

Inspeksi Overhaul Motor Induksi 3 Fasa 1000 KW di PT. Mesindo Teknonesia

Akmal Radiansyah¹

Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta

Albert Gifson¹

Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta,

Emai: albert.gifson@sttpln.ac.id

ABSTRACTS : An electric motor that is used continuously will experience a decline in performance and even be damaged, maintenance and repair of electric motors must be done based on standards so that all existing specifications can be met and repairs deserve to be accepted. Where in this case motor repair is done by overhauling, where overhaul is a comprehensive repair or maintenance activity by repairing or replacing parts of electric motors that are damaged. Based on visual data and electrical measurements the decrease in the value of the polarization index (PI) of the induction motor is caused by dirty and moist winding conditions. Overhaul is done in 8 stages, namely; planning, dismantling, electrical measurement, mechanical measurement, electrical action, mechanical action, assembling and no load test running. After overhauling, the result shows that the value of the polarization index (PI) increased by 1.4 from 1.8 to 3.2, which is above the standard value set by IEEE 43.

Keyword: EASA AR 100; 3 Fase Induction Motor; Overhaul; IEEE 43.

ABSTRAK: Suatu motor listrik yang digunakan terus menerus akan mengalami penurunan performa bahkan rusak, perawatan dan perbaikan motor listrik harus dilakukan berdasarkan standar supaya semua spesifikasi yang ada dapat terpenuhi dan perbaikan layak untuk diterima. Dimana pada kasus ini perbaikan motor diakukan dengan cara *overhaul*, dimana *overhaul* merupakan kegiatan perbaikan atau perawatan secara menyeluruh dengan cara memperbaiki atau mengganti bagian dari motor listrik yang mengalami kerusakan. Berdasarkan data visual dan pengukuran elektrik penurunan nilai polarization index (PI) motor induksi disebabkan oleh kondisi *winding* yang kotor dan lembab. *Overhaul* dilakukan dengan 8 tahapan, yaitu; *planning*, *dismantling*, pengukuran elektrik, pengukuran mekanik, tindakan elektrik, tindakan mekanik, *assembling* dan *running test no load*. Setelah overhaul didapatkan hasil bahwa nilai *polarization index* (PI) meningkat sebesar 1.4 dari sebelumnya 1.8 menjadi 3.2, berada diatas nilai standar yang ditetapkan oleh IEEE 43.

Kata kunci: EASA AR 100; Motor induksi 3 Fasa; Overhaul; IEEE 43.

PENDAHULUAN

Dalam suatu industri tentunya terdapat suatu komponen yang menunjang kinerja suatu perusahaan yaitu mesin listrik. Mesin listrik merupakan komponen terpenting yang dianggap vital dan menjadi otak dari sebagian aktivitas perusahaan. Namun sering kali terjadi permasalahan dalam sebuah industri yang berhubungan dengan mesin listrik tersebut. Beberapa permasalahan yang sering terjadi adalah apabila terjadi kerusakan komponen yang ada pada industri atau komponen tersebut bekerja kurang sempurna.

Salah satu komponen yang penting tersebut adalah motor listrik, apabila motor tersebut rusak dan harus diganti dengan motor yang baru, tentunya membutuhkan biaya yang sangat mahal dan sifatnya tidak efisien. Oleh karena itu motor listrik dalam industri tentunya memerlukan suatu perawatan agar kinerjanya dapat berjalan dengan baik dan tidak mengganggu kegiatan bisnis perusahaan. PT. Mesindo Teknonesia adalah salah satu industri yang bergerak dalam bidang *Electric Service* dimana perusahaan ini memiliki metode yang kompleks untuk setiap perbaikan motor yang akan diperbaiki dari tahap penerimaan motor, pengecekan kelengkapan motor, pembongkaran motor, tindak lanjut mengenai kerusakan, pengujian ulang, perakitan motor, sampai dengan uji kelayakan motor setelah perbaikan. Dengan perbaikan motor tersebut tentunya dapat meminimalisir waktu *down time*, mengefisien dana untuk pembelian motor induksi baru dan membantu kinerja industri agar lebih maksimal.

