



**ANALISIS EFESIENSI DAYA MOTOR 3 PHASE
SEBAGAI PENGGERAK BOILER PENGHISAP ABU
PT INDUSTRI INVILON SAGITA**

Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi

SKRIPSI

O L E H:

NAMA : SURYA HADI PRAWIRA
NPM : 1714210278
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**

MEDAN

2022

ANALISIS EFESIENSI DAYA MOTOR 3 PHASE
SEBAGAI PENGGERAK BOILER PENGHISAP ABU PT
INDUSTRI INVILON SAGITA

Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Sains dan
Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi

SKRIPSI

O L E H:

NAMA : SURYA HADI PRAWIRA
NPM : 1714210278
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK

Diketahui dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I

Muhammad rizky, S.T., M.T

Dosen Pembimbing II

Dr Ramaniar S.T., M.T

Diketahui Dan Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Hamdan, S.T., M.T

Ketua Program Studi

Siti Anisah , S.T., M.T

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Medan, 29 Januari 2022



SURYA HADI PRAWIRA

NPM : 1714210278

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademik Universitas Pembangunan Panca Budi, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Surya Hadi Prawira
NPM : 1714210278
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Sains Dan Teknologi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, meyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Panca Budi **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non exclusive Royalty-free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: **"Analisis Efisiensi Daya Motor 3 Phase Sebagai Penggerak Boiler Penghisap Abu PT Industri Invilon Sagita"** Beserta prangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pembangunan Panca Budi berhak menyimpan, mengalih-media/alih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 29 Januari 2022



SURYA HADI PRAWIRA
NPM : 1714210278

Dengan hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama SURYA HADI PRAWIRA
Tempat/Tgl. Lahir TO GUSTA / 26
Nama Orang Tua SUYANTO
N. P. M. 1714210278
Fakultas SAINS & TEKNOLOGI
Program Studi Teknik ENEWA
No. HP 081262272343
Alamat Jl. lembaga pertijarsastikan 1, gasta og kembang

Datang bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul **Analisa Efisiensi Daya Motor 3 Phase Sebagai Penggerak Boiler Penghisap Abu PT Industri Invilon Sagita**. Selanjutnya saya menyatakan :

1. Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
2. Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indek prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau
3. Telah tercapai ketetapan bebas prestasi
4. Terlampir surat keterangan bebas laboratorium
5. Terlampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
6. Terlampir foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar
7. Terlampir pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
8. Skripsi sudah dijid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jlid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguj (bentuk dan warna penjidilan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang berlaku) dan lembar persetujuan sudah di tandatangan dosen pembimbing, prodi dan dekan
9. Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
10. Terlampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
11. Setelah menyelesaikan persyaratan point-point diatas berkes di masukan kedalam MAP
12. Bersedia melunaskan biaya-biaya yang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan pemiscian sbb :

1. (102) Ujian Meja Hijau	Rp.	1.000.000
2. (170) Administrasi Wisuda	Rp.	1.750.000
Total Biaya	Rp.	2.750.000

Ukuran Toga : L

Diketahui/Diterima oleh :



SURYA HADI PRAWIRA
Dekan Fakultas SAINS & TEKNOLOGI

Hormat saya



SURYA HADI PRAWIRA
1714210278

Catatan

- 1 Surat permohonan ini sah dan berlaku bila :
 - a. Telah dicap Bakti Pelunasan dan UPT Perpustakaan UNPA8 Medan
 - b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan
- 2 Diouat Rangkap 3 (tiga), untuk -Fakultas - untuk BPAA (asli) - Mhs.ybs

SURAT PERNYATAAN

Saya Yang Bertanda Tangan Dibawah ini :

Nama : SURYA HADI PRAWIRA
N. P. M : 1714210278
Tempat/Tgl. Lahir : TG-GUSTA /
Alamat :
No. HP : 081262272343
Nama Orang Tua : SUYANTO/SUKAISIH
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Analisa Efisiensi Daya Motor 3 Phase Sebagai Penggerak Boiler Penghisap Abu PT Industri Invision Sagita

Bersama dengan surat ini menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa data yang tertera diatas adalah sudah benar sesuai dengan riayah pada pendidikan terakhir yang saya jalani. Maka dengan ini saya tidak akan melakukan pemuntutan kepada UNPAD. Apabila ada kesalahan data pada ijazah saya.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar - benarnya. Tanpa ada paksaan dari pihak manapun dan dibuat dalam keadaan sadar. Jika terjadi kesalahan, Maka saya bersedia bertanggung jawab atas kelalaian saya.

Medan, 11 Januari 2022

Surat Pernyataan



SURYA HADI PRAWIRA
1714210278

Plagiarism Detector v. 1524 - Originality Report 1/10/2022 2:37:54 AM

Author: SURYA HADI PRAWIRA_1714210278_TEKNIK ELEKTRO doc Location: Universitas Pembangunan Panca Budi_License02

Comparison Method: Rewrite [Feedback](#)

[Check file](#) Internet Check

[View and edit file](#) [see_and_enc_value]



Applied advanced text analysis

[Relative Count](#)



SURAT KETERANGAN PLAGIAT CHECKER

Dengan ini saya Ka LPMU UNPAB menerangkan bahwa surat ini adalah bukti pengesahan dari LPMU sebagai pengesah proses plagiat checker Tugas Akhir Skripsi Tesis selama masa pandemi Covid-19 sesuai dengan edaran rektor Nomor : 7594/13/R/2020 tentang Pembertantuan Perpanjangan PBM Online

Demikian disampaikan

NB: Segala penyalahgunaan pelanggaran atas surat ini akan di proses sesuai ketentuan yang berlaku UNPAB.



Ritonga, BA. MSc

No. Dokumen	PM-LJMLA-06-02	Revisi	00	Tgl Eff	23 Jan 2019
-------------	----------------	--------	----	---------	-------------



YAYASAN PROF. DR. H. KADRUN YAKSA

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

Jl. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1090 Telp. (061) 3010007 Fax. (061) 4514608
MEDAN - INDONESIA
Website : www.pancabud.ac.id • E-mail : admin@pancabud.ac.id

LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : SURYA HADI PRANIRA
NIM : 1714210278
Jurusan : Teknik Elektro
Bidang : Sistem Sains
Membimbing : Di Ratrianingsih, ST, MT
Judul : Analisis Efisiensi Daya Motor 3 Phase Setengah Penggerak Rotor Penghisap Abu PT Industri Indukon Sagita

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
3 Mei 2021	ACC Seminar Proposal	Disetujui	
Agustus 2021	Bab 2, tinjauan pustaka belum terdapat jelas	Revisi	
Agustus 2021	bab 2, gunakan gambar yang jelas	Revisi	
Agustus 2021	bab 2, gambar ulang (gambar 2.6)	Revisi	
Agustus 2021	bab 2, gambar ulang (gambar 2.6, 2.7)	Revisi	
Agustus 2021	bab 2, semua penulisan rumus dibuang dengan menggunakan aplikasi spreadsheet	Revisi	
September 2021	bab 2, jangan hanya berfokus pada 1 nara sumber seperti: (Rizono Yun, Dns, 1997), tahun pengutipan setelah itu, gunakan luas: lebar, seperti dari jumlah minimal pengutipan 7 tahun ke belakang	Revisi	
September 2021	bab 2, gunakan font times new roman, dengan ukuran 12	Revisi	
September 2021	perbaiki Gambar 2.5 Rangkaian Rotor Beltan, gambar ulang	Revisi	
September 2021	Perbaiki dengan gambar ulang Gambar 2.9, Gambar 2.10 Gambar 3.0, Gambar 3.1 Gambar 3.2, rumus 2.10 (gunakan equation)	Revisi	
Oktober 2021	ACC bab 2, lanjut ke bab 3	Disetujui	
Oktober 2021	ACC Seminar hasil	Disetujui	
Desember 2021	Pada Pendahuluan Rujuklah kapan pustaka	Revisi	
Desember 2021	Tambahkan rujukan pustaka pada bab 2	Revisi	
Desember 2021	Pada bab 4 tidak perlu ada teori dasar, masukkan teori pada bab 2	Revisi	
Januari 2022	ACC Sidang Mesa Hias	Disetujui	
Februari 2022	ACC Jilid	Disetujui	

Medan, 10 Februari 2022
Dasan Pembimbing,



Di Ratrianingsih, ST, MT



LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : SURYA HADI PRAWIRA

NPM : 1714210278

Program : Teknik Elektro

Tingkat : Strata Satu

Asisten Pembimbing : Muhammad Rizki Syahputra, ST., MT

Judul : Analisis Efisiensi Daya Motor 3 Phase Sebagai Penggerak Boiler Penghisap Abu PT Industri Inkon Sagita

Tanggal	Pembahasan Materi	Status	Keterangan
Desember 2021	Acc Seminar Proposal	Ditetujui	
Desember 2021	Silahkan di cantumkan sumber di setiap gambar dan tabel yang di buat	Revisi	
Desember 2021	janjian menggunakan bullet and numbering pada pembuatan pointZ gunakan huruf atau angka sesuai dengan panduan	Revisi	
Desember 2021	untuk tulisan BAB 2 min di perbaiki tata letak tulisan dan tata letak sumber dan min di perbaiki margin	Revisi	
Desember 2021	acc seminar hasil	Ditetujui	
Desember 2021	min di perbaiki penempatan sumber pada tabel	Revisi	
Desember 2021	silahkan di perbaiki sistem penulisan sesuaikan dgn panduan yg berlaku	Revisi	
Desember 2022	Acc maha hasil	Ditetujui	
Desember 2022	Acc final lua	Ditetujui	

Mesrah, 10 Februari 2022
Dosen Pembimbing



Muhammad Rizki Syahputra, ST., MT

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Medan Fax. 061-8458077 PO. BOX : 1099 MEDAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
PROGRAM STUDI PETERNAKAN

(TERAKREDITASI)
(TERAKREDITASI)
(TERAKREDITASI)
(TERAKREDITASI)
(TERAKREDITASI)
(TERAKREDITASI)

PERMOHONAN JUDUL TESIS / SKRIPSI / TUGAS AKHIR*

Yang bertanda tangan di bawah ini :
Nama Lengkap :
Tempat/Tgl. Lahir :
Nomor Pokok Mahasiswa :
Program Studi :
Konsentrasi :
Mata Kredit yang telah dicapai :
Nomor Hp :
Dengan ini mengajukan judul sesuai bidang ilmu sebagai berikut :

: SURYA HADI PRAWIRA
: TG. GUSTA / 26 September 1998
: 1714210278
: Teknik Elektro
: Teknik Energi Listrik
: 139 SKS, IPK 3.29
: 081262272343

Judul

Analisa Efisiensi Daya Motor 3 Phase Sebagai Penggerak Boiler Penghisap Abu PT Industri Invilon Sagita0

* Disediakan Oleh Dosen Jika Ada Perubahan Judul

Yang Tidak Perlu


Cahyo Pramono, S.E., M.M. (Rektor I)

Medan, 04 Juni 2021

Pemohon,

(Surya Hadi Prawira)

Tanggal :

Ditandatangani oleh

Hamdan, ST., MT.

Tanggal :

Ditetujui oleh :
Dosen Pembimbing I :

(Muhammad Rizki Syahputra, ST., MT.)

Tanggal :

Ditetujui oleh :
Ka. Prodi Teknik Elektro

(Siti Anisah, ST., MT.)

Tanggal :

Ditetujui oleh :
Dosen Pembimbing II :

(Dr. Ashmaniar, ST., MT.)



KARTU BEBAS PRAKTIKUM
Nomor. 65/BL/LTPE/2021

Yang bertanda tangan dibawah ini Ka. Laboratorium Elektro dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : SURYA HADI PRAWIRA
N.P.M. : 1714210278
Tingkat/Semester : Akhir
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Benar dan telah menyelesaikan urusan administrasi di Laboratorium Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 12 Januari 2022
Ka. Laboratorium

[Approve By System]
D T O
Hamdani, S.T., M.T.



No. Dokumen : FM-LEKTO-06-01

Revisi : 01

Tgl. Efektif : 04 Juni 2015



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
Jl. Jend. Gatot Subroto KM. 4,5 Medan Sunggal, Kota Medan Kode Pos 20122

SURAT BEBAS PUSTAKA
NOMOR: 967/PERP/BP/2021

Kepala Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi menerangkan bahwa berdasarkan data pengguna perpustakaan atas nama saudara/i:

Nama : SURYA HADI PRAWIRA
N.P.M. : 1714210278
Tingkat/Semester : Akhir
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Bahwasannya terhitung sejak tanggal 26 November 2021, dinyatakan tidak memiliki tanggungan dan atau pinjaman buku sekaligus tidak lagi terdaftar sebagai anggota Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 26 November 2021
Diketahui oleh,
Kepala Perpustakaan



Rahmad Budi Utomo, ST.,M.Kom

No. Dokumen : FM-PERPUS-06-01
Revisi : 01
Tgl. Efektif : 04 Juni 2015

ANALISIS EFESIENSI DAYA MOTOR 3 PHASE SEBAGAI PENGGERAK BOILER PENGHISAP ABU PT. INDUSTRI INVILON SAGITA

Surya Hadi Prawira*

Muhammad Rizky**

Rahmaniar***

Universitas Pembangunan Panca budi

ABSTRAK

Motor listrik merupakan alat yang sangat penting dalam dunia industri, dan kegunaannya paling sering digunakan sebagai alat penggerak untuk melakukan segala proses di dunia industri. Karena jika motor sebagai penggerak blower rusak maka proses penghisapan debu akan terhambat, sehingga butuh waktu lebih lama, dan jadi tidak efisien. Motor penggerak *blower* jenis ini bekerja selama 24 jam, sehingga diperlukan efisiensi motor yang baik untuk. Efisiensinya dapat ditentukan saat motor bekerja normal. Perhitungan efisiensi diperoleh dengan terlebih dahulu menghitung daya keluaran dan daya masukan. Data diperoleh dengan pengukuran langsung di PT. Invilon Sagita Industry dibantu oleh site supervisor. Pengambilan data lima motor diukur dua kali pada interval waktu yang berbeda. Hasil penghitungan pengukuran daya masuk dari kelima motor nilai tidak jauh beda, seperti itu juga pada daya keluaran nilainya tidak berbeda jauh hingga efisiensi dari motor induksi 3 phasa yang digunakan sebagai penggerak blower PT Industri Invilon Sagita berkisar 94,19% - 94,92. Daya *output* dan daya *input* mempengaruhi efisiensi motor induksi 3 phasa dan efisiensi dikatakan baik apabila nilai daya *output* mendekati nilai daya *input*

Kata Kunci : daya, efisiensi, motor induksi 3 phase

Mahasiswa Program Studi Teknik Electro : setiawansurya132@gmail.com

Dosen Program Studi Teknik Electro

POWER EFFICIENCY ANALYSIS OF 3 PHASE MOTORS AS THE SYSTEM SUPPLIER BOILER DRIVEN PT. INVILON SAGITA INDUSTRY

Surya Hadi Prawira*
Muhammad Rizky**
Rahmaniar***

University Of Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

The electric motor is a very important tool in the industrial world, and its use is most often used as a driving tool to carry out all processes in the industrial world. Because if the motor as the blower driver is damaged, the dust suction process will be hampered, so it takes longer, and becomes inefficient. This type of blower drive motor works for 24 hours, so a good motor efficiency is needed for this. Its efficiency can be determined when the motor is working normally. The efficiency calculation is obtained by first calculating the output power and input power. Data obtained by direct measurement at PT. Invilon Sagita Industry is assisted by a site supervisor. Data collection of five motors was measured twice at different time intervals. The calculation results of the input power measurements from the five motors are not much different, as well as the output power values are not much different, so the efficiency of the 3-phase induction motor used as a blower drive for PT Industri Invilon Sagita ranges from 94.19% - 94.92. The output power and input power affect the efficiency of a 3-phase induction motor and the efficiency is said to be good if the output power value is close to the input power value.

Keywords: power, efficiency, 3 phase induction motor

Mahasiswa Program Studi Teknik Electro : setiawansurya132@gmail.com

Dosen Program Studi Teknik Electro

KATA PENGANTAR

Penulis Mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada Penulis Sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **“Analisis Efisiensi Daya Motor 3 Phase Sebagai Penggerak Boiler Penghisap Abu PT Industri Invilon Sagita”**

Skripsi ini sebagai syarat untuk memberbolehkan kelulusan Sarjana Teknik pada Universitas Pembangunan Panca Budi Medan. Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Skrip//si ini, khususnya kepada :

1. Bapak Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, S.E, M.M selaku Rektor di Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Bapak Hamdani, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Ibu Siti Anisah, S.T, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Bapak Muhammad rizky, S.T, M.T Selaku Pembimbing I yang telah memberikan pengalaman, arahan dan pengetahuan selama penyusunan skripsi.
5. Ibu Dr.Ramaniar, S.T, M.T Selaku Pembimbing II yang telah memberikan pengalaman, arahan dan pengetahuan selama penyusunan Skripsi.
6. Kedua Orang Tua dan sekeluarga yang selalu mendukung, mendoakan, dan mendidik sepenuh hati.
7. Sahabat dan Rekan Mahasiswa jurusan Teknik Elektro yang telah membantu.
8. Semua Pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu baik moril maupun materi.

Penulis juga menyadari bahwa dalam menyusun Skripsi ini masih terdapat berbagai kekurangan, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun supaya Skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Akhir kata semoga Skripsi ini bermanfaat bagi kita semua, terutama bagi penulis sendiri.

Medan, 29 Januari 2022

SURYA HADI PRAWIRA
NPM : 1714210278

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

ABSTRACT

Kata Pengantar.....	i
Daftar Isi	iii
Daftar GAMBAR	v
Daftar TABEL.....	vi

BAB I	PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
	1.2 Rumusan Masalah	3
	1.3 Tujuan Penelitian	3
	1.4 Batasan Masalah	3
	1.5 Metodologi Penelitian	4
	1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II	LANDASAN TEORI.....	6
	2.1 Motor Induksi.....	6
	2.2 Klasifikasi Motor Listrik AC	7
	2.3 Konstruksi Motor Induksi	8
	2.4 Beda Motor Induksi Rotor Sangkar dengan Rotor Lilit.....	18
	2.5 Prinsip Kerja	19
	2.6 Karakteristik Motor Induksi.....	25
	2.7 Penggunaan Motor Listrik	28
	2.8 Cara-Cara Menentukan Rugi-Rugi Pada Motor.....	30
	2.9 Rugi-Rugi Motor Induksi.....	31
	2.10 Rugi-Rugi Mekanik.....	33
	2.11 Rugi-Rugi Belitan	33
	2.12 Sifat-Sifat Beban Listrik	34
	2.13 Efisiensi Motor Induksi.....	35
	2.14 Penurunan Efisiensi Motor Listrik	37
	2.15 Faktor-Faktor Efisiensi Motor Induksi.....	38
	2.16 Pengertian Daya	42
BAB III	METODE PENELITIAN	43
	3.1 Analisis Penelitian.....	43
	3.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	44
	3.3 Data Motor Induksi Tiga Fasa	45
	3.4 Langkah-Langkah Perhitungan	46

BAB IV	HASIL ANALISA.....	49
4.1	Hasil Pengukuran Motor Induksi Tiga Phasa	49
4.2	Hasil Perhitungan Daya Input, Daya Output dan Efisiensi Motor.....	50
4.3	Hasil Perhitungan Berdasarkan Pengukuran.....	52
BAB V	PENUTUP	59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA		61

Daftar Gambar

	Halaman
Gambar 2.1	Konstruksi Motor Induksi 9
Gambar 2.2	Stator 11
Gambar 2.3	Motor Induksi Rotor Sangkar 16
Gambar 2.4	Motor Induksi Rotor Belitan 17
Gambar 2.5	Rotor Belitan 18
Gambar 2.6	Arus pada Rotor Sangkar 19
Gambar 2.7	Prinsip Kerja Motor Induksi 21
Gambar 2.8	Bentuk Gelombang Sinusoida dan Timbulnya Mudan Putar Pada Stator Motor Induksi 22
Gambar 2.9	Karakteristik Beban Nol 26
Gambar 2.10	Karakteristik Rotor yang di Blok 26
Gambar 2.11	Karakteristik Start 27
Gambar 2.12	Karakteristik Kopel dan Putaran 28
Gambar 2.13	Rugi-Rugi Daya Motor Induksi 31
Gambar 2.14	Daya dan Rugi Motor Induksi 36
Gambar 3.1	Motor Induksi terhubung dengan Blower penghisap abu 45

Daftar Tabel

	Halaman
Tabel 2.1	Metode Pengukuran Efisiensi Motor Induksi IEEE 41
Tabel 4.1	Data name plate motor induksi tiga phasa..... 49
Tabel 4.2	Data pengukuran motor penggerak blower sebelum diberi beban..... 49
Tabel 4.3	Presentase rugi-rugi stray load 50
Tabel 4.4	Hasil perhitungan berdasarkan name plate Dan pengukuran..... 54
Tabel 4.5	Hasil perhitungan rugi-rugi Cu Rotor..... 55
Tabel 4.6	Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Total 56
Tabel 4.7	Nominal Efficiency PT Industri Invillon Sagita..... 57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Motor induksi tiga fasa banyak digunakan oleh dunia industri karena memiliki beberapa keuntungan. Penggunaan motor induksi dipilih karena mempunyai sifat mudah dioperasikan dan tidak menimbulkan polusi suara dibanding dengan penggunaan tenaga motor diesel atau motor bakar. Motor induksi digunakan untuk menggerakkan beban atau sebagai penggerak pengangkatan beban.

Motor induksi yang sering digunakan adalah motor induksi 3 fasa. Motor ini memiliki kelebihan dari segi teknis dan segi ekonomis. Segi teknis, motor ini memiliki daya yang besar, konstruksi yang sederhana, kokoh dan perawatannya yang mudah, sedangkan dari segi ekonomis motor ini memiliki harga yang murah sehingga motor induksi mulai menggeser penggunaan motor dc dalam dunia industri. Motor induksi banyak menimbulkan drop tegangan (flicker) dan memiliki arus awal (starting) yang besar (5–7 kali Inominal).

Penelitian oleh Evi Jayanti (2016) yang berjudul “Analisa Kebutuhan Daya Motor Induksi 3 Fasa Penggerak Belt Conveyor 5853-V Di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang” pada penelitian ini menyatakan bahwa salah satu penyebab faktor terjadinya kerusakan pada motor induksi tiga fasa penggerak belt conveyor 5853-V dalam beroperasi adalah kapasitas angkut belt yang melebihi kemampuan daya motor itu sendiri. Ketika meningkatkan beban mendekati beban maksimum maka motor

akan dipaksa untuk terus bekerja tanpa memperhitungkan toleransi sebagai faktor keamanan motor tersebut.

Hal ini akan menyebabkan drop tegangan yang besar pada pasokan tegangan PLN. Motor dengan daya kecil, arus starting tidak terlalu berpengaruh terhadap drop tegangan, sedangkan untuk motor dengan daya yang lebih besar akan menyebabkan drop 3 tegangan yang besar pula dan menurunkan kualitas listrik yang berpengaruh pada penerangan yang berkedip serta hentakan motor yang mengakibatkan motor cepat rusak. (Dikutip dari Buku Kementrian Energi Dan sumber Daya Alam)

Oleh karena istilah itu istilah “efisiensi” mulai menonjol terutama dalam masalah keterbatasan energi saat ini. Para ahli teknik sekarang ini, selain harus menemukan sebuah inovasi baru pada alat-alat listrik, mereka juga dituntut untuk meningkatkan efisiensi kerja dari alat - alat listrik tersebut. Sekarang ini telah banyak dikembangkan motor - motor baru untuk menggantikan motor - motor lama yang efisiensinya sangat rendah. Efisiensi motor listrik sangat penting sekarang ini, karena motor listrik merupakan pengguna utama listrik di industri modern. Dengan diketahuinya efisiensi pada motor tersebut diharapkan dapat mengurangi biaya perawatan dan meningkatkan operasinya.

Sebelum menentukan apakah motor lama perlu diganti dengan motor baru atau tidak, perlu dilakukan perhitungan nilai efisiensi motor lama tersebut. Setelah didapat nilai efisiensi motor lama, kemudian kedua nilai efisiensi motor lama dan motor baru dibandingkan untuk mendapatkan nilai ekivalen rupiah yang dapat dihemat dan apakah motor induksi tersebut harus diganti atau tidak. Oleh sebab itu pada laporan

akhir ini penulis membahas tentang “ **ANALISIS EFISIENSI DAYA MOTOR 3 PHASA SEBAGAI PENGGERAK BOILER PENGHISAP ABU PT INDUSTRI INVILON SAGITA**“

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan dari latar belakang diatas dapat dirumuskan permasalahannya sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menentukan berapa besar efisiensi dari motor induksi 3 phasa ?
2. Bagaimana pengaruh efisiensi terhadap motor induksi 3 phasa ?
3. Bagaimana cara mengetahui hal hal yang mempengaruhi efisiensi daya yang dibutuhkan oleh motor induksi tiga phasa tersebut ?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan laporan akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui cara menentukan efisiensi dari motor induksi 3 phasa.
2. Mengetahui berapa besar efisiensi dari motor induksi 3 phasa.
3. Mengetahui faktor-faktor apa saja yang dapat berpengaruh terhadap efisiensi pada motor induksi 3 phase.

1.4 BATASAN MASALAH

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, dibuat suatu batasan-batasan dengan maksud memudahkan analisis yang dibutuhkan dalam rangka pemecahan masalah.

Adapun batasannya yaitu sebagai berikut:

1. Jenis motor induksi yang digunakan berkapasitas daya 30 KW serial UD 1010/1296061-001-1 yang digunakan sebagai penggerak boiler penghisap abu PT. INDUSTRI INVILON SAGITA.
2. Tidak menganalisa gangguan yang terjadi pada sistem tenaga.

1.5 METODOLOGI PENELITIAN

Guna mendapatkan data yang diperlukan untuk membantu dalam penyusunan laporan akhir ini, penulis menggunakan beberapa metode sebagai berikut:

1. Metode Referensi yaitu Penulis mencari dan mengumpulkan data - data dari berbagai referensi buku - buku yang berhubungan dengan penulisan laporan akhir ini.
2. Metode Wawancara yaitu Penulis melakukan tanya jawab langsung dengan dosen pembimbing maupun dengan karyawan - karyawan di Pabrik PT. INDUSTRI INVILON SAGITA.
3. Metode Observasi yaitu Penulis mengumpulkan data-data dengan cara melakukan pengamatan secara langsung terhadap aktivitas yang dijumpai pada waktu mengadakan penelitian.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Pada penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, pembahasan tentang sistem alat yang dibuat dibagi dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut

Bab 1 Pendahuluan

Dalam bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab 2 Landasan Teori

Dalam Bab ini berisi tentang teori - teori yang melandasi pembahasan masalah dan teori pendukung lainnya berdasarkan referensi yang berkaitan dengan judul laporan akhir ini.

Bab 3 Metode Penelitian

Bab ini membahas tentang alat perhitungan, bahan perhitungan dan prosedur perhitungan dari motor induksi 3 phasa yang digunakan sebagai motor penggerak boiler PT INDUSTRI INVILON SAGITA.

Bab 4 Analisis Dan Pengujian

Bab ini membahas tentang keeffisienan dari motor induksi 3 phasa dengan menentukan daya input dan daya output motor induksi itu sendiri yang digunakan sebagai penggerak boiler di PT. INDUSTRI INVILON SAGITA.

Bab 5 Kesimpulan Dan Saran

Dalam bab ini terdapat kesimpulan dan saran yang didapat dari hasil keseluruhan pembahasan yang telah dilakukan pada laporan akhir ini.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 MOTOR INDUKSI

Keadaan saat timbulnya arus pada rotor yang disebabkan dari tegangan yang diinduksikan fluks medan magnet stator ke rotor disebut motor induksi. Disebut juga dengan motor asinkron atau motor tidak serempak karena kecepatan putaran rotor tidak sama dengan kecepatan putaran medan magnet stator. (Prasetya, Imam (2017))

Motor listrik digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa tenaga putaran. Motor terdiri atas dua bagian yang sangat penting yaitu bagian stator atau bagian yang diam serta bagian rotor atau bagian yang berputar. Pada motor AC, kumparan rotor tidak secara langsung menerima energi listrik.

Namun melalui induksi dari energi kumparan transformator terjadi, motor AC oleh karena itu disebut motor induksi. Dari segi kesederhanaannya, strukturnya kokoh dan kuat, dan memiliki karakteristik kerja yang baik.

Motor induksi tiga fasa dapat diterapkan dan paling banyak digunakan dalam industri. Inilah sebabnya mengapa disebut motor induksi. Dalam industri ini, motor induksi digunakan sebagai penggerak, misalnya peralatan bengkel seperti mesin brewing, kompresor, pompa, penggerak mula dalam proses produksi atau pabrik, mesin bor, grinder, crane, dll.

Motor induksi berputar pada kecepatan yang pada dasarnya adalah konstan, mulai dari tidak berbeban sampai mencapai keadaan beban penuh Kecepatan putaran

motor ini dipengaruhi oleh frekuensi, dengan demikian pengaturan kecepatan tidak dapat dengan mudah dilakukan terhadap motor (Rizal angga ghazali, 2011).

2.2 Klasifikasi Motor Listrik AC

Motor listrik adalah motor yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dengan tenaga putar. Motor listrik dibagi atas sumber tegangan yang dipakai. Motor listrik terbagi jadi 2 jenis melalui jenis sumber tegangannya :

Motor listrik arus searah DC dan Motor listrik bolak-balik AC.

Berdasarkan 2 jenis motor listrik itu ada jenis atau tipe motor listrik yang diklasifikasikan dengan konstruksi, prinsip kerja, dan operasinya (Rizal angga ghazali, 2011).

A. Berdasarkan Prinsip Kerja

1. Motor Sinkron.
 - a. Biasa (tanpa slip ring)
 - b. Super (dengan slip ring)
2. Motor Asinkron.
 - a. Motor Induksi (Squirrel Cage Rotor & Winding Rotor)

B. Berdasarkan Macam Arus

1. Satu phasa

Motor jenis ini hanya memiliki satu belitan stator, bekerja dengan daya satu phasa, memiliki rotor sangkar tupai, dan membutuhkan perangkat untuk menghidupkan motor. Sejauh ini, motor ini merupakan jenis motor yang paling umum digunakan pada peralatan rumah tangga (seperti kipas angin,

mesin cuci, dan pengering baju) dan bisa dipakai hingga 3 hingga 4 Hp (Anonim, 2006).

2. Tiga fasa

Medan magnet yang berputar dihasilkan oleh pasokan tiga fasa yang seimbang. Motor memiliki daya tinggi dan dapat memiliki sangkar tupai atau belitan rotor (walaupun 90% memiliki rotor sangkar tupai); dan pembakaran spontan. Diperkirakan sekitar 70% motor di industri menggunakan jenis ini, misalnya pompa, kompresor, ban berjalan, jaringan listrik, dan gerinda (Ari Saputra, 2016).

C. Berdasarkan Kecepatan

1. Kecepatan konstan
2. Kecepatan berubah
3. Kecepatan diatur

2.3 Konstruksi Motor Induksi

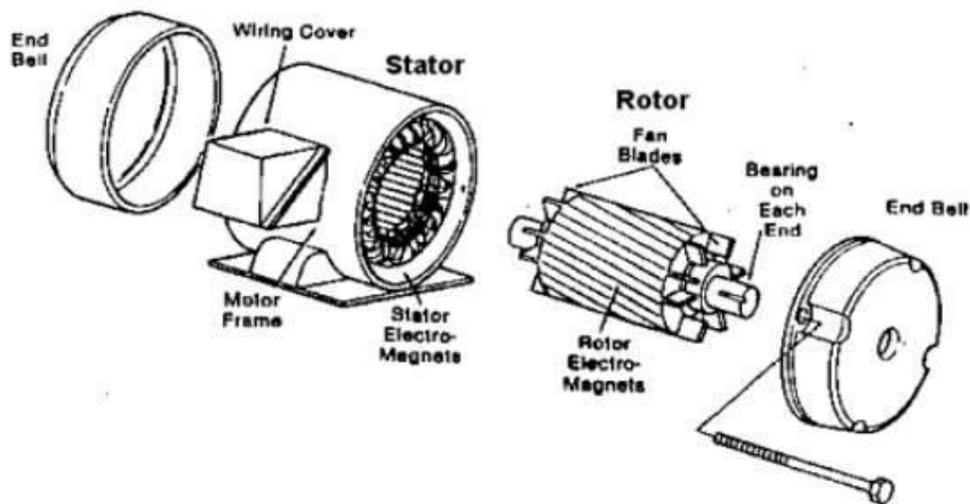
Pada dasarnya motor induksi terdiri dari bagian yang tidak berputar (stator) dan bagian yang berputar (rotor). Singkatnya, stator terdiri dari satu set generator, yang diisolasi di satu sisi, dengan ketebalan 0,35 – 0,5 mm, diatur jadi paket blek bentuk gelang.

Ada alur di dalam. Pada alur ini ada perbedaan antara motor asinkron dengan belitan bersarang (nested rotor atau short-circuit rotor) dan gelang seret dengan belitan tiga fasa. Atau dilihat dari sisi lain, inti besi stator dan rotor terbuat dari

lapisan baja silikon setebal 0,35-0,5 mm (email), tersusun rapi, dan setiap lapisan diisolasi secara elektrik dan diikat ujungnya (Rizal angga ghazali, 2011).

Motor induksi sering juga dikatakan sebagai transformer berputar karena stator pada dasarnya ialah sisi primer trafo dan rotor ialah bagian sekunder trafo. Stator dan rotor dipisahkan dengan celah udara yang membuat rotor bisa berputar. Rotor dan stator tersusun oleh lempengan bahan yang dilaminasi jadi bentuk rotor maupun stator.

Gambar 2.1 dibawah ini menggambarkan bagian-bagian motor induksi



Gambar 2.1 Konstruksi Motor Induksi

Sumber: Ardianto hakim, 2020

Inti besi stator dan lembaran inti besi rotor bagian motor memiliki diameter bagian motor, dan diameter luar stator lebih besar dari 1mm. Untuk motor dengan diameter lebih besar, lembaran inti besi adalah segmen inti berbentuk busur.

Ini adalah koneksi-terus menjadi lingkaran. Celah udara antara stator dan rotor pada motor kecil adalah 0,25 – 0,75 mm, dan pada motor besar dapat mencapai 10 mm. Celah udara yang besar ini disediakan ketika peregangan dapat terjadi pada titik poros karena beban lateral pada poros atau sambungan. Menarik sabuk atau menggantung beban dapat menyebabkan poros motor bengkok.

Inti stator dan belitan rotor motor asinkron ini pada dasarnya sama dengan stator dan belitan stator motor sinkron. Kesamaan ini dapat menunjukkan bahwa rotor mesin asinkron yang dipasang sesuai dengan stator mesin asinkron akan bekerja dengan baik.

1. Stator

Stator terdiri dari lilitan atau kumparan yang memberikan efek magnet kepada rotor, sehingga rotor dapat berputar. Stator merupakan bagian dari mesin yang tidak berputar dan terletak pada bagian luar mempunyai kumparan yang dapat menginduksikan medan elektromagnetik kepada kumparan rotor.

Stator terdiri dari plat besi yang ukurannya sama dengan rotor, dan didalamnya terdapat banyak alur, alur tersebut merupakan kumparan yang terbuat dari kawat tembaga berisolasi. Karena fluks magnet yang berputar pada kumparan stator, rotor berputar karena induksi magnet, dan kecepatan putaran rotor disinkronkan dengan kecepatan putaran stator. Untuk motor 3 fasa, 3 set lilitan diperlukan untuk tiap fasanya. Gulungan ini dilingkarkan ke sejumlah kutub tertentu.

$$n_s = \frac{120}{p} f \quad 2.1$$

Dimana:

n_s = Kecepatan sinkron (rpm)

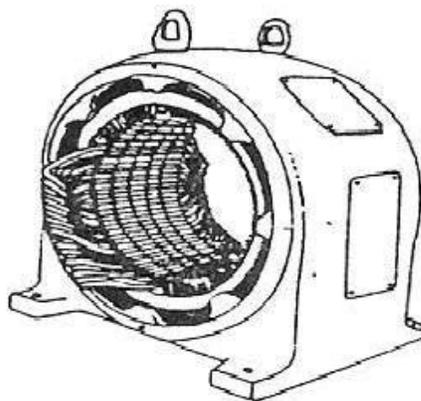
f = Besarnya frekuensi (Hz)

P = Jumlah kutub

Konstruksi stator motor induksi sendiri terdiri atas beberapa bagian yaitu:

- a. Bodi motor (gandar)
- b. Inti kutub magnet dan lilitan penguat magnet
- c. Slip ring

Bentuk konstruksi stator motor induksi dapat kita lihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Stator
Sumber: Ari saputra, 2016.

a. Bodi motor (gandar)

Fungsi utama badan atau poros motor adalah sebagai bagian dari aliran fluks magnet yang dihasilkan oleh kutub-kutub magnet, sehingga beban motor terbuat dari bahan feromagnetik. Selain itu, bodi motor digunakan untuk menempatkan perkakas tertentu dan melindungi komponen mesin lainnya. Biasanya terdapat papan nama atau nameplate pada sepeda motor yang menyatakan spesifikasi umum dari motor tersebut (Susanto, Tri, 2012).

b. Inti Kutub Magnet dan Lilitan Penguat Magnet

Sebagaimana diketahui bahwa fluks magnet yang terdapat pada motor arus searah dihasilkan oleh kutub magnet buatan yang dibuat dengan prinsip elektromagnetis, Lilitan penguat magnet berfungsi untuk mengalirkan arus listrik agar terjadi proses elektromagnetis. (Susanto Tri, 2012).

c. Sikat – Sikat Dan Pemegang Sikat

Fungsi dari sikat adalah sebagai jembatan bagi aliran arus dari sumber dan biasanya terbuat dari bahan arang.

Dibawah ini menunjukkan kelompok - kelompok tingkatan sikat, antara lain:

- a. Sikat grafit alam
- b. Sikat karbon keras
- c. Sikat elektrografit
- d. Sikat grafit logam

e. Sikat karbon logam.

Tinggi dari sikat jadi berkurang dan akan aus selama bekerja. Kontruksi pegangan sikat menentukan arus yang diperbolehkan. Plat tembaga pada puncak sikat berguna untuk menghasilkan kontak yang bagus antara sikat dan dinding gagang sikat. (Susanto Tri, 2012).

Satu atau dua pengantar elastis ditanamkan dalam sikat sebagai pengantar arus dari sikat menuju jepitan dari gagang sikat jika sikat-sikat berada pada posisi yang benar, baut harus dikencangkan. Ini menentukan jembatan sikat pada posisi yang macat pada pelindung ujung
Pegangan sikat berfungsi sebagai penimbul tekanan yang dibutuhkan antar sikat. Kekurangan bunga api di komutator bergantung dengan melar dari perakitan serta pemasangan pemegang sikat. Setiap gagang sikat memiliki pegas yang menekan pada sikat lewat sistem khusus hingga tidak terjadi jepitan pada sikat.

2. Rotor (bagian motor yang bergerak)

Berdasarkan hukum faraday tentang imbas magnet, maka medan putar yang secara relatif merupakan medan magnet yang bergerak terhadap penghantar rotor akan mengibaskan gaya gerak listrik (ggl), Frekuensi ggl imbas ini sama dengan frekuensi jala – jala.

Besar ggl imbas ini berbanding lurus dengna kecepatan relatif antara medan putar dan penghantar rotor. Penghantar – penghantar dalam rotor yang

membentuk suatu rangkaian tertutup, merupakan rangkaian melaju bagi arus rotor dan searah dengan hukum yang berlaku yaitu hukumlenz.

Arahnya melawan fluksi yang mengimbas, dalam hal ini arus rotor itu ditimbulkan karena adanya perbedaan kecepatan yang berada diantara fluksi atau medan putar stator dengan penghantar yang diam. Rotor akan berputar dalam arah yang sama dengan arah medan putar stator, untuk mengurangi beda kecepatan diatas. Jika rotor dibebani, maka putaran rotor akan turun sehingga terjadi perbedaan kecepatan putaran antara rotor dan stator, perbedaan kecepatan putaran ini disebut slip (Susanto, Tri,2012).

3. Rotor (bagian motor yang bergerak)

Berdasarkan hukum faraday tentang imbas magnet, maka medan putar yang secara relatif merupakan medan magnet yang bergerak terhadap penghantar rotor akan mengibaskan gaya gerak listrik (ggl), Frekuensi ggl imbas ini sama dengan frekuensi jala – jala.

Besar ggl imbas ini berbanding lurus dengna kecepatan relatif antara medan putar dan penghantar rotor. Penghantar – penghantar dalam rotor yang membentuk suatu rangkaian tertutup, merupakan rangkaian melaju bagi arus rotor dan searah dengan hukum yang berlaku yaitu hukumlenz.

Arahnya melawan fluksi yang mengimbas, dalam hal ini arus rotor itu ditimbulkan karena adanya perbedaan kecepatan yang berada diantara fluksi atau medan putar stator dengan penghantar yang diam. Rotor akan berputar dalam arah yang sama dengan arah medan putar stator, untuk mengurangi beda kecepatan diatas. Jika rotor dibebani, maka putaran rotor akan turun

sehingga terjadi perbedaan kecepatan putaran antara rotor dan stator, perbedaan kecepatan putaran ini disebut slip (Susanto, Tri,2012).

a. Motor rotor sangkar

Motor rotor sangkar memiliki desain yang sangat sederhana karena memiliki konstruksi inti yang dilaminasi dengan konduktor yang dihubungkan berpasangan secara paralel atau hampir sejajar dengan poros di mana rotor motor berselubung mengelilingi permukaan inti. Inti tidak lepas dari inti.

Ini karena arus rotor mengalir secara alami melalui konduktor rotor dengan hambatan paling kecil. Di setiap ujung rotor, semua konduktor rotor dihubungkan singkat ke cincin ujung. Batang rotor stud dan cincin ujung kecil dicor dari tembaga atau aluminium ke dalam pelat tunggal pada inti rotor.

Bentuk motor itu sendiri dengan sangkar rotor dapat dilihat pada Gambar 2.3. Pada mesin yang lebih besar, batang rotor tidak dicor, tetapi beralur dan dilas sejajar dengan poros motor, tetapi sering miring. Ini memberikan torsi yang lebih merata dan mengurangi kebisingan magnetik saat motor berjalan. (Zuhal. 1991).

Dengan demikian biayanya juga murah sebab konstruksinya yang demikian, padanya tidak bisa jadi diberikan pengaturan tahanan luar semacam pada motor induksi dengan rotor belitan.

Buat menghalangi arus mula yang besar, tegangan sumber wajib dikurangi serta umumnya digunakan oto transformator ataupun saklar Y–D. Namun berkurangnya arus hendak berdampak berkurangnya kopel mula, buat menanggulangi perihal ini bisa tipe rotor dengan sangkar ganda



Gambar 2.3 Motor Induksi Rotor Sangkar

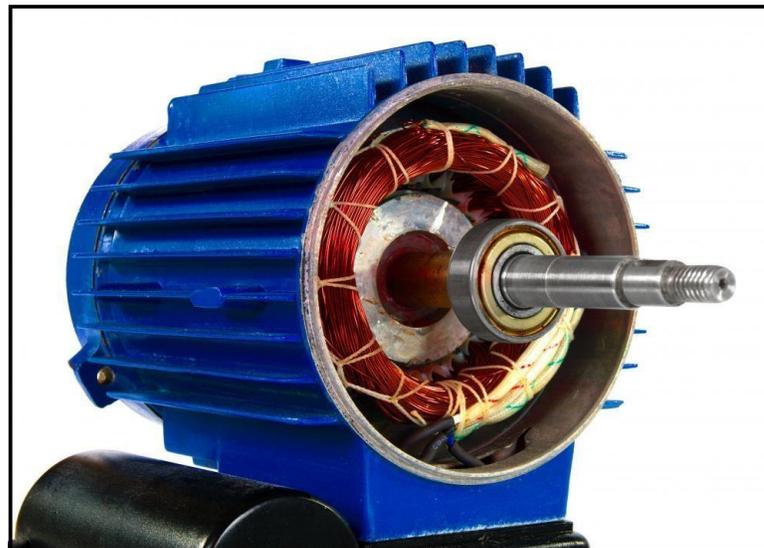
Sumber: Zuhail, 1991

Motor induksi tipe ini memiliki rotor dengan kumparan yang terdiri dari sebagian batang konduktor yang disusun sedemikian rupa sehingga menyamai sangkar tupai yang nampak pada foto dibawah ini, konstruksi rotor semacam ini sangat simpel apabila dibanding dengan rotor tipe mesin listrik lainnya

b. Motor rotor belitan

Motor rotor lilit ataupun motor cincin slip berbeda dengan motor rotor sangkar dalam konstruksi rotornya. Wujud motor rotor belitan bisa dilihat pada gambar 2. 4. Semacam namanya rotor dililit dengan lilitan terisolasi seragam dengan lilitan stator (Zuhal, 1991).

Pada lilitan fasa rotor dihubungkan secara Y dengan poros motor, Ketiga cincin slip yang terpasang pada cincin slip serta sikat– sikat bisa dilihat terletak disebelah kiri lilitan rotor. Lilitan rotor tidak dihubungkan ke pencatu. Cincin slip serta sikat semata– mata ialah penghubung tahanan kendali variabel luar ke dalam rangkaian motor. Motor rotor lilit kurang banyak digunakan dibanding dengan motor rotor sangkar sebab biayanya mahal serta bayaran pemeliharaan lebih besar.

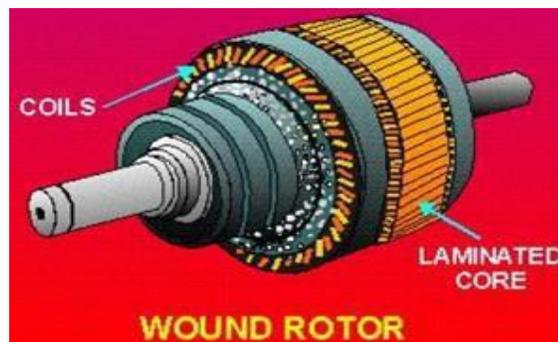


Gambar 2.4 Motor induksi rotor belitan

Sumber: Zuhal, 1991

Gambar 2.5 menunjukkan nilai maksimum kopel mula dapat diperoleh dengan penambahan tahanan luar. Saat waktu start motor induksi dengan rotor lilit diperlukan kopel mula yang besar untuk memungkinkan tambahan (pengaturan tahanan luar).

Tahanan luar yang dapat disetting ini disambungkan dengan rotor lewat cincin, tahanan luar tadi juga diperlukan untuk menghasilkan kopel mula yang besar guna membatasi arus mula yang besar pada start motor. Kecepatan motor dapat diatur dengan mengubah tahanan luar.



Gambar 2.5 Rotor Belitan

Sumber: Ardianto hakim,2020

2.4 Beda Motor Induksi Rotor Sangkar Dengan Rotor Lilit

Rotor sangkar dianggap juga dengan lilitan-lilitan seri berlangkah penuh. Cincin hubung singkat yang disatukan dengan ujung batang konduktor membentuk lilitan-lilitan seri, lihat pada gambar 2.6. Ada perbedaan antara rotor lilit dan rotor sangkar apabila kita bandingkan, yaitu sebagai berikut : (Rizal angga ghazali, 2011)

1. Karakteristik rotor lilit masih bermacam-macam jika dengan menambah rangkaian luar melalui slipring/sikatnya, sedangkan karakteristik motor induksi rotor sangkar sudah fixed.
2. Jumlah kutub pada rotor sudah tertentu sedangkan jumlah kutub di rotor sangkar masih menyesuaikan jumlah kutub pada ornya.



Gambar 2.6 Arus Pada Rotor Sangkar

Sumber: ardianto hakim, 2020

Keuntungan dari rotor induksi dan rotor listrik adalah bisa ditambah tahanan luar. Oleh karena itu ini menguntungkan starting motor dengan beban berat juga sebagai pengatur putaran motor. Komponen rotor lilit dan motor induksi dilengkapi tahanan luar. Konstruksi double squirrel cage dan deep bar cage digunakan untuk mengatasi kelemahan pada starting torque, rotor sangkai lebih banyak dipakai karena biayanya yang murah.

2.5 Prinsip Kerja

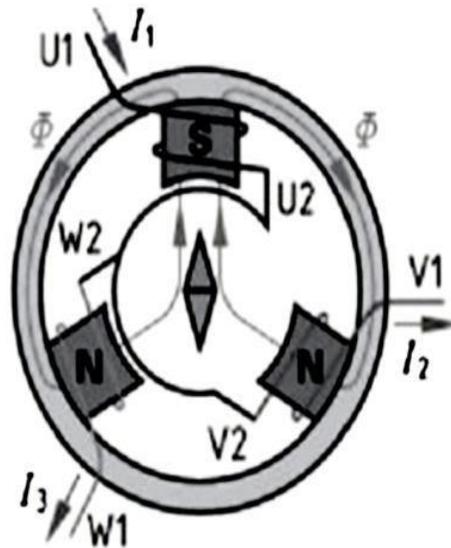
Motor induksi bekerja dengan induksi elektromagnetik dari kumparan stator menuju kumparan rotornya. Jika kumparan stator motor induksi 3 fasa disambungkan ke sumber tegangan 3 fasa, kumparan stator akan menghasilkan

putaran medan magnet. Kumparan rotor yang terpotong karna induksi gaya-gaya fluks dengan kumparan stator akan menimbulkan Gaya Gerak Listrik. (Ari Saputra, 2016).

Tegangan induksi karena penghantar (kumparan) rotor adalah rangkaian tertutup, sehingga terjadi aliran arus pada kumparan rotor. Kumparan stator akan mengalami gaya Lorentz yang menimbulkan torsi yang cenderung menggerakkan rotor sama dengan arah pergerakan medan induksi stator yang berasal dari penghantar rotor yang dialiri arus yang berada dalam garis gaya fluks. (Ari saputra, 2016)

Konduktor-konduktor pada rotor terpotong oleh putaran medan pada stator, hingga terinduksi arus dan sesuai dengan Hukum Lenz, rotor juga ikut berputar mengikuti medan putar stator. Perbedaan putaran relatif stator dengan rotor dinamakan dengan slip.

Stator mempunyai medan magnet permanen. Semakin besar nya arus induksi pada rotor disebabkan karena bertambahnya beban yang memperbesar kopel motor, oleh karena itu slip antara medan putar stator dan putaran rotor menjadi tambah besar jika beban motor bertambah. Kumparan motor menghasilkan medan magnet disekitarnya atau putaran rotor cenderung menurunkan listrik ke dalam lilitan sehingga membuat rotor tarik menarik sehingga terjadi perputar. Motor induksi merupakan alat listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik guna memperjelas prinsip kerja motor listrik dapat dilihat gambar 2.7. dibawah ini



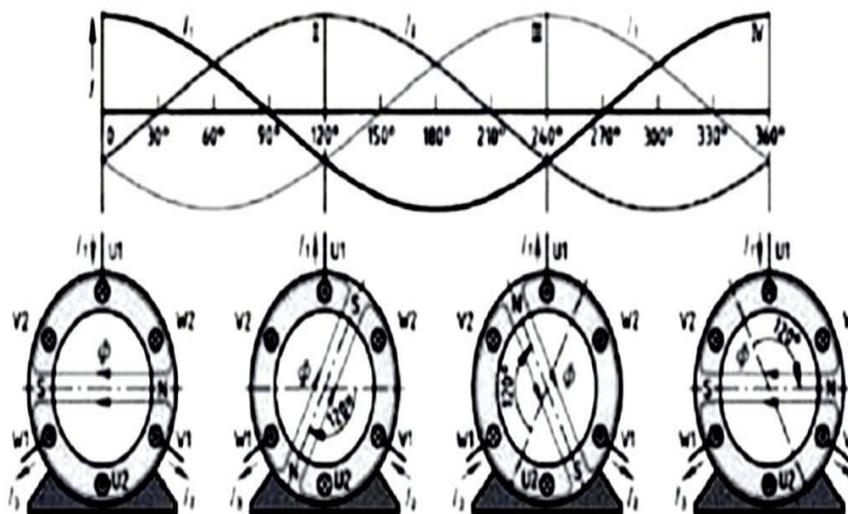
Gambar.2.7. Prinsip Kerja Motor Induksi
sumber: Ari saputra, 2016

Ketika tegangan pada fasa U masuk ke belitan stator menjadikan kutub S (South=selatan), garis - garis gaya magnet mengalir melalui stator, sedangkan dua kutub lainnya adalah N (North = utara) untuk fasa V dan fasa W. Kompas akan saling tarik-menarik dengan kutub S.

Berikutnya kutub S pindah ke fasa V, kompas berputar 120° , dilanjutkan kutub S pindah ke fasa W, hingga pada belitan stator timbul medan magnet putar. Ini terbukti dengan kompas yang akan memutar lagi jadi 240° . Kompas berputar dalam satu putaran penuh karena kejadian silih berganti membentuk medan magnet putar, proses ini terjadi berkelanjutan (Ari saputra 2016).

Rotor sangkar menggantikan motor induksi untuk berputar pada porosnya. Disebut sebagai motor induksi tidak serempak motor asinkro karena perbedaan putaran antara medan putar stator dengan putaran rotor.

Gambar 2.8 menerangkan empat kondisi kecepatan dan slip motor induksi 3 Fasa dengan dua kutub.



Gambar.2.8.
Bentuk Gelombang Sinusoida dan Timbulnya
Medan Putar Pada Stator Motor Induksi

Sumber: Ari saputra, 2016

1. Ketika sudut 0° , arus I_1 akan memiliki nilai positif sedangkan arus I_2 dan arus I_3 memiliki nilai negatif, pada konteks ini belitan V_2 , U_1 dan W_2 bertanda silang (arus masuk), dan belitan V_1 , U_2 dan W_1 bertanda titik (arus keluar). Terbentuk fluks magnet pada garis horizontal sudut 0° kutub S (South = selatan) dan kutub N (North = utara).

2. Saat sudut 120^0 , arus I2 memiliki nilai positif, sedangkan arus I1 dan arus I3 memiliki nilai negatif, dalam hal ini belitan W2, V1, dan U2 bertanda silang (arus masuk), dan belitan W1, V2, dan U1 bertanda titik (arus keluar). Garis fluks magnet kutub S dan N bergeser 120^0 dari posisi awal.
3. Ketika sudut 240^0 , arus I3 bernilai positif, sedangkan arus I1 dan arus I2 bernilai negatif, dalam hal ini belitan U2, W1 dan V2 bertanda silang (arus masuk), dan belitan U1, W2 dan V1 bertanda titik (arus keluar). Garis fluks magnet kutub S dan N bergeser 20^0 dari posisi kedua.
4. Ketika sudut 360^0 . posisi ini sama dengan saat sudut 0^0 , dimana kutub S dan N balik keposisi sangat awal.

Berdasarkan empat posisi diatas saat sudut 0^0 , 120^0 , 240^0 , dan 360^0 , dapat dijelaskan terbentuknya medan putar pada stator, belitan rotor terpotong oleh medan magnet putar stator. Kecepatan medan putar stator ini dikenal juga dengan kecepatan sinkron, dan dapat dihitung secara teoritis besarnya namun tidak dapat diamati dengan alat ukur seperti rumus 2.2 di bawah ini (Ari saputra 2016).

Kemudian rotasi fluks medan magnet yang dihasilkan di stator ini akan melewati celah udara diantara stator dan rotor akan menembus batang rotor sehingga menginduksi tegangan pada batang rotor. Besarnya tegangan induksi pada rotor adalah sebagaimana persamaan 2.2 berikut ini:

$$E_{\text{ind}} = (v \times B) L \quad 2.2$$

Dimana:

E_{ind} = Tegangan induksi (Volt)

v = Kecepatan rotor terhadap kecepatan medan magnet stator

(m/s) B = Kerapatan flu magnet (Tesla)

L = Panjang konduktor dalam medan magnet (m)

Dengan adanya tegangan ini ditambah konduktor yang merupakan rangkaian tertutup maka arus akan dihasilkan dalam batang rotor dan cincin penghubung. Dengan timbulnya arus pada rotor, akan diinduksikan medan pada rotor yang arahnya berlawanan dengan medan magnet stator (Ari saputra 2016).

Dengan hukum Lenz, arah gaya cenderung untuk mengurangi perubahan fluks itu sendiri, yang berarti bahwa rotor akan bereselerasi mengikuti perubahan arah rotasi fluks. Medan magnet stator akan berinteraksi dengan medan magnet rotor untuk menghasilkan gaya rotasi. Gaya rotasi ini berasal dari torsi induksi pada rotor sebesar dapat dihitung pada persamaan 2.4:

$$T_{\text{in}} = k \cdot B_R \times B_S \quad 2.3$$

Dimana:

T_{ind} = Torsi Induksi (Nm)

k = Konstanta torsi

B_R = Kerapatan fluks magnet rotor (Tesla)

B_S = Kerapatan fluks magnet stator (Tesla)

Torsi induksi inilah yang akan menyebabkan rotor bereselerasi dan berputar mencapai nilai kecepatan ratingnya. Namun ada batas kecepatan motor yang tidak boleh dilewati. Jika kecepatan motor sama dengan kecepatan sinkronnya, maka batang rotor akan dianggap diam terhadap medan magnet stator akibatnya tidak akan timbul tegangan induksi. Jika E_{ind} sama dengan nol, maka rotor tidak akan menghasilkan medan magnet dan tidak akan menimbulkan arus pada rotor (Ari saputra, 2016)

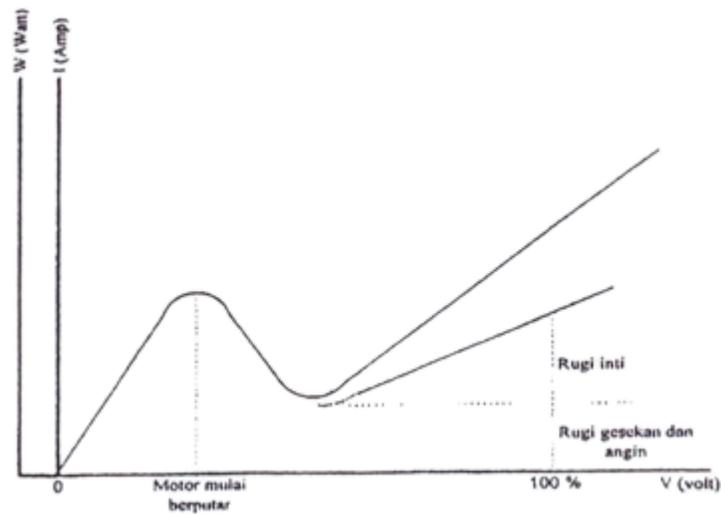
Dengan ketiadaan medan magnet pada rotor ini, maka torsi induksi yang dihasilkan juga akan nol, dan rotor akan berhenti berputar karena adanya gesekan. Motor induksi hanya dapat mencapai kecepatan sedikit dibawah kecepatan sinkronnya, namun tidak pernah sama dengan kecepatan sinkronnya.

2.6 Karakteristik Motor Induksi

Motor induksi yang baik memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Setiap motor memiliki karakter sendiri. Dibawah ini terdapat beberapa karakteristik yang menunjukkan hubungan antara suatu parameter dan mesin lainnya, yaitu :

a. Karakteristik Beban nol

Karakteristik beban nol merupakan karakteristik yang menunjukkan hubungan antara tegangan ke motor dengan arus daya $\cos \phi$ motor pada keadaan tidak berbeban, dapat dilihat pada gambar 2.9, jadi putaran mendekati sinkron atau sama.

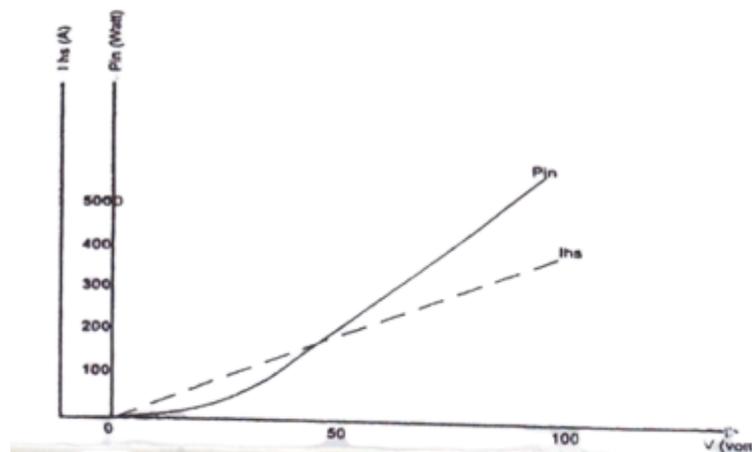


Gambar 2.9 Karakteristik Beban Nol

Sumber: ardianto hakim, 2020

b. Karakteristik Rotor yang diblok

Karakteristik motor yang diblok merupakan karakteristik yang menggambarkan hubungan antara arus masuk dan tegangan masuk, $\cos \phi$, daya masuk. Seperti yang terlihat dalam gambar 2.10 dibawah ini:



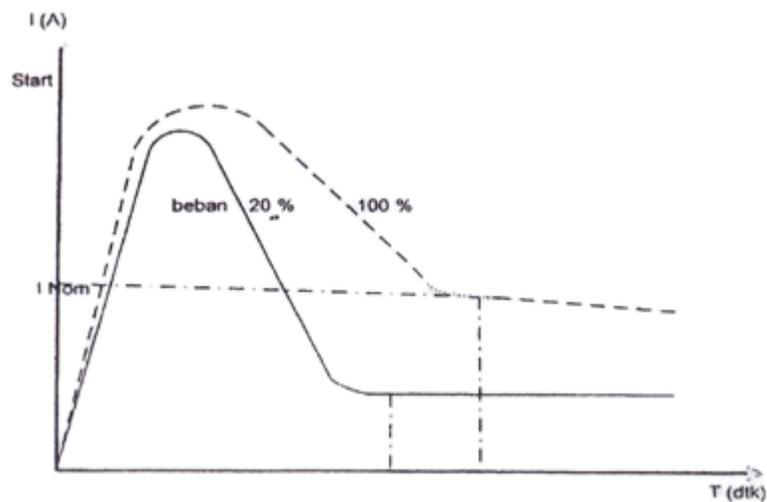
Gambar 2.10 Karakteristik Rotor yang Diblok

Sumber: ardianto hakim, 2020

c. Karakteristik Start

Hubungan antara waktu dan arus digambarkan dengan karakteristik start. Putaran untuk bermacam beban pada tegangan masuk konstan. Pada gambar 3.0 dijelaskan sebagai berikut :

1. Apabila waktu start motor induksi semakin lama, maka pemanas pada belitan akan menjadi lebih besar dari elemen pengaman. Hal ini mempengaruhi lifetime dari motor.
2. Arus akhir ke motor lebih tinggi.
3. Putaran akhir motor akan lebih rendah.

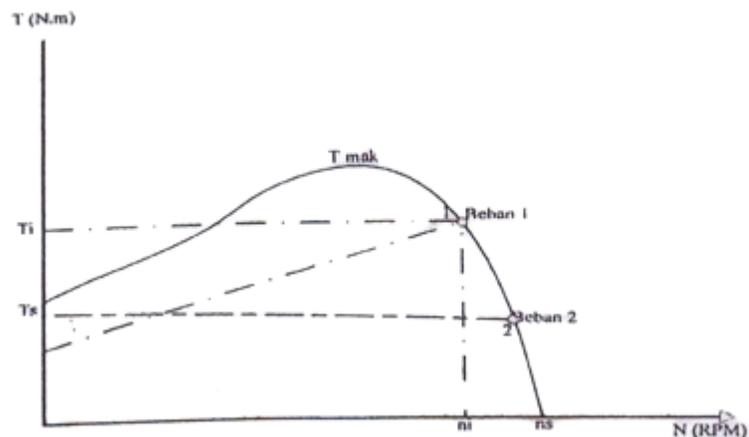


Gambar 2.11 Karakteristik Start

Sumber: ardianto hakim, 2020

d. Karakteristik Kopel dan Putaran

Daerah kerja motor terletak pada daerah perputaran mendekati n_s . Kopel lawan beban 1 dan 2 pada waktu start $< T_s$ sehingga motor bisa distart, masing-masing dengan titik kerja 1 (kopel kerja = T_1 dan putaran kerja n_1) dan titik kerja 2. Bila kopel lawan beban pada saat start $> T_s$ sehingga motor tidak bisa distart. Arus motor tinggi selama motor belum berputar, dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.12 Karakteristik Kopel dan Putaran

Sumber: ardianto hakim, 2020

2.7 Penggunaan motor listrik

Untuk mengetahui besaran penggunaan energi dapat dilakukan dengan konservasi energi pada motor listrik dengan melihat perilaku beban dan pembebanan pada motor listrik. Ini dilakukan agar dapat mengetahui apakah motor listrik sudah

bekerja maksimal dalam sistem atautkah belum, hingga akan diberikan rekomendasi untuk membuat sistem bekerja lebih efisien, efektif dan tepat guna.

Perhitungan intensitas kebutuhan energi listrik dilakukan dengan persamaan:

$$\text{kWh/hr} = P_i \times t \quad 2.4$$

Dimana:

kWh/hr = daya perhari (watt)

P_i = daya tiga phasa (kWh)

t = waktu penyalaan (jam)

Dari persamaan (2.2) dihasilkan penggunaan energi perhari, maka dengan persamaan diatas dapat diperoleh besarnya energi perbulan, ditunjukkan pada persamaan:

$$\text{KWH/bln} = \text{kWh/hr} \times \text{jumlah hari penyalaan} \quad 2.5$$

Dimana:

kWh/bln = daya perbulan (watt)

kWh/hr = daya total perhari (watt)

Jumlah hari penyalaan = total penyalaan

Dari persamaan (2.3) dengan cara yang sama, maka didapat penggunaan energi pertahun ditunjukkan pada persamaan:

$$\text{kWh/thn} = \text{kWh/bln} \times \text{jumlah bulan penyalaan} \quad 2.6$$

Dimana:

kWh/thn = daya pertahun (watt)

kWh/bln = daya total perbulan (watt)

Jumlah hari penyalaan = total penyalaan

2.8 Cara – Cara Menentukan Rugi – Rugi Pada Motor

Rugi – rugi motor listrik sebagian dapat ditemukan dengan cara konvensional yaitu dengan percobaan beban nol dan percobaan block rotor (hanya untuk motor arus bolak – balik). Percobaan beban nol dapat menentukan rugi – rugi rotasi motor. Pada keadaan beban nol, seluruh daya listrik input motor digunakan untuk mengatasi rugi – rugi inti dan rugi – rugi mekanik.

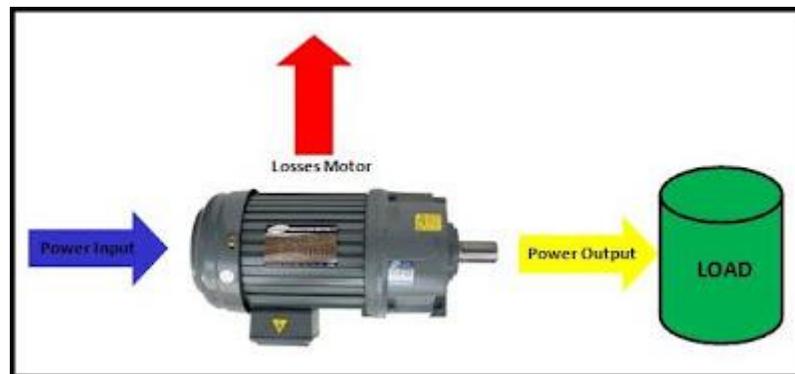
Rugi – rugi listrik motor dapat ditentukan yaitu pada tahanan DC, tahanan belitan dapat langsung diukur pada terminal belitan jangkar dan belitan penguat secara pengukuran DC, yaitu dengan mengukur tegangan dan arus dengan sumber DC pada belitan tersebut, atau dengan menggunakan ohm meter (jembatan wheatstone).

Pada motor AC, tahanan equivalen motor dapat ditentukan dengan percobaan block rotor (hubungan singkat), dimana pada keadaan ini rangkaian equivalen motor adalah sama dengan rangkaian equivalen hubung singkat dari suatu transformator. Jadi daya pada keadaan ini merupakan rugi – rugi tahanan atau belitan dan pada keadaan ini rugi – rugi inti dapat diabaikan karena tegangan hubung singkat relatif kecil dibandingkan dengan tegangan nominalnya.

Rugi – rugi stray load adalah rugi – rugi yang paling sulit diukur dan berubah terhadap beban motor. Rugi – rugi ini ditentukan sebagai rugi – rugi sisa (rugi – rugi pengujian dikurangi rugi – rugi konvensional). Rugi – rugi pengujian adalah daya input dikurangi daya output. Rugi – rugi konvensional adalah jumlah dari rugi – rugi inti, rugi – rugi mekanik, rugi – rugi belitan (ND. Pratiwi, 2020).

2.9 Rugi-Rugi Motor Induksi

Motor induksi mempunyai rugi-rugi dikarenakan motor induksi memiliki komponen tahanan tembaga dari belitan stator dan juga komponen indikator belitan stator. Motor induksi memiliki rugi-rugi tembaga, rugi inti dan rugi yang disebabkan gesekan serta hambatan angin. Dapat dilihat dalam gambar 2.13 dibawah:



Gambar 2.13. Rugi - rugi Daya Motor Induksi

Rugi tembaga memiliki besar setara dengan kuadrat arus dan hambatannya, semakin besar arus beban maka semakin besar pula rugi tembaga. Jika dituliskan dalam persamaan yaitu :

Daya input motor sebesar P_1 , daya yang diubah menjadi daya output sebesar P_2 .

Maka besarnya rugi-rugi motor adalah $P_1 - P_2$ (Ari saputra 2016).

Namun sebenarnya adapula kerugian energi yang membuat efisiensi dibawah 100%. Dalam sistem konversi energi elektro mekanik yaitu dalam operasi motor-motor listrik terlebih pada motor induksi, total daya yang didapat setara daya yang diberikan, ditambah lagi kerugian daya yang terjadi, atau :

$$P_{in} = P_{out} + P_{rugi-rugi} \quad 2.7$$

Dimana:

P_{in} : Total daya yang diterima motor

P_{out} : Daya yang diterima motor untuk melakukan kerja

$P_{rugi-rugi}$: Total kerugian daya yang dihasilkan oleh motor.

Meskipun motor listrik tidak mengkonversikan semua daya yang diterima menjadi daya mekanik, tapi selalu saja timbul kerugian daya yang semuanya berubah jadi energi panas yang terbuang.

Efisiensi motor listrik dapat didefinisikan dari bentuk diatas, sebagai perbandingan dimana:

$$\text{Efisiensi} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad 2.8$$

Dari persamaan diatas, diperlukan untuk mengetahui kerugian daya apa saja yang muncul selama motor beroperasi untuk mempelajari faktor-faktor penyebab efisiensi selalu dibawah 100% (Rizal angga ghazali, 2011).

Berdasarkan rangkaian ekivalen dari motor induksi, rugi-rugi terdiri dari 2 sifat yaitu:

1. Rugi-rugi yang bergantung nilainya terhadap beban, Rugi-rugi ini sebagian besar merupakan rugi-rugi tembaga yang diakibatkan oleh arus beban yang mengalir melalui kumparan stator dan rotor. Rugi-rugi ini setara dengan kuadrat arus yang mengalir.

2. Rugi-rugi konstan Rugi-rugi ini sebagian besar merupakan rugi-rugi karena gesekan, udara dan rugi-rugi besi. Rugi-rugi ini tidak bergantung dengan berapa besar beban yang ditarik.

2.10 Rugi – rugi mekanik

Untuk mengurangi gesekan batalan poros, motor listrik menggunakan energi mekanik berupa rugi-rugi gesekan dan angin. Gesekan sikat melawan komutator atau slip ring, gesekan dari bagain yang berputar dengan angin terutama daun kipas pendingin. Energi ini memiliki kerugian yaitu selalu berubah jadi panas sama halnya pada semua rugi-rugi lain. (Rizal angga ghazali, 2011).

Dari beban nol hingga beban penuh, rugi-rugi mekanik dianggap konstan dan ini masuk akal, tapi tidak sama dengan rugi-rugi inti. Jenis ketidakakuratan ini dapat dihitung dalam rugi-rugi stray load. Biasanya rugi-rugi mekanik berkisar 10-15% dari total rugi-rugi daya motor pada keadaan beban nominal.

$$P_m = P_{rugi - rugi} \cdot 0,15 \quad 2.9$$

2.11 Rugi – rugi Belitan

Rugi-rugi belitan disebut juga dengan rugi-rugi tembaga tapi sekarang sudah tidak lagi. Banyak motor listrik berukuran sangat kecil diatas 750W memiliki belitan stator dari kawat alumunium yang disebut rugi- rugi $I^2 R$ yang melibatkan besaran daya yang berubah jadi panas dengan tahanan dari konduktor tembaga atau

aluminium. Total kerugian $I^2 R$ merupakan jumlah dari rugi – rugi $I^2 R$ primer (stator) dan rugi – rugi $I^2 R$ sekunder (rotor) (Rizal angga ghazali, 2011).

Sebenarnya rugi-rugi $I^2 R$ pada belitan tidak cuma bergantung dengan arus, tapi juga dengan tahanan belitan dibawah kondisi operasi. Sedangkan tahanan efektif dari belitan selalu berubah dengan berubahnya temperatur, skin effect dan lainnya. Nilai sebenarnya dari tahanan belitan saat kondisi operasi sebenarnya sangat sulit ditentukan. Kesalahan pengukuran kerugian belitan bisa dimasukkan dalam kerugian stroy load. Biasanya rugi-rugi belitan ini antara 55-60% dari total kerugian motor dengan keadaan beban nominal.

$$P_b = P_{\text{rugi - rugi}} \quad (2.10)$$

2.12 Sifat – Sifat Beban Listrik

Dalam sistem arus bolak-balik, arus mungkin berbeda dari tegangan karena jenis beban. Untuk tegangan tertentu, jumlah arus yang mengalir dalam rangkaian sepenuhnya ditentukan oleh resistansi rangkaian. Nilai arus bolak-balik yang mengalir dalam suatu rangkaian tidak hanya bergantung pada rangkaian, tetapi juga pada induktansi dan kapasitansi rangkaian. Resistor memberikan arus bolak-balik dengan jenis resistansi yang sama dengan arus searah (Ardianto Hakim, 2020).

Pada motor induksi, energi listrik diubah menjadi energi mekanik berupa putaran rotor. Daya mekanik yang dihasilkan digunakan untuk berbagai keperluan sesuai kebutuhan, seperti untuk menggerakkan kipas casing turbin yang menjadi bahan pengamatan dalam laporan tugas akhir ini.

Daya motor dapat dihitung menggunakan perhitungan fasa atau perhitungan tiga fasa dengan rumus sebagai berikut:

$$P_3\theta = 3.P_1\theta \quad 2.11$$

$$P_3\theta = 3.V_p.I_p.\cos\theta \quad 2.12$$

$P_3\theta$ = Daya aktif tiga fasa (W)

V_L = Tegangan line – linte ganganline (V)

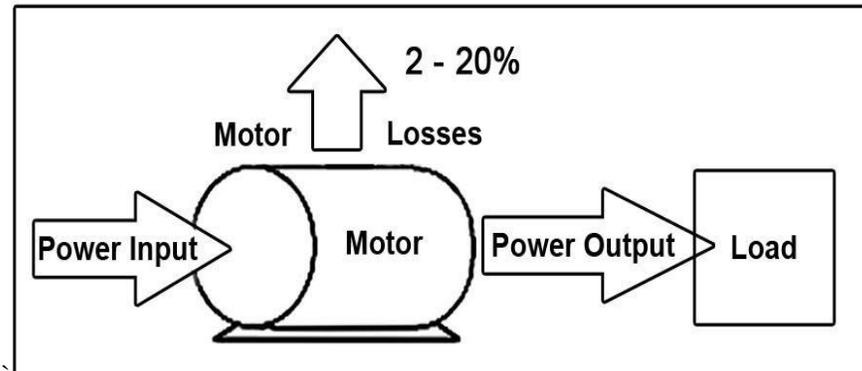
V_P = Tegangan perfasa (V)

I = Arus (A)

$\cos\theta$ = Faktor daya

2.13 Efisiensi motor induksi

Efisiensi motor induksi merupakan ukuran keefektifan motor induksi guna merubah energi listrik jadi energi mekanik ataupun energi lain yang dinyatakan sebagai perbandingan keluaran daya motor yang dipakai terhadap keluaran daya totalnya. Efisiensi berhubungan langsung dengan rugi-rugi motor induksi terlepas dari desain mesin itu sendiri. Kehilangannya bervariasi bisa kurang lebih 2-20%. Seperti yang terlihat dari gambar 2.14 di bawah ini.



Gambar 2.14 Daya dan Rugi Motor Induksi
Sumber: Ari saputra, 2016

Dari gambar 3.3 di atas efisiensi didefinisikan sebagai perbandingan antara daya keluaran dengan daya masukannya. Daya keluaran sama dengan daya masukan dikurangi dengan semua rugi-rugi yang ada. Oleh karena itu, jika dua dari tiga variabel (keluaran, masukan, atau rugi-rugi) telah didapatkan nilainya, nilai efisiensi dapat ditentukan dengan rumus dibawah:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{in} - P_{loss}}{P_{in}} = \frac{P_{loss}}{P_{out} + P_{loss}} \times 100\% \quad 2.13$$

Dimana:

η = Efisiensi (%)

P_{out} = Daya Keluaran (Watt)

P_{in} = Daya Masukan (Watt)

P_{loses} = Total rugi – rugi (Watt)

Terdapat hubungan yang jelas antara efisiensi motor dan beban. Pabrik motor membuat rancangan motor untuk beroperasi pada beban 50-100% dan akan paling efisien pada beban 75% (Ardianto hakim, 2020).

Pada beban-beban dengan nilai yang kecil, rugi-rugi tetap lebih besar dibandingkan dengan keluaran, untuk itu efisiensi yang dihasilkan rendah. Sebagaimana beban bertambah, efisiensi juga bertambah dan menjadi maksimum ketika rugi inti dan rugi variabel adalah sama.

Efisiensi maksimum terjadi sekitar 80 – 95% dari *ratingoutput* mesin, dimana nilai yang lebih tinggi terdapat pada motor-motor yang besar. Jika beban yang diberikan melebihi beban yang menghasilkan efisiensi maksimum, maka rugi-rugi beban bertambah lebih cepat daripada *output*, konsekuensinya efisiensi berkurang.

Pada motor induksi pengukuran efisiensi motor induksi ini sering dilakukan dengan beberapa cara seperti:

1. Mengukur langsung daya listrik masuk dan daya mekani kkeluaran.
2. Mengukur langsung seluruh rugi-rugi dan daya masukan.
3. Mengukur setiap komponen rugi-rugi dan daya masukan dimana pengukuran daya masukan tetap dibutuhkan pada ketiga cara di atas.

2.14 Penurunan Efisiensi Motor Listrik

Efisiensi total tergantung kepada efisiensi motor listrik penggeraknya, karena itu perlu diperiksa dan diketahui efisiensi motor listrik. Kinerja motor listrik sangat tergantung dari kualitas Supply listriknya. Ada beberapa faktor yang menyebabkan

terjadinta penurunan efisiensi motor listrik diantaranya: [3]

1. Tegangan yang tidak stabil pada motor listrik (V-Unbalance) akan menurunkankinerja dan usia motor 3 phasa dari umur teknis.
2. Tegangan yang tidak stabil pada terminal stator motor listrik menyebabkan phasa ketidak stabilan arus(I-Unbalance).
3. Tegangan Ketidakstabilan arus menyebabkan ketidakstabilan torsi, yang mengakibatkan terjadinya getaran dan stres mesin, meningkatkan energi Lossis dan motor listrik menjadi lebih panas, yang pada akhirnya menyebabkan usia insulasi gulunganmotor listrik menjadi pendek.
4. Motor listrik akan menjadi lebih panas ketika beroperasi pada pasokan daya dengan tegangan yang tidak stabil (AM. Ailia dan Z.Pane, 2014)

Menurut syarat yang dikeluarkan oleh produsen motor listrik di Amerika (NEMA) yang sering dipakai acuan dari pengalaman praktis, untuk mendapatkan kinerja motor listrik yang optimal diperlukan kualitas dan kuantitas pasokan energi sebagai berikut:

Devisi tegangan = $\pm 10\%$

Unbalance antr tegangan = $\pm 1\%$

Unbalance antar arus = $\pm 10\%$

Deviasi frekuensi = $\pm 5\%$

2.15 Faktor-Faktor Efisiensi Motor Induksi

Untuk melayani beban tertentu,energi listrik diubah menjadi energi mekanik. Pastinya besar energi mekanik lebih rendah dibanding energi listrik.

Besar efisiensi motor ditentukan oleh kehilangan dasar yang dapat dikurangi oleh perubahan dari rancangan motor dan juga kondisi operasi. Kehilangan dapat bermacam-macam dari kurang lebih 2% - 20% (Ari saputra, 2016)

Hal-hal yang mempengaruhi efisiensi adalah:

1. Usia. Motor dengan jenis baru lebih produktif.
Kapasitas. Ukuran pada kebanyakan peralatan memiliki nilai pada saat digunakan.
2. Kecepatan. Motor dengan kecepatan yang lebih tinggi biasanya lebih efisien.
3. Jenis. Sebagai contoh, motor sangkar tupai biasanya lebih efisien dibanding motor cincin geser.
4. Suhu. Motor yang didinginkan oleh kipas angin dan tertutup total (TEFC) lebih efisien daripada motor *screen protected drip-proof* (SPDP).
5. Beban.

Adapun opsi efisiensi energi yang sangat penting untuk motor listrik antara lain adalah:

1. Mempertahankan tingkat pasokan tegangan dengan penyimpangan maksimum 5% dari nilai yang tertera pada nameplate.
2. Mempertahankan faktor daya tinggi dengan memasang kapasitor sedekat mungkin ke motor.
3. Menjamin bahwa motor dibebani lebih dari 60%.

4. Menggunakan penggerak variabel kecepatan (VSD) atau sistim dua kecepatan.
5. Mengganti motor yang berukuran berlebih, dengan motor yang lebih kecil serta energinya efisien.
6. Penggulungan ulang motor yang terbakar oleh ahlinya.
7. Mengoptimalkan efisiensi transmisi dengan pemasangan dan perawatan poros, *belt*, rantai, serta gir yang benar.
8. IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) juga mempunyai standar metode tersendiri dalam menghitung efisiensi seperti yang terlihat pada tabel 2.1. Tiap standar ini

IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) juga memiliki standar metode tersendiri dalam menghitung efisiensi seperti yang dapat dilihat pada tabel 2.1. Karna metode yang digunakan dalam perhitungan berbeda-beda maka standart pengukurannya juga berbeda-beda.

Tabel 2.1. Metode Pengukuran Efisiensi Motor Induksi IEEE

No.	Metode	Keterangan
1	A	Pengukuran langsung pada masukan dan keluaran
2	B	Pengukuran langsung pada masukan dan keluaran dengan menghitung tiap rugi-rugi dan pengukuran tak langsung pada rugi-rugi stray
3	C	Menduplikat mesin dengan tiap rugi-rugi dan pengukuran tak langsung pada rugi-rugi stray
4	E	Pengukuran daya listrik saat ada beban dengan tiap rugi-rugi yang ada dan pengukuran langsung rugi-rugi stray
5	E1	Pengukuran daya listrik saat ada beban dengan tiap rugi-rugi yang ada dan pengukuran langsung rugi-rugi stray
6	F	Rangkaian ekivalen dengan pengukuran langsung pada rugi-rugi stray
7	F1	Rangkaian ekivalen dengan rangkaian rugi-rugi stray
8	C/F	Rangkaian ekivalen yang dikalibrasikan per titik metode C dengan pengukuran tak langsung rugi-rugi stray
9	E/F	Rangkaian ekivalen yang dikalibrasikan per titik metode E dengan pengukuran langsung rugi-rugi stray
10	E1/F1	Rangkaian ekivalen yang dikalibrasikan per titik metode E dengan dengan asumsi nilai rugi-rugi stray

Sumber: ari saputra,2016

Sulit untuk menilai efisiensi motor dalam kondisi operasi normal, dan beban motor dapat diukur sebagai indikator efisiensi motor. Dengan bertambahnya beban, faktor daya dan efisiensi motor meningkat ke nilai optimalnya pada kira-kira beban penuh.

2.16 Pengertian Daya

Daya dalam tegangan AC Pada setiap saat sama dengan perkalian dari harga arus dan tegangan pada saat itu. Jika arus dan tegangan bolak – balik satu fasa, maka daya dalam satu periode sama dengan perkalian dari arus dan tegangan efektif. Tetapi jika ada reaktansi dalam rangkaian arus dan tegangan tidak satu fasa sehingga selama siklusnya biasa terjadi arus negatif dan tegangan positif (Rizal angga ghzali, 2011).

Secara teoritis daya terdiri dari tiga yaitu daya efektif, daya reaktif dan daya semu yang pengertiannya adalah sebagai berikut:

1. Daya reaktif (P) adalah daya yang diubah menjadi energi, persatuan waktu atau dengan kata lain daya aktif adalah daya yang benar – benar terpakai yang dihasilkan oleh komponen resistif, satuannya adalah watt (W).
2. Daya reaktif (Q) adalah daya yang ditimbulkan oleh komponen reaktansi, daya reaktif ditentukan dari reaktansi.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Analisis Penelitian

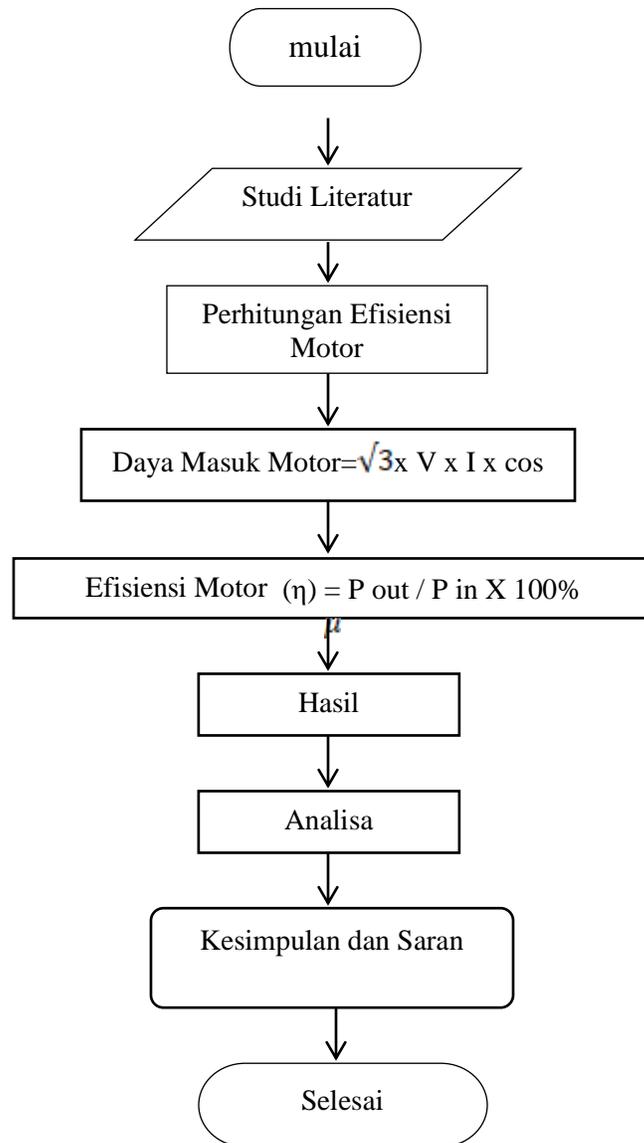
Penelitian tugas akhir ini menggunakan metodologi penulisan sebagai berikut :

- 1) Studi Literatur Tahap ini dilakukan dengan mencari referensi-referensi yang berkaitan dengan penulisan laporan tugas akhir ini. Sumber untuk Studi Literatur ini buku, penelitian sebelumnya, jurnal ilmiah, ataupun thesis yang berhubungan dengan penelitian ini.
- 2) Metode Wawancara Peneliti berdiskusi serta tanya jawab dengan supervisor serta karyawan PT. Indutri Invilon Sagita.
- 3) Pengumpulan Data Mengumpulkan data-data dengan cara melakukan pengamatan langsung di lapangan. Data yang telah diambil merupakan data motor induksi tiga phasa, serta data pendukung lainnya yang ada pada PT. Indutri Invilon Sagita.
- 4) Pengolahan Data Data yang telah didapat oleh peneliti selanjutnya akan dianalisis dengan menghitung daya masukan atau output keluaran berdasarkan name plate pada motor, serta penghitungan efisiensi motor induksi tiga phasa.
- 5) Analisis Data Tahap terakhir dari penelitian adalah memperhitungkan daya input dan output sehingga diperoleh efisiensi motor induksi tiga phasa ketika kondisi berbeban lalu mengambil kesimpulan.

3.2 Diagram Alir Metodologi Pengumpulan Data

Penyusunan laporan tugas akhir ini dapat dijelaskan dalam diagram 3.1

berikut :



Gambar. 3.1. Diagram Alir Metodologi Pengumpulan Data
Sumber: Penulis, 2021

3.3 Data Motor Induksi Tiga Phasa

Menurut hasil penelitian yang sudah dilakukan, data motor yang diperoleh adalah sebagai berikut :

- 1) Motor terpasang : 1 unit motor
- 2) Daya motor terpasang : 22 kw
- 3) Arus Motor : 42 A
- 4) Tegangan : 380 V
- 5) N : 1430 rpm
- 6) Frekuensi : 50 Hz
- 7) Cos : 0,80



Gambar 3.1 Motor induksi terhubung dengan blower penghisab abu

Sumber: Penulis,2021

Dalam dunia industri, motor induksi 3 fase merupakan motor yang paling banyak dipakai karena mempunyai banyak kelebihan. Penjagaan kualitas daya untuk suplay pada motor induksi penting dilakukan untuk memperoleh performa terbaiknya. Perubahan tegangan sumber daya yang disuplai pada motor merupakan masalah yang

muncul pada kualitas dayanya. Penelitian ini melakukan analisis serta perhitungan efisiensi motor induksi 3 phasa dengan tegangan sumber yang berubah-ubah terhadap tegangan *rating*, sebesar 380 Volt.

1.4 Langkah Langkah perhitungan

a. Menentukan daya yang diserap oleh motor.

Untuk menentukan daya yang diserap motor saat beroperasi dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$P = V \cdot I \cdot \text{Cos } \phi \quad 3.1$$

untuk sistem satu fasa, diasumsikan bahwa $\text{Cos } \phi = 1$ (unity) ,hingga persamaan diatas menjadi :

$$P = V \cdot I \quad 3.2$$

Tegangan (V) dan arus (I) didapatkan dari hasil pengukuran, sehingga nilai daya (P) yang didapatkan akan terjadi deviasi atau penyimpangan lebih besar daripada dengan pengukuran langsung, karena akan terjadi error untuk pembulatan hasil perhitungannya, disamping penyimpangan dalam pengukuran.

b. Menentukan rugi-rugi motor.

Rugi-rugi daya dapat diketahui setelah data-data parameter konstan berbentuk resistansi motor. Rugi-rugi daya yang ada pada motor induksi shaded pole sama dengan rugi-rugi daya pada motor induksi lainnya, antara lain :

1. Rugi-rugi tembaga.

2. Rugi-rugi inti.

Yang ada pada bagian stator ataupun rotor, terdiri atas : rugi-rugi inti histeresis dan rugi-rugi arus pusar (rugi-rugi arus eddy).

1. Rugi-rugi gesekan.

2. Rugi-rugi angin.

Untuk melayani beban tertentu efisiensi motor ditentukan dengan kehilangan dasar /yang bisa dikurangi dengan perubahan dari rancangan motor dan kondisi operasi karena motor merubah energi listrik jadi energi mekanik.

c. Menentukan daya yang terpakai.

Tidak semua daya yang diserap motor induksi shaded pole diubah jadi energi mekanis berupa putaran, tapi sebagian diubah jadi panas yang merupakan rugi-rugi daya. Sehingga daya yang berubah menjadi energi mekanis adalah daya yang dipakai oleh motor. Oleh karena itu besarnya daya yang digunakan bisa ditentukan dengan :

$$P_{\text{out}} = P - \Delta P \quad 3.3$$

Dimana :

P_{out} : Daya yang terpakai

P : Daya yang diserap oleh motor

ΔP : Rugi-rugi daya

d. Menentukan efisiensi motor (η)

Efisiensi motor shaded pole sama dengan motor induksi jenis lain, yaitu perbandingan data yang digunakan terhadap data yang diserap dari motor saat bekerja. Sehingga effisiensinya adalah :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P} \times 100 \% \quad 3.4$$

BAB 4

HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil Pengukuran Motor Induksi Tiga Phasa

Perhitungan ini ditujukan agar dapat mengetahui berapa besar nilai efisiensi motor induksi 3fase terhadap blower di PT Industri Invilon Sagita. Untuk mendapatkan nilai efisiensi pengamat wajib menentukan daya keluaran dan daya masukan.

1) Adapun data yang didapatkan, yaitu :

Tabel 4.1 Data name plate motor induksi tiga phasa

Motor Induksi Tiga Phasa	
Manufacture	SEW – EURODRIVE
Type	DRN90L4 / FF
Serial Number	01.1954791401.0001.14
Output	22KW
Poles	4
Frekuensi	50 Hz
Tegangan	380 V
Arus	42 A
Rpm	1430
Cos	0,80

Sumber: Penulis,2021

Tabel 4.2 Data pengukuran motor penggerak blower sebelum diberi beban

Seri motor	I (A)			V (V)			Cos
	I _R	I _S	I _T	V _{RS}	V _{ST}	V _{TR}	
111PPM01 RT01	15,1	15,7	15,6	380,8	380,2	380,3	0,80
111PPM02 RT02	15,5	15,6	15,7	380,3	380,8	380,3	0,80
111PPM03 RT03	15,9	15,5	15,4	380,2	380,5	380,5	0,80
111PPM04 RT04	15,3	15,4	15,7	380,7	380,6	380,1	0,80
111PPM05 RT05	15,5	15,6	15,4	380,7	380,6	380,9	0,80

Sumber: Penulis,2021

2) Menghitung rugi-rugi *stray load*

Dari keadaan nol sampai beban full kerugian motor selalu dianggap tetap, padahal rugi-rugi itu secara kecil berubah terhadap beban. Jika bebannya meningkat, rugi-rugi yang bernilai kecil baik yang diketahui atau tidak ini lah yang kan jadi rugi-rugi *Stray load* yang semakin besar.

Tabel 4.3 Presentase rugi-rugi beban menyimpang

Rating Mesin (KW)	Persenan Kerugian beban menyimpang
1 – 90 KW	1,8%
91 – 375 KW	1,5%
376 – 1850 KW	1,2%
1851KW atau lebih besar	0,9%

Sumber: rizal angga Ghzali,2011

4.2 Hasil Perhitungan Daya Input, Daya Output dan Effisiensi Motor

Data dari name plate digunakan sebagai acuan perhitungan daya masukan, daya keluaran dan afisiensi sebagai beban maksimal :

$$\sqrt{3} = 1,73$$

$$V = 380V$$

$$I = 42 A$$

$$\text{Cos} = 0,80$$

1) Penghitungan Daya *Input*

$$\begin{aligned} P_{\text{input}} &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{Cos } \theta \\ &= \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 42 \cdot 0,80 \\ &= 22\,088,64 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Daya input pada beban maksimal yang diperoleh berdasarkan hasil penghitungan adalah sebesar = 22kW

2) Perhitungan Daya *Output*

Seperti yang diketahui bahwa nilai rugi-rugi *stray load* yang diperoleh dari nilai rating mesin (KW) adalah 1,8 dapat menentukan nilai P_s .

$$\begin{aligned} P_s &= 1,8/100 \times P_{\text{input}} \\ &= 1,8/100 \times 22 \text{ O}88.64 \end{aligned}$$

$$P_s = 397.595 \text{ Watt}$$

Langkah berikutnya untuk memperoleh rugi-rugi total setelah mendapatkan P_s adalah menghitung rugi-rugi Cu rotor (P_{cu}). Tindakan awal untuk menghitung rugi-rugi Cu rotor yaitu dengan menghitung slip terlebih dahulu. N_r pada motor sekitar 1427-1430rpm, oleh karna itu dalam perhitungan N_r dianggap sama dengan 1430rpm.

$$\begin{aligned} P_{cu} &= 0,04.22 \text{ O}88.64 \\ &= 883.545 \text{ watt} \end{aligned}$$

Tahap selanjutnya setelah menghitung rugi-rugi Cu rotor adalah menghitung rugi-rugi total

$$\begin{aligned} P_{\text{rugi - rugi}} &= P_{cu} + P_s \\ &= 883.545 + 397.595 \\ &= 1 \text{ 281.14 Watt} \end{aligned}$$

Berdasarkan penghitungan, rugi-rugi total bernilai sebesar 1,281 Kw dan besaran nilai daya keluaran menurut name plate adalah 22KW

Penghitungan Effisiensi Motor

$$\begin{aligned}\eta &= P_{\text{out}}/P_{\text{in}} \times 100\% \\ &= 22000/22\ 088,64 \times 100\% \\ &= 99,5 \times 100\% \\ &= 99,5\%\end{aligned}$$

Nilai effisien si motor saat beban maksimal sebesar 99,5%

4.3 Hasil Perhitungan Berdasarkan Pengukuran

1) Motor 111PPM01 RT01

Spesifikasi motor 111PPM01 RT01 adalah

$$\sqrt{3} = 1,73$$

$$V = 380,8V$$

$$I = 15,1$$

$$\text{Cos} = 0,80$$

Perhitungan Daya *Input*

$$\begin{aligned}P_{\text{input}} &= \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \text{Cos } \theta \\ &= \sqrt{3} \cdot 380,8 \cdot 15,1 \cdot 0,80 \\ &= 7\ 958.110\text{Watt}\end{aligned}$$

Berdasarkan pengukuran daya masukan pada motor 111PPM01 RT01 di

bulatkan jadi 7,5 KW

$$\begin{aligned}P_s &= 1,8/100 \times P_{\text{input}} \\ &= 1,8/100 \times 7\ 958.110 \\ P_s &= 143.245\ \text{Watt}\end{aligned}$$

Tahap berikutnya adalah menghitung rugi-rugi Cu rotor

$$\begin{aligned} P_{cu} &= 0,04 \times 7\,958.110 \\ &= 318.324 \text{ watt} \end{aligned}$$

Tahap berikutnya setelah menghitung rugi-rugi Cu rotor adalah menghitung rugi-rugi total.

$$\begin{aligned} P_{\text{rugi - rugi}} &= P_{cu} + P_s \\ &= 318.324 + 143.245 \\ &= 461.569 \end{aligned}$$

Penghitungan daya output

$$\begin{aligned} P_{\text{output}} &= P_{\text{input}} - P_{\text{rugi - rugi}} \\ &= 7\,958.110 - 461.569 \\ &= 7\,496.541 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Daya output motor 111PPM01 RT01 yang didapat dari perhitungan berdasarkan hasil yang di bulatkan menjadi 15 KW

Perhitungan Effisiensi Motor

$$\begin{aligned} \eta &= P_{\text{out}}/P_{\text{in}} \times 100\% \\ &= 7\,496.541/7\,958.110 \times 100\% \\ &= 0,942 \times 100\% \\ &= 94,2\% \end{aligned}$$

Nilai efisiensi motor 111PPM01 RT01 berdasarkan hasil perhitungan sebesar 94,2%

Perhitungan dengan cara yang sama untuk mencari daya *input*, daya *output*, dan efisiensi pada pengukuran motor 111PPM02 RT02, 111PPM03 RT03, 111PPM04 RT04 dan 111PPM05 RT05 berdasarkan pengukuran langsung dilokasi dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4.4 Hasil perhitungan berdasarkan name plate dan pengukuran

Motor	Beban Maksimum			Pout (Kw)	Pin(Kw)	Effisiensi
	Pout (Kw)	Pin (Kw)	Effisiensi			
111PPM01 RT01	22KW	22,088	99,5%	7,496	7,958	94,20%
111PPM02 RT02				7,685	8,158	94,20%
111PPM03 RT03				7,881	8,366	94,19%
111PPM04 RT04				7,593	8,061	94,19%
111PPM05 RT05				7,695	8,166	94,22%
Rata – rata				22KW	22,088	99,5%

sumber: Penulis,2021

Besar dan kecilnya arus motor dan faktor daya mempengaruhi daya masuk motor induksi 3 fase 111PPM01 RT 01. Hasil perhitungan daya keluar dan daya masuk yang diperoleh melalui hasil perhitungan secara langsung tidak melebihi daya masuk serta daya keluar dari hasil perhitungan ketika kondisi beban motor penuh. Daya ouput yang paling kecil dari motor lainnya dihasilkan oleh Motor 111PPM04 RT01 berdasarkan perhitungan arus 15,1 A tegangan 38,8 V dan dengan faktor daya 0,80 diperoleh daya output 7,496 Watt. Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan daya input paling besar senilai 8,366 Watt dihasilkan pada motor 111PPM02 RT03.

Berdasarkan perhitungan dengan arus 15,3 A ,tegangan 380,1 V motor 111 PPM04 RT 04 mempunyai daya input dan output yang berselisih paling kecil dengan motor ketika beban full dan dengan faktor daya 0,80 dihasilkan daya outpun 7,593 kW dan daya input sebesar 8,061. Maka dari itu memperoleh selisih terkecil terhadap beban full senilai 0,048 Watt. Sedangkan motor lainnya mempunyai selisih hampir sama.

Tabel 4.5 Hasil perhitungan rugi – rugi Cu rotor

Seri Motor	Rugi-rugi (kW)
111PPM (berdasarkan name plate)	883.5
111PPM01 RT01	318.3
111PPM02 RT02	326.3
111PPM03 RT03	334.6
111PPM04 RT04	322.4
111PPM05 RT05	324.6

Sumber: Penulis,2021

Hasil dari perhitungan kelima motor induksi tiga phasa penggerak blower. bahwa rugi – rugi Cu rotor paling kecil dimiliki oleh motor 111PPM04 RT01 sebesar 318,3 KW. Motor 111PPM01 RT02, 111PPM02 RT03 dan 111PPM05 RT05 memiliki rugi-rugi Cu rotor paling besar sebesar 334,6 KW. Motor saat beban penuh memiliki rugi-rugi Cu rotor paling besar sebesar 883,5 KW.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan rugi-rugi total

Seri Motor	Rugi-rugi (KW)
111PPM (berdasarkan name plate)	1,281
111PPM01 RT01	461.5
111PPM02 RT02	473.1
111PPM03 RT03	485.2
111PPM04 RT04	467.6
111PPM05 RT05	471.6

Sumber: Penulis,2021

Rugi-rugi daya akan semakin besar jika beban pada motor induksi tiga phasa meningkat. Pada tabel 8. Dapat dilihat hasil dari perhitungan lima motor induksi 3 fase penggerak blower. Bahwa rugi-rugi paling kecil dimiliki oleh motor 111PPM04 RT01 yaitu 461,5 KW. Motor 111PPM01 RT02 dan 111PPM05 RT05 mempunyai rugi-rugi total yang sama senilai 471,6 KW, dan berdasarkan pengukuran motor 111PPM02 RT03 mempunyai rugi-rugi total sebesar 485,2 KW sedangkan motor 111PPM memiliki rugi-rugi total terbesar ketika dalam keadaan beban maksimum yaitu 1,281 KW.

Kelima motor penggerak blower melebihi efisiensi ketika motor dalam keadaan full beban. Motor 111PPM01 RT01 dan motor 111PPM05 RT02 mempunyai efisiensi sama sebesar 94,20%. Namun pada motor 111PPM02 RT03 dan 111PPM04 RT04 mempunyai efisiensi terendah sebesar 94,19% yang diperoleh dari perhitungan daya input 8,366 KW dan daya output 7,881 KW. Selisih jauh daya input dan daya output pada motor 111PPM02 RT04

memiliki nilai 485kW sehingga effisiensinya rendah sedangkan pada motor 111PPM04 RT05 bereffisiensi paling besar senilai 94,22%

Effisiensi merupakan hasil perbandingan daya output dan daya input hingga effisiensi dibidang baik apabila nilai dari daya input mendekati nilai daya output hingga gambar grafik daya input, daya output dan effisiensi diatas menjelaskan kalau setidaknya selisih daya input dan daya output dapat berpengaruh pada besar kecil nilai effisien yang diperoleh motor induksi tiga phasa penggerak blower.

Tabel 4.7 Nominal efficiency PT Industri Invilon Sagita

P _N Kw	Number of poles/synchronous speed min ⁻¹			
	2/300	4/1500	6/1000	8/750
4	88,1	88,6	86,8	84,8
5,5	89,2	89,6	88,0	86,2
7,5	90,1	90,4	89,1	87,3
11	91,2	91,4	90,3	88,6
15	91,9	92,1	91,2	89,6
18,5	92,4	92,6	91,7	90,1
22	92,7	93,0	92,2	90,6
30	93,3	93,6	92,9	91,3
37	93,7	93,9	93,3	91,8
45	94,0	94,2	93,7	92,2

Sumber: Penulis, 2021

Effisiensi motor induksi adalah ukuran keefektifan motor induksi guna merubah energi listrik jadi energi mekanik yang dinyatakan dengan perbandingan antara daya

keluaran dan daya masukan dan biasanya dinyatakan dalam persen juga sering dinyatakan dengan perbandingan antara keluaran dengan keluaran ditambah rugi - rugi, Pada beban-beban dengan nilai yang kecil, rugi-rugi tetap lebih besar dibandingkan dengan keluaran, untuk itu efisiensi yang dihasilkan rendah. Sebagaimana beban bertambah, efisiensi juga bertambah Efisiensi maksimum terjadi sekitar 80 – 95 % dari rating output mesin, dimana nilai yang lebih tinggi terdapat pada motor yang besar. Jika beban yang diberikan melebihi beban yang menghasilkan efisiensi maksimum, maka rugi rugi beban bertambah lebih cepat dari pada output.

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini, maka kesimpulan yang dapat diambil yaitu:

- 1) Motor 111PPM02 RT03 dapat menghasilkan nilai daya output terbesar pada motor induksi 3 phasa penggerak blower sebesar 7,881 KW sedangkan pada motor 111PPM04 RT01 dapat menghasilkan nilai daya output terkecil sebesar 7,496 KW.
- 2) Motor 111PPM02 RT03 dapat menghasilkan nilai daya input terbesar pada motor induksi 3 phasa penggerak blower sebesar 8,366 kW sedangkan nilai daya input terkecil diperoleh pada motor 111PPM04 RT01.
- 3) Motor induksi tiga phasa penggerak blower memiliki rugi-rugi Cu rotor terbesar apabila beban penuh sebesar 883,5 KW. Dan dari data pengukuran rugi-rugi Cu rotor terkecil dipunyai oleh motor 111PPM04 RT01 yaitu senilai 318,3 KW dan motor 111PPM05 RT03 memiliki rugi-rugi Cu rotor terbesar yaitu 334,6 KW.
- 4) Berdasarkan data pengukuran rugi-rugi total terkecil dipunyai oleh motor 111PPM04 RT01 yaitu senilai 461,5 KW dan rugi-rugi total terbesar pada motor 111PPM02 RT03 sebesar 485,2 KW. Rugi-rugi total terbesar diperoleh oleh motor induksi tiga phasa penggerak blower penghisap abu ketika beban penuh senilai 1,281 KW

- 5) Efisiensi motor dikatakan bagus jika daya keluaran (output) sama dengan daya masuk (input). Perbandingan antara daya input dan daya output motor menghasilkan nilai effisiensinya. Motor 111PPM04 RT05 memiliki nilai efisiensi terbesar senilai 94,22% sedangkan motor 111PPM02 RT03 memiliki nilai efisiensi terkecil senilai 94,19%.
- 6) Besar dan kecil daya masukan (input) dipengaruhi oleh beban pada motor. Semakin besar beban yang dibebankan kepada motor induksi tiga phasa maka nilai daya input akan semakin besar juga.
- 7) Rugi-rugi pada motor mempengaruhi daya output, dan apabila nilai rugi-rugi tersebut semakin besar maka daya output juga akan semakin kecil.

5.2 Saran

Setelah penelitian mengenai analisa daya motor induksi tiga phasa penggerak blower di PT. Industri Invilon Sagita yang dilakukan peneliti, maka penulis memiliki saran :

- 1) Menentukan nilai daya input sebaiknya dapat dilakukan dengan pengukuran tegangan arus dan arus dari motor induksi tiga phasa.
- 2) Untuk menentukan nilai daya output sebaiknya untuk terlebih dahulu mengetahui rugi-rugi pada motor, setelah itu dihitung untuk mendapatkan daya output nya.
- 3) Jika ingin mengetahui efisiensi pada motor sebaiknya lakukan perhitungan dari daya input dan output yang sudah diperoleh dari hitungan pada motor induksi

DAFTAR PUSTAKA

- Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 300, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- Anonim, (2006). Pedoman Efisiensi Energi Listrik Untuk Industri Di Asia www.energyefficiencyasia.org. UNIP. Nairobi, Kenya.
- Ari Saputra (23 maret 2016). Analisa Efisiensi Penggunaan Motor AC 3 Fasa Sebagai Penggerak Pompa Centrifugal Pada Booster Pump Menara Air PDAM TIRTANADI SUMATERA UTARA. Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Ardianto Hakim (13 juni 2020). Analisis Pengaruh Arus Tidak Seimbang Terhadap Kerja Motor Induksi 3 Fasa. Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- A.M. Aulia and Z. Pane (2014), "Pengaruh Variasi Ketidakseimbangan Tegangan Terhadap Kinerja Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Nilai Faktor Ketidakseimbangan Tegangan Yang Sama," Singuda ENSIKOM, vol. 9 (1)
- Hamdani, H., Tharo, Z., & Anisah, S. (2019, May). Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir. In Seminar Nasional Teknik (Semnastek) Uisu (Vol. 2, No. 1, pp. 190-195).
- N.D Pratiwi (2020) "Analisis Ketidakstabilan Tegangan dan Frekuensi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Studi Kasus PLTMH Sokokembang Kabupaten Pekalongan)," Skripsi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Malang.
- Jayanti, Evi. (2014). "Analisa Kebutuhan Daya Motor Induksi 3 Fasa Penggerak Belt Conveyor 58-53-V Di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang". Other thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya
- Prasetya, Imam (2017) Evaluasi Efisiensi Motor Induksi 3 Fasa Sebagai Pompa Cooling Tower Di Pt. Pln Sektor Pembangkitan Keramasan. Other Thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya

- Putri, M., Wibowo, P., Aryza, S., & Utama Siahaan, A. P. Rusiadi.(2018). An implementation of a filter design passive lc in reduce a current harmonisa. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9(7), 867-873.
- Rizal Angga Ghazali (24 Juni 2011). Metode perhitungan efesiensi motor induksi yang sedang beroperasi. Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik universitas indosenia
- Susanto, Tri, (2012). Efisiensi Motor Induksi 3 Fasa Yang Digunakan Sebagai Pompa Sirkulasi Pendingin Generator Turbin Gas Di PT. Pertamina RU III Plaju. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang
- Zuhal (1991). Dasar Tenaga Listrik. ITB, Bandung
- Tarigan, A. D., & Pulungan, R. (2018). Pengaruh Pemakaian Beban Tidak Seimbang Terhadap Umur Peralatan Listrik. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 10-15.