

**ANALISIS KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA MOTOR
INDUKSI DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR PRODUKSI II
PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM (PERUMDA)
KOTA SEMARANG**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar S1 Pada Program Studi
Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung



**MIFTAKHUL HUDA
30601401557**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2021**

FINAL PROJECT

***ANALYSIS OF ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION ON
INDUCTION MOTORS IN PRODUCTION WATER
TREATMENT INSTALLATION II COMPANY REGIONAL
DRINKING WATER (PERUMDA) SEMARANG CITY***

Proposed to complete the requirement to obtain a bachelor's degree (S1) at
Departemen of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Technology,
Universitas Islam Sultan Agung



MIFTAKHUL HUDA

30601401557

**MAJORING OF ELECTRICAL ENGINEERING
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2021

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA MOTOR INDUKSI DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR PRODUKSI II PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM (PERUMDA) KOTA SEMARANG” ini disusun oleh

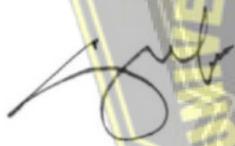
Nama : MIFTAKHUL HUDA
NIM : 30601401557
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan oleh dosen pembimbing pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 12 Agustus 2021

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. H. Sukarno Budi Utomo, M.T.
NIDN : 0014016401



Dedi Nugroho, S.T., M.T.
NIDN : 0617126602

Mengetahui,

Ka. Program Studi Teknik Elektro



Jenny Putri Hapsari, S.T M.T.
NIDN. 0607018501

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Miftakhul Huda
NIM : 30601401557
Judul Tugas Akhir : **ANALISIS KONSUMSI ENERGI LISTRIK
PADA MOTOR INDUKSI DI INSTALASI
PENGOLAHAN AIR PRODUKSI II
PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM
(PERUMDA) KOTA SEMARANG**

Dengan ini Saya menyatakan bahwa judul dan isi Tugas Akhir yang telah Saya buat dalam rangka menyelesaikan pendidikan S1 tersebut adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian,

Dan apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir yang saya buat pernah diangkat, ditulis maupun dipublikasikan, maka Saya bersedia dikenakan sanksi akademik sesuai peraturan yang berlaku. Demikian surat pernyataan ini Saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab

Semarang, 06 Juli 2021

Yang menyatakan

A handwritten signature in black ink is written over a yellow official stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'KOTA SEMARANG' and 'PEPEL'. A unique identification number '88DD2AJX249278301' is printed at the bottom of the stamp.

(Miftakhul Huda)

NIM. 30601401557

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA MOTOR INDUKSI DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR PRODUKSI II PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM (PERUMDA) KOTA SEMARANG” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 12 Agustus 2021

Tim Penguji

Tanda Tangan

Ir. Ida Widiastuti, MT.
NIDN. 00050536501
Ketua



Bustanul Arifin, ST., MT.
NIDN. 0614117701
Penguji I



Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, MT.
NIDN. 0618066301
Penguji II



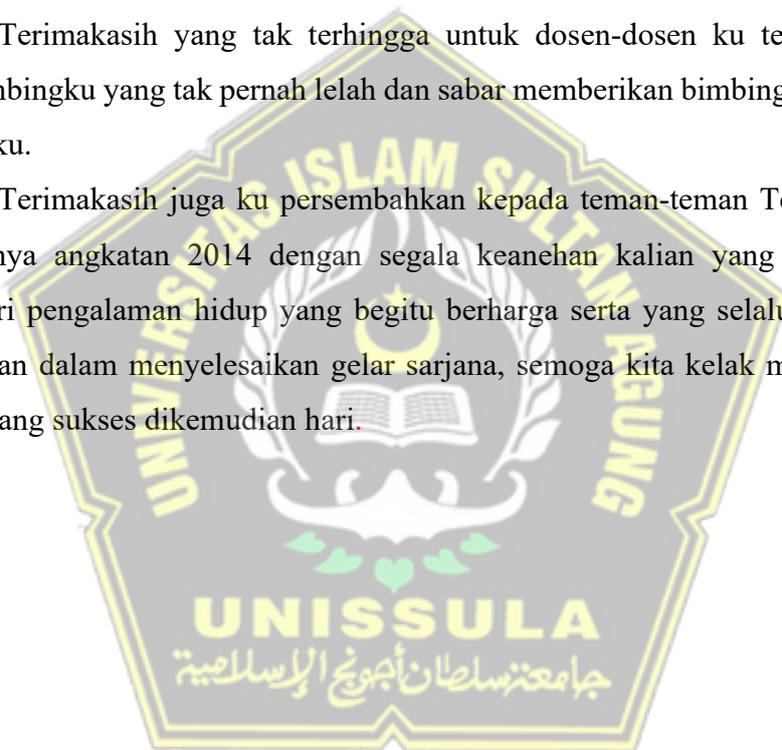
HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan kekuatan, kesehatan dan kesabaran untuk ku dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

Saya persembahkan kepada kedua Orang Tuaku yang tak pernah berhenti berdo'a untuk ku dan selalu menjadi motivasi hidup saya dalam menyelesaikan studi saya.

Terimakasih yang tak terhingga untuk dosen-dosen ku terutama dosen pembimbingku yang tak pernah lelah dan sabar memberikan bimbingan dan arahan kepadaku.

Terimakasih juga ku persembahkan kepada teman-teman Teknik Elektro, khususnya angkatan 2014 dengan segala keanehan kalian yang telah banyak memberi pengalaman hidup yang begitu berharga serta yang selalu memberikan dukungan dalam menyelesaikan gelar sarjana, semoga kita kelak menjadi orang-orang yang sukses dikemudian hari.



HALAMAN MOTTO

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara mu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan”

(QS. Al-Mujadilah : 11)

“...Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain”

(Qs.Alam Nasyrh: 6 - 8)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S. Asy-Syarh: 5)

“Sesungguhnya urusan-Nya, apabila Dia menghendaki sesuatu, Dia hanya berkata kepadanya, “Jadilah!” maka jadilah sesuatu itu”

(QS. Yasin:82)

“ Allah mencintai pekerjaan yang apabila bekerja ia menyelesaikannya dengan baik”

(HR. Thabrani)

Jika kita bersungguh sungguh dalam melakukan sesuatu, maka seluruh alam semesta akan berkonspirasi untuk mewujudkan keinginan kita.

(Paulo Coelho)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahim

Assalamu'alaikum Warahmatuallahi Wabarakatuh

Rasa syukur saya haturkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan rahmat-Nya sehingga masih diberikan waktu beserta kesempatan untuk menuntut ilmu setinggi-tingginya. Shalawat serta salam saya haturkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, semoga kelak kita mendapatkan syafaatnya. Aamiin Ya Rabbaalalamin.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Fakultas Teknologi Industri di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, tentunya banyak orang yang membantu dan mendukung. Oleh karena itu Saya selaku penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar besarnya kepada:

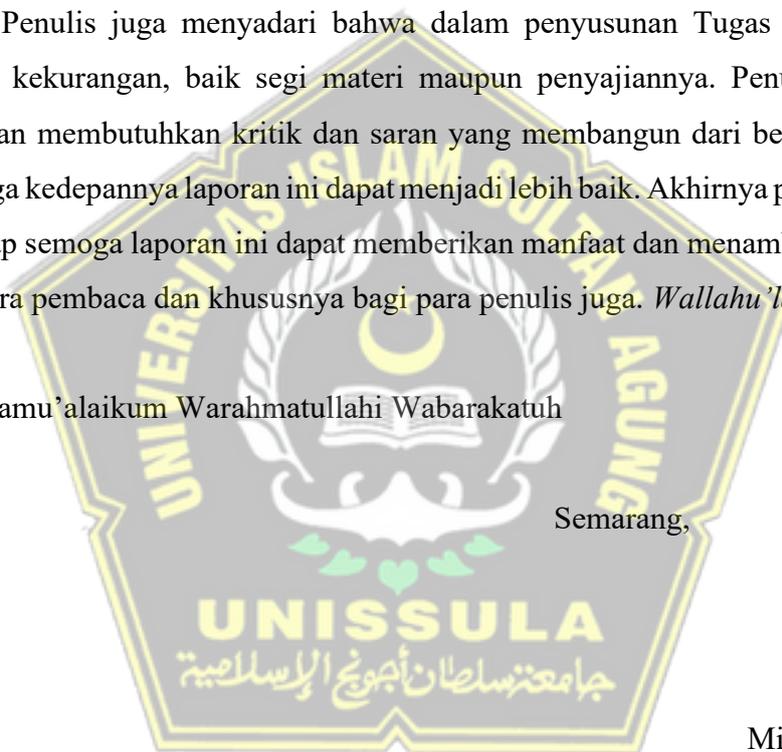
1. Ibu Dr. Ir. Novi Marlyana, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Ibu Jenny Putri Hapsari, S.T.,M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro , Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ir. H. Sukarno Budi Utomo, M.T dan Bapak Dedi Nugrogo, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan dukungan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung Semarang atas ilmu, bimbingan, dan bantuannya hingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Kedua Orang Tua Saya Alm Bapak Mustakim dan Ibu Munaziroh yang sangat Saya cintai dan kagumi yang senantiasa memberikan *support*, doa, perhatian, dan kasih sayang yang tiada hentinya kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Kepada kedua Kakak saya Saidatul Wafiyah, Amd. Keb dan Moh. Latiful Khakim, yang sepenuh hati saya cintai yang memberikan doa, semangat serta motivasi.

7. Kepada teman-teman seperjuangan Teknik Elektro UNISSULA angkatan 2014 yang selalu bersama-sama menghadapi halang serta rintangan dalam meraih ilmu di UNISSULA.
8. Kepada keluarga saudara Ali Zaenal Abidin dan Ali Asytar S.T yang telah menyediakan tempat tinggal selama pengerjaan Laporan Tugas Akhir ini.
9. Dan juga kepada semua pihak yang telah membantu, mendukung, dan mendoakan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, yang tidak bisa Saya sebutkan satu-persatu.

Penulis juga menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir masih banyak kekurangan, baik segi materi maupun penyajiannya. Penulis meminta maaf dan membutuhkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak, sehingga kedepannya laporan ini dapat menjadi lebih baik. Akhirnya penulis sangat berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca dan khususnya bagi para penulis juga. *Wallahu'lam.*

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Semarang,



Miftakhul Huda

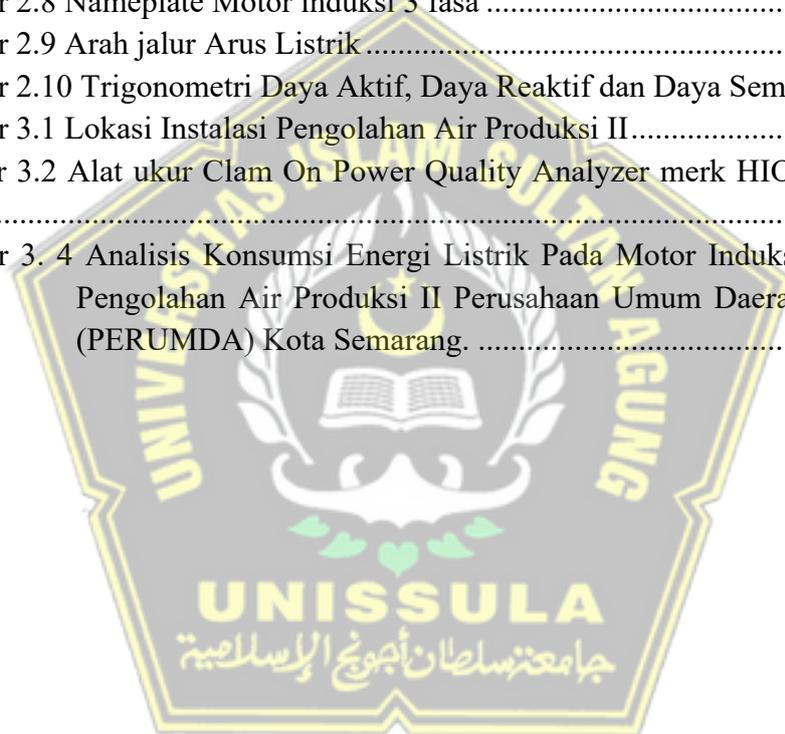
DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTTO	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I LATAR BELAKANG	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	7
2.3 Sarana Elektrik Pada Proses Pengolahan Air.....	9
2.3.1 Pompa Sentrifugal.....	9
2.3.2 Motor Induksi 3 fasa	11
2.3.3 Prinsip kerja motor induksi 3 fasa.....	11
2.3.4 Bagian-Bagian motor induksi 3 fasa.....	13
2.3.5 Pemilihan Motor Induksi 3 Fasa	14
2.3.6 Name Plat Motor	17

2.4 Energi.....	20
2.5 Daya.....	20
2.5.1 Definisi Daya	20
2.5.2 Faktor Daya.....	23
2.6 Tarif Listrik.....	26
2.7 Tarif Pemakaian Air Minum	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Model Penelitian.....	29
3.2 Lokasi Penelitian.....	29
3.3 Alat-alat Penelitian	30
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Dekripsi Data Penelitian.....	34
4.2 Perhitungan Daya Motor Induksi	38
4.3 Perhitungan Konsumsi Energi Listrik.....	41
4.4 Perhitungan Biaya Listrik Pada Motor Induksi P-603 Dan P-605 ..	42
4.5 Perhitungan Produksi Air.....	43
BAB V PENUTUP.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Pengolahan dan Produksi Air PDAM IPA Produksi II Semarang	8
Gambar 2.2 Pompa Rumah Keong Tipe Radial.....	10
Gambar 2.3 Pompa Diffuser Tipe Radial.....	10
Gambar 2.4 Pompa Turbin Radial	11
Gambar 2.5 Ilustrasi Kerja Pompa Sentrifugal Tipe Radial	11
Gambar 2.6 Motor Induksi Tipe Sangkar Tupai(Squirrel–Cage Rotor)	13
Gambar 2.7 Motor Tipe Rotor Belitan (Wound Rotor)	14
Gambar 2.8 Nameplate Motor induksi 3 fasa	17
Gambar 2.9 Arah jalur Arus Listrik.....	21
Gambar 2.10 Trigonometri Daya Aktif, Daya Reaktif dan Daya Semu.	23
Gambar 3.1 Lokasi Instalasi Pengolahan Air Produksi II.....	30
Gambar 3.2 Alat ukur Clam On Power Quality Analyzer merk HIOKI type 3197	31
Gambar 3. 4 Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Motor Induksi Di Instalasi Pengolahan Air Produksi II Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PERUMDA) Kota Semarang.	33



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Torsi Motor Desain Torsi.....	16
Tabel 2.2 Klasifikasi Isolasi Motor.....	17
Tabel 2.3 Tarif Listrik Pln.....	27
Tabel 2.4 Tarif Pemakaian Air Minum.....	28
Tabel 4. 1 Spesifikasi Motor Induksi Distribusi Produksi Ii.....	34
Tabel 4. 2 Kapasitas Pompa Sentrifugal.....	34
Tabel 4. 3 Data Historis Pengoperasian Motor Induksi Selama Pengukuran.....	35
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Motor P-603 Hari Pertama.....	36
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Motor P-603 Hari Kedua.....	36
Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Motor P-603 Hari Ketiga.....	37
Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Motor P-605 Hari Keempat.....	37
Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Motor P-605 Hari Kelima.....	38
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Daya Motor Induksi.....	40
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Daya Motor Induksi.....	40
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Daya Motor Induksi.....	40
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Daya Motor Induksi.....	41
Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Daya Motor Induksi.....	41



ABSTRAK

Penelitian ini membahas mengenai konsumsi energi listrik pada motor induksi di instalasi pengolahan air produksi II PERUMDA (Perusahaan Umum Daerah Air Minum) kota Semarang. Dalam instalasi pengolahan air tersebut membutuhkan energi listrik yang paling besar untuk menggerakkan peralatan pompa air guna memenuhi kebutuhan air bersih. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa konsumsi energi listrik pada motor induksi disalurkan distribusi dan seberapa besar produksi air selama jam pengoperasian.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan pengumpulan data historis pengoperasian Motor Induksi. Selanjutnya pengukuran pada Motor Induksi P-603, P-605 setiap 1 jam sekali mulai dari pukul 09.00 sampai 15.00 dengan mencatat hasil pengukuran kedalam tabel pengukuran. Kemudian, dilakukan perhitungan jumlah daya rata-rata setiap harinya lalu ditotal konsumsi energi, total biaya, dan produksi air.

