

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Penelitian Terdahulu**

Pada bagian ini memuat informasi tentang hasil penelitian mengenai *prototype* sistem peringatan gempa bumi berbasis IoT yang pernah dilakukan oleh peneliti lain dalam masalah penelitiannya.

Penelitian yang dilakukan oleh Nicola Kristanto pada tahun 2023 dengan judul “Perancangan Sistem Informasi Pendeteksi Gempa Berbasis *Internet of Things* di Universitas Tarumanegara” membahas tentang sebuah alat pendeteksi gempa yang menggunakan sensor *Accelerometer* ADXL335 dan sensor getar SW – 420. Pada penelitian ini menggunakan metode *prototype* untuk membuat perancangan *dashboard*. Penelitian ini juga menggunakan metode GET dimana digunakan ketika menerima sebuah data dari sistem yang kemudian disimpan ke *database*. Pada sistem ini sensor getar SW – 420 dilakukan pengujian dengan cara membandingkan hasil skala dengan aplikasi vibrometer dengan *timestamp* yang sama. Hasil dari penelitian ini yaitu sensor *Accelerometer* ADXL335 dapat menghitung percepatan gempa dengan sumbu x, y, dan z serta sensor SW - 420 dapat menghitung kecepatan gempa dengan cara mendeteksi suatu getaran dalam bentuk *hertz*. Setelah data dibaca oleh sensor kemudian akan dikirim ke dalam *database* melalui ESP8266. Selain disimpan ke dalam *database*, data sensor juga akan tersimpan ke dalam Firebase *realtime database* dan ditampilkan pada website menggunakan javascript [6].

Penelitian yang dilakukan oleh Alwi Basyrah Siregar, Ezwarsyah, Habib Muharry Yusdartono, Fakhruddin Ahmad Nasution pada tahun 2022 yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Peringatan Gempa Menggunakan Sensor ADXL 345 Berbasis Lora Dengan ESP 32” membahas tentang *prototype* sistem peringatan gempa bumi untuk mencegah timbulnya korban akibat adanya gempa bumi. Sistem ini menggunakan sensor *Accelerometer* ADLX 345 dimana dapat mendeteksi getaran kemudian oleh ESP 32 getaran tersebut diproses ke besaran skala *Richter*.

Untuk alat komunikasinya digunakan LORA SX1278 dimana tampilannya berupa grafik dengan menggunakan Ubidots untuk memonitoring. Pemberian sinyal pada sistem Wireless Sensor Network menggunakan LORA SX1278 dipengaruhi oleh jarak komunikasi antar node 1 dan node 2, tetapi sinyal terhubung dengan baik hingga jarak 70-meter tanpa antena tambahan [7].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nada Rona Atika Nasution, Ainun Alfa Natasya, dan Muhammad Rusdi, S.T., M.T. pada tahun 2022 dengan judul “Implementasi Sensor *Accelerometer* sebagai Sistem Alarm Pendeteksi Gempa berbasis IoT” membahas tentang alarm peringatan gempa bumi yang digunakan untuk peringatan dan prakiraan bagi warga sekitar. Peringatan gempa bumi pada penelitian tersebut memakai Arduino Nano untuk pengendali dan menggunakan sensor *Accelerometer*. Sistem ini menggunakan baterai Lithium 8v dimana digunakan untuk pusat tegangan yang diubah menjadi 5V menggunakan modul stepdown. Pengujian pada sistem ini dilakukan dengan cara mengguncangkan alat agar sensor *Accelerometer* mendapatkan inputan pada saat terjadi gempa. jika getaran tersebut berhasil maka LCD akan menampilkan informasi berisikan status gempa dan besaran gempa dalam skala *Richter*. Hasil dari penelitian ini yaitu sistem dapat bekerja ketika NodeMCU terkoneksi ke Blynk. Sistem akan mengeluarkan suara melalui buzzer jika sensor berhasil mendeteksi adanya getaran. Informasi tersebut kemudian di kirim ke Blynk yang digunakan untuk notifikasi yang dapat dilihat pada *smartphone* [8].

Penelitian yang dilakukan oleh Mukhamad Ishomly F. A, Waluyo, dan Lis Diana Mustafa pada tahun 2020 dengan judul “Implementasi Wireless Sensor Network pada Simulasi Peringatan Gempa Bumi menggunakan Sensor SW - 420” membahas tentang alat yang bekerja otomatis dimana mendapatkan peringatan pada saat gempa bumi dengan berbasis wireless sensor network. Pada sistem ini terdapat parameter gempa bumi yang digunakan berupa MMI (*modified mercalli intencity*) dengan penilaian visual. Pada penelitian ini menggunakan metode monitoring serta pendeteksian berbasis jaringan sensor nirkabel menggunakan sensor SW-420 yang menggunakan metode perbandingan nilai output sensor dan nilai seismograph. Pada

alat peringatan gempa bumi ini memiliki notifikasi visual dan notifikasi suara. Notifikasi visual yaitu berupa tampilan informasi pada LCD 16X2 dan website. Output bunyi dihasilkan oleh buzzer dimana buzzer akan menghasilkan bunyi yang berbeda berdasarkan besar guncangan yang dideteksi oleh sensor SW-420. Setelah terdeteksi getaran yang melampaui batas maka nodeMCU memberikan sinyal analog ke buzzer sebagai peringatan. Getaran yang terdeteksi disimpan ke dalam database web. Data yang telah dibaca oleh sensor bernilai 0 dan 1 dimana 0 bernilai getaran rendah dan 1 bernilai getaran tinggi. Data yang sudah dihasilkan akan dilakukan sampling dan akan mendapatkan sebuah output berupa Skala Intensitas Gempa bumi. pada penelitian ini sensor yang sensitivitasnya telah disetting menggunakan vibration meter akan menjadi acuan hasil getaran yang telah terjadi [9].

Penelitian yang dilakukan oleh Eka Susanti, Sholihin, Suzanzafi dan R.A Halimatussa'diyah pada tahun 2019 dengan judul "*Internet of Things* Untuk Deteksi Gempa Bumi" membahas tentang rancangan suatu sistem dengan mengimplementasikan teknologi *Internet of Things* berbasis jaringan sensor nirkabel menggunakan sensor *Accelerometer*, sensor gas, sensor suhu dan kelembaban. Implementasi teknologi *Internet of Things* pada penelitian ini digunakan untuk mengendalikan *Wireless Sensor Network*. Sistem deteksi gempa bumi pada penelitian ini dikontrol menggunakan mikrokontroler dan perangkat lunak yaitu berupa Bascom AVR dan Microsoft Visual Basic 6.0. Sistem dibangun untuk mendeteksi kondisi sekitar pegunungan dan laut jika terjadi gempa bumi dan otomatis sensor mengirim sinyal ke mikrokontroler melewati HC-12 dan alarm berbunyi yang menandakan terjadinya gempa bumi. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisa data jaringan nirkabel pada sistem ini mampu membaca aktivitas gempa bumi lalu IoT mampu bekerja dengan waktu yang lama [10].

Tabel 2.1 merupakan tabel dari penelitian terdahulu.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil	Perbedaan
Nicola Kristanto [6]	2023	Perancangan Sistem Informasi Pendeteksian Gempa Bumi Berbasis <i>Internet of Things</i> di Universitas Tarumanegara	Pada penelitian ini menggunakan metode GET dalam menerima data dari sistem dan memanfaatkan sensor <i>Accelerometer ADXL335</i>	Hasil dari penelitian ini yaitu sensor <i>Accelerometer ADXL335</i> dapat menghitung percepatan gempa dengan sumbu x, y, dan z serta sensor SW - 420 dapat menghitung kecepatan gempa dengan cara mendeteksi suatu getaran dalam bentuk <i>hertz</i> . Setelah data dibaca sensor kemudian akan dikirim ke dalam database melalui ESP8266. Selain disimpan	Penelitian ini berbeda dari penelitian penulis, yang menggunakan metode GET, output yang digunakan untuk alarm menggunakan buzzer dan data mengenai informasi gempa dikirim dan ditampilkan ke database dan firebase. Sedangkan pada penelitian penulis menggunakan sensor <i>Accelerometer ADXL335</i> , sensor SW – 420, dan

				ke dalam database data sensor juga akan tersimpan ke dalam Firebase realtime database dan ditampilkan pada website menggunakan javascript.	sensor GPS NEO – 6M, untuk metode menggunakan metode <i>prototype</i> , output untuk alarm menggunakan sirene dan lampu, data akan disimpan ke thingspeak. Informasi gempa akan dikirim ke telegram untuk notifikasi.
Alwi Basyrah Siregar, Ezwarsyah, Habib Muharry Yusdartono, dan Fakhruddin Ahmad Nasution [7]	2022	Rancang Bangun Sistem Peringatan Gempa Menggunakan Sensor ADXL 345 Berbasis Lora Dengan ESP 32	Pada penelitian ini peringatan gempa bumi dilakukan dengan memanfaatkan LORA SX 1278 sebagai node sensor dan sensor <i>Accelerometer</i>	Sistem akan bekerja jika diberi tumbukan beban. Buzzer akan dibunyikan jika sensor menemukan getaran yang lebih besar dari 4 skala richter. dimana itu adalah peringatan adanya gempa	Penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32, untuk sensor hanya menggunakan sensor <i>Accelerometer</i> ADXL345, output yang digunakan untuk alarm hanya

			<p>ADXL345 untuk membaca kemiringan dan pergerakan tanah</p>	<p>bumi. Hasil yang telah dibaca oleh sensor akan diproses oleh ESP 32 kemudian akan mendapatkan outputan berupa grafik menggunakan Udibots kemudian dikirimkan melewati email dan telegram.</p>	<p>menggunakan buzzer, dan data informasinya diupload ke udibots dengan tampilan grafik kemudian dikirim dan ditampilkan ke email dan telegram. Sedangkan pada penelitian penulis untuk mikrokontroler menggunakan Arduino Uno, menggunakan sensor <i>Accelerometer</i> ADXL 335, sensor getar SW – 420, dan sensor GPS NEO – 6M, output untuk alarm menggunakan sirene dan lampu, data yang di dapatkan akan disimpan ke</p>
--	--	--	--	--	---

					database menggunakan thingspeak, informasi gempa dikirim ke telegram sebagai notifikasi.
Nada Rona Atika Nasution, Ainun Alfa Natasya, Muhammad Rusdi, S.T., M.T [8]	2022	Implementasi Sensor <i>Accelerometer</i> Sebagai Sistem Alarm Pendeteksi Gempa Berbasis IoT	Peringatan gempa bumi pada penelitian ini menggunakan Arduino Nano sebagai pengendali dan menggunakan sensor <i>Accelerometer</i>	Hasil dari penelitian ini yaitu sistem dapat bekerja ketika NodeMCU terkoneksi ke Blynk. Sistem akan mengeluarkan suara melalui buzzer jika sensor berhasil mendeteksi adanya getaran kemudian akan muncul notifikasi pada LCD yaitu status gempa serta besaran gempa pada skala richter. Informasi tersebut	Penelitian ini menggunakan mikrokontroler berupa Arduino Nano, hanya menggunakan sensor <i>Accelerometer</i> ADXL335, menggunakan dua output untuk alarm yaitu LCD dan buzzer, dan data dikirim ke Blynk. Sedangkan pada penelitian penulis menggunakan mikrokontroler Arduino Uno, menggunakan sensor

				<p>kemudian di kirim ke Blynk yang digunakan untuk notifikasi yang dapat dilihat pada <i>smartphone</i>.</p>	<p><i>Accelerometer</i> ADXL335, sensor getar SW – 420, dan sensor GPS NEO – 6M, terdapat dua output untuk alarm yaitu berupa lampu dan sirene, data yang dihasilkan akan disimpan ke database menggunakan thingspeak. Dikirim ke telegram sebagai notifikasi</p>
<p>Mukhamad Ishomyl F.A, Waluyo, dan Lis Diana Mustafa [9]</p>	2020	<p>Implementasi Wireless Sensor Network Pada Simulasi Peringatan Gempa Bumi Menggunakan Sensor SW-420</p>	<p>Pada penelitian ini menggunakan metode monitoring serta pendeteksian berbasis jaringan sensor nirkabel menggunakan sensor</p>	<p>Pada alat peringatan gempa bumi ini memiliki notifikasi visual dan notifikasi suara. Notifikasi visual yaitu berupa tampilan informasi pada LCD 16X2 dan website.</p>	<p>Penelitian ini menggunakan mikrokontroler berupa NodeMCU ESP8266, menggunakan metode monitoring, hanya menggunakan sensor SW</p>



			<p>SW-420 yang menggunakan metode perbandingan nilai output sensor dan nilai seismograph</p>	<p>Output suara dihasilkan dari buzzer dimana buzzer akan menghasilkan bunyi yang berbeda berdasarkan besar guncangan yang dideteksi oleh sensor SW-420. Setelah terdeteksi getaran yang melampaui batas maka nodeMCU memberikan sinyal analog ke buzzer sebagai peringatan. Getaran yang sudah terdeteksi disimpan ke dalam database web. Data yang telah dibaca oleh sensor bernilai 0 dan 1 dimana 0 bernilai</p>	<p>– 420, output untuk alarm menggunakan LCD 16x2 dan buzzer, dan untuk data informasinya dikirim dan ditampilkan ke website database. Sedangkan pada penelitian penulis untuk mikrokontroler menggunakan Arduino Uno, menggunakan metode <i>prototype</i>, menggunakan sensor yaitu sensor <i>Accelerometer</i> ADXL335, sensor getar SW – 420, dan sensor GPS NEO – 6M, untuk output alarmnya menggunakan lampu dan sirene, dan data</p>
--	--	--	--	--	--

				getaran rendah dan 1 bernilai getaran tinggi.	yang dihasilkan akan disimpan ke database menggunakan thingspeak. Dikirim ke telegram untuk notifikasi.
Eka Susanti, Sholihin, Suzanzafi dan R.A Halimatussa'diyah [10]	2019	<i>Internet of Things</i> Untuk Deteksi Gempa Bumi	Penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data dari wireless sensor network, sensor suhu, sensor kelembaban, sensor <i>Accelerometer</i> , dan sensor gas.	Sistem dapat bekerja jika sensor mendeteksi adanya getaran maka secara otomatis alarm akan berbunyi karena sensor telah mengirimkan sebuah sinyal ke mikrokontroler melalui HC-12 dan jaringan sensor nirkabel dapat membaca aktivitas gempa bumi.	Perbedaan penelitian ini dengan penelitian penulis adalah pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler AVR ATmega8, menggunakan empat buah sensor yaitu sensor suhu, sensor gas, sensor kelembaban, dan sensor <i>Accelerometer</i> , tidak memiliki output berupa alarm hanya saja data informasinya dikirim

					<p>ke server dan ditampilkan di Visual Basic 6.0. Sedangkan pada penelitian penulis menggunakan mikrokontroler berupa Arduino Uno, menggunakan sensor <i>Accelerometer</i> ADXL335, sensor getar SW – 420, dan sensor GPS NEO – 6 M, menggunakan, terdapat output untuk alarm berupa lampu dan sirene, data yang dibaca oleh sensor akan tersimpan ke database menggunakan thingspeak. Dikirim ke</p>
--	--	--	--	--	---

					telegram sebagai notifikasi.
--	--	--	--	--	------------------------------

## **2.2. Dasar Teori**

### **2.2.1. Gempa Bumi**

Gempa bumi merupakan sebuah getaran yang diakibatkan oleh lepasnya energi dari dalam dengan tiba – tiba dan menimbulkan gelombang seismik. Gempa bumi diakibatkan karena adanya pergerakan lempeng bumi [11]. Sebagian besar gempa bumi diakibatkan adanya lepasnya energi yang dihasilkan oleh pergerakan lempeng karena tekanan, dimana jika tekanan makin besar dan tidak dapat ditahan oleh pinggiran lempeng maka terjadi gempa bumi [12]. Menurut penyebabnya, gempa bumi terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu: [13].

#### 1) Gempa Tektonik

Gempa bumi yang disebabkan oleh pergerakan lempeng bumi disebut gempa tektonik dan dapat menyebabkan getaran mulai dari kecil sampai yang terbesar. Gempa tektonik saat mencapai skala besar memiliki potensi untuk menghancurkan permukaan bumi. Mayoritas gempa bumi tektonik adalah yang paling sering terjadi di Indonesia. Gempa tektonik yang berpusat di laut dapat menyebabkan tsunami yang menghantam daratan.

#### 2) Gempa vulkanik

Gempa yang disebabkan oleh magma yang bergerak di dalam gunung berapi disebut gempa vulkanik. Kejadian gempa vulkanik ini umumnya terjadi ketika gunung berapi saat masa aktif dan beberapa saat sebelum meletus. Gempa vulkanik disebabkan karena tekanan gas yang sangat tinggi yang ada di dalam sumbatan kawah. Dengan kata lain, pergerakan magma dan tekanan gas adalah faktor utama yang memicu gempa vulkanik. Dalam kontrasnya, gempa tektonik terjadi akibat gesekan lempeng bumi yang bergerak, sedangkan gempa vulkanik berkaitan dengan tekanan gas yang terakumulasi di dalam gunung berapi.

#### 3) Gempa Tumbukan

Gempa tumbukan adalah jenis gempa bumi yang terjadi ketika benda langit seperti meteor dan asteroid jatuh ke permukaan Bumi. Guncangan gempa ini diakibatkan oleh benturan benda langit yang jatuh ke permukaan bumi.

Dampak dari tumbukan tersebut tidak membentuk getaran di permukaan bumi, tetapi membentuk kawah di atasnya.

### 2.2.2. Skala *Magnitudo*

Pada tahun 1979, Tom Hanks dan Hiroo Kanamori memperkenalkan Skala *Magnitudo* sebagai pengganti Skala *Richter*. Skala *Magnitudo* menjadi pilihan yang lebih akurat terutama untuk mengukur gempa bumi besar. Perhitungan pada skala ini didasarkan pada sensor *frekuensi broadband* 0,002 – 100 Hz. Skala *Magnitudo* menawarkan tingkat keakuratan yang jauh lebih tinggi daripada Skala *Richter*. Sejak tahun 2008, BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) telah menggunakan Skala *Magnitudo* sebagai pengganti Skala *Richter* (SR). Dibawah ini adalah perhitungan untuk Skala *Magnitudo*. Untuk mengubah nilai pada sumbu x, y, dan z pada sensor *Accelerometer* ADXL335 menjadi besaran *magnitudo* dapat menggunakan suatu rumus (1) [3].

$$M = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad (1) [14]$$

Keterangan:

$M = \textit{Magnitudo}$

$x = \text{getaran pada sumbu } x \text{ (m/s}^2\text{)}$

$y = \text{getaran pada sumbu } y \text{ (m/s}^2\text{)}$

$z = \text{getaran pada sumbu } z \text{ (m/s}^2\text{)}$

Tabel 2. 2 Kondisi Gempa Bumi

<i>Magnitudo</i>	Intensitas	Status
2,5	Meskipun tidak terasa, seismograf dapat merekamnya.	Kecil
2,5 – 5,4	Ada dan sering dirasakan, tetapi menyebabkan sedikit kerusakan.	Kecil

5,5 – 6,0	Dapat menyebabkan kerusakan ringan pada beberapa bangunan dan struktur lainnya.	Ringan
6,1 – 6,9	Ada kemungkinan menyebabkan kerusakan kecil pada bangunan dan struktur lainnya.	Sedang
7,0 – 7,9	Terjadi gempa bumi besar yang menyebabkan banyak kerusakan.	Kuat
8,0 atau lebih besar	Gempa bumi hebat dapat menghancurkan kota-kota di dekat pusat gempa.	Besar

### 2.2.3. Skala *Richter*

Pada tahun 1934, Charles Richter menciptakan Skala *Richter*. Skala ini adalah skala gempa bumi yang sering digunakan diseluruh dunia. Sesuai Geologi Amerika Serikat menyebutnya juga sebagai *Magnitudo* Lokal atau ML. Perhitungan gempa menggunakan skala *Richter* berdasarkan amplitudo. Meskipun begitu, metode ini memiliki kekurangan karena tidak sepenuhnya menggambarkan energi gempa secara lengkap, terutama ketika gempa bumi melebihi kekuatan 6,0. Dalam kondisi seperti itu, perhitungan skala *Richter* menjadi tidak akurat. Dibawah ini adalah perhitungan skala *Richter* [3].

Tabel 2. 3 Daftar Perhitungan Skala *Richter*

<i>Richter</i>	Intensitas	Status
2,0	Gempa kecil dan tidak terasa	Kecil

2,0 – 2,9	Gempa tidak dapat dirasakan akan tetapi terekam	Kecil
4,0 – 4,9	Gempa dapat diidentifikasi dengan gemetar perabotan dan suara bergetar. Tingkat kerusakan tidak signifikan.	Ringan
5,0 – 5,9	Konstruksi yang baik biasanya mengalami kerusakan kecil.	Sedang
6,0 – 6,9	Dapat menyebabkan kerusakan hingga jarak 160 km	Kuat
7,0 – 7,9	Mengakibatkan kerusakan yang signifikan dengan jangkauan kerusakan yang lebih luas	Kuat
8,0 – 8,9	Bisa menyebabkan kerusakan ratusan mil	Besar
9,0 – 9,9	Terjadi kehancuran hingga ribuan mil	Dahsyat
10,0 – 10,9	Dapat mengakibatkan kehancuran sebuah benua	Dahsyat

Tabel 2. 4 Hubungan Magnitude dengan Percepatan

Magnitude Skala <i>Richter</i>	Percepatan
1	< 0.017
2 – 3	0.017 – 0.14
4	0.14 – 0.39
5	0.39 – 0.92
6	0.92 – 1.8
7	1.8 – 3.4
8	3.4 – 6.5
9	6.5 – 12.4
10	>12.4

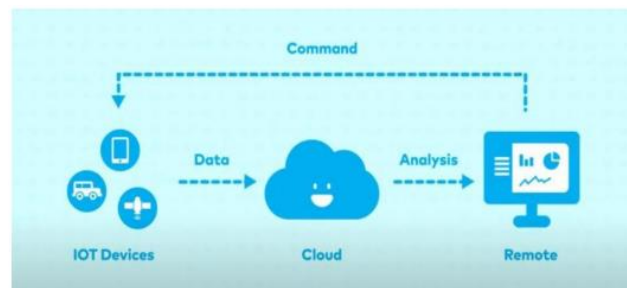


Pada tabel 2.3 dapat diperoleh informasi tentang hubungan antara besaran magnitude dan percepatan. mengubah besaran percepatan pada sensor *Accelerometer* ADXL335 yang diukur menjadi besaran skala *richter* dapat menggunakan suatu rumus (2).

$$((\log (a)) + 1.6 * (\log (30) - 0.15)) \quad (2) [15]$$

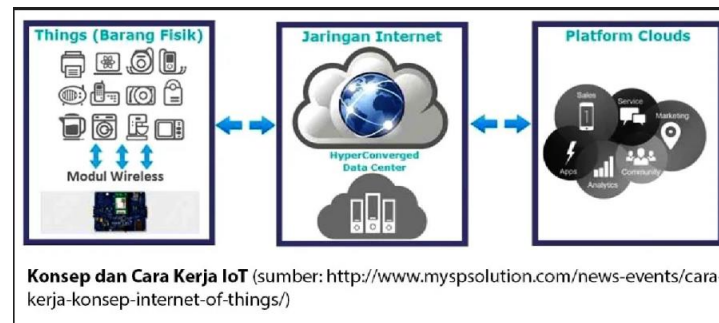
#### 2.2.4. *Internet of Things*

*Internet of Things* merupakan sebuah konsep dimana objek memiliki kemampuan untuk mengirimkan data melalui jaringan internet tanpa perantara seperti komputer ataupun manusia. Cara kerja IoT yaitu dimana setiap alat diwajibkan memiliki alamat IP. Maksud dari alamat IP adalah suatu identitas yang berada dalam sebuah jaringan dimana alat tersebut dapat melakukan perintah dari alat lainnya didalam jaringan yang sama kemudian alamat IP yang ada di dalam alat itu akan terkoneksi ke jaringan internet [15].



Gambar 2. 1 Prinsip Kerja IoT

IoT terdiri dari tiga elemen utama: benda nyata yang sudah diintegrasikan pada modul sensor, koneksi internet, dan pusat data pada server yang digunakan untuk menyimpan data atau informasi dari aplikasi. Teknologi yang terdapat dalam IoT terdiri dari beberapa arsitektur *layer*, *layer* pertama yaitu *perception layer* digunakan untuk membaca dan mengumpulkan informasi, setelah data terkumpul kemudian akan dikirim ke *network layer* dimana data akan digunakan di *application layer* [15].



Gambar 2. 2 Konsep *Internet of Things*

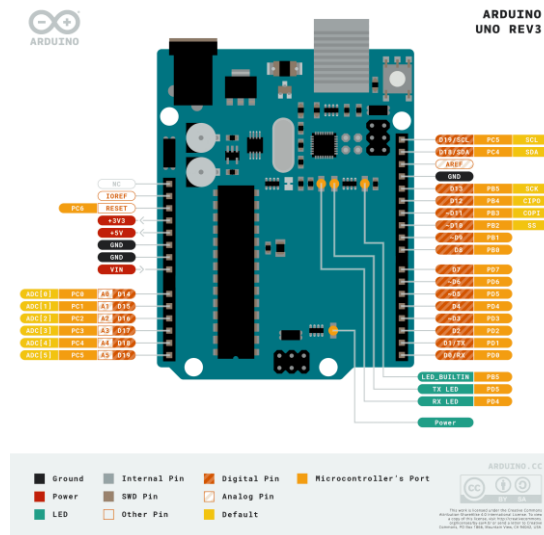
### 2.2.5. Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah papan pengembangan mikrokontroler berbasis chip ATmega328P yang bersifat *open - source*. Arduino memiliki pin input/output sebanyak 14 pin dimana terdapat 6 pin digunakan sebagai output PWM, 6 pin input analog, crystal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Arduino Uno mencakup semua elemen untuk mendukung operasi sebuah mikrokontroler. Untuk menyambungkan Arduino Uno ke komputer menggunakan kabel USB dimana memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC maka Arduino Uno dapat berjalan. Arduino bertujuan menyediakan perangkat keras yang dirancang untuk mempermudah siapa pun dalam membuat proyek elektronika dengan mudah dan cepat serta dilengkapi dengan sejumlah pin untuk keperluan input dan output [16].

Tabel 2. 5 Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	Atmega328
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input (Recommended)	7 – 12 V
Tegangan Input (limit)	6 – 20 V
Pin digital I/O	14 (6 diantaranya pin PWM)
Pin Analog input	6 Arus DC per pin I/O
Arus DC untuk pin 3.3 V	150 mA
Flash Memory	32 KB dengan 0.5 KB digunakan untuk bootloader

EEPROM	1 KB
Kecepatan Pewaktuan	16 Mhz



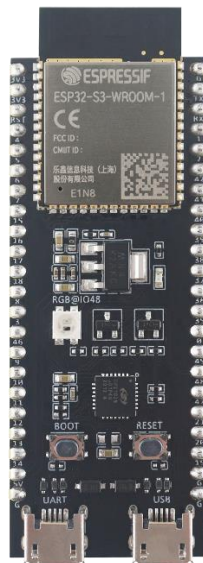
Gambar 2. 3 Arduino Uno

### 2.2.6. Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan pengembangan dari mikrokontroler ESP8266 yang dilengkapi dengan modul WiFi didalam *chip*. Oleh karena itu, mikrokontroler ini cocok digunakan ketika ingin membuat suatu sistem berbasis *Internet of Things* [17]. ESP32 adalah *chip* yang lengkap, memiliki *processor*, dapat digunakan sebagai pengganti Arduino, dan secara langsung mampu mendukung untuk terhubung ke jaringan WiFi [18].

Tabel 2. 6 Spesifikasi ESP32

Tegangan	3.3V
CPU	Xtensa single core L106 – 60 MHz
Arsitektur	32bit
Flash Memory	16MB
SRAM	160kB
GPIO Pin (ADC/DAC)	17 (1/-)
SPI/I2C/UART	2/1/2



Gambar 2. 4 Mikrokontroler ESP32

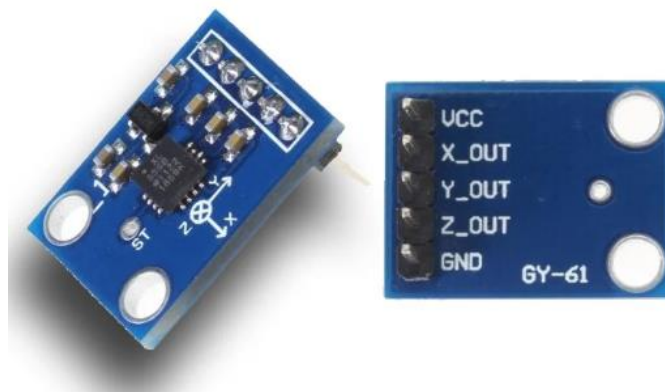
### 2.2.7. Sensor *Accelerometer* ADXL335

Sensor *Accelerometer* ADXL335 adalah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur percepatan gravitasi bumi dan melakukan pendeteksian. Selain itu *Accelerometer* ADXL335 juga mengukur getaran di dalam bumi, getaran dari mesin kendaraan, dan kecepatan dengan atau tanpa gravitasi bumi. Cara kerja *Accelerometer* ADXL335 adalah seperti pada sebuah per dengan benda yang mempunyai masa ketika benda diletakkan di suatu sistem mekanika acuan. Maka dari itu, prinsip kerja *Accelerometer* ADXL335 yaitu dimana gerakan suatu benda yang memiliki massa pada *Accelerometer* diakibatkan oleh gaya. Pada percepatan yang dihasilkan dari sensor *Accelerometer* ADXL335 dapat mengakibatkan berubahnya kapasitansi maka perubahan tersebut akan menjadi sebuah hasil pengukuran dimana akan menyebabkan perubahan pada tegangan output sehingga dapat membaca suatu percepatan yang dipengaruhi oleh gravitasi [19].

Tabel 2. 7 Spesifikasi Sensor *Accelerometer* ADXL335

Tegangan Suplay	2.8V – 3.6V
Sensitivitas	300mV/g
<i>Bandwidth</i>	3Hz – 5kHz

Rentang Dinamis	$\pm 3g$
Suhu Operasional	-40°C hingga +85°
Suhu Penyimpanan	-65°C hingga +150°C
Tipe Paket	LFCSP
Rentang Keluaran	0V ke Vcc
Sumbu Penginderaan	3 sumbu



Gambar 2. 5 Sensor Accelerometer ADXL335

#### 2.2.8. Sensor SW – 420

Sensor SW – 420 merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi suatu getaran yang diubah ke sinyal listrik dan merespon suatu getaran di semua sudut [20]. Dalam keadaan tidak ada getaran, komponen tersebut digunakan seperti saklar pada keadaan menutup dan bersifat konduktif. Ketika dalam kondisi ada getaran maka saklar membuka atau menutup [6]. Pada sensor SW – 420 menggunakan tabung berisi dua elektroda. Ketika sensor menerima getaran maka inputan bernilai 1 (*high*) jika sensor tidak menerima getaran maka inputan akan bernilai 0 (*low*) [21].

Tabel 2. 8 Spesifikasi Sensor SW – 420

Tegangan yang digunakan	3,3VDC – 5VDC
<i>Output</i>	Digital (0 dan 1) Analog
Ukuran sensor	3,2 cm x 1,4 cm
Jarak pendeteksian	760 nm – 1100 nm
Deteksi sudut	60 derajat

Sinyal	15 mA
--------	-------



Gambar 2. 6 Sensor SW – 420

### 2.2.9. Sensor Modul GPS NEO – 6M

Sensor ini memiliki kemampuan untuk melacak hingga 22 satelit melalui 50 saluran dan mencapai tingkat sensitivitas tertinggi dalam industri yaitu -161 dB untuk pelacakan. Selain itu, modul ini hanya memerlukan arus suplay sebesar 45mA. Kelebihan dari sensor ini adalah kemampuannya untuk melakukan pembaruan lokasi setiap 5 detik dengan akurasi posisi horizontal sekitar 2,5 m. Sensor ini menggunakan mesin pemosisian u – blox 6 yang juga menyediakan Time – To – First – Fix (TTFF) kurang dari 1 detik. Salah satu fitur istimewa dari chip ini adalah Power Save Mode (PSM) yang memungkinkan pengurangan konsumsi daya sistem dengan mengalihkan bagian penerima secara selektif dari ON ke OFF. Dengan fitur ini, konsumsi daya modul dapat berkurang drastis menjadi hanya 11mA, menjadikan cocok untuk aplikasi yang membutuhkan sensitivitas daya rendah, seperti jam tangan GPS. Terdapat LED pada sensor modul ini dimana menunjukkan bahwa status Position Fix. LED ini akan berkedip setiap 1 detik jika kondisinya yaitu perbaiki posisi ditemukan (modul dapat membaca banyak satelit) dan LED tidak akan berkedip jika kondisinya sedang mencari satelit [22].

Tabel 2. 9 Spesifikasi Sensor Modul GPS NEO - 6M

Jenis Penerima	50 Saluran, GPS L1 (1575.42 Mhz)
Akurasi Posisi Horizontal	2.5m
Tingkat Pembaruan Navigasi	1Hz (maksimum 5Hz)
Waktu Tangkap	Awal yang keren: 27s Hot start: 1s

Sensitivitas Navigasi	-161dBm
Protokol Komunikasi	NMEA, Biner UBX, RTCM
Tingkat Baud Seri	4800 – 230400 (default 9600)
Suhu Operasional	-40°C ~ 85°C
Tegangan Operasional	2.7V ~ 3.6V
Operasi Saat Ini	45Ma
Impedansi TXD/RXD	510Ω



Gambar 2. 7 Sensor GPS NEO - 6M

### 2.2.10. Sirene

Sirene adalah alat yang dapat mengeluarkan suara yang berbunyi keras dimana berfungsi adanya peringatan tanda bahaya dan lainnya. Sirene dapat juga digunakan untuk kendaraan seperti ambulance, mobil polisi dan pemadam kebakaran. Sirene memiliki dua nada yaitu tinggi dan rendah. Sirene memiliki bunyi yang beragam berdasarkan frekuensi generator bunyi sirene, waktu dan perubahan frekuensinya. Pada umumnya sirene memiliki dua frekuensi dan durasi dimana frekuensi terendah sebesar 300Hz dan frekuensi tertinggi sebesar 1500Hz [23].



Gambar 2. 8 Sirene

### 2.2.11. Lampu

Lampu atau *Incandescent lamp* adalah jenis lampu listrik yang menghasilkan cahaya melalui pemanasan filamen di dalam bola kaca yang diisi dengan gas seperti nitrogen, argon, krypton, atau hydrogen. Lampu ini tersedia dalam berbagai tegangan listrik, mulai dari 1,5V hingga 300V. Lampu pijar dapat digunakan dalam arus DC atau arus AC, dan umumnya digunakan dalam lampu penerangan jalan, rumah, kantor, mobil, flash, dan dekorasi. Namun, lampu pijar memiliki masa pakai sekitar 1000 jam dan membutuhkan lebih banyak energi listrik dibandingkan dengan jenis lampu lainnya [15].



Gambar 2. 9 Lampu

### 2.2.12. Relay

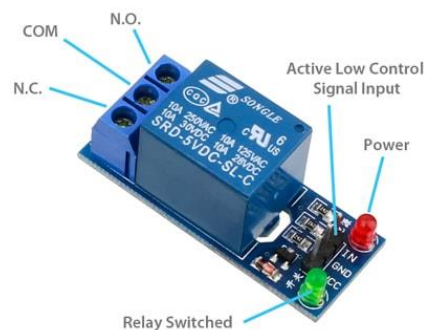
Relay adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pengontrol arus listrik melalui operasi elektrik. Ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu resistor dan dioda, yang berperan sebagai penghambat dan penghantar. Di dalamnya juga terdapat transistor bipolar yang mengoperasikan saklar berdasarkan keberadaan arus pemicu pada basisnya. Transistor ini bertindak sebagai saklar yang dalam keadaan tidak menerima arus pemicu akan berada pada posisi cut-off, sehingga tidak



menghantarkan arus. Prinsip elektromagnetik digunakan oleh relay untuk menggerakkan kontak saklar, memungkinkan arus listrik rendah untuk mengontrol arus listrik yang lebih tinggi [24].

Tabel 2. 10 Spesifikasi Relay 1 Channel

1 channel output
Tegangan suplay 5 – 7.5 VDC
Dilengkapi dengan high – current relay: 250VAC 10A; 30VDC 10A
Optocoupler sebagai pengaman
Dilengkapi LED indikator
Antarmuka TTL Logic, dapat langsung di koneksikan dengan mikrokontroler
Active Low (bekerja pada posisi LOW) low Triggered



Gambar 2. 10 Relay

### 2.2.13. Power Supply

Power supply (catu daya) adalah rangkaian elektronik yang mengubah arus listrik AC (bolak-balik) menjadi arus listrik DC (searah). Power supply berfungsi sebagai penyedia daya untuk peralatan lainnya. Ada beberapa jenis power supply, yaitu DC power supply, AC power supply, dan switch mode power supply. DC power supply adalah catu daya yang menyediakan tegangan dan arus listrik dalam bentuk DC dengan polaritas tetap, yaitu positif dan negatif. AC power supply

berfungsi untuk mengubah sumber tegangan AC ke tingkat tegangan yang berbeda. Switch mode power supply berfungsi untuk menyearahkan dan menyaring tegangan input AC sehingga menghasilkan tegangan DC [25].

Tabel 2. 11 Spesifikasi Power Supply

Model	S-36-12, S-25-5
AC Input	110/220V $\pm$ 15%
DC Output	12V $\equiv$ 3A, 5V $\equiv$ 5A



Gambar 2. 11 Power Supply

#### 2.2.14. Kabel

Dalam bahasa Inggris kabel listrik disebut sebagai *Electrical Cable* yang merupakan suatu alat yang digunakan sebagai penghantar arus listrik dimana terdiri dari konduktor dan isolator. Konduktor yang digunakan pada kabel listrik yaitu bahan tembaga dan aluminium, akan tetapi ada juga yang menggunakan perak dan emas. Untuk isolator yaitu menggunakan bahan termoplastik dan polymer (seperti plastik dan karet). Kabel adalah suatu penghantar yang dilapisi bahan isolasi, dapat berupa satu inti atau lebih. Terdiri dari berbagai jenis yaitu ada yang kaku dan ada yang berserat. Menurut jenis pemasangannya yaitu beragam yaitu kabel udara dan kabel tanah. Fungsi dari kabel adalah untuk mengirimkan arus listrik dari sumber ke perangkat pengguna. Maka, perangkat yang sudah dialiri arus listrik dapat beroperasi secara efisien [26].



Gambar 2. 12 Kabel

### 2.2.15. Kabel Jumper

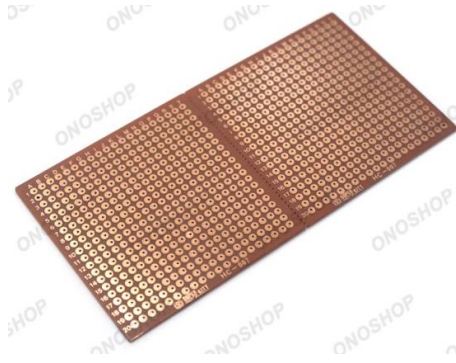
Kabel jumper adalah kabel yang berfungsi sebagai penghubung antara komponen yang digunakan dalam pembuatan perangkat gadget. Sesuai dengan kebutuhan, jumper link dapat digunakan dalam berbagai variasi, seperti *male to female*, *male to male*, dan *female to female*. Jumper link ini memiliki Panjang antara 10 hingga 20 cm. jumper link ini mirip dengan fiber link yang memiliki bentuk bulat. Dalam perencanaan suatu rangkaian elektornika, diperlukan link yang digunakan untuk menghubungkannya [27].



Gambar 2. 13 Kabel Jumper

### 2.2.16. PCB Matrix StripBoard

PCB Matrix Strip Board atau sering disebut PCB titik adalah jenis PCB yang sering digunakan untuk membuat rangkaian elektornika sederhana. PCB ini terdiri dari susunan lubang berbentuk matriks garis, oleh karena itu disebut PCB Matrix Strip Board. PCB ini pada dasarnya digunakan untuk mempermudah pengguna ketika membuat rangkaian elektronika yang hanya menggunakan kabel jumper [28].



Gambar 2. 14 PCB Matrix Strip Board

### 2.2.17. Steker

Steker adalah suatu komponen elektronika yang digunakan untuk menyambungkan arus listrik dari pusat arus ke alat elektronik [29]. Steker menurut kegunaan dan bentuknya terdiri dari dua, yaitu [30]:

1. Steker kecil merupakan steker yang dipergunakan untuk menghubungkan alat elektronik yang memiliki tegangan rendah. Seperti lampu atau radio.
2. Steker besar, merupakan steker yang dipergunakan untuk alat elektronik yang memiliki tegangan besar. Seperti kulkas, mesin cuci, televisi, dan sebagainya. Jenis steker ini terdiri dari lempeng logam dimana digunakan untuk pengaman.



Gambar 2. 15 Steker

### 2.2.18. Jack DC

Jack DC adalah komponen elektronika yang biasa digunakan untuk menghubungkan listrik dari power supply ke Arduino Uno. Jack DC memiliki dua jenis, yaitu jack DC dengan pin positif dan jack DC dengan pin negatif. Jack DC

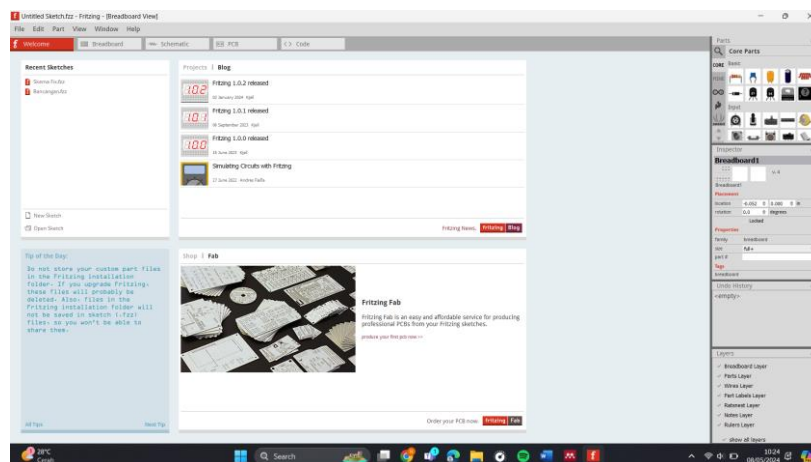
juga terdiri dari male dan female dengan fungsi sama akan tetapi memiliki bentuk yang berbeda [31].



Gambar 2. 16 Jack DC

### 2.2.19. Fritzing

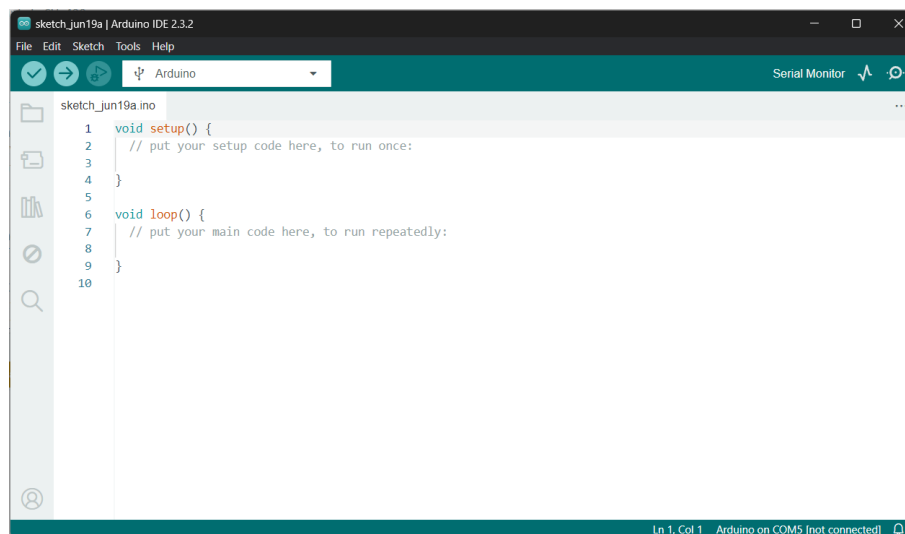
*Fritzing* merupakan sebuah *software* tidak berbayar dimana dimanfaatkan oleh perancang elektronika yang digunakan untuk merancang perangkat elektronika. Tampilan *fritzing* dirancang seinteraktif dan mudah digunakan untuk merancang sebuah perangkat elektronika. *Fritzing* memiliki skema yang dapat langsung digunakan dari mulai mikrokontroler Arduino hingga shieldnya. Perangkat lunak ini dirancang khusus dimana digunakan untuk merancang berbagai produk elektronik dengan menggunakan mikrokontroler Arduino [32].



Gambar 2. 17 *Fritzing*

### 2.2.20. Arduino IDE

Arduino IDE adalah kepanjangan dari *Arduino Integrated Development Environment*. Dengan menggunakan perangkat lunak ini, Arduino dapat diprogram dan beroperasi sesuai dengan keinginan pengguna. Metode pemrograman pada Arduino menggunakan Bahasa yang mirip dengan C. Pemrograman pada Arduino dianggap cukup mudah, sehingga pemula dapat dengan mudah memprogram Arduino. Bahasa pemrograman Java digunakan untuk menciptakan Arduino IDE, yang dilengkapi dengan *library* yang memudahkan pemrograman pada Arduino. *Library* tersebut mencakup Bahasa C atau C++, sehingga mempermudah proses input dan output saat melakukan pemrograman pada Arduino. Di dalam perangkat lunak ini juga terdapat sebuah kotak pesan berwarna hitam yang memberikan informasi tentang status keberhasilan atau kesalahan dalam pemrograman [33].



Gambar 2. 18 Arduino IDE

### 2.2.21. ThingSpeak

ThingSpeak adalah platform berbasis situs web yang bersifat open-source yang menawarkan layanan untuk memenuhi persyaratan Internet of Things (IoT). Platform ini dapat menerima data melalui protokol HTTP menggunakan jaringan internet. Dengan ThingSpeak pengguna dapat membuat berbagai jenis aplikasi

seperti aplikasi logging (pencatatan data), aplikasi pelacak lokasi, dan jaringan sosial yang memungkinkan pengguna untuk memperbarui status mereka [34].



Gambar 2. 19 *ThingSpeak*

### 2.2.22. Telegram

Telegram adalah sebuah aplikasi chat yang memungkinkan pengguna mengirim pesan rahasia end-to-end yang dienkripsi sebagai langkah keamanan tambahan. Selain itu, telegram juga memungkinkan pengguna untuk berbagi lebih dari sekedar gambar dan video. Pengguna dapat mengirim dokumen atau lokasi pengguna saat ini kepada teman dengan mudah melalui telegram. Telegram merupakan aplikasi yang sudah dilengkapi dengan beberapa bot yang memungkinkan integrasi langsung dengan mikrokontroler [24].

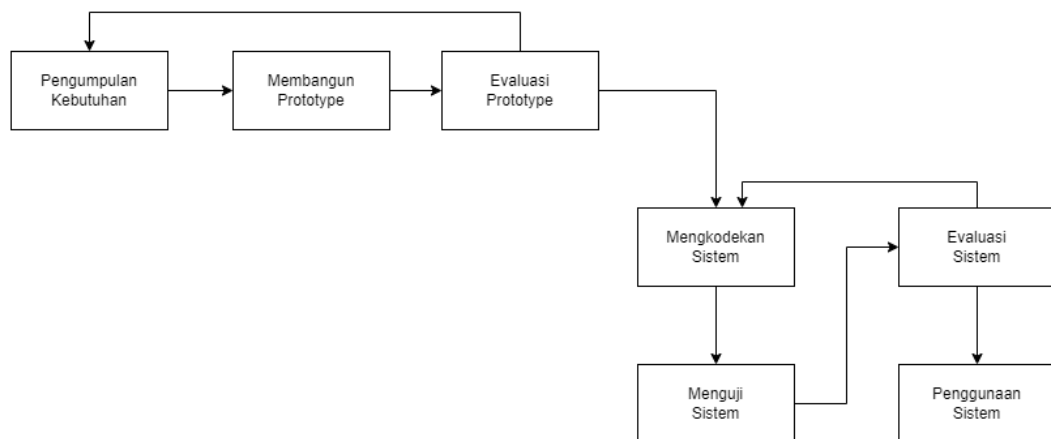


Gambar 2. 20 Telegram

### 2.2.23. Metode *Prototype*

*Prototyping* merupakan metode pengembangan perangkat lunak yang melibatkan membuat model fisik kerja sistem sebagai versi awal dari perangkat lunak tersebut. Tujuan dari metode prototyping adalah untuk membantu pengembang dan pengguna berinteraksi selama proses pengembangan sistem informasi. Untuk memastikan keberhasilan pembuatan *prototype*, tahap awal harus didedikasikan untuk mendefinisikan aturan-aturan yang jelas. Pengembang dan pengguna harus menyadari bahwa *prototype* dirancang untuk menentukan kebutuhan awal sistem. *Prototype* akan terus dimodifikasi dan disesuaikan sesuai

dengan perencanaan dan analