel 5.11, berikut ini:

Tabel 5.11 Perhitungan Penghematan Energi Pengaturan Temperatur AC Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Konsumsi Daya AC Total	6.6 kW
Konsumsi Daya AC Total	12 jam
Konsumsi Energi	80 kWh/hari
<b>28,642 kWh/tahun</b>	
<i>Setting temperature AC 24° C</i>	
% Penghematan	3%
Besar Penghematan	859 kWh/tahun
Biaya Listrik	1,300 Rp/kWh
<b>37,234,080 Rp/tahun</b>	
<i>Setting temperature AC 24°C</i>	
% Penghematan	3%
Besar Penghematan	859.25 kWh/tahun
<b>1,117,022 Rp/tahun</b>	

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan tabel 5.11 di atas yaitu dengan mengatur AC pada temperatur 24° C, akan mendapatkan penghematan energi listrik sebesar 859 kWh/tahun atau setara dengan Rp. 1,117,022 per tahun. Potensi ini layak untuk di implementasikan, karena tidak menggunakan biaya hanya pola pengoperasiannya saja yang diubah.

## 2. Pergantian Jenis Lampu Gedung Kontrol di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Perhitungan di bawah ini penggantian dilakukan dari CFL 18 Watt ke LED Bulb 10 Watt. Penghematan yang diperoleh mencapai 8 Watt untuk tiap titik lampu. Jumlah penggantian lampu berjumlah 2 unit. Jika hal ini dapat diimplementasikan akan mendapatkan penghematan energi seperti pada tabel 5.12 sebagai berikut:

Tabel 5.12 Perhitungan Penghematan Energi Penggantian Jenis Lampu Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Penghematan Tiap Lampu	8 Watt
Jumlah Lampu	2 Unit
Jam Operasi	12 Jam
Penghematan Energi	0.19 kWh/hari
<b>70.08 kWh/tahun</b>	

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan tabel 5.14 di atas jumlah penggantian lampu dari CFL 18 Watt ke LED *bulb* 10 Watt dengan jumlah 2 unit, akan mendapatkan penghematan energi listrik sebesar 70.08 kWh/tahun atau setara dengan Rp. 91.104/tahun. Untuk mendapatkan penghematan tersebut diperlukan investasi pembelian lampu LED *Bulb* 18 Watt sebanyak 2 Unit. Bila harga lampu LED *Bulb* per unit adalah Rp.50.000/unit, maka secara *simple payback period* dapat diperoleh perhitungan pengembalian investasi seperti pada tabel 5.13 sebagai berikut:

Tabel 5.13 Perhitungan *Simple Payback Period* Penggantian Jenis Lampu Stasiun Gas Muara Bekasi PT Perusahaan Gas Negara Tbk

Penghematan Energi	70.08 kWh/tahun
Biaya Listrik	1,300 Rp/kWh
Penghematan Biaya	<b>91,104 Rp/tahun</b>
Investasi	
Harga Lampu CFL LED 18 Watt	50,000 Rp
Jumlah Lampu	2 Unit
Total Investasi	<b>100,000 Rp</b>
<i>Simple Payback Period (SPP)</i>	<b>1.1 Tahun</b>

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan tabel 5.13 di atas dengan penggantian lampu dari CFL 18 Watt ke lampu LED *Bulb* 10 Watt diperlukan investasi pembelian lampu sebesar Rp. 100.000,00 dengan penghematan yang diperoleh mencapai Rp. 91.104/tahun sehingga didapat *simple payback period* 1.1 tahun. Potensi ini layak untuk diimplementasikan karena dengan *life time* dari lampu LED yang mencapai 40.000 jam nyala atau 5 tahun maka pada tahun ke 1.1 sudah mendapatkan keuntungan.

