



Studi Kasus Kerusakan Motor *Sealing Air Fan 2* di PT Energi Listrik Batam

Tugas Akhir

Oleh:

Hanaffy Johan

**Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2024**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : "Studi kasus Kerusakan Pada Motor Sealing Air Fan 2 di PT Energi Listrik Batam" adalah hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 23 Desember 2023



Hanaffy Johan
NIM: 4232001004

Lembar Pengesahan

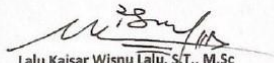
Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat gelar Sarjana
Terapan Teknik (S.Tr.T)
Di
Politeknik Negeri Batam

Disusun oleh:
Hanaffy Johan (4232001004)

Tanggal Sidang: 14 Mei 2024


Disetujui oleh:

Penguji I



Lalu Kaiser Wisnu Lalu, S.T., M.Sc
NIK: 123290

Pembimbing



Fauzun Atabiq, S.T., M. Cs
NIK: 110073

Penguji II



Hasnira, S.ST., M.Tr.T
NIK: 107050

Lembar Pengesahan Industri

Data laporan Tugas Akhir ini bebas dari plagiasi dan mendapatkan izin untuk disimpan, dikelola dan dipublikasikan untuk kepentingan akademik

Disusun Oleh:
Hanaffy Johan (4232001004)

Program studi: Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
Jurusan: Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam

Judul Tugas Akhir ini: Studi Kasus Kerusakan Motor Sealing Air Fan 2
di PT Energi Listrik Batam

Perusahaan: PT. Energi Listrik Batam
Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing



Fauzlan Natabiq, S.T., M. Cs.
NIK: 210173

Pembimbing Industri



Bambang Setiadi, S.T.

Maintenance Manager

Ardhi Hudnatu

Studi Kasus Kerusakan *Motor Sealing Air Fan 2* di PT Energi Listrik Batam

Abstrak

Motor *sealing air fan* berfungsi penting dalam mengarahkan udara panas dari turbin di PT Energi Listrik Batam. Namun, motor ini terdapat masalah yang signifikan. Studi ini menganalisis penyebab kegagalan pada motor *sealing air fan 2*. Pada tanggal 22 Maret, terdeteksi adanya gangguan berupa bunyi bising yang tinggi. Hasil analisis menunjukkan adanya *vibrasi* yang sangat tinggi, diindikasikan adanya aus pada bearing motor tersebut, sehingga dilakukan pembongkaran motor listrik. Tujuan pembongkaran adalah untuk mengetahui penyebab kerusakan dan melakukan perbaikan atau penggantian pada motor *sealing air fan 2*. Pengukuran *vibrasi* dilakukan menggunakan alat VibXpert II, dan pengukuran tahanan insulasi serta *polarity index* dilakukan sebelum dan sesudah perbaikan untuk mengecek adanya kotoran atau debu pada belitan motor. Ditemukan bahwa impeller motor mengalami korosi, sehingga dilakukan balancing dengan penambahan beban sebesar 203g di area 74°. Setelah perbaikan, pengukuran menunjukkan penurunan signifikan pada *vibrasi* dan peningkatan nilai tahanan insulasi serta *polarity index*. Nilai *vibrasi* pada *Motor outboard horizontal* yang sebelumnya 199 mm/s menurun menjadi 66.4 mm/s, dan nilai *polarity index* meningkat dari 1.04 menjadi 2.59 setelah proses perbaikan, menunjukkan peningkatan performa motor sesuai standar yang ditetapkan.

Kata kunci: Motor *sealing air fan*, *Vibrasi*, Pengujian insulasi, *Polarity index*

Case Study of motor damage Sealing Air Fan 2 at PT Energi Listrik Batam

Abstract

Motor sealing air fan has an important function in directing hot air from the turbine at PT Energi Listrik Batam. However, this motor is experiencing significant problems. This study analyzes the causes of failure in the motor sealing air fan 2. On March 22, a disturbance in the form of high noise was detected. The results of the analysis showed a very high vibration, indicating wear on the bearings of the motor, so the disassembly of the electric motor. The purpose of dismantling is to find out the cause of the damage and make repairs or replacements to the sealing air fan 2 motor. Vibration measurements were carried out using the VibXpert II tool, and measurements of insulation resistance and polarity index were carried out before and after repairs to check for dirt or dust on the motor windings. It was found that the motor impeller is corroded, so balancing was carried out with an additional load of 203g in the area of 74°. After the repair, the measurements showed a significant decrease in vibration and an increase in the value of insulation resistance and polarity index. The vibration value of the horizontal outboard Motor, which was previously 199 mm/s, decreased to 66.4 mm / s, and the polarity index value increased from 1.04 to 2.59 after the repair process, indicating an increase in motor performance according to the established standards.

Keywords: Sealing air fan Motor, vibration, insulation measurement, polarity Index

Kata Pengantar

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh,

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya yang begitu besar kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Studi Kasus Kerusakan Motor Sealing Air Fan 2 di PT Energi Listrik Batam”**. Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat dalam untuk mencapai gelar sarjana terapan teknik (S.Tr.T) pada program studi Teknik Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Batam. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai penyusunan laporan tugas akhir ini tidaklah mudah bagi penulis. Oleh karena itu penulis, mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat, serta kesabarannya yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis yang merupakan anugerah terbesar dalam kehidupan. Penulis berharap dapat menjadi anak yang dibanggakan bagi kedua orang tua.
2. Bapak Uuf Brajawidagda, ST., MT., Ph.D, Selaku Direktur Politeknik Negeri Batam.
3. Bapak Dr.Budi Sugandi, S.T., M.Eng, Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam.
4. Bapak Fauzun Atabiq, S.T., M.Cs, Selaku Ketua Program Studi Teknik Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Batam. Dan selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan memberikan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Muhammad Prihadi Eko Wahyudi, S.T., M.T, Selaku Koordinator magang di Program Studi Teknik Rekayasa Pembangkit Energi Politeknik Negeri Batam
6. Bapak Bambang Setiadi, Selaku pembimbing Magang di perusahaan PT. Energi Listrik Batam sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini
7. Bapak Daryanto, Selaku Maintenance elektrikal di perusahaan PT.Energi Listrik Batam yang telah membantu saya dalam memberikan data untuk menyelesaikan tugas akhir ini
8. Seluruh staff dan karyawan Perusahaan PT. Energi listrik Batam yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan ilmu pengetahuan yang belum pernah penulis terima sebelumnya.
9. Kepada seluruh teman-teman penulis, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis.