Suatu motor listrik yang digunakan terus menerus akan mengalami penurunan performansi, bahkan rusak. Perawatan dan perbaikan motor listrik harus dilakukan berdasarkan standar supaya semua spesifikasi yang ada dapat terpenuhi dan perbaikan layak untuk diterima.

Penelitian sebelumnya oleh A. F. Pudhi, Institut Teknologi Sepuluh Novermber," *Studi Perbaikan Motor Induksi 380V 125 HP Pada PT. ABB Sakti Industry Service*, dikemukakan overhaul menggunakan *Dry Cloths* yaitu melakukan pekerjaan *cleaning* atau membersihkan bagian-bagian dari motor, generator. Pembersihan dengan menggunakan Steam Cleaner membersihkan mesin listrik dan bagian-bagiannya dengan peralatan Steam Cleaner atau air panas yang bertekanan.

¹ Sekolah Tinggi Teknik PLN Jakarta

Pada penelitian ini bermaksud membahas mengenai Inspeksi Overhaul Motor Induksi 3 Fasa 1000KW 3300V 1491RPM milik PT. Lontar Papyrus. Dimana overhaul merupakan kegiatan pemeriksaan secara menyeluruh dengan cara memperbaiki atau mengganti bagian-bagian dari motor listrik yang mengalami kerusakan. Setelah proses perbaikan, dilakukan uji kelayakan berdasarkan standar *Electrical Apparatus Service Association* (EASA) melalui sejumlah pengujian elektrik, maka dalam penelitian ini terdapat beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

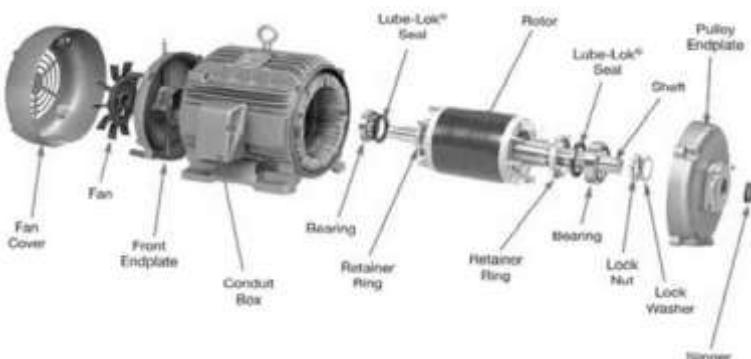
1. Apa penyebab terjadinya kerusakan pada motor listrik?
2. Bagaimana proses overhaul pada stator motor listrik?
3. Bagaimana standar kelayakan operasi motor listrik?

DASAR TEORI

1. Motor Induksi (Asinkron)

Motor induksi merupakan motor arus bolak-balik (AC) yang paling luas digunakan. Penamaanya berasal dari kenyataan bahwa arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator. Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri. Popularitasnya karena rancangan didapat, dan dapat langsung disambungkan ke sumber daya AC.

2. Konstruksi Motor Induksi



■ Gambar 1. Konstruksi motor induksi.

a. Stator

Stator merupakan bagian yang tidak bergerak dari motor induksi, mempunyai prinsip sama dengan stator motor sinkron atau generator. Apabila belitan – belitan stator disuplai dengan arus 3 (tiga) fasa, maka menghasilkan medan magnet atau fluksi magnet yang mana adalah pada harga tetap tetap asal saja berputar pada kecepatan sinkron (Ns).

b. Rotor

Rotor merupakan bagian yang bergerak dari motor listrik, terbuat dari laminasi baja silikon yang mempunyai alur-alur sebagai penempatan kumparan rotor berada tepat di dalam stator yang ditempatkan pada poros. Kumparan atau batang-batang kawat yang ditempatkan pada alur rotor berfungsi untuk merubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berputar dengan berinteraksi dengan kumparan stator.

c. Tutup (End Plate) Motor

Pada setiap motor mempunyai 2 (dua) buah tutup (*end plate*), masing-masing pada kedua sisinya yang berfungsi sebagai :

1. Dudukan bantalan poros motor.
2. Titik posisi / poros dengan rumah stator.
3. Pelindung bagian dalam motor terhadap cuaca.