### 3. Penggantian Jenis Lampu Diluar Gedung Kontrol Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Perhitungan di bawah ini penggantian dilakukan dari lampu luar jenis *Sodium/Sonte* menjadi LED. Jenis lampu luar yang diganti adalah *Sodium 250*

*Watt* dengan LED 150 *Watt*, dan *Sonte* 400 *Watt* dengan LED 280 *Watt*. Jika hal ini dapat di implementasikan akan mendapatkan penghematan energi seperti pada tabel 5.14 sebagai berikut :

Tabel 5.14 Perhitungan Penggantian Lampu Diluar Gedung Kontrol Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Mengganti lampu	250 W dengan 150 W
Penghematan tiap lampu	150 <i>Watt</i>
Jumlah titik lampu	14 unit
Jam operasi	12 jam
Penghematan energi	25.2 kWh/hari <b>9,072 kWh/tahun</b>
Mengganti lampu	400 W dengan 280 W
Penghematan tiap lampu	200 <i>Watt</i>
Jumlah titik lampu	4 unit
Jam operasi	12 jam
Penghematan energi	9.6 kWh/hari <b>3,456 kWh/tahun</b>
<b>Total Penghematan</b>	<b>12.528 kWh/tahun</b>

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan tabel 5.14 di atas dengan penggantian lampu luar dari jenis *Sodium/Sonte* menjadi jenis LED akan mendapatkan penghematan energi listrik sebesar 12.528 kWh/tahun atau setara dengan Rp.16.286.400/Tahun. Untuk mendapatkan penghematan tersebut diperlukan investasi pembelian lampu LED. Bila harga pembelian lampu LED 150 *Watt* adalah Rp. 5.000.000/unit, dan lampu LED 280 *Watt* adalah Rp. 7.000.000/unit, maka secara *simple payback period* dapat diperoleh perhitungan pengembalian investasi seperti pada tabel 5.17 di bawah ini:

Tabel 5.15 Perhitungan *Simple Payback Period* Penggantian Jenis Lampu Diluar Gedung Kontrol Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Penghematan Energi	12.528 kWh/tahun
Biaya Listrik	1.300 Rp/kWh
Penghematan Biaya	<b>16.286.400 Rp/tahun</b>
<b>Mengganti Lampu dengan jenis LED</b>	
Investasi	
Biaya Lampu LED 150 Watt	Rp. 5.000.000 /unit
Jumlah titik lampu	14 unit
Biaya Investasi LED 150 Watt	Rp. 70.000.000 /unit
Biaya LED 280 Watt	7.000.000 Rp/unit
Jumlah titik	4 unit
Biaya Investasi LED 280 Watt	28.000.000 Rp/unit
<b>Total investasi</b>	<b>98.000.000</b>
<b>Simple Payback Period (SPP)</b>	<b>6.02 Tahun</b>

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan tabel 5.17 di atas penggantian lampu luar jenis *Sodium/Sonte* dengan LED diperlukan investasi sebesar Rp.98.000.000,00 dengan penghematan yang diperoleh mencapai Rp.16.286.400,00/tahun. *Simple payback period* adalah 6.02 tahun. Potensi ini masih layak untuk diimplementasikan karena dengan umur lampu yang mencapai 12 tahun dan dengan *simple payback period* yang mencapai 6.02 tahun maka masih ada 5,98 tahun keuntungan yang diperoleh. Hal ini dapat meningkatkan tingkat efisiensi perusahaan sehingga program konservasi energi dapat dilaksanakan secara maksimal dan berkelanjutan.

#### 4. Potensi Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)

Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) adalah polutan yang menjadi salah satu faktor kerusakan lingkungan akibat peningkatan panas bumi atau pemanasan global. Oleh karena itu pemerintah Indonesia berusaha menurunkan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dengan penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 314-398 Juta Ton CO<sub>2</sub> pada tahun 2030 dengan target penurunan pada tahun 2030 adalah 23% EBT dari *Bauran Energi Primer* dan 17% efisiensi energi dari *Business As Usual*

(BAU) energi final, berdasarkan dokumen GRK disebutkan bahwa Pemerintah Indonesia menargetkan untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 36 juta ton setara CO<sub>2</sub> dari sektor energi dan transportasi dan 1 juta ton setara CO<sub>2</sub> dari sektor industri. Sedangkan untuk memenuhi penurunan emisi sebesar 41% dari tingkat BAU, penurunan emisi gas rumah kaca sebesar 56 juta ton setara CO<sub>2</sub> dari sektor energi dan transportasi dan 5 juta ton setara CO<sub>2</sub> dari sektor industri harus dapat dipenuhi, (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2011). Oleh karena itu dengan adanya penghematan penggunaan lampu yang dilakukan Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk dari lampu jenis *sodium* dan *sonte* menjadi LED maka akan memberikan kontribusi yang baik bagi kelestarian lingkungan di muka bumi karena adanya potensi penurunan CO<sub>2</sub>.