10. Keluarga besar penulis, yang telah memberikan dukungan, doa, dan semangat serta arahan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Dan kepada Feni Fitriyanti selaku member JKT48 yang selalu memberikan senyuman dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih ada kekurangan. Untuk itu penulis mengharap kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhir kata penulis mengharapkan agar laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis khususnya.
Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Batam, 14 Mei 2024



Hanaffy Johan

Daftar Isi

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iv
<i>Abstract</i>	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	2
1.5. Batasan	2
Bab 2. Tinjauan Pustaka	3
Bab 3. Metodologi Penelitian	11
Bab 4. Hasil dan Pembahasan	14
4.1. Spesifikasi Motor <i>Air Sealing Fan</i>	14
4.2. Diagram Fishbone	15
4.3. Kerusakan Pada Motor <i>Sealing Air Fan</i>	15
4.4. Data Hasil penelitian	16
4.5. Analisis perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan	19
5.1. Kesimpulan	21
5.2. Saran	21
Daftar Pustaka	22
Lampiran	24

Daftar Gambar

Gambar 2.1. <i>Stator</i>	3
Gambar 2.2. <i>Rotor Sangkar Tupai (Squirrel Cage)</i>	4
Gambar 2.3. <i>Rotor Belitan (wound Rotor)</i>	5
Gambar 2.4. Bearing.....	5
Gambar 2.5. Impeller	6
Gambar 2.6. Standar vibrasi ISO 10816-3.....	7
Gambar 3.1. Alir Diagram	11
Gambar 3.2. MEGGER MIT1025 10kV	12
Gambar 4.1. Spesifikasi Motor	14
Gambar 4.2. Diagram Fishbone	15

Daftar Tabel

Tabel 1. Nilai Standar <i>polarity Index</i>	9
Tabel 2. Data vibrasi sebelum perbaikan	16
Tabel 3. Data tahanan insulasi dan <i>polarity index</i>	17
Tabel 4. Data <i>Vibrasi</i> setelah perbaikan	17
Tabel 5. Data <i>Vibrasi</i> setelah <i>balancing</i>	18
Tabel 6. Nilai beban dan posisi <i>balancing</i>	18
Tabel 7. Data pengujian tahanan insulasi dan <i>polarity index</i> sesudah perbaikan 19	
Tabel 8. Perbandingan sebelum dan sesudah <i>vibrasi</i>	19
Tabel 9. perbandingan Tahanan Insulasi dan <i>Polarity Index</i>	20

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Motor listrik merupakan suatu komponen yang sangat penting pada pembangkit listrik. Di PT Energi Listrik Batam, motor listrik digunakan sebagai mendorong fluida seperti gas, udara, bahkan air, juga digunakan untuk mengarahkan udara panas, dan juga motor listrik digunakan sebagai pendingin. Motor listrik memiliki peran yang sangat vital di PT Energi Listrik Batam, contohnya adalah motor *sealing air fan*. Motor *sealing air fan* berfungsi sebagai pengarah udara panas dari turbine yang akan menuju ke *exhaust stack*. Itulah mengapa motor ini sangat dibutuhkan supaya tidak terjadinya penumpukan suhu panas pada area sekitaran *exhaust stack* yang. Di PT Energi Listrik Batam terdapat dua motor *sealing air fan*, yaitu motor *sealing air fan 1* dan motor *sealing air fan 2*. Motor tersebut beroperasi secara bergantian dimana ketika motor 1 hidup, maka motor 2 akan *standby*. Keberlangsungan operasi pembangkit sangat berpengaruh terhadap keandalan kedua motor ini, karena gangguan pada sistem pendorong uap panas bisa berdampak ke area sekitar dan keselamatan operasional.

Gangguan atau kendala terjadi pada *motor sealing air fan 2*. Kerusakan pada motor *sealing air fan 2* mengalami masalah berupa suara noise yang tinggi. Untuk mengetahui penyebab gangguan motor, maka dilakukan pengetesan *vibrasi*. Didapat bahwa adanya *vibrasi* yang cukup tinggi, maka dapat dipastikan motor tersebut menunjukkan adanya keausan bearing dan perlu dilakukannya pembongkaran terhadap motor tersebut.

Adanya *vibrasi* yang tinggi di beberapa titik motor *sealing air fan 2* bahkan hingga mencapai 20 mm/s dimana dibutuhkan perbaikan. Pada saat dilakukannya perbaikan, dilakukan juga pengukuran tahanan insulasi dan *polarity index* terhadap belitan motor. Didapatkan adanya kenaikan nilai pada pengujian tahanan insulasi, tetapi pada *polarity index* tidak mencapai angka yang telah ditetapkan. Dengan demikian dilakukan juga pemeliharaan terhadap belitan motor. Studi kasus ini bertujuan untuk hal-hal yang terjadi pada kondisi motor *sealing air fan 2* dan kegiatan yang dilakukan untuk dapat motor bekerja optimal

Berdasarkan studi kasus dan permasalahan yang terjadi, maka penulis mengambil tugas akhir yang berjudul “Studi kasus kerusakan motor *sealing air fan 2* di PT Energi Listrik Batam”. Pada penelitian ini, parameter yang diambil adalah motor *air sealing fan 2*, dengan demikian akan diketahui permasalahan yang terjadi dan cara pemeliharannya terhadap motor tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang di hadapi adalah :

1. Apa penyebab terjadinya kerusakan pada *motor air sealing fan* 2 di PT Energi Listrik Batam.
2. Bagaimana performa motor *sealing air fan* 2 setelah dilakukan perbaikan

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Melakukan analisis terhadap motor *sealing air fan* 2 di PT Energi Listrik Batam yang mengalami kerusakan
2. Menganalisis hasil performa pada motor *sealing air fan* 2 di PT Energi Listrik Batam setelah perbaikan

1.4. Manfaat

Manfaat yang didapatkan yaitu :

1. Bagi penulis, mendapatkan tambahan wawasan pengetahuan dalam bidang penelitian yang menyangkut tentang motor listrik dari kegiatan yang dilakukan
2. Dengan memahami dan mengatasi kerusakan yang terjadi pada motor listrik air fan, tugas akhir ini dapat meningkatkan kinerja pada motor *air sealing fan* di PT Energi Listrik Batam, untuk mengurangi kerusakan yang lebih parah
3. Dapat menjadi referensi pembelajaran dan referensi khususnya menyangkut tentang motor listrik baik di Politeknik Negeri Batam maupun di PT Energi Listrik Batam

