

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan keberhasilan implementasi *internet of things* (IoT) dalam sistem peringatan dini dan pemantauan bencana alam. Studi oleh Sutopo (2019) menggambarkan penggunaan sensor IoT untuk mendeteksi gempa bumi dan mengirimkan peringatan dini kepada masyarakat terdampak. Konsep ini menjadi dasar penting dalam pengembangan sistem alarm gempa bumi dengan memanfaatkan teknologi IoT [11].

*Accelerometer* telah banyak digunakan dalam pengembangan sistem pendeteksi gempa bumi karena kemampuannya untuk mendeteksi getaran. Penelitian oleh Hernandez (2018) menunjukkan efektivitas *accelerometer* dalam mendeteksi gempa bumi dengan akurasi yang tinggi. Implementasi *accelerometer* berbasis IoT menjadi fokus utama dalam mengintegrasikan teknologi ini ke dalam sistem alarm gempa bumi [12].

Pengguna lampu pintar sebagai alat pemberi peringatan telah menjadi tren dalam pengembangan sistem keamanan dan pemantauan. Studi oleh Cheng (2020) menggambarkan konsep lampu pintar yang terhubung dengan jaringan IoT untuk memberikan peringatan dini dalam berbagai situasi darurat. Implementasi *smart lamp* dalam sistem alarm gempa bumi menjadi solusi yang menarik dalam memberikan peringatan kepada masyarakat [13].

Integrasi sensor dengan teknologi IoT telah terbukti efektif dalam mendeteksi dan merespon bencana alam. Studi oleh Li (2019) menunjukkan bagaimana penggunaan sensor yang terhubung dengan jaringan IoT dapat memberikan peringatan dini yang cepat dan akurat terhadap gempa bumi. Konsep ini menjadi dasar dalam implementasi sistem alarm gempa bumi menggunakan *accelerometer* berbasis IoT [14].

Studi oleh Wu (2021) mengeksplorasi pengembangan sistem alarm bencana berbasis IoT yang terintegrasi dengan berbagai sensor untuk mendeteksi gempa bumi, banjir, dan kebakaran. Penelitian ini menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan respons darurat dan keselamatan masyarakat melalui pemanfaatan teknologi IoT [15].

Penelitian oleh Kumar (2020) membahas implementasi *accelerometer* dalam sistem peringatan dini gempa bumi berbasis IoT. Mereka menunjukkan bahwa *accelerometer* dapat mendeteksi getaran dengan akurasi tinggi dan memberikan peringatan dini yang cepat, yang penting untuk mitigasi dampak gempa bumi [16].

Penelitian oleh Kim (2020) mengevaluasi kendala sistem IoT dalam pendeteksian bencana alam, termasuk gempa bumi. Mereka menyoroti pentingnya integrasi sensor yang handal dan konektivitas yang stabil untuk memastikan peringatan dini yang tepat waktu dan akurat [17].

Studi oleh Chen (2019) mencoba mengimplementasikan sistem *smart lamp* dalam memberikan peringatan dini terhadap berbagai bencana alam, termasuk gempa bumi. Penelitian ini menyoroti peran penting lampu pintar dalam meningkatkan kesadaran masyarakat dan respons darurat [18].

Dengan menggabungkan kajian pustaka dari berbagai penelitian terkait, implementasi alarm pendeteksi gempa bumi dengan menggunakan *accelerometer* berbasis IoT dapat dikembangkan dengan lebih efektif dan efisien untuk memberikan peringatan dini kepada masyarakat terdampak. Melalui analisis literatur yang telah disebutkan, Peneliti dapat menguatkan pemahaman tentang urgensi penerapan teknologi IoT dan alarm dalam sistem peringatan gempa bumi. Ketersediaan sensor yang andal, koneksi yang stabil, dan perangkat pintar yang dapat diandalkan akan menjadi faktor kunci dalam pengembangan solusi yang efektif dan efisien dalam upaya mengurangi dampak bencana.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Penulis Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
Muhammad Nurul Rahman, Meqorry Yusuf, 2015	Rancang Bangun Sistem Alarm Gempa Bumi Berbasis Mikrokontroler AVR Atmega 16 Menggunakan	Hasil keluarannya hanya peringatan dini ketika gempa terjadi, tanpa adanya perlindungan terhadap orang	Menggunakan sensor <i>piezoelektrik</i> untuk mendeteksi adanya getaran, sedangkan penelitian yang akan dilakukan

Penulis Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
	Sensor <i>Piezoelektrik</i>		yaitu menggunakan grafik seismik untuk melihat gelombang magnitudonya.
Surya Muhammad Andang Novita, 2016	Prototipe Deteksi Gempa Menggunakan Metode Peramban Gelombang Pada Sensor Getar Berbasis Mikrokontroler Dengan Informasi Sms Gateway	Penelitian ini menghasilkan validitas keluaran sinyal sensor getaran dapat disesuaikan dengan presisi melalui penggunaan penguat dengan faktor penguatan maksimal 1 kali dan pengatur level sinyal yang terpasang di dalam sistem.	Metode penelitian ini menggunakan sensor getar jenis <i>Piezoelectric</i> sehingga setiap adanya perubahan atau perambatan gelombang dari lempengan tektonik baik secara <i>horizontal</i> maupun vertikal akan selalu terdeteksi oleh sensor sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan sensor getar 801S
Cahya Kusuma Ardhi 2018	Perancangan Alat pendeteksi Gempa Menggunakan Sensor	Penelitian ini menghasilkan data magnitudo gempa bumi yang disajikan dalam satuan skala	Metode penelitian ini memanfaatkan sensor <i>accelerometer</i> dan sensor getar,

Penulis Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
	<i>Accelerometer</i> dan sensor Getar	<i>richter</i> , namun peringatan hanya dapat diterima di tempat di mana perangkat tersebut terpasang.	sementara penelitian yang akan dilakukan menggunakan aplikasi Telegram.
Nuzul Imam Fadilah, Ahmad Arifudin 2018	Pembuatan Alat Pendeteksi Gempa Menggunakan Accelerometer Berbasis Arduino.	Penelitian ini tidak memanfaatkan parameter magnitudo gempa dan hanya memungkinkan peringatan diterima di lokasi di mana perangkat tersebut dipasang.	Metode penelitian ini menggunakan sensor accelerometer untuk mendeteksi pergerakan tanah dan tidak menggunakan sensor getar sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan sensor getar.
Abdul Chalik Nasution, Sudaryanto, Juhar Arifin 2018	Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gempa Bumi dengan Ayunan Bandul Berbasis Mikrokontroler Atmega 328	Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sebuah perangkat alarm gempa yang diaktifkan oleh getaran, dimana outputnya berupa bunyi yang dihasilkan oleh <i>buzzer</i> dan lampu LED sebagai penanda	Metode penelitian tersebut tidak menggunakan <i>accelerometer</i> , sensor getar, modul wifi dan aplikasi Android sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan

Penulis Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
		visualnya. Aksi ini dipicu oleh tingkat getaran yang cukup untuk menggerakkan bandul ke sensor yang telah dipasang.	menggunakan sensor <i>accelerometer</i> dan sensor getar.
Muhammad Anwaruddin, 2019	Rancang Bangun <i>Prototype</i> Tempat Tidur Tanggap Gempa Menggunakan Arduino Uno	Penelitian ini hanya mengandalkan sensor getar SW-420 untuk membaca getaran tanpa memperhatikan pergerakan tanah, tanpa menggunakan parameter magnitudo gempa, dan peringatan hanya tersedia di tempat dimana alat tersebut terpasang	Metode penelitian ini tidak menggunakan sensor <i>accelerometer</i> dan aplikasi android sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan sensor <i>accelerometer</i> dan aplikasi Telegram
Elfitra Desifatma, Iftitah Rahmi Kadir, Arizal Taufik, Prihandhanu Mukti Pratomo 2021	Portable Early Warning System Untuk Gempa Bumi	Penelitian ini membuat suatu <i>erly warning system</i> gempa bumi menggunakan sensor <i>accelerometer</i> sebagai pendeteksi getaran. Sistem ini menggunakan arduino nano berbasis mikrokontroler Atmega328.	Pada penelitian ini tidak mengaplikasikan ke internet sebagai indikator peringatan kepada masyarakat, sedangkan penelitian yang akan dilakukan yaitu

Penulis Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
			menggunakan internet sebagai peringatan kepada pengguna nya.
Nicola Kristanto 2023	Perancangan Sistem Informasi Pendeteksi Gempa Berbasis Internet Of Things di Universitas Tarumanegara	Dalam penelitian ini, sistem informasi pendeteksi gempa berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) yang menggunakan Arduino masih belum sempurna.	Penelitian ini menggunakan metode pembuatan sistem IoT untuk pendeteksian gempa bumi. Metode perancangan <i>dashboard</i> akan menggunakan metode <i>prototyping</i> . Selain itu, penelitian ini akan mengirimkan pesan singkat melalui aplikasi Telegram dalam bentuk informasi mengenai magnitudo gempa bumi.
Fadhila Umami, Wildian	Prototipe Tempat Tidur dengan Sistem	Pada penelitian ini bahwa protipe tempat tidur dengan sistem	Penelitian ini menggunakan GSP untuk

Penulis Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
2023	Perlindungan Buka Tutup Otomatis dan Notifikasi Via GPS untuk Antisipasi Reruntuhan Akibat Gempa Bumi	perlindungan buka tutup otomatis dan notifikasi via GPS untuk antisipasi reruntuhan akibat gempa bumi telah berhasil dan berfungsi dengan baik.	mendeteksi lokasi terjadinya gempa bumi melalui notifikasi yang terkirim ke Telegram. Sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan yaitu menggunakan aplikasi telegram hanya memberi notifikasi pesan singkat berupa kekuatan gempa bumi
Dody Ichmana Putra, Faiq Genia Fauzul, Shelvi Ekariani 2023	Perancangan Sensor Terdistribusi untuk pendeteksi Gempa Bumi Menggunakan Protokol Komunikasi MQTT	Penelitian ini menggunakan data percepatan maksimum dari akselerometer, yang disebut sebagai PGA ( <i>Peak Ground Acceleration</i> ), untuk menentukan magnitudo dan intensitas gempa bumi.	Penelitian ini menggunakan sensor <i>piezoelektrik</i> untuk mendeteksi gelombang <i>p- wave</i> guna menunjukkan kinerja yang baik, dan akselerometer untuk mendeteksi gelombang <i>s- wave</i> . Penelitian

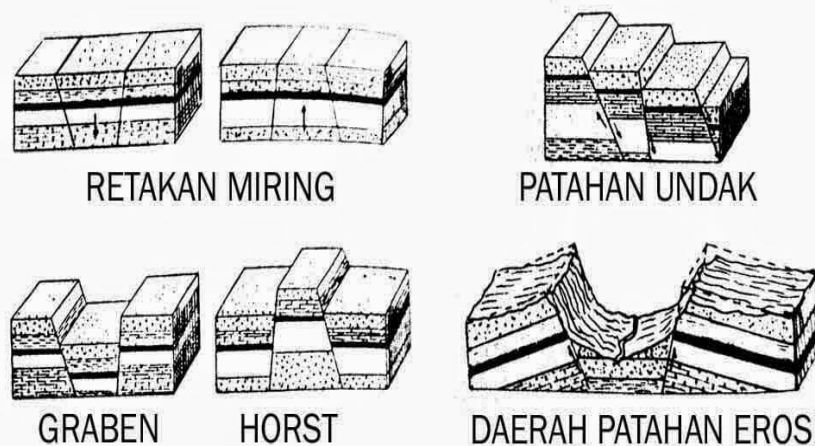
Penulis Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
			ini akan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak <i>Processing</i> sebagai visualisasi ke dalam bentuk grafik seismograf

## 2.2 DASAR TEORI

Studi ini membutuhkan landasan teoretis yang meliputi pemahaman tentang konsep yang terkait dengan objek penelitian, teknik yang akan diterapkan, dan aspek-aspek lain yang relevan dengan ruang lingkup penelitian ini.

