# Evaluasi Kinerja Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Parameter Listrik terhadap Variasi Kerusakan pada Komponen *Bearing*

*Muhammad Ashfahandika[a] , Puji Slamet[b] , Reza Sarwo Widagdo[c]*

[a,b,c]*Department of Electrical Engineering, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia*

ARTICLE INFO

*Article history:*
Received 21 April 2025
Received in revised form
10 May 2025
Accepted 10 June 2025
Available online 20 June 2025

*Keywords:*
*3-phase induction motor*
*Bearing*
*Bearing damage*
*Harmonics*

ABSTRACT

Induction motors are widely used in the industrial sector, with approximately 90% of motor applications employing 3-phase induction motors due to their reliability and efficiency. However, these motors are susceptible to mechanical faults, particularly bearing damage, which can significantly affect performance. This study aims to analyze the performance characteristics of 3-phase induction motors under various conditions of bearing damage. The research methodology includes literature review, tool modeling or modification, mathematical measurements, data analysis, and drawing conclusions. Key performance indicators measured include rotational speed, temperature, current, voltage, power, and Total Harmonic Distortion of Current (THDI). The experimental setup evaluates motor behavior under both no-load and loaded conditions with different degrees of bearing damage, such as inner race, outer race, and combined faults. Results show that bearing defects contribute to increased current, voltage fluctuations, temperature rise, and reduced motor efficiency. However, despite these changes, the measured THDI values remain within acceptable limits according to IEEE 519-2014, which stipulates a maximum of 15%. The findings highlight the importance of early detection of bearing faults to maintain motor performance and operational safety in industrial settings.

## 1. Pendahuluan

Dewasa ini motor induksi banyak digunakan di dunia industri, hampir 90% aplikasi motor pada industri menggunakan jenis motor induksi 3-fasa. Gangguan pada mesin-mesin berputar seperti halnya dikarenakan kerusakan *bearing* pada motor 3 fasa [1]. Penelitian oleh Mohammad Amir dan Ade irman Firdaus yang berjudul "Studi Analisis Pengaruh Harmonisa Akibat Penggunaan Variable Speed Drive Pada Motor Induksi Tiga Fasa". Pada penelitian tersebut dilakukan pengujian motor induksi tiga fasa yang dipasang Variable Speed drive (VSD) dengan diberikan beban 750 W dan 15 kW. Dari hasil pengujian diketahui bahwa pada beban 750 W motor induksi yang menggunakan VSD memiliki Total *Harmonic Distortion Arus* (THDi) fasa-netral yang terkecil adalah 94,35% dan terbesar 101.03% dan pada beban 15 kW memiliki THDi fasa-netral yang terkecil 40,62% dan yang terbesar 48,08% [2].

Torsi mekanik yang dihasilkan oleh arus *transient* maupun harmonisa dapat menyebabkan vibrasi dan noise pada motor. Arus *transient* dan harmonik dapat menimbulkan efek panas berlebih, bila mesin dioperasikan terus menerus [3]. Penggunaan bearing dengan masalah-masalah yang masih besar juga memacu penulis melakukan analisa khusus. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang akan dibahas oleh peneliti yaitu bagaimana analisis performa motor induksi 3 fasa saat terjadi kerusakan *bearing,* dengan tujuan dapat melakukan analisis performa motor induksi 3 fasa saat terjadi kerusakan *bearing.* Dalam penelitian ini diharapkan bisa memberi kontribusi baik pada pembaca maupun masyarakat dengan kebutuhan dalam bidang yang sama. Diharapkan, peneliti maupun pembaca dapat mengetahui simulasi daripada performa motor induksi 3 fasa saat terjadi kerusakan *bearing,* diharapkan juga bermanfaat untuk peneliti selanjutnya dalam pembuatan karya tulis ilmiah atau analsis lebih lanjut terkait motor induksi 3 fasa terutama saat terjadi adanya kerusakan *bearing*, maupun dikembangkan dalam motor lainnya.

## 2. Studi Literatur

Analisa Kestabilan *Transient* Jaringan Listrik 150kv Di Gardu Induk Waru" yaitu penelitian yang dilakukan oleh Aswin Dwi pada tahun 2023 Peneliti menggunakan software *Electric Transient And Analysis Program* (ETAP) 19.0.1 dalam simulasinya untuk mengetahui kestabilan transient pada jaringan yang diteliti. Hasil penelitian menyebutkan bahwa gangguan transient berpengaruh pada kestabilan jaringan. Ketika beban di setiap penyulangan mendapatkan penambahan beban sebesar 10%, 20%, dan 30% frekuensi pada bus 150kV mengalami ketidakstabilan di detik awal hingga pada detik ke 200 frekuensi mulai stabil kembali [4].

Analisis Total *Harmonic Current Distortion* Pada Motor Induksi 3 Fasa" yaitu penelitian yang dilakukan oleh Febriani Husniah pada tahun 2016. Peneliti menggunakan beban motor induksi 3 fasa dengan parameter dari motor pada Tugas Akhir milik Adin Teguh dan parameter dari motor tipe SM IEC SG6324 yang dilakukan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penelitian ini membahas mengenai analisis harmonisa pada motor induksi tiga fasa. Pengaruh dari pemberian filter untuk mereduksi harmonisa pada motor induksi 3 fasa, serta pengaruh dari sebelum dan sesudah pemberian filter pada motor induksi 3 fasa.