1.5. Batasan

Dalam menjalankan tugas akhir ini, Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hanya membahas kerusakan yang terjadi pada motor *sealing air fan* dan hal data-data yang menyangkut motor tersebut
2. Data yang digunakan berasal dari Pemeliharaan yang dilakukan secara langsung

Bab 2. Tinjauan Pustaka

2.1. Motor listrik 3 Phasa

Motor induksi 3 phasa merupakan peralatan penggerak yang paling banyak digunakan dalam dunia industri dan komersial dikarenakan motor listrik ini sangat sederhana. Motor ini bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik, di mana arus listrik yang mengalir melalui stator menghasilkan medan magnet yang berputar. Medan magnet yang berputar ini kemudian menginduksi arus di rotor, menghasilkan torsi yang memutar rotor dan akhirnya menggerakkan beban yang terhubung. Kecepatan motor induksi 3-fasa sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu frekuensi, jumlah kutub dan amplitudo tegangan sumber.[1]

2.2. Konstruksi dan komponen Motor 3 Phasa

Konstruksi Motor 3 Phasa terdiri dari dua bagian didalamnya yaitu Bagian *Stator* dan bagian *Rotor*.

2.2.1. *Stator*

Stator adalah bagian diam dari motor yang terdiri dari gulungan kawat tembaga yang dipasang di dalam slot pada inti besi. Ketika tegangan tiga fase diaplikasikan ke stator, medan magnet berputar terbentuk. Jumlah gulungan pada stator dibuat sesuai dengan jumlah kutub dan jumlah putaran yang diinginkan atau ditentukan. Gulungan yang dikelompokkan ke dalam set disebut fase.[2]



Gambar 2.1 *Stator*

2.2.2. Rotor

Rotor adalah bagian yang berputar pada motor. Rotor dibagi menjadi 2 macam yaitu rotor sangkar tupai (*squirrel cage*) dan rotor belitan (*wound rotor*).

1. Rotor Sangkar Tupai (*Squirrel Cage*)

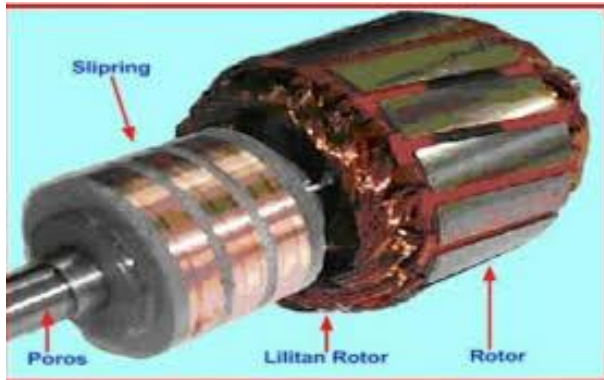
Motor induksi tipe sangkar tupai merupakan motor induksi yang banyak digunakan karena bentuknya sederhana, perawatan mudah dan murah. Rotor ini terdiri dari batang konduktif yang dihubungkan oleh cincin akhir, membentuk struktur mirip sangkar tupai.



Gambar 2.2 Rotor Sangkar Tupai (*Squirrel Cage*)

2. Rotor Belitan (*Wound Rotor*)

Rotor ini memiliki gulungan kawat yang mirip dengan stator dan biasanya dihubungkan ke resistor eksternal atau peralatan lain untuk mengontrol karakteristik motor. Motor induksi rotor lilitan jarang digunakan bila dibandingkan dengan motor induksi sangkar tupai karena harganya mahal dan biaya pemeliharaan lebih besar.



Gambar 2.3 Rotor Belitan (wound Rotor)

2.2.3. Bearing

Pada bagian motor 3 phase atau suatu konstruksi motor 3 phase terdapat suatu alat yang bernama bearing. Bearing sendiri berfungsi sebagai penunjang atau penahan rotor untuk dapat berputar secara sinkron baik untuk shaft depan maupun shaft belakang. Bearing sendiri memiliki 2 jenis yaitu NDE dan DE.

NDE atau *Non Drive End* terletak pada bagian belakang dari peralatan dan berada diujung dari penggerak atau beban putar. Sedangkan DE atau *Drive End* terletak pada bagian depan dari peralatan atau berdekatan dengan *coupling*, *Drive End* berada dekat dengan penggerak atau beban.

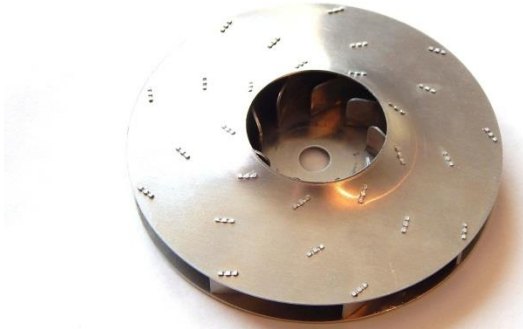


Gambar 2.4 Bearing

2.3. Impeller

Impeller adalah komponen berputar yang berfungsi untuk mentransfer energi dari motor untuk mempercepat fluida keluar dari pusat rotasi.[3] terdiri dari bilah atau baling-baling yang memberikan energi kinetik pada fluida, menghasilkan tekanan dan aliran.