Hasil penelitian bahwa total konsumsi energi listrik pada motor induksi P-603 dan P-605 yang berdaya 250 KW yang pengoperasian selama 7 jam secara bergantian adalah sebesar 1.431,08 KWh dan 1.429,19 KWh. Untuk biaya listrik pada motor induksi adalah Rp. 1.595.654 dan Rp. 1.593.547 Dan produksi air yang dihasilkan beroperasi selama 7 jam dengan kapasitas pompa sentrifugal 1620 m³/h adalah sebesar 2.318.350 m³ dan 2.315.288 m³.

Kata Kunci: Perumda, Motor induksi, Konsumsi Energi Listrik

ABSTRACT

This study discusses the consumption of electric energy in induction motors at the production water treatment plant II PERUMDA (Perusahaan Umum Daerah Air Minum) Semarang city. The water treatment plant requires the greatest amount of electrical energy to move the water pumping equipment to meet the needs of clean water. The purpose of this study is to analyze the consumption of electrical energy in the induction motor in the distribution channel and how much water is produced during operating hours.

The steps are taken in this study are collecting historical data on the operation of the induction motor. Furthermore, the measurement of the induction motor unit P-603, P-605 every 1 hour start from 09.00 to 15.00 by recording the measurement results into the measurement table. Then, calculate the average amount of power each day and then total energy consumption, total costs, and water production.

From the study results, the total consumption of electrical energy in induction motor P-603 and P-605 which has a power of 250 KW which operates for 7 hours alternately amounting to 1.431,08 KWh and 1.429,19 KWh. The cost of electricity for an induction motor is Rp. 1.595.654 and Rp. 1.593.547, and the production of water which is produced during operation for 7 hours with a centrifugal pump capacity of 1620 m³/h is 2.318.350 m³ and 2.315.288 m³.

Keywords: Perumda, Induction Motor, Electrical Energy Consumption.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PERUMDA (Perusahaan Umum Daerah Air Minum) merupakan salah satu unit usaha milik daerah, yang bergerak dalam distribusi air bersih bagi masyarakat umum. Produk keluaran dari perusahaan PERUMDA adalah jasa penyediaan air bersih. Sementara itu air bersih merupakan suatu kebutuhan pokok yang harus terpenuhi bagi setiap manusia untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Seperti halnya untuk memasak, minum, mandi, dan lain lain[1].

Dalam menyediakan air bersih, ada beberapa tahap yang dilakukan PERUMDA untuk mengolah air bersih dari suatu sumber mata air. Proses yang dilakukan pihak PERUMDA disebut IPA (Instalasi Pengolahan Air) Kudu. Dimana prosesnya melalui Pengambilan Air Baku (Intake), Koagulasi, Flokulasi/sedimentasi, Filtrasi, Klorinasi. Dalam instalasi pengolahan air tersebut membutuhkan energi listrik yang paling besar untuk menggerakkan peralatan pompa air yang ada pada Unit Instalasi Pengolahan Air Produksi II Kota Semarang.

Dari Unit Instalasi Pengolahan Air Produksi II Kota Semarang dengan daya PLN sebesar 2425 KVA dan Genset 1250 KVA [2], Dimana pada saluran Distribusi di Instalasi Pengolahan Air (IPA) Kudu tersebut beroperasi dengan 4 pompa yang digunakan secara bergantian yang beroperasi kurang lebih 7×24 jam. Dalam penggunaan motor induksi membutuhkan energi listrik yang paling besar guna memenuhi kebutuhan air bersih diwilayah Kudu. Sehingga pada tugas akhir ini akan menganalisa konsumsi energi dan produksi air selama 7 jam pengoperasian motor induksi sebagai penggerak pompa pada saluran distribusi dan belum adanya penelitian yang membahas mengenai konsumsi energi listrik khususnya pada pompa saluran distribusi di Instalasi Pengolahan Air Produksi II.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis mencoba untuk menganalisa konsumsi energi listrik pada motor induksi berkapasitas 250KW/380V/425A/50Hz/1488RPM disistem saluran distribusi PERUMDA. Hasil dari konsumsi energi listrik ini adalah dapat diketahui seberapa besar

penggunaan energi listrik pada tiap pompa yang beroperasi dan seberapa besar produksi air yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka penulis mengambil rumusan masalah sebagai berikut :

- 1 Berapa kebutuhan konsumsi energi listrik khususnya disaluran distribusi pada motor P-603 dan P-605?
- 2 Berapa biaya pemakaian energi listrik khususnya disaluran distribusi pada motor P-603 dan P-605 selama beroperasi 7 jam di instalasi pengolahan air produksi II?
- 3 Berapa m^3 produksi air yang dihasilkan pada motor P-603 dan P-605 selama beroperasi 7 jam dengan daya 250KW/380V/425A/50Hz/1488RPM?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan hanya pada ruang lingkup bagian saluran pompa distribusi di Instalasi Pengolahan Air Produksi II.
2. Pengukuran dan perhitungan konsumsi energi listrik pada 2 motor P-603 dan P-605 di saluran distribusi.
3. Perhitungan seberapa besar m^3 produksi yang dihasilkan pada motor induksi dengan daya 250KW/380V/425A/50Hz/1488RPM.

1.4 Tujuan Penelitian

Mengacu pada perumusan masalah, tujuan penelitian yang hendak dicapai pada penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui seberapa besar konsumsi energi listrik pada motor induksi yang digunakan.
2. Mengetahui berapa Tarif pemakaian energi listrik pada pompa yang harus dikeluarkan selama 7 jam beroperasi.

3. Mengetahui seberapa besar produksi air yang dihasilkan pada motor induksi saat digunakan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui tentang konsumsi energi listrik pada motor induksi yang digunakan di instalasi pengolahan air.
2. Mengetahui tentang perhitungan biaya pemakaian energi listrik pada beban motor induksi disaluran distribusi.
3. Mengetahui tentang perhitungan produksi air yang dihasilkan pada motor induksi saluran distribusi.

1.6 Sistematika penulisan

Untuk memudahkan penyusunan tugas akhir ini, penulis merumuskannya secara sistematis untuk memperjelas pemahaman materi yang akan dijadikan objek pelaksanaan tugas akhir, adapun sistematika penulisannya berikut ini.:

BAB I PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penulisan dan juga sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Pada Bab ini berisikan mengenai landasan/acuan yang berisikan teori-teori yang membahas tentang permasalahan perhitungan konsumsi energi listrik pada motor induksi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada Bab ini berisikan mengenai metode penelitian, obyek penelitian, data penelitian, diagram alur penelitian, dan tahap-tahap

dalam penelitian dan sistem kerja motor induksi di Instalasi Pengolahan Air Produksi II.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISA

Pada Bab ini menjelaskan tentang pembahasan data dan analisa penelitian yang didapatkan dari hasil penelitian dan pengolahan data yang diperoleh.

BAB V PENUTUP

Dari hasil data penelitian dan analisa yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai penutup tugas akhir ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian terkait dengan analisis konsumsi energi listrik pada motor induksi di instalasi pengolahan air produksi II perusahaan umum daerah air minum (PERUMDA) kota Semarang yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut :

Menurut Ahmad Qoyyum dalam penelitiannya Kebutuhan energi listrik pada PDAM sekitar 50%-80% digunakan untuk mengoperasikan motor induksi penggerak pompa dan selebihnya digunakan untuk perkantoran dan penerangan. Motor induksi pompa yang digunakan pada kantor induk PDAM Tirta Bening Pati berjumlah 17 motor induksi pompa, namun pada penelitian ini yang dilakukan analisa adalah pada motor yang besar dengan daya 55KW keatas. Motor induksi yang dilakukan pengukuran berjumlah 8 karena kedelapan motor tersebut merupakan motor induksi yang paling besar perannya dalam pemrosesan air bersih, motor tersebut adalah motor induksi PS 1, PS 2, PS 4, PS 5, C 1, C 2, C3, dan Turbin. Metode yang digunakan adalah dengan metode historis, metode perbandingan, metode diskusi, dan metode walk through survey. Hasil dari pengukuran dan perhitungan yang dilakukan adalah terlihat bahwa 7 motor dalam keadaan overload, pada motor induksi PS 1 sebesar 102,1%, pada motor induksi PS 2 sebesar 112,86%, pada motor induksi PS 4 sebesar 116,6%, pada motor induksi C 1 sebesar 112,18%, pada motor induksi C 2 sebesar 112,3%, pada motor induksi C 3 sebesar 124,6%, dan pada motor induksi turbin sebesar 119,81%. Sedangkan hanya satu motor induksi yang tidak overload atau normal yaitu pada motor induksi PS 5 dengan load sebesar 89,52%. Penyebab motor induksi bisa menjadi overload adalah karena perkembangan dari beban yang terus membesar, sedangkan performa motor induksi lama kelamaan akan turun, sehingga ketika beban membesar maka motor induksi akan terus berusaha mencukupi daya yang dibutuhkan oleh beban dan akhirnya motor akan bekerja hingga melebihi kapasitasnya. Jika hal ini

dibiarkan terus maka motor induksi bisa terbakar. Untuk yang masih normal atau load nya dibawah 100% maka bisa cek secara berkala[1].

Menurut Risa Setyadi dalam penelitiannya Untuk mendapatkan nilai pengukuran yang lebih tepat dilakukannya pengukuran selama berkala seperti pengukuran motor pada *Cooling Tower* selama 8 jam dan dilaksanakan tiap 1 jam sekali yang memungkinkan memperoleh hasil pengukuran kinerja mesin yang lebih baik untuk selanjutnya dapat diupayakan penyuluhan perbaikan untuk mesin yang mempunyai kinerja yang rendah[3].

Menurut Heri Haryanto, dkk pada penelitiannya tentang motor induksi 3 fasa menyatakan bahwa analisis efisiensi daya terhadap karakteristik motor membuktikan penurunan daya masukan pada beban 40% torsi 3.44 N-m dan 55% torsi 4.7 N-m mengalami penurunan tegangan. Untuk memperbesar penghematan energi harus melakukan pengecilan pada beban yang digunakan dan hasil dari tegangan masukan juga semakin kecil. Kenaikan beban 10% sampai dengan 100% mengalami pada % Efisiensi naik 0.98 mencapai 12 pada tegangan input konstan 380 V[4].

Pada penelitian Bambang Supradono, dkk dilakukan peningkatan efisiensi motor pompa 1, pompa 2 dan AHU 2-1, karena pembebanan motor induksi cukup rendah yaitu 37% (masih di bawah 50%) sehingga dapat melakukan penggantian motor induksi dengan efisiensi tinggi atau mengoperasikan motor induksi pada beban di atas 50% dan perlu Perbaikan mutu daya listrik dengan cara menyeimbangkan beban (memasang filter) untuk membloking harmonisa arus netral[5].

Penelitian yang dilakukan oleh Agus Rianto yang berjudul Audit Energi dan Analisa Peluang Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Pengkondisian Udara di Hotel Santika Premiere Semarang. Untuk melakukan audit energi adalah dengan cara melakukan audit awal dan kemudian dilanjutkan melakukan audit rinci. Pada saat audit awal, diamati yang terbesar adalah nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) untuk memperoleh konsumsi energi listrik. Sedangkan untuk energi listrik di Hotel Santika Premier Semarang masih melebihi standar IKE untuk perhotelan Indonesia yaitu 300 kWh/m² setahun, sehingga perlu dilakukan audit energi secara

mendetail. Untuk Hotel Santika Premier Semarang berdasarkan hasil audit energi pendahuluan, IKE energi listrik adalah 341.683 kWh/m² tahun. Pada saat melakukan audit rinci diperoleh harga IKE untuk energi listrik adalah sebesar 403,08 kWh / m² year. IKE berdasarkan audit energi rinci merupakan metode pendekatan. Hasil perhitungan mengabaikan hari-hari biasa dan mengabaikan ada tidaknya event-event besar sehingga IKE lebih besar. Untuk melakukan penghematan energi yang signifikan maka dilakukan penelitian lebih dalam pada system pengkondisian udara, karena system pengkondisian udara merupakan yang paling besar konsumsi energi listriknya. Oleh karena itu, untuk menghemat, dilakukan pembersihan pada unit FCU yang meliputi pembersihan filter udara, bilah kipas, sirip (fin) evaporator dan gril sisi keluaran pada unit FCU. Rekomendasi untuk PHE ini adalah setiap unit FCU dibersihkan setiap 1 sampai 2 bulan sekali. Penghematan yang dicapai dalam setahun pada penerapan Peluang Penghematan Energi (PHE) adalah sebesar 9.439,30 kWh. Sebagai hasil dari pelaksanaan audit rinci konsesi (luas bersih) per satuan luas, volume listrik IKE adalah 402,14 kWh / m². tahun. Selanjutnya, atur suhu air keluar (Leaving chilled water temperature = LCWT) pada chiller. Reset dilakukan dengan mengarahkan tombol LCWT pada panel chiller ke suhu 7.58°C. Penghematan yang dicapai selama tahun tersebut adalah 18.640 kWh. Besaran listrik yang dihasilkan dari pelaksanaan PHE Tahap 2 dalam audit energi rinci per satuan luas AC (luas bersih) adalah 401,23 kWh/m² tahun[6].

