BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

Studi literatur ini berisi tentang pengaruh getaran dan suhu terhadap kinerja motor induksi. Hasil yang diperoleh dari studi literatur ini sebagai masukan bagi penulis dalam memilih parameter yang akan dijadikan pengambilan keputusan saat melakukan percobaan.

Motor induksi merupakan motor yang banyak digunakan dipasaran yang dimana motor induksi memiliki kontruksi yang sama dengan motor jenis lainnya. Motor induksi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang digunakan utnuk menjalankan beban yang digunakan dalam bidang industri besar pada umumnya. Karena penempatan motor induksi yang diletakan diberbagai tempat dengan keadaan ruang yang tidak tetap atau mengalami perubahan dalam kurun waktu yang lama mengakibatkan motor induksi cepat mengalami kerusakan[3]. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Syamsul Amien didapatkan bahwa motor induksi mengalami rotor terkunci, motor induksi yang mengalami rotor terkunci mengalami kenaikan suhu secara *signifikan*. Suhu yang terjadi akibat motor terkunci selama 10 detik mengalami kenaikan sebesar 67.2°C[11]. Dalam penelitian ini dilakukan sistem monitoring untuk bagian suhu dan getarannya. Bilamana terjadi suhu naik secara *signifikan* maka motor dapat diberhentikan untuk bekerja dan digantikan dengan motor yang normal terlebih dahulu. Agar suhu yang didapatkan sesuai dengan keadaanya dengan presentase error sedikit diperlukan sensor yang menempel pada belitan motor[2].

Monitoring getaran yang terjadi pada motor induksi dilakukan dengan menggunakan sensor getaran dan tabel *standart* getaran motor. Dengan menggunakan tabel tersebut dapat diketahui keadaan motor yang sedang di *monitor* dalam keadaan baik atau dalam keadaan rusak[5][6]. Sensor yang digunakan untuk memonitoring getaran yang terjadi dimotor adalah sensor *piezoelectrik.* Pemanfaatan *piezoelektik* banyak di gunakan dalam beberapa penelitian untuk pembangkit listrik. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Elfi Yulia dkk yaitu pemanfaatan *piezoelektrik* dijadikan polisi tidur yang dimana *piezoelektrik* dapat menghasilkan listrik sebesar 380mV dengan kurun waktu 1200 detik dengan daya yang dihasilkan sebesar 2.166mWh[12]. Pada percobaan lainnya yang dilakukan oleh Riza Maulana yang dimana *piezoelectrik* diletakan pada alas sepatu untuk menghasilkan listriknya. Dengan menggunakan beban yang berbeda dan *piezoelectrik* dihubung secara seri didapatkan suatu hasil tegangan listrik untuk beban 55Kg tegangan yang didapatkan seberar 1,11V bila bebannya semakin berat maka tegangan yang dihasilkan semakin besar juga. Saat *piezoelektik* dihubung *parallel* untuk beban 55Kg didapatkan

tegangan sebesar 4V[13]. Karena *piezoelektik* sangan sensitif dengan getaran maka sensor ini dapat digunakan untuk melakukan penelitian.

2.2 Tinjauan Teori

2.2.1 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 penginduksian. Motor listrik memiliki 2 bagian yaitu bagian stator dan bagian rotor[14].

Gambar 2.1 Motor Induksi**.**

Motor induksi yang digunakan pada percobaan ini adalah motor induksi milik Lab Ketenagaanan Teknik Elektro UII seperti pada Gambar 2.1. Motor induksi akan dihubung *Direct On Line* (DOL).