3. Penyebab Kerusakan Motor Listrik

Menurut survei EPRI dan IEEE yang dikutip dari halaman *web site* www.soemarno.org kerusakan motor dibagi dalam beberapa kategori :

1. Bearing (40 – 50%)
2. Stator (25 – 35%)
3. Rotor (<10%)
4. Lain2 (kopling, seal)

Sebab karena Kondisi abnormal operasi :

1. Undervoltage
2. O vervoltage
3. Underpower element
4. Power factor element
5. Frequency element

Sebab karena Mechanical – Bearing

1. Lubrikasi (*grade*, kontaminasi, kesediaannya).
2. Mekanikal (*excessive radial loading, axial loading*).
3. Rough surfaces (*fatigue, cracks, shaft currents*).
4. Vibrasi (*unbalance current phase, mechanical unbalance*).

4. Pengujian Mekanik Motor

a. Pengujian Putaran Rotor

Motor beroperasi normal, lakukan pengukuran. Jumlah putaran yang ditunjukkan tachometer harus sama dengan putaran nominal motor yang tertera pada pelat nama motor.

b. Pengujian Kopling Dan Transmisi Motor

Kopling harus duduk tegak lurus pada poros. Untuk memastikan kopling tepat pada posisinya, lakukan pengujian. Pastikan motor tepat posisi terhadap bebananya, baik secara vertikal maupun secara horizontal, dimana sumbu poros beban dan lakukan pengukuran untuk menghindari posisi transmisi poros yang tidak tepat.

c. Pengujian Dudukan Poros Rotor

Posisi rotor/poros di dalam stator yang tepat secara mekanik dan listrik. Dan posisi rotor yang salah harus dihindari. Untuk memastikan posisi rotor tepat dudukannya, lakukan pengukuran. Apabila posisi rotor telah tepat, poros akan berputar ringan.

5. Pengujian Kelistrikan Motor

a. Pengujian Tahanan Jangkar

Pengujian tahanan kumparan jangkar (stator) dapat dilakukan menggunakan OHM meter. Bagian yang diukur adalah tahanan kumparan jangkar, nilai tahanan masing-masing fasa sama besar berarti baik dari segi pengukuran tahanan, demikian juga nilai tahanan antara fasa dengan bodi, OHM

meter menunjuk tak terhingga. Tetapi bila nilai tahanan kumparan fasa tidak sama besar berarti kondisi kumparan tidak baik (tidak seimbang). Hal ini kemungkinan jumlah lilitan masing-masing kumparan tidak sama. Atau salah satu kumparan fasa pernah mengalami temperatur berlebih, sehingga struktur logamnya berubah, akibatnya tahanan jenisnya pun berubah.

b. Pengujian Operasi

Sebelum motor listrik dioperasikan (*di start*) lakukan pemeriksaan dan pengukuran kembali meliputi :

- a. Baut-baut yang kendor
1. *Breaket / cover motor*
2. Rangka motor

- 3. Kipas
- 4. Penutup kipas
- 5. *Pulley / kopling*
- b. Bearing
 - 1. Putar poros : kelainan suara
 - 2. Kebebasan gerak dari poros
 - 3. Sistem pelumasan
 - 4. Kotoran yang melekat
- c. Belitan rotor dan stator.
 - 1. Gesekan.
 - 2. Kotoran yang menempel.
 - 3. Sambungan terminal.

Pengujian tanpa beban/ dan saat berbeban.

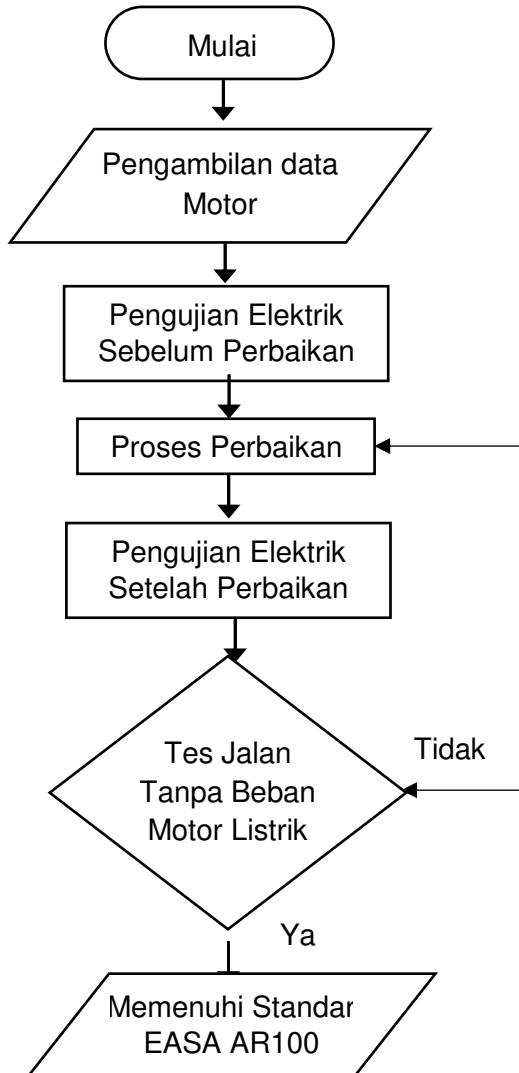
- 1. Amper nominal motor
- 2. RPM
- 3. Temperatur
- 4. Vibrasi
- 5. Kelainan suara

■ **Tabel 1.** Nilai Rating Tegangan Motor dan Meger

No.	Rating tegangan motor	Rating tegangan megger (Vdc)
1.	< 1000	500
2.	1000 – 2500	500 – 1000
3.	2501 – 5000	1000 – 2500
4.	5001 - 12,000	2500 – 5000
5.	> 12,000	5000 - 10,000

METODOLOGI PENELITIAN

Berikut merupakan diagram alir metodologi penelitian untuk mempermudah pemahaman yang dilakukan di dalam penelitian ini, yaitu :



■ Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

a. Pengujian *Electric Insulation resistance*

Insulation resistance test bertujuan untuk mengetahui nilai tahanan isolasi dari belitan stator. Pengujian ini dilakukan pada ujung – ujung belitan stator antara *phasa to phasa* atau *phasa to ground*. Pengujian ini menggunakan alat ukur *insulation resistance meter* atau biasa disebut Megger (*Mega Ohm Meter*). Pentunjuk penggunaan alat ukur Megger standar minimum tahanan isolasi dapat dilihat pada tabel 2.

■ Tabel 2. Standar minimum tahanan isolasi (Standar IEEE 43).

Tahanan Isolasi Minimum	Objek Uji
IR (1 menit) = $\{KV + 1\} M\Omega$	Winding yang dibuat dibawah tahun 1970
IR (1 menit) = 100 MΩ	Armature DC atau winding AC yang dibuat diatas 1970
IR (1 menit) = 5 MΩ	Untuk motor dibawah tegangan 1000 V

Keterangan : IR = *Insulatoin Resistance* (Tahanan Isolasi)

Indeks yang biasa digunakan dalam menunjukkan pembacaan *megger* dikenal sebagai *polarization index (PI)* yang diperoleh dengan pengukuran yang berkelanjutan untuk periode waktu yang lebih lama. Periode waktu yang dianjurkan oleh IEEE dalam melakukan pengujian *Polarization index* adalah 10 menit. Untuk dapat mengetahui besarnya nilai *polarization index (PI)* dapat digunakan persamaan berikut ini :

$$PI = \frac{IR \text{ menit ke } 10}{IR \text{ menit ke } 1} \quad (1)$$

Parameter nilai *polarization index (PI)* menurut standar IEEE 43 dapat dilihat pada tabel 3.

