

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka dilakukan dengan cara mengumpulkan data dari jurnal-jurnal yang sudah ada yang akan digunakan sebagai acuan dalam sistem pendeteksi getaran motor induksi berbasis arduino uno.

Pada jurnal yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Vibrasi Pada Motor Sebagai Indikator Pengaman Terhadap Perubahan Beban Menggunakan Sensor Accelerometer GY-521 MPU 6050 Berbasis Arduino Uno” dijelaskan bahwa alat ini mampu mendeteksi getaran/vibrasi pada motor induksi. Sistem vibrasi pada motor sebagai indikator pengaman terhadap perubahan beban menggunakan sensor Accelerometer GY-521 MPU 6050 berbasis arduino uno. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sensitifitas dari sensor vibrasi Accelerometer GY-521 MPU 6050 memiliki sensitifitas yang cukup tinggi dan bekerja dengan baik. Kemudian pengujian pengukuran vibrasi dengan menggunakan beban < 3 kg nilai vibrasi yang dihasilkan oleh motor sebesar 0.48 mm/s, 1.74 mm/s, 1.78 mm/s, 2.01 mm/s, 2.19 mm/s, dan 2.35 mm/s serta masih dalam batas yang diizinkan sedangkan pada pengujian pengukuran vibrasi dengan menggunakan beban lebih dari 3 kg nilai vibrasi yang dihasilkan oleh motor sebesar 4.5 mm/s kondisi motor dalam batas berbahaya dan harus segera mati (*off*) secara otomatis. Nilai *setpoint* disetting 4.5 mm/s, apabila vibrasi yang dihasilkan oleh motor mencapai nilai *setpoint* tersebut maka secara otomatis motor akan mati (*off*).

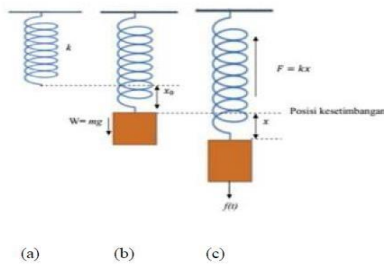
Pada jurnal yang berjudul “Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengukur Getaran Mekanis Menggunakan Piezzo Elektrik Sensor Berbasis Arduino Uno Mikrokontroller” Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya getaran yang dihasilkan dari kinerja mesin. Hasil penelitian ini didapatkan prosentase selisih rata-rata pengukuran frekuensi dan amplitudo terhadap oscilloscope dengan empat metode pengukuran. Pengukuran pertama dengan tanpa penghalang didapatkan selisih rata-rata 0,644% untuk frekuensi dan 0,786% untuk amplitudo. Pengukuran kedua dengan menggunakan busa sebagai penghalang didapatkan 0,004% untuk frekuensi dan 1,416% untuk amplitudo. Pengukuran ketiga dengan menggunakan kardus sebagai penghalang didapatkan 1,930% untuk frekuensi dan 1,202% untuk amplitudo. Pengukuran keempat dengan menggunakan kain sebagai penghalang di

dapatkan 1,796% untuk frekuensi dan 3,418% untuk amplitudo.

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1 Getaran

Getaran adalah suatu gerakan bolak-balik yang mempunyai amplitude yang sama (Istanto, 2016). Beberapa komponen penting pada getaran, meliputi frekuensi dan amplitudo. Getaran dapat dibedakan menjadi gerak harmonik sederhana, gerak harmonik teredam dan gerak harmonik teredam dengan faktor luar.



Gambar 2. 1 Pegas Vertikal

Pegas Vertikal (a) tanpa beban; (b) dengan beban dan mencapai posisi kesetimbangan dan (c) dengan beban dan terdapat suatu gaya tarik  $f(t)$  (Sumber: Tipler, 1991). Berdasarkan Gambar (a) dapat dijelaskan bahwa pegas tergantung secara vertikal dan tidak terdapat beban sehingga pegas tidak mengalami peregangan. Sedangkan Gambar (b) dapat dijelaskan bahwa pegas tergantung dalam keadaan vertikal dan terdapat beban yang tergantung pada ujung pegas. Dalam keadaan ini pegas teregang dan mengalami pertambahan panjang sebesar  $x_0$  serta mencapai posisi kesetimbangan. Pegas yang telah mencapai posisi kesetimbangan selanjutnya ditarik atau disimpangkan sejauh  $x$  seperti pada Gambar (c). *Standar Indicator* yang digunakan untuk pengukuran getaran dalam penelitian ini adalah ISO 10816-3:1998(E).

