

PENGUJIAN LIFETIME MOTOR INDUKSI FDF & IDF CDU V
DI PT KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL RU III



SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata – 1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti Palembang**

Oleh:

IMAM FADLI

1523110043

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2022

**PENGUJIAN LIFETIME MOTOR INDUKSI FDF & IDF CDU V
DI PT KILANG PERTAMINA INTERNASIONAL RU III**



SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Kurikulum Pada Tingkat Sarjana
Strata – 1 Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Tridinanti Palembang

Oleh :



**IMAM FADLI
1523110043**

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TRIDINANTI PALEMBANG
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Nama Mahasiswa : Imam Fadli
Nomor Pokok : 1523110043
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata 1 (S1)
Judul Skripsi : Pengujian Lifetime Motor Induksi Fdf & Idf Cdu V
Di PT Kilang Pertamina Internasional RU III

Disetujui oleh :

Pembimbing I



M.Husni Syahbani, S.T., M.T.

Pembimbing II



Dina Fitria, S.T., M.T.

Mengetahui ;
Dekan,



Ir. Zulernain Fatoni, M.T., M.M.

Ketua,
Program Studi Teknik Elektro



M.Husni Syahbani, S.T., M.T.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Imam Fadli
Nomor Pokok : 1523110043
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata 1 (S1)
Judul Skripsi : Pengujian Lifetime Motor Induksi Fdf & Idf Cdu V
di PT Kilang Pertamina Internasional RU III

Dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul yang tersebut diatas adalah murni karya saya sendiri. Bukan hasil plagiat, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah skripsi dan disebutkan sebagai bahan referensi serta dimasukkan dalam daftar pustaka.
2. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini terbukti merupakan hasil plagiat atau jiplakan dari skripsi karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan serta bersedia menerima sanksi hukum berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang "Sistem Pendidikan Nasional" pasal 70 berbunyi : Lulusan yang karya ilmiah yang digunakannya untuk mendapatkan gelar akademik, profesi atau vokasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 25 ayat (2) terbukti merupakan jiplakan dipidana dengan pidana penjara paling lama dua tahun /atau pidana denda paling banyak Rp 200.000.000,- (dua ratus juta rupiah).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Palembang, 31 AGUSTUS 2022
Penulis,

Imam Fadli

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada ALLAH SWT, karena atas rahmat dan hidayahNya Saya diizinkan untuk menimba ilmu dan menjadi bermanfaat dan berguna dengan ilmu yang saya pelajari, terutama dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat.

Saya persembahkan karya tulis ini untuk semua orang yang saya cintai dan sayangi.

- ❖ **Kedua orang tua dan mertua tercinta, Bapak Fakhrul dan ibu Yuliana, Bapak Tarik Huzairin dan Ibu Sukarniati yang selalu memberi semangat dan do'a.**
- ❖ **Istriku Wizarani Cartari dan anak-anakku tercinta Alea Imara Azzahra dan Muhammad Alif Al Faza, yang selalu memberikan semangat dan do'a.**
- ❖ **Teman-teman seperjuangan jurusan teknik elektro yang selalu semangat dalam menempuh pendidikan.**
- ❖ **Almamaterku (Universitas Tridinanti)**

ABSTRAK

Pengecekan tahanan isolasi dengan menggunakan insulation tester dilakukan pada motor induksi FDF KM-85-001 & IDF KM-85-004. Pengecekan pertama dilakukan pada bulan Juli 2019, kemudian pengecekan kedua dilakukan pada bulan Juli 2021, didapat dua data tahanan isolasi pada pengecekan tersebut. Kemudian dari data tersebut dilakukan life time assessment tahanan isolasi menggunakan metode interpolasi linier untuk mengetahui apakah motor tersebut dapat bertahan sampai bulan agustus 2023.

Berdasarkan standar yang ditentukan oleh IEEE, yaitu nilai tahanan isolasi minimum $5 \text{ M}\Omega$. Maka dengan Penghitungan menggunakan metode Interpolasi linier, Motor induksi FDF KM-85-001 mempunyai tahanan isolasi $17.7522 \text{ M}\Omega$ pada bulan oktober 2023, dan motor induksi IDF KM-85-004 mempunyai tahanan isolasi $9.774 \text{ M}\Omega$ pada bulan maret 2023. Berdasarkan hasil tersebut, motor induksi FDF KM-85-001 mampu bertahan sampai dengan jadwal Turn Arround pada bulan Agustus 2023, sedangkan Motor induksi IDF KM-85-004 hanya sampai dengan bulan Maret 2023.

Kata kunci: Motor Listrik, Penurunan Tahanan Isolasi, IEEE, metode interpolasi linier, Pertamina.