■ Tabel 3. Parameter nilai *polarization index (PI)* Standar IEEE 43

Nilai PI	Keterangan
< 1.0	Berbahaya
1.0 - 1.4	Sangat jelek
1.5 - 1.9	Jelek
2.0 - 2.9	Normal
3.0 - 4.0	Baik
> 4.0	Sangat baik

Pada dasarnya pengukuran tahanan isolasi adalah untuk mengetahui besar (nilai) kebocoran arus (*leakage current*) yang terjadi pada tahanan isolasi. Kebocoran arus yang menembus isolasi peralatan listrik memang tidak dapat dihindari. Oleh karena itu, salah satu cara meyakinkan bahwa motor listrik aman untuk dioperasikan adalah dengan mengukur tahanan isolasinya. Untuk mengetahui nilai besarnya arus bocor dapat digunakan persamaan berikut berikut :

$$IR_{rata-rata} = \frac{\sum IR (M\Omega)}{n} \quad (2)$$

Dimana :

IR = *Insulating resistance* (MΩ)

n = Jumlah data

$$I_{is} = \frac{V (LL)}{IR_{rata-rata}} \quad (3)$$

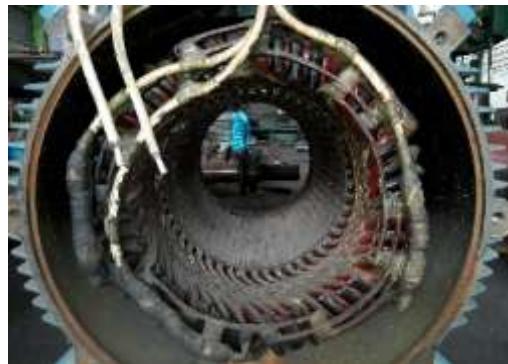
Dimana :

I_{is} = Arus bocor isolasi (mA)

$V_{(LL)}$ = Tegangan *line to line* (V)

b. Pengujian Winding resistance

Winding resistance test bertujuan untuk mengetahui nilai deviasi dari tahanan belitan stator. Dimana menurut standar EASA AR 100 nilai deviasi dari tahanan belitan adalah $\pm 5\%$. Apabila nilai deviasi tahanan belitan melebihi batas toleransi maka dapat menyebabkan *unbalance current* dimana hal tersebut dapat mempengaruhi nilai dari tahanan isolasi belitan tersebut dan kinerja motor pada saat beroprasi. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat ukur *milliohm meter*.



■ Gambar 3. Winding Resistance Test

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Sebelum *Overhaul*
- a. Data *Name Plate* Motor

■ Tabel 4. Data *Name Plate* Motor

SIEMENS			
<i>Serial Number</i> : 248376/1997 1MB3			
<i>Power</i>	1000 KW	<i>Phase</i>	3
<i>Voltage</i>	3300 V	<i>Freq</i>	50 Hz
<i>Ampere</i>	210 A	<i>Speed</i>	1491 Rpm
<i>Insulating Class</i>	F	<i>Cos phi</i>	0,83

Dari data *name plate* dapat diketahui spesifikasi dari motor tersebut, antara lain; pabrik pembuat, nomor seri, daya *input*, rating tegangan, arus, jumlah fasa, frekuensi dan kecepatan putar motor, kelas isolasi dan faktor daya motor.

b. Data Visual

Dari hasil pemeriksaan visual yang dilakukan diketahui kondisi internal *winding* terdapat banyak kotoran (*gram*) dan juga lembab. Kondisi tersebut dapat mempengaruhi nilai tahanan isolasi dari *winding* tersebut. Maka perlu dilakukan tindakan *Overhaul* (pembersihan dan *revarnish*). Hasil pemeriksaan visual dapat dilihat pada gambar 4.



■ Gambar 4. Kondisi Rotor sebelum *overhaul*.

c. Data Winding

Insulation resistance test

■ **Tabel 5.** Hasil pengujian *insulation resistance* dan *polarization index (PI)* sebelum *overhaul*.

