

SKRIPSI
EVALUASI KINERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA SETELAH
PERBAIKAN *REWINDING*



Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada JurusanTeknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh
MUHAMMAD ADHITYA KESUMA NEGARA
03041381621076

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI KINERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA SETELAH PERBAIKAN REWINDING

(Studi Kasus Pada PT, Polychem Indonesia Karawang Jawa Barat)



SKRIPSI

Dibuat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

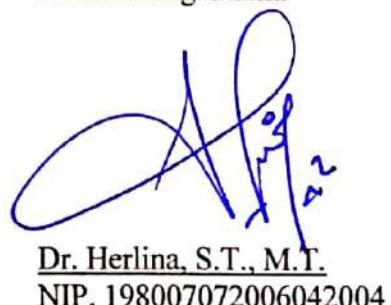
Oleh
MUHAMMAD ADHITYA KESUMA NEGARA
03041381621076

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Palembang, Januari 2021

Menyetujui,
Pembimbing Utama



Saya sebagai pembimbing dengan ini menyatakan bahwa Saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1)

Tanda Tangan



Pembimbing Utama : Dr. Herlina, S.T., M.T.

Tanggal : 20/01/2021

LEMBAR PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Adhitya Kesuma Negara
NIM : 03041381621076
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan

Software iThenticate/Turnitin : 12 %

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul : “**EVALUASI KINERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA SETELAH PERBAIKAN REWINDING**”, adalah merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila di kemudian hari karya ilmiah ini di temukan merupakan hasil plagiat atas karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia dan bertanggungjawab menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Palembang, 19 Januari 2021



Muhammad Adhitya Kesuma Negara
NIM : 03041381621076

KATA PENGANTAR

“Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul”: **“EVALUASI KINERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA SETELAH PERBAIKAN REWINDING”**

“Shalawat beserta salam semoga selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW, beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya”.

“Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak”. “Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada” :

1. Dosen Pembimbing Tugas Akhir, Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T. yang telah membimbing penulis dalam penyelesaian penulisan tugas akhir.
2. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ketua Jurusan Teknik Elektro, Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D., yang telah memberi banyak arahan kepada penulis selama proses perkuliahan.
4. Dosen Pembimbing akademik Dr. H. Iwan Pahendra Anto Saputra, S.T., M.T. yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan dan memberi saran serta masukan dalam pengambilan mata kuliah.
5. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. Bapak Ir. Benny Benyamin, M.T., selaku Plant Manager PT. Polychem Indonesia Tbk. Karawang yang telah memberikan izin untuk pengambilan data serta arahan mengenai tugas akhir ini.
7. Bapak Susanto dan segenap Karyawan Departemen MCE PT. Polychem Indonesia Tbk. Karawang yang telah membantu untuk mendapatkan data-data sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya
8. Bapak Sigit Purnomo selaku Manager HRD dan Personalia PT. Polychem Indonesia Tbk. Karawang yang telah membantu untuk mendapatkan data-data

sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya

9. Kedua orang tua beserta keluarga besar yang telah mendukung penulis pada proses perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir.
10. Sahabat – sahabat penulis, Annisa Rizka Maulida, Wirawan Dwi Harsanto, Dina Jessica, S.H., Abdul Halim, S.T., Yadi Irawan, Harry Ariefian, Tamam Ibrahim, Raffi Shahab, Muhammad Faisal Rasyid dan sahabat lain yang selalu membantu dan memberikan dukungan penuh kepada penulis.
11. Teman – teman dari Teknik Elektro Angkatan 2016 yang sudah membantu dan memberi dukungan secara mental.
12. Pihak – pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi yang tidak dapat disebutkan penulis satu persatu.

“Skripsi ini diharapakan dapat menambah pengetahuan serta wawasan bagi para pembaca, walaupun dalam penulisannya masih memiliki banyak kekurangan. Semoga segala bentuk dukungan dan bantuan yang telah diberikan menjadi amal dihadapan Tuhan Yang Maha Esa”.