2.2 Landasan Teori

Instalasi di Pengolahan Air Produksi II merupakan instalasi pengolahan air permukaan yang disiapkan untuk memproduksi 1250 l/s air bersih kapasitas kotor 1400 l/s sesuai dengan ketentuan standarisasi departemen kesehatan[7]. Untuk pertama kalinya beroperasi pada tahun 2001, air baku mengalir sepanjang 42 km dengan dihubungkan melalui Bendungan Kelambu menuju ke instalasi pengolahan. dibangunnya instalasi pengolahan ini bertujuan untuk memperbesar penyuplai kebutuhan air minum dikota Semarang, khususnya sector area timur. Untuk pelanggan kelembagaan dan rumah tangga niaga/industry kebutuhan air

minum yang diproduksi disuplai melalui suatu system pemindahan dan penyaluran. Dengan adanya ketentuan pada tahun 2005 dikembangkannya SUDP (Semarang Urban Development Program) bertujuan untuk mensuplai kebutuhan air yang terpenuhi. Zona Timur 1 dipusatkan melayani instalasi pengolahan air kudu (semarang bagian timur) sesuai dengan pengembangan SUDP, Serta penambahan infrastruktur transport dan distribusi yang terletak di zona Timur 2. Instalasi permukaan konvensional merupakan instalasi Pengolahan Air Produksi II. Sector incaran utama pada pengolahan ialah untuk mengurangi kekeruhan, terlarut partikel padat, warna dan meleburkan bakteri pada mikrobiologi pathogen[2]. Prosedur pengolahan dan produksi air mencakup beberapa tahapan yang dikonsepskan melalui gambar 2.1 sebagai berikut :



Gambar 2. 1 Proses Pengolahan dan Produksi Air PDAM IPA Produksi II Semarang

Dalam proses pengolahan air pada PDAM Produksi II Semarang dari bahan baku yang berwujud air dari waduk Kedung Ombo menjadi air yang siap untuk diminum. Adapun proses produksi pada PDAM Produksi II dapat dilakukan tahap yaitu :

1) Pengambilan Air Baku

Tempat pengambilan air baku adalah saluran Kelambu – Kudu yang dilengkapi dengan bak penyaring yang berfungsi untuk menyaring benda-benda terapung (sampah) supaya tidak sampai masuk ruang intake lantaran bias dapat mengganggu kinerja pompa.

2) Proses Koagulasi

Proses koagulasi adalah proses memberikan koagulan (contoh : Tawas/PAC) dengan bermaksud menyusutkan gaya tolak menolak antar elemen koloid sehingga elemen tersebut bias bercampur menjadi flok-flok kecil.

3) Proses Flokulasi/Sendimentasi

Flokulasi adalah proses kontribusi okulan dengan maksud mencampurkan flok-flok kecil yang telah tersusun pada proses sebelumnya (koagulasi) sehingga terbentuk besar dan mudah di endapkan.

4) Proses Filtrasi

Tempat penyaringan kekeruhan sehingga diperoleh mutu air bersih.

5) Reservoir

Setelah proses filtrasi, air kan disalurkan ke penampungan air bersih. Air di penampungan ini siap untuk didistribusikan.

6) Pompa air distribusi

Proses distribusi dilakukan dengan menggunakan pompa air, pompa air yang digunakan berjumlah 4 unit, antara lain : P-603, P-604, P-605, P-606 yang beroperasi Setiap harinya 2 unit pompa dengan jam pengoperasionalnya 7x24 jam sehari[2].

2.3 Sarana Elektrik Pada Proses Pengolahan Air

2.3.1 Pompa Sentrifugal

Berdasarkan pengoperasian kerjanya, pompa dibedakan tiga jenis macam, yaitu pompa rottary, pompa torak/piston, dan pump sentrifugal. Pemanfaatan pompa yang sering banyak digunakan bagus di lingkup rumah tangga maupun di sector industri adalah jenis pump sentrifugal. Dalam pump sentrifugal memakai gaya sentrifugal digunakan guna perlu menggerakkan fluida keluar dari impeller. Ada tiga jenis pompa sentrifugal, khususnya: pompa rumah keong, pompa diffuser dan pompa turbin. Sistem Kerja pompa sentrifugal. Pada saat impeller berputar, terdapat vakum pada dalam rumah pompa sehingga udara luar terhisap masuk karena adanya perbedaan faktor paksaan yang membuat fluida dihisap masuk.

Selain itu, fluida terdorong keluar dari impeller karena adanya gaya sentrifugal yang berlaku pada impeller[8]. Kapasitas pompa adalah kemampuan pompa mengalirkan volume fluida dalam waktu tertentu dengan satuan m³/jam atau m³/detik. Kapasitas pompa tergantung pada jenis, ukuran dan sumber penggerak pompa itu sendiri. Kebocoran cairan atau fluida pada perapat poros atau air balik maupun gesekan tidak diperhitungkan sebagai kapasitas pompa, karena itu maka sering menggunakan istilah efisiensi volumetric dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut [9]:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2.1)$$

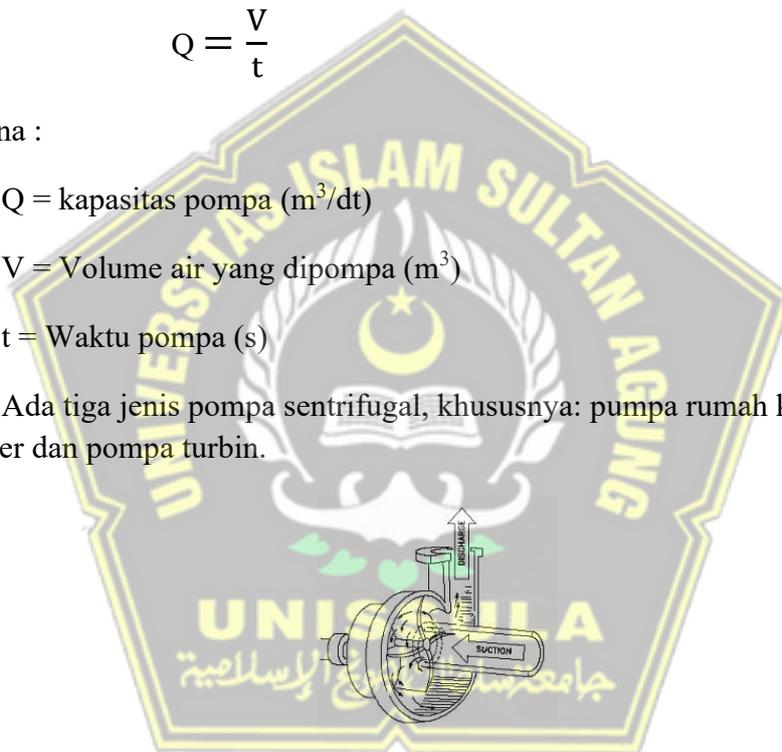
Dimana :

Q = kapasitas pompa (m³/dt)

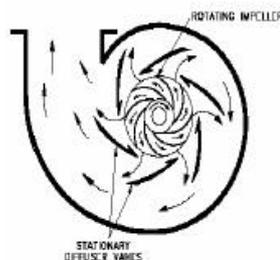
V = Volume air yang dipompa (m³)

t = Waktu pompa (s)

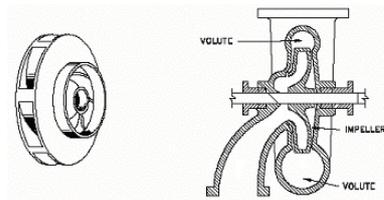
Ada tiga jenis pompa sentrifugal, khususnya: pompa rumah keong, pompa diffuser dan pompa turbin.



Gambar 2.2 Pompa Rumah Keong Tipe Radial



Gambar 2.3 Pompa Diffuser Tipe Radial



Gambar 2.4 Pompa Turbin Radial



Gambar 2.5 Ilustrasi Kerja Pompa Sentrifugal Tipe Radial

2.3.2 Motor Induksi 3 fasa

Mesin listrik digunakan untuk mengubah satu jenis energi menjadi energi lain, misalnya mesin yang mengubah energi mekanis menjadi energi listrik dikenal sebagai generator, dan sebaliknya dari energi listrik menjadi energi mekanis dikenal sebagai motor. Setiap mesin memiliki bagian diam dan bagian yang bergerak. Bagian bergerak dan diam terdiri dari inti besi, dipisahkan oleh celah udara dan membentuk rangkaian magnetik di mana fluksi/transisi dihasilkan oleh aliran arus melewati gulungan/belitan yang terletak di dalam kedua bagian. Secara umum, mesin-mesin penggerak yang digunakan dalam sektor industri memiliki daya keluaran lebih besar dari 1 HP dan memakai motor induksi tiga fasa[10].

2.3.3 Prinsip kerja motor induksi 3 fasa

Hubungan listrik pada motor induksi tidak terdapat antara stator dan rotor, karena arus pada rotor merupakan arus induksi. Dengan asumsi belitan stator diberi tegangan tiga fasa, maka stator akan menghasilkan arus tiga tahap, arus ini menghasilkan medan magnetik yang berputar pada kecepatan sinkron.

Pada medan magnetic/tarik-menarik memotong melalui konduktor rotor, didalam konduktor akan menginduksikan ggl sebagaimana setara dengan ggl yang

di induksikan dalam lilitan sekunder transformator oleh fluksi primer. Rangkaian rotor adalah rangkaian tertutup, baik melalui cincin ujung atau tahanan luar. GGL induksi mengakibatkan mengalirnya arus di dalam konduktor rotor. Sehingga dengan adanya aliran arus pada konduktor rotor pada medan magnet yang dihasilkan oleh stator, maka akan tercipta suatu Gaya (F) yang beroperasi pada motor[4].

Perputaran rotor di motor induksi disebabkan oleh adanya medan putar yang dihasilkan dalam kumparan statornya. Medan putar ini akan terjadi ketika kumparan stator dihubungkan dengan sumber tegangan tiga fasa. Sistem kerjanya fungsinya diuraikan sebagai berikut.

- 1) Timbulnya medan putar dengan kecepatan ketika sumber tegangan 3 fasa dipasang pada kumparan stator.
- 2) Kumparan rotor menimbulkan tegangan induksi (GGL Induksi) akibat terjadinya Medan putar stator tersebut yang akan memotong batang konduktor pada rotor.
- 3) Dengan alasan bahwa kumparan rotor adalah rangkaian tertutup, maka akan mengalir Arus (I). Kawat penghantar (kumparan rotor) yang dialiri arus yang berada dalam medan magnet akan menimbulkan Gaya (F) pada rotor.
- 4) Jika beban kopel awal yang ditimbulkan oleh gaya (F) pada rotor cukup besar untuk menopang kopel beban, maka rotor akan berputar searah dengan medan putar stator.
- 5) Seperti yang telah disebutkan, tegangan induksi akan dihasilkan karena perpotongan batang konduktor (rotor) oleh medan putar stator. Artinya, untuk menginduksi tegangan, perlu ada perbedaan relatif antara kecepatan medan putar stator (N_s) dan kecepatan medan putar rotor (N_r).
- 6) Kecepatan antara n_r dan n_s memiliki perbedaan yang disebut Slip (S).
- 7) jika $n_r = n_s$, tidak ada tegangan yang diinduksi dan tidak ada arus yang mengalir pada kumparan jangkar rotor, sehingga tidak ada kopel yang dihasilkan. Kopel motor dihasilkan ketika n_r kurang dari n_s .

Dari cara kerjanya motor induksi disebut juga motor tak serempak atau asinkron[11].

2.3.4 Bagian-Bagian motor induksi 3 fasa

Bagian penting pada sebuah motor Induksi 3 fasa yaitu elemen terpenting sebagai penunjang bekerjanya suatu motor Induksi. Berikut bagian – bagian inti motor Induksi:

- Stator

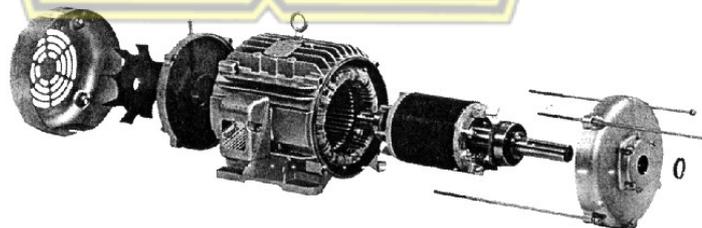
Pusat stator dari motor induksi terdiri dari lapisan pelat baja yang ditopang dalam garis stator yang terbuat dari besi tuang atau pelat baja buatan. Gulungan motor terletak di alur stator yang terpisah 120° derajat listrik. Gulungan panggung dapat diasosiasikan dalam segitiga (Δ) atau bintang (Y)[12].

- Rotor

Rotor dari motor induksi tiga fasa dibedakan menjadi 2 tipe yaitu:

- a. Rotor sangkar tupai (*squirrel-cage rotor*)

Bagian lapisan-lapisan kondukt yang dipasang sejajar beserta poros dan mengelilingi permukaan inti yaitu rotor motor induksi tipe sangkar tupai. Konduktor tidak dipisahkan dari pusat inti, mengingat fakta bahwa arus rotor biasanya akan mengalir lewat tahanan yang terkecil khususnya konduktor rotor. Pada setiap ujung rotor, semua konduktor rotor diperhubung singkat beserta cincin ujung. Konduktor rotor dan ujung cincin seperti memutar tupai, sehingga namanya motor induksi sangkar tupai[12].



Gambar 2.6 Motor Induksi Tipe Sangkar Tupai(Squirrel-Cage Rotor)

- b. Rotor belitan (*wound rotor*)

Wound rotor merupakan jenis mesin yang mempunyai rotor yang terdiri dari gulungan. Gulungan rotor terbesar disesuaikan secara sesuai pada slot-slot sebagaimana umum dihubungkan dengan wye, ketiga terminal

dihubungkan beserta slip-ring menyusun hubungan dengan sikat yang diam (*stationary brushes*), dengan cara ini motor dapat diberikan resistor dari luar sehingga kecepatan motor dapat diatur dengan adanya mengubah nilai tahanan resistor luar[12].



Gambar 2.7 Motor Tipe Rotor Belitan (Wound Rotor)

2.3.5 Pemilihan Motor Induksi 3 Fasa

Pemilihan motor induksi merupakan suatu hal yang penting karena menyangkut kinerja motor yang akan digunakan nantinya, pemilihan motor haruslah sesuai dengan kebutuhan beban supaya tidak terjadi pemborosan energi ataupun terjadi kelebihan beban.

Sebelum mengoperasikan Motor induksi untuk menggerakkan suatu beban, maka yang harus mengetahui terlebih dahulu tentang karakteristik beban yang akan digerakan. Berikut adalah hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan motor induksi :

Penentuan dalam menghubungkan beban dengan poros motor.