Mengingat saat ini manusia memiliki ketergantungan yang cukup tinggi dengan energi sehingga lambat ataupun cepat akan mendorong perubahan pada lingkungan yang semakin rusak atau biasa dikenal dengan degradasi lingkungan, misalnya pemanasan global yang menyebabkan terjadinya penumpukan karbon atau emisi gas rumah kaca. Aktivitas kerja di kantor yang aktif sebelum dilakukan perusahaan mengeluarkan kebijakan *Work From Home* (WFH) turun menyumbang terjadinya Gas Rumah Kaca (GRK) melalui peralatan elektronik seperti penggunaan Lampu baik dialam ruangan maupun luar ruangan, penggunaan *Air Conditioner* (AC). Untuk melihat besar/banyaknya carbon Gas Rumah Kaca (GRK) yang di hasilkan (CO<sub>2</sub> α) maka dalam penelitian ini menggunakan perhitungan *Carbon Footprint* berbasis *microsoft excel* yang telah di formulasikan sesuai dengan perhitungan emisi standar IPCC (*International Panel on Climate Change*), berikut ini adalah rumus konversi karbon dari listrik:

$$\text{Electric Emission} = \text{EC.EF}$$

Keterangan:

EC = *Energy Consumption/Konsumsi Energi* (Listrik: kWh)

EF = *Emission Factor/Faktor Emisi* (Listrik di jawa menggunakan standar Jawa, Madura, Bali yang diangkat dengan Jamali yaitu sebesar 0.84), (*Pedoman Teknis Perhitungan Buseline Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Berbasis Energi*, 2014)

Berikut ini adalah salah satu perhitungan konversi karbon yang berasal dari listrik yang ada di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk:

Jenis Lampu *sodium*

Daya (Watt) : 300 Watt

Jumlah Lampu : 2 Unit

Waktu Pemakaian : 12 Jam

Konsumsi Listrik :  $EC = b/1000 \times c \times d$

$$EC = 300/1000 \times 2 \times 12$$

$$\mathbf{EC = 7.2 \text{ kWh}}$$

Emisi CO<sub>2</sub> (Kg) :  $E = EC.FE$

$$E = 7.2 \times 0.84$$

$$\mathbf{E = 6.048 \text{ Kg CO}_2}$$

Secara keseluruhan hasil perhitungan potensi karbon yang dihasilkan di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk adalah sebagai berikut:

Tabel 5.16 Konversi Emisi Karbon dari Energi Listrik di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara.Tbk

<b>Unit</b>	<b>Daya (Watt)</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Waktu Pemakaian (Jam)</b>	<b>Konsumsi Listrik (kWh)</b>	<b>FE (Kg)</b>	<b>Emisi CO<sub>2</sub> (Kg)</b>
<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>EC= (b/1000.c.d)</b>	<b>Jamali (b/1000)</b>	<b>E=EC.FE</b>
Lampu <i>sodium</i>	250	2	12	6	0.84	5.04
Lampu <i>Sonte</i>	400	2	12	11.52	0.84	9.6
AC 23 <sup>0</sup>	6630	5	12	397.8	0.84	334.152
<b>Jumlah emisi 1 perusahaan/hari</b>						<b>348.792</b>

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa rata-rata emisi Gas Rumah Kaca (GRK) (CO<sub>2</sub>) yang dihasilkan dari aktivitas kerja di perusahaan pada penggunaan energi listrik mencapai 348.792 Kg CO<sub>2</sub>/hari di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk. Sebagaimana telah disebutkan

Indonesia sebagai negara maritim yang tengah berkembang untuk maju memiliki andil sebagai negara penghasil emisi Gas Rumah Kaca (GRK) ( $\text{CO}_2$ ) tersebut, oleh karena itu pasca ratifikasi Protokol Kyoto pemerintah mengejawatkan upaya melalui Rencana Aksi Nasional Gas Rumah Kaca (RAN-GRK), yang berisi analisis hingga rencana mitigasi pengurangan emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Sebagai tindak lanjut maka pemerintah pusat mendistribusikan RAN-GRK tersebut kepada pemerintah provinsi untuk di tindak lanjuti berupa penyusunan rencana penurunan emisi GRK, (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2011).