Tabel Kriteria Zona Evaluasi Kelayakan Permesinan ISO  
10816-3:1998(E)

<b>VIBRA</b>		<b>TION S</b>	<b>EVERITY</b>	<b>PER ISO 10816</b>	
Machine		<i>Class I small machine</i> P < 15Kw	<i>Class II medium machine</i> 15-75 kW	<i>Class III large rigid foundation</i> 15 kW < P < 300 kW	<i>Class IV large soft Foundation</i> 300kW < P < 30 MW
	In/s	mm/s			
Vibration Velocity V <sub>rms</sub>	0.01	0.28			
	0.02	0.45			
	0.03	0.71	<i>good</i>		
	0.04	1.12			
	0.07	1.80			
	0.11	2.80		<i>satisfactory</i>	
	0.18	4.50			
	0.28	7.10		<i>unsatisfactory</i>	
	0.44	11.2			
	0.70	18.0			
	0.71	28.0	<i>unacceptable</i>		
1.10	45.0				

(Sumber: International Standard ISO 10816-3, 1998)

Tabel 2. 1 Standar Vibrasi Motor

*Vibration Severity* atau level getaran merupakan nilai yang menggambarkan tinggi rendahnya nilai getaran dari suatu mesin/peralatan. Tabel kriteria zona evaluasi kelayakan permesinan berdasarkan standar ISO paling banyak digunakan oleh seorang analisis sebagai suatu indikator tingkat vibrasi. Pada tabel tersebut, terdapat 4 tingkatan kondisi kondisi motor pada saat beroperasi, diantaranya kondisi motor *good*, *satisfactory*, *unsatisfactory*, dan *unacceptable*.

### 2.2.2 Motor Induksi

Motor Induksi adalah salah satu jenis dari motor listrik yang bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik. Motor induksi memiliki sebuah sumber energi listrik yaitu di sisi stator, sedangkan sistem kelistrikan di sisi rotornya di induksikan melalui celah udara dari stator dengan media elektromagnet. Motor induksi merupakan motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri. Popularitasnya karena rancangannya yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan dapat langsung disambungkan ke sumber AC. Gambar 2.2 merupakan motor induksi yang biasa digunakan pada industri



Gambar 2. 2 Motor Induksi  
(Sumber:dok.pribadi, 2022)

### 2.2.3 Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah *board* mikrokontroler yang didasarkan pada Atmega328. Arduino Uno mempunyai 14 pin digital *input/output* (6 diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah ICSP *header*, dan sebuah tombol *reset*. Arduino Uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB dan mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC.Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Arduino Uno  
(Sumber:en.m.wikipedia.org, 2022)

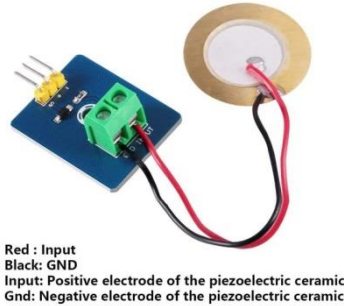
Tabel 2. 2 Spesifikasi Arduino Uno

Nama	Spesifikasi
Mikrokontroler	Atmega 328
Tegangan Pengoperasian	5V
Tegangan <i>Input</i> (rekomendasi)	7-12V
Tegangan <i>Input</i> (batas)	6-20V
Jumlah pin I/O digital	14 (6 diantaranya memberikan output PWM)
Jumlah pin <i>input analog</i>	16
Arus DC tiap pin I/O	40mA
Arus DC untuk pn 3.3V	50mA
Memori	32 Kb (Atmega328), sekitar 0.5 Kb digunakan oleh <i>bootloader</i>
SRAM	2 Kb
EEPROM	4 Kb
<i>Clock Speed</i>	16 MHz

#### 2.2.4 Sensor Piezoelektrik

Sensor piezoelektrik adalah perangkat yang menggunakan efek piezoelektrik untuk mengukur perubahan tekanan, percepatan, regangan atau kekuatan dengan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Efek piezoelektrik terjadi apabila sebuah material piezoelektrik (pada umumnya, keramik, tulang, kristal batuan, dan polimer) diberi tekanan mekanik dan menyebabkan muatan listrik terakumulasi di dalam material tersebut (krisdiyanto, 2011). Efek piezoelektrik dapat digambarkan sebagai muatan listrik yang dihasilkan oleh tekanan. Dengan karakter

yang demikian maka piezoelektrik memiliki fungsi utama sebagai sensor. Bentuk fisik sensor piezoelektrik dapat dilihat pada gambar 2.4.