1. Kebutuhan daya yang akan digunakan.
2. Menyesuaikan torsi beban dengan kapasitas kecepatan motor.
3. Menentukan torsi maksimum yang dibutuhkan dengan besar torsi asut, torsi kecepatan
4. Menentukan lokasi penempatan motor, sebelum memilih motor induksi maka melewati banyak hal-hal yang pantas untuk dijadikan acuan, agar motor induksi dapat beroperasi beban secara optimal dan efisien.

Berikut ini beberapa faktor/standar kebutuhan beban yang akan dijadikan pertimbangan/acuan dalam memilih motor:

- Faktor Pelayanan (*Service Faktor*)

Motor induksi tersajikan dengan berbagai jenis versi dan tingkatan daya, jika motor memiliki faktor pelayan (*service faktor* = SF) 1,15, dari hal ini

menunjukkan bahwa motor mampu bekerja pada beban 115% secara terus-menerus, meskipun itu sama sekali beroperasi lebih rendah efisiensi dari yang seharusnya. . Penggunaan motor dengan beban yang lebih masuk akal untuk SF untuk masa keadaan waktu tertentu biasanya selaku pilihan untuk alternatif penggunaan motor, dibandingkan dengan membeli motor dengan data yang lebih besar[10].

- Penutup Motor

Didalam bagian yang ada pada motor dirancang penutup motor untuk memberikan perlindungan pada motor, dimana motor tersebut akan dipergunakan tergantung pada lingkungan. Berikut macam jenis penutup motor secara umum digunakan adalah :

- 1) ODP (*Open Drip-Proof*)

ODP jenis ini digunakan terhadap lingkup area yang bersih dan menganjurkan toleransi pada tetesan cairan yang tidak bertambah longgar 15°selaku vertikal. Pendinginan untuk mesin memanfaatkan udara sekitar.

- 2) TEFC (*Totally Enclosed Fan Cooled*),

motor dengan penutup semacam ini dipergunakan untuk kondisi lingkup area berdebu dan korosif. Motor untuk dianjurkan bagi kipas angin eksternal[10].

- Klasifikasi Karakteristik Torsi Motor

Pada motor induksi telah membuat standarisasi NEMA (*National Electrical Manufactures Association*) berlandaskan karakteristik torsinya, yaitu disusun A, B, C, D, dan F. Tabel 2.1 menunjukkan karakteristik torsi motor berlandaskan standar NEMA[10].

Tabel 2.1 Karakteristik Torsi Motor Desain Torsi

Desain	Torsi Asut	Arus Asut	Slip Beban Penuh	Torsi Patah
A	N	N	R	LT
B	N	N	R	N
C	T	N	R	N
D	T	R	T	T
F	R	R	R	R

Ket : N = Normal, T =Tinggi,
R = Rendah, LT = Lebih Tinggi

Motor induksi rotor sangkar adalah motor yang paling sederhana karena tidak ada sikat di bagian dalam rotor. Rotor sangkar pada motor induksi (desain B) umumnya digunakan untuk menggerakkan kipas, pompa sentrifugal dan sebagainya. Motor induksi dengan torsi yang tinggi (desain C) digunakan ketika torsi pengasutan tinggi, misalnya elevator dan kerekan yang harus dimulai keadaan berbeban. Jenis motor ini pada umumnya memiliki rotor sangkar ganda. Motor induksi desain D dirancang untuk memiliki torsi asut yang tinggi dengan arus asut yang rendah. Jenis motor ini memiliki tahanan rotor tinggi yang terbuat dari kuningan/logam, motor bekerja antara 85% hingga 95% dari kecepatan sinkronnya. Motor dengan desain D umumnya digunakan untuk menggerakkan beban yang memiliki tingkat kelembaman tinggi, jadi perlu membutuhkan waktu yang relatif untuk mencapai kecepatan maksimum[10].

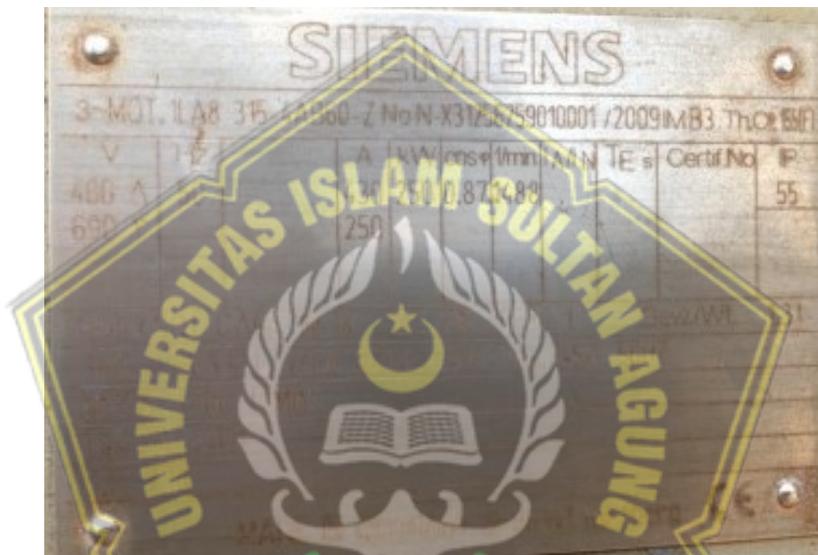
- Klasifikasi Isolasi Motor

Klasifikasikan isolasi motor disimbulkan dengan huruf, sesuai dengan kemampuannya terhadap suhu untuk bisa bertahan tanpa mengakibatkan penurunan karakteristik yang serius. Berdasarkan kelas isolasi kenaikan suhu diatas suhu kamar diperlihatkan pada Tabel 2.2. Jenis isolasi motor yang paling umum digunakan adalah kelas B[10].

Tabel 2.2 klasifikasi Isolasi Motor

	ISOLASI		
	Klas B	Klas F	Klas H
Motor Tanpa SF	80°C	105°C	125°C
Motor dengan SF 1,15	90°C	115°C	135°C

2.3.6 Name Plat Motor



Gambar 2.8 Nameplate Motor induksi 3 fasa

Berikut ulasan atau penjelasan tentang mengenai *nameplate* motor yang ada di atas:

- *Phase*

Simbol 3 *Phase* yang terdapat pada *nameplate* merupakan tanda bahwa motor induksi tersebut adalah motor induksi 3 *phase*, yang artinya instalasi yang digunakan pada motor induksi ini adalah dengan menggunakan sumber 3 *phase*. Untuk standart penamaan motor induksi biasanya antara 1 *phase* atau 2 *phase* tergantung jenis motor yang digunakan.

- Frekuensi

Pada name plat tersebut tertera angka 50 Hz yang mempunyai arti besaran nilai frekuensi maksimal yang dapat diterima motor supaya dapat

berputar sesuai dengan jumlah putaran yang tertera di *nameplatenya*. Pada Negara Indonesia standart sumber frekuensi yang digunakan ialah 50 Hz.

- Daya

Satuan yang digunakan pada *nameplate* adalah KW (Kilo Watt), ataupun terdapat motor yang lain biasanya dituliskan dengan symbol HP (*Horse power*) atau juga tertera dua-duanya. Pada motor yang hanya terdapat satuan KW dan yang tertera pada *nameplate* 250 KW.

- Tegangan Kerja Motor

Simbol V pada motor induksi diatas menunjukkan tegangan yang dapat bekerja di motor tersebut. Pada *name plate* tertera symbol delta dan Y, untuk symbol delta motor dapat bekerja mulai dari tegangan 380 dan untuk symbol Y motor dapat bekerja mulai dari tegangan 690. Jika jumlah tegangan kerjanya tidak terpenuhi akan berpengaruh pada kinerja motor. Pada *nameplate* motor tertera 3 *phasa*, maka untuk penunjukkan tegangan yang tertulis ialah tegangan sumber line to line (V_{LL}) bukan line to netral (V_{LN}) yang nilai besarnya menyesuaikan berdasarkan hubungan belitan motor ketika di instalasi, dan untuk nilai tegangan hubungan delta berbeda dengan tegangan hubungan bintang. Pentingnya mengetahui tentang parameter tegangan ini ialah sebagai acuan ketika memastikan hubungan belitan apa yang akan diinstalasikan pada motor disesuaikan antara *nameplate* tegangan dengan tegangan sumber yang ada. Ketidaksesuaian saat penyambungan belitan motor terhadap tegangan sumber menimbulkan pengaruh terhadap kinerja motor hingga motor terbakar.

- Arus

Pada *nameplate* tertera arus 430 A dan 250 A yang berarti, 250 menunjukkan bahwa nilai arus saat motor beroperasi dengan beban penuh, sedangkan untuk nilai arus 430 A ialah batasan arus maksimal yang bisa diterima motor induksi tersebut. Sedangkan arus pada motor kelebihan arus maksimal dapat menimbulkan kinerja motor yang dapat berpengaruh sampai motor mengalami kerusakan atau terbakar. Arus yang tertera pada *nameplate* motor induksi menunjukkan besarnya nilai arus ketika motor bekerja pada

saat beban penuh. Pemilihan jenis besar kabel untuk instalasi dan penentuan proteksi motor menggunakan acuan parameter tersebut.

- Faktor daya / $\text{Cos } \varphi$

Pada *nameplate* motor induksi diatas ditulis nilai faktor daya atau $\text{Cos } \varphi$ bernilai sebesar 0,87 dari faktor daya tersebut setiap saat berubah sesuai dengan berapa persen motor tersebut menahan beban, semakin tinggi persentase beban yang dihasilkan tahanan motor maka persentase factor daya semakin tinggi pula yang dihasilkan.

- Effisiensi

Daya output dengan daya input dinyatakan dalam perbandingan dalam persentase. Nilai dari effisiensi juga dapat ditunjukkan melalui besaran dari rugi – rugi motor yang tidak bisa dikonversikan kedalam bentuk mekanik melainkan dapat dilihat dari kinerja sebuah motor induksi.

- Putaran Per Menit atau RPM

Pada *nameplate* tertera symbol min^{-1} atau sama saja nilai RPM dari motor tersebut. RPM pada motor tersebut adalah 1488 yang berarti menunjukkan jumlah putaran motor per menit pada saat motor bekerja normal. Nilai tersebut juga merupakan batas putaran maksimal yang diijinkan pada saat motor beroperasi. Jumlah putaran yang tertera pada *nameplate* ini dipengaruhi langsung oleh kutub kutub dan frekuensi. Untuk jumlah kutub tetap sesuai dengan desain motor maka putaran motor akan berubah sesuai dengan besarnya frekuensi. Nilai putaran yang tertera di *nameplate* adalah nilai yang bisa dicapai saat motor beroperasi dihubungkan pada besaran frekuensi. Untuk rumus putaran motor ialah sebagai berikut:

- Kelas Isolasi

Kelas isolasi menunjukkan kapasitas perlindungan yang digunakan dalam kawat gulungan elektro motor terhadap perubahan suhu atau panas/hangat. Atau cenderung untuk menguraikan berapa besar temperature atau suhu panas yang dapat ditahan oleh bahan isolasi dari kawat gulungan elektro motor, sehingga bagaimanapun juga dapat berfungsi sebagai bahan

isolasi sebelum melampaui batas tembus tegangan dan menghadapi kegagalan isolasi atau terjadi kebocoran arus serta tegangan listrik.

2.4 Energi

Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat juga dilenyapkan. Energi semata-mata mampu diubah dari ke suatu wujud menjadi wujud energi yang lain. Demikian pula energi listrik yang merupakan hasil dari perubahan energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Keberadaan energi listrik ini dapat dipergunakan semaksimal mungkin. Adapun penggunaan energi listrik dalam aktivitas sehari-hari adalah pencahayaan, pemanasan, mesin listrik yang berbeda-beda. Energi dapat dipergunakan oleh suatu perangkat listrik menjadi laju penggunaan energi (daya) yang digandakan selama perangkat tersebut beroperasi. Pada daya pengukuran dalam watt jam, maka persamaan sebagai berikut:

$$W(E) = P \times t \quad (2.2)$$

Keterangan :

P = Daya dalam (Watt)

T = Waktu dalam jam

W(E) = Energi dalam watt jam

Kilo Watt jam (watt hour = KWh) menjadi energi yang dikeluarkan jika 1 Kilowatt digunakan selama 1 jam[13].

2.5 Daya

2.5.1 Definisi Daya

Daya merupakan energi yang menggambarkan untuk menjalankan usaha. Bermakna sistem tenaga listrik, daya adalah total energi yang dipergunakan buat mewujudkan pekerjaan atau usaha. Daya listrik biasanya dinyatakan ke dalam satuan Watt atau Horsepower (HP), *Horsepower* adalah satuan daya listrik di mana 1 HP identik dengan 746 Watt atau lbf/detik. melaikan Watt adalah unit satuan daya listrik dimana 1 Watt menyimpan daya sebanding setara dengan daya yang

dihasilkan dengan perkalian arus 1 Ampere dan tegangan 1 Volt. Daya dinyatakan kedalam satuan P, Tegangan listrik dituliskan dengan symbol huruf V dan Arus listrik disimbolkan kedalam huruf I, sehingga besarnya daya dinyatakan sebagai berikut[14]:

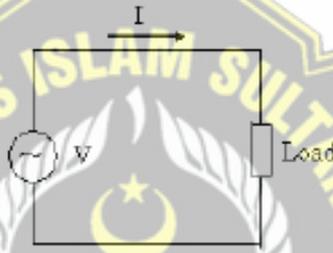
$$P = V \times I \quad (2.3)$$

Keterangan :

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)



Gambar 2.9 Arah jalur Arus Listrik

Jenis daya dikenal tiga macam jenis dalam sistem tenaga, yaitu Daya Semu (S) Daya Aktif (P), dan Daya Reaktif (Q). Untuk melakukan karkulasi dari ketiga Daya tersebut kita mampu melihat melalui persamaan dibawah ini :

a. Daya semu (S)

Daya nyata adalah daya yang ditimbulkan oleh generator dalam system pembangkit listrik atau daya yang menjadikan hasil dari penjumlahan besarnya 8 trigonometri daya dinamis dan gaya responsif. Daya semu adalah daya yang ditransmisikan oleh sumber alternation current (AC) atau dikonsumsi oleh beban. Satuan daya semu adalah volt ampere (VA) dan daya nyata diwakili oleh (S)[14].

