



Perkiraan Usia Motor Induksi 3 Fasa 250kw Berdasarkan Tahanan Isolasi Pada Rumah Pompa Surabaya

Puji Slamet¹, Reza Sarwo Widagdo¹, Jepri Tri Admoko^{2,*}

¹Teknik, Teknik Elektro, universitas 17 Agustus, Surabaya, Indonesia
Email: ¹rezaswidagdo@untag-sby.ac.id, ^{2,*}jefritri91@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Histori Artikel:

Tanggal Submit : 00 Bulan 0000
Tanggal di Terima : 00 Bulan 0000
Tanggal Publish : 00 Bulan 0000

KORESPONDENSI

Email: jefritri91@gmail.com

A B S T R A K

Motor induksi tiga fasa merupakan komponen vital dalam sistem penggerak pompa air, terutama pada fasilitas penanggulangan banjir seperti di Rumah Pompa Gunungsari 2 Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai tahanan isolasi pada motor induksi 3 fasa 250 kW, memperkirakan sisa usia motor berdasarkan hasil pengukuran tersebut, serta membandingkannya dengan standar IEEE No. 43 guna menilai kelayakan operasi motor. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur, observasi lapangan, dan pengambilan data langsung melalui pengukuran tahanan isolasi antar fasa dan antara fasa dengan body motor menggunakan insulation resistance tester. Data kemudian dianalisis menggunakan metode Polarization Index (PI) dan Dielectric Absorption Ratio (DAR), serta dilakukan perhitungan susut umur motor berdasarkan tren penurunan nilai tahanan isolasi dari tahun 2018 hingga 2024.

Kata Kunci : *motor induksi 3 fasa, tahanan isolasi, polarization index, sisa umur, rumah pompa, IEEE No. 43*

A B S T R A C T

Three-phase induction motors are vital components in water pump drive systems, especially in flood control facilities such as the Gunungsari 2 Pump House in Surabaya. This study aims to analyze the insulation resistance value of a 250 kW 3-phase induction motor, estimate the remaining life of the motor based on the measurement results, and compare it with the IEEE No. 43 standard to assess the feasibility of motor operation. The research methods used include literature studies, field observations, and direct data collection through measuring the insulation resistance between phases and between phases and the motor body using an insulation resistance tester. The data is then analyzed using the Polarization Index (PI) and Dielectric Absorption Ratio (DAR) methods, and the motor life loss calculation is carried out based on the trend of decreasing insulation resistance values from 2018 to 2024.

Keywords : 3-phase induction motor, insulation resistance, polarization index, remaining life, pump house, IEEE No. 43

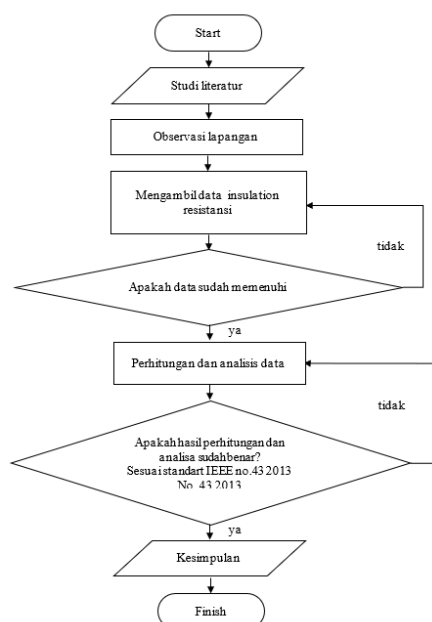
1. PENDAHULUAN

Rumah pompa merupakan infrastruktur vital dalam sistem drainase perkotaan untuk mengendalikan banjir, terutama di kota besar seperti Surabaya. Pengoperasian rumah pompa sangat bergantung pada motor induksi tiga fasa, salah satunya berdaya 250 kW, yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Namun, tingginya intensitas kerja dan kondisi lingkungan yang kurang ideal dapat menyebabkan penurunan kualitas isolasi pada motor, yang berdampak pada efisiensi dan keandalan sistem. Salah satu parameter penting dalam menjaga performa motor adalah tahanan isolasi. Penurunan nilai tahanan isolasi dapat menimbulkan arus bocor, panas berlebih, hingga kerusakan total motor. Pengujian tahanan isolasi, seperti metode Insulation Resistance (IR), merupakan pendekatan yang efektif, ekonomis, dan umum digunakan. Standar IEEE 43 menyebut bahwa kegagalan motor listrik sebagian besar disebabkan oleh kerusakan pada sistem isolasi. Oleh karena itu, pemantauan nilai IR secara berkala sangat penting untuk mencegah kerusakan dini dan biaya operasional yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas isolasi pada motor induksi 250 kW di rumah pompa, mengidentifikasi faktor penyebab penurunan isolasi, serta merekomendasikan metode pemeliharaan yang tepat untuk meningkatkan keandalan operasional sistem.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dan pengumpulan data lapangan. Studi literatur dilakukan untuk memahami teori-teori terkait dan memperkuat dasar ilmiah dalam menyelesaikan masalah, serta mengidentifikasi kekurangan pengetahuan dari penelitian sebelumnya. Pengumpulan data dilakukan secara langsung melalui pengukuran tahanan isolasi antar fasa dan antara fasa dengan body pada motor listrik 3 fasa. Parameter utama yang diukur meliputi tahanan isolasi dan indeks polaritas (Polarization Index/PI), serta tangen delta, guna mengevaluasi kondisi dan sisa umur isolasi motor. Teknik pengukuran serta peralatan yang digunakan dijelaskan secara rinci untuk memastikan validitas data. Objek penelitian adalah motor induksi 3 fasa berdaya 250 kW yang beroperasi di Dinas Sumber Daya Air dan Bina Marga Surabaya sebagai penggerak pompa air dalam sistem pengendalian genangan di Kota Surabaya.

2.1 Diagram alir



Menurut diagram alir di atas tahapan yang akan peneliti lakukan sebagai berikut:

1. Mulai mempersiapkan semua keperluan yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian

2. Mengumpulkan dan mempelajari sejumlah sumber referensi atau teori (*paper*, jurnal, dan internet) yang berkaitan dengan permasalahan yang sedang diteliti
3. Observasi dan menanyakan tentang semua hal yang berkaitan dengan penelitian pada petugas yang berada di lapangan
4. Pengumpulan data dilakukan setelah studi literatur dan observasi lapangan selesai, pengambilan data yang dibutuhkan yaitu data *insulation resistance* motor pompa 250 kw.
5. Apakah data sudah didapatkan? Jika sudah maka melakukan perhitungan dan analisis data, jika belum kembali kepengambilan data
6. Saat data telah didapat dilakukan penghitungan dan analisis *insulation resistance* setiap tahunnya, lalu penentuan sisa masa guna motor pompa 250 kw.
7. Setelah dilakukan perhitungan, apakah perhitungan dan Analisa sudah benar? Jika sudah maka hasil dapat disimpulkan. Jika perhitungan dan Analisa salah maka dilakukan perhitungan dan Analisa ulang
8. Menentukan hasil dan kesimpulan dari seluruh hasil perhitungan untuk mengetahui berapa sisa masa pakai motor pompa 250 kw.

2.2 Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan di Bidang Sarana Dan Prasarana Dinas Sumber Daya Air dan Bina Marga Kota Surabaya, dimulai tanggal 1 Maret 2025 sampai dengan 30 Maret 2025. Dimana, objek penelitian ialah motor pompa 250 kw. Prosedur awal dimulai dengan studi literatur tentang perkiraan umur motor pada rumah pompa berdasarkan uji *insulation resistance*. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui berapa sisa masa pakai motor pompa jika dilihat dari tahun 2018 hingga 2024. Metode yang digunakan meliputi pengambilan data yang hasil pengukuran *insulation resistance* kemudian akan dihitung menggunakan metode *polarization index* (PI) dan *dielectric Absorption ratio* (DAR), kemudian akan di analisa menggunakan perhitungan susut umur pada motor listrik induksi 3 fasa.

2.3 Pengambilan Data Motor Pompa

Objek yang dipilih pada penelitian ini adalah motor pompa 250 kw pada rumah pompa Gunungsari 2 kota Surabaya, dimana merk pompa yang dipergunakan yaitu pompa Grundfos dengan spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 2. 1 spesifikasi motor 250kw

Motor 250 kw	
Merek	GRUNDFOS
Model	KPL.1200.250.10.T.50.13.L.38.Z
S/N	0P2242006802
Daya	250 KW
Putaran	500 rpm
Tegangan	380 V
Arus	493 A
Frekuensi	50 Hz
Faktor Kerja ($\cos \phi$)	0,826
Fasa	3 Phasa
Tahun Operasi	2018

Berdasarkan tabel data di atas bahwa motor listrik induksi memiliki daya sebesar 250kw, dengan daya 380 V menghasikan putaran 500 rpm dan arus nominal sebesar 493 A pada frekuensi 50 Hz dan faktor daya sebesar 0,826 dan sudah beroperasi sejak tahun 2018.

2.4 Pengambilan Data Tahanan Isolasi

Pengambilan data tahanan isolasi dilakukan saat motor pompa dalam keadaan mati. Proses ini memastikan bahwa pengukuran dilakukan dalam kondisi aman dan akurat tanpa adanya interferensi dari tegangan operasi. Data tahanan isolasi diambil dengan menggunakan alat *Insulation Resistance Tester* atau Megger, yang memberikan nilai resistansi isolasi antara bilitan motor induksi dan *body*.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan observasi partisipatif aktif. Menurut Sugiyono [6] dalam observasi ini, peneliti terlibat dengan kegiatan sehari-hari orang yang sedang diamati

atau yang digunakan sebagai sumber data, dan ikut merasakan suka dukanya. Peneliti mengamati apa yang dikerjakan oleh pembimbing lapangan, mendengarkan apa yang diucapkan, mencatat hasil observasi, dan kemudian berpartisipasi dalam aktivitas yang diteliti. Tujuannya adalah agar peneliti mengetahui objek-objek yang akan diteliti.

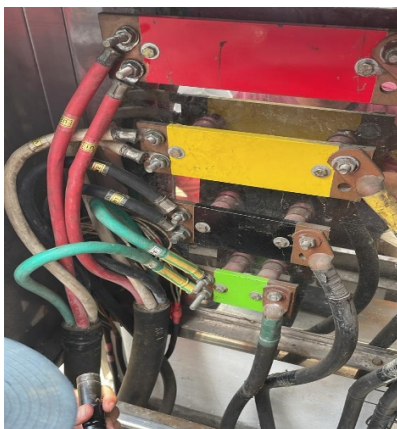
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Tahanan Isolasi

Pengujian motor listrik dengan daya yang tertera pada tabel 3.5 agar dapat mengetahui kehandalan motor listrik pada tahanan isolasi yang berada pada fasa ke fasa dan fasa ke *body*. Terdapat beberapa komponen komponen yang harus kita periksa dan rawat, salah satunya adalah kondisi dari kumparan stator dari motor listrik tersebut, kumparan motor listrik memiliki Tahanan isolasi atau *Insulation Resistance* yang berbeda antara motor satu dengan yang lain. Perbedaan ini diakibatkan oleh beberapa faktor diantaranya :

1. Kelembaban
2. Suhu Lingkungan
3. Waktu Pengoperasian

Pengujian tahanan isolasi yang dilakukan pada motor 250 kw ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3. 1 Pelepasan kabel power pada junction box motor induksi 250 kw

Tahanan isolasi yang buruk dapat memberikan dampak yang serius pada peralatan listrik tersebut. Dampaknya antara lain menyebabkan mesin menjadi lebih panas, penggunaan listrik yang lebih besar dari biasanya, serta risiko peralatan tidak berfungsi karena adanya hubung singkat. Sangat penting bagi pengguna atau pemilik motor listrik untuk tidak mengabaikan nilai tahanan isolasi yang dimiliki oleh motor listriknya.

Seringkali pengguna atau pemilik motor listrik mengabaikan hal ini, sehingga tidak ada tindakan perawatan atau pengecekan berkala yang dilakukan. Maka dari itu *Institute of Electrical and Electronics Engineering* memiliki standart minimum / batasan minimum nilai tahanan isolasi yang direkomendasikan sebelum terjadi kerusakan yang ditulis dalam buku panduan *The IEEE guide, "Recommended practices for Testing Insulation Resistance of Rotating Machinery"* dan Persyaratan Umum Instalasi listrik 2011 (PUIL 2011)[11] yaitu :

Tabel 3.1 Minimum *insulation resistance* IEEE

Nilai Minimum IR (<i>Insulation Resistance</i>) MΩ	Spesimen Uji Motor Listrik
---	----------------------------

IR = KV + 1	Untuk semua jenis belitan yang tahun pembuatannya dibawah tahun 1970- an, atau yang tidak disebutkan dibawahnya.
IR = 100	Untuk mayoritas belitan DC <i>armature</i> dan gulungan AC yang tahun pembuatannya diatas tahun1970-an dari kumparan / <i>coil</i> yang luka.
IR = 5	Dari sebagian besar mesin dengan <i>coil stator</i> yang luka secara acak dan dari <i>coil</i> yang luka di bawah 1 KV

Table 3.2 Minimum *insulation resistance* PUIL 2011

Voltase sirkit nominal V	Voltase uji a.s. V	Resistansi insulasi MΩ
SELV dan PELV	250	≥ 0,5
Sampai dengan 500 V, termasuk FELV	500	≥ 1,0
Di atas 500 V	1000	≥ 1,0

Keterangan :

1. SELV adalah singkatan dari *safety extra low voltage* (voltase ekstra rendah keselamatan).
2. PELV adalah singkatan dari *protective extra low voltage* (voltase ekstra rendah proteksi).
3. FELV adalah singkatan dari *funcional extra low voltage* (voltase ekstra rendah fungsional).

