

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul

**ANALISA KERUSAKAN MOTOR BOILER FEED WATER PUMP DI
PT. CHEVRON GEOTHERMAL INDONESIA,
DENGAN MENGGUNAKAN METODE KWANTITATIF**

Disusun oleh :

RIO AFRIANDA

NIM : 2010-11-056

Diajukan untuk memenuhi persyaratan

Pendidikan Sarjana Strata Satu Teknik Elektro

SEKOLAH TINGGI TEKNIK – PLN

Jakarta, 23 Februari 2015

Mengetahui

Disetujui

Ir. Djoko Paryoto, MT

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr.Ir. Supriadi Legino, MM.MBA.MA

Pembimbing Skripsi

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“ANALISA KERUSAKAN MOTOR BOILER FEED WATER PUMP DI PT. CHEVRON GEOTHERMAL INDONESIA, DENGAN MENGGUNAKAN METODE KWANTITATIF”** ini merupakan penelitian serta karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan tiruan, salinan atau duplikat dari skripsi yang telah dipergunakan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan, baik di lingkungan STT-PLN maupun di Perguruan Tinggi lain, serta belum pernah dipublikasikan. Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab serta bersedia memikul segala resiko jika ternyata pernyataan di atas tidak benar.

Jakarta, 23 Februari 2015

Rio Afrianda

2010-11-056

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji sukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan berkat dan rahmat-nya penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisa Kerusakan Motor Boiler Feed Water Pump di PT. Chevron Geothermal Indonesia, North Duri Cogeneration Plant”. Adapun tujuan penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan menyelesaikan jenjang studi sarjana teknik elektro.

Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini tidak akan dapat dilaksanakan dengan baik tanpa dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Chevron Geothermal Indonesia, North Duri Cogeneration Plant karena memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian dan penggalian data selama kurang lebih tiga bulan. Tak lupa juga penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung dan membantu demi kelancaran penelitian dan penulisan skripsi ini :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini dengan baik.
2. Orang tua tersayang yang telah memberikan dukungan, doa yang tiada henti dan materi yang diberikan kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr.Ir. Supriadi Legino, MM.MBA.MA selaku pembimbing skripsi dari Sekolah Tinggi Teknik – PLN Jakarta.

4. Bapak Ir. Djoko Paryoto, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknik - PLN Jakarta.
5. Bapak Syarif Hidayat, ST. MT selaku Sekretaris Jurusan S1 Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknik - PLN Jakarta.
6. Bapak Agus Setiawan selaku Mentor 1 dari team *Facility Engineering* di *Reliability and Integrity (RITA)* di PT. Chevron Geothermal Indonesia, North Duri Cogeneration Plant yang telah membimbing, mengarahkan selama penelitian dan berbagi ilmu dan pengalamannya.
7. Bapak Pahala Silaen selaku Mentor 2 dari team *Facility Engineering* di *Reliability and Integrity (RITA)* di PT. Chevron Geothermal Indonesia, North Duri Cogeneration Plant yang telah membimbing, mengarahkan dan berbagi ilmunya.
8. Bapak Rijadi Budiman selaku *Team Leader Reliability and Integrity (RITA) of Facility Engineering* di PT. Chevron Geothermal Indonesia, North Duri Cogeneration Plant.
9. Bapak Radpanji Widjaja selaku *Aset Manager* PT. Chevron Geothermal Indonesia, North Duri Cogeneration Plant.
10. Pak Tafip Putra selaku HR di PT. Chevron Geothermal Indonesia, North Duri Cogeneration Plant.
11. Bapak Ardhan Amri selaku PIC selama penelitian di PT. Chevron Geothermal Indonesia, North Duri Cogeneration Plant .
12. Bapak Deddy Zalmindo selaku *sr.Technician Instrument Control and Electrical* PT. Chevron Geothermal Indonesia, North Duri Cogeneration.
13. Seluruh dosen, karyawan dan staf Sekolah Tinggi Teknik – PLN Jakarta yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