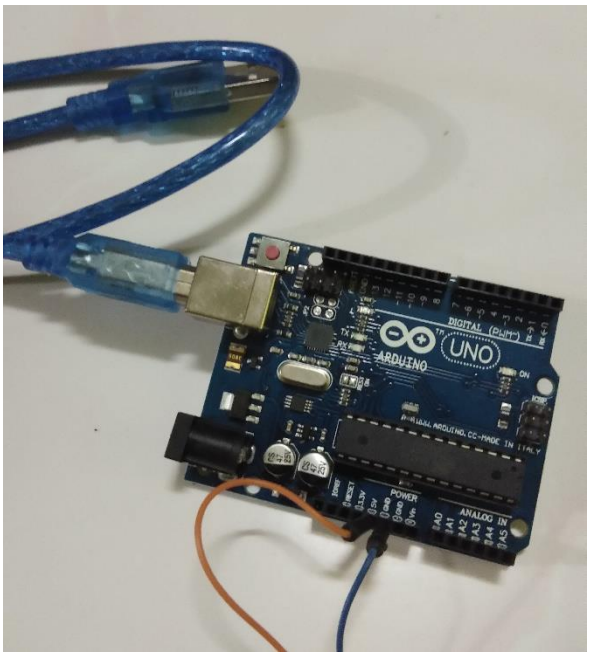
Motor yang digunakan merupakan motor yang dimiliki Lab Ketenagaan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia. Yang dimana motor tersebut memiliki spesifikasi sebagai berikut

Merk	:	EEPROM	Arus	:	2.6/2.10 A
Daya	:	3Hp	Frekuensi	:	50 Hz
Tegangan	:	220/380 Vac	Kecepatan Putaran Motor	:	1500 rpm

Gambar 2.2 Spesifikasi Motor Induksi Lab Ketenagaan Teknik Elektro

2.2.2 Arduino Uno

Arduino yang digunakan untuk penelittian kali ini yaitu *Arduino Uno* seperti pada Gambar 2.3. *Arduino* Uno merupakan *microcontroller* berbasis *ATmega3*28 yang memiliki *input/output* sebanyak 14 *pin* yang dimana 6 *pin input* dapat digunakan sebagai *output Pulse Width Modulation* (PWM) dan 6 *pin input analalog*. Agar *Arduino Uno* dapat digunakan dihubungkan dengan komputer/laptop dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan daya AC yang terhubung dengan adaptor DC.



Gambar 2.3 *Arduino* Uno

Arduino Uno memiliki memori sebesar 32KiloByte (KB) (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader), 2KB dari *Static Random Access Memory* (SRAM) dan 1KB *Electrically Erasable PProgrammable Read-Only Memory* (EEPROM) (yang dapat dibaca dan ditulis dengan EEPROM *liberary*). Untuk I/O *Arduino Uno* memiliki 14 *pin digital*, dengan menggunakan fungsi *pinMode* (), *digitalWrite* (), dan *digitalRead* (), beroperasi dalam daya 5 V. setiap pin dapat memberikan atau menerima maksimum 40 mA dan memiliki *internal pull-up resistor* (secara *default* terputus) dari 20-50 KΩ[10].

2.2.3 Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan untuk melakukan penelitian ini yaitu sensor *thermocouple* yang dibantu dengan *MAX6675* dapat dilihat pada Gambar 2.4. *MAX667* merupaka modul yang dibuat oleh MAXIM Amerika Serikat dengan kompensasi dingin akhir, koreksi *linier*, deteksi pemutus *thermocouple* 12 bit resolusi serial tipe K *thermocouple* analog ke digital *converter*.

Fungsi dari *thermocouple* yaitu untuk mengukur suhu dengan perbedaan dibagian ujung dari dua bagian metal yang berbeda lalu disatukan. *Thermocouple* 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 mengkur 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-juction.* Untuk dapat melakukan pengukuran yang *actual*, *MAX6675* mengukur tegangan *output* dari *thermocouple* dan juga tegangan dari sensing diode. Performa optimal dari *MAX6675* dapat tercapai bila *thermocouple* pada bagian *cold-juction* dan *MAX6675* memiliki temperatur yang sama[9].

Gambar 2.4 *Thermocouple* dan *MAX6675*.