Untuk motor yang memiliki nilai tahanan isolasi di bawah standar, disarankan untuk melakukan isolasi ulang atau reinsulation. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya hubungan singkat yang dapat terjadi di kumparan motor baik stator maupun rotor. Dampak yang timbul apabila motor tetap beroperasi dengan nilai tahanan isolasi yang rendah adalah berpeluang besar untuk tidak berfungsi. Hal ini disebabkan oleh terjadinya hubungan singkat pada kumparan yang dapat menyebabkan kumparan tersebut terbakar. Jika kumparan terbakar, maka diperlukan proses lilit ulang atau rewinding untuk mengembalikan fungsi motor.

A. Pengujian isolasi antar belitan motor / phase to phase

Pengujian dilakukan dengan menerapkan tegangan rating atau di atas rating untuk menginjeksi arus listrik ke dalam lilitan motor. Karena ada sumber listrik dengan tegangan yang besar, maka pengujian harus dilakukan dengan hati- hati dan mengikuti prosedur dengan benar, supaya terhindar dari bahaya sengatan listrik. Pengujian dilakukan pada kabel phase antar lilitan motor listrik dan kabel phase lilitan dengan kabel body motor listrik.

Sebelum menguji lebih lanjut tentang tahanan isolasi perlu diperhatikan dalam melakukan pengujian. Mengikuti arahan dari yang berpengalaman dan juga memadukan pengetahuan diri sendiri agar tidak membuat kesalahan dalam menjalankan penelitian lebih lanjut. Pengujian dilakukan pada antar fasa di motor listrik dan dilakukan saat mesin dalam keadaan mati atau off dan pastikan untuk melepas sambungan kabel dari motor ke mesin agar mesin aman.



Gambar 4.2 Pengujian antar lilitan motor

Prosedur pengujian antar lilitan motor menggunakan *insulation tester* merek hioki diuraikan sebagai berikut:

1. Melepaskan kabel antar lilitan motor listrik pada terminal *junction box*.
2. Membersihkan skun kabel setiap lilitan yang akan dilakukan pengukuran.
3. Memastikan *insulation tester* dalam kondisi on.
4. Menghubungkan terminal lilitan U; V; W dengan *probe Line* pada *insulation tester* secara bergantian sesuai waktu yang ditentukan.
5. Menghubungkan terminal lilitan V; W; U dengan *probe Earth* pada *insulation tester* secara bergantian sesuai waktu yang ditentukan.
6. Memutar *selector switch* pada skala 500V.
7. Menekan *release* pada *insulation tester*.
8. Mencatat nilai tahanan isolasi (MΩ) pada 30 detik pertama serta saat satu menit dan sepuluh menit.
9. Mematikan power *insulation tester*.
10. Menempelkan ujung lilitan yang telah diuji dengan menghubungkan lilitan dengan bodi motor untuk menghilangkan arus sisa selama 3 detik.

Pengujian tahanan isolasi motor listrik yang beroperasi sebagai penggerak propeller pompa air berdaya 250 kW. Motor listrik ini beroperasi sejak 2018 hingga saat ini 2025, sehingga sudah beroperasi selama ± 7 tahun.

Tabel 3.3 Hasil pengujian tahanan isolasi antar lilitan motor

Waktu (menit)	Nilai tahanan isolasi (MΩ)		
	U1 – V1	V1 – W1	W1 – U1
30 s	97,5	88,5	111
1	103	89,5	110
2	103	90,6	115
3	106	92,4	122
4	106	91,3	119

5	106	93,7	120
6	106	101	120
7	107	97	124
8	107	94	121
9	110	97	129
10	112	103	125

Dari pengujian diatas menunjukkan pengukuran tahanan isolasi menggunakan alat *insulation tester* merek hioki dengan menerapkan tegangan pengujian sebesar 500 V mendapatkan nilai diatas standart minimum yang di keluarkan oleh IEEE 2000 dan PUIL 2011 yaitu rata – rata sebesar 113 MΩ.

3.2 Pengukuran PI

Perhitungan PI (*Polarization Index*) dilakukan dengan rumus berikut :

$$PI = \frac{IR_{10}}{IR_1} \quad (1)$$

Keterangan :

PI = *Polarization Index* (PI)
IR 10 menit = Hasil pengukuran yang ke 10 menit
IR 1 menit = Hasil pengukuran yang ke 1 menit

► Pengukuran PI antar lilitan (phse to phase)

Pengukuran PI antar lilitan atau pasa ke pasa (U – V)

$$PI = \frac{IR_{10}}{IR_1} = \frac{112}{103} = 1,08$$

Pengukuran PI antar lilitan atau pasa ke pasa (V – W)

$$PI = \frac{IR_{10}}{IR_1} = \frac{103}{89,5} = 1,15$$

Pengukuran PI antar lilitan atau pasa ke pasa (W – U)

$$PI = \frac{IR_{10}}{IR_1} = \frac{125}{110} = 1,14$$

3.3 Pengukuran DAR (*Dielectric Absortion Ratio*)

Uji DAR (*Dielectric Absortion Ratio*) dilakukan dengan rumus berikut :

$$DAR = \frac{IR_1}{IR_{30s}} \quad (2)$$

Keterangan :