ABSTRACT

Checking the insulation resistance using a insulation tester is carried out on the FDF KM-85-001 & IDF KM-85-004 induction motors. The first check was carried out in July 2019, then the second check was carried out in July 2021, obtained two data on insulation resistance during the check. Then from the data, a life time assessment of insulation resistance was carried out using the linear interpolation method to find out whether the motor can last until August 2023.

Based on the standard determined by the IEEE, the minimum insulation resistance value is $5 \text{ M}\Omega$. So by calculating using the linear interpolation method, the FDF KM-85-001 induction Motor has an insulation resistance of 17.7522 M in October 2023, and the IDF KM-85-004 induction motor has a resistance of 17.7522 M . isolation of $9,774 \text{ M}$ in March 2023. Based on these results, the FDF KM-85-001 induction motor was able to last up to the Turn Around schedule in August 2023, while the IDF KM-85-004 induction motor only lasted until March 2023.

Keywords: Electric Motor, Insulation Resistance Reduction, IEEE, Linier Interpolasi Method, Pertamina.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala, dimana skripsi berjudul Pengujian Lifetime Motor induksi Fdf & Idf Cdu V di PT Kilang Pertamina Internasional RU III disusun guna memenuhi sebagian persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana (S1) pada Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada yang terhormat :

- Bapak M.Husni Syahbani,ST.MT Selaku Pembimbing Utama
- Ibu Dina Fitria,ST.MT Selaku Pembimbing kedua

yang telah meluangkan waktu dan sumbangsih tenaga dalam membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyusun skripsi.

Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada :

1. Ibu Dr.Ir.Hj.Nyimas Manisah MP. Rektor Universitas Tridinanti Palembang.
2. Bapak Zulkarnain Fatoni,MT.MM Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
3. Bapak M.Husni Syahbani,ST.MT Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
4. Ibu Dina Fitria,ST.MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
5. Staf Dosen dan Karyawan Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang.
6. Teman-teman dan pihak-pihak lain yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu yang secara tidak langsung turut membantu penyusunan skripsi ini, dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis. Aamiin.

Palembang, 31 Agustus 2022

Penulis
Imam Fadli

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Metode penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor Listrik	5
2.2 Motor DC	5
2.3 Motor AC	6
2.4 Motor Listrik Sinkron	7
2.4.1 Prinsip Kerja Motor AC Sinkron	8
2.5 Motor Induksi.....	9
2.5.1 Konstruksi Motor Induksi	10
2.5.2 Prinsip Kerja Motor Induksi.....	12

2.6 Tahanan Isolasi.....	13
2.7 Pengertian Pengukuran.....	16
2.8 Insulation Tester.....	17
2.4.1 Megger	17
2.9 Konstruksi dan Isolasi Stator	20
2.10 Penyebab Kerusakan Motor Listrik	21
2.10.1 Mechanical Failure	21
2.10.2 Over Current.....	22
2.10.3 Low Insulation Resistance	22
2.11 Pengujian Tahanan Isolasi	24
2.11.1 Pengukuran Tahanan Setiap Belitan Motor	27
2.11.2 Pengukuran Tahanan Isolasi Antar Belitan Motor.....	28
2.11.3 Pengukuran Tahanan Isolasi Belitan Dengan Ground ..	28
2.12 Tahanan Isolasi	29
2.12.1 Pengertian Kelas isolasi	30
2.12.2 Penentuan Kelas Isolasi.....	31
2.12.3 Kelas isolasi.....	33
2.13 Polarization Indeks	34
2.14 Standar Minimum Isolasi Menurut IEEE	35
2.15 Interpolasi Linier.....	36

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian	39
3.2 Alat Penelitian	39
3.3 Alur Penelitian.....	40
3.4 langkah-langkah penelitian	41
3.4.1 Batasan Masalah.....	41
3.4.2 Studi Literatur	41
3.4.3 Pengambilan Data	41
3.5 Draft Fan	48
3.5.1 FDF (Forced Draft Fan)	49

3.5.2 IDF (Induced Draft Fan)	50
3.5.3 Konstruksi Motor Draft FAn.....	52
3.6 Sistem Kendali Motor Induksi FDF dan IDF.....	53
3.7 Perhitungan Penurunan Nilai Tahanan Isolasi	54

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL ANALISIS

4.1 Perhitungan Penurunan Nilai Tahanan Isolasi Motor	56
4.1.1 Penurunan Tahanan Isolasi Motor Induksi FDF	56
4.1.2 Penurunan Tahanan isolasi Motor Induksi IDF	61
4.2 Pembahasan Hasil Perhitungan	65