2.2.4 Batas Kenaikan Suhu Pada Kumaparan

Pada motor induksi yang digunakan secara terus-menerus akan menimbukan suatu panas. Oleh karena itu, motor induksi memiliki batas suhu yang ditahan saat motor induksi beroperasi. Dengan persamaan

$$J = I^2 . R . t \ (Joule) \qquad (2.1)$$

Keterangan:

J = Panas (Joule)

I = Arus (Ampere)

R = Tahanan/Beban (Ohm)

t = Waktu (Detik)

Maka dari itu, bila motor induksi dijalankan, suhu yang terdapat pada motor akan berbanding lurus dengan waktu kerja dari motor. Sehingga bila motor bekerja kenaikan suhu dapat diketahui dengan mengukur tahanan kumparan sebelum dan sesudah motor dioperasikan selama beberapa waktu dengan menggunaka suatu persamaan[2].

$$\frac{Rc}{Rh} = \frac{1 + \alpha(t1)}{1 + \alpha(t2)} \quad (2.2)$$

Keterangan:

Rc = Tahanan kumparan sebelum dioperasikan (Ω).

Rh = Tahanan kumparan sesudah dioperasikan (Ω).

α = Koefisiensi temperatur tahanan tembaga (0,00428 Ohm/ Ohm/ °C)

t1 = Temperatur ruang awal (°C)

t2 = Temperatur setelah dioperasikan (°C)

Saat motor dalam keadaan tidak beroperasi/mati maka suhu motor akan sama dengan suhu ruangan. Suhu *maximum* kumparan motor induksi saat beroperasi adalah 95.2°C [15].

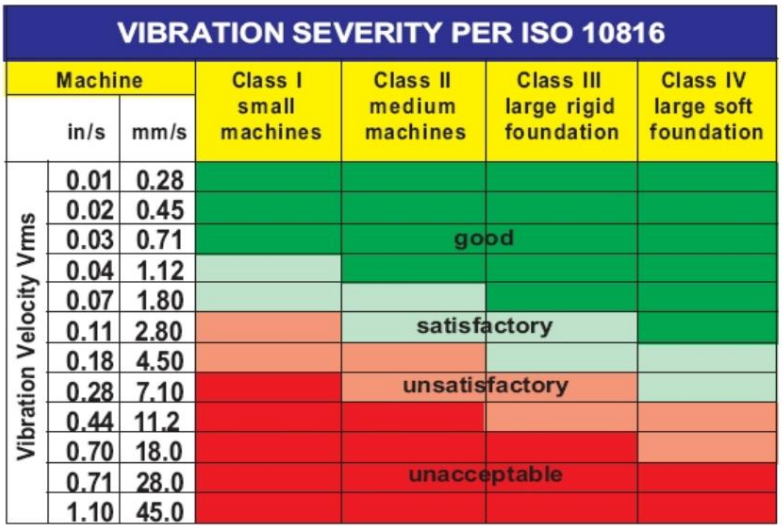
2.2.5 Sensor Getaran

Sensor yang digunakan untuk mengetahui getaran motor yaitu *piezoelektrik* yang dapat dilihat pada Gambar 2.5. *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 langsu maupun melalui suatu media perantara. Pemberian getaran pada *piezoelektrik* akan menghasilkan tegangan yang sebanding dengan getaran yang diberikan[12].

Gambar 2.5 *Piezoelektrik.*

2.2.6 Batasan Getaran Pada Motor Induksi

Dapat dilihat pada Gambar 2.6 bahwa setiap motor listrik memiliki batasan terjadinya getaran pada bagian motor. Dari rentang tersebut dapat diketahui motor induksi yang digunakan dalam keadaan baik atau dalam keadaan perlu perbaikan. Tidak hanya dari suhu saja kita mengetahui motor itu dalam kondisi terbaik atau lagi dalam kondisi terburuk tetapi melalui getarannya juga dapat diketahui.



Gambar 2.6 ISO 10816 *Standar* Kecepatan Getaran Motor[16].