14. Seluruh karyawan dan Bisnis Partner PT. Chevron Geothermal Indonesia, North Duri Cogeneration Plant yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu penulis meminta maaf dan menerima kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak, Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jakarta, 23 Februari 2015

Rio Afrianda

2010-11-056

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIA SKRIPSI	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitia	3
1.3.1 Manfaat Teeoritis	3
1.3.2 Manfaat Praktis	3
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II MOTOR MOTOR LISTRIK AC TIGA FASA	
2.1 Motor Listrik	5
2.1.1 Prinsip Kerja Motor Listrik	5
2.1.2 Klasifikasi Motor Listrik	8
2.2 Motor Listrik AC AC Tiga Fasa	8
2.2.1 Motor Induksi Rotor Sangkar Tiga Fasa	10
2.2.1.1 Kostruksi Inti Rotor Berdasarkan NEMA	15

2.2.1.2 Rangkaian Ekuivalen	17
2.2.1.3 Parameter Asut dan Parameter Jala-Jala	20
2.2.1.4 Karakteristik Operasi	21
2.2.2 Motor Induksi Rotor Lilitan Tiga Fasa	24
2.2.2.1 Rangkaian Ekuivalen	25
2.2.2.2 Karakteristik Operasi	26
2.2.3 Motor Sinkron Tiga Fasa	27
2.2.3.1 Rangkaian Ekuivalen	30
2.2.3.2 Karakteristik Operasi	30

BAB III GANGGUAN PADA MOTOR INDUKSI TIGA FASA

3.1 Relay GE469	32
3.2 Instalasi di Sisi Relay 469	33
3.3 Instalasi di Sisi Motor	33
3.3 Pembumian Motor	34
3.4 Tend Data Operasi	34
3.5 Jenis-Jenis Kumparan Stator	34
3.5.1 <i>Coil to Coil</i>	35
3.5.2 <i>Open Circuit</i>	35
3.5.3 <i>Phase to Phase</i>	35

3.5.4 <i>Coil to Ground</i>	35
3.5.5 <i>Turn to Turn</i>	36

BAB IV ANALISA KERUSAKAN MOTOR PADA BOILER FEED WATER PUMP

4.1 Analisa Kerusakan Motor Karena Setting Relay	37
4.1.1 Setting Relay Arus Lebih	37
4.1.2 Setting Relay Beban Lebih	38
4.1.3 Setting Relay <i>Unbalance</i>	38
4.1.4 Setting Relay Hubung Singkat Ketanah	39
4.1.5 Setting Relay <i>Long Start</i>	40
4.1.6 Setting Relay Temperatur	41
4.1.5 Motor Terkunci (Lock Out)	27
4.2 Analisa Kerusakan Motor	43
4.2.1 Analisa Setting Relay Beban Lebih	43
4.2.2 Analisa Tegangan Suplai Tidak Seimbang	44
4.2.3 Analisa Gangguan Hubung Singkat Ketanah	46
4.2.4 Analisa Panas Berlebih	48
4.2.5 Analisa Motor Terkunci	49
4.3 Analisa Instalasi Relay 469	49
4.4 Analisa Pembumian Motor	50
4.5 Analisa Trend Data Operasi	54
4.6 Analisa Pengaruh Kelembaban Terhadap Terhadap Terjadinya Turn to Turn	54
4.7 Analisa Kondisi Motor di Lapangan	57

4.8 Analisa Pengaruh Pengujian HIPOT dan MAGER Terhadap Isolasi	67
4.9 Analisa Jenis dan Karakteristik Resin Epoxy Sebagai Isolasi Stator	62
4.10Analisa Konstruksi Motor BFWP	65
BAB V KESIMPULAN	71
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Hukum tangan kiri Fleming.....	7
Gambar 2.2. Mekanisme Kerja Motor Listrik.....	8
Gambar 2.3. Klasifikasi motor listrik.....	9
Gambar 2.4. Distribusi fluks magnet karena arus listrik tiga fasa.....	10
Gambar 2.5. Bentuk rotor motor induksi rotor sangkar.....	11
Gambar 2.6. Susunan batang penghantar pada rotor sangkar.....	12
Gambar 2.7. Karakteristik <i>speed – torque</i> motor induksi AC.....	14
Gambar 2.8. Konstruksi motor induksi rotor sangkar fasa tiga.....	14
Gambar 2.9. Konstruksi rotor motor induksi rotor sangkar.....	15
Gambar 2.10. Konstruksi rotor motor induksi dengan sangkar ganda.....	15
Gambar 2.11. Inti rotor sangkar berdasarkan klasifikasi NEMA.....	16
Gambar 2.12. Kurva torsi – kecepatan berdasarkan klasifikasi NEMA.....	17
Gambar 2.13. Rangkaian ekivalen belitan stator.....	18
Gambar 2.14. Rangkaian ekivalen belitan rotor.....	18
Gambar 2.15. Rangkaian ekivalen motor induksi.....	19
Gambar 2.16. Rangkaian ekivalen per fasa pada kondisi hubung singkat.....	19
Gambar 2.17. Rangkaian ekivalen per fasa pada kondisi rotor berputar.....	19
Gambar 2.18. Rangkaian ekivalen motor induksi yang disempurnak	20
Gambar 2.19. Rangkaian ekivalen motor induksi alternatif kedua.....	20
Gambar 2.20. Penghantar pada <i>slot</i> rotor sangkar ganda.....	22
Gambar 2.21. Kurva karakteristik torsi – kecepatan motor induksi rotor Sangkar	23
Gambar 2.22. Kurva karakteristik asut berbagai jenis rotor sangkar tiga fasa.....	23

Gambar 2.23. Kurva karakteristik torsi dan karakteristik arus asut rotot sangkar.....	24
Gambar 2.24. Kurva torsi motor induksi rotor sangkar dan bebannya.....	24
Gambar 2.25. Rangkaian pengasutan dan rangkaian elektrik rotor lilitan.....	25
Gambar 2.26. Konstruksi rotor lilitan tiga fasa.....	25
Gambar 2.27. Konstruksi motor induksi rotor lilitan tiga fasa.....	26
Gambar 2.28. Rangkaian ekivalen motor induksi rotor lilitan.....	26
Gambar 2.29. Kurva karakteristik torsi – kecepatan motor induksi rotor lilitan.....	27
Gambar 2.30. Kurva torsi dengan menggunakan delapan tingkat pengasutan.....	28
Gambar 2.31. Konstruksi motor sinkron dengan rotor kutub sepatu.....	29
Gambar 2.32. Kutub – kutub sepatu rotor motor sinkron.....	30
Gambar 2.33. Kurva efisiensi motor listrik sebagai fungsi pembebanan motor.....	30
Gambar 2.34. Rangkaian ekivalen per fasa motor sinkron.....	30
Gambar 2.35. Karakteristik torsi motor sinkron tiga fasa.....	30
Gambar 2.36. Kurva – V motor sinkron.....	31
Gambar 3.1. Relay GE 469	32
Gambar 3.2. Instalasi Disisi Motor.....	33
Gambar 3.3. Jenis Hubung Singkat Pada Stator	33
Gambar 4.1. Kurva Karakteristik Relay Arus Lebih	37
Gambar 4.2. Kurva Karakteristik Relay Overload.....	38
Gambar 4.3. Kurva Karakteristik Devinite Time	40
Gambar 4.4. Diagram Instalasi RTD.....	41
Gambar 4.5. Kurva Karakteristik Overload.....	43

Gambar 4.6. Hasil Pengujian Relay 469.....	44
Gambar 4.7. Line BFWP A dan D.....	46
Gambar 4.8. Karakteristik Kerusakan Stator Karena Ground Fault.....	47
Gambar 4.9. Hasil Pengujian Relay 469.....	44
Gambar 4.10. Instalasi Kabel Fasa Sisi Relay GE 469	50
Gambar 4.11. Instalasi Kabel Ground Shild Tidak Dilewatkan Pada CT	50
Gambar 4.12. Instalasi Kabel Ground Shild Dilewatkan pada CT	50
Gambar 4.13. Instalasi Kabel Ground Shild Pada Sisi Motor	51
Gambar 4.14. Diagram Kutub Banyak Instalasi Pada Motor BFWP	53
Gambar 4.15. Instalasi Kabel Netral Langsung Dihubung ke Bodi Motor	53
Gambar 4.16. Ditemukan Bekas Genangan Air Didalam Motor	55
Gambar 4.17. Kelembaban yang Menurunkan Resistansi dari Isolasi	55
Gambar 4.18. Kelembaban yag menurunkan resistansi dari isolasi	56
Gambar 4.19. Bekas Rembesan Air Pada Top Motor	57
Gambar 4.20. Motor di Instalasi Diluar Gedung tanpaPelindung dari Huja ..	57
Gambar 4.21. Motor BFWP A, B, C dan D.....	58
Gambar 4.22. Bekas Rembesan Air yag Terhisap Masuk Pada Filter	58
Gambar 4.23. Instalasi Kabel Ground Shild Dilewatkan pada CT	58
Gambar 4.24. Filter Udara Terbuat Dari Logam	59
Gambar 4.25. Kondisi Motor Pada Saat Hujan Gerimis.....	60
Gambar 4.26. Jenis Isolasi ang Digunakan pada Stator Motor	62
Gambar 4.27. Top Motor Teco Westinghouse Tipe WP2.....	66
Gambar 4.28. Top Motor Toshiba Tipe WP1.....	67
Gambar 4.29. Top Motor Toshiba Tipe WP2.....	67
Gambar 4.30. Desain Pelindung Motor Dari Air	68
Gambar 4.31. Motor Pelindung Air.....	69

Gambar 4.32. Motor Dengan Prototype Pelindung Air Tampak Depan69

Gambar 4.33. Motor Dengan Prototype Pelindung Air Tampak Samping70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.2 Perbandingan X1 dan X2 Saat Diasut Berdasarka Klasifikasi	
NEMA.....	21
Tabel 4.1 Seting Relay Unbalance	39
Tabel 4.2 Seting Relay Ground Fault	39
Tabel 4.3 Seting Relay RTD	42
Tabel 4.4 Standart Operasi Isolasi Epoxy Kelas F	42

ABSTRAK

Motor induksi 3 fasa dengan daya 4160 Hp dan tegangan 4000 Volt di North Duri Cogeneration Plant di gunakan untuk Boiler Feed Water Pump. Beberapa kali terjadi kegagalan pada motor ini karena kumparan stator dari motor ini terbakar. Jenis Relay yang digunakan sebagai pengaman motor ini adalah GE 469. Dalam beberapa kali gangguan, relay tidak mendeteksi adanya arus gangguan sehingga relay tidak bekerja.

Setelah dilakukan serangkaian penelitian dengan metode kuantitatif atau dengan membandingkan data atau standart dari IEEE yang dibandingkan dengan data setting dan kerusakan yang ditemukan dilapangan, disimpulkan jenis gangguan yang terjadi adalah Turn to Turn Winding Fault, yang disebabkan oleh kelembaban. Penyebab terjadinya Turn to Turn Windig Fault, bagaimaa proses terjadinya dan apa solusi untuk mengatasi gangguan ini akan di bahas lebih lanjut dalam skripsi ini.,

Kata Kunci :

Gangguan Motor Induksi Tiga Fasa, Turn to Turn Winding Fault, Kelembaban.

