

LEMBAR PENGESAHAN
STUDI ANALISA PARAMETER PADA MOTOR AIR COMPRESSOR
MENGGUNAKAN APLIKASI POWER FACTORY
DI OXYGEN PLANT PT. RAPP

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta*

Oleh :

GRACE VERONICA
NPM : 2310017111072

Disetujui Oleh :

Pembimbing



Dr. Ir. Ija Dermahana, MT., IPM
NIDN : 1005106301

Diketahui Oleh

Fakultas Teknologi Industri
Dekan,



Prof. Dr. Eng. Reni Desmarti, S.T., M.T.
NIDN : 1012097403

Jurusan Teknik Elektro
Ketua,



Ir. Arzul, M.T.
NIDN : 1027086201

STUDI
LEMBAR PENGUJI

STUDI ANALISA PARAMETER PADA MOTOR AIR COMPRESSOR
MENGUNAKAN APLIKASI POWER FACTORY
DI OXYGEN PLANT PT. RAPP

SKRIPSI

GRACE VERONICA
NPM : 2310017111072

*Dipertahankan Di Depan Penguji Skripsi
Program Strata Satu (S-1) Pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta
Hari : Rabu, 12 Maret 2025*

No. Nama

1. Dr. Ir. Ija Darmana, MT., IPM
(Ketua dan Penguji)
2. Ir. Cahayahati, M.T
(Penguji)
3. Ir. Arzul, M.T
(Penguji)

Tanda Tangan



Handwritten signatures of the examiners in blue ink, positioned to the right of the list of names. The signatures are written over dotted lines that correspond to the names in the list.

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa ini sebagian maupun keseluruhan Skripsi saya dengan judul **“Studi Analisa Parameter Pada Motor Air Compressor Menggunakan Aplikasi Power Factory Di Oxygen Plant PT. RAPP”** adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Padang, 13 Maret 2025



Grace Veronica

NPM : 2310017111072

ABSTRAK

Grace Veronica : Studi Analisa Parameter Pada Motor Air Compressor Menggunakan Aplikasi Power Factory Di Oxygen Plant PT. RAPP

Dalam proses produksi, energi listrik banyak dimanfaatkan dengan ditransformasi ke dalam bentuk energi gerak yaitu dengan penggunaan motor dengan jumlah yang signifikan. Permasalahan atau kerusakan-kerusakan pada motor induksi sering kita temui dan terkadang tanpa disadari motor induksi yang beroperasi tiba-tiba rusak tanpa ada indikasi atau penyebab pastinya, oleh sebab itu untuk melihat dan mengetahui kondisi performa pada motor induksi kita bisa menggunakan *Motor Current Signature Analysis (MCSA)* sebagai salah satu *tools* atau metode dalam melakukan analisa atau indikator awal pada motor induksi. *Motor Current Signature Analysis (MCSA)* melibatkan analisis pada arus dan tegangan yang dipasok ke sebuah motor listrik, data pengukuran bisa dengan mudah dan tidak membutuhkan waktu yang lama untuk di kumpulkan menjadi sebuah informasi tentang kondisi motor listrik. Studi ini bertujuan untuk mengetahui setting arus dan waktu pada sistem proteksi bekerja sebagaimana mestinya dan menganalisa penyebab kerusakan-kerusakan yang terjadi pada motor dengan menggunakan metode pengukuran *Motor Current Signature Analysis (MCSA)*.

Kata kunci : *Motor Current Signature Analysis (MCSA)*, *Motor Induksi 6,6 kV*

ABSTRACT

In the production process, electrical energy is primarily converted into mechanical energy through the use of motors, which are present in significant numbers. Issues or failures in induction motors are frequently encountered, and often without any warning, these motors can suddenly malfunction without a clear cause. To monitor and assess the health condition of induction motors, Motor Current Signature Analysis (MCSA) can be used as an effective tool or method for early detection and analysis of potential issues. MCSA involves the analysis of current and voltage supplied to an electric motor, with the measurement data being easily collected and quickly analyzed to provide valuable insights into the motor's health. This study aims to determine the current and time settings for the protection system to ensure it functions properly and to investigate the causes of motor failures using the MCSA measurement method.

Keywords : Motor Current Signature Analysis (MCSA), 6.6 kV Induction Motor

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGUJI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	15
1.1. Latar Belakang	15
1.2. Rumusan Masalah	17
1.3. Batasan Masalah	17
1.4. Tujuan Penelitian	18
1.5. Manfaat Penelitian	18
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	19
2.1. Tinjauan Penelitian	19
2.2. Landasan Teori	20
2.2.1 Motor Control Center (MCC)	20
2.2.2 Fungsi Dasar Motor Control Center (MCC)	21
2.2.3 Komponen-Komponen pada Motor Control Center (MCC)	22
2.2.4 Pengasutan Motor Induksi	28
2.2.5 Stator dan Rotor	31
2.2.6 Jenis-Jenis Gangguan Pada Motor Induksi	33
2.2.7 Relay Proteksi Pada Motor	38
2.2.8 Jenis-Jenis Proteksi yang Digunakan Pada Motor 6,6 KV	43

	Halaman
2.2.9 Motor Current Signature Analysis (MCSA)	46
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	51
3.1 Alat dan Bahan Penelitian	51
3.2 Alur Penelitian	51
3.3 Single Line Diagram Relay Protection	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Data Penelitian	56
4.1.1 Data Spesifikasi Motor	56
4.1.2 Analisa Parameter Arus Dan Waktu Pada Motor Induksi	58
4.2 Analisa Data	62
4.2.1 Analisa Rotor Bar	62
4.2.2 Analisa Torque Ripple	63
4.3 Hasil Pengukuran Parameter Setelah Penggantian Motor	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	73

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 <i>Motor Control Center (MCC)</i>	21
Gambar 2. 2 <i>Switchgear Incomer</i>	23
Gambar 2. 3 <i>Bagian Luar Modul Starter</i>	24
Gambar 2. 4 <i>Modul Starter Dari Sisi Luar</i>	24
<i>Gambar 2. 5 Bagian Dalam Modul Starter</i>	24
Gambar 2. 6 <i>Bagian Dalam Modul Starter</i>	25
Gambar 2. 7 <i>Kontaktor</i>	25
Gambar 2. 8 <i>Fuse</i>	26
Gambar 2. 9 <i>Thermal Overload Relay (TOR)</i>	27
Gambar 2. 10 <i>Variable Speed Drive (VSD)</i>	28
Gambar 2. 11 <i>Hubung Singkat Pada Motor</i>	34
Gambar 2. 12 <i>Ketidakseimbangan Tegangan</i>	35
Gambar 2. 13 <i>Pengaruh Ketidakseimbangan Tegangan Terhadap Temperatur</i>	36
Gambar 2. 14 <i>Relay Proteksi ABB REM 543</i>	42
Gambar 2. 15 <i>Dynamic Motor Analyer Baker EXP4000</i>	47
Gambar 2. 16 <i>Sensor Tegangan atau Prope Tegangan</i>	48
Gambar 2. 17 <i>Sensor Arus atau Prope Arus EXP4000</i>	48
Gambar 2. 18 <i>Motor Research and Studies Motor Fail</i>	50
Gambar 3. 1 <i>Flow Chart Penelitian</i>	52
Gambar 3. 2 <i>Single Line Diagram Relay Protection</i>	53
Gambar 4. 1 <i>Grafik Setting Current in kA and Time in Second</i>	58
Gambar 4. 2 <i>Grafik Setting Current Relay Protection</i>	59
Gambar 4. 3 <i>Hasil pengukuran Rotor Bar</i>	62
Gambar 4. 4 <i>Hasil pengukuran Torque Ripple</i>	63
Gambar 4. 5 <i>Hasil Pengukuran Rotor Bar Setelah Penggantian Motor</i>	65
Gambar 4. 6 <i>Hasil pengukuran Torque Ripple Setelah Penggantian Motor</i>	65

	Halaman
Gambar 4. 7 Kurva grafik setting arus pada saat motor normal	66
Gambar 4. 8 Kondisi Rotor Bar	67
Gambar 4. 9 Kondisi Patahan Rotor Bar	67
Gambar 4. 10 Terdapat Eksplosif pada sisi Winding DE	67
Gambar 4. 11 Isolasi pada winding motor	68