Daya semu mempunyai persamaan sebagai berikut :

$$S = V \cdot I \quad (2.4)$$

Untuk tiga fasa menggunakan rumus :

$$S = \sqrt{3} \times V \times I \text{ (VA)} \quad (2.5)$$

Dimana :

$S = \text{Daya Semu (VA)}$

$V = \text{Tegangan (volt)}$

$I = \text{Arus (Ampere)}$

b. Daya Aktif (P)

Daya aktif adalah daya rata-rata yang sesuai dengan kekuatan sebenarnya ditransmisikan atau dikonsumsi oleh beban. daya yang sebenarnya digunakan oleh konsumen. Daya aktif memiliki satuan Watt. Kurang lebih contoh dari daya aktif yakni energi mekanik, energi panas, cahaya dan daya aktif menyimpan satuan berupa watt (W) dan daya aktif dilambangkan huruf(P). Maka terdapat persamaan daya aktif sebagai berikut[14]:

Daya Aktif 1 phasa

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (2.6)$$

Daya Aktif 3 phasa

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (2.7)$$

Dimana :

$P = \text{Daya aktif (watt)}$

$V = \text{Tegangan (volt)}$

$I = \text{Arus (ampere)}$

$\cos \varphi = \text{Faktor daya}$

c. Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif adalah daya yang digunakan untuk menghasilkan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk fluks medan magnet. Daya reaktif mempunyai satuan yang ditulis huruf *volt ampere reactive* (VAR) dan daya reaktif dilambangkan dengan huruf (Q). Persamaan daya reaktif sebagai berikut:[14]

Daya Reaktif 1 phasa

$$Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi \quad (2.8)$$

Daya Reaktif 1 phasa

$$Q = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi \quad (2.9)$$

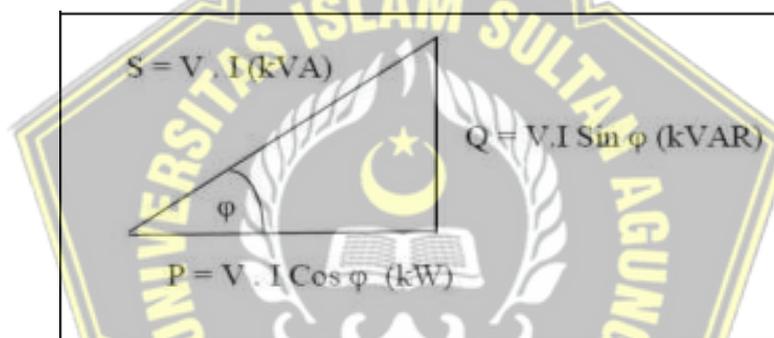
Dimana :

Q = Daya Reaktif (VAR)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Signifikasi dari ketiga daya diatas disebut sistem segitiga daya dapat digambarkan seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2.10 Trigonometri Daya Aktif, Daya Reaktif dan Daya Semu.

Prinsip trigonometri menggambarkan hubungan segitiga daya dari matematika selang waktu daya yang melainkan beda dengan daya aktif, daya semu dan reaktif[14].

2.5.2 Faktor Daya

Faktor daya menjadi $\cos \varphi$ dicirikan berperan membandingkan antara arus yang sanggup menghantarkan hasil kerja dalam suatu rangkaian dengan arus total selama masuk kedalam rangkaian atau cenderung ditegaskan sebagai perbandingan daya aktif (kW) dan daya semu/nyata (kVA). Daya reaktif yang tinggi akan menambahkan pada sudut ini dan hasilnya faktor daya akan lebih rendah. Faktor daya bersekala lebih atau sama dengan satu.

$$\text{Faktor Daya} = \frac{\text{Daya Aktif (F)}}{\text{Daya Semu (S)}} \quad (2.10)$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor Daya} &= \frac{V.I.\cos \varphi}{V.I} \quad (2.11) \\ &= \cos \varphi \end{aligned}$$

Faktor daya adalah seberapa banyak menunjukkan besar efisiensi dalam menyampaikan daya ketika dipergunakan. Faktor daya bagus guna bergerak menuju hampir sama angka 1 dan melainkan faktor daya kurang bagus sangat rendah nilainya hingga mendekati 0 (nol). Jika faktor daya tersebut buruk, maka komposisi akan menciptakan daya lebih besar untuk mencukupi kebutuhan daya aktif/dinamis. Faktor daya rendah ini dapat dilantarkan oleh pengoperasian beban induktif yang bekerja dibawa mesin induksi dan unit lain yang mengutamakan arus magnetisasi yang aktif.

Sifat-sifat dari beban listrik yang mampu terbagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Beban resistif

Beban resistif tegangan dan arus se-fasa yang merupakan suatu resistor murni, Beban ini hanya menyerap daya aktif dan tidak menyerap daya reaktif sama sekali. contoh : lampu pijar, pemanas[14].

2. Beban induktif

Beban induktif adalah beban yang menyerap daya aktif (kW) dan daya reaktif (kVAR). Beban yang mengandung kumparan kawat yang dililitkan pada sebuah inti biasanya inti besi dan mempunyai faktor daya antara 0 – 1 “lagging”. Tegangan mendahului arus sebesar φ° . contoh : motor – motor listrik, induktor dan transformator.

3. Beban Kapasitif

Beban kapasitif adalah Beban yang menyerap daya aktif (kW) dan mengeluarkan daya reaktif (kVAR) yang mengandung suatu rangkaian kapasitor. Beban ini mempunyai faktor daya antara 0 – 1 “leading”. Arus mendahului tegangan sebesar φ° [14].

Dalam sistem tenaga listrik dikenal mempunyai 3 jenis faktor daya adalah faktor daya unity, faktor daya terbelakang (*lagging*) dan faktor daya terdahulu (*leading*) yang ditentukan menurut jenis beban yang ada pada system antara lain sebagai berikut :

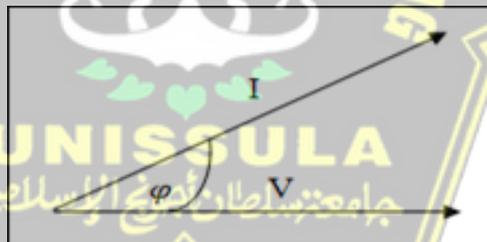
1. Faktor daya unity adalah terbentuk saat nilai $\cos \phi = 1$ adalah satu dan tegangan sephasa bersamaan arus. Faktor daya Unity akan berjalan bila jenis beban merupakn resistif murni.



Gambar 2.11 Arus Sephase Dengan Tegangan

Pada gambar 2.11 memperlihatkan nilai $\cos \phi = 1$, yang meyebabkan besaran daya aktif yang dikomsumsi beban sama setara daya semu.

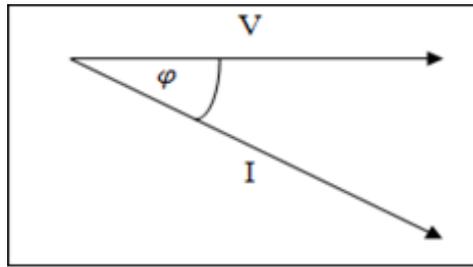
2. Faktor daya mendahului (*leading*) adalah keadaan faktor daya saat memiliki kondisi-kondisi dimana Beban / peralatan listrik memberikan daya reaktif dari sistem atau beban bersifat kapasitif dan Arus mendahului tegangan, V terbelakang dari I dengan sudut ϕ .



Gambar 2.12 Arus Mendahului Tegangan Sebesar Sudut ϕ

Dari Gambar 2.12 beban memberikan daya reaktif kepada sistem karena diakibatkan adanya arus melampaui tegangan, maka daya reaktif terlambat dari daya semu.

3. Faktor daya tertinggal (*lagging*) berfungsi penerimaan pada kondisi beban, dimana tegangan digunakan sebagai sumber acuan untuk menentukan kondisi *leading* manapun *lagging*. Faktor daya *lagging* jika arus terlambat di belakang tegangan sebesar ϕ , maka beban akan meresap daya reaktif.



Gambar 2.13 Arus Tertinggal dari Tegangan Sebesar Sudut ϕ

Dari Gambar 2.13 cenderung terlihat bahwa arus tetap berada di belakang tegangan, kemudian, pada saat itu daya reaktif berjalan sebelum daya semu, menyiratkan bahwa beban membutuhkan atau menerima daya reaktif dari sistem[15].

2.6 Tarif Listrik

Tarif Listrik adalah besar nilai harga yang harus dibayarkan oleh konsumen yang menggunakan energi listrik ini bersumber dari Perusahaan Listrik Negara (PLN). Peraturan Menteri berdasarkan keputusan yang dibuat tentang Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 09 Tahun 2014, maka ditetapkan tarif tenaga listrik berdasarkan macam-macam golongan tarif. Tarif tenaga listrik ditetapkan berdasarkan golongan tarif pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Tarif Listrik PLN

NO	GOL/ TARIF	BATAS DAYA	BIAYA PEMAKAIAN (RP/KWH)	KONSUMEN
1	R-1/TR	1.300 VA	1,467,28	Rumah Tangga Kecil
2	R-1/TR	2.200 VA	1,467,28	Rumah Tangga Kecil
3	R-2/TR	3.500VA s/d 5.500VA	1,467,28	Rumah Tangga Menengah
4	R-3/TR	6.600 VA	1,467,28	Rumah Tangga Besar
5	B-2/TR	5.501VA s/d 200 KVA	1,467,28	Bisnis Sedang
6	B-3/TM	>200 KVA	1,114,74	Bisnis Besar
7	I-3/TM	>200 KVA	1.115	Industri Skala Menengah
8	I-4/TT	>30.000 KVA	996,74	Industri Besar
9	P-1/TR	5.501 VA–200 KVA	1,467,28	Kantor Pemerintah Kecil
10	P-2/TM	>200 KVA	1,467,28	Kantor Pemerintah Besar
11	P-3/TR		1,467,28	Penerangan Jalan Umum
12	L/TR, TM, TT		1.644,52	Layanan Khusus

2.7 Tarif Pemakaian Air Minum

Tarif Air Pemakaian Minum adalah besar nilai harga yang harus dibayarkan oleh konsumen yang menggunakan air minum ini bersumber dari Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang. Peraturan Walikota Semarang Nomor 31 Tahun 2019, maka ditetapkan tarif pemakaian air minum berdasarkan macam-macam golongan pelanggan. Tarif pemakaian air minum ditetapkan berdasarkan golongan pelanggan pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Tarif Pemakaian Air Minum

No	Golongan Pelanggan	Tarif Pemaikan Air (Rp)			
		1 – 10 m ³	11 – 20 m ³	21 – 30 m ³	> 31 m ³
1	Sosial Khusus	900	1.100	1.650	2.000
2	Sosial Umum	1.700	1.800	1.900	2.000
3	Rumah Tangga I	1.550	1.950	3.650	4.500
4	Rumah Tangga II	2.170	2.950	4.150	5.250
5	Rumah Tangga III	3.000	4.000	5.000	6.500
6	Rumah Tangga IV	4.000	5.000	6.000	7.000
7	Rumah Tangga V	5.000	6.000	7.500	8.500
8	Lembaga Pendidikan I	2.500	2.800	5.000	5.200
9	Lembaga Pendidikan II	2.600	2.900	5.200	5.500
10	Lembaga Pendidikan III	2.700	3.000	5.500	6.000
11	Instansi Pemerintah I	5.000	5.500	6.000	6.500
12	Instansi Pemerintah II	5.500	6.000	6.500	7.500
13	Niaga I	5.000	6.000	7.000	11.000
14	Niaga II	6.000	7.000	8.200	11.250
15	Niaga III	6.500	7.500	8.500	11.500
16	Niaga IV	7.500	8.500	9.500	12.000
17	Niaga V	9.500	10.500	11.500	12.500
18	Niaga VI	11.000	12.000	13.000	14.000
19	Industri I	7.500	8.000	9.000	10.000
20	Industri II	11.000	12.500	13.500	14.500
21	Industri III	16.000	17.000	18.000	20.000
22	Kelompok Khusus	Kesepakatan			

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Model Penelitian

Metodologi penelitian ini berisi tentang metode-metode yang digunakan untuk menyelesaikan sebuah penelitian. Penelitian diawali menentukan lokasi penelitian kemudian pengumpulan data penelitian terlebih dahulu. penulis melakukan metode penelitian melalui dua metode yaitu pengamatan dan tindakan langsung, dalam tahap ini dilakukan pengumpulan data Sehingga proses penelitian bisa lebih maksimal dengan menggunakan perangkat komputer atau laptop, pengukuran langsung di lapangan dan studi literatur berupa jurnal-jurnal, karya ilmiah dan studi kasus dari berbagai sumber. Penjelasan lebih rinci tentang metodologi penelitian akan dipaparkan sebagai berikut:

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi Instalasi Pengolahan Air Produksi II, Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PERUMDA) Kota Semarang terletak di Jalan Kramat Raya, Desa Kudu, Semarang dengan luas 53148 m²[7]. Pemilihan lokasi Instalasi Pengolahan Air Produksi II ini dipilih karena Bendungan Kelambu dapat mengalir secara gravitasi, adanya luas lahan dan juga memiliki fasilitas yang memadai seperti listrik dan telepon. Sumber tenaga listrik daya PLN 2425 KVA dengan Genset 1250 KVA yang terdapat pada Instalasi Pengolahan Air Produksi II beroperasi pada tahun 2001 dengan memproduksi kapasitas air bersih mencapai 1250 liter/detik[2].



Gambar 3.1 Lokasi Instalasi Pengolahan Air Produksi II

3.3 Alat-alat Penelitian

Dalam penulisan Tugas Akhir membutuhkan Alat dan peralatan penelitian berfungsi untuk menyusun penulis dalam menyelesaikan penelitian. Beberapa alat dan peralatan yang digunakan sebagai berikut :

1. Laptop

Laptop digunakan sebagai media penyusunan dan perhitungan laporan Tugas Akhir.

2. Alat ukur Clam Meter

Untuk mengukur besaran listrik yang diperlukan, digunakan alat ukur *Clam On Power Quality Analyzer* merk HIOKI type 3197. Alat ukur ini mampu mengukur parameter – parameter yang diperlukan, antara lain : arus, tegangan, cos phi, daya dalam Kilowatt dan Kilovolt-ampere. Satuan listrik yang dimaksud adalah:

- a. Tegangan (V)
- b. Frekuensi arus dan tegangan (Hz)
- c. Arus (A)
- d. Daya nyata terukur (kW)
- e. Daya semu terukur (kVA)
- f. Daya reaktif terukur (kVar)
- g. Faktor daya (cos phi)

Alat ukur *Clam On Power Quality Analyzer* merk HIOKI type 3197 bisa untuk mengukur listrik satu fasa dan listrik tiga fasa. Diperlihatkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Alat ukur Clam On Power Quality Analyzer merk HIOKI type 3197

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur untuk mengambil data – data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Meyiapkan alat dan bahan
2. Mengumpulkan data-data pengguna motor induksi P-603, P-604, P-605 dan P-606.
3. Mengukur beban motor induksi setiap 1 jam sekali menggunakan alat ukur.
4. Pengukuran pada masing-masing panel pompa untuk mengetahui Data tegangan, arus, cos phi.
5. Kemudian mencatat hasil pengukuran meliputi tegangan, arus, cos phi kedalam tabel pengukuran.
6. Melakukan perhitungan dari hasil pengukuran menggunakan rumus yang terdapat pada landasan teori.
7. Melakukan perhitungan pemakaian konsumsi biaya listrik berapa Kwh saat motor induksi beroperasi dan menghitung berapa m³ air yang dihasilkan.