### 2.2.1 Gempa Bumi

Gempa bumi adalah pergerakan atau getaran yang terjadi di permukaan bumi. Penyebab gempa bumi dapat bervariasi, termasuk letusan gunung berapi, tumbukan meteorit, longsor, dan ledakan bom, namun umumnya disebabkan oleh pergerakan mendadak pada kerak bumi disepanjang patahan [19]. Berikut merupakan gambar pemodelan patahan atau sesar dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Patahan atau Sesar yang menyebabkan gempa bumi [20].



Pada gambar 2.1 patahan merupakan retakan yang terbentuk saat dua blok batuan bergeser satu sama lain karena tekanan tektonis dari interaksi lempeng litosfer. Proses ini terjadi secara bertahap ketika tekanan menumpuk hingga mencapai titik di mana batuan tergeser di sepanjang patahan. Peristiwa ini sering kali terjadi secara tiba-tiba, menghasilkan gelombang kejut yang merambat ke segala arah dan dikenal sebagai gempa bumi [21].

Gempa bumi terjadi ketika energi yang dilepaskan secara tiba-tiba di zona subduksi dan patahan aktif, menyebabkan pergerakan partikel tanah dan batuan serta menghasilkan getaran. Berdasarkan penyebabnya, gempa bumi diklasifikasi menjadi:

- a. Gempa bumi vulkanik
- b. Gempa bumi tektonik
- c. Gempa bumi runtuh

Tabel 2. 2 Hubungan kekuatan gempa bumi dan frekuensi [22].

Uraian	Magnitude (SR)	Dampak Gempa bumi	Jumlah kejadian
Mikro	< 2	Gempa bumi mikro, tidak dirasakan oleh manusia	8000/hari
Sangat Minior	2 sampai 2.9	Biasanya tidak dirasakan oleh manusia, namun terdeteksi oleh perangkat pengukur	7000/hari
Minior	3 sampai 3.9	Biasanya dirasakan oleh manusia, tetapi jarang menyebabkan kerusakan	49.000/tahun
Lemah	4 sampai 4.9	Didalam rumah terdengar gemersik, meskipun tidak ada kerusakan yang terjadi	6.200/tahun
Sedang	5 sampai 5.9	Bangunan dengan konstruksi yang buruk di daerah yang terbatas mengalami kerusakan, sedangkan bangunan dengan konstruksi	800/tahun

Uraian	Magnitude (SR)	Dampak Gempa bumi	Jumlah kejadian
		yang baik hanya mengalami kerusakan ringan	
Kuat	6 sampai 6.9	Dapat menyebabkan kerusakan di wilayah berpenduduk padat seluas 150 km <sup>2</sup>	120/tahun
Sangat kuat	7 sampai 7.9	Kerusakan pada wilayah dengan luas lebih dari 150 km <sup>2</sup>	18/tahun
Besar	8 sampai 8.9	Kerusakan pada wilayah yang meluas lebih dari beberapa ratus km <sup>2</sup>	1/tahun
Besar dan langka	>9	Menyebabkan kerusakan dalam jangkauan ribuan km	1/20 tahun

Kekuatan gempa bumi tercermin dari ukuran energinya, yang sejajar dengan dimensi serta pergeseran rata-rata sesar yang terlibat. Umumnya, kekuatan gempa bumi diukur menggunakan Skala *Richter* (atau disebut juga *magnitude* gempa) yang diperkenalkan oleh Charles F. Richter pada tahun 1934. Setiap peningkatan sebesar 1 pada Skala *Richter* menunjukkan kekuatan gempa yang 10 kali lebih besar. Misalnya, gempa dengan magnitude 2 memiliki guncangan yang 10 kali lebih kuat dari pada gempa dengan magnitude 1 [23]. Pada sumbu X dan Y, Nilai sumbu Z konstanta sehingga tidak perlu dimasukkan kedalam perhitungan. Nilai Percepatan magnitude Z dapat dihitung menggunakan rumus yaitu.

$$Z = \sqrt{x^2 + y^2} \dots \dots \dots (2.1)$$

X = Nilai yang terbaca pada sumbu x

Y = Nilai yang terbaca pada sumbu y

Z = Percepatan

Pusat pengendali akan menerima data yang sama dari sensor lain yang dapat disimpan pada lokasi berbeda. Dengan menggunakan tiga node sensor diharapkan

dapat menentukan sebuah lokasi gempa lebih akurat secara *real time*. Untuk menghitung magnitudo menggunakan gelombang P dapat menggunakan rumus.

$$Z_{AS} = 0.36 \times \log_{10} (A_Z) - 0.93 \times \log_{10}(S_Z) \dots \dots \dots (2.2)$$

$$M = -163 \times Z_{AS} + 8.94 \dots \dots \dots (2.3)$$

$Z_{AS}$  = Untuk menentukan intensitas getaran tinggi

M = Magnitudo

$A_Z$  = Percepatan pada sumbu Z

$S_Z$  = Perubahan pada sumbu Z

Untuk menghitung besar kekuatan gempa dapat menggunakan rumus British Geological Surver yang diperkenalkan oleh Charles F.Richter yaitu

$$M = \log_{10} (A) + (1.6 \times (\log (30)) - 0.15) \dots \dots \dots (2.4)$$

M = Magnitudo gempa

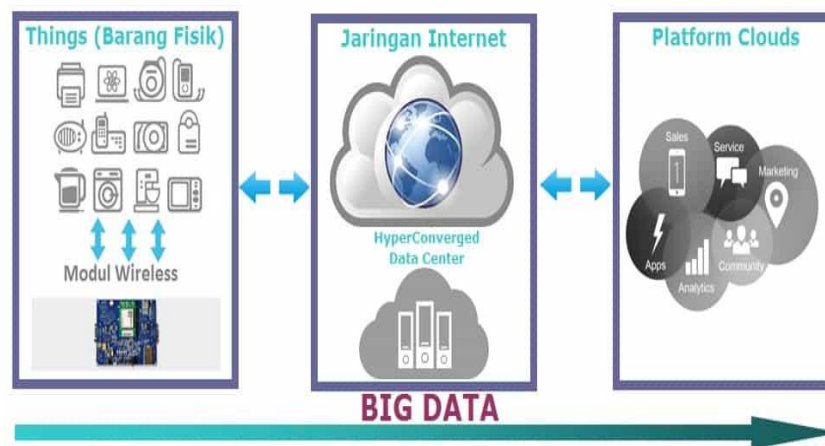
A = Amplitudo

Berdasarkan kedalaman hiposenternya, gempa bumi dibagi menjadi:

- a. Gempa dangkal, dengan kedalaman kurang dari 30 km
- b. Gempa menengah, dengan kedalaman antara 30 hingga 90 km
- c. Gempa dalam, dengan kedalaman lebih dari 90 km.

### 2.2.2 Internet of Things

*Internet of Things* (IoT) merujuk pada konsep di mana berbagai perangkat fisik (seperti sensor, perangkat elektronik, peralatan rumah tangga, kendaraan, dan lain-lain) dilengkapi dengan kemampuan untuk berkomunikasi dan bertukar data melalui internet [24]. Dengan kata lain, IoT memungkinkan objek di sekitar kita untuk terhubung dan berinteraksi secara mandiri, serta berbagi informasi untuk meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan produktifitas [25]. Jika sebuah sistem *internet of things* (IoT) dapat mencapai struktur jaringan yang kompleks, sistem yang terintegrasi, dan standar keamanan yang ketat, maka kontrol otomatisasi di dalamnya akan berjalan lancar dan dapat memberikan manfaat jangka panjang yang signifikan bagi perusahaan, termasuk profit yang besar. Namun, banyak perusahaan pengembangan IoT yang mengalami kegagalan karena proses membangun arsitektur tersebut membutuhkan waktu dan biaya yang besar [26]. Konsep dasar dari Internet of Things dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Konsep *Internet of Things* (IoT) [26].

Pada gambar 2.2 Prinsip dasar dari *Internet Of Things* (IoT) sebenarnya cukup simpel, dengan fokus pada tiga komponen utama dalam arsitektur IoT. Perangkat fisik yang dilengkapi dengan modul IoT, perangkat koneksi internet seperti modem dan *router* nirkabel yang umumnya digunakan di rumah, serta pusat data cloud tempat penyimpanan aplikasi dan basis data. Prinsip dasar kerja perangkat IoT melibatkan memberikan identitas unik kepada objek fisik di dunia nyata, yang kemudian dapat di rekam dalam sistem komputer dapat digambarkan dalam format data. Pada tahap awal implementasi IoT, objek diberi pengenalan menggunakan kode batang, kode QR, atau RFID agar dapat diidentifikasi dan dibaca oleh komputer. Seiring perkembangannya, objek dapat diberi pengenalan berupa alamat IP dan menggunakan jaringan internet untuk berkomunikasi dengan objek lain yang juga memiliki alamat IP [27].

### 2.2.3 Mikrokontroler Arduino

Mikrokontroler Arduino merupakan sebuah papan sirkuit terbuka yang dilengkapi dengan mikrokontroler dan lingkungan pengembangan perangkat lunak yang sederhana. Arduino di desain untuk mempermudah pengembangan berbagai proyek elektronik yang melibatkan pengendalian perangkat fisik. Papan Arduino biasanya dilengkapi dengan input atau *output* digital dan analog yang dapat dihubungkan ke berbagai sensor dan aktuator, serta dilengkapi dengan komputer antar muka USB untuk programan dan komunikasi dengan komputer [28]. Mikrokontroler sebuah *chip* yang memiliki kemampuan untuk menyimpan program dan bertanggung jawab mengendalikan rangkaian elektronik. Struktur mikrokontroler terdiri dari *central processing unit* (CPU), memori serta RAM, *input*

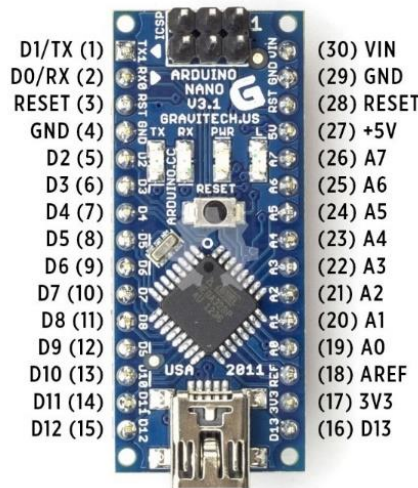
atau *output* yang tertentu, dan unit pendukung lainnya yang telah terintegrasi di dalamnya [29].

Arduino telah menjadi populer secara global, menjadi pilihan utama bagi banyak pemula yang ingin mempelajari robotika dan elektronika karena kesederhanaan dan kemudahan penggunaannya. Namun, tidak hanya pemula, para hobiis dan profesional juga tertarik untuk mengembangkan aplikasi elektronik menggunakan Arduino. Berbeda dengan bahasa pemrograman yang rumit seperti assembler, arduino menggunakan bahasa pemrograman C yang disederhanakan dengan banyak jenis mikrokontroler, arduino pun terus berkembang dengan munculnya berbagai varian dan tipe yang berbeda [30]. Berikut beberapa jenis-jenis mikrokontroler arduino:

- a. Arduino Uno: Arduino Uno merupakan salah satu jenis mikrokontroler arduino yang paling populer dan sering digunakan. Ini memiliki *input* atau *output* digital dan analog yang cukup untuk banyak proyek elektronik.
- b. Arduino Nano: Arduino Nano merupakan versi kecil dan ringkas dari arduino uno, dengan ukuran yang lebih kecil namun memiliki kemampuan yang sama. Biasanya digunakan dalam proyek yang membutuhkan ukuran yang lebih kecil.
- c. Arduino Mega: Arduino Mega memiliki lebih banyak pin *input* atau *output* dari pada arduino uno yang membuatnya cocok untuk proyek-proyek yang memerlukan lebih banyak koneksi. Ini juga memiliki lebih banyak memori program.
- d. Arduino Due: Arduino Due memiliki CPU yang lebih cepat dan memiliki lebih banyak memori dibandingkan dengan arduino uno, membuatnya cocok untuk proyek yang membutuhkan pemrosesan data yang lebih besar atau waktu respons yang lebih cepat.
- e. Arduino Leonardo: Arduino Leonardo memiliki fitur khusus yaitu kemampuan untuk berfungsi sebagai perangkat input keyboard dan mouse, selain itu memiliki spesifikasi serupa dengan arduino uno.
- f. Arduino Pro Mini: Arduino Pro Mini merupakan versi miniatur dari arduino uno yang biasanya digunakan dalam proyek-proyek yang membutuhkan ukuran yang sangat kecil.

- g. Arduino MKR1000: Arduino MKR1000 merupakan jenis arduino yang dilengkapi dengan modul Wi-Fi, sehingga memungkinkan koneksi nirkabel langsung ke internet [31].

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan Arduino Nano, sebuah papan mikrokontroler yang didasarkan pada AT Mega328. Meskipun memiliki ukuran yang kecil sesuai dengan namanya, Arduino nano tetap memiliki fasilitas cukup lengkap. Arduino nano dilengkapi dengan 14 pin *input* atau *output* digital (dengan 6 diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 pin *input* analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, dan tombol reset [32]. Berikut konfigurasi pin yang terdapat pada arduino nano dapat dilihat pada gambar 2.3. Serta keterangan nama pin pada Arduino Nano dapat dilihat pada tabel 2.3.



Gambar 2. 3 Arduino Nano [33].

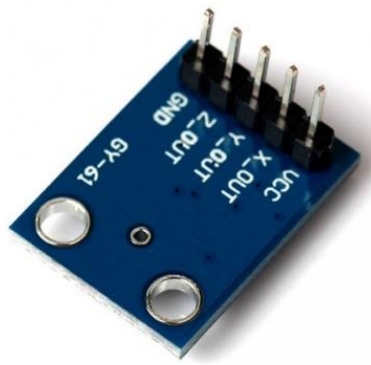
Tabel 2. 3 Konfigurasi Pin Arduino Nano [33].

Nomor Pin	Nama Pin
1	Digital pin 1 (TX)
2	Digital pin 0 (RX)
3 dan 28	Reset
4 dan 29	GND
5	Digital pin 2
6	Digital pin 3 (PWM)
7	Digital pin 4
8	Digital pin 5 (PWM)

Nomor Pin	Nama Pin
9	Digital pin 6 (PWM)
10	Digital pin 7
11	Digital pin 8
12	Digital pin 9 (PWM)
13	Digital pin 10 (PWM-SS)
14	Digital pin 11 (PWM-MOSI)
15	Digital pin 12 (MISO)
16	Digital pin 13 (SCK)
18	Reset
19	Analog input 0
20	Analog input 1
21	Analog input 2
22	Analog input 3
23	Analog input 4
24	Analog input 5
25	Analog input 6
26	Analog input 7
27	VCC
30	Vin

#### 2.2.4 Sensor Accelerometer Adxl335

Sensor ADXL335 merupakan sebuah sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan *linier* pada tiga sumbu [34]. Sensor ini memberikan keluaran berupa tegangan analog yang berkaitan dengan percepatan yang terdeteksi pada sumbu x, y, dan z. Dengan demikian, sensor ini cocok untuk aplikasi yang memerlukan pemantauan atau pengukuran gerakan atau percepatan pada tiga dimensi [35]. Berikut sensor accelerometer Adxl335 dapat dilihat pada gambar 2.4. Serta konfigurasi pin ADXL335 pada tabel 2.4.



Gambar 2. 4 Sensor Accelerometer Adxl335 [36]

Tabel 2. 4 Konfigurasi pin Adxl335 [36].

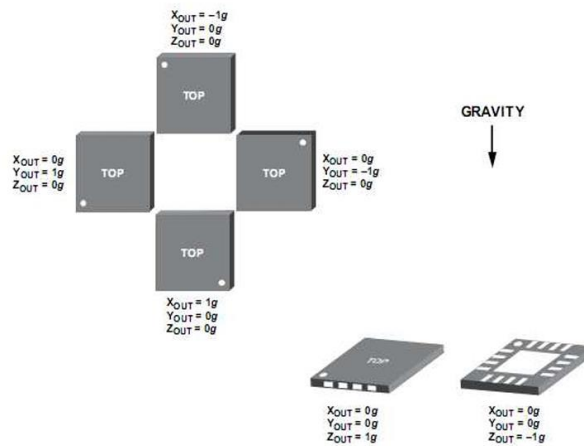
Nama pin	Deskripsi
VCC	Pin VCC memberi daya pada modul, biasanya dengan +5V
GND	Tanah catu daya
X	Pin <i>output</i> analog sumbu X
Y	Pin <i>output</i> analog sumbu Y
Z	Pin <i>output</i> alagog sumbu Z

*Accelerometer* sensor yang menggunakan hukum dasar Newton ( $F = ma$ ) dan hukum Hooke ( $F = k \cdot \Delta x$ ), percepatan yang dialami oleh sebuah masa dapat dihitung dengan mengukur perpindahan massa tersebut [39]. Sensor percepatan mampu mendeteksi perubahan kecepatan, termasuk Ketika diam, semua benda secara inheren mengalami tarikan gravitasi dari Bumi, sehingga menghasilkan akselerasi yang setara dengan akselerasi akibat gravitasi. Sensor ADXL335 memiliki kemampuan untuk mengukur akselerasi dalam kisaran  $\pm 3g$ , menghasilkan output tegangan analog. Hal ini dapat dinyatakan secara matematis sebagai berikut [38].

$$V_{out} = (a \times \mu) V_{0g} \dots \dots \dots (2.5)$$

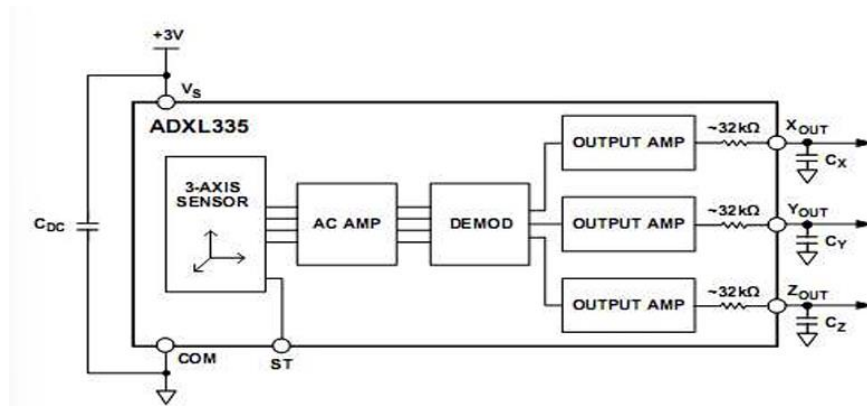
Dengan  $V_{out}$  = keluaran sensor (v),  $a$  = percepatan aktual (g),  $\mu$  = sensitivitas sensor (V/g),  $V_{0g}$  = tegangan ZeroG (V). Percepatan yang dideteksi oleh sensor merupakan data yang dapat digunakan untuk mengetahui orientasi sudut suatu benda [39]. Sistem kerja sensor ini dapat dibayangkan seperti gambar 2.5.





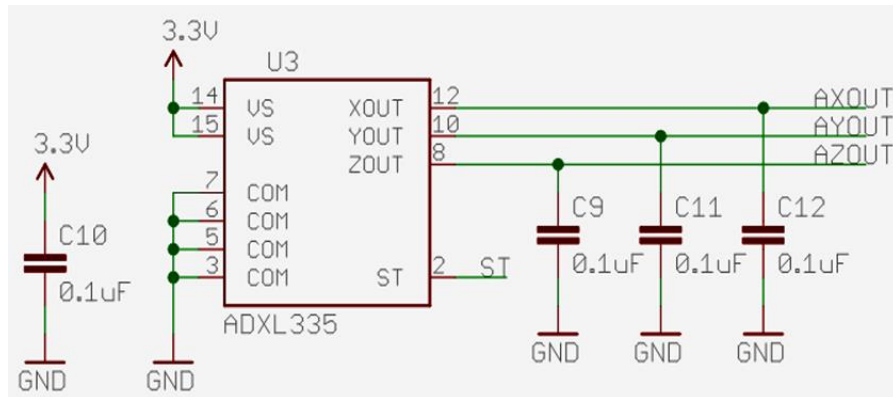
Gambar 2. 5 Sistem kerja sensor Accelerometer ADXL335 [40].

Sensor ADXL335 berfungsi dalam rentang tegangan antara 1,8V hingga 3,6V dengan tegangan tipikal sekitar 3,3V. Sensitivitas sensor ini berkisaran antara 270mV/g hingga 330mV/g, dengan nilai tipikal sekitar 300mV/g saat tegangan masukan adalah 3V [40]. Berikut gambar diagram blok fungsional ADXL335 pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Blok diagram fungsional sensor Accelerometer ADXL335 [41].

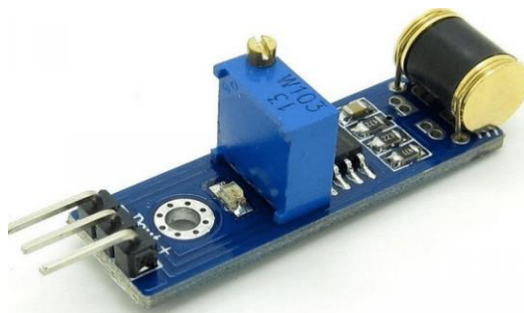
Skematik rangkaian dari sensor ADXL335 dapat diilustrasikan sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Skematik rangkaian Accelerometer ADXL335 [41].

### 2.2.5 Sensor Getar 801S

Sensor getar 801S merupakan sebuah sensor yang digunakan untuk mendeteksi getaran atau guncangan pada sebuah objek atau permukaan. Sensor ini umumnya terdiri dari sebuah pegas yang sensitif terhadap getaran serta sebuah kontak listrik yang terputus atau terhubung ketika terjadi getaran [42]. Ketika sensor mendeteksi getaran, kontak listriknya akan berubah status (terputus atau terhubung), sehingga dapat digunakan untuk memberikan sinyal atau tindakan respons, seperti memicu alarm atau mengaktifkan sistem keamanan [43]. Sensor getar 801S memiliki dua jenis *output*, yaitu *output* analog dan digital. Sensitivitas *output* digital dapat disesuaikan menggunakan potensiometer yang terdapat pada sensor. Sensor ini dapat mengukur nilai *output* analog melalui konversi ADC untuk mengidentifikasi intensitas getaran yang terdeteksi di sekitarnya [44]. Berikut bentuk sensor getar 801S dapat dilihat pada gambar 2.6. Serta konfigurasi pin modul sensor getar 801S pada tabel 2.5.



Gambar 2. 8 Sensor Getar 801S [45].

Tabel 2. 5 Konfigurasi pin modul sensor getar 801S [46].

Nama pin	Deskripsi
VDD	Pin input tegangan
GND	Tanah catu daya
A0	Analog sinyal <i>output</i> pin

Beberapa modul sensor getaran 801S mungkin juga hanya datang dengan 3 pin. Modul-modul tersebut tidak dilengkapi dengan pin output analog untuk pemantauan output getaran secara real-time, melainkan hanya menyediakan sinyal digital yang beralih antara tinggi dan rendah ketika nilai ambang tertentu tercapai [46].

### 2.2.6 Buzzer

*Buzzer* merupakan komponen elektronik yang berfungsi mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Prinsip kerjanya mirip dengan loudspeaker, dimana *buzzer* terdiri dari kumparan yang terhubung dengan diafragma. Ketika dialiri arus, kumparan tersebut menjadi elektromagnet yang menyebabkan diafragma bergerak ke luar atau ke dalam sesuai dengan arah polaritas magnetnya. Bunyi *buzzer* dihasilkan oleh gerakan bolak-balik kumparan yang terhubung pada diafragma, mengakibatkan udara bergetar dan menghasilkan suara [47]. *Buzzer* sering digunakan sebagai indikator selesai atau terjadi kesalahan pada sebuah alat (alarm). Berikut beberapa jenis-jenis *buzzer* terbagi menjadi dua kategori utama yaitu aktif dan pasif:

- a. *Buzzer* Aktif: *Buzzer* aktif memiliki sirkuit osilator internal yang menghasilkan bunyi saat diberikan tegangan. Mereka biasanya lebih mudah digunakan karena tidak memerlukan sirkuit eksternal tambahan untuk menghasilkan bunyi. Contoh *buzzer* aktif adalah *buzzer piezoelektrik*.
- b. *Buzzer* Pasif: *Buzzer* pasif memerlukan sirkuit eksternal, seperti mikrokontroler atau rangkaian IC, untuk menghasilkan bunyi. Mereka biasanya lebih fleksibel karena dapat dikendalikan dengan berbagai cara dan dapat menghasilkan bunyi yang lebih bervariasi. Contoh *buzzer* pasif adalah *buzzer* elektromagnetik [50].

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan *buzzer* aktif atau *buzzer piezoelektrik*. *Piezoelectric buzzer* merupakan jenis *buzzer* yang menggunakan

prinsip kerja efek *piezoelektrik* untuk menghasilkan suara atau bunyi. Ketika tegangan listrik pada bahan *piezoelektrik*, hal ini menyebabkan gerakan mekanis, yang kemudian diubah menjadi suara yang dapat didengar oleh telinga manusia menggunakan diafragma dan resonator [49]. Berikut adalah gambaran bentuk dari *buzzer piezoelektrik* pada gambar 2.7. Serta konfigurasi pin *buzzer* pada tabel 2.6.



Gambar 2. 9 Buzzer aktif atau *buzzer piezoelektrik* [50].

Tabel 2. 6 Konfigurasi pin *buzzer piezoelektrik* [50].

Nama Pin	Deskripsi
Positif	Dibedakan dengan simbol positif (+) atau terminal yang lebih panjang, komponen ini mampu menerima suplai tegangan DC 6V.
Negatif	Dikenali dari ujung terminal yang lebih pendek, komponen ini biasanya berfungsi sebagai titik koneksi ke arde sirkuit.

### 2.2.7 NodeMcu ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan platform pengembangan perangkat keras (*hardware*) yang berbasis pada mikrokontroler ESP8266, yang dilengkapi dengan modul Wi-Fi. NodeMCU biasanya digunakan untuk mengembangkan aplikasi IoT (*Internet Of Things*) karena kemampuannya yang terhubung ke internet melalui jaringan Wi-Fi. Mikrokontroler ESP8266 yang terdapat dalam NodeMCU memiliki kemampuan pemrosesan yang cukup tinggi, serta dilengkapi dengan antar muka Wi-Fi yang memungkinkan perangkat ini terhubung ke internet secara nirkabel. Hal ini membuat NodeMCU menjadi pilihan yang populer dalam pengembangan berbagai

proyek IoT, seperti pengendalian perangkat rumah pintar, pengawasan lingkungan, dan sebagainya [51].

NodeMCU menggabungkan port micro USB, yang digunakan untuk tujuan pemrograman dan catu daya, di samping tombol-tombol yang dirancang untuk mengatur ulang dan operasi flash. Menggunakan bahasa pemrograman Lua, yang terintegrasi dalam paket ESP8266, NodeMCU menawarkan lingkungan pemrograman yang berbeda dari bahasa tradisional seperti C, yang ditandai dengan sintaks yang unik. Jika memilih bahasa Lua, pengguna dapat menggunakan *tool* Lua loader atau Lua uploader. NodeMCU juga mendukung pengembangan perangkat lunak dengan Arduino IDE dengan sedikit modifikasi pada board manager, sehingga memungkinkan kompatibilitas. Sebelum digunakan, mem-flash papan menjadi penting untuk mengaktifkan dukungan untuk alat yang dimaksud. Dalam kerangka kerja Arduino IDE, firmware yang disediakan oleh Ai-Thinker digunakan, memfasilitasi fungsionalitas AT Command. Untuk tujuan pemuatan alat, firmware yang digunakan khusus untuk NodeMCU [52]. Gambar 2.10 mengilustrasikan NodeMCU ESP8266.



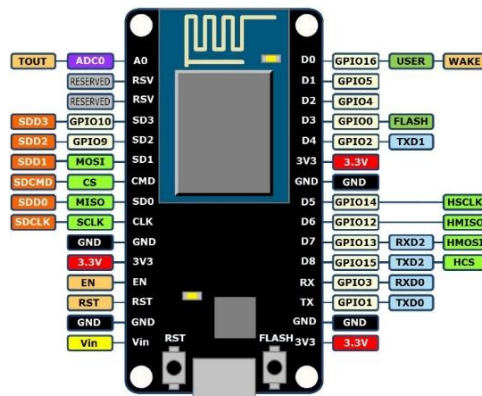
Gambar 2. 10 NodeMCU ESP8266 [52].

Dibawah ini merupakan spesifikasi dari NodeMCU pada tabel 2.10. Serta pada gambar 2.7 konfigurasi pin NodeMCU ESP8266.

Tabel 2. 7 Spesifikasi NodeMCU [52].

Spesifikasi	NodeMCU
Mikrokontroler	ESP8266
Ukuran Board	57 mm x 30 mm
Tegangan Input	3.3V sampai 5V
GPIO	13 Pin

Spesifikasi	NodeMCU
Kanal PWM	10 Kanal
10 bit ADC pin	1 Pin
Flash Memory	4 MB
Clock Speed	40/26/24 MHz
WiFi	IEEE 802.11 b/g/n
Frekuensi	2.4 GHz sampai 22.5 GHz
USB port	Micro USB
Card Reader	Tidak Ada
USB TO Serial Converter	CH240G



Gambar 2. 11 Konfigurasi pin NodeMCU ESP8266 [52].

### 2.2.8 Telegram

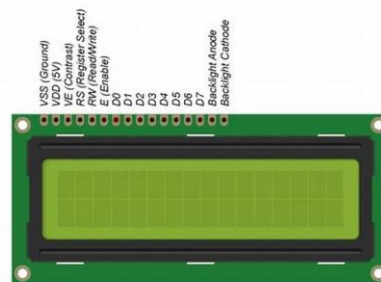
Telegram adalah aplikasi perpesanan yang berpusat pada awan yang dikembangkan untuk perangkat seluler dan komputer, yang memprioritaskan keamanan dan komunikasi yang cepat. Aplikasi ini mendukung berbagai platform ponsel pintar seperti iOS, Android, dan Windows Phone, dan memperluas aksesibilitasnya ke laptop yang menjalankan sistem operasi PC, Mac, Linux, dan MacOS, serta melalui antarmuka berbasis web. Secara umum, Telegram memiliki fitur yang mirip dengan Whatsapp sebagai aplikasi pesan instan, meskipun jumlah penggunaannya masih lebih sedikit dibandingkan Whatsapp. Telegram telah menarik perhatian baik pengguna maupun pengembang aplikasi pesan instan, termasuk pendiri Whatsapp [53]. Logo telegram dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Logo Telegram [53].

### 2.2.9 LCD

LCD merupakan struktur campuran organik yang terdiri dari lapisan kaca bening yang dilapisi dengan elektroda transparan dari indium oksida dalam bentuk segmen tujuh, serta lapisan elektroda di bagian belakang kaca. Setelah mengaktifkan medan listrik pada elektroda, lapisan ini mengasumsikan struktur seperti sandwich dengan polarisasi cahaya vertikal di bagian depan dan polarisasi cahaya horizontal di bagian belakang, kemudian diikuti oleh lapisan reflektif. Susunan molekul yang teratur menghalangi cahaya yang dipantulkan, sehingga membuat segmen yang diaktifkan menjadi gelap dan menggambarkan karakter data yang diinginkan [54]. Berikut gambar fisik dapat dilihat pada gambar 2.13 LCD.



Gambar 2. 13 LCD [54]

### 2.2.10 Software Arduino IDE

Aplikasi Arduino IDE adalah sebuah aplikasi yang digunakan untuk melakukan pemrograman pada board Arduino. Dikenal juga sebagai integrate Development Enviriment (IDE) Arduino, aplikasi ini memiliki fungsi utama untuk menciptakan, membuka, dan mengedit program Arduino. Tujuan utamanya adalah untuk memfasilitasi pengguna dalam mengembangkan berbagai aplikasi. Dengan stuktur bahasa pemrograman yang sederhana dan menyediakan beragam fungsi,

Arduino IDE dirancang untuk menjadi alat yang cocok bagi pemula maupun pengguna berpengalaman. Dalam konteks pemrograman Arduino, kode program disebut “sketches”. Sketch merupakan kode sumber yang berisi logika dan algoritmat yang akan diunggah ke dalam mikrokontroler (Arduino). Berikut merupakan tampilan software Arduino IDE dapat dilihat pada gambar 2.14 [55].



Gambar 2. 14 Tampilan software Arduino IDE [55]

Berikut adalah komponen-komponen dalam aplikasi Arduino IDE:

1. Verify : Digunakan untuk melakukan terhadap sketsa yang telah dibuat sebelum diunggah ke Board Arduino.
2. Upload : Digunakan untuk mengunggah sketch ke board Arduino.
3. New Sketch : Membuka jendela baru dan membuat sketch.
4. Open Sketch : Membuka sketch yang sudah ada, yang kemudian akan disimpan dengan ekstensi file “.ino” .
5. Save Sketch : Menyimpan sketch.
6. Serial Monitor : Membuka antarmuka untuk komunikasi serial.
7. Keterangan Aplikasi : Bertujuan untuk menampilkan pesan saat proses kompilasi aplikasi dan selesai mengunggah (uploading) sketch ke Arduino.
8. Konsol : Berfungsi untuk menampilkan informasi terkait proses kerja aplikasi. Seperti, saat melakukan kompilasi atau ketika terdapat kesalahan pada sketch yang buat, dimana informasi tentang kesalahan dan baris terkait akan ditampilkan di sini.
9. Tempat Sketch : Digunakan untuk menunjukkan posisi baris kursor yang sedang aktif pada sketch.
10. Informasi Port : Memberikan informasi port yang terhubung dengan board Arduino [55].



### 2.2.11 Software Processing

Processing sebuah bahasa pemrograman serta platform pengembangan perangkat lunak yang bersifat open-source yang difokuskan untuk pembuatan karya kreatif dalam bidang seni, desain, dan pemrograman visual. Ini didasarkan pada bahasa pemrograman java dan menyediakan berbagai alat dan fungsi untuk membuat aplikasi interaktif, visual, dan multitalenta. Processing juga menawarkan kemampuan untuk mengintegrasikan berbagai jenis input sensor, termasuk webcam, mikrofon, sensor gerak, dan perangkat keras lainnya, sehingga memungkinkan pengembangan untuk menciptakan aplikasi yang responsif terhadap lingkungan sekitarnya. Hal ini membuat processing sangat berguna dalam pengembangan instalasi seni interaktif, karya seni generatif, dan aplikasi interaktif lainnya yang melibatkan pengguna dalam pengalaman visual dan audio [56].



Gambar 2. 15 Tampilan Software Processing [56]