Berdasarkan ketentuan tersebut maka dapat disimulasikan sebagai langkah penurunan emisi GRK, dimana ada 4 ruang di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk yang memiliki potensi untuk menurunkan atau mengurangi GRK yaitu *office room, koridor, storage room* dan *control room*. Keempat ruangan tersebut memerlukan pergantian ulang jenis lampu dan pengaturan temperatur AC, diketahui bahwa penggunaan lampu yang sebelumnya menggunakan jenis lampu *Sodium 250 Watt* dapat di ganti dengan *LED 150 Watt*, alasan pergantian ini dikarenakan lampu LED bisa berbahaya lebih lama dan lebih erang di bandingkan dengan *sodium*, daya listrik yang di butuhkan juga lebih kecil sehingga upaya konservasi energi bisa dilakukan. Sedangkan *Sonte 400 Watt* di ganti dengan *LED 280 Watt*, dengan alasan penggunaan Lampu jenis *sonte* yang di pasang di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk cukup boros yang berdampak pada tingginya beban listrik oleh karena itu perlu dilakukan penghematan dengan mengganti lampu jenis LED yang hanya memerlukan *280 Watt* namun memiliki tingkat penerangan yang sama, pergantian lampu juga lebih efisien, biaya perawatannya juga lebih murah serta lebih aman. Dengan demikian adanya pergantian lampu dapat menghemat energi listrik yang sudah tentu juga memiliki potensi untuk mengurangi emisi  $\text{CO}_2$ .

Hasil ini juga sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Program Lingkungan PBB (UNEP) (2021) yang menjelaskan bahwa dengan beralih ke sistem penerangan yang lebih efisien, dunia akan mampu

menghemat biaya sekaligus mengurangi emisi CO<sub>2</sub> yang memicu perubahan iklim dan pemanasan global. Dengan teknologi pencahayaan berbasis LED (*Light Emitting Diode*) bisa menghemat hingga 50% dari total konsumsi energi. Di mana jumlahnya adalah sama dengan menghemat EUR 106 Miliar per tahun atau 555 juta ton karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) per tahunnya, selain itu, pencahayaan berbasis LED juga lebih tahan lama dengan 15-20 tahun usia pemakaian, dan ramah lingkungan.

Sementara itu penggunaan AC dari temperatur 23<sup>0</sup>C yang menghasilkan daya 6630 Watt dengan jumlah unit sebanyak 5 unit yang terpasang di 4 ruang yaitu *office room*, *koridor*, *storage room* dan *control room* di lakukan perubahan temperatur menjadi 24<sup>0</sup>C berdasarkan data penelitian menghasilkan daya sebesar 5590 Watt dengan jumlah unit tetap yaitu 5 unit. Pergantian temperatur dari 23<sup>0</sup>C ke 24<sup>0</sup>C jika dilakukan oleh Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk maka akan mendapatkan penghematan penggunaan listrik serta akan menurunkan tingkat kelembaban pada ruangan selain itu juga penggunaan temperatur AC 24<sup>0</sup>C juga sudah cukup ideal jika di gunakan di ruang kerja yang ada di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk. Hal ini juga sesuai dengan Pasal 4 ayat (2) poin 6 Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2012 Tentang Penghematan Pemakaian Tenaga Listrik menjelaskan bahwa bangunan gedung negara serta bangunan gedung milik BUMN, BUMD, dan BHMN, apabila menggunakan AC hendaknya mengatur suhu dan kelembaban relatif sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu:

- a. Ruang kerja dengan suhu berkisar antara 24<sup>0</sup>C hingga 27<sup>0</sup>C dengan kelembaban relatif antara 55% sampai dengan 65%
- b. Ruang transit (*lobby*, koridor) dengan suhu berkisar antara 27<sup>0</sup>C hingga 30<sup>0</sup>C dengan kelembaban relatif antara 50% sampai dengan 70%.