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Permasalahan dasar pada motor	49
Tabel 2. 2 Permasalahan dasar pada motor	49
Tabel 4. 1 Data Motor 641K001 Air Compressor Oxygen Plant	56
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran MCSA Berdasarkan Karakteristik Pada Motor	60
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Parameter Motor Saat Gangguan	61
Tabel 4. 4 <i>Severity Level Rotor Bar Damage</i>	61
Tabel 4. 5 Pengukuran menggunakan MCSA setelah penggantian motor	64
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Parameter Motor Setelah Diganti	64

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 : Name plate motor 641K001	73
Lampiran 2 : Hotspot pada bagian dalam motor	73
Lampiran 3 : <i>Terminal box burnt</i>	74
Lampiran 4 : Isolasi pada winding motor <i>burnt</i>	74
Lampiran 5 : Kerusakan pada bagian stator	75
Lampiran 6 : Kerusakan pada bagian rotor	76
Lampiran 7 : Terdapat Eksplosif pada sisi Winding DE	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam penulisan skripsi ini penulis merujuk pada penelitian yang sudah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya sebagai berikut:

Darmawansyah, M.Khairul Amri Rosa (2020) melakukan penelitian dengan judul "Sistem Pengaman Motor Induksi Tiga Fasa Terhadap Gangguan Unbalance Voltage dan Overload". Penelitian ini membahas mengenai sistem pengaman motor induksi tiga fasa terhadap gangguan unbalance voltage dan overload, dengan membandingkan parameter tegangan dan arus yang terkait dengan motor induksi. Hasil penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi, memproteksi, dan memprediksi kondisi motor induksi tiga fasa jika terjadi gangguan. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan keandalan dan umur motor induksi dalam operasionalnya.

Yosi Apriani (2021) melakukan penelitian berjudul "Analisa Sistem Pengaman Motor Listrik Dengan Menggunakan Motor Control Center". Penelitian ini membahas sistem proteksi motor listrik yang dioperasikan dengan menggunakan Motor Control Center, yang dirancang agar lebih praktis dan efisien. Dalam studi ini, penulis mengkaji analisis proteksi incoming pada Motor Control Center, dengan tujuan untuk memahami perlindungan yang diberikan kepada peralatan listrik. Penelitian ini juga menjelaskan bagaimana perhitungan dan penentuan beban maksimum pada motor, guna mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan dalam pengoperasian motor listrik.

Teguh, I., & Yulianto, M. (2021) melakukan penelitian dengan judul "Studi Proteksi Motor Induksi dalam Sistem Motor Control Center (MCC), Evaluasi Terhadap Kerusakan dan Gangguan Sistem". Penelitian ini membahas tentang berbagai metode proteksi untuk motor induksi, termasuk teknik-teknik untuk mengatasi masalah seperti arus lebih (*over-current*), gangguan isolasi, dan kegagalan mekanis. Penelitian ini mengevaluasi

efektivitas masing-masing metode proteksi berdasarkan pengalaman kasus gangguan dan kerusakan motor yang terjadi di lapangan. Penelitian ini mengungkapkan bahwa penerapan metode proteksi yang tepat dapat secara signifikan mengurangi tingkat kerusakan motor, meningkatkan keandalan sistem, dan mengoptimalkan biaya pemeliharaan.

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Riau Andalan Pulp and Paper (PT.RAPP), Pangkalan Kerinci, Pelalawan, Riau. PT. Riau Andalan Pulp and Paper merupakan salah satu perusahaan besar yang bergerak di bidang produksi serat, bubur kertas (*pulp*) dan kertas global. PT. Riau Andalan Pulp and Paper berkembang cukup pesat diantara perusahaan lainnya dari segi penggunaan teknologi, proses produksi maupun hasil produksinya. Perusahaan ini mampu bertahan dan tetap terus berkembang di era maraknya kasus *COVID-19*.

Sebagai salah satu perusahaan besar, PT. Riau Andalan Pulp and Paper memerlukan pasokan bahan kimia dengan jumlah yang memadai guna membantu dalam produksi serat, bubur kertas (*pulp*) dan kertas. Berkaitan dengan penelitian ini dilakukan di bisnis unit Riau Pulp (RPL), Chemical Plant Department. Yang Dimana department ini bertanggung jawab dalam memproduksi bahan kimia yang akan dipakai di department lain guna membantu produksi pada department tersebut dengan standarisasi produk yang sesuai. Salah satu bahan kimia yang di produksi di Chemical Plant adalah oksigen. Proses produksi oksigen terjadi di oxygen plant dengan melewati berbagai macam tahapan, salah satunya adalah pengompresan udara dari atmosfer dengan menggunakan alat berupa motor air compressor. Motor air compressor merupakan alat yang digunakan untuk menaikkan tekanan udara dari atmosfer hingga mencapai tekanan yang diinginkan. Apabila pada motor mengalami temperatur yang tinggi atau beban berlebih maka dapat mengakibatkan komponen penyusun motor menjadi rusak sehingga air compressor terpaksa berhenti beroperasi.

Salah satu penyebab kerusakan yang terjadi pada motor air compressor di oxygen plant adalah suhu motor yang terlalu tinggi (*high*

temperature) dan arus yang melebihi batas aman (*high current*), yang mengindikasikan adanya kondisi tidak normal. Berdasarkan informasi dari salah satu operator lapangan pada tanggal 11 Agustus 2023, terdeteksi adanya *abnormal sound* pada motor air compressor. Setelah dilakukan pengecekan vibrasi dan bearing motor, hasilnya normal, namun saat pengecekan suhu menggunakan *thermogun*, didapati nilai suhu mencapai 78°C. Ketika motor mengalami kerusakan, motor mengalami trip dengan indikasi *high current*. Untuk memastikan kondisi motor lebih lanjut, dilakukan pengujian lanjutan menggunakan metode *Motor Current Signature Analysis (MCSA)*. Hasil pengukuran MCSA menunjukkan adanya kerusakan pada komponen motor, salah satunya rotor bar yang patah. Untuk menganalisis parameter pada motor secara lebih detail seperti arus, tegangan, daya, dan suhu secara real-time maka digunakan aplikasi *Power Factory*. Aplikasi ini dapat mensimulasikan operasional dan mengidentifikasi potensi masalah pada motor. Oleh karena itu, studi menggunakan aplikasi ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan kinerja motor air compressor di *Oxygen Plant* serta mencegah kerusakan serupa di masa mendatang. sehingga penulis mengangkat judul "Studi Analisa Parameter pada Motor Air Compressor Menggunakan Aplikasi Power Factory di Oxygen Plant PT. RAPP".

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas sebelumnya maka rumus masalah yang dapat diangkat untuk penelitian ini adalah :

1. Bagaimana menganalisa kerusakan pada motor air compressor dengan menggunakan aplikasi *Power Factory*?
2. Bagaimana hasil pengukuran rotor bar dan *torque ripple* pada motor air compressor?
3. Bagaimana menganalisa kerusakan pada motor dengan menggunakan metode pengukuran *Motor Current Signature Analysis (MCSA)*.

1.3. Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah dalam penelitian ini :

1. Tidak membahas sistem pengaturan dan pengontrolan pada motor listrik.
2. Metode Pengukuran hanya menggunakan metode *Motor Current Signature Analysis (MCSA)*.
3. Sistem proteksi yang dibahas ialah bagian internal (*electric*) pada motor.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisa kerusakan pada motor induksi dengan menggunakan aplikasi *Power Factory*.
2. Untuk menganalisa hasil pengukuran rotor bar dan *torque ripple* pada motor induksi menggunakan metode *Motor Current Signature Analysis (MCSA)*.
3. Untuk menganalisa kerusakan yang terjadi pada motor dengan menggunakan metode pengukuran *Motor Current Signature Analysis (MCSA)*.

1.5. Manfaat Penelitian

Berikut adalah manfaat dari penulisan penelitian ini:

1. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber bacaan dan kajian yang berkaitan dengan kegiatan akademik Universitas Bung Hatta.
2. Penelitian ini dapat menambah ilmu pengetahuan bagi penulis dan pembaca mengenai setting nilai arus dan waktu pada sistem proteksi serta penggunaan metode pengukuran *Motor Current Signature Analysis (MCSA)* yang digunakan untuk menganalisa penyebab dan kerusakan-kerusakan yang terjadi pada motor.
3. Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai sistem proteksi yang digunakan untuk menanggulangi gangguan-gangguan yang terjadi pada motor listrik.