OSM MARINA.COM



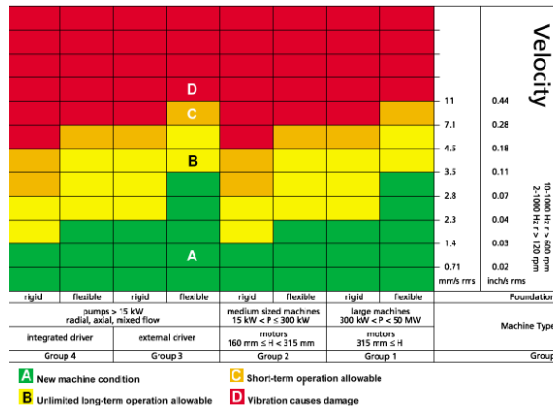
Gambar 2.5 Impeller

2.4. Vibrasi (Getaran)

Getaran atau *vibrasi* adalah suatu gerak bolak-balik suatu objek di sekitar titik kesetimbangan tertentu. Kesetimbangan di sini maksudnya adalah keadaan di mana suatu benda berada pada posisi diam jika tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut. Kuat atau lemahnya pergerakan benda tersebut dipengaruhi oleh jumlah energi yang diberikan. Semakin besar energi yang diberikan maka semakin kuat pula getaran yang terjadi. Satu Getaran sama dengan satu kali gerakan bolak balik penuh dari benda tersebut. Contoh sederhana getaran yaitu gerakan pegas yang diberikan beban, misalnya pemanfaatan pegas untuk menjadi ayunan anak. Getaran mempunyai *amplitudo* (jarak simpangan terjauh dengan titik tengah) yang sama. *Amplitudo* bisa diartikan ialah jarak paling jauh dari titik keseimbangan saat terjadi getaran. Di dalam getaran juga terdapat frekuensi yaitu banyaknya jumlah getaran yang terjadi dalam satu detik, satuan frekuensi dalam Sistem Internasional yaitu Hertz (Hz). Selain itu juga terdapat periode yaitu waktu yang diperlukan untuk melakukan satu kali getaran, Satuan Periode dalam Sistem Internasional adalah *Sekon* (s). [4]

Getaran bisa terjadi pada berbagai sistem mekanis, struktural, atau elektromekanis dan dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti gaya periodik, benturan, atau ketidakseimbangan massa.

Standar ISO 10816-3



Gambar 2.6 Standar Vibrasi ISO 10816-3

2.4.1. Jenis- jenis Vibrasi (Getaran)

a. Free Vibration

Getaran Bebas atau *free Vibration* adalah getaran yang terjadi ketika sistem mekanis dimulai dengan adanya gaya awal yang bekerja pada sistem itu sendiri, lalu dibiarkan bergetar secara bebas. Semua sistem yang memiliki massa dan elastisitas dapat mengalami getaran bebas atau getaran tanpa rangsangan dari luar. Getaran bebas akan menghasilkan frekuensi yang natural karena sifat dinamika dari distribusi massa dan kekuatan yang membuat getaran.

b. Vibration Forced

Getaran paksa atau *Vibration Forced* dapat terjadi jika sebuah sistem diberi gaya dari luar (lebih tepatnya gaya yang berulang-ulang), maka getaran yang timbul pada sistem tersebut. Getaran yang timbul pada mesin diesel yang sedang bekerja misalnya, adalah salah satu contoh dari getaran paksa. Jika frekuensi sebuah gaya eksternal tepat sama dengan frekuensi getaran sistem, maka akan menimbulkan resonansi. Resonansi inilah yang sangat membahayakan sistem.

2.4.2. Pengambilan Data *Vibrasi*

Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam mengukur vibrasi:

1. Menyiapkan alat ukur analisa vibrasi yaitu VibXpert II.
2. Menggunakan APD (Alat Pelindung Diri) sesuai standar.
3. Membersihkan titik pengukuran vibrasi.
4. Menempelkan magnet sensor alat analisa vibrasi ke titik yang telah dibersihkan sebelumnya.
5. Menentukan pengukuran sesuai prosedur yang meliputi vibrasi arah vertikal, horizontal, dan aksial.
6. Mengambil pengukuran waveform, spektrum, dan sudut fasa vibrasi jika diperlukan.
7. Nilai hasil pengukuran disimpan di memori alat analisa vibrasi.

2.4.3. Posisi Pengukuran

Adapun posisi pengukuran vibrasi dilakukan pada 4 titik, yaitu pada titik *Motor Outboard Horizontal* (MOH), titik *Motor Outboard Vertical* (MOV), titik *Motor Inboard Horizontal* (MIH), titik *Motor Inboard Vertical* (MIV). Masing-masing dengan arah vertikal, horizontal dan aksial.

2.5. Insulation Resistance (Tahanan Insulasi) Dan *Polarity Index*

Pengujian tahanan insulasi dan *polarity index* pada motor listrik atau generator listrik adalah suatu metode atau alat yang sangat berguna untuk mengevaluasi apakah terdapat penumpukan kotoran atau uap air pada kumparan, juga mengukur tingkat deteriorasi atau penuaan pada bahan insulasi kumparan. [5]

Tahanan insulasi adalah ukuran resistensi listrik dari bahan isolasi yang memisahkan konduktor listrik dalam kabel, peralatan, atau komponen elektronik. Nilai tahanan insulasi yang tinggi menunjukkan bahwa bahan isolasi tersebut sangat efektif dalam mencegah aliran arus listrik yang tidak diinginkan, sehingga memastikan keamanan dan keandalan sistem listrik.

Sistem insulasi berfungsi untuk menghindari gangguan antar belitan dalam kumparan motor atau generator. Kumparan stator pada umumnya dirancang dapat bekerja penuh selama 20-40 tahun. Tapi hal ini tergantung dari kondisi pengoperasian.

Nilai tahan insulasi harus bernilai tinggi untuk menghindari arus bocor yang kentara atau besar. Nilai IR yang rendah menunjukkan bahwa bahan insulasi tadi telah menurun kemampuannya atau rusak.

Pengujian *Polarity Index* (PI) adalah variasi dari pengujian IR, yang mana PI adalah perbandingan nilai IR 10 menit dan nilai IR 1 menit, sehingga:

$$PI : \frac{R10}{R1}$$

Nilai PI yang rendah menandakan bahwa belitan kumparan bisa saja telah terkontaminasi oli, debu koran dan lain-lain atau uap air.

Tabel 1. Nilai Standar *polarity Index*

Nilai <i>Polarity Index</i>	Keadaan Insulasi
<2	Bermasalah
2 sampai 4	Baik
>4	Sempurna

Pada pengukuran tahanan insulasi dan *polarity index*, menggunakan mesin MEGGER MIT1025 10kV, yang mana tidak lagi menghitung secara manual, dikarenakan sudah ada data dari mesin.

2.6. Sealing Air Fan

Sealing air fan adalah komponen penting yang digunakan sistem pembangkit, biasanya digunakan pada pembangkit tenaga uap (PLTU) dan sistem boiler. Fungsi utama dari *sealing air fan* adalah sebagai pengarahkan udara panas keluaran dari tubrin untuk diarahkan ke *exhaust stack*. Fungsi lainnya dari *sealing air fan* sendiri ialah mencegah kebocoran, menjaga tekanan dalam pulverizer, dan melindungi komponen penting.

Sealing air fan biasanya terhubung ke sistem kontrol yang memastikan bahwa tekanan udara yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan sistem.

2.7. Balancing

Balancing dilakukan untuk menyeimbangkan putaran rotor dengan menambahkan dengan material besi atau *plastic steel* dengan berat yang sudah ditentukan.[6] Getaran yang disebabkan oleh ketidakseimbangan dapat menyebabkan kerusakan pada motor, bantalan, dan komponen terkait lainnya, serta mengurangi efisiensi operasi motor.

Manfaat *Balancing* Motor :

1. Mengurangi Getaran

Mengurangi getaran yang disebabkan oleh ketidakseimbangan, yang dapat memperpanjang umur motor dan komponen terkait.

2. Meningkatkan Efisiensi

Motor yang seimbang bekerja lebih efisien dengan konsumsi energi yang lebih rendah.

3. Meningkatkan Keandalan

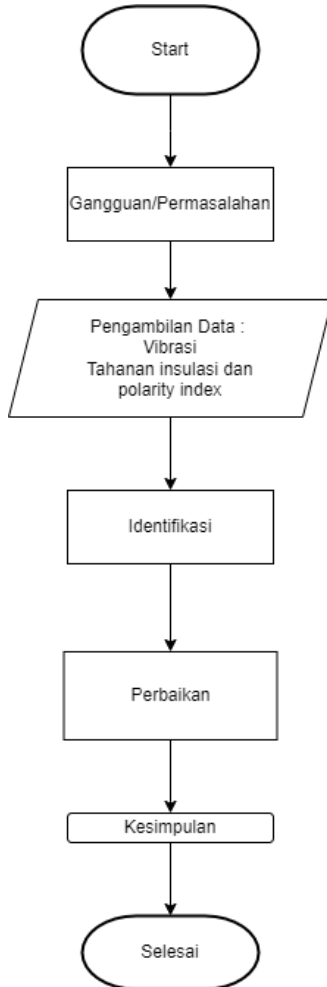
Mengurangi risiko kegagalan komponen dan *downtime* karena kerusakan akibat getaran.

4. Meningkatkan Keselamatan

Mengurangi risiko kecelakaan atau kerusakan peralatan yang disebabkan oleh getaran berlebihan.

Bab 3. Metodologi Penelitian

Untuk menyelesaikan tugas akhir ini, maka metode atau langkah langkah yang dilakukan sebagai berikut



Gambar 3.1 Alir Diagram

Pada gambar 3.1, diagram alir tersebut menjelaskan tahap penelitian yang dilakukan untuk membantu penulis menyelesaikan tugas akhir. Tugas akhir ini berfokus pada studi kasus kerusakan pada motor sealing air fan 2 di PT Energi Listrik Batam.

3.1 Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan studi kasus ini adalah :

1. Alat-alat perkakas tangan seperti *cordless impact*, kunci inggris, kunci pas atau sepanar, *impact socket*, dan lain lainnya yang digunakan untuk pembongkaran dan pemasangan motor listrik dari tempatnya

2. Alat-alat yang digunakan untuk pengukuran seperti VibXpert II yang digunakan mengukur vibrasi dan MEGGER MIT1025 10kV yang digunakan untuk mengukur tahanan insulasi dan polarity index pada motor.



Gambar 3.2 MEGGER MIT1025 10kV

3. Alat-alat yang digunakan untuk perbaikan pada motor seperti heater untuk bearing, sikat belitan, dan vernis belitan

4. Alat-alat pelindung diri seperti helm, kacamata, sarung tangan, earplug, dan lain-lainnya

3.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada tugas akhir ini adalah data yang dikumpulkan dari data kerusakan yang terjadi pada motor sealing air fan di PT Energi Listrik Batam.

- Data *Vibrasi* sebelum dan sesudah perbaikan
- Data tahanan insulasi dan *polarity index* sebelum dan sesudah perbaikan

3.3 Analisis

Tahap analisis melibatkan pengukuran yang dilakukan secara langsung terhadap masalah yang akan diteliti. Untuk mengukur *vibrasi* pada motor sealing air fan 2 menggunakan VibXpert II dan untuk mengukur tahanan insulasi dan *polarity index* menggunakan MEGGER MIT1025 10kV sesuai yang ada di PT Energi Listrik Batam. Pada tanggal 22 Maret didapatkan adanya kejanggalan pada motor sealing air fan 2 seperti suara noise yang tinggi pada motor.

Untuk mengetahui penyebab gangguan motor dilakukan pengukuran *vibrasi* terhadap motor sealing air fan 2. Hasil pengukuran menunjukkan nilai *vibrasi* yang tinggi, dengan demikian dilakukan pergantian bearing terhadap motor sealing air fan 2 tersebut.

Saat motor dilakukan pembongkaran, dilakukan juga pengujian tahanan insulasi dan *polarity index*. Didapat pada tahanan insulasi mengalami kenaikan setiap menitnya, tetapi pada *polarity index* menunjukkan angka dibawah standar. Dengan demikian, dilakukan juga pemeliharaan dan perbaikan terhadap belitan motor.

Setelah dilakukanya pergantian bearing dan perbaikan pada belitan, Dilakukan pengukuran ulang pada motor sealing air fan 2. Didapat pada nilai *vibrasi* masih tinggi, dengan demikian dilakukan *balancing* yaitu dengan menambahkan beban pada impeller motor. Didapat setelah dilakukan *balancing*, *vibrasi* mengalami penurunan yang sangat signifikan dan dalam kondisi sesuai standar. Dan pada belitan sendiri, nilai pada tahanan insulasi masih mengalami kenaikan dan pada nilai *polarity index* mengalami kenaikan sesuai standar.

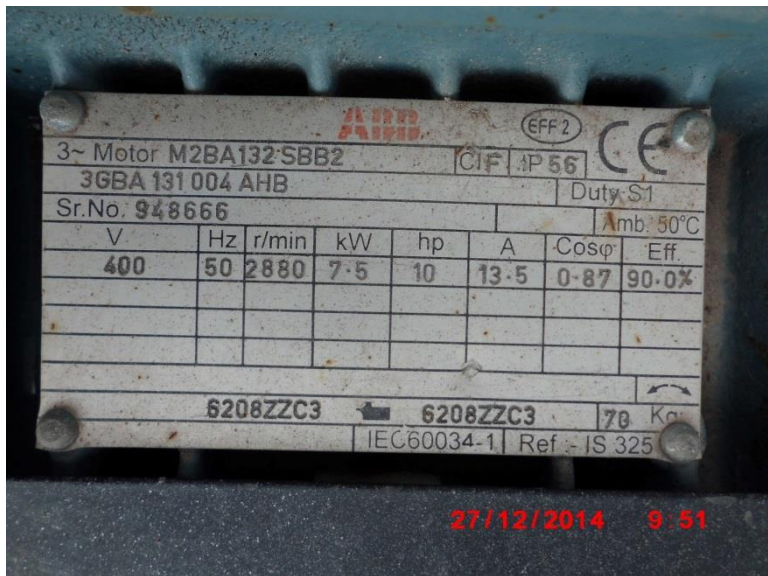
Dengan demikian, pemeliharaan motor sealing air fan 2 yang benar dan baik dapat memastikan jalannya unit GTG di PT Energi Listrik Batam.

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

Pada bab 4 ini akan disajikan mengenai hasil dan pembahasan yang telah dilakukan diantaranya meliputi: Spesifikasi motor, diagram fishbone, kerusakan pada motor *sealing air fan*, data hasil pemeliharaan, data hasil penelitan, dan analisis data.

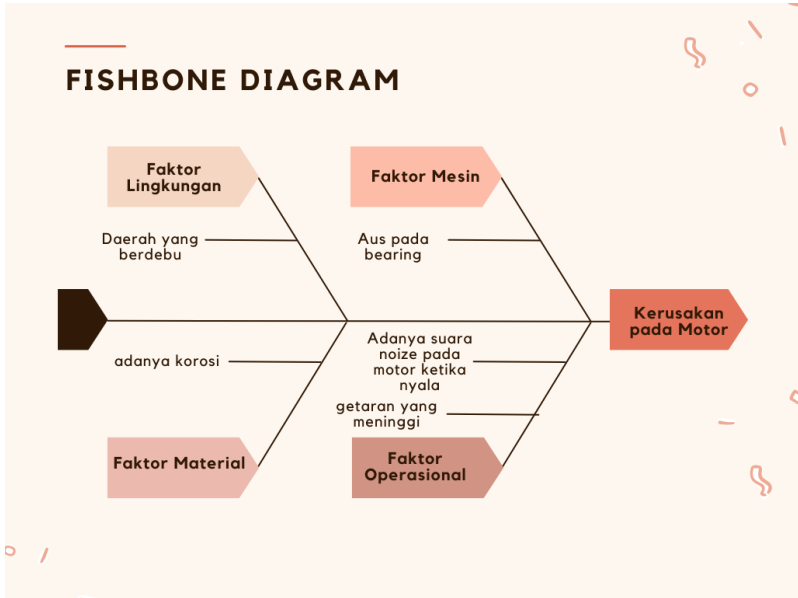
4.1. Spesifikasi Motor *Air Sealing Fan*

Setiap mesin memiliki spesifikasinya agar dapat menyesuaikan dengan kegunaannya. Pada motor *air sealing fan*, spesifikasi yang digunakan yaitu :



Gambar 4.1 Spesifikasi Motor

4.2. Diagram Fishbone



Gambar 4.2 Diagram Fishbone

Gambar diatas, memungkinkan besar menemukan kerusakan pada motor listrik disebabkan oleh adanya beberapa faktor. Dimana ada 4 faktor yang membuat gangguan atau kerusakan pada motor, seperti faktor lingkungan yang disebabkan daerah yang berdebu pada sekitaran motor, faktor mesin yang disebabkan adanya aus pada bearing akibat termakan umur bearing, faktor material yang terjadi karena korosi pada impeller motor, dan faktor operasional yang disebabkan oleh getaran yang tinggi dan suara noise pada motor sealing air fan 2.

4.3. Kerusakan Pada Motor *Sealing Air Fan*

PT Energi Listrik Batam pernah mengalami kerusakan pada motor *air sealing fan 2* pada unit GTG unit 2 pada tanggal 22 Maret. Adanya gangguan pada motor *sealing air fan 2* disebabkan faktor. Adanya beberapa kejanggalan seperti suara noise yang tinggi pada motor dan getaran yang tidak wajar pada motor, dan daya dorong yang kurang untuk mengarahkan uap panas hasil pembakaran turbin.

Suara noise yang tinggi disebabkan oleh bearing yang aus, dimana bearing tersebut sudah termakan usia, yang membuat getaran pada motor menjadi tinggi karena tidak stabilnya putaran pada motor. Getaran atau *vibrasi* pada motor membuat motor menjadi tidak stabil atau *unbalance*, jika dibiarkan akan menyebabkan kerusakan lebih parah khususnya pada rotor motor. Untuk mengetahuinya tingkatannya, maka diperlukan pengecekan yang meliputi analisis *vibrasi*.

Dilakukan juga pengukuran tahanan insulasi untuk mengetahui apakah tidak kotor-kotoran atau debu yang ada pada belitan motor. Jika dibiarkan dapat mengganggu jalannya motor bahkan dapat menyebabkan kerusakan pada listrik motor. pemeliharaan belitan sangat penting untuk memastikan motor beroperasi dengan optimal dan tahan lama.

Metode yang digunakan adalah metode fishbone untuk menindaklanjuti kerusakan pada motor *air sealing fan*. Metode ini digunakan untuk mengetahui kerusakan yang terjadi pada motor dan mengetahui cara perbaikan pada motor.

4.4. Data Hasil penelitian

Data ini bertujuan untuk menganalisis *vibrasi* atau getaran pada motor air sealing fan dengan mengamati nilai *vibrasi*, dan juga untuk mengamati nilai dari tahanan insulation dan *polarity index* pada belitan motor. Berikut data dari penelitian :

4.4.1 Data Vibrasi kerusakan atau sebelum perbaikan

Berikut merupakan data vibrasi yang dilakukan sebelum perbaikan pada motor air sealing fan pada tabel 2 :

Tabel 2. Data *vibrasi* sebelum perbaikan

Poin Pengukuran	Level <i>Vibrasi</i> sebelum (mm/s)
Motor Outboard Horizontal	19,9
Motor Outboard Vertical	5,88
Motor Inboard Horizontal	16,67
Motor Inboard Vertical	13,48

Pada data acuan diatas menunjukkan adanya level *vibrasi* atau getaran yang tinggi berada pada area *Motor Outboard Horizontal* (MOH) yaitu 19,9 mm/s yang mencapai 4 kali lipat dari spesifikasi motor, *Motor Inboard Horizontal* (MIH) yaitu 16,67 mm/s yang mencapai 3 kali lipat, dan *Motor Inboard Vertical* (MIV) yaitu 13,48 mm/s yang mencapai 2 kali lipat. Dengan itu maka disarankan untuk perbaikan pada motor listrik tersebut.

4.4.2. Data pengujian tahanan insulasi dan *Polarity index*

Berikut merupakan data dari pengujian tahanan isolasi dan *polarity index* pada motor air sealing fan pada tabel 3:

Tabel 3. Data tahanan insulasi dan *polarity index*

Waktu (menit)	U to V+W+ground (GΩ)	V to W+U+ground (GΩ)	W to U+V+ground (GΩ)
1	44,3	55,8	55,8
2	59,9	78,6	75,5
3	67,5	95,6	93,1
4	77,6	108,6	102,8
5	85,0	119,9	113,4
6	92,5	121,1	120,8
7	99,3	131,2	127,0
8	107,1	143,8	130,0
9	110,7	156,5	140,2
10	115,0	163,0	139,8
<i>Polarity Index(PI)</i>	1,04	1,04	1,04

Pada data diatas, menunjukkan tahanan isolasi pada motor terus meningkat yang menandakan belitan pada motor tersebut mengalami kenaikan, akan tetapi pada *polarity index* tidak mencapai angka 2 yaitu 1,04, yang menandakan adanya kotoran, debu dan semacamnya didalam belitan. Maka dari itu dilakukan perbaikan atau pemeliharaan dengan menyikat belitan menggunakan sikat belitan, lalu menyemprotkan belitan menggunakan vernis belitan dan memanaskan belitan dengan waktu satu malam untuk membuat area belitan tersebut akan mengalami panas dan bisa mencapai *polarity index* diatas angka 2.

4.4.3. Data *Vibrasi* sesudah perbaikan

setelah dilakukan perbaikan pada motor, yaitu pergantian bearing, maka dilakukan pengukuran pada motor pada tanggal 18 April. Akan tetapi, getaran atau *vibrasi* pada motor tersebut tidak mengalami penurunan yang jauh, yang mana kemungkinannya disebabkan oleh impeller yang *unbalance* atau tidak seimbang. Dengan demikian, dilakukan *balancing* atau penambahan beban di beberapa titik pada impeller dengan data tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 4. Data *Vibrasi* setelah perbaikan

Poin Pengukuran	Level vibrasi setelah (mm/s)
Motor Outboard Horizontal	15,6
Motor Outboard Vertical	5,20
Motor Inboard Horizontal	16,52
Motor Inboard Vertical	13,01

setelah dilakukan penambahan beban pada impeller, *vibrasi* pada motor atau getaran yang ditimbulkan menjadi menurun sangat signifikan seperti pada data tabel 5 berikut :

Tabel 5. Data *vibrasi* setelah *balancing*

Poin Pengukuran	Level <i>Vibrasi</i> setelah <i>balancing</i> (mm/s)
Motor Outboard Horizontal	6,64
Motor Outboard Vertical	5,93
Motor Inboard Horizontal	5,09
Motor Inboard Vertical	3,34

Dengan menambahkan beban atau *balancing* pada posisi pada tabel 6 berikut :

Tabel 6. Nilai beban dan posisi *balancing*

langkah	Berat (gram)	Posisi (Derajat)
1	20,3	74
2	6,1	33
3	2,6	269

Data diatas menunjukkan bahwa area yang mengalami *vibrasi* atau getaran tinggi mengalami penurunan yang sangat signifikan, dengan penambahan beban di area-area tertentu seperti pada posisi 1 yaitu 74°, posisi 2 di 33°, dan posisi 3 yaitu pada posisi 269°. Beban paling berat ditambah pada posisi 74° yaitu 20,3 gram. Yang menunjukkan area tersebut adanya terkikis oleh korosi yang menyebabkan impeller tersebut mengalami pengurangan beban.

4.4.4. Data pengujian tahanan insulasi dan *polarity index* sesudah perbaikan

Tabel berikut merupakan data dari pengujian tahanan ke dua yang sudah dilakukannya pada pemanasan pada tanggal 15 April pada belitan motor seperti pada Tabel 7 berikut :

Tabel 7. Data pengujian tahanan insulasi dan *polarity index* sesudah perbaikan

Waktu(menit)	U ke V+W+Ground (GΩ)	V ke W+U+Ground (GΩ)	W ke U+V+Ground (GΩ)
1	51,0	55,2	49,9
2	59,1	69,1	71,3
3	71,9	79,9	92,4
4	81,0	91,4	102,9
5	92,3	102,4	111,0
6	98,9	111,2	120,3
7	103,2	124,5	129,1
8	109,8	140,2	131,1
9	115,2	152,6	144,0
10	118,0	166,9	151,1
Polarity Index (PI)	2,59	2,92	2,51

Pada data yang telah ditampilkan setelah adanya perbaikan, dengan demikian adanya kenaikan pada *polarity index* yang mencapai 2 dan tidak adanya penurunan atau kenaikan yang signifikan pada tahanan insulasi yang bisa di simpulkan bahwa pemeliharaan yang dilakukan efektif dan sangat berpengaruh kepada nilai tahanan insulasi dan *polarity index* pada motor.

4.5. Analisis perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan

4.5.1 Data perbandingan *Vibrasi*

Berikut adalah tabel data perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan pada vibrasi tabel 8 :

Tabel 8. Perbandingan sebelum dan sesudah *vibrasi*

Poin Pengukuran	Level <i>Vibrasi</i> (mm/s)	
	Sebelum	Sesudah
Motor Outboard Horizontal	19,9	6,64
Motor Outboard Vertical	5,88	5,93
Motor Inboard Horizontal	16,67	5,09
Motor Inboard Vertical	13,48	3,34

Data tabel perbandingan menunjukkan bahwa pada *vibrasi* saat motor mengalami kerusakan sangat tinggi pada tanggal 27 Maret, yang bila dibiarkan akan menyebabkan kemungkinan terburuk seperti shaft yang patah. Namun setelah proses perbaikan pada tanggal 18 April, terjadinya penurunan yang sangat signifikan, dan kini mencapai tingkatan yang hanya menyentuh 5 sesuai

standard. Selisih vibrasi tertinggi pada *Motor Outboard Horizontal* (MOH) yaitu senilai 13,26 mm/s.

4.5.2 Data perbandingan Tahanan Insulasi dan *Polarity Index*

Berikut adalah tabel data perbandingan sebelum perbaikan pada tanggal 27 Maret dan sesudah perbaikan pada tanggal 15 April pada tabel 8 tahanan insulasi dan *polarity index* :

Tabel 9. perbandingan Tahanan Insulasi dan *Polarity Index*

Time Minutes	U to V+W+Ground (GΩ)		V to W+U+Ground (GΩ)		W to U+V+Ground (GΩ)	
	Before	After	Before	After	Before	After
1	44,3	51,0	55,8	55,2	55,8	49,9
2	59,9	59,1	78,6	69,1	75,5	71,3
3	67,5	71,9	95,6	79,9	93,1	92,4
4	77,6	81,0	108,6	91,4	102,8	102,9
5	85,5	92,3	119,9	102,4	113,4	111,0
6	92,5	98,9	121,1	111,2	120,8	120,3
7	99,3	103,2	131,2	124,5	127,0	129,1
8	107,1	109,8	143,8	140,2	130,0	131,1
9	110,7	115,2	156,5	152,8	140,2	144,0
10	115,0	118,0	163,0	166,9	139,8	151,1
PI	1,04	2,59	1,04	2,92	1,04	2,51

Data tabel perbandingan menunjukkan bahwa pada pengujian tahanan isolasi tidak mengalami perubahan yang signifikan pada sebelum dan sesudah perbaikan, yang mengalami perubahan yang signifikan hanya terjadi pada PI pada motor listrik yang mengalami kenaikan mencapai dua, yang mana kenaikannya mencapai 2 kali lipat setelah perbaikan.

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada studi kasus kerusakan pada motor *sealing air fan* 2 di PT Energi Listrik Batam yang terjadi pada 27 Maret, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. terjadinya gangguan atau kerusakan pada motor *sealing air fan* 2 yang timbulnya suara noise, didapat juga bahwa terjadinya vibrasi yang cukup tinggi pada motor *sealing air fan*, yang di mengharuskan pembongkaran terhadap motor *sealing air fan*
2. Pengukuran *vibrasi* terjadi perubahan yang sangat signifikan setelah dilakukannya *balancing*, dengan penambahan beban paling tinggi sebesar 20,3 gram. Dilihat penurunan yang signifikan terjadi pada *Motor Outboard Horizontal* dari 19,9 mm/s ke 6,64 mm/s. Mengalami penurunan hingga 13,26 mm/s. *Balancing* dilakukan 3 langkah agar *vibrasi* pada motor tersebut turun dan merata. Pengukuran pada tahanan insulasi dan *polarity index* terjadi perubahan khususnya pada *polarity index*. Pada tahanan insulasi, sebelum perbaikan dan setelah perbaikan tidak mengalami perubahan, tetap naik setiap menitnya, berbeda dengan *polarity index* dimana terdapat kenaikan pada sebelum perbaikan yang awalnya hanya mencapai 1,04 GΩ setelah perbaikan mencapai 2,59 GΩ dengan cara melakukan penyikatan dan penyemprotan vernis pada belitan motor.

Kesimpulan dari studi ini menunjukkan bahwa pergantian bearing dan *balancing* merupakan langkah efektif untuk mengurangi vibrasi dan meningkatkan kondisi *polarity index* pada motor *sealing air fan*.

5.2. Saran

Mungkin bisa ditingkatkan pada berikut :

1. Dilakukan monitoring rutin terhadap kondisi vibrasi motor *sealing air fan* untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Dan juga dapat dilakukan pemeliharaan berkala untuk mendeteksi lebih dini perubahan kondisi pada mesin.
2. Bisa diimplementasikan pada kegiatan pemeliharaan preventive terjadwal, untuk menghindari resiko kerusakan yang lebih parah
3. Selalu mendokumentasikan setiap perbaikan dan pemeliharaan yang dilakukan..

Mungkin dengan bisa diimplementasikan saran saran tersebut, diharapkan dapat menjadi lebih baik dan dapat menghindari dan mengatasi hal hal yang tidak dibenarkan.

Daftar Pustaka

- [1] Z. Anthony, "Studi Pengaruh Perubahan Frekwensi Sumber terhadap Faktor Daya Motor Induksi 3-Fasa," *Tek. Elektro Itp*, vol. 2, no. 2, pp. 49–52, 2013.
- [2] sabri çimen, F. A. Nasution, and Mokhammad Samsul Arif, "No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title," *Elect. Gov. J. Tata Kelola Pemilu Indones.*, vol. 12, no. 2, p. 6, 2020, [Online]. Available: <https://talenta.usu.ac.id/politeia/article/view/3955>
- [3] P. N. Bengkalis, "Seminar Nasional Industri dan Teknologi, Politeknik Negeri Bengkalis," vol. 2016, pp. 60–69, 2005.
- [4] SITANGGANG, ALFIAN. "ANALISIS PENGARUH GETARAN DENGAN VARIASI BAHAN BAKAR (PREMIUM, PERTALITE, DAN PERTAMAX) PADA MESIN PENGUPAS BUAH KELAPA HIBRIDA DENGAN PUTARAN 1500 RPM DAN 2000 RPM BERDASARKAN TIME DOMAIN PADA ARAH HORIZONTAL, VERTIKAL, DAN LONGITUDINAL." (2020).
- [5] Siringoringo, Eikjun Faisal. Pentingnya pengujian Tahanan Insulasi dan pengujian Polarity Index pada Generator dan Motor Listrik. 19 Desember 2018. 5 Mei 2024
- [6] R. Nizar and I. Baihaqi, "Studi Inspeksi Kelayakan Instalasi Dan Instrumen Tenaga Listrik," *Sinusoida*, vol. 22, no. 2, pp. 21–33, 2020.

Biodata



Nama : Hanaffy Johan
TTL : Batam, 10 Juli 2001
Agama : Islam
Alamat : Perum. MKGR Blok Bina Umma 2 No
4
Email : hanafipoin@gmail.com
Riwayat Pendidikan : SMK : SMK Negeri 1 Batam
SMP : SMP Negeri 11 Batam

Lampiran