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran.....	68

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Motor Induksi 3 phasa.....	10
2.2 Kontruksi Motor Induksi 3 Phasa.....	11
2.3 Diagram Rangkaian Megger E	19
2.4 Konstruksi Megger Menggunakan Baterai	19
2.5 Pengukuran Tahanan Isolasi Antar kumparan	25
2.6 Struktur Belitan Motor 3 Phase	25
2.7 Sambungan Delta dan Star Motor 3 Phase	27
2.8 Pengukuran Tahanan Setiap Belitan	28
2.9 Pengukuran Tahanan Isolasi Antar Belitan	29
2.10 Pengukuran Tahanan Isolasi Kumparan dengan Ground.....	29
3.1 Name Plate Spesifikasi Motor Induksi FDF	42
3.2 Name Plate Spesifikasi Beban FDF KM-85-001 CDU V	43
3.3 Name Plate Spesifikasi Motor Induksi IDF	44
3.4 Name Plate Spesifikasi Beban IDF KM-85-004 CDU V	45
3.5 Furnace/Boiler CDU V	49
3.6 Konstruksi Stack CDU V	51
3.7 Konstruksi Motor Induksi FDF KM-85-001	53
3.8 Konstruksi Motor Induksi IDF KM-85-004.....	53
3.9 Panel Kontrol Motor Induksi draft Fan CDU V	55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Besaran Tegangan Uji	30
2.2 Tabel Kelas Isolasi Motor Listrik	32
2.3 Definisi Nilai PI Yang Terukur.....	35
2.4 Nilai IR Minimum.....	36
3.1 Spesifikasi Motor Induksi FDF KM-85-001.....	42
3.2 Spesifikasi Beban FDF KM-85-001	43
3.3 Spesifikasi Motor Induksi IDF KM-85-004	44
3.4 Spesifikasi Beban IDF KM-85-004	45
3.5 Data Jam Kerja Pengoperasian Motor Induksi Draft Fan	46
3.6 Data Pengukuran Tahanan Isolasi Motor Induksi FDF	47
3.7 Data Pengukuran Tahanan Isolasi Motor Induksi IDF	47
4.1 Data Penurunan Nilai Tahanan isolasi Motor Induksi FDF.....	58
4.2 Data Penurunan Nilai Tahanan isolasi Motor Induksi IDF.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

1. Rincian perhitungan penurunan tahanan isolasi motor Induksi FDF & IDF
2. Nameplate Spesifikasi Motor FDF KM-85-001 CDU V
3. Nameplate Spesifikasi Beban Fan FDF KM-85-001 CDU V
4. Nameplate Spesifikasi Motor IDF KM-85-004 CDU V
5. Nameplate Spesifikasi Beban Fan IDF KM-85-004 CDU V
6. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Motor Induksi FDF (Juli 2019)
7. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Motor Induksi FDF (Juli 2021)
8. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Motor Induksi IDF (Juli 2019)
9. Hasil Pengukuran Tahanan Isolasi Motor Induksi IDF (Juli 2021)
10. Standar Minimum Tahanan Isolasi menurut IEEE
11. Polarization Indeks
12. Besar tegangan uji yang direkomendasikan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

CDU V merupakan salah satu unit produksi di RU III yang mengolah crude oil untuk menghasilkan produk BBM dan Non BBM. CDU V dalam operasionalnya di dukung oleh peralatan-peralatan operasi,diantaranya adalah furnace yang berfungsi sebagai ruang bakar untuk menaikkan titik didih dari crude oil. Furnace mempunyai konstruksi yang kompleks sehingga dapat beroperasi dengan optimal. Terdapat FDF (Forced draft Fan) dan IDF (Induced Draft Fan) yang mendukung operasional tersebut. FDF dan IDF digerakkan oleh motor induksi 3 Fasa. Untuk mendukung operasional dari CDU V, Motor induksi FDF dan IDF beroperasi secara kontinu tanpa spare sehingga penting untuk menjaga kehandalan dari motor ini. Melihat peran yang critical,kerusakan pada motor induksi FDF dan IDF sangat dihindari,karena ketika terjadi permasalahan pada motor ini, dapat mengganggu operasional Crude Distilate Unit (CDU) V.

Penyebab utama dari kerusakan motor listrik adalah low resistance. Hal ini terutama karena sulitnya atau bahkan tidak ada di pasaran alat proteksi atau deteksi on-line dari low resistance. Seiring berjalannya waktu nilai dari tahanan isolasi mengalami penurunan. Tahanan isolasi juga memiliki nilai minimum yang sudah ditetapkan oleh Regulasi, apabila nilai tahanan mendekati nilai minimumnya maka perlu dilakukan *pengondisian ulang*. Jika motor bekerja dengan nilai tahanan dibawah minimum yang

telah ditentukan akan sangat bahaya, mengingat dampak dari motor yang memiliki nilai tahanan isolasi yang buruk dapat membuat motor bekerja short (hubungan pendek), kumparan cepat panas, bahaya apabila disentuh oleh manusia, dan tentunya motor akan trip sehingga menyebabkan emergency stop unit CDU V.