Phase to ground		Phase to phase		Standard IEEE 43	Result
<i>U – Grd</i>	600 MΩ	<i>U – V</i>	- MΩ	<i>IR</i> (1minute) = 100MΩ	<i>Good</i>
<i>V – Grd</i>	600 MΩ	<i>V – W</i>	- MΩ		<i>Good</i>
<i>W – Grd</i>	600 MΩ	<i>W – U</i>	- MΩ		<i>Good</i>
<i>Polarization index at : 5000 Vdc</i>					
Test point		<i>UVW – Ground</i>		Standard IEEE 43	Result
Menit – 1	600 MΩ	<i>Min 2.0</i>	<i>Bad</i>		
Menit – 2	670 MΩ				
Menit – 3	736 MΩ				
Menit – 4	796 MΩ				
Menit – 5	822 MΩ				
Menit – 6	863 MΩ				
Menit – 7	912 MΩ				
Menit – 8	963 MΩ				
Menit – 9	1025 MΩ				
Menit – 10	1100 MΩ				
<i>P.I Value</i>	1.83				

Dari data yang didapat pada pengujian tahanan isolasi sebelum *overhaul* didapatkan hasil bahwa nilai *polarization index (PI)* berada dibawah nilai standar yang ditetapkan oleh IEEE 43. Nilai *polarization index* yang berada dibawah standar dapat menyebabkan timbulnya arus bocor pada lapisan isolasi yang dapat menyebabkan kerusakan pada *winding*. Standar *polarization index (PI)* dapat dilihat pada tabel 3.

Untuk mengetahui besaran nilai *polarization index (PI)* dapat digunakan persamaan 1 seperti berikut ini :

$$PI = \frac{\text{Pengukuran menit ke } 10}{\text{pengukuran menit ke } 1}$$

$$PI = \frac{1100 \text{ M}\Omega}{600 \text{ M}\Omega} \\ = 1.83$$

Dari data diatas dapat diketahui jumlah arus bocor pada isolasi dengan persamaan 2 dan persamaan 3 berikut ini :

$$IR_{rata-rata} = \frac{\sum IR (\text{M}\Omega)}{n} \\ IR_{rata-rata} = \frac{600+670+736+796+822+863+912+963+1025+1100}{10} \\ = 848.7 \text{ M}\Omega$$

$$Iis = \frac{V (LL)}{IR_{rata-rata}}$$

$$= \frac{3300}{848700 \text{ k}\Omega} = 0.0038 \text{ mA}$$

b. *Winding resistance*

■ **Tabel 6.** Hasil pengujian *winding resistance* sebelum *overhaul*.

<i>Test Point</i>	<i>Result</i>	<i>Standard EASA AR 100</i>	<i>Result</i>
<i>U – V</i>	120,1 mΩ	<i>Dev. Max ±5%</i>	<i>Balance</i>
<i>V – W</i>	120 mΩ		
<i>W – U</i>	120 mΩ		

Dari data yang didapat pada tabel 6 dapat dihitung besaran nilai deviasi antar belitan dengan cara sebagai berikut :

1. Perbandingan *test point* fasa U dan V

$$\text{Perbandingan} = \frac{120,1 - 120}{120,1} \times 100\% \\ = 0,083\%$$

2. Perbandingan *test point* fasa V dan W

$$\text{Perbandingan} = \frac{120 - 120}{120} \times 100\% \\ = 0\%$$

3. Perbandingan *test point* fasa W dan U

$$\text{Perbandingan} = \frac{120 - 120}{120} \times 100\% \\ = 0\%$$

Dari perhitungan yang dilakukan diketahui bahwa nilai *deviasi* pada *winding* tidak melebihi standar yang ditetapkan oleh EASA AR 100. Bisa diartikan bahwa *winding* dalam kondisi baik. Standar nilai deviasi menurut EASA AR100 adalah ±5%.

2. Data Setelah *Overhaul*

a. Data Visual

Dari hasil proses *overhaul* (pembersihan dan *revarnish*) yang telah dilakukan, kondisi visual *winding* menjadi lebih baik dari sebelumnya. Kondisi visual *winding* setelah *overhaul* dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6.



■ **Gambar 5.** Kondisi Stator setelah *overhaul*



■ Gambar 6. Kondisi Rotor setelah *Overhaul*.

b. Data Winding

1. Pengujian *Insulation resistance*

■ Tabel 7. Hasil pengujian *insulation resistance* dan *polarization index (PI)* setelah *overhaul*.

Phase to ground		Phase to phase		Standard IEEE 43	Result
<i>U – Grd</i>	1000 MΩ	<i>U – V</i>	- MΩ	<i>IR</i> (1minute) = 100MΩ	<i>Good</i>
<i>V – Grd</i>	1000 MΩ	<i>V – W</i>	- MΩ		<i>Good</i>
<i>W – Grd</i>	1000 MΩ	<i>W – U</i>	- MΩ		<i>Good</i>
<i>Polarization index at : 5000 Vdc</i>					
Test point		UVW – Ground		Standard IEEE 43	Result
Menit – 1		1000 MΩ		<i>Min 2.0</i>	<i>Good</i>
Menit – 2		1230 MΩ			
Menit – 3		1390 MΩ			
Menit – 4		1556 MΩ			
Menit – 5		1901 MΩ			
Menit – 6		2312 MΩ			
Menit – 7		2654 MΩ			
Menit – 8		2825 MΩ			
Menit – 9		3023 MΩ			
Menit – 10		3200 MΩ			
<i>P.I Value</i>		3.2			

Dari data yang didapat pada pengujian tahanan isolasi setelah *overhaul* didapatkan hasil bahwa nilai *polarization index (PI)* meningkat sebesar 1.4 menjadi 3.2, berada diatas nilai standar yang ditetapkan oleh IEEE 43. Standar *polarization index (PI)* dapat dilihat pada tabel 3.

Untuk mengetahui besaran nilai *polarization index (PI)* dapat digunakan persamaan 1 seperti berikut ini :

$$PI = \frac{\text{Pengukuran menit ke } 10}{\text{pengukuran menit ke } 1}$$

$$PI = \frac{3200 \text{ MΩ}}{1000 \text{ MΩ}} \\ = 3.2$$

Dari data diatas dapat diketahui jumlah arus bocor pada isolasi dengan persamaan 2 dan persamaan 3 berikut ini :

$$IR_{rata-rata} = \frac{\sum IR (\text{MΩ})}{n}$$

$$\begin{aligned} \text{IR}_{\text{rata-rata}} &= \frac{1000+1230+1390+1556+1901+2312+2654+2825+3023+3200}{10} \\ &= 2109.1 \text{ M}\Omega \\ \text{Iis} &= \frac{V (LL)}{\text{IRrata - rata}} \\ &= \frac{3300}{2109100 \text{ k}\Omega} \\ &= 0.0015 \text{ mA} \end{aligned}$$

2. Pengujian Winding resistance

■ **Tabel 8.** Hasil pengujian winding resistance setelah *overhaul*

<i>Test Point</i>	<i>Result</i>	<i>Standard EASA AR 100</i>	<i>Result</i>
<i>U – V</i>	120,1 mΩ		
<i>V – W</i>	120 mΩ	<i>Dev. Max ±5%</i>	<i>Balance</i>
<i>W – U</i>	120 mΩ		

Dari data yang didapat pada tabel 8 dapat dihitung besaran nilai deviasi antar belitan dengan cara sebagai berikut :

1. Perbandingan *test point* fasa U dan V

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan} &= \frac{120,1 - 120}{120,1} \times 100\% \\ &= 0,083\% \end{aligned}$$

2. Perbandingan *test point* fasa V dan W

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan} &= \frac{120 - 120}{120} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

3. Perbandingan *test point* fasa W dan U

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan} &= \frac{120 - 120}{120} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan yang dilakukan diketahui bahwa nilai *deviasi* pada *winding* tidak melebihi standar yang ditetapkan oleh EASA AR 100. Bisa diartikan bahwa *winding* dalam kondisi baik. Standar nilai deviasi menurut EASA AR100 adalah ± 5%.

3. Running Test / Tes Jalan

Pada pengujian ini motor dijalankan tanpa beban pada tegangan nominal untuk mengetahui kinerja motor pada kondisi operasional. Pada pengujian ini dilakukan beberapa pengukuran sebagai parameter kondisi kelayakan operasi motor tersebut. Adapun beberapa pengukuran tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pengukuran arus nominal motor.
2. Pengukuran rpm.
3. Pengukuran temperature.
4. Pengukuran vibrasi.

Hasil pengujian dari tes jalan dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil pengujian tes jalan tanpa beban motor induksi

Test Point	Voltage	Ampere	Speed		
R	3300 V	58,8 A	1509 Rpm		
S	3300 V	59,0 A			
T	3300 V	58,8 A			
Vibration DE			Vibration NDE		
H	V	A	H	V	A
0,6 mm/s	0,4 mm/s	0,4 mm/s	0,3 mm/s	1,0 mm/s	0,2 mm/s
Temperature Test Run No Load					
Time	Bearing DE	Body	Shaft DE	Bearing NDE	Shaft NDE
15.15	40 °C	33 °C	36 °C	-	-
15.30	43 °C	33 °C	37 °C	-	-
15.45	44 °C	34 °C	39 °C	-	-
16.00	47 °C	35 °C	42 °C	-	-
16.15	47 °C	35 °C	42 °C	-	-

Fokus utama dalam pengujian ini adalah pengukuran Vibrasi dan Tempertur motor pada saat beroprasi. Dari hasil pengukuran dan pengujian motor dapat disimpulkan bahwa *electro* motor dalam kondisi baik sesuai dengan standar EASA AR 100 dan siap untuk dioperasikan. Standar vibrasi dan temperatur maksimum dapat dilihat pada tabel 9. Pengujian yang dilakukan mengacu pada standar EASA AR 100 dan IEEE 43.

KESIMPULAN

Dari pembahasan penelitian ini yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya dapat diambil kesimpulan yaitu berdasarkan data visual dan pengukuran elektrik penurunan nilai *polarization index* (PI) motor induksi disebabkan oleh kondisi *winding* yang kotor dan lembab. Perbaikan dan perawatan motor listrik dapat dilakukan dengan cara *overhaul*. *Overhaul* dilakukan dengan 8 tahapan, yaitu; *planning*, *dismantling*, pengukuran elektrik, pengukuran mekanik (bila diperlukan), tindakan elektrik, tindakan mekanik (bila diperlukan), *assembling* dan *running test no load*. Setelah overhaul didapatkan hasil bahwa nilai *polarization index* (PI) meningkat sebesar 1.4 dari sebelumnya 1.8 menjadi 3.2, berada diatas nilai standar yang ditetapkan oleh IEEE 43, dan berdasarkan data tes jalan, motor telah memenuhi standar kelayakan operasi yang ditetapkan oleh EASA AR 100.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ciprian Gheorghe, Minai Cernat,"Noise and Vibration Monitoring for Premium Efficiency IE 3 Phase Induction Motor", Journal Advance in Electrical and Computer Engineering Vol.15 No. 3 2015
- [2] Rizana Fauzi, Dedi Cahya,"Fast Response Three Phase Induction Motor Using Indirect Field Oriented Control (IFO) Based Fuzzy", Emitter International Journal of Engineering Technology Vol.3 No.1 June 2015
- [3] A. F. Pudhi, "Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November," *Studi Perbaikan Motor Induksi 380V 125 HP Pada PT. ABB Sakti Industry Service*, 2010
- [4] T. S. Naffrianto, "Diploma Tiga, Sekolah Tinggi Teknik – PLN," *Proses Perbaikan Motor Induksi-Rotor Sangkar Tiga Fasa*, 2013.
- [5] R. A. Putra, "Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro," *Analisa Kerusakan dan Perbaikan Motor Induksi 3 Fasa* R. A. Putra, "Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro," *Analisa Kerusakan dan Perbaikan Motor Induksi 3 Fasa*
- [6] EASA AR100, Recommended Practice for The Repair of Rotating Electrical Apparatus, St. Lois, MO: Electrical Apparatus Service Association, inc., 2010

- [7] PT. Indonesia Power, Pedoman Pemeliharaan Motor Listrik Level 1,2,3., Semarang: PT. Indonesia Power Unit Pembangkitan Semarang, 2016.