Salah satu hambatan dalam analisis harmonisa ini yaitu dalam menentukan besarnya filter yang akan digunakan dalam mereduksi harmonisa tersebut, dengan beberapa hasil yakni Nilai harmonisa pada inverter sebelum dihubungkan dengan beban yaitu sebesar 91,52%, sedangkan nilai setelah dihubung dengan beban 1 yaitu sebesar 103,23 % dengan orde terbesar berada pada orde 5, dan untuk beban 2 yaitu sebesar 92,37 % dengan orde terbesar berada pada orde 9, untuk meminimumkan nilai harmonisa yang terhubung dengan beban motor induksi 3 fasa, maka dapat menggunakan rangkaian filter pasif single tuned, di mana orde yang digunakan untuk mencari nilai kapasitor dan induktor yang digunakan yaitu sesuai dengan orde tertinggi. Semakin rendah nilai harmonisa, maka semakin baik pula performansi dari sistem ini dan menyebabkan bertambahnya umur pada tiap komponen, karena inverter tidak mengalami pemanasan yang berlebihan [5], [6].

Peningkatan Kualitas Daya Listrik (EPQ) Dalam Pengaturan Kecepatan Pada Motor Induksi Tiga Fasa" yaitu penelitian yang dilakukan oleh Wiwik Handajadi pada tahun 2016, peneliti menyebutkan bahwa, dengan adanya harmonik akan mengakibatkan menurunkan powerfactor (PF) yang berdampak efisiensi distribusi menurun, hal ini disebabkan faktordaya yang rendah. Peneliti menggunakan Program PSIM simulasi, metode DOL motor mulai, ada saat gelombang 580% dari FLA (Beban

Corresponding Author: Asfahandika
Email Address: ashfahandika@gmail.com



Doi: 10.30996/elsains.v7i1.132093

Elsains: Jurnal Elektro
p-ISSN: 2527-6336 | e-ISSN: 2656-7075

Penuh Ampere), dengan arus dari 777,2 A. Metode YD lonjakan 200% FLA saat 268 A. Kecepatan mengontrol motor induksi memiliki kecepatan wilayah dari awal sampai normaly kecepatan untuk kecepatan standar pada beban penuh. Metode elektronik pemula lembut untuk mengatur sudut Thyristor, arus pemicu diperoleh mulai dari 8 A. Dari hasil simulasi diperoleh bermotor mulai metode yang memiliki arus awal yang lebih kecil, dengan menggunakan metode yang lembut mulai mengendalikan elektronik diharapkan untuk masuk tegangan dan saat ini menjadi motor secara bertahap sesuai dengan pengaturan yang diinginkan. Dengan demikian masalah mulai motor induksi tiga fasa dapat diatasi [7].

Deteksi Kerusakan *Bearing* Dan *Eccentricity* Pada Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Current Signature Analysis" yaitu penelitian yang dilakukan oleh I GUSTI PUTU YUDIASTAWAN pada tahun 2009 di Depok, peneliti menganalisa kerusakan mekanik pada motor induksi yakni terhadap bola bearing yaitu menggunakan *Fast Fourier Transform* FFT yang dihitung dengan software Labview. Dengan hasil penelitian yakni *current signature analysis* cocok untuk online monitoring dari motor induksi, spectrum signature untuk gangguan bola bearing 6204 2z yang jelas terlihat terletak pada frekuensi 50.12Hz, 150.25Hz, 250.66Hz, 350.83Hz, 451.01Hz, 550.89Hz dengan keberhasilan pencarian 55%, kemudian spektrum daya untuk motor yang normal lebih kecil dibanding motor yang mengalami gangguan, yakni motor normal -19.34dB, sedangkan motor rusak -17.75dB [8].

Dari semua penelitian tersebut ditemukan perbedaan yakni dalam simulatior analisa yang digunakan. Analisa penelitian pertama menggunakan software *Electric Transient And Analysis Program* (ETAP) 19.0.1. Analisa penelitian kedua menggunakan analisa *Fast Fourier Transform* (FFT). Analisa penelitian ketiga menggunakan PSIM versi 9.0. Analisa penelitian keempat menggunakan *Fast Fourier Transform* FFT dan *motor current signature analysis.* Perbedaan selanjutnya terlihat dari cara penambahan beban yang digunakan untuk menganalisa gangguan *transient* maupun harmonisa. Pada analisa penelitian pertama dan kedua menggunakan penambahan beban, sedangkan penelitian ketiga dan keempat tidak dilakukan penambahan beban, dalam artian hasil analisa sesuai motor induksi yang digunakan.

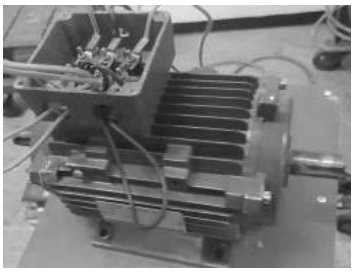
**Motor Induksi 3 fasa**

Motor induksi dikenal juga sebagai motor asinkron yang merupakan jenis motor arus bolak-balik yang sering digunakan dalam dunia industri. Dinamakan motor induksi karena arus pada rotor merupakan arus induksi akibat perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar yang dihasilkan oleh arus stator [1].

Secara umum motor induksi dibagi menjadi dua buah yaitu motor induksi satu fasa dan motor induksi tiga fasa. Secara prinsip cara kerja kedua motor ini adalah sama karena adanya induksi yaitu adanya medan putar pada belitan utama (stator) yang memotong batang-batang rotor sehingga akan timbul induksi pada rotor. Motor induksi disebut motor listrik arus bolak-balik (ac) karena putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan stator, dengan kata lain putaran rotor dengan putaran medan pada stator terdapat selisih putaran yang disebut slip. Oleh sebab itu mesin induksi paling banyak digunakan dalam industri dengan skala besar maupun kecil, dan dalam rumah tangga, alasannya adalah bahwa karakteristiknya hamper sesuai dengan kebutuhan dunia industri, pada umumnya dalam kaitannya dengan harga, kesempurnaan, pemeliharaan, dan kestabilan kecepatan.

Mesin induksi (asinkron) ini pada umumnya hanya memiliki satu suplai tenaga yang mengeksitasi (mengionisasi) belitan stator. Belitan rotornya tidak terhubung langsung dengan sumber tenaga listrik, melainkan belitan ini dieksitasi oleh induksi dari perubahan medan magnetik yang disebabkan oleh arus pada belitan stator [9].

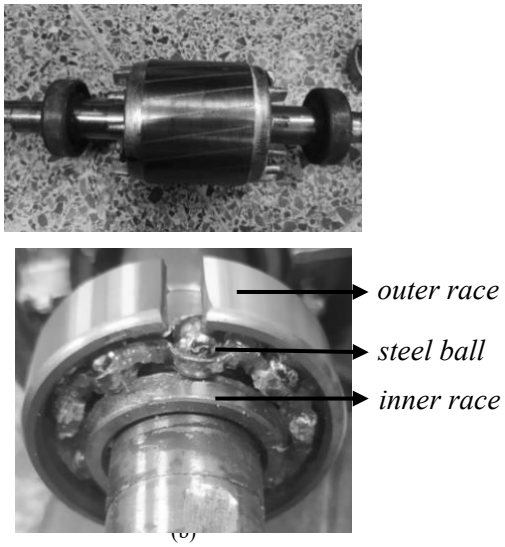
Dapat dilihat pada gambar 1, merupakan motor induksi 3 fasa yang digunakan dalam penelitian ini dengan daya yang tertera pada *nameplate* yaitu sebesar 1.8 kW.



**Gambar 1.** Motor induksi 3 fasa

***Bearing***

*Bearing* merupakan bagian pada motor yang menjadi tumpuan *shaft* pada kerangka motor sehingga antara stator dan rotor memiliki celah udara / gap. *Bearing* sendiri juga terdapat beberapa komponen yaitu *Inner race*, bola bearing / *steel ball*, *Outer race*. Agar motor dapat berputar secara optimal maka komponen pada *bearing* tidak boleh ada kerusakan agar tidak ada hambatan yang terjadi pada putaran *bearing*.




**Gambar 2**. (a) *Bearing* terpasang pada *shaft*, (b) komponen pada *bearing*

Dari gambar 2 diatas, dapat dilihat bahwa bearing sangat berpengaruh terhadap putaran motor dan efisiensi motor.

**Kerusakan Pada Motor Induksi**

Kerusakan yang sering terjadi di motor induksi dapat terletak pada bagian stator maupun rotornya. Faktor – faktor yang dapat menyebabkan sebuah motor bisa mengalami kerusakan, dapat berasal dari beberapa sebab seperti dari gerakan peralatan, jaringan suplai yang termasuk dalam sistem kerja motor maupun keadaan lingkungan sekitar seperti faktor suhu, tekanan, dan mekanis, yang mempengaruhi sebuah motor tidak dapat menjalankan fungsinya secara normal.

Kerusakan akibat gerakan peralatan dapat disebabkan oleh kopel yang terlalu besar dan naik turun, serta pengasutan dan pengereman yang terlalu sering dan juga terlalu lama. Sedangkan jaringan suplai dapat menimbulkan kerusakan pada motor dikarenakanbesar tegangan yang kurang cocok, yakni terlalu tinggi atau terlalu rendah, serta tegangan fasa yang tak seimbang bagi motor 3 fasa.

Keadaan lingkungan sekitar pun menjadi salah satu penyebab yang sering ditemukan pada beberapa kasus kerusakan motor, antara lain akibat suhu lingkungan yang terlalu tinggi, kurangnya udara pendingin, serta pengaruh getaran – getaran [10].


Doi: 10.30996/elsains.v7i1.132093
Corresponding Author: Ashfahandika
Email Address: ashfahandika@gmail.com

**Kerusakan *Bearing***

Hubungan yang erat antara sistem pengembangan motor dan pemasangan *bearing* membuat sangat sulit untuk membayangkan kemajuan dari mesin listrik modern tanpa memikirkan aplikasi yang luas dari *bearing.* Kerusakan *bearing* mungkin menampakkan diri mereka sebagai kerusakan rotor asimetri. Untuk kerusakan pada *ball bearing* dapat dikategorikan sebagai kerusakan *outer-ring, inner-ring,* kerusakan bola dan kerusakan pada *train/retainer* [8].

**Jenis Kerusakan *Bearing* Motor Induksi**

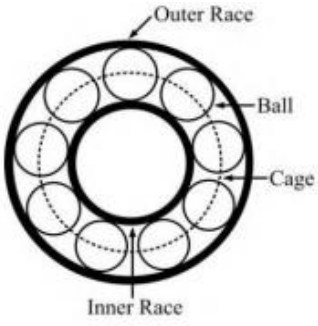
Salah satu komponen dari motor induksi yang membantu rotor agar dapat berputar secara bebas adalah bearing. Berdasarkan hasil survei oleh Electric Power Research Institute (EPRI) dan Institute of Electrical and Electronics Engineers Industry Applications Society (IEEE-IAS) dari beberapa motor di industri diperoleh bahwa kerusakan terbesar terletak pada bearing motor induksi [11]. Hasil survei oleh EPRI dan IEEE-IAS dapat dilihat pada tabel 1.

Menurut survei dari Electric Power Research Institute (EPRI) yang mensurvei 6312 motor dan survei dari Motor Reliability Working Group IEEEIAS yang mensurvei 1141 motor, hasilnya seperti tabel 1. Kerusakan bearing berdasarkan lokasinya dapat dikategorikan sebagai kerusakan inner-race dan outer-race. Penyebab utama dari kerusakanbearing adalah tercemarnya pelumas, hilangnya minyak pelumas, beban yang berlebih dan panas yang berlebih.

**Tabel 1**. Statistik kerusakan motor induksi [11]

| *Jenis Kerusakan* | *Persentase Kerusakan (%)* | |
|---|---|---|
| | *EPRI* | *IEEE-IAS* |
| Kerusakan Bearing | 41 | 44 |
| Kerusakan Belitan | 36 | 26 |
| Kerusakan Rotor | 9 | 8 |
| Kerusakan Lainnya | 14 | 22 |

Konstruksi bearing pada umumnya terdiri dari 4 bagian penting, yang terdiri dari outer race, inner race, ball, dan cage. Setiap bagian tersebut memiliki fungsi masing-masing untuk membantu rotor agar dapat berputar secara bebas. Konstruksi bearing dapat dilihat pada gambar berikut

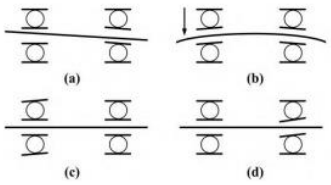



**Gambar 3.** Konstruksi *bearing* motor induksi

Kerusakan pada bearing dimulai dengan adanya retakan kecil karena motor induksi bekerja di bawah kondisi normal, kondisi pembebanan yang bervariasi dan ketidaksejajaran posisi rotor. Hal ini tentu saja dapat menjadi penyebab kerusakan pada bagian motor induksi yang lain. Selain faktor mekanis, kerusakan pada bearing dapat juga disebabkan karena adanya faktor eksternal seperti kontaminasi, korosi, kesalahan lubrikasi, kesalahan instalasi.

Kontaminasi dan korosi merupakan faktor eksternal yang dapat menyebabkan kerusakan pada bearing. Hal ini tentu saja dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang buruk dan penempatan motor induksi yang kurang baik. Kotoran dan debu merupakan partikel yang dapat menyebabkan kontaminasi pada bearing. Sedangkan korosi disebabkan karena adanya proses kimia antara motor induksi dengan zat-zat lain disekitarnya seperti air, asam, dan zat lainnya [11]. Kesalahan lubrikasi seperti kurang atau lebihnya pelumasan pada elemen bearing sangat tidak dianjurkan karena dapat menyebabkan pemanasan berlebih yang dapat mempercepat proses kerusakan pada bearing sehingga bearing mengalami kerusakan dini.

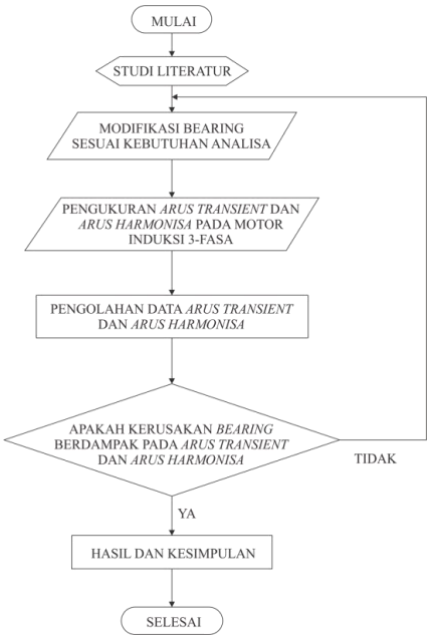
Kesalahan instalasi terjadi karena tidak benarnya pemasangan bearing pada shaft atau pada rumah bearing. Hal ini menyebabkan kerusakan fisik pada motor induksi. Ketidaksejajaran posisi rotor seperti pada Gambar 2.2 merupakan penyebab kerusakan bearing karena kesalahan instalasi dimana (a) merupakan ketidaksejajaran posisi rotor, (b) merupakan pembelokan posisi rotor, (c) merupakan kemiringan outer race, dan (d) merupakan kemiringan inner race. Ketidaksejajaran posisi rotor yang paling sering terjadi adalah karena kemiringan *outer race* dan *inner race* [11].




**Gambar 4.** Kesalahan instalasi *bearing*

## 3. Metodologi

Pada bab ini membahas secara umum metode penelitian yaitu penelitian yang dilaksanakan melalui tahap-tahap yang bertujuan mencari dan membuat pemecahan masalah. Berikut diagram alir penelitian:




**Gambar 5.** Diagram alir penelitian.

## 4. Pembahasan

Pada penelitian yang dilakukan di Laboratoriun Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan melakukan pengukuran pada arus, tegangan, kecepatan putaran (Rpm), suhu, dan *power* faktor pada motor induksi 3 fasa didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut:

### 4.1. Hasil Pengukuran Kecepatan

Pengukuran kecepatan motor menggunakan *tachometer*, dan didapatkan hasil pengukuran kecepatan motor sebagai berikut:

Corresponding Author: Asfahandika
Email Address: ashfahandika@gmail.com



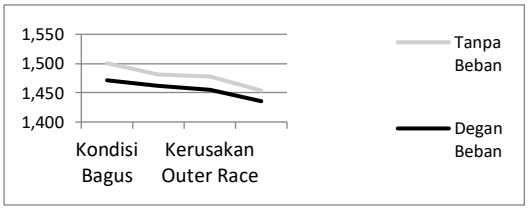
Doi: 10.30996/elsains.v7i1.132093

Elsains: Jurnal Elektro
p-ISSN: 2527-6336 | e-ISSN: 2656-7075

**Tabel 2.** Hasil pengukuran kecepatan

| Kondisi *Bearing* | Kecepatan (Rpm) | |
|---|---|---|
| | **Tanpa Beban** | **Dengan Beban** |
| **Kondisi Bagus** | 1500.5 | 1471.3 |
| **Kerusakan Inner Race** | 1480.9 | 1461.3 |
| **Kerusakan Outer Race** | 1478.0 | 1455.4 |
| **Kerusakan Inner Race dan Outer Race** | 1453.7 | 1435.6 |

Dari hasil pengukuran kecepatan, menunjukkan bahwa kondisi *bearing* berpengaruh pada kecepatan putaran motor.




**Gambar 6.** Grafik perbandingan kecepatan

Berdasarkan grafik diatas, menunjukkan adanya penurunan kecepatan putaran motor. Pada saat *bearing* dalam kondisi bagus, kecepatan yang dihasilkan sebesar 89,3% dari *nameplate* pada saat tanpa beban, dan 87,5% saat memiliki beban. Pada saat *bearing* dalam kondisi rusak di bagian *inner race* maupun *outer race*, kecepatan motor mengalami penurunan rata-rata sebesar 1.5%. Dan pada saat *bearing* dalam kondisi rusak di bagian *outer race* dan *inner race*, kecepatan motor mengalami penurunan rata-rata sebesar 3%.

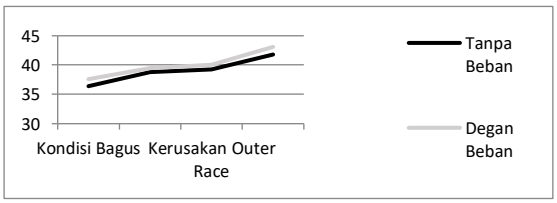
### 4.2. Hasil Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu menggunakan *thermogun* pada *body* motor didapatkan hasil pengukuran suhu motor sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil pengukuran suhu

| Kondisi *Bearing* | Suhu (°C) | |
|---|---|---|
| | **Tanpa Beban** | **Dengan Beban** |
| **Kondisi Bagus** | 36,4 | 37,6 |
| **Kerusakan Inner Race** | 38,8 | 39,5 |
| **Kerusakan Outer Race** | 39,3 | 40,0 |
| **Kerusakan Inner Race dan Outer Race** | 41,8 | 43,1 |

Dari hasil pengukuran suhu, menunjukkan bahwa kondisi *bearing* berpengaruh pada suhu motor.




**Gambar 7.** Grafik perbandingan suhu

Berdasarkan grafik diatas, menunjukkan adanya peningkatan suhu pada motor. Pada saat *bearing* mengalami kerusakan, rata-rata peningkatan suhu motor yaitu sebesar 5%-15%.

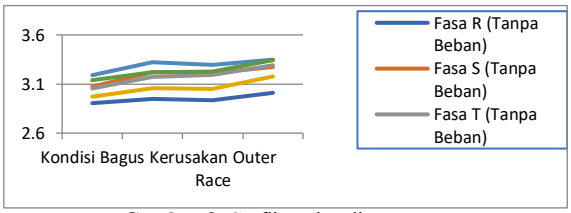
### 4.3. Hasil Pengukuran Arus

Pengukuran arus menggunakan *ampere meter* pada tiap kabel fasa R, S, T, didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut:

**Tabel 4.** Hasil Pengukuran Arus

| Kondisi *Bearing* | Arus (A) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Tanpa Beban** | | | **Dengan Beban** | | |
| | **R** | **S** | **T** | **R** | **S** | **T** |
| **Kondisi Bagus** | 2.905 | 3.074 | 3.055 | 2.971 | 3.190 | 3.139 |
| **Kerusakan Inner Race** | 2.947 | 3.217 | 3.174 | 3.056 | 3.320 | 3.221 |
| **Kerusakan Outer Race** | 2.934 | 3.211 | 3.191 | 3.050 | 3.298 | 3.230 |
| **Kerusakan Inner Race dan Outer Race** | 3.010 | 3.273 | 3.291 | 3.177 | 3.348 | 3.343 |

Dari hasil pengukuran arus, menunjukkan bahwa pada saat *bearing* dalam kondisi bagus, arus rata-rata sebesar 3,011 A (tanpa beban) dan 3,100 A (dengan beban). Sedangkan pada saat *bearing* dalam kondisi rusak di bagian *inner race dan outer race,* arus rata-rata sebesar 3,158 A (tanpa beban) dan 3.289 A (dengan beban).




**Gambar 8.** Grafik perbandingan arus

Berdasarkan grafik diatas, menunjukkan adanya peningkatan arus. Pada saat *bearing* mengalami kerusakan, rata-rata peningkatan arus yaitu sebesar 5%-15%.

### 4.4. Hasil Pengukuran Tegangan

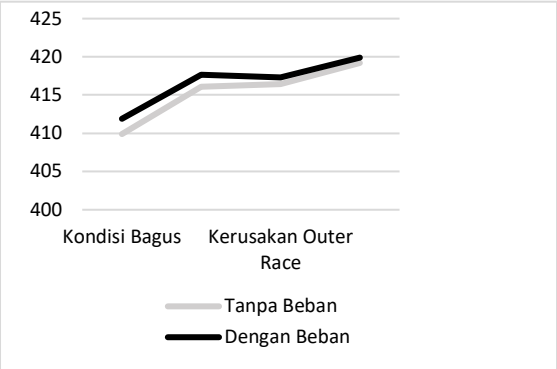
Pengukuran tegangan menggunakan *volt meter* pada kabel fasa R, S, T, didapatkan hasil pengukuran sebagai berikut:

**Tabel 5.** Hasil pengukuran tegangan

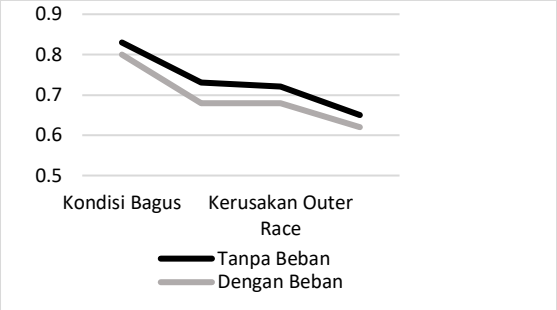
| **Kondisi *Bearing*** | **Tegangan (V)** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Tanpa Beban** | | | | **Dengan Beban** | | | |
| | **R-S** | **R-T** | **S-T** | **Cos φ** | **R-S** | **R-T** | **S-T** | **Cos φ** |
| **Kondisi Bagus** | 409.8 | 408.3 | 411.8 | 0.83 | 411.3 | 410.1 | 414.3 | 0.80 |
| **Kerusakan Inner Race** | 416.5 | 414.7 | 417.2 | 0.73 | 417.3 | 416.2 | 419.7 | 0.68 |
| **Kerusakan Outer Race** | 416.6 | 414.9 | 417.7 | 0.72 | 417.1 | 415.6 | 419.2 | 0.68 |
| **Kerusakan Inner Race dan Outer Race** | 419.3 | 417.6 | 420.7 | 0.65 | 420.1 | 418.3 | 421.3 | 0.62 |

Dari hasil pengukuran tegangan dan *cos phi*, menunjukkan bahwa pada saat *bearing* dalam kondisi bagus, tegangan rata-rata sebesar 409.9 V dengan *cos phi* 0.83 (tanpa beban) dan 411.9 dengan *cos phi* 0.80 (dengan beban). Sedangkan pada saat *bearing* dalam kondisi rusak di bagian *inner race dan outer race,* tegangan rata-rata sebesar 419.2 V dengan *cos phi* 0.65 (tanpa beban) dan 419.9 V dengan *cos phi* 0.62 (dengan beban).


Doi: 10.30996/elsains.v7i1.132093
Corresponding Author: Ashfahandika
Email Address: ashfahandika@gmail.com




(a)



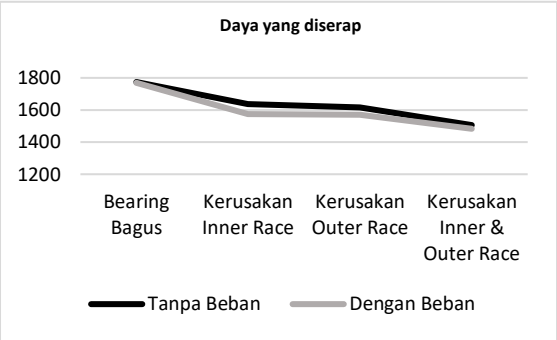

(b)

**Gambar 9.** (a) Grafik perbandingan tegangan, (b) Grafik perbandingan cos phi

Dapat dilihat dari grafik diatas, menunjukkan adanya peningkatan tegangan dan penurunan nilai power faktor. Pada saat *bearing* mengalami kerusakan, rata-rata peningkatan tegangan yaitu sebesar 1.5%-2.1%.

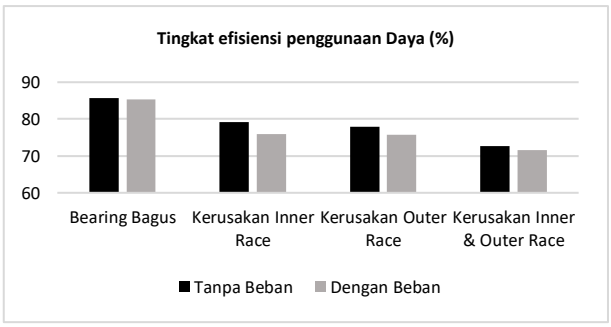
### 4.5. Perhitungan Efisiensi Daya

Berdasarkan dari data-data hasil pengukuran diatas, maka dapat dilakukan perhitungan nilai efisiensi motor induksi 3 fasa yang diakibatkan kerusakan *bearing*.




**Gambar 10**.*Grafik daya yang diserap*

Dilihat dari grafik pada gambar 10 diatas, pengaruh kerusakan *bearing* menyebabkan penurunan daya. Pada *bearing* dalam kondisi bagus daya yang diserap sebesar 1.774,3 *Watt* (Tanpa Beban), dan 1.769,3 *Watt* (Dengan Beban), sedangkan pada *bearing* dengan kerusakan pada *Inner Race* dan *Outer Race* daya yang diserap sebesar 1.505,9 *Watt* (Tanpa Beban), dan 1.483 *Watt* (Dengan Beban).




**Gambar 11.** Grafik tingkat efisiensi penggunaan daya

Dari grafik pada gambar 4.6 diatas, Efisiensi penggunaan daya selalu menurun yang diakibatkan oleh kerusakan bearing. Pada *bearing* dalam kondisi bagus tingkat efisiensi sebesar 85,7% (Tanpa Beban), dan 85,4% (Dengan Beban), sedangkan pada *bearing* dengan kerusakan pada *Inner Race* dan *Outer Race* tingkat efisiensi sebesar 72,7% (Tanpa Beban), dan 71,6% (Dengan Beban).

### 4.6. Pengukuran $THD_I$

**Tabel 6.** Hasil pengukuran $THD_I$

| KONDISI BEARING | $THD_I$ (%) | |
|---|---|---|
| | TANPA BEBAN | DENGAN BEBAN |
| Bearing Bagus | 2,85 | 3,04 |
| Kerusakan Inner Race | 3,38 | 4,02 |
| Kerusakan Outer Race | 3,53 | 3,93 |
| Kerusakan Inner & Outer Race | 4,25 | 4,73 |

Dapat dilihat pada tabel diatas merupakan hasil pengukuran $THD_I$ dengan hasil pada saat kondisi bearing bagus nilai $THD_I$ 2,85% (Tanpa Beban), dan 3,04% (Dengan Beban), sedangkan ppada kerusakan di bagian Inner Race dan Outer Race nilai $THD_I$ yaitu 4,25% (Tanpa Beban), dan 4,73% (Dengan Beban).

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terkait rumusan masalah dan tujuan masalah mengenai performa motor induksi 3 fasa saat terjadi kerusakan *bearing* (khususnya dalam pengukuran kecepatan, suhu, arus, tegangan, daya), maka kesimpulan penelitian sebagai berikut:

1. Pada saat terjadi kerusakan *bearing* di sisi *inner race* maka terdapat penurunan kecepatan sebesar 1.3%, peningkatan suhu sebesar 6.6%, kenaikan arus sebesar 3.4%, kenaikan tegangan sebesar 1.5%, dan tingkat efisiensi daya yang diserap sebesar 79.1%.
2. Pada saat terjadi kerusakan *bearing* di sisi *outer race* maka terdapat penurunan kecepatan sebesar 1.5%, peningkatan suhu sebesar 7.9%, kenaikan arus sebesar 3.4%, kenaikan tegangan sebesar 1.6%, dan tingkat efisiensi daya yang diserap sebesar 78%.
3. Pada saat terjadi kerusakan *bearing* di sisi *inner race* dan *outer race* maka terdapat penurunan kecepatan sebesar 3.1%, peningkatan suhu sebesar 14.8%, kenaikan arus sebesar 5.9%, kenaikan tegangan sebesar 2.3%, dan tingkat efisiensi daya yang diserap sebesar 72.7%.

## Kontribusi Penulis

Adapun peran dari kami yangterlibat pada proses pembuatan artikel ilmiah ini adalah sebagai berikut: Penulis 1 dan penulis 2 melakuka pembentukan konsep, pengambilan data penelitian, serta pengujian.

Corresponding Author: Asfahandika
Email Address: ashfahandika@gmail.com



Doi: 10.30996/elsains.v7i1.132093

Penulis 3 mengevaluasi dalam proses pembuatan artikel serta metodologi penelitian yang digunakan. Perangkat atau alat yang digunakan dalam pengukuran maupun validasi dalam penelitian antara lain: *clampmeter,tachometer, thermogun, cosphimeter, amperemete, voltmeter.* Analisa yang dilakukan berdasarkan hasil survei oleh Electric Power Research Institute (EPRI) dan Institute of Electrical and Electronics Engineers Industry Applications Society (IEEE-IAS) dari beberapa motor di industri diperoleh bahwa kerusakan terbesar terletak pada bearing motor induksi.Menurut survei dari Electric Power Research Institute (EPRI) yang mensurvei 6312 motor dan survei dari Motor Reliability Working Group IEEEIAS yang mensurvei 1141 motor. Kerusakan bearing berdasarkan lokasinya dapat dikategorikan sebagai kerusakan inner-race dan outer-race.

## Referensi

[1] B. Majid, S. Nisworo, and A. Trihasto, "Studi Transien Motor Induksi 3 Fasa Rotor Sangkar Kapasitas 2300V 700 Hp Pada Pt. Pertamina Ru Iv Cilacap," *Theta Omega J.* ..., pp. 14–20, 2022, [Online]. Available: https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/thetaomega/article/view/5512.

[2] M. Amir and A. I. Firdaus, "Studi Analisis Pengaruh Harmonisa Akibat Penggunaan Variable Speed Drive Pada Motor Induksi Tiga Fasa," *Sinusoida*, vol. 19, no. 2, pp. 20–29, 2018, doi: 10.37277/s.v19i2.158.

[3] N. Irwansyah, A. Triyanto, and A. Sunardi, "Studi Pengaruh Harmonisa Terhadap Motor Induksi 3 Fasa Dengan Software Labview," *Epic J. Electr. Power Instrum. Control*, vol. 3, no. 2, p. 196, 2021, doi: 10.32493/epic.v3i2.5635.

[4] A. D. Rochman, G. Budiono, and R. S. Widagdo, "Analisa Kestabilan Transien Pada Jaringan Listrik 150KV Di Gardu Induk Waru," vol. 1, no. 3, 2023.

[5] A. Sutarna and N. P. Sari, "w," pp. 947–954, 2017.

[6] F. Husniah, "Analisis Total Harmonic Current Distortion pada Motor Induksi 3 Fasa," *Inst. Teknol. Sepuluh Nop. Surabaya*, 2016, [Online]. Available: https://repository.its.ac.id/41515/.

[7] F. A. Fidaiyu, W. Sulistiani, D. Mahastuti, F. Psikologi, and U. H. Tuah, "Prosiding Temu Ilmiah Nasional (TEMILNAS XII) Ikatan Psikologi Perkembangan Indonesia Hubungan antara Kontrol Diri dan Harga Diri dengan Perilaku Konsumtif pada Mahasiswa Fakultas Psikologi Universitas Hang Tuah Surabaya," *Pros. Temu Ilm. Nas. (TEMILNAS XII)*, no. Temilnas Xii, pp. 32–39, 2019, [Online]. Available: https://ojs.unm.ac.id/Temilnas/article/view/20012/0.

[8] I. G. P. Yudiastawan, "Deteksi Kerusakan Bearing Dan Eccentricity Pada Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Current Signature Analysis," vol. 1, pp. 1–91, 2009.

[9] M. Hurairah, "Analisis Kedip Tegangan Akibat Pengasutan Motor Induksi 3 Fasa Di Pt. Pertamina Ramba Menggunakan Program Matlab," *J. Surya Energy*, vol. 3, no. 1, p. 242, 2018, doi: 10.32502/jse.v3i1.1267.

[10] L. Hakim, "Analisa Kerusakan Motor Induksi 3 Fasa 75 Kw Pada Water Cooling Pump Dengan Metode Mcsa (Motor Currentsignature Analysis) Unit Blok 2 Pt Indonesia Power Pgu Semarang," *Univ. Semarang*, pp. 0–106, 2021.

[11] P. Magister, B. Keahlian, T. Sistem, J. T. Elektro, and F. T. Industri, "IDENTIFIKASI KERUSAKAN BEARING MOTOR INDUKSI BERDASARKAN KARAKTERISTIK ARUS STATOR DENGAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK BEARING FAULT IDENTIFICATION OF INDUCTION MOTOR BASED ON STATOR CURRENT CHARACTERISTICS USING ARTIFICIAL NEURAL," 2016.


Corresponding Author: Ashfahandika
Email Address: ashfahandika@gmail.com
Doi: 10.30996/elsains.v7i1.132093