Berikut ini adalah tabel konsumsi energi listrik pada AC di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk:

Tabel 5.17 Konsumsi Energi Listri pada AC di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Nama Bangunan	Nama Ruangan	Daya AC (PK)	Jumlah Unit	Jumlah PK	Kapasitas Terpasang (Watt/A/M) suhu 23°C	Kapasitas Terpasang (Watt/A/M) suhu 24°C
Control Building	Office Room	2	1	2	1560	1491
	Koridor	1.5	1	1.5	1170	372
	Storage Room	1	1	1	780	745
	Control Room	2	2	4	3120	2982
			<b>5</b>	<b>8.5</b>	<b>6630</b>	<b>5590</b>

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan pergantian jenis lampu dan perubahan temperatur AC maka potensi penurunan emisi GRK adalah sebagai berikut:

Tabel 5.18 Simulasi Potensi Penurunan Emisi GRK dalam Satu Tahun di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk

Jumlah CO <sub>2</sub> a/hari	Daya (Watt)	Total Ruang Kerja	Total Hari Aktif Kerja dalam 1 Tahun	Total Emisi GRK/Ruangan/tahun
Lampu LED	150	4 ruang kerja	260 hari	786.24 Kg CO <sub>2</sub>
Lampu LED	280	4 ruang kerja	260 hari	1467,64 Kg CO <sub>2</sub>
AC 24°	5590	4 ruang kerja	260 hari	73251,36 Kg CO <sub>2</sub>

Sumber: Data Primer Tahun 2022

Berdasarkan tabel di atas maka dapat diketahui bahwa jika dilakukan simulasi dengan melakukan pergantian jenis lampu *Sodium 250 Watt* dengan jenis lampu LED 150 Watt akan menurunkan emisi GRK sebesar 3.024 Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 786.24 Kg CO<sub>2</sub>/tahun yang sebelumnya menggunakan lampu *Sodium 250 Watt* menghasilkan 5.04Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 1310.4 Kg CO<sub>2</sub>/tahun atau dengan kata lain terdapat penurunan sebesar 2.016 Kg CO<sub>2</sub>/tahun. Pergantian jenis lampu *Sonte 400 Watt* dengan LED 280 Watt maka akan menurunkan emisi GRK sebesar 5.6448 Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 1467.64 Kg CO<sub>2</sub>/tahun yang sebelumnya menggunakan lampu *Sonte 250 Watt* menghasilkan emisi GRK sebesar 8.064 Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 2096.64 Kg CO<sub>2</sub>/tahun atau dengan kata lain terdapat penurunan 2.4192 Kg CO<sub>2</sub>/tahun. Sedangkan penggunaan AC dengan merubah temperatur AC dari temperatur

$23^{\circ}\text{C}$  dengan daya 6630 Watt yang menghasilkan 334.152Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 86879.52 Kg CO<sub>2</sub>/tahun, terjadi penurunan emisi GRK jika suhu temperatur AC di ubah ke  $24^{\circ}\text{C}$  yang menghasilkan 281.736 Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 73251,36 Kg CO<sub>2</sub> di mana terjadi penurunan emisi GRK sebesar 52.414 Kg CO<sub>2</sub>/tahun.

Berdasarkan data tersebut maka dapat diketahui bahwa adanya pergantian jenis lampu dan pengaturan ulang AC dapat berkontribusi penurunan emisi GRK dalam satu tahun yang cukup signifikan. Sehingga jika ini bisa dilakukan secara terus menerus dan konsisten ini maka dapat berkontribusi dalam upaya penyelamatan lingkungan dari kerusakan akibat konsumsi energi fosil.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisa dan hasil perhitungan yang dilakukan di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk dapat diambil kesimpulan:

1. PT Perusahaan Gas Negara Tbk melakukan audit energi untuk melakukan efisiensi konsumsi energi yang dilakukan oleh dilakukan di seluruh area stasiun gas muara Bekasi yaitu di raungkan kontrol yang meliputi *control room, IT Room, Battery Room* dan *Electrical room* yang ber-AC dengan memiliki beberapa lampu dengan jenis TL LED (*Tube Luminescen Light Emitting Diode*) dan CFL (*Compact Fluorecent Lamp*) yang dioperasikan 24 jam/hari
2. Berdasarkan hasil pengukuran penggunaan energi pada periode bulan Januari 2021 sampai dengan Juni 2021, diketahui bahwa:
  - a. Terdapat 5 ruangan dari 9 ruangan yaitu *office room, control room, electrical room, battery room* dan toilet sudah memenuhi Standard SNI 6197-2011 artinya Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk sudah melakukan penghematan penggunaan energi. Sedangkan 4 (empat) ruangan yaitu *storage room, IT room, koridor* dan *pantry* masih belum memenuhi standar Standard SNI 6197-2011
  - b. Pencahayaan di Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk diperoleh pencahayaan yang kuat dan semua pencahayaan di 8 ruangan yaitu *office room, storage room, control room, IT room, electrical room, koridor, pantry* dan toilet memenuhi standar SNI 6197-2011
  - c. Intensitas daya AC pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk dari 6 (enam) ruangan yang terpasang AC hanya 1 ruangan yang memenuhi baik secara temperatur maupun kelembaban yaitu ruangan pada *Server dan Electrica* yang berada pada di *electrical room* di mana ruangan ini secara temperatur ada pada 24.60°C dan secara kelembaban juga sudah memenuhi Standard TIA-942 di mana *electrical room* memiliki kelembaban 53.20% sedangkan Standard TIA-942 adalah 40-55.

Sedangkan 4 ruangan lainnya yaitu pada *control building* di *Office room* dan koridor, dan pada ruangan *server* dan *electrica* pada *IT room* dan *battery room* secara temperatur memenuhi atau sesuai standar TIA-942 sebesar 24-27°C atau 20-25°C namun secara kelembaban keempat ruangan ini tidak memenuhi Standard TIA-942 di mana keempat ruangan memiliki kelembaban atau eksisting di atas 50% sedangkan Standard TIA-942 kelembaban ruangan kerja adalah 55-56%. Terdapat 1 ruang yang ada pada *control building* di *control room* baik secara temperatur maupun kelembaban sama-sama tidak memenuhi standar TIA-942

3. Intensitas Konsumsi Energi Listrik (IKE) pada Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara. Tbk, diketahui bahwa penggunaan energi di gedung kontrol Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara. Tbk pada bulan Februari 2022 mencapai 16.85 kWh/m<sup>2</sup>/bulan, dengan luas gedung adalah 437.3 m<sup>2</sup>, maka IKE gedung kontrol adalah 16.85 kWh/m<sup>2</sup>/bulan. Berdasarkan standar Permen ESDM Nomor 13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian Listrik yaitu sebesar (14 < IKE < 18.5) termasuk dalam kategori cukup efisien, sehingga hal ini sesuai dengan Standar Intensitas Daya Pencahayaan dan Kuat Pencahayaan berdasarkan Standar SNI 6197-2011
4. Hasil audit yang dilakukan di PT. Perusahaan Gas Negara. Tbk menghasilkan reduksi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 3.024 Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 786.24 Kg CO<sub>2</sub>/tahun dengan mengganti jenis lampu menjadinya lampu LED 150 Watt yang sebelumnya menggunakan lampu Sodium 250 Watt yang menghasilkan Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 5.04Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 1310.4 Kg CO<sub>2</sub>/tahun sehingga terdapat penurunan sebesar 2.016 Kg CO<sub>2</sub>/tahun. Sedangkan pergantian jenis lampu Sonte 400 Watt dengan LED 280 Watt menghasilkan reduksi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 5.6448 Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 1467.64 Kg CO<sub>2</sub>/tahun yang sebelumnya menggunakan lampu Sonte 250 Watt menghasilkan emisi GRK sebesar 8.064 Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 2096.64 Kg CO<sub>2</sub>/tahun atau dengan kata lain terdapat penurunan 2.4192 Kg CO<sub>2</sub>/tahun. Penggunaan AC dengan merubah temperatur AC dari temperatur 23°C dengan daya 6630 Watt yang menghasilkan 334.152Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 86879.52 Kg

CO<sub>2</sub>/tahun, terjadi penurunan emisi GRK jika suhu temperatur AC di ubah ke 24<sup>0</sup>C yang menghasilkan reduksi Gas Rumah Kaca (GRK) 281.736 Kg CO<sub>2</sub>/hari atau 73251,36 Kg CO<sub>2</sub> di mana terjadi penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 52.414 Kg CO<sub>2</sub>/tahun.

## 6.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan di atas maka dapat diberikan saran yang sifatnya membangun demi kemajuan dan perkembangan perusahaan, saran tersebut antara lain:

1. Stasiun Gas Muara Bekasi PT. Perusahaan Gas Negara Tbk, hendaknya dapat melakukan audit energi secara berkelanjutan yaitu dilakukan setiap 6 bulan sampai 1 tahun sekali hal itu dilakukan karena audit energi dan penghematan energi sebagai salah satu upaya untuk menerapkan sistem monitoring energi secara berkelanjutan
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan audit energi secara total, pengembangan analisa dari segi keekonomian, mengevaluasi kebutuhan daya listrik setelah dilakukan konservasi dan kemungkinan untuk penghematan energi dalam jangka panjang dan melakukan pemasangan secara langsung untuk megubah peralatan listrik manual menjadi otomatisasi menggunakan *mikrokontroller arduino mega 2560*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, M., dan Rusman. 2012. *Audit Energi pada Bangunan Gedung Direksi PT. Perkebunan Nusantara XIII (Persero)*, Jurnal Vokasi Volume 8, Nomor 3.
- Afyudin, M., Umanailo, Meita, R., Vecky, C., Poekoel. 2018. *Audit Energi Di Kantor Walikota Manado, Sulawesi Utara*, Jurnal Teknik Elektro dan Komputer Vol.7 No.2.
- Ardy, W.T., Hans, T., dan Lily S.P. 2015. *Konservasi Energi Listrik di Hotel Santika Palu*, E-journal Teknik Elektro dan Komputer, Vol.4, No. 4.
- Badan Koordinasi Energi Nasional (BKEN). 2013. *Buku Pedoman Tentang Tata Cara Pelaksanaan Konservasi Energi dan Pengawasannya*, Jakarta: Badan Koordinasi Energi Nasional.
- Badan Pengkajian Kebijakan, Iklim Dan Mutu Industri (BPKIMI). 2011. *Pedoman Teknis Audit Energi Dalam Implementasi Konservasi Energi dan Pengurangan Emisi CO<sub>2</sub> di Sektor Industri (Fase 1)*, Jakarta: Kementerian Perindustrian.
- Biantoro, A.W., dan Dadang, S.P. 2017. *Analisis Audit Energi untuk Pencapaian Efisiensi Energi di Gedung Ab, Kabupaten Tangerang, Banten*. Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana 6.2, 85-93
- Direktorat Jendral Ketenagalistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Statistik Ketenagalistrikan 2020.
- Hadiwono, A. 2017. *Audit Energi Sistem Kelistrikan di Pabrik Gula*, Jakarta: Teknologi Pengelasan Logam Jakarta, Pradya Paramita
- Joko, P., Mulyadi dan Purwo, S. *Audit Energi Dan Alalysis Peluang Penghematan Energi Listrik Gedung Mahkamah Konstitusi Jakarta*, Jurnal Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian.
- Margareta. 2018. *Rancang Bangun Unit Analisa Penggunaan Energi pada Lampu Penerangan, Tugas Akhir Mahasiswa Teknik Konversi Energi*, Depok: Perpustakaan PNJ.
- Mukarom, A. 2014. *Manajemen Konservasi Energi Listrik Melalui Pendekatan Financial Assessment pada PT.XYZ*, Widyariset, Volume 17, No 1.
- Purwito, T., dan Tadjuddin. 2018. *Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Energi di PT. Daikin Air Conditioning Makassar*, INTEK Jurnal Penelitian. Volume 5 (2): 115-121
- Reksohadiprodjo, S. 2017. *Ekonomi Sumberdaya Alam dan Energi*. Yogyakarta: BPFE.

- Samhuddin, K.M.S. 2017. *Analisis Konsumsi Energi Pada Kantor Pelayanan Kekayaan Negara dan lelang (KPKNL) Kendari*. Jurnal.Fakultas Teknik Mesin.Universitas HaluOleo ; Kendari.
- Setyodewanti, R. 2006. *Audit Energi Untuk Pencapaian Efisiensi Penghematan Listrik di Gedung DPRD Kota Surabaya*. Surabaya: ITS
- Selamet, R., dan Erry, T. *Audit Energi Untuk Mencapai Peluang Penghematan Energi*, Jurnal Teknologi Vol. 7, No.1 Januari 2017
- Zuhal. 2015. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.