Mengingat criticalnya motor induksi FDF KM 85-001 dan IDF KM-85-004 CDU V ini dalam keberlangsungan produksi, Maka dari itu penulis tertarik untuk membahas “Pengujian *Lifetime* Motor induksi FDF & IDF CDU V di PT Kilang Pertamina Internasional RU-III Plaju”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Berapa besar penurunan nilai tahanan isolasi motor induksi FDF KM-85-001 dan IDF KM-85-004 CDU V tiap 1 jam operasional.
2. Berapa lama motor induksi FDF KM-85-001 dan IDF KM-85-004 CDU V dapat dioperasikan sesuai standar minimum tahanan isolasi yang ditentukan regulasi setelah perhitungan penurunan tahanan isolasi motor.
3. Apakah tahanan isolasi motor induksi FDF KM-85-001 dan IDF KM-85-004 CDU V masih layak untuk dioperasikan sampai bulan agustus tahun 2023 sesuai dengan jadwal *turn around* unit CDU V.

1.3 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini, pembahasan masalah dibatasi pada batasan-batasan sebagai berikut:

1. Melakukan analisis penurunan nilai tahanan isolasi motor induksi FDF KM-85-001 dan IDF KM-85-004 CDU V tiap 1 jam operasional.
2. Analisis lifetime Motor induksi FDF KM-85-001 dan IDF KM-85-004 CDU V dari penurunan tahanan isolasi tiap bulan atau jam operasionalnya.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

Mengetahui *Lifetime* motor induksi FDF KM-85-001 dan IDF KM-85-004 CDU V sampai batas minimum tahanan isolasi yang diizinkan sesuai standart menurut IEEE yaitu $5 \text{ M}\Omega$.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam skripsi ini adalah Studi literatur, merupakan pembelajaran mengenai materi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan berasal dari buku, jurnal, artikel, internet dan skripsi.

1. Studi bimbingan dengan melakukan diskusi tentang topik skripsi dengan dosen pembimbing yang telah ditunjuk oleh Teknik Elektro Universitas Tridinanti Palembang
2. Pengumpulan data melalui observasi berupa data spesifikasi motor, jam kerja pengoperasian motor, dan data tahanan motor di awal operasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang dipakai dalam penyusunan skripsi ini sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini membahas latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini membahas teori-teori secara umum yang berkaitan dengan Pengujian *Lifetime* motor induksi FDF KM-85-001 dan IDF KM-85-004 Cdu V di PT Kilang Pertamina Internasional RU III

Bab III Metodelogi Penelitian

Pada bab ini dibahas tentang data-data yang dibutuhkan dalam melakukan perhitungan dan metode yang digunakan untuk perhitungan untuk mencapai tujuan dari penulisan skripsi ini.

Bab IV Pembahasan

Pada bab ini membahas tentang data-data perhitungan yang dibutuhkan dan analisis dari hasil perhitungan.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisi kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian dan berisi saran yang sesuai dengan permasalahan yang diteliti

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adibroto,Soemarno.2009.TesIsolasi.Graha ilmu.Yogyakarta.
- [2] Andriyanto,stefanus.2016.*LIFE TIME ASSESSMENT MOTOR CONTAINER CRANE* PT PELINDO III,Surabaya.
- [3] Darmawan,C.W.,Daryanto.2021.Alat Ukur dan Teknik Pengukuran. Gava Media.Yogyakarta.
- [4] Daryanto.2021.Teori dan Aplikasi Teknik Listrik.Gava Media. Yogyakarta.
- [5] Chapra, Stephen C.,Canale, Raymond P. Metode Numerik :Interpolasi.Penerbit Erlangga.
- [6] Gill, P., 2009. Electrical Power Equipment Maintenance and Testing 2nd Edition. New York: CRC Press Taylor & Francis Group.
- [7] IEEE Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Electric Machinery, IEEE Std. 43-2013, 2013
- [8] Motor Reliability Working Group, “Report of Large Motor Reliability Survey of Industrial and Commercial Installations, part I,” IEEE Trans. Ind. Appl., Vol. IA-21, No. 4, hal. 853-864, Juli/Agt. 1985
- [9] PT. Pertamina (Persero) Refinery Unit III Buku petunjuk Manajemen, (No.Dokumen : 1-1/HARLUR-PTM/2018)