DAR = *Dielectric Absortion Ratio* (DAR)
IR 1 = Hasil pengukuran yang ke 1 menit
IR 30s = Hasil pengukuran yang ke 30 detik

► Pengukuran DAR antar lilitan (phase to phase)

Pengukuran DAR antar lilitan atau pasa ke pasa (U – V)

$$DAR = \frac{IR_1}{IR_{30s}} = \frac{103}{97,5} = 1,06$$

Pengukuran DAR antar lilitan atau pasa ke pasa (V – W)

$$DAR = \frac{IR1}{IR30s} = \frac{89,5}{88,8} = 1,01$$

Pengukuran DAR antar lilitan atau pasa ke pasa (W – U)

$$DAR = \frac{IR1}{IR30s} = \frac{111}{110} = 1,01$$

3.4 Penentuan Susut Umur Pada Motor Listrik

Menentukan umur pakai motor listrik adalah proses untuk memperkirakan umur motor listrik berdasarkan kondisi operasi dan lingkungan yang mempengaruhi kinerja motor listrik. Dalam menentukan penurunan tahunan resistansi isolasi motor listrik, dapat menggunakan persamaan berikut.

$$\Delta IRm = \left(\left| \frac{IR_0 - IR_7}{7} \right| \right) \quad (3)$$

Keterangan :

ΔIRm = Penurunan nilai resistansi isolasi per bulan

IR_0 = Nilai resistansi isolasi operasi tahun pertama

IR_7 = Nilai resistansi isolasi operasi tahun ketujuh

7 = Periode pengujian (Tahun)

Phase U - V

$$\begin{aligned} \Delta IRm &= \left(\left| \frac{IR_0 - IR_7}{7} \right| \right) \\ &= \left(\left| \frac{2000 \text{ M}\Omega - 103}{7} \right| \right) = \left(\left| \frac{1897 \text{ M}\Omega}{7} \right| \right) \\ &= (271 \text{ M}\Omega/\text{tahun}) \\ &= (271 \text{ M}\Omega/12) \\ &= (22,6 \text{ M}\Omega/\text{bulan}) \end{aligned}$$

Phase W - U

$$\begin{aligned} \Delta IRm &= \left(\left| \frac{IR_0 - IR_7}{7} \right| \right) \\ &= \left(\left| \frac{2000 \text{ M}\Omega - 125}{7} \right| \right) = \left(\left| \frac{1875 \text{ M}\Omega}{7} \right| \right) \\ &= (267,86 \text{ M}\Omega/\text{tahun}) \\ &= (267,86 \text{ M}\Omega/12) \\ &= (22,3 \text{ M}\Omega/\text{bulan}) \end{aligned}$$

Phase V - W

$$\begin{aligned} \Delta IR_m &= \left(\left| \frac{IR_0 - IR_z}{7} \right| \right) \\ &= \left(\left| \frac{2000 \text{ M}\Omega - 112}{7} \right| \right) = \left(\left| \frac{1888 \text{ M}\Omega}{7} \right| \right) \\ &= (269,71 \text{ M}\Omega/\text{tahun}) \\ &= (269,71 \text{ M}\Omega/12) \\ &= (22,5 \text{ M}\Omega/\text{bulan}) \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui penurunan tahanan isolasi tiap bulan yaitu sebesar 22,5 MΩ. Penurunan bernilai konstan dikarenakan perubahan suhu lingkungan, tingkat kelembaban serta waktu pengoperasian diabaikan. Dengan demikian, dapat diprediksi bahwa tahanan isolasi akan terus menurun pada tingkat yang sama setiap periode waktu yang ditentukan.

3.5 Prediksi sisa umur dari motor listrik 3 fasa

Dari data hasil sebelumnya diperoleh $\Delta IR_m = 22,6 \text{ M}\Omega$ pada setiap bulannya dan untuk mengetahui sisa umur dari motor listrik 3 fasa dapat menggunakan rumus berikut:

$$\text{lifeloss} = \left(\left| \frac{IR_0 - 5\text{M}\Omega}{\Delta IR_m} \right| \right) \tag{4}$$

Keterangan :

- IR_0 = Nilai resistansi isolasi operasi tahun pertama
- $5\text{M}\Omega$ = Standar Isolasi Berdasarkan IEEE std. 43
- ΔIR_m = Penurunan nilai resistansi isolasi per bulan

Phase U - V

$$\begin{aligned} \text{lifeloss} &= \left(\left| \frac{IR_0 - 5\text{M}\Omega}{\Delta IR_m} \right| \right) \\ &= \left(\left| \frac{103 \text{ M}\Omega - 5 \text{ M}\Omega}{22,6 \text{ M}\Omega} \right| \right) \\ &= \left(\left| \frac{98 \text{ M}\Omega}{22,6 \text{ M}\Omega} \right| \right) \\ &= (4,34 \text{ M}\Omega/\text{bulan}) \\ &= (4,34 \text{ M}\Omega/12) = (0,36 \text{ tahun}) \\ &= (4,34 \text{ bulan}) \\ &= (4 \text{ bulan} , 30 \text{ hari} \times 0,34) \\ &= (4 \text{ bulan} , 10 \text{ hari}) \end{aligned}$$

Phase V - W

$$\begin{aligned}
 \text{lifeloss} &= \left(\left| \frac{IR_0 - 5M\Omega}{\Delta IR_m} \right| \right) \\
 &= \left(\left| \frac{125 M\Omega - 5 M\Omega}{22,3 M\Omega} \right| \right) \\
 &= \left(\left| \frac{120 M\Omega}{22,3 M\Omega} \right| \right) \\
 &= (5,38 M\Omega/\text{bulan}) \\
 &= (5,38 M\Omega/12) = (0,45 \text{ tahun}) \\
 &= (5,38 \text{ bulan}) \\
 &= (5 \text{ bulan} , 30 \text{ hari} \times 0,38) \\
 &= (5 \text{ bulan} , 11 \text{ hari})
 \end{aligned}$$

Phase W – U

$$\begin{aligned}
 \text{lifeloss} &= \left(\left| \frac{IR_0 - 5M\Omega}{\Delta IR_m} \right| \right) \\
 &= \left(\left| \frac{112 M\Omega - 5 M\Omega}{22,5 M\Omega} \right| \right) \\
 &= \left(\left| \frac{107 M\Omega}{22,5 M\Omega} \right| \right) \\
 &= (4,76 M\Omega/\text{bulan}) \\
 &= (4,76 M\Omega/12) = (0,39 \text{ tahun}) \\
 &= (4,76 \text{ bulan}) \\
 &= (4 \text{ bulan} , 30 \text{ hari} \times 0,76) \\
 &= (4 \text{ bulan} , 22 \text{ hari})
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, nilai tertinggi didapatkan bahwa penurunan setiap bulan pada phase V-W sebesar 22,3 MΩ. Jika penurunan tahanan isolasi berlangsung secara konstan, maka dalam waktu 5 bulan 11 hari, nilai resistansi akan mencapai 0 MΩ. Menurut standar IEEE No. 43, nilai ini merupakan kondisi yang sangat buruk yang dapat menyebabkan arus bocor pada bodi motor, sehingga sangat berbahaya jika disentuh oleh seseorang.

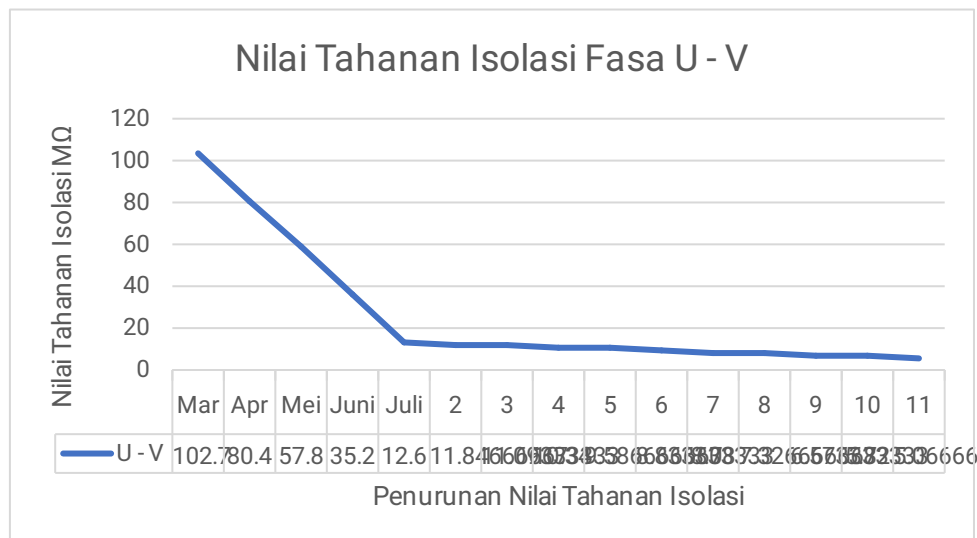
Table 3.4 Rekap hasil perhitungan PI, DAR, Susut Umur, dan Sisa Umur Motor induksi 3 fasa

Phase	Nilai Resistansi Tertinggi	PI (Polarization Index)	DAR (Dielectric Absorption Ratio)	Susut Umur ΔIRm	Sisa Umur\ Life loss
-------	----------------------------	----------------------------	--------------------------------------	--------------------	-------------------------

U – V	103 MΩ	1,08 (sangat buruk)	1,06 (baik)	22,6 MΩ	4 bulan 11 hari
V – W	125 MΩ	1,15 (sangat buruk)	1,01 (baik)	22,3 MΩ	5 bulan 11 hari
W – U	112 MΩ	1,14 (sangat buruk)	1,01 (baik)	22,5 MΩ	4 bulan 22 hari

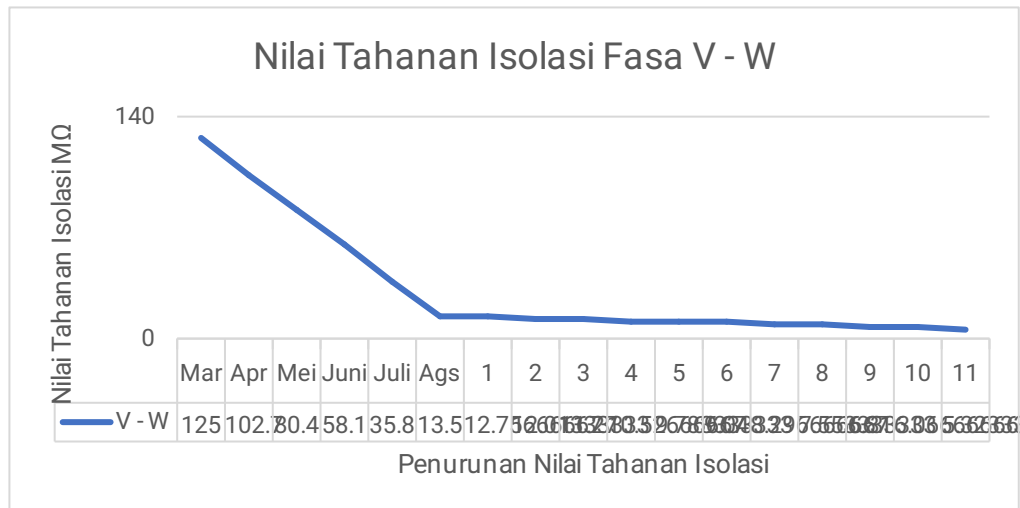
Table 3.5 Tabel Analisa Sisa Umur Motor Induksi 3 Fasa

PHASE	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGUSTUS
U - V	80,40	57,80	35,20	12,60	-10,00
V - W	102,70	80,40	58,10	35,80	13,50
W - U	89,50	67,00	44,50	22,00	-0,50



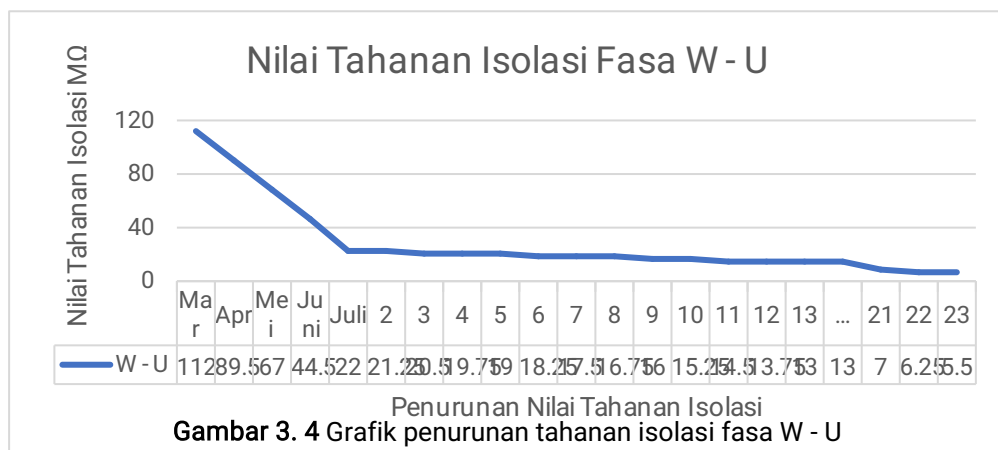
Gambar 3. 2 Grafik penurunan tahanan isolasi fasa U – V

Pada gambar 3.2 menunjukkan grafik penurunan nilai tahanan isolasi pada fasa U dan V, dimana perkiraan usia dari motor tersebut adalah 4 bulan 11 hari. Pada tanggal 11 juni 2025 nilai tahanan isolasi sebesar 5,07 MΩ.



Gambar 3. 3 Grafik penurunan tahanan isolasi fasa V – W

Pada gambar 3.3 menunjukkan grafik penurunan nilai tahanan isolasi pada fasa U dan V, dimana perkiraan usia dari motor tersebut adalah 5 bulan 11 hari. Pada tanggal 5 agustus 2025 nilai tahanan isolasi sebesar 5,32 MΩ.



