

# Monitoring Motor Induksi Terhadap Temperatur dan Getaran Motor Menggunakan *Arduino Uno*

Imam Faqih Musyaffa, Medilla Kusriyanto.

*Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia*

*Jl Kaliurang KM 14.5 Yogyakarta, Indonesia*

Email : 15524019@students.uii.ac.id

**Abstrak**— Motor induksi tiga fase adalah motor arus bolak-balik (AC) yang paling banyak digunakan oleh industri karena memiliki beberapa keunggulan antara lain motor ini sederhana, mudah perawatannya, dan dapat langsung dihubungkan ke sumber listrik AC. Selain kelebihan motor induksi juga memiliki kekurangan. Kerugian dari motor induksi ini yang memiliki arus awal yang besar. Perawatan atau *maintenance* perlu dilakukan pada motor induksi yang dikarenakan motor induksi sangat berpengaruh dalam bidang produksi suatu perusahaan. Dengan *memonitoring* motor induksi maka suatu perusahaan dapat mencegah terjadinya gagal produksi atau *off* produksi yang disebabkan motor induksi mengalami kerusakan. Pada penelitian ini motor induksi yang *dimonitoring* merupakan motor induksi milik Laboratorium Ketenagaan Teknik Elektro. Penelitian dilakukan untuk *memonitoring* getaran dan peningkatan temperatur yang ditimbulkan oleh motor induksi. Getaran dan temperatur yang ditimbulkan dari motor induksi, *dimonitoring* secara berkala dari motor sebelum operasi sampai motor diberhentikan beroperasi. Motor induksi yang *dimonitoring* menimbulkan getaran 0.39mm/s; 0.7mm/s; 1.01mm/s; 1.31mm/s dan temperatur yang meningkat dari suhu ruangan yaitu 27.81°C sampai dengan 36.74°C selama 2jam motor dioperasikan. Pada motor yang terindikasi mengalami kerusakan kecepatan getaran yang ditimbulkan sebesar 1.31 mm/s, 1.93 mm/s, 2.24 mm/s, 2.55 mm/s, 2.86 mm/s, 3.47 mm/s, 3.17 mm/s, 4.09 mm/s, 4.4 mm/s, 4.71 mm/s. Jika menurut pernyataan iso 10816 maka motor dengan getaran yang melebihi nilai 1.80 mm/s perlu dilakukan *maintenance*. Suhu *maximum* kumparan motor listrik saat beroperasi yaitu 95.2 °C, menyatakan suhu pada motor Lab Ketenagaan Teknik Elektro masih didalam kondisi suhu yang wajar.

**Kata kunci** : Monitoring, Getaran, Temperatur.

## I. PENDAHULUAN

Motor induksi merupakan motor yang banyak digunakan untuk setiap pekerjaan terutama pada bagian produksi. Motor induksi begitu populer dikalangan industri disebabkan oleh penggunaan motor induksi yang mudah, ketahanan motor kuat, efisiensi penggunaan motor yang tinggi serta biaya perawatan dari motor induksi yang *relatife* murah. Karena factor tersebut menyebabkan motor induksi populer dikalangan industry dan menggantikan motor DC[1].

Motor induksi identik dengan kerusakan pada *bearing* dan belitannya, maka dapat dilakukan pencegahan dengan pengecekan getaran dan suhu dari motor induksi. Perawatan yang dilakukan dapat dengan sistem *monitoring* motor induksi. Sistem *monitoring* merupakan sistem yang digunakan untuk

melihat secara berkala motor induksi agar dapat diketahui lebih awal tentang usia motor[2]. Monitoring yang dilakukan adalah dengan mengamati motor induksi menggunakan sensor getaran dan sensor suhu.

Getaran pada motor induksi mempengaruhi keadaan motor induksi tersebut, dengan menggunakan sensor getaran maka getaran pada motor induksi dapat *dimonitoring*[3]. Sensor getaran yang digunakan untuk *monitoring* motor induksi menggunakan sensor *piezoelektrik*. *Piezoelektrik* mudah didapatkan karena banyak dijual dipasaran. Penggunaan *piezoelektrik* tidak hanya untuk sensor getaran melainkan dapat digunakan untuk membuat suatu pembangkit. *Piezoelektrik* yang sangat sensitif kepada perubahan mekanis, menyebabkan *piezoelektrik* dapat digunakan sebagai sensor getaran[4].

Tempatur atau suhu motor induksi berpengaruh terhadap umur motor induksi, bila motor induksi terus mengalami suhu yang tinggi maka akan menyebabkan belitan pada motor induksi mengalami kerusakan dan motor induksi dapat berhenti bekerja[5]. Suhu pada motor induksi dapat *dimonitoring* dengan sensor, sensor yang digunakan adalah sensor *termokopel*. Sensor termokopel dapat mengukur suhu -20 °C sampai dengan +1023.75 °C[6].

Pembacaan sensor getaran dan sensor suhu menggunakan *arduino*. *Arduino* digunakan sebagai otaknya yang membaca getaran yang diberikan oleh motor dan suhu yang terjadi disekitaran motor. *Arduino* merupakan *mikrokontroler* yang berbasis *ATmega328*[7]. *Arduino* dapat digunakan dengan menghubungkan *hardware* dengan *software arduino* yang diprogram dengan program bahasa C.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Motor Induksi 3 Fasa

Motor listrik merupakan peralatan yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor listrik dibagi menjadi dua yaitu motor listrik AC dan motor listrik DC. Motor listrik AC sering disebut sebagai motor induksi dikarenakan motor listrik AC tidak dapat menerima listrik secara langsung melainkan melalui peinduksian. Motor listrik memiliki 2 bagian yaitu bagian stator dan bagian rotor[8].

Motor induksi yang digunakan pada percobaan ini adalah motor induksi milik Lab Ketenagaan Teknik Elektro UII. Motor induksi akan dihubung *Deirect On Line* (DOL)

## B. Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan untuk melakukan penelitian ini yaitu sensor *termokopel* yang dibantu dengan *MAX6675* dapat dilihat pada. *MAX667* merupakan modul yang dibuat oleh MAXIM Amerika Serikat dengan kompensasi dingin akhir, koreksi *linier*, deteksi pemutus termokopel 12 bit resolusi serial tipe K termokopel analog ke digital *converter*.

Fungsi dari termokopel yaitu untuk mengukur suhu dengan perbedaan dibagian ujung dari dua bagian metal yang berbeda lalu disatukan. Termokopel dengan tipe *hot junction* dapat melakukan pengukuran mulai dari 0°C sampai dengan +1023,75°C. Untuk *MAX6675* memiliki bagian ujung yaitu *cold end* yang hanya dapat mengukur mulai -20°C sampai dengan +85°C. Pada saat bagian ujung *MAX6675* mengalami yang namanya fluktuasi suhu maka *MAX6675* akan dapat mengukur dengan akurat temperatur pada bagian lain. *MAX6675* dapat mengkoreksi atas perubahan temperatur dengan kompensasi *cold-junction*. Untuk dapat melakukan pengukuran yang *actual*, *MAX6675* mengukur tegangan *output* dari termokopel dan juga tegangan dari sensing diode. Performa optimal dari *MAX6675* dapat tercapai bila *termokopel* pada bagian *cold-junction* dan *MAX6675* memiliki temperatur yang sama[6].

## C. Sensor Getaran

Sensor yang digunakan untuk mengetahui getaran motor yaitu *piezoelektrik* yang dapat dilihat pada. *Piezoelektrik* merupakan komponen yang terbuat dari silikon atau germanium yang mampu menghasilkan energi listrik bila mengalami yang namanya defleksi (*direc piezoelectric*). Dan sebaliknya, saat *piezoelektrik* diberi tegangan maka akan terdefleksi (*inverse piezoelectric*). *Piezoelektrik* dapat mengalami defleksi bila diberi tekanan atau getaran secara langsung maupun melalui suatu media perantara. Pemberian getaran pada *piezoelektrik* akan menghasilkan tegangan yang sebanding dengan getaran yang diberikan[9].

## III. METODE PENELITIAN

### A. Alur Penelitian

Langkah awal yang dilakukan sebelum melakukan penelitian yaitu dengan melakukan observasi. Observasi ini yaitu mengumpulkan informasi dari literasi yang mendukung penelitian dari alat dan bahan yang digunakan hingga proses yang dilakukan. Pengumpulan literasi dilakukan agar memudahkan dalam pembuatan program dan alat. Program dan alat yang dibuat mengambil dari literasi yang sudah dikumpulkan dengan melakukan *modifikasi* setelahnya. Program yang dibuat dalam penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman c yang dibuat melalui *software arduino*. Program dan alat yang dibuat akan dilakukan uji coba setelah program dan alat selesai dalam pembuatannya. Uji coba yang dilakukan dengan cara mengimplementasikan alat yang dibuat kepada motor induksi sebagai objeknya. Alat yang diuji masih belum sempurna dan perlu adanya evaluasi atau proses kekurangan pada alat. Alat terlihat baik atau tidaknya

dengan membandingkan dengan alat ukur sebenarnya apakah *presentase eror* yang dimiliki oleh alat yang dibuat meleset dari alat ukur aslinya. Jika hasilnya >25% maka alat yang dibuat perlu di perbaiki agar hasilnya dapat  $\pm$  sama dengan alat ukur aslinya.

### B. Alur Pembuatan Alat

Pembuatan alat monitoring yang dilkaukan untuk penelitian kali ini menggunakan alat dan bahan berupa: *arduino uno*, *thermokopel*, *max6675*, *piezoelektrik*, motor induksi sebagai objek, *software arduino*. Sensor yang digunakan yaitu *piezoelektrik* sebagai sensor getara dan *thermokopel* sebagai sensor suhu. Kedua sensor dihubungkan dengan *arduino uno*. *Arduino uno* dihubungkan dengan laptop untuk dilakukan programing sesuai kebutuhan dari penelitain. Program yang dibuat disesuaikan dengan penelitian yang dibuat. Sensor-sensor yang telah di *program* dipasang pada motor induksi selaku objeknya. Hasil keluaran motor induksi akan berupa panas dan getaran yang nantinya dibaca oleh sensor-sensor yang dipasang.

### C. Alur Analisa

D. Pengumpulan data dilakukan dengan cara mencari studi literatur, yaitu percobaan-percobaan yang telah dilakukan sebelumnya. Mengumpulkan studi literatur dilakukan dengan cara mencari informasi dari literasi yang mendukung penelitian dari alat dan bahan yang digunakan sampai proses yang dilakukan. Setelah informasi dari literasi telah didapatkan maka langkah selanjutnya yaitu pembuatan program yang menggunakan *software Arduino*. Program dibuat untuk menjalankan sensor-sensor yang ada, yaitu: sensor getaran (*piezoelektrik*) dan sensor suhu (*thermokopel*). Kedua sensor tersebut dipasang untuk *memonitoring* motor induksi. Motor induksi sebagai objek untuk penelitian ini, motor yang digunakan yaitu motor milik Lab Ketenagaan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia. Hasil dari monitoring motor dibandingkan dengan tabel milik Iso 10816 yaitu tabel iso getaran. Perbandingan dari monitoring motor dengan tabel iso 10816 di tuliskan dalam laporan. Dalam laporan hasil dari perbandingan di analisa apakah motor milik Lab Ketenagaan Teknik Elektro dalam keadaan baik atau dalam keadaan tidak baik.

## IV. HASIL DAN ANALISIS

### A. Hasil Monitoring

*Monitoring* yang dilakukan menggunakan aplikasi *arduino* sebagai *software* dan untuk merekam hasil *monitoring* tersebut digunakan aplikasi *putty*. Motor induksi milik Lab Ketenagaan Teknik Elektro bekerja menggunakan rangkaian DOL yang bekerja selama  $\pm 2$  jam atau  $\pm 7200$  detik. *Monitoring* yang dilakukan yaitu *monitoring* getaran dan *temperatur* yang ditimbulkan oleh motor induksi. Karena

untuk melakukan *maintenance* diperlukan pengecekan secara berkala.

### Monitoring Getaran dan Suhu Kondisi Motor Baik

TABEL.1 SAMPEL MONITORING MOTOR HARI PERTAMA

Detik	Kecepatan Getaran	Percepatan Getaran	Suhu	Kecepatan putaran motor
0	0 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	27.81 °C	1500 RPM
1	0.7 mm/s	0.7 mm/s <sup>2</sup>	27.81 °C	
2	0.39 mm/s	-0.31 mm/s <sup>2</sup>	28.07 °C	
3	0.7 mm/s	0.31 mm/s <sup>2</sup>	28.07 °C	
4	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	27.56 °C	
5	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	28.07 °C	
6	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	27.56 °C	
7	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	27.81 °C	
8	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	28.07 °C	
9	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	28.58 °C	
10	1.01 mm/s	0.31 mm/s <sup>2</sup>	27.81 °C	

Tabel.1 merupakan hasil sampel monitoring motor induksi pada hari pertama yang dimana motor tersebut bekerja selama ±2 jam. Motor induksi yang berada di Lab Ketenagaan Teknik Elektro pada hari pertama didapatkan angka kecepatan getaran yang terbesar yaitu 1.01 mm/s. Hasil nilai getaran pada motor induksi yang dimonitoring pada hari pertama menunjukkan angka 1.01 mm/s angka tersebut menunjukkan angka yang baik karena masih dalam posisi bagus belum melebihi nilai 1.8 mm/s yang ditunjukkan pada iso 10816. Bila suda menunjukkan nilai dari 1.8 mm/s motor induksi perlu dilakukan perbaikan. Dari suhu yang terdapat pada Tabel.1 saat suhu awal menunjukkan suhu ruangan pada saat dilakukan monitoring yaitu 27.81 °C. Motor induksi yang dioperasikan ± 2jam beroperasi suhu yang ditimbulkan mengalami kenaikan hingga 28.58 °C dari Sampel yang diambil. Motor berputar secara konstan dengan kecepatan 1500 RPM.

TABEL.2 SAMPEL MONITORING MOTOR HARI KEDUA

Detik	Kecepatan Getaran	Percepatan Getaran	Suhu	Kecepatan Putaran Motor
1	0.7 mm/s	0.7 mm/s <sup>2</sup>	28.07 °C	1500
2	0.39 mm/s	-0.31 mm/s <sup>2</sup>	27.81 °C	
3	0.7 mm/s	0.31 mm/s <sup>2</sup>	28.32 °C	
4	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	28.58 °C	
5	0.39 mm/s	-0.31 mm/s <sup>2</sup>	28.58 °C	
6	0.7 mm/s	0.31 mm/s <sup>2</sup>	28.83 °C	
7	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	27.81 °C	
8	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	28.32 °C	
9	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	28.32 °C	
10	0.39 mm/s	-0.31 mm/s <sup>2</sup>	28.83 °C	

Tabel.2 diatas merupakan hasil sampel monitoring motor pada hari ke dua. Motor induksi bekerja seperti pada hari sebelumnya selama ±2jam. Pada hari kedua ini terlihat bahwa kecepatan getaran motor yang terjadi masih dalam keadaan sangat baik yaitu 0.7 mm/s mengalami penurunan dari Sampel pada hari sebelumnya. Untuk suhu yang ditimbulkan pada motor induksi saat dilakukan percobaan pada hari kedua ini suhu tertinggi yang terjadi pada motor yaitu 28.83 °C. Kenaikan suhu yang terjadi tidak terjadi secara signifikan walau suhu yang dialami oleh motor induksi terus naik hingga suhu tertinggi pada hari kedua. Motor yang digunakan untuk percobaan pada hari kedua adalah motor yang sama dengan hari sebelumnya RPM yang ditimbulkan tetap 1500.

TABEL.3 SAMPEL MONITORING MOTOR HARI KETIGA

Detik	Kecepatan Getaran	Percepatan Getaran	Suhu	Kecepatan Putaran Motor
1	1.01 mm/s	1.01 mm/s <sup>2</sup>	28.58 °C	1500 Rpm
2	0.7 mm/s	-0.31 mm/s <sup>2</sup>	28.83 °C	
3	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	28.83 °C	
4	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	28.58 °C	
5	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	28.83 °C	
6	0.39 mm/s	-0.31 mm/s <sup>2</sup>	29.34 °C	
7	0.7 mm/s	0.31 mm/s <sup>2</sup>	29.34 °C	
8	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	29.09 °C	
9	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	29.09 °C	
10	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	29.34 °C	

Tabel.3 diatas merupakan hasil sampel monitoring motor induksi yang dilakukan pada hari ketiga. Motor induksi beroperasi sama dengan hari sebelumnya yaitu ±2jam. Motor yang beroperasi selama itu mengalami gejala getaran dan panas. Kecepatan getaran motor tersebut 1.01 mm/s dengan suhu yang ditimbulkan 29.34 °C. Kecepatan getaran yang ditimbulkan berubah sesuai keadaan motornya dan yang paling

tinggi pada saat hari ketiga yaitu 1.01 mm/s. Suhu yang terjadi pada motor induksi mengalami kenaikan saat dioperasikan selama ±2jam. Kenaikan suhu yang paling tinggi terjadi yaitu 29.34 °C.

TABEL.4 SAMPEL MONITORING MOTOR HARI KE-EMPAT

Detik	Kecepatan Getaran	Percepatan Getaran	suhu	Kecepatan Putaran Motor
1	0.7 mm/s	0.7 mm/s <sup>2</sup>	29.34 °C	1500 Rpm
2	0.7 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	29.6 °C	
3	1.01 mm/s	0.31 mm/s <sup>2</sup>	29.09 °C	
4	1.01 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	29.34 °C	
5	1.31 mm/s	0.3 mm/s <sup>2</sup>	29.09 °C	
6	1.01 mm/s	-0.3 mm/s <sup>2</sup>	29.34 °C	
7	1.01 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	29.34 °C	
8	1.31 mm/s	0.3 mm/s <sup>2</sup>	29.09 °C	
9	1.01 mm/s	-0.3 mm/s <sup>2</sup>	29.09 °C	
10	1.01 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	29.09 °C	

Tabel.4 diatas merupakan hasil sampel monitoring motor induksi yang dilakukan pada hari ke-empat. Kecepatan getaran motor yang dioperasikan ±2jam bernilai paling tinggi yaitu 1.31 mm/s. Saat dibandingkan dengan iso getaran yaitu iso 10816 untuk motor jenis *small* bila getaran sudah mencapai 1.8 mm/s maka motor tersebut perlu dilakukan perbaikan. Karena motor induksi Lab Ketanagaan Teknik Elektro belum mencapai angka tersebut maka motor tersebut masih terbilang baik. Suhu yang dialami motor mengalami kenaikan hingga suhu tertinggi pada hari ke-empat yaitu 29.34 °C. Motor yang digunakan pada hari ke-empat sama dengan motor yang digunakan pada hari sebelumnya. Putaran motor yang terjadi sebesar 1500 RPM.

TABEL.5 SAMPEL MONITORING MOTOR HARI KELIMA

Detik	Kecepatan Getaran	Percepatan Getaran	suhu	Kecepatan Putaran Motor
1	1.01 mm/s	1.01 mm/s <sup>2</sup>	35.72 °C	1500 Rpm
2	1.01 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	35.97 °C	
3	1.01 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	36.48 °C	
4	1.01 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	36.74 °C	
5	1.01 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	36.74 °C	
6	1.01 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	36.48 °C	
7	1.01 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	36.48 °C	
8	1.31 mm/s	0.3 mm/s <sup>2</sup>	36.23 °C	
9	1.01 mm/s	-0.3 mm/s <sup>2</sup>	36.48 °C	
10	1.01 mm/s	0 mm/s <sup>2</sup>	36.23 °C	

Tabel.5 diatas merupakan sampel hasil monitoring motor pada hari kelima. Motor yang digunakan motor yang sama pada hari sebelumnya yaitu motor berjenis *small* dengan putaran motor yang ditimbulkan sebesar 1500 RPM. Karena motor yang digunakan adalah motor *small* yang berarti pada iso 10816 motor mengalami getaran sebatas 1.80 mm/s bila sudah lebih dari 1.80 mm/s maka motor tersebut perlu adanya perbaikan. Motor yang digunakan untuk penelitian pada hari kelima mengalami getaran sebesar 1.31 mm/s yang menyatakan motor itu dalam kondisi baik. Suhu yang ditimbulkan pada hari kelima sebesar 36.74 °C.

#### Monitoring Getaran dan Suhu Kondisi Motor Tidak Baik.

TABEL.6 SAMPEL MONITORING MOTOR HARI PERTAMA

Detik	Kecepatan Getaran	Percepatan Getaran	Suhu	Kecepatan Putaran Motor
0	1.31	1.31	29.6	2985 Rpm
1	1.93	0.62	30.87	
2	2.55	0.62	30.62	
3	2.24	-0.31	30.62	
4	2.24	0	30.62	
5	2.55	0.31	31.13	
6	2.25	-0.3	30.87	
7	2.86	0.61	31.13	
8	1.93	-0.93	30.36	
9	2.86	0.93	30.36	
10	1.93	-0.93	30.87	

Tabel.6 diatas merupakan sampel hasil monitoring pada motor yang rusak. Motor yang digunakan motor jenis yang sama yaitu motor *small* yang dimana batas getaran motor

tersebut 1.81 mm/s. Pada motor yang mengalami kerusakan ini saat motor belum dioperasikan getaran yang terjadi yaitu 1.31 mm/s sesaat motor dioperasikan getaran yang ditimbulkan sebesar 1.93 mm/s yang menyatakan jika sesuai dengan iso 10816 motor tersebut mengalami kerusakan. Suhu yang ditimbulkan oleh motor adalah 31.13 °C. Suhu yang ditimbulkan lebih besar dari suhu motor yang kondisinya baik. Motor ini berputar sebesar 2985 RPM.

TABEL.7 SAMPEL MONITORING MOTOR HARI KEDUA

Detik	Kecepatan Getaran	Percepatan Getaran	Suhu	Kecepatan Putaran Motor
1	1.01	1.01	30.87	2984
2	1.93	0.92	30.36	
3	2.24	0.31	31.13	
4	3.47	1.23	31.13	
5	3.17	-0.3	30.36	
6	2.24	-0.93	31.13	
7	2.55	0.31	30.62	
8	1.93	-0.62	30.87	
9	2.55	0.62	30.62	
10	2.24	-0.31	31.13	

Tabel.7 diatas merupakan sampel hasil monitoring motor yang mengalami kerusakan. Motor tersebut dioperasikan selama ±2 jam dengan putaran motor sebesar 2984 RPM. Getaran yang ditimbulkan motor sebesar 3.47 mm/s. Nilai tersebut merupakan nilai yang sudah tidak dianjurkan untuk motor dioperasikan sebelum dilakukannya perbaikan. Suhu yang ditimbulkan oleh motor sebesar 31.13 °C.

TABEL.8 SAMPEL MONITORING MOTOR HARI KETIGA

Detik	Kecepatan Getaran	Percepatan Getaran	Suhu	Kecepatan Putaran Motor
1	2.55	2.55	33.17	2985 Rpm
2	2.55	0	32.91	
3	2.24	-0.31	33.17	
4	2.86	0.62	32.66	
5	2.24	-0.62	32.66	
6	2.55	0.31	32.40	
7	2.24	-0.31	31.89	
8	2.86	0.62	31.89	
9	2.24	0.62	32.4	
10	2.24	-0.62	31.64	

Tabel.8 diatas merupakan sampel hasil monitoring motor yang mengalami kerusakan. Motor tersebut

dioperasikan selama ±2 jam dengan putaran motor sebesar 2985 RPM. Getaran yang ditimbulkan motor sebesar 2.86 mm/s. Nilai tersebut merupakan nilai yang sudah tidak dianjurkan untuk motor dioperasikan sebelum dilakukannya perbaikan. Jika motor tetap dioperasikan maka motor dioperasikan dalam waktu singkat. Jika motor dioperasikan lama maka motor tersebut akan mengalami kerusakan yang parah hingga motor itu tidak dapat lagi beroperasi. Suhu yang ditimbulkan oleh motor sebesar 32.4 °C.

TABEL.9 SAMPEL MONITORING MOTOR HARI KE-EMPAT

Detik	Kecepatan Getaran	Percepatan Getaran	Suhu	Kecepatan Putaran Motor
1	2.55	2.55	30.36	2984
2	2.86	0.31	30.87	
3	2.55	-0.31	30.36	
4	3.17	0.62	30.62	
5	2.55	-0.62	30.87	
6	3.17	0.62	30.11	
7	2.55	-0.62	30.36	
8	2.86	0.31	30.87	
9	2.24	-0.62	30.62	
10	2.86	0.62	30.62	

Tabel.9 diatas merupakan sampel dari hasil monitoring motor pada motor yang mengalami kerusakan. Motor berputar sebesar 2984 RPM yang beroperasi seperti hari sebelumnya ± 2jam. Saat motor beroperasi motor mengalami getaran dan panas. Getaran yang ditimbulkan oleh motor yaitu sebesar 3.17 mm/s dengan panas yang ditimbulkan sebesar 30.87 °C. Motor tersebut berjenis *small* yang menurut iso 10816 motor jenis *small* getaran yang ditimbulkan hanya sebesar 1.80 mm/s bila lebih dari 1.80 mm/s maka motor itu perlu dilakukan perbaikan.

TABEL.10 SAMPEL MONITORING MOTOR HARI KELIMA

Detik	Kecepatan Getaran	Percepatan Getaran	Suhu	Kecepatan Putaran Motor
1	4.4	4.4	34.95	2993 Rpm
2	4.4	0	34.19	
3	4.09	-0.31	33.93	
4	4.4	0.31	34.19	
5	4.09	-0.31	34.19	
6	4.09	0	34.44	
7	4.4	0.31	33.93	
8	4.4	0	34.44	
9	4.71	0.31	33.93	
10	4.4	-0.31	33.42	

Tabel.10 diatas merupakan sampel dari hasil monitoring motor pada motor yang mengalami kerusakan. Motor berputar sebesar 2993 RPM yang beroperasi seperti hari sebelumnya  $\pm$  2jam. Saat motor beroperasi motor mengalami getaran dan panas. Getaran yang ditimbulkan oleh motor yaitu sebesar 4.71 mm/s dengan panas yang ditimbulkan sebesar 30.87 °C. Motor tersebut berjenis *small* yang menurut iso 10816 motor jenis *small* getaran yang ditimbulkan hanya sebesar 1.80 mm/s bila lebih dari 1.80 mm/s maka motor itu perlu dilakukan perbaikan. Getaran motor yang ditimbulkan semakin besar disebabkan motor terus dioperasikan. Saat motor dalam kondisi tidak baik dan dioperasikan secara terus menerus maka motor itu akan semakin mengalami kerusakan yang dapat menyebabkan motor itu tidak dapat beroperasi kembali.

### Presentase Error Sensor

TABEL.11 PRESENTASE EROR SENSOR

Detik	Kecepatan Getaran	Percepatan Getaran	Suhu	Vibration Meter	Thermometer	% eror Getaran	%eror Suhu
0	0	0	28.07	0	28.1	0	0.00
1	0.39	0.39	29.09	0.5	28.7	0.220	0.01
2	0.7	0.31	29.6	0.6	28	0.167	0.06
3	0.39	-0.31	29.09	0.5	29.1	0.220	0.00
4	0.7	0.31	29.34	0.6	29.5	0.167	0.01
5	0.7	0	28.58	0.6	29.6	0.167	0.03
6	0.7	0	29.09	0.6	29.9	0.167	0.03
7	0.7	0	29.6	0.6	29.9	0.167	0.01
8	0.7	0	29.34	0.6	29.5	0.167	0.01
9	0.7	0	29.85	0.6	29.1	0.167	0.03
10	0.39	-0.31	29.6	0.5	29.6	0.220	0.00
11	0.7	0.31	29.6	0.6	29.6	0.167	0.00
12	0.39	-0.31	29.6	0.5	29.5	0.220	0.00
13	0.39	0	29.85	0.5	29.9	0.220	0.00
14	0.7	0.31	29.6	0.6	30.1	0.167	0.02
15	0.39	-0.31	30.11	0.5	30.3	0.220	0.01
16	0.7	0.31	29.85	0.6	30.3	0.167	0.01
17	0.7	0	29.34	0.6	30.2	0.167	0.03
18	0.39	-0.31	29.85	0.5	29.6	0.220	0.01
19	0.7	0.31	29.6	0.6	29.5	0.167	0.00
20	0.7	0	29.34	0.6	29.1	0.167	0.01
21	0.7	0	29.85	0.6	29.6	0.167	0.01
22	0.7	0	29.34	0.6	29.5	0.167	0.01
23	0.7	0	29.34	0.6	29.5	0.167	0.01
24	0.7	0	29.85	0.6	29.6	0.167	0.01
25	0.7	0	29.85	0.6	29.6	0.167	0.01

Detik	Kecepatan Getaran	Percepatan Getaran	Suhu	Vibration Meter	Thermometer	% eror Getaran	%eror Suhu
26	0.7	0	30.11	0.6	30.3	0.167	0.01
27	0.39	-0.31	29.6	0.5	29.1	0.220	0.02
28	0.7	0.31	29.6	0.6	29.3	0.167	0.01
29	0.7	0	29.85	0.6	29.6	0.167	0.01
30	0.7	0	30.11	0.6	30.2	0.167	0.00
31	0.7	0	30.11	0.6	30.2	0.167	0.00
32	0.39	-0.31	29.85	0.5	30.3	0.220	0.01
33	0.39	0	29.6	0.5	31.2	0.220	0.05
34	0.7	0.31	30.11	0.6	31.2	0.167	0.03
35	0.7	0	30.11	0.6	31.2	0.167	0.03
36	0.7	0	29.85	0.6	31.4	0.167	0.05
37	0.7	0	29.34	0.6	31.4	0.167	0.07
38	0.39	-0.31	29.85	0.5	31.4	0.220	0.05
39	0.7	0.31	29.34	0.6	31.4	0.167	0.07
40	0.7	0	30.11	0.6	31.3	0.167	0.04
41	0.7	0	29.85	0.6	31.6	0.167	0.06
42	0.39	-0.31	29.6	0.5	31.6	0.220	0.06
43	0.7	0.31	29.6	0.6	31.6	0.167	0.06
44	0.39	-0.31	30.11	0.5	31.7	0.220	0.05
45	0.39	0	29.85	0.5	31.6	0.220	0.06
46	0.7	0.31	29.09	0.6	31.6	0.167	0.08
47	0.7	0	29.6	0.6	31.7	0.167	0.07
48	0.7	0	29.85	0.6	32	0.167	0.07
49	0.39	-0.31	30.11	0.5	32	0.220	0.06
50	0.7	0.31	29.6	0.6	32	0.167	0.08
51	0.7	0	29.6	0.6	32	0.167	0.08
52	0.7	0	29.34	0.6	32	0.167	0.08
53	0.7	0	29.6	0.6	31.7	0.167	0.07
54	0.39	-0.31	29.85	0.5	31.7	0.220	0.06
55	0.39	0	29.85	0.5	31.7	0.220	0.06
56	0.7	0.31	29.6	0.6	31.8	0.167	0.07
57	0.39	-0.31	29.34	0.5	31.8	0.220	0.08
58	0.39	0	30.11	0.5	31.8	0.220	0.05
59	0.39	0	29.6	0.5	31.6	0.220	0.06
60	0.39	0	30.11	0.5	31.6	0.220	0.05
61	0.7	0.31	29.34	0.6	31.4	0.167	0.07
62	0.7	0	29.85	0.6	31.6	0.167	0.06
63	0.39	-0.31	30.11	0.5	31.6	0.220	0.05
64	0.39	0	29.6	0.5	31.6	0.220	0.06
65	0.7	0.31	29.6	0.6	31.6	0.167	0.06
66	0.39	-0.31	29.85	0.5	31.6	0.220	0.06
67	0.39	0	29.85	0.5	31.7	0.220	0.06

Detik	Kecepatan Getaran	Percepatan Getaran	Suhu	Vibration Meter	Thermometer	% eror Getaran	%eror Suhu
68	0.39	0	30.11	0.5	31.8	0.220	0.05
69	0.39	0	30.36	0.5	31.8	0.220	0.05
70	0.39	0	29.85	0.5	31.8	0.220	0.06
71	0.7	0.31	30.11	0.6	31.8	0.167	0.05
72	0.7	0	29.85	0.6	31.7	0.167	0.06
73	0.39	-0.31	30.11	0.5	31.6	0.220	0.05
74	0.39	0	29.85	0.5	31.7	0.220	0.06
75	0.39	0	29.6	0.5	32	0.220	0.08
76	0.39	0	30.36	0.5	31.8	0.220	0.05
77	0.39	0	30.11	0.5	31.8	0.220	0.05
78	0.7	0.31	30.11	0.6	31.6	0.167	0.05
79	0.39	-0.31	30.11	0.5	31.8	0.220	0.05
80	0.39	0	29.34	0.5	31.8	0.220	0.08
81	0.39	0	30.11	0.5	31.6	0.220	0.05
82	0.7	0.31	29.85	0.6	31.6	0.167	0.06
83	0.39	-0.31	29.6	0.5	31.9	0.220	0.07
84	0.39	0	29.85	0.5	31.9	0.220	0.06
85	0.39	0	30.11	0.5	31.9	0.220	0.06
86	0.39	0	30.11	0.5	31.7	0.220	0.05
87	0.7	0.31	29.85	0.6	31.7	0.167	0.06
88	0.7	0	30.11	0.6	31.8	0.167	0.05
89	0.39	-0.31	30.11	0.5	31.7	0.220	0.05
90	0.39	0	29.6	0.5	31.8	0.220	0.07
91	0.39	0	29.85	0.5	32	0.220	0.07
92	0.39	0	29.6	0.5	32	0.220	0.08
93	0.39	0	29.34	0.5	31.6	0.220	0.07
94	0.7	0.31	29.85	0.6	31.9	0.167	0.06
95	0.39	-0.31	30.11	0.5	31.7	0.220	0.05

Rata-Rata	0.54	0	29.73063	0.55	30.9625	2%	4%
-----------	------	---	----------	------	---------	----	----

Tabel.11 menunjukkan presentase nilai yang dihasilkan oleh sensor yang dipasang pada motor induksi. Nilai eror pada sensor getaran yaitu sebesar 17% dan 22 % rata-rata erornya sebesar 2%. Untuk sensor suhunya persentase eror paling besar 8% dan dengan rata-rata erornya sebesar 4%. Penempatan sensor yang berbeda dengan alat ukur mungkin terjadinya eror saat pengambilan nilai. Nilai eror yang dihasilkan oleh kedua sensor tidak sampai dengan 50%. Jadi persentase keberhasilan dari alat pada monitoring ini yaitu  $100\% - 2\% = 98\%$  untuk sensor getaran sedangkan untuk sensor suhu yaitu  $100\% - 4\% = 96\%$ .

#### B. Pembahasan Hasil Monitoring

Sensor dipasang pada motor induksi yang dimiliki oleh Lab KeKetenagaan Teknik Elektro. Sensor yang digunakan yaitu sensor getaran (*piezoelektrik*) dan sensor suhu (*thermokopel*). Pada percobaan dengan menggunakan motor yang dalam kondisi baik didapatkan hasil yaitu bernilai 0.39 mm/s; 0.7 mm/s; 1.01 mm/s; dan 1.31 mm/s nilai yang didapat pada percobaan motor dengan kondisi yang baik. Dengan nilai yang dihasilkan paling terbesarnya 1.31 mm/s, jika dibandingkan dengan ambang batas pada tabel milik iso 10816 yang dimana nilai maksimal dari motor yang dalam kondisi baik memiliki kecepatan getaran yaitu 1.8 mm/s. Jika dilihat dari kecepatan getarannya maka motor tersebut belum perlu dilakukan *maintenance*, saat sudah melewati nilai 1.8 mm/s maka perlu dilakukan yang namanya *maintenance*. Suhu yang

ditimbulkan dari motor yang dalam kondisi baik, suhu maksimal yang keluar bernilai 36.74 °C. Melihat dari teori yang ada bahwa suhu *maximum* kumparan motor induksi saat beroperasi yaitu 95.2 °C. Dari suhu yang didapat saat dilakukannya percobaan menyatakan suhu pada kumparan masih normal. Motor induksi dengan keadaan yang baik berputar dengan kecepatan 1500 Rpm.

Percobaan dilakukan dengan menggunakan motor yang sudah terindikasi mengalami kerusakan. Motor berputar dengan kecepatan 2984 Rpm, 2985 Rpm, 2993 Rpm. Kecepatan getaran yang ditimbulkan melebihi dari nilai ambang batas iso 10816, dimana motor dengan *type small* memiliki *range* kecepatan getar motor 0.28 mm/s sampai dengan 1.8 mm/s motor dalam kondisi baik. Setelah melewati angka 1.8 mm/s yang ditunjukkan pada tabel iso 10816 dinyatakan bahwa motor tersebut mengalami kerusakan. Nilai yang didapat oleh motor yang terindikasi mengalami kerusakan yaitu 1.93 mm/s ; 2.24 mm/s; 2.55 mm/s; 2.86 mm/s; 3.17 mm/s; 3.47 mm/s; 4.09 mm/s; 4.4 mm/s; 4.71 mm/s. Nilai terendah dari motor yang terindikasi rusak yaitu 1.93 mm/s bila dibandingkan dengan iso 10816 motor tersebut mengalami kerusakan karena nilai kecepatan getar motor yang dinyatakan dalam kondisi baik yaitu bernilai <1.8 mm/s. Suhu yang ditimbulkan motor yang terindikasi rusak tidak jauh beda dengan motor yang baik. Nilai tertinggi suhu yang ditimbulkan yaitu 34.95 °C.

Alat penelitian dibuat dari alat dan bahan yang cukup sederhana. Dengan alat dan bahan yang sederhana dipatkan persentase eror untuk kecepatan getaran dengan nilai rata-rata persentase eror yaitu 2%, untuk suhu didapatkan rata-rata persentase eror 4%. Nilai persentase eror yang ditimbulkan oleh alat ukur kecepatan getar motor yaitu 22% dan yang ditimbulkan oleh alat ukur suhu bernilai paling besar yaitu 8%.

## V. KESIMPULAN

- A. Monitoring motor induksi dilakukan selama 120 menit, alat mampu membaca dengan baik. Disebut membaca dengan baik dikarenakan sensor piezo elektrik mendapatkan nilai presentase eror terbesar senilai 22% sedangkan untuk sensor *thermokopel* di dapatkan nilai presentase eror terbesar senilai 8%. Sensor piezoelektrik bekerja dengan rata-rata persentase eror sebesar 2% dan untuk sensor *thermokopel* bekerja dengan rata-rata persentase eror sebesar 4%.
- B. Monitoring yang dilakukan yaitu monitoring getaran dan suhu. Dengan hasil dari kecepatan getaran dari motor yang beroperasi selama 120 menit yaitu 0.39mm/s ; 0.7mm/s ; 1.01mm/s; dan 1.31mm/s. Pada motor yang kondisi tidak baik motor tersebut mengalami getaran yang berubah-ubah sebesar 1.31 mm/s , 1.93 mm/s, 2.24 mm/s, 2.55 mm/s, 2.86 mm/s, 3.47 mm/s, 3.17 mm/s, 4.09 mm/s, 4.4 mm/s, 4.71 mm/s. Jika sesuai dengan iso 10816 maka bila melewati nilai 1.80 mm/s motor perlu adanya perbaikan.

- C. Suhu yang ditimbulkan saat kondisi motor baik dimulai dari suhu ruangan yaitu 27.81 °C dengan kenaikan yang tidak signifikan. Pada kondisi motor yang kurang baik suhu awal motor tersebut sebesar 29.6 °C dengan kenaikan suhu yang begitu cepat. Suhu maximum kumparan motor listrik saat beroperasi yaitu 95,2 °C yang dimana suhu pada motor Lab Ketenagaan Teknik Elektro UII masih dalam kondisi suhu yang wajar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Makarim, T. Sukmadi, and B. Winardi, "ANALISIS KETIDAKSEIMBANGAN TEGANGAN DAN KENAIKAN SUHU PADA MOTOR INDUKSI 3 FASA AKIBAT GANGGUAN SINGLE-PHASING," *Transmisi*, 2016.
- [2] P. Nishant, D. N. Danish, and M. Chaudhary, "Vibration Monitoring of Induction Motor by Using Accelerometer," *Int. J. Sci. Res. Engineering Technol.*, vol. 4, no. 8, pp. 850–852, 2015.
- [3] M. R. Hajianto and A. Yulianto, "Open Access Vibration Analysis for Monitoring the Condition of Hydraulic Powerpack for Underground Mining Supporting Simulation at Education and Training Unit of Underground Mining ( Etuum ) American Journal of Engineering Research ( AJER )," *Am. J. Eng. Res.*, no. 5, pp. 123–129, 2017.
- [4] K. Aditama and Asri, "Pemanfaatan Sound Energy berbasis Piezoelectric sebagai Sensor Kebisingan pada Kendaraan Bermotor Roda Dua," *Semin. Nas. Microwave, Antena dan Propagasi*, pp. 65–67, 2018.
- [5] "Pengaruh Panas pd Motor Listrik | Sharing Pengalaman Maintenance." [Online]. Available: <http://soemarno.org/2008/06/17/pengaruh-panas-pd-motor-listrik/>. [Accessed: 28-Jun-2018].
- [6] Maxim Integrates Products, "Max6675," 2014.
- [7] "Arduino Uno R3," 2016.
- [8] I. J. Prakoso, A. Warsito, and T. Sukmadi, "Perancangan Pengasutan Bintang – Segitiga dan Pengereman Dinamik pada Motor Induksi 3 Fasa dengan Menggunakan Programmable Logic Controller ( PLC )," *Transmisi*, vol. 14, no. 1, pp. 13–19, 2012.
- [9] E. Yulia, E. P. Putra, I. E. Ekawati, D. Ph, and I. Nugraha, "Polisi Tidur Piezoelektrik Sebagai Pembangkit Listrik dengan Memanfaatkan Energi Mekanik Kendaraan Bermotor," *J. Otomatis, Kontrol, dan Instrumentasi*, vol. 8, no. 1, pp. 105–114, 2016.