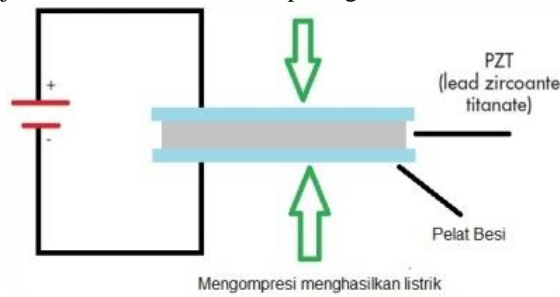
Gambar 2. 4 Sensor Piezoelektrik  
 (Sumber:m.id.aliexpress.com, 2022)

Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor Piezoelektrik

Nama	Unit	Spesifikasi
<i>Rated Voltage</i>	V	12
<i>Operating Voltage</i>	V	1-30
<i>Rated Current (Max)</i>	mA	Kurang dari 5
<i>Min Sound Output</i>	dB	Lebih dari 80
<i>Resonant Frequency</i>	Hz	4000 +-300
<i>Operating Temperature</i>	C	-20-+70 derajat celcius
<i>Storage Temperature</i>	C	-30-80 derajat celcius
<i>House</i>		ABS
<i>Weight</i>	g	2.0

### Prinsip Kerja

Prinsip kerja sensor ini diilustrasikan pada gambar 2. 5



Gambar 2. 5 Ilustrasi Sensor Piezoelektrik  
(Sumber:caramesin.com, 2021)

### Prinsip kerja Piezoelektrik

Ilustrasi cara kerja dijelaskan sebelumnya, piezoelektrik berasal dari efek piezoelektrik pada bahan atau material tertentu. Struktur sensor piezoelektrik sendiri terdiri dari bahan piezoelektrik dengan diapit oleh 2 lempengan besi. Dimana diantara lempengan tersebut menciptakan dipole yang terinduksi molekul dari berbagai struktur kristal tergantung bahan yang digunakan. Ketika sebuah piezoelektrik diberikan tekanan, maka bidang piezo akan menghasilkan gaya listrik sehingga akan menghasilkan tegangan listrik pada kedua bagian tersebut sesuai dengan besarnya tekanan yang diberikan. Hal ini terjadi karena adanya perubahan dimensi bahan piezoelektrik.

### Kelebihan Piezoelektrik

1. Frekuensi operasional yang tinggi. Piezoelektrik dapat bekerja di frekuensi tinggi, bahkan komponen ini dapat merespon frekuensi audio 20kHz dengan sangat baik.
2. Respon transien yang tinggi. Output yang dihasilkan piezoelektrik linear dan ideal untuk sebuah komponen transduser sehingga dapat mendeteksi hingga mikrodetik.
3. Konsumsi daya rendah. Pada umumnya, piezoelektrik dapat mengeluarkan output yang tinggi dengan konsumsi daya yang rendah.
4. Ukuran yang kecil. Ukuran juga jadi kelebihan dari komponen piezoelektrik, ukurannya yang kecil sebagai sebuah transduser menjadikannya cocok digunakan untuk perangkat-perangkat kecil.

### **Kekurangan Piezoelektrik**

1. Sinyal output relatif rendah. Sinyal output yang dihasilkan komponen piezoelektrik transduser relatif rendah, alhasil sering ditambahkan pre-amp untuk membuat sinyal keluaran bisa lebih tinggi agar sesuai dengan yang dibutuhkan untuk men-drive sinyal ke rangkaian berikutnya.
2. Impedansi piezoelektrik tinggi. Sebetulnya ini tidak sepenuhnya bisa disebut kelemahan. Namun kondisi ini mengharuskanmu untuk menambahkan rangkaian untuk membuat impedansi dari piezoelektrik sesuai, baik ketika komponen tersebut digunakan sebagai output (buzzer) atau sebagai input.