3.5 Proses Pengukuran

Dalam pengambilan data penelitian ini, dilakukan dan pencatatan pada masing-masing panel motor induksi P-603 dan P-605 yang dilakukan selama 5 hari, dari tanggal 13-17 juli 2020 Pengukuran dilakukan setiap 1 jam sekali mulai pukul 09:00 pagi sampai 15:00 sore.

Waktu pengukuran dilakukan pada jam

1. 08-00 sampai dengan 09-00
2. 09-00 sampai dengan 10-00
3. 10-00 sampai dengan 11-00
4. 11-00 sampai dengan 12-00
5. 12-00 sampai dengan 13-00
6. 13-00 sampai dengan 14-00
7. 14-00 sampai dengan 15-00

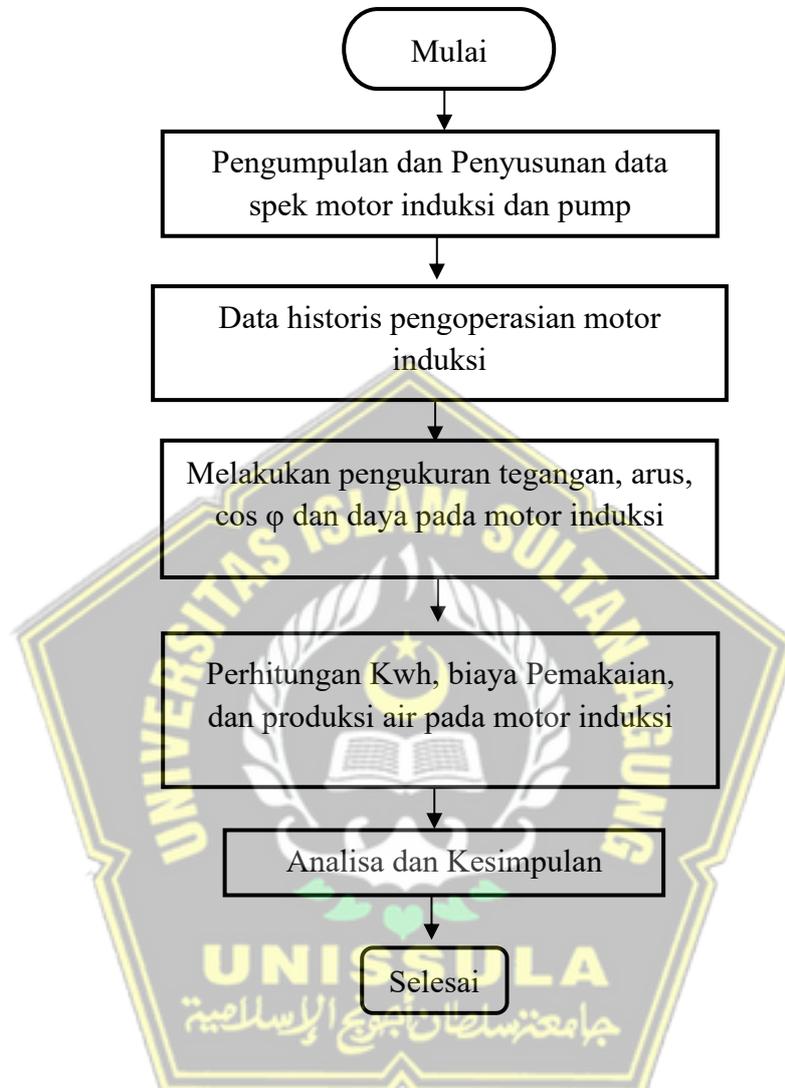
Dalam pengukuran ini yang diambil meliputi :

1. Besarnya tegangan pada unit motor induksi (V)
2. Besarnya arus yang dikeluarkan (A)
3. Besarnya faktor daya yang dihasilkan ($\cos \phi$)

Dari nilai pengukuran tersebut kemudian dihitung besar rata-rata daya yang dikeluarkan selama 1 hari 7×24 jam waktu penggunaan motor induksi menghasilkan nilai kwh dalam 7 jam beroperasi kemudian dikali tarif listrik pln maka akan muncul jumlah tagihan listrik selama jam 7 beroperasi. kemudian bisa mencari produksi air m^3 yang dihasilkan untuk kebutuhan konsumen/pelanggan air.

Analisa konsumsi energi didapat dari hasil perhitungan tegangan (V), arus (A), Faktor daya ($\cos \phi$) menjadi daya (kw) kemudian dirata-rata sebelum dijadikan ke rupiah.

3.6 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3. 3 Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Motor Induksi Di Instalasi Pengolahan Air Produksi II Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PERUMDA) Kota Semarang.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Dekripsi Data Penelitian

Pada bab ini membahas mengenai analisis data yang diperoleh dari hasil penelitian. Untuk mengetahui konsumsi energi listrik pada motor induksi di panel listrik pompa distribusi yang dioperasikan. Pada panel listrik pompa distribusi di Instalasi Pengolahan Air Produksi II mempunyai spesifikasi/nameplate motor induksi sebagai penggerak pompa sentrifugal sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Spesifikasi Motor Induksi Distribusi Produksi II

No.	Motor induksi	Merk	Daya (P)	Volt (V)	Arus (I)	Cos ϕ	RPM
1	P-603	Siemens	250 KW	380 V	425 A	0,87	1488
2	P-604	Siemens	250 KW	380 V	425 A	0,87	1488
3	P-605	Siemens	250 KW	380 V	425 A	0,87	1488
4	P-606	Siemens	250 KW	380 V	425 A	0,87	1500

Tabel 4. 2 Kapasitas Pompa Sentrifugal

Merk	Nijhuis
Daya	240 Kw
Speed	1490 rpm
Quant	450lps / 1620 m ³ /h

Pada panel listrik pompa distribusi mempunyai sistem pengoperasional secara bergantian pada tiap harinya. Berikut adalah rekapan data historis pengoperasian motor induksi selama lima hari.

Tabel 4. 3 Data Historis Pengoperasian Motor Induksi Selama Pengukuran

Pompa Distribusi	Tanggal	Waktu Operasional																							
		09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00	04.00	05.00	06.00	07.00	08.00
	Senin, 13 juli 2020	P-603	P-603	P-603	P-603	P-603	P-603	P-603	P-604																
	Selasa, 14 juli 2020	P-603	P-603	P-603	P-603	P-603	P-603	P-603	P-604																
	Rabu, 15 juli 2020	P-603	P-603	P-603	P-603	P-603	P-603	P-603	P-604																
	Kamis, 16 juli 2020	P-605	P-605	P-605	P-605	P-605	P-605	P-605	P-606																
	Jum'at, 17 juli 2020	P-605	P-605	P-605	P-605	P-605	P-605	P-605	P-606																

Data historis pengoperasian pompa distribusi terdapat 4 unit motor induksi P-603, P-604, P-605, P-606 tetapi satu harinya kondisi menyala 2 unit motor induksi secara bergantian. Pada hari senin, 13 juli 2020 pompa yang beroperasi pukul 09.00-15.00 dari pagi-sore adalah motor induksi P-603 dilanjut dengan pukul 16.00-08.00 yang menyala motor P-604 sore-pagi selama 3 hari. Untuk motor induksi P-605 dan P-606 kondisi Off selama tiga hari. Selanjutnya untuk hari kamis, 16 juli 2020 pompa yang beroperasi pukul 09.00-15.00 dari pagi-sore adalah motor induksi P-605 dilanjut dengan pukul 16.00-08.00 yang menyala motor P-606 sore-pagi maka kondisi motor induksi P-603 dan P-604 off.

Setelah didapat data historis pengoperasian motor induksi, maka dilakukan penulisan dan pengukuran konsumsi energi listrik dari masing-masing motor induksi dalam kondisi menyala. Pengukuran dilakukan setiap 1 jam sekali mulai dari jam 09.00 sampai dengan jam 15.00 untuk mencari nilai tegangan (V), arus (A), faktor daya (Cos Phi). Berikut adalah data hasil dari pengukuran dari motor listrik P-603 dan P-605 pada tanggal 13 juli 2020- Jum'at 17 Juli 2020:

1. Hari Pertama (Senin, 13 Juli 2020)

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Motor P-603

Motor Induksi P-603			
Waktu Pengukuran (jam)	Tegangan (V)	Arus (I)	Cos ϕ
09.00	384,9	363,7	0,855
10.00	379,6	362,8	0,854
11.00	381,7	362,4	0,852
12.00	380,1	363	0,849
13.00	381,4	361,6	0,851
14.00	382,7	364,2	0,851
15.00	383,5	364	0,852

2. Hari Kedua (Selasa, 14 Juli 2020)

Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Motor P-603

Motor Induksi P-603			
Waktu Pengukuran (jam)	Tegangan (V)	Arus (I)	Cos ϕ
09.00	383,5	364,2	0,848
10.00	383,3	363,4	0,848
11.00	382,4	363,4	0,85
12.00	382,1	363,7	0,85
13.00	381,4	362,4	0,849
14.00	381,4	363,1	0,849
15.00	380,6	364,4	0,851

3. Hari Ketiga (Rabu, 15 Juli 2020)

Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Motor P-603

Motor Induksi P-603			
Waktu Pengukuran (jam)	Tegangan (V)	Arus (I)	Cos φ
09.00	383,5	363,5	0,848
10.00	383,3	363,5	0,848
11.00	382,5	363,6	0,851
12.00	382,1	364,5	0,851
13.00	381,8	363,4	0,85
14.00	381,4	363,1	0,85
15.00	381,4	363,4	0,851

4. Hari Keempat (Kamis, 16 Juli 2020)

Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran Motor P-605

Motor Induksi P-605			
Waktu Pengukuran (jam)	Tegangan (V)	Arus (I)	Cos φ
09.00	382,4	362,1	0,852
10.00	382,4	362,2	0,854
11.00	383,3	362	0,855
12.00	383,6	363,4	0,85
13.00	383,5	362,7	0,847
14.00	381,3	363,2	0,848
15.00	381,3	363,4	0,848

5. Hari Kelima (Jum'at 17 Juli 2020)

Tabel 4. 8 Hasil Pengukuran Motor P-605

Motor Induksi P-605			
Waktu Pengukuran (jam)	Tegangan (V)	Arus (I)	Cos ϕ
09.00	382,4	362,1	0,849
10.00	382,4	362,2	0,849
11.00	383,3	362,4	0,848
12.00	383,6	363,4	0,849
13.00	383,5	362,7	0,852
14.00	381,3	363,2	0,852
15.00	381,3	363,4	0,851

4.2 Perhitungan Daya Motor Induksi

4.2.1 Perhitungan daya pada motor induksi P-603 dan P-605

Hasil pengukuran tabel 4.4 sampai dengan tabel 4.8 dapat dilakukan perhitungan daya pada motor induksi dengan menggunakan persamaan 2.7 dan Untuk mencari daya rata-rata maka hasil dari semua pengukuran nilai tegangan (V), arus (A), dan faktor daya (Cosh ϕ) mulai jam 09.00 sampai 15.00 dijadikan kedalam satuan kilo watt (Kw) menggunakan rumus diatas, misalnya mencari daya rata-rata pada motor induksi P-603 dan 605 :

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \text{Cos } \phi$$

Dimana motor induksi yang digunakan merupakan motor induksi 3 fasa maka menggunakan akar tiga, nilai dari $\sqrt{3} = 1,73$.

a. Motor induksi P-603

Hari Pertama Senin:

1. P (Jam 09.00) = $1,73 \times 384,9 \times 363,7 \times 0,855 = 207,1$ Kw
2. P (Jam 10.00) = $1,73 \times 379,6 \times 362,8 \times 0,854 = 203,5$ Kw
3. P (Jam 11.00) = $1,73 \times 381,7 \times 362,4 \times 0,852 = 203,9$ Kw
4. P (Jam 12.00) = $1,73 \times 380,1 \times 363 \times 0,849 = 202,7$ Kw
5. P (Jam 13.00) = $1,73 \times 381,4 \times 361,6 \times 0,851 = 203$ Kw

$$6. \quad P(\text{Jam } 14.00) = 1,73 \times 382,7 \times 364,2 \times 0,851 = 205,2 \text{ Kw}$$

$$7. \quad P(\text{Jam } 15.00) = 1,73 \times 383,5 \times 364 \times 0,852 = 205,8 \text{ Kw}$$

Daya rata-rata

$$= \frac{207,1 + 203,5 + 203,9 + 202,7 + 203 + 205,2 + 205,8}{7}$$

$$= \frac{1.431}{7}$$

$$= 204,44 \text{ Kw}$$

b. Motor Induksi P-605

Hari keempat Kamis:

$$1. \quad P(\text{Jam } 09.00) = 1,73 \times 382,4 \times 362,1 \times 0,852 = 204,1 \text{ Kw}$$

$$2. \quad P(\text{Jam } 10.00) = 1,73 \times 382,4 \times 362,2 \times 0,852 = 204,6 \text{ Kw}$$

$$3. \quad P(\text{Jam } 11.00) = 1,73 \times 383,3 \times 362 \times 0,855 = 205,2 \text{ Kw}$$

$$4. \quad P(\text{Jam } 12.00) = 1,73 \times 383,6 \times 363,4 \times 0,85 = 205,0 \text{ Kw}$$

$$5. \quad P(\text{Jam } 13.00) = 1,73 \times 383,5 \times 362,7 \times 0,847 = 203,8 \text{ Kw}$$

$$6. \quad P(\text{Jam } 14.00) = 1,73 \times 381,3 \times 363,2 \times 0,848 = 203,2 \text{ Kw}$$

$$7. \quad P(\text{Jam } 15.00) = 1,73 \times 381,3 \times 363,4 \times 0,848 = 203,3 \text{ Kw}$$

Daya rata-rata

$$= \frac{204,1 + 204,6 + 205,2 + 205,0 + 203,8 + 203,2 + 203,3}{7}$$

$$= \frac{1.429}{7}$$

$$= 204,17 \text{ Kw}$$

Maka hasil perhitungan daya pada motor induksi P-603, P-605 dari jam 09.00 sampai 15.00 dan daya rata-rata motor induksi P-603, P-605 dari jam 09.00 sampai 15.00 maka dituliskan kedalam tabel sebagai berikut:

Hari Pertama (Senin, 13 Juli 2020)

Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Daya Motor Induksi

Motor induksi P-603							
Pukul	Tegangan (V)	Arus (I)	Cos ϕ	Total Daya	$\sqrt{3}$	KW	Daya rata-rata
09.00	384,9	363,7	0,855	119690	1,73	207,1	204,44
10.00	379,6	362,8	0,854	117612	1,73	203,5	
11.00	381,7	362,4	0,852	117856	1,73	203,9	
12.00	380,1	363	0,849	117142	1,73	202,7	
13.00	381,4	361,6	0,851	117365	1,73	203,0	
14.00	382,7	364,2	0,851	118612	1,73	205,2	
15.00	383,5	364	0,852	118934	1,73	205,8	

Hari Kedua (Selasa, 14 Juli 2020)

Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Daya Motor Induksi

Motor induksi P-603							
Pukul	Tegangan (V)	Arus (I)	Cos ϕ	Total Daya	$\sqrt{3}$	KW	Daya rata-rata
09.00	383,5	364,2	0,848	118441	1,73	204,9	204,08
10.00	383,3	363,4	0,848	118119	1,73	204,3	
11.00	382,4	363,4	0,85	118120	1,73	204,3	
12.00	382,1	363,7	0,85	118124	1,73	204,4	
13.00	381,4	362,4	0,849	117348	1,73	203,0	
14.00	381,4	363,1	0,849	117575	1,73	203,4	
15.00	380,6	364,4	0,851	118026	1,73	204,2	

Hari Ketiga (Rabu, 15 Juli 2020)

Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Daya Motor Induksi

Motor induksi P-603							
Pukul	Tegangan (V)	Arus (I)	Cos ϕ	Total Daya	$\sqrt{3}$	KW	Daya rata-rata
09.00	383,5	363,5	0,848	118213	1,73	204,5	204,35
10.00	383,3	363,5	0,848	118151	1,73	204,4	
11.00	382,5	363,6	0,851	118355	1,73	204,8	
12.00	382,1	364,5	0,851	118523	1,73	205,0	
13.00	381,8	363,4	0,85	117934	1,73	204,0	
14.00	381,4	363,1	0,85	117713	1,73	203,6	
15.00	381,4	363,4	0,851	117949	1,73	204,1	

Hari Keempat (Kamis, 16 Juli 2020)

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Daya Motor Induksi

Motor induksi P-605							
Pukul	Tegangan (V)	Arus (I)	Cos ϕ	Total Daya	v3	KW	Daya rata-rata
09.00	382,4	362,1	0,852	117974	1,73	204,1	204,17
10.00	382,4	362,2	0,854	118284	1,73	204,6	
11.00	383,3	362	0,855	118635	1,73	205,2	
12.00	383,6	363,4	0,85	118490	1,73	205,0	
13.00	383,5	362,7	0,847	117814	1,73	203,8	
14.00	381,3	363,2	0,848	117438	1,73	203,2	
15.00	381,3	363,4	0,848	117503	1,73	203,3	

Hari Kelima (Jum'at, 17 Juli 2020)

Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Daya Motor Induksi

Motor induksi P-605							
Pukul	Tegangan (V)	Arus (I)	Cos ϕ	Total Daya	v3	KW	Daya rata-rata
09.00	382,4	362,1	0,849	117559	1,73	203,4	204,07
10.00	382,4	362,2	0,849	117591	1,73	203,4	
11.00	383,3	362,4	0,848	117794	1,73	203,8	
12.00	383,6	363,4	0,849	118351	1,73	204,7	
13.00	383,5	362,7	0,852	118509	1,73	205,0	
14.00	381,3	363,2	0,852	117992	1,73	204,1	
15.00	381,3	363,4	0,851	117918	1,73	204,0	

4.3 Perhitungan Konsumsi Energi Listrik

Perhitungan konsumsi energi pada motor induksi P-603 dan P-605 total daya rata-rata dari jam 09.00 sampai 15.00 setiap harinya beroperasi kurang lebih 7 jam menyala dengan mengacu persamaan rumus 2.2 adalah sebagai berikut :

$$W (E) = P \times t$$

Daya motor induksi P-603 diambil dari pengukuran mulai pukul 09.00-15.00,

$$P_{\text{Total}} = 204,44 \text{ Kw}$$

$$T = 7 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} W(E) &= 204,44 \times 7 \text{ jam} \\ &= 1.431,08 \text{ KWh} \end{aligned}$$

Daya motor induksi P-605 diambil dari pengukuran mulai pukul 09.00-15.00,

$$\begin{aligned} P_{\text{Total}} &= 204,17 \text{ Kw} \\ T &= 7 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W(E) &= 204,17 \times 7 \text{ jam} \\ &= 1.428,49 \text{ KWh} \end{aligned}$$

4.4 Perhitungan Biaya Listrik Pada Motor Induksi P-603 Dan P-605

Sistem disaluran distribusi terdapat 4 unit motor induksi P-603, P-604, P-605, P-606 tetapi satu harinya kondisi 2 menyala/beroperasi secara bergantian yang beroperasi selama kurang lebih 7x24 dalam jam 09.00 sampai 15.00 dipagi -sore dan pukul 16.00-08.00 disore-pagi hari, Maka perhitungan yang dilakukan misalnya pada motor induksi P-603 dan P-605 yaitu :

a.) Biaya operasional harian

Penggunaan motor induksi P-603 dan P-605 disaluran distribusi Dengan daya pln 2425 KVA dan tarif pln untuk golongan I-3/TM > 200 KVA adalah (Rp/Kwh) Rp 1.115 maka biaya operasionalnya adalah :

Motor Induksi P-603:

$$\begin{aligned} &= \text{daya rata-rata} \times \text{tarif pln} \\ &= 1.431,08 \times 1.115 \\ &= \text{Rp. 1.595.654} \end{aligned}$$

Motor Induksi P-605:

$$\begin{aligned} &= \text{daya rata-rata} \times \text{tarif pln} \\ &= 1.429,19 \times 1.115 \\ &= \text{Rp. 1.593.547} \end{aligned}$$

4.5 Perhitungan Produksi Air

Perhitungan produksi air yang dihasilkan pompa sentrifugal dengan penggerak motor induksi P-603 dan P-605 setiap harinya beroperasi selama kurang lebih 7x24 dalam jam 09.00 sampai 15.00 dipagi -sore dan pukul 16.00-08.00 disore-pagi hari. Untuk mendapatkan hasil tersebut maka dapat dilihat kapasitas pump sentrifugal Tabel 3.2. dengan menggunakan persamaan 2.1 sebagai berikut :

$$Q = \frac{V}{t}$$

Motor induksi P-603 :

$$1620 \text{ m}^3/\text{h} = \frac{V}{7\text{jam}} \times \text{daya rata-rata motor induksi}$$

$$\begin{aligned} V &= 1620 \text{ m}^3/\text{h} \times 7 \text{ jam beroperasi/menyala} \times 204,44 \text{ Kw} \\ &= 2.318.350 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Motor induksi P-605 :

$$1620 \text{ m}^3/\text{h} = \frac{V}{7\text{jam}} \times \text{daya rata-rata motor induksi}$$

$$\begin{aligned} V &= 1620 \text{ m}^3/\text{h} \times 7 \text{ jam beroperasi/menyala} \times 204,17 \text{ Kw} \\ &= 2.315.288 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas pompa sentrifugal dengan penggerak motor induksi P-603, P-605 yang beroperasi kurang lebih selama 7x24 jam, pada (jam 09.00-15.00) dipagi sampai sore hari. Hasil dari produksi air pompa sentrifugal dengan penggerak motor induksi menghasilkan kapasitas air $2.318.350 \text{ m}^3$ dan $2.315.288 \text{ m}^3$.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan pada instalasi pengolahan air produksi II perusahaan umum daerah air minum (PERUMDA) kota Semarang ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Total konsumsi energi listrik pada motor induksi P-603 dan P-605 yang berdaya 250 KW jam pengoperasian selama 7 jam (pukul 09.00-15.00) setiap harinya adalah sebesar 1.431,08 KWh dan 1.429,19 KWh.
2. Total biaya listrik pada motor induksi P-603 dan P-605 dengan Daya 250KW beroperasi selama 7 jam (pukul 09.00-15.00) setiap harinya adalah Rp. 1.595.654 dan Rp. 1.593.547
3. Total produksi air yang dihasilkan selama beroperasi 7 jam (pukul 09.00-15.00) setiap harinya pada motor induksi P-603 dan P-605 dengan kapasitas pompa sentrifugal 1620 m^3/h adalah sebesar 2.318.350 m^3 dan 2.315.288 m^3 .

5.2 Saran

Berdasarkan pada hasil penelitian dan pengukuran yang dilakukan pada tugas akhir ini, diharapkan menjadi acuan dan alternatif untuk perhitungan biaya listrik bagi konsumen dan diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan oleh peneliti lain dengan menambahkan beberapa metode yang lain yang lebih baik dari metode diatas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Qoyyum, “Analisa Konsumsi Energi Listrik Pada Motor Induksi Di Kantor Pdam Tirta Bening Pati.” Semarang, 2019.
- [2] E. A. Mutofan, “Manajemen Pemanfaatan Energi Listrik pada pompa PDAM Tirta Moedal Produksi II Kota Semarang Melalui Audit Energi Listrik,” *Univ. Dipenogoro. Semarang*, 2017.
- [3] R. Setyadi, “Perhitungan Penggunaan Energi Listrik Gedung A pada PT Arisa Mandiri Pratama Karang Awen - Demak.” Semarang, 2017.
- [4] H. Haryanto, R. Munarto, and I. Fatrmawati, “Analisis Karakteristik Motor Induksi Tiga Fasa XYZ Standar Nema,” vol. 3, no. 1, 2014.
- [5] B. Supradono and A. Solichan, “Analisa Beban Tidak Seimbang Dan Konservasi Energi Pada Utilitas Motor Listrik Di Industri Farmasi (Studi Kasus : PT. XZY, tbk),” vol. 4, no. 1, pp. 31–39, 2011.
- [6] A. Rianto, “Audit Energi Dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi Pada Sistem Pengkondisian Udara Di Hotel Santika Premiere Semarang,” p. 31124, 2007.
- [7] Disnutek, “Perumda Air Minum Tirta Moedal Kota Semarang Instalasi Pengolahan Air,” 2019, 2018. https://www.pdamkotasmg.co.id/page/instalasi_pengolahan_air.
- [8] F. Dietzel, “*Turbin pompa dan Kompresor.*” Jakarta: Erlangga, 1990.
- [9] H. Tahara and Sularso, “Pompa dan Kompresor: Pemilihan, Pemakaian, dan Pemeliharaan,” PT Pradnya Paramita, Jakarta, 1984.
- [10] P. Sumardjati, S. Yahya, and A. Mashar, “*Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik.*” 2008.
- [11] P. Prasetya, Andyk, A. Hamid, and Y. Nakhoda, “Analisis Perbandingan Sistem Pengasutan Motor Induksi 3 Fasa Sebagai Penggerak Pompa Pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM)Wendit Malang,” vol. 3, no. 1, pp. 1–229, 2012.
- [12] A. B. Priahutama, T. Sukmadi, and I. Setiawan, “Perancangan Modul Soft Starting Motor Induksi 3 Fasa dengan ATMEGA 8535,” vol. 12, no. 4, 2010.
- [13] A. Wahid, “Analisis Kapasitas dan Kebutuhan Daya Listrik Untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik di fakultas Teknik Universitas Tanjungpura,” pp. 1–10, 2013.
- [14] A. Belly, A. Dadan H, C. Agusman, and B. Lukman, “*Daya aktif, reaktif & nyata.*” Jakarta, 2010.

- [15] Lisiani and A. Razikin, “Identifikasi dan Analisis Jenis Beban Listrik Rumah Tangga Terhadap Faktor Daya (Cos Phi),” pp. 1–9, 2020.





LAMPIRAN

Lampiran 1

Data hasil perhitungan.

Hari pertama

Motor induksi P-603							
Pukul	Tegangan (V)	Arus (I)	Cos ϕ	Total Daya	$\sqrt{3}$	KWh	Daya rata-rata
09.00	384,9	363,7	0,855	119690	1,73	207,1	204,44
10.00	379,6	362,8	0,854	117612	1,73	203,5	
11.00	381,7	362,4	0,852	117856	1,73	203,9	
12.00	380,1	363	0,849	117142	1,73	202,7	
13.00	381,4	361,6	0,851	117365	1,73	203,0	
14.00	382,7	364,2	0,851	118612	1,73	205,2	
15.00	383,5	364	0,852	118934	1,73	205,8	

Hari kedua

Motor induksi P-603							
Pukul	Tegangan (V)	Arus (I)	Cos ϕ	Total Daya	$\sqrt{3}$	KWh	Daya rata-rata
09.00	383,5	364,2	0,848	118441	1,73	204,9	204,08
10.00	383,3	363,4	0,848	118119	1,73	204,3	
11.00	382,4	363,4	0,85	118120	1,73	204,3	
12.00	382,1	363,7	0,85	118124	1,73	204,4	
13.00	381,4	362,4	0,849	117348	1,73	203,0	
14.00	381,4	363,1	0,849	117575	1,73	203,4	
15.00	380,6	364,4	0,851	118026	1,73	204,2	
hasil penjumlahan kwh pukul 09.00-15.00						1429	

Hari ketiga

Motor induksi P-603							
Pukul	Tegangan (V)	Arus (I)	Cos ϕ	Total Daya	$\sqrt{3}$	KWh	Daya rata-rata
09.00	383,5	363,5	0,848	118213	1,73	204,5	204,35
10.00	383,3	363,5	0,848	118151	1,73	204,4	
11.00	382,5	363,6	0,851	118355	1,73	204,8	
12.00	382,1	364,5	0,851	118523	1,73	205,0	
13.00	381,8	363,4	0,85	117934	1,73	204,0	
14.00	381,4	363,1	0,85	117713	1,73	203,6	
15.00	381,4	363,4	0,851	117949	1,73	204,1	
hasil penjumlahan kwh pukul 09.00-15.00						1430	

Hari keempat

Motor induksi P-605							
Pukul	Tegangan (V)	Arus (I)	Cos ϕ	Total Daya	$\sqrt{3}$	KWh	Daya rata-rata
09.00	382,4	362,1	0,852	117974	1,73	204,1	204,17
10.00	382,4	362,2	0,854	118284	1,73	204,6	
11.00	383,3	362	0,855	118635	1,73	205,2	
12.00	383,6	363,4	0,85	118490	1,73	205,0	
13.00	383,5	362,7	0,847	117814	1,73	203,8	
14.00	381,3	363,2	0,848	117438	1,73	203,2	
15.00	381,3	363,4	0,848	117503	1,73	203,3	
hasil penjumlahan kwh pukul 09.00-15.00						1429	

Hari kelima

Motor induksi P-605							
Pukul	Tegangan (V)	Arus (I)	Cos ϕ	Total Daya	$\sqrt{3}$	KWh	Daya rata-rata
09.00	382,4	362,1	0,849	117559	1,73	203,4	204,07
10.00	382,4	362,2	0,849	117591	1,73	203,4	
11.00	383,3	362,4	0,848	117794	1,73	203,8	
12.00	383,6	363,4	0,849	118351	1,73	204,7	
13.00	383,5	362,7	0,852	118509	1,73	205,0	
14.00	381,3	363,2	0,852	117992	1,73	204,1	
15.00	381,3	363,4	0,851	117918	1,73	204,0	
hasil penjumlahan kwh pukul 09.00-15.00						1428	

Hasil Perhitungan Konsumsi Energi.

Perhitungan Kwh dan biaya listrik						
Tanggal	Motor Induksi	P (Daya) Rata-Rata	Jam Pengoperasional	Total KWh	Tarif Pln (Rp)	Total Biaya (Rp)
Senin, 13 Juli 2020	P-603	204,44	7	1.431,08	Rp 1.115	Rp1.595.654
Selasa, 14 Juli 2021	P-603	204,08	7	1.428,56	Rp 1.115	Rp1.592.844
Rabu, 15 Juli 2022	P-603	204,35	7	1.430,45	Rp 1.115	Rp1.594.952
Kmais, 16 Juli 2023	P-605	204,17	7	1.429,19	Rp 1.115	Rp1.593.547
jum'at, 17 Juli 2024	P-605	204,07	7	1.428,49	Rp 1.115	Rp1.592.766

Hasil Perhitungan produksi air.

Tanggal	Motor Induksi	P (Daya) Rata-Rata	Kapasitas m3/h Pump sentrifugal	Jam Pengoperasional	Produksi air m3
Senin, 13 Juli 2020	P-603	204,44	1620	7	2.318.350
Selasa, 14 Juli 2021	P-603	204,08	1620	7	2.314.267
Rabu, 15 Juli 2022	P-603	204,35	1620	7	2.317.329
Kmais, 16 Juli 2023	P-605	204,17	1620	7	2.315.288
jum'at, 17 Juli 2024	P-605	204,07	1620	7	2.314.154



LEMBAR REVISI PEMAPARAN

Berdasarkan Rapat Tim Penilai Pemaparan :

Hari : Selasa
 Tanggal : 10 Desember 2019
 Tempat : R. Sidang

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Miftakhul Huda
 NIM : 30601401557
 Judul TA : Analisis Perhitungan Pemakaian Energi Listrik Persatuan
 Unit M3 Air di Kantor Induk Perumda Air Minum Tirta
 Dharma Demak

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
	<ul style="list-style-type: none"> - corek belok - kurang masalah - tabel air tidak - daya listrik yg sudah - dan belok dan 3 bulan. 	<p>Ac- </p>

Semarang, 10 Desember 2019
 Penguji 1


Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT



LEMBAR REVISI PEMAPARAN

Berdasarkan Rapat Tim Penilai Pemaparan :

Hari : Selasa
Tanggal : 10 Desember 2019
Tempat : R. Sidang

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Miftakhul Huda
NIM : 30601401557
Judul TA : Analisis Perhitungan Pemakaian Energi Listrik Persatuan
Unit M3 Air di Kantor Induk Perumda Air Minum Tirta
Dharma Demak

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
	Digital Rumus di laptop keteranga.	10/1/2020 Ace. Munaf.

Semarang, 10 Desember 2019
Peguji 4

Munaf Ismail, ST, MT



LEMBAR REVISI PEMAPARAN

Berdasarkan Rapat Tim Penilai Pemaparan :

Hari : Selasa
Tanggal : 10 Desember 2019
Tempat : R. Sidang

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Miftakhul Huda
NIM : 30601401557
Judul TA : Analisis Perhitungan Pemakaian Energi Listrik Persatuan
Unit M3 Air di Kantor Induk Perumda Air Minum Tirta
Dharma Demak

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
1	Analisis situasi kury lengkap, Masalah air, harga jual, biaya pinal dll. pd. Laitu belakang	
2	Penyusunan masalah. kurang jelas pd. masalah sistem	
3	Metode yang penelitian. blm jelas	
4	Flaw chart blm.	

Semarang, 10 Desember 2019
Penguji 3


Gunawan, ST, MT



LEMBAR REVISI PEMAPARAN

Berdasarkan Rapat Tim Penilai Pemaparan :

Hari : Selasa
Tanggal : 10 Desember 2019
Tempat : R. Sidang

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Miftakhul Huda
NIM : 30601401557
Judul TA : Analisis Perhitungan Pemakaian Energi Listrik Persatuan
Unit M3 Air di Kantor Induk Perumda Air Minum Tirta
Dharma Demak

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
		

Semarang, 10 Desember 2019

Penguji,



Dedi Nugroho, ST, MT

LOG BOOK : BIMBINGAN PRA SEMINAR TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : MIFTAKHUL HUDA

NIM : 30601401557

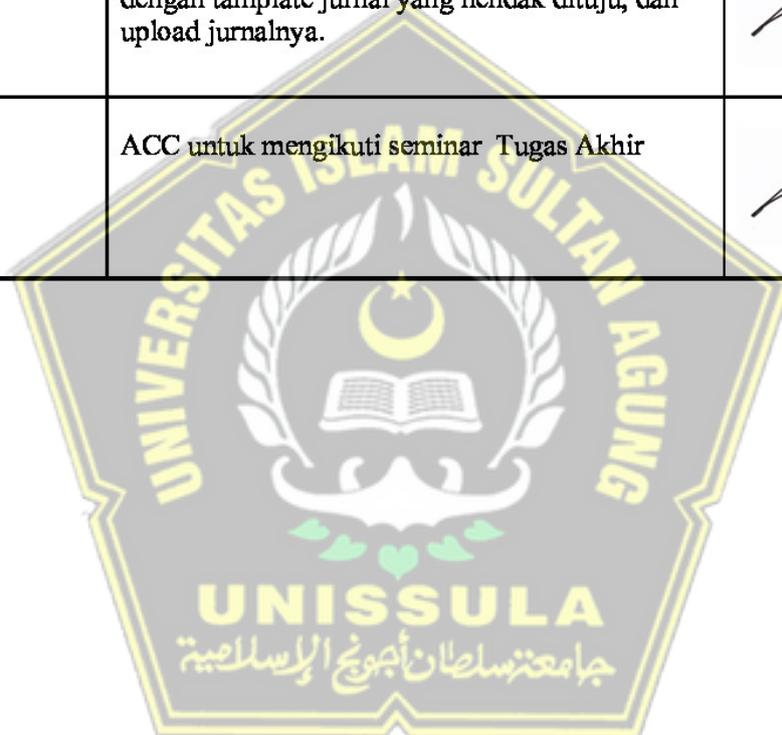
Judul TA : **ANALISIS KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA MOTOR
INDUKSI DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR PRODUKSI II
PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM (PERUMDA)
KOTA SEMARANG**

Pembimbing 1 : Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT

Pembimbing 2 : Dedi Nugroho, S.T., MT

NO	TANGGAL	CATATAN	PARAF DOSEN
1	08/07/2020	Spesifikasi motor induksi dan pompa sentrifugal	
2	10/07/2020	Metode penelitian berisikan obyek penelitian, alat penelitian, data penelitian, model penelitian, dan langkah – langkah penelitian dan flowchart	
3	11/07/2020	Pengambilan data-data tegangan, arus, Cos Phi dan jam pengoperasian motor induksi	
4	30/07/2020	Golongan tarif listrik PLN dan golongan tarif air PERUMDA	

5	03/02/2021	Abstrak, latar belakang, tinjauan pustaka, Bab III sesuaikan format log book tugas akhir	
6	21/02/2021	Diperbaiki Abstrak untuk Alinea 1 yang ada hubungannya dengan latar belakang	
7	22/02/2021	Persiapkan membuat makalah yang disesuaikan dengan template jurnal yang hendak dituju, dan upload jurnalnya.	
8		ACC untuk mengikuti seminar Tugas Akhir	



LOG BOOK : BIMBINGAN PRA SEMINAR TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : MIFTAKHUL HUDA
 NIM : 30601401557
 Judul TA : **ANALISIS KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA MOTOR
 INDUKSI DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR PRODUKSI II
 PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM (PERUMDA)
 KOTA SEMARANG**
 Pembimbing 1 : Ir. H. Sukarno Budi Utomo, MT
 Pembimbing 2 : Dedi Nugroho, S.T., MT

NO	TANGGAL	CATATAN	PARAF DOSEN
	10/07/2020	Lanjutkan Pengambilan data-data di Perumda kudu dan selesaikan BAB I – BAB V.	
	27/01/2021	Perhitungan menggunakan rumus motor induksi 3 fasa	
	03/02/2021	Lengkapi penomoran rumus, nomer gambar, nomer tabel dan kalimat.	
	22/02/2021	Membuat makalah yang disesuaikan dengan template jurnal yang hendak dituju, dan upload jurnalnya.	
		Hasil turnitin	
		ACC untuk mengikuti seminar Tugas Akhir	



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp.(024) 6583584 (8 Sal) Fax.(024) 6582455
email: informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id

Fakultas Teknologi Industri

Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

LEMBAR REVISI SEMINAR TUGAS AKHIR

Berdasarkan Rapat Tim Penilai Seminar Tugas Akhir :

Hari : Rabu
Tanggal : 14 Juli 2021
Tempat : Online

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : **Miftakhul Huda**
NIM : **30601401557**
Konsentrasi : **Teknik Sistem Tenaga**
Judul TA : **Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Motor Induksi Di Instalasi Pengolahan Air Produksi II Perusahaan Umum Daerah Air Minum (Perumda) Kota Semarang**

wajib melakukan perbaikan seperti tercantum dibawah ini:

NO.	REVISI	BATAS REVISI
	<p>Abstrak ini baru 7 jam 7 hasil pengukuran 8 jam 7 secara bergantian.</p> <p>Bab I : Manfaat hanya nambah pengetahuan setelah tahu tindak lanjutnya ? Manfaat hanya nambah pengetahuan setelah tahu tindak lanjutnya ?</p> <p>Bab 3 : Metodologi Alat penelitian laptop 7 Penulisan subbabnya koreksi kebawah. Alat ukur clam meter Besaran apa yang di ukur ? Flowcahat : diukur selah itu Menghitung data hasil pengukuran motor (tegangan, arus, cos ϕ, dan daya) dan energi listrik pada motor induksi ?</p> <p>Bab IV : data buat yang efisien dalam tabel Saran nyambung ga dengan Analisa ?</p>	<p><i>acc</i> <i>un</i> <i>16</i> <i>8 2021</i></p>



**YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)**

1. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp.(024) 6583584 (8 Sal) Fax.(024) 6582455
email: informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id

Fakultas Teknologi Industri

Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Rabu
Tanggal : 11 Agustus 2021
Tempat : Online

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Miftakhul huda
NIM : 30601401557
Judul TA : Analisis Konsumsi Energi Listrik pada Motor Induksi di Instalasi Pengolahan Air Produksi II Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PERUMDA) Kota Semarang

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
1.	Perumusan Masalah hanya 7 jam ? Yang diukur hanya 2 pompa (P03 dan P05) dan 7 jam, apakah hasil hitungan biaya Analisa kwh dengan air yang dihasilkan (m ³) kesimpulan mempresentasikan ? 7 jam harganya 1 Juta ? referensi metode perhitungan yang ada gunakan ada ? Perumusan Masalah & Kesimpulan tidak sesuai	
2.	Saran : Metode anda metode apa ? metode yang lain ?	

NO	TUGAS

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji

Ir. Ida Widhastuti, MT.
NIDN. 0005036501

Semarang, 11 Agustus 2021
Penguji, I

Ir. Ida Widhastuti, MT.
NIDN. 0005036501



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
Jl. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp.(024) 6583584 (8 Sal) Fax.(024) 6582455
email: informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id

Fakultas Teknologi Industri

Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Rabu
Tanggal : 11 Agustus 2021
Tempat : Online

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Miftakhul Huda
NIM : 30601401557
Judul TA : Analisis Konsumsi Energi Listrik pada Motor Induksi di Instalasi Pengolahan Air Produksi II Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PERUMDA) Kota Semarang

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
1	Persambatan → bukan utk Allah	1 bulan 21-08-2021
2	Typo pd isi abstrak	
3	Pada abstrak tdk ada autor/kapan penelitian ini dilakukan & org lama	
4	Foto sampul diganti	
5	Bagaimana dg data hari sabtu & minggu	
6	Catukkan dg tagihan di PDAM	
NO	TUGAS	
1	Jelaskan via video penjelasan motor induksi	

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji

Ir. Ida Widhastuti, MT.
NIDN. 0005036501

Semarang, 11 Agustus 2021
Penguji, II

Pustanul Arifin, ST., MT.
NIDN. 0614117701



YAYASAN BADAN WAKAF SULTAN AGUNG
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG (UNISSULA)
I. Raya Kaligawe Km.4 Semarang 50112 Telp.(024) 6583584 (8 Sal) Fax.(024) 6582455
email: informasi@unissula.ac.id web : www.unissula.ac.id

Fakultas Teknologi Industri

Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah

LEMBAR REVISI dan TUGAS UJIAN SARJANA

Berdasarkan Rapat Tim Penguji Ujian Sarjana

Hari : Rabu
Tanggal : 11 Agustus 2021
Tempat : Online

Memutuskan bahwa mahasiswa :

Nama : Miftakhul Huda
NIM : 30601401557
Judul TA : Analisis Konsumsi Energi Listrik pada Motor Induksil di Instalasi Pengolahan Air Produksi II Perusahaan Umum Daerah Air Minum (PERUMDA) Kota Semarang

wajib melakukan perbaikan dan membuat tugas seperti tercantum dibawah ini:

NO	REVISI	BATAS REVISI
1. 2. 3. 4. 5.	Abstrak Latar Belakang Penulisan sitasi Nomor Gambar, Tabel, persamaan Model Penelitian.	

NO	TUGAS

Mengetahui,
Ketua Tim Penguji

Ir. Ida Widiastuti, MT.
NIDN. 0005036501

Semarang, 11 Agustus 2021
Penguji, III



Dr. Ir. H. Muhamad Haddin, MT.
NIDN. 0618066301

ANALISIS KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA MOTOR INDUKSI DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR PRODUKSI II PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM (PERUMDA) KOTASEMARANG

by Miftakhul Huda

Submission date: 03-Jul-2021 08:19AM (UTC+0800)

Submission ID: 1615119374

File name: revisi_turnitin_TA.docx (1.21M)

Word count: 9771

Character count: 55667



ANALISIS KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA MOTOR INDUKSI DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR PRODUKSI II PERUSAHAAN UMUM DAERAH AIR MINUM (PERUMDA) KOTA SEMARANG

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

16%

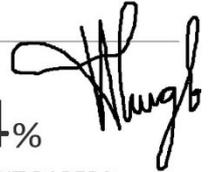
INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

14%

STUDENT PAPERS



PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Sultan Agung Islamic University Student Paper	8%
2	www.scribd.com Internet Source	3%
3	anzdoc.com Internet Source	2%
4	lib.unnes.ac.id Internet Source	1%
5	Submitted to Konsorsium PTS Indonesia - Small Campus Student Paper	1%
6	repository.usu.ac.id Internet Source	1%
7	edoc.pub Internet Source	1%
8	ejournal.itn.ac.id Internet Source	1%

9	zombiedoc.com	1%
	Internet Source	
10	core.ac.uk	1%
	Internet Source	
11	repository.unissula.ac.id	1%
	Internet Source	

Exclude quotes Off Exclude matches < 1%

Exclude bibliography Off