Gambar 3. 4 Grafik penurunan tahanan isolasi fasa W - U

Pada gambar 3.4 menunjukkan grafik penurunan nilai tahanan isolasi pada fasa W dan U, dimana perkiraan usia dari motor tersebut adalah 4 bulan 23 hari. Pada tanggal 23 juli 2025 nilai tahanan isolasi sebesar 5,5 MΩ.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis, dapat disimpulkan bahwa kualitas isolasi motor induksi 3 fasa sangat dipengaruhi oleh nilai insulation resistance (IR), di mana standar IEEE No. 43 menetapkan batas minimum sebesar 5 MΩ untuk motor tegangan rendah. Pengujian berkala terhadap IR, Polarization Index (PI), dan Dielectric Absorption Ratio (DAR) mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai kondisi dan sisa umur isolasi motor. Nilai PI yang tinggi menunjukkan kondisi isolasi yang baik, sedangkan DAR berguna untuk mendeteksi degradasi awal. Penurunan IR menunjukkan korelasi langsung dengan usia operasional motor. Pada motor 250 kW yang diteliti di rumah pompa Gunungsari 2, tercatat penurunan IR sebesar rata-rata 22,3 MΩ per bulan pada salah satu fasa, yang menandakan degradasi signifikan. Berdasarkan hasil perhitungan, usia pakai tersisa hanya sekitar 5 bulan 11 hari, jauh lebih singkat dari umur ideal 7 tahun 5 bulan sesuai spesifikasi pabrikan. Kondisi ini mengindikasikan perlunya

tindakan pemeliharaan atau penggantian segera guna mencegah gangguan pada sistem operasional rumah pompa secara keseluruhan.

REFERENCES

- [1] I Made Parsa dan I Nyoman Bagia, *MOTOR-MOTOR LISTRIK*. Kupang: CV. Rasi Terbit, 2018.
- [2] E. Machinery Committee of the Power and E. Society, "IEEE Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Electric Machinery Sponsored by the Electric Machinery Committee IEEE Power and Energy Society IEEE Std 43TM-2013 (Revision of IEEE Std 43-2000)."
- [3] A. A. Ruri Irwanto and H. Hermawan, "Metoda Sederhana untuk Memperbaiki Kinerja Motor Listrik 3 Fasa berdasarkan Insulation Resistance Test," *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*, vol. 6, no. 1, pp. 55–62, Jan. 2024, doi: 10.14710/jplp.6.1.55-62.
- [4] R. A. Purwantono, H. Tasmono, and R. S. Widagdo, "Analisa Perbandingan Performa Phase Failure Rele dengan Rangkaian Pengaman Rele Sederhana Di PT . Keramik Diamond Industries," pp. 200–208, 2018.
- [5] M. Sadikin, A. Maulana, and M. M. Baihaqi, "Pemeliharaan Dan Pengujian Motor Induksi 3 Phasa," *J. Tek.*, vol. 14, no. 1, pp. 47–52, 2018.
- [6] Dapis, "ANALISIS PERCEPATAN PENUAAN ISOLASI AKIBAT PENGARUH KELEMBABAN DAN KONTAMINAN PADA MOTOR INDUKSI BERBEBAN." [Online]. Available: <https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/fti/article/download/930/909/942>
- [7] T. Apriyadi, "Pengetesan Tahanan Isolasi Pada Belitan Stator Motor Induksi 500 kW," *Fti*, vol. X, no. X, 2022, [Online]. Available: <https://eproceeding.itenas.ac.id/index.php/fti/article/view/930>
- [8] H. Abdillah, "Analisis Pengukuran Tahanan Isolasi dan Indeks Polaritas pada Motor 3 Fasa," *INTRO J. Inform. dan Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 37–42, Aug. 2023, doi: 10.51747/intro.v2i1.1571.
- [9] D. I. Wisma and N. Internasional, "Analisa Faktor Daya Menggunakan Capacitor Bank Untuk Meningkatkan Kualitas Daya Listrik Di Wisma Nusantara Internasional," *J. Sist. Inf. Univ. Suryadarma*, vol. 11, no. 2, pp. 257–266, 2014, doi: 10.35968/jsi.v11i2.1259.
- [10] L. Julianto, "Analisis kerusakan dan pengujian motor-motor induksi di Divisi Spun Yarns PT Indorama Synthesics,Tbk Jatiluhur Purwakarta," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2014.
- [11] Persyaratan Umum Instalasi Listrik, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)," *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2011, no. PUIL, pp. 1–133, 2011.
- [12] "KEW.pdf." [Online]. Available: <https://www.kew-ltd.co.jp/en/support/glossary/detail/66/>
- [13] "Grundfos KPL.1200.250.10.T.50.13.L.38," *Grundfos, Jakarta*. [Online]. Available: <https://product-selection.grundfos.com/id/products/kpl/kpl120025010t5013l38-99551908?frequency=50&pumpssystemid=2686822361&tab=variant-services>