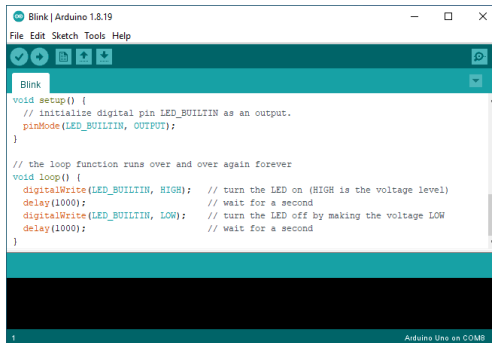
### **2.2.5 Arduino IDE**

Arduino IDE adalah sebuah perangkat lunak *open source* yang digunakan untuk menulis dan memasukkan *source code* dari komputer ke papan Arduino. Arduino IDE menggunakan bahasa C yang disederhanakan dengan *libraries* yang ada pada Arduino. Arduino IDE ini dapat dioperasikan di berbagai sistem operasi seperti Windows, Mac OS, dan LINUX (Feri, 2011). IDE Arduino terdapat beberapa menu utama yaitu:

1. *Editor* program, digunakan untuk menulis program yang dibuat.
2. *Verify*, digunakan sebagai pengoreksi apakah program yang dibuat sudah benar.
3. *Upload*, digunakan untuk menggugah program yang dibuat ke papan Arduino.
4. *New*, digunakan untuk program baru.
5. *Open*, digunakan untuk membuka program yang telah disimpan.
6. *Save*, digunakan untuk menyimpan program yang dibuat.
7. *Serial monitor*, digunakan untuk melihat hasil perintah *print* yang ditulis dalam program.



Berikut Arduino IDE yang digunakan pada alat ditunjukkan pada Gambar 2.6.



```

Blink | Arduino 1.8.19
File Edit Sketch Tools Help

Blink
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}

Arduino Uno on COM8

```

Gambar 2. 6 Aplikasi Arduino IDE  
(Sumber:dok.pribadi, 2022)

### 2.2.6 Battery

Baterai ialah proses elektrokimia yang terjadi suatu sel listrik dimana di dalamnya dapat berbalikan dengan efisiensinya yang tinggi. Maksudnya di dalam baterai dapat terjadi proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik, dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai.

Terdapat dua jenis baterai yaitu baterai yang bisa dipakai sekali saja atau *single use* dan baterai yang dapat diisi ulang atau *rechargeable*. Contoh dari baterai sekali pakai (primer) yaitu, baterai silver oxide, baterai alkaline, baterai zinc-carbon, dan baterai lithium. Sedangkan contoh baterai isi ulang (sekunder) adalah Ni-Mh (metal), li-on (lithium ion), Ni-Cd (nickel cadmium) li-poly/Li-Po (lithium polymer). Pada alat ini baterai yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Baterai  
(Sumber:duwi.com, 2022)

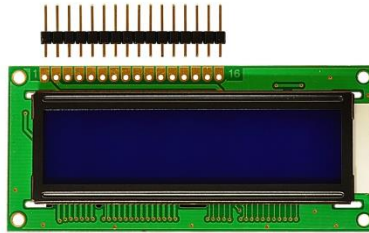
Tabel 2. 4 Spesifikasi Baterai

Nama	Spesifikasi
Model	ICR 18650
Capacity	2200 mAh
Voltage	3.7 V

### 2.2.7 LCD (*Liquid Crystal Display*) I2C 20x4

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah perangkat yang berfungsi sebagai media penampil dengan memanfaatkan kristal cair sebagai objek penampil utama. LCD tentunya sudah sangat banyak digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti media elektronik televisi, kalkulator, atau layar komputer sekalipun. LCD bisa memunculkan gambar atau tulisan dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai sebuah titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri. Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetik yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan

sedangkan warna lainnya tersaring. LCD yang digunakan adalah LCD berukuran 20x4 karakter dengan tambahan *chip module* I2C untuk mempermudah programmer nantinya dalam mengakses LCD tersebut<sup>[17]</sup>. LCD I2C yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.8 dan spesifikasi LCD I2C dapat dilihat pada Tabel 2.5.



Gambar 2. 8 LCD I2C 20x4  
(Sumber:Arduino.web.id, 2012)

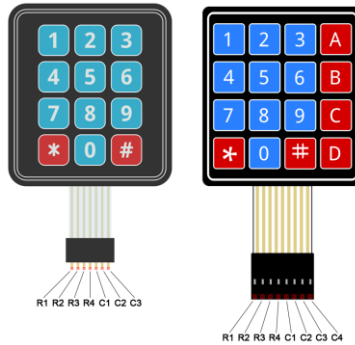
Tabel 2. 5 Spesifikasi LCD I2C 20x4

Nama	Spesifikasi
<i>Blue backlight</i>	I2C
<i>Display Format</i>	20 Characters x 4 lines
<i>Supply voltage</i>	5V
<i>Back lit</i>	Blue with White char color
<i>Supply voltage</i>	5V
<i>Pcb Size</i>	60mm99mm
<i>Contrast Adjust</i>	Potentiometer
<i>Backlight Adjust</i>	Jumper

### 2.2.8 Keypad

*Keypad* adalah kumpulan tombol numerik atau alfanumerik dengan jumlah tombol yang terbatas. *Keypad* numerik hanya berisi tombol karakter angka, dari 0 – 9, sedangkan keypad alfanumerik sama dengan keypad numeric dengan ditambahi karakter alphabet A – D. Kedua tipe keypad ini dilengkapi dengan spesial karakter ‘\*’ dan ‘#’. Dengan demikian, sebuah keypad numerik akan berisi 12 karakter (12 tombol), sedangkan keypad alfanumerik terdiri dari 16 karakter (16 tombol). Inilah yang membedakannya dengan keyboard, yakni

sekumpulan tombol dengan karakter alfanumerik (plus spesial karakter) yang lebih banyak variasinya sesuai dengan standar ASCII.



Gambar 2. 9 Keypad  
(Sumber:mikroavr.com, 2022)

Tabel 2. 6 Spesifikasi Keypad

Nama	Spesifikasi
<i>Interface</i>	8 pin access to 4x4 matrix
<i>Circuit Rating</i>	24 V (DC), 30mA
<i>Dielectric Strength</i>	250VRms 50-60 Hz
<i>Dimensions</i>	Keypad 6.9 x 7.6 cm
<i>Key Operating Force</i>	150-200N
<i>Rebound Time</i>	1 ms
<i>Operating Temperature</i>	32 to 122 F (0 to 50C)

### 2.2.9 Buzzer

*Buzzer* Arduino adalah salah satu komponen yang biasa dipadukan dalam rangkaian elektronik. *Buzzer* menghasilkan getaran suara dalam bentuk gelombang bunyi. *Buzzer* mengubah energi listrik menjadi suara. Sejenis *speaker*, namun bentuknya kecil. Prinsip kerja *buzzer* adalah sangat sederhana. Ketika suatu aliran listrik mengalir ke rangkaian *buzzer*, maka terjadi pergerakan mekanis pada *buzzer* tersebut. Akibatnya terjadi

perubahan energi dari energi listrik menjadi energi suara yang dapat didengar oleh manusia. Umumnya jenis *buzzer* yang beredar di pasaran adalah *buzzer piezoelectric* yang bekerja pada tegangan 3 sampai 12 volt DC.

Jenis-jenis *buzzer* pada rangkaian Arduino berdasarkan bunyinya terbagi atas dua, yaitu:

- *Active Buzzer*, yaitu *buzzer* yang sudah memiliki suaranya sendiri saat diberikan tegangan listrik. *Buzzer* aktif Arduino jenis ini seringkali juga disebut *buzzer stand alone* atau berdiri sendiri.
- *Passive Buzzer*, yaitu *buzzer* yang tak memiliki suara sendiri. *Buzzer* jenis ini sangat cocok dipadukan dengan Arduino karena kita bisa memprogram tinggi rendah nadanya. Salah satu contohnya adalah *speaker*. Gambar 2.10 merupakan *buzzer* yang digunakan pada alat



Gambar 2. 10 *Buzzer*  
(Sumber:create.arduino.cc, 2022)

Tabel 2. 7 Spesifikasi *Buzzer*

Nama	Spesifikasi
<i>Operating Voltage</i>	12-26 VDC
<i>Rated Current</i>	<i>Max</i> 20mA, at 24 VDC
<i>Rated Voltage</i>	24 VDC
<i>Sound Output at 30 cm</i>	Min.95dB, at 24 VDC
<i>Resonant Frequency</i>	3500 +- 500 Hz

<i>Tone</i>	<i>Continuous</i>
<i>Operating Temperature</i>	-20- +60 derajat celcius
<i>Storage Temperature</i>	-30- +70 derajat celcius
<i>RoHS</i>	<i>Yes</i>
<i>Weight</i>	Approx 9.3g