Palembang, 28 Desember 2020



MUHAMMAD ADHITYA KESUMA NEGARA

DAFTAR ISI

	halaman
COVER SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
LEMBAR PERNYATAAN DOSEN.....	iv
KATA PENGHANTAR	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1.Motor Induksi	5
2.2. Konstruksi Motor Induksi Tiga Fasa	6
2.2.1. Konstruksi Stator	6
2.2.2. Konstruksi Rotor	7
2.3. Prinsip Kerja Motor Induksi	9
2.4. Kerusakan Motor Induksi Yang Sering Terjadi	10
2.4.1 Vibrasi (Getaran)	10
2.4.2. <i>Ambient</i> (Suhu Ruangan)	11
2.4.3. <i>Unbalanced</i> (Tidak Seimbang)	11
2.4.4. Over Load (Kelebihan Beban)	11
2.5. Rugi-Rugi dan Efisiensi Motor Induksi	12
2.6. Hambatan Kawat (R)	13
2.7. Macam-Macam Bentuk Belitan Kumparan	13
2.8. Temperatur Kerja Motor	14
BAB III	16
METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Diagram Alur Penelitian	16

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	17
3.2.1 Lokasi	17
3.2.2 Waktu Penelitian	17
3.3 Obyek Penelitian	18
3.4 Metode Interpretasi	18
3.4.1 Studi Literatur	18
3.4.2 Pengumpulan Data	19
3.4.3. Pengolahan Data	19
3.5. Tahapan Penelitian	19
 BAB IV	20
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHSAN	20
4.1. Hasil Penelitian	20
4.1.1 Spesifikasi Obyek Penelitian	20
4.1.2 Perlakuan Motor setelah <i>Rewinding</i>	23
4.1.3 Evaluasi Kinerja Motor Induksi 3 Fasa setelah <i>Rewinding</i>	28
4.2 Perhitungan Kinerja Motor Induksi 3 fasa sebelum <i>Rewinding</i>	30
4.2.1. Kinerja Motor sebelum <i>Rewinding</i>	31
4.2.2. Efisiensi Kinerja Motor sebelum <i>Rewinding</i>	33
4.2.3. Torsi motor sebelum <i>Rewinding</i>	34
4.3 Perhitungan Kinerja Motor Induksi 3 fasa setelah <i>Rewinding</i>	34
4.3.1. Kinerja Motor setelah <i>rewinding</i>	35
4.3.2. Efisiensi Kinerja Motor setelah <i>rewinding</i>	36
4.3.3. Torsi motor setelah <i>rewinding</i>	36
4.4. Perbandingan Kinerja Motor sebelum dan sesudah <i>Rewinding</i>	37
4.4.1. Perbandingan Kinerja	37
4.4.2. Faktor Faktor Penyebab Perubahan <i>Temperature</i> Motor	38
4.4.3 Vibrasi Motor	39
4.5. Pembahasan	39
4.5.1. Kinerja Motor	40
4.5.2. Efisiensi	40
4.5.3. Torsi dan Temeprature	40
 BAB V	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 2.1	Standar Kelas Isolasi Motor	16
Tabel 4.1	Data <i>Motor spin pump</i> Sebelum <i>Rewinding</i>	24
Tabel 4.2	Data Motor Setelah <i>Rewinding</i> dari PT. Jaya Induction No. 1407-19	24
Tabel 4.3	Data <i>Running Test</i> Motor Setelah <i>Rewinding</i> di PT. Polychem Indonesia	25
Tabel 4.4	Perbandingan data <i>Running Test</i>	26
Tabel 4.5	Data Motor Setelah <i>Rewinding</i> dari PT. Takara Multi Teknik (1).	26
Tabel 4.6	Data <i>Running Test</i> Motor Setelah <i>Rewinding</i> dari PT. Takara Multi Teknik (1)	27
Tabel 4.7	Perbandingan data hasil <i>Running Test</i> dari PT. Takara Multi Teknik (1).....	27
Tabel 4.8	Data Motor Setelah <i>Rewinding</i> dari PT. Takara Multi Teknik (2)	28
Tabel 4.9	Data <i>Running Test</i> Motor Setelah <i>Rewinding</i> dari PT. Takara Multi Teknik Motor (2)	28
Tabel 4.10	Perbandingan data hasil <i>Running Test</i> dari PT. Takara Multi Teknik (2)	29
Tabel 4.11	Gambar Alat Ukur.....	30
Tabel 4.12	Data Kinerja Motor sebelum <i>Rewinding</i>	33
Tabel 4.13	Data Kinerja Motor setelah <i>Rewinding</i>	38
Tabel 4.14	Perbandingan Data Kinerja Motor sebelum dan sesudah <i>Rewinding</i>	42
Tabel 4.15	Perbedaan yang menyebabkan kinerja motor menurun	45

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1	Motor Induksi
Gambar 2.2	Konstruksi Umum Motor Induksi
Gambar 2.3	Stator
Gambar 2.4	Rotor Sangkar Tupai (<i>squirrel cage</i>)
Gambar 2.5	Rotor belitan
Gambar 2.6	Bentuk-Bentuk Gulungan Kumparan
Gambar 3.1	Flowchart langkah penelitian.....
Gambar 3.2	<i>Spin Pump Motor</i>
Gambar 4.1	Hasil gulunan POY= <i>Polyester oriented yarn</i>
Gambar 4.2	Lokasi <i>motor spin pump</i> drive untuk proses produksi ...
Gambar 4.3	Name Plate <i>Motor spin pump</i>
Gambar 4.4	Pengukuran Vibrasi.....

DAFTAR RUMUS

halaman

Rumus 2.1	Kecepatan Putaran Motor (RPM)	7
Rumus 2.2	Daya Motor	8
Rumus 2.3	Tegangan induksi pada rotor (GGL)	9
Rumus 2.4	Slip	10
Rumus 2.5	Rugi – Rugi Motor	12
Rumus 2.6	Efisiensi motor	12
Rumus 2.7	Daya output motor induksi	12
Rumus 2.8	Hambatan dari kawat	13
Rumus 2.9	Tegangan	13
Rumus 2.10	Kenaikan <i>temperature</i> isolasi yang diijinkan	15
Rumus 2.11	Kenaikan temperatur kumparan yang terjadi pada saat motor bekerja	15

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data Motor dari PT. Jaya Induksi
- Lampiran 2 Data Motor dari CV. Takara Multi Teknik
- Lampiran 3 Grafik Perhitungan Torsi Motor
- Lampiran 4 Grafik Perhitungan Efisiensi Motor

ABSTRAK

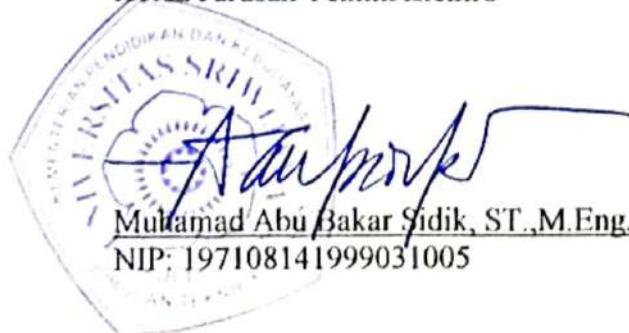
EVALUASI KINERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA SETELAH PERBAIKAN REWINDING

(Muhammad Adhitya Kesuma Negara. NIM:03041381621076.2020.XVI/49 hal)

Motor induksi 3 fasa adalah jenis motor yang pada umumnya paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dibandingkan dengan motor yang lain, yaitu sebagai penggerak utama mesin-mesin di bidang industry maupun untuk kebutuhan rumah tangga. Tujuan Penelitian ini adalah (1) menghitung kinerja motor induksi setelah dilakukan *rewinding*. (2) menghitung berapa efisiensi dan torsi motor induksi setelah di *rewinding*. (3) mengetahui vibrasi dan perubahan *temperature* motor induksi setelah di *rewinding*. Metode Penelitian adalah studi kasus pada PT. Polychem Indonesia Karawang. Hasil Penelitian (1) Kinerja Motor sebelum *Rewinding* rata-rata 155,9% dari daya motor yang disediakan, Kinerja Motor setelah *Rewinding* rata-rata 160,48% dari daya motor yang disediakan. Dengan demikian Kinerja Motor sebelum *Rewinding* lebih ringan dibanding setelah *rewinding* sebesar $160,48\% - 155,9\% = 1,38\%$ (2) Efisiensi hasil perhitungan dan pembahasan motor sebelum *rewinding* memiliki tingkat efisiensi sebesar $64,16\% >$ tingkat efisiensi setelah *rewinding* sebesar $62,33\%$ Jadi setelah *rewinding*, rata-rata mengalami penurunan efisiensi sebesar $64,16\% - 62,33\% = 1,83\%$. Dan Torsi motor setelah di *rewinding* rata-rata naik sebesar 0,17 Nm. (3) *Temperature* motor setelah di *rewinding* ada kenaikan sebesar $1,67^{\circ}\text{C}$, dan vibrasi mengalami kenaikan sebesar 0,15 mm/sec. Naiknya *temperature* motor dan vibrasi karena adanya kenaikan arus listrik (ampere) pada motor sebab faktor lainnya tetap seperti beban motor, *temperature* ruang, dan *bearing*, *braket* juga bagus. *Bearing* dan *braket* bagus diketahui dari hasil pengecekan suara motor yang bagus atau OK. Jadi dapat disimpulkan bahwa kinerja motor setelah di *rewinding* menurun dilihat dari kinerja motor rata-rata lebih berat, efisiensi menurun, torsi lebih berat vibrasi dan *temperature* naik

Kata Kunci : Motor Induksi 3 fasa, Kinerja Motor, Efisiensi Motor, Vibrasi dan Temperature

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Palembang, Desember 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama

Dr. Herlina, S.T., M.T.
NIP. 198007072006042004

ABSTRACT

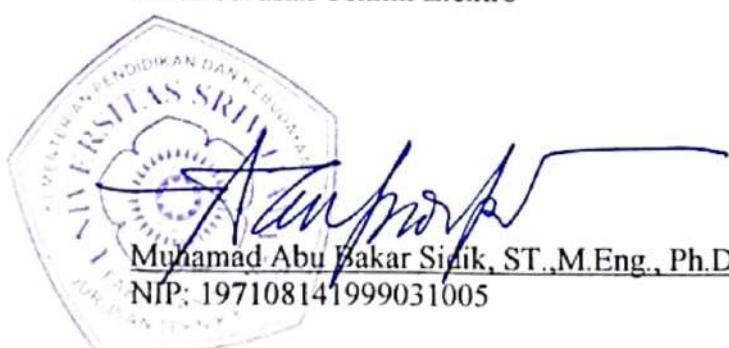
EVALUATION PERFORMANCE 3 PHASE INDUCTION MOTOR AFTER REWINDING

(Muhammad Adhitya Kesuma Negara. NIM: 03041381621076.2020.XVI/49 page)

A 3-phase induction motor is a type of motor that is generally the most widely used in everyday life compared to other motors, namely as the main driving force for machines in the industrial sector as well as for household needs. The objectives of this study were (1) to calculate the performance of the induction motor after rewinding (2) calculate the efficiency and torque of the induction motor after rewinding. (3) determine the vibration and temperature changes of the induction motor after rewinding. The research method is a case study at PT. Polychem Indonesia Karawang. Research Results (1) the motor performance before rewinding averaged 155.9% of the provided motor power, the motor performance after rewinding was on average 160.48% of the motor power provided. Thus the motor performance before rewinding is lighter than after rewinding by $160.48\% - 155.9\% = 1.38\%$ (2) The efficiency of the calculation and discussion of the motor before rewinding has an efficiency level of $64.16\% >$ the level of efficiency after rewinding amounted to 62.33% So after rewinding, the average efficiency decreased by $64.16\% - 62.33\% = 1.83\%$. And the motor torque after rewinding increased by an average of 0.17 Nm. (3) After rewinding, the motor temperature increased by $1.670\text{ }^{\circ}\text{C}$, and vibration increased by 0.15 mm/sec . Increased motor temperature and vibration due to an increase in electric current (amperes) in the motor because other factors remain such as motor load, room temperature, and bearings, brackets are also good. Good bearings and brackets are known from the results of checking the sound of a good or OK. So it can be concluded that the motor performance after rewinding decreases, seen from the average motor performance, heavier, decreased efficiency, heavier torque, vibration and increased temperature.

Keywords: 3 phase induction motor, motor performance, motor efficiency, vibration and temperature

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Palembang, Desember 2020
Menyetujui,
Pembimbing Utama



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada masa sekarang, perkembangan kemajuan teknologi tumbuh sangat pesat apalagi di dalam bidang sistem tenaga listrik, khususnya dalam penggunaan mesin-mesin listrik yang digunakan secara umum untuk mengubah energi listrik menjadi gerak, sebagai contohnya yaitu motor induksi. Motor induksi 3 fasa adalah jenis motor yang pada umumnya paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dibandingkan dengan motor yang lain, yaitu sebagai penggerak utama mesin-mesin di bidang industry maupun untuk kebutuhan rumah tangga.

Sebagai salah satu perusahaan manufaktur nasional dengan hasil produk serat *fibre sintethetic* PT. Polychem Indonesia Tbk. Karawang memiliki banyak motor induksi dengan kapasitas yang bervariasi untuk menunjang aktivitas produksinya. Motor induksi 3 fasa banyak menjadi pertimbangan dalam penggunaanya karna motor induksi 3 fasa memiliki banyak keunggulan diantaranya yaitu memiliki konstruksi yang sangat kokoh dan sederhana, harga yang relatif murah, dibandingkan motor yang lain motor induksi ini memiliki efisiensi yang tinggi pada keadaan normal, dan perawatannya yang mudah.[1]

Mesin listrik digunakan untuk mengubah suatu energi ke energi yang lain. Misalnya mesin yang mengubah energi mekanis ke energi listrik disebut generator, mesin yang mengubah energi listrik ke energi mekanis disebut motor listrik.[2]

Motor-motor listrik merupakan komponen kunci dalam mendukung berjalannya proses operasi/produksi suatu perusahaan. Di beberapa negara maju, dua per tiga dari total biaya energi listrik yang digunakan oleh suatu perusahaan disebabkan oleh pemakaian motor-motor listrik. Di Eropa dan Amerika biaya konsumsi energi yang diperlukan untuk motor-motor listrik per tahunnya diperkirakan hingga \$ 100 juta (U.S). Belum lagi kerusakan yang terjadi menyebabkan meningkatnya biaya yang harus ditanggung, termasuk proses

produksi yang terganggu, jadwal pengiriman yang tertunda, bahkan kerusakan yang terus-menerus untuk jangka panjang akan menyebabkan nilai kompetitif perusahaan rendah. Pada intinya sebuah perusahaan membutuhkan pemeliharaan motor listrik yang efektif dan strategi manajemen untuk meminimalkan total biaya pembelian motor dan biaya operasi serta mencegah resiko dari kerusakan motor yang tidak diinginkan.[3]

Gangguan pada motor dapat terjadi karena adanya beban lebih (over load), yang mana bila dibiarkan terlalu lama dapat merusak motor karena menyebabkan arus mengalir sangat besar sehingga meningkatkan suhu dan dapat mengakibatkan motor tersebut terbakar. Salah satu cara untuk pemeliharaan motor induksi dapat menggunakan metode lilit ulang (*Rewinding*).[4]

Salah satu motor yang akan di teliti adalah motor tiga fasa yang ada di PT. Polychem Indonesia Karwanag. Motor tersebut pernah mengalami masalah yang menyebabkan motor induksi harus di *rewinding*. Namun setelah rewinding muncul masalah baru yaitu (*Over heating*) dalam waktu yang cukup singkat yang dapat menyebabkan efisiensi mengalami penurunan yang signifikan. Maka pada tugas akhir ini membahas mengenai pengaruh kinerja motor 3 fasa setelah dilakukan perbaikan dengan cara rewinding, sehingga penulis mengambil judul **“EVALUASI KINERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA SETELAH PERBAIKAN REWINDING”**.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Seberapa besar kinerja motor setelah *rewinding*?
2. Berapa efisiensi motor setelah *rewinding*?
3. Bagaimana vibrasi pada motor setelah *rewinding* dan apa yang menyebabkan *temperature* naik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tugas akhir ini dibuat untuk mengevaluasi kinerja motor induksi tiga fasa setelah rewinding:

1. Menghitung kinerja motor induksi setelah dilakukan perbaikan *rewinding*.
2. Menghitung efisiensi dan torsi motor induksi setelah di *rewinding*.
3. Mengetahui vibrasi dan perubahan *temperature* motor induksi setelah di *rewinding*.

1.3. Batasan Masalah

Pada penulisan tugas akhir ini agar tidak meluas diluar pokok bahasan, maka penulis membatasi masalah pada penyusunan tugas akhir ini diantara lain sebagai berikut:

1. Pada tugas akhir ini hanya membahas tentang kinerja motor induksi setelah dilakukan *rewinding*.
2. Tidak membahas tentang impedansi, gangguan dan harmonisa yang terjadi pada motor induksi.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun menjadi lima bab, untuk mempermudah penyusunan proposal tugas akhir ini disusun sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan tentang latar belakang permasalahan yang dibahas, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori-teori mengenai motor induksi 3 fasa, dan cara melakukan *rewinding* sesuai standart yang telah ditetapkan.

BAB III : METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan tentang metode-metode yang di pakai dalam pengambilan data, dimana meliputi pemaparan waktu dan tempat

pelaksanaan, tahapan-tahapan perhitungan analisa data yang sudah di dapat di PT. Polychem Indonesia Tbk. Karawang.

BAB IV : ANALISA DAN HASIL PEMBAHASAN

Pada bab ini akan memaparkan tentang pembahasan berdasarkan dari data hasil penelitian yang meliputi perhitungan serta analisa dari hasil penelitian.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab terakhir ini berisikan tentang kesimpulan hasil dari penyelesaian masalah dan saran.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Haryanto, R. Munarto, and I. Fatmawati, “Analisis Karakteristik Motor Induksi Tiga Fasa XYZ Standar NEMA,” *Setrum*, vol. 3, no. 1, pp. 35–42, 2014, [Online]. Available:<http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jis/article/view/496>.
- [2] S. B. Santoso, *Motor Listrik*. Jakarta: Gramedia, 2005.
- [3] F. Atabiq, A. Febriansyah, and I. Kurnia, “EVALUASI EFISIENSI MOTOR INDUKSI SATU FASE,” vol. 10, no. 1, pp. 14–20, 2018.
- [4] F. P. Ardhana, “Studi Perbaikan Motor Induksi 380 V 125 HP Pada PT. ABB SAKTI,” pp. 1–6, 2008.
- [5] D. Djokardi, *Mesin-mesin listrik motor induksi*. Jakarta: Universitas Trisakti, 1996.
- [6] M. Sayid, I. Abdillah, E. A. Zuliari, T. Elektro, I. Teknologi, and A. Tama, “Analisa Kinerja Motor Induksi 3 Fasa Pada Pompa Sentrifugal Di Favehotel Rungkut Surabaya,” *Inst. Teknol. Adhi Tama Surabaya*, pp. 605–610, 2018.
- [7] M. Azzura, “Konstruksi Motor Listrik 3 Fasa,” *Dunia Elektro*, 2013. <http://elektro-unimal.blogspot.com/2013/05/konstruksi-motor-listrik-3-fasa.html>.
- [8] S. K. Sahdev, “Single-Phase Motors,” *Electr. Mach.*, no. 0806366440, pp. 857–892, 2019, doi: 10.1017/9781108355582.012.
- [9] A. A. Frima, N. N. Dyto, and E. S. Siregar, “Motor Induksi 3 Phasa,” p. 41, 2017.
- [10] M. Sarjan, “Perbandingan Karakteristik Motor Induksi Belitan Gelung Dengan Belitan Spiral,” vol. 1, no. 1, pp. 6–15, 2011.
- [11] Muklis, “Jenis Rotor Motor Induksi,” *DIKLAT HMIF UNDIP*, 2012. <http://www.masuklis.com/2016/02/jenis-rotor-motor-induksi.html>.
- [12] Y. Oktariani and Antonov, “Studi Pengaruh Torsi Beban Terhadap Kinerja Motor Induksi Tiga Fase,” *Inst. Teknol. Padang*, vol. 5, no. 1, pp. 9–15, 2016.
- [13] N. R. Firdhana, T. Sukmadi, and K. Karnoto, “Analisis Kerusakan Batang Rotor Pada Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Metode Motor Current Signature Analysis,” *Transmisi*, vol. 19, no. 4, p. 168, 2017, doi: 10.14710/transmisi.19.4.168-176.
- [14] T. Rahayu and A. Multi, “Pengaruh Missaligment Terhadap Arus Dan Getaran Pada Motor Induksi,” p. 12, 2017.
- [15] Z. Anthony, *Mesin Listrik Arus Bolak-Balik*. Padang: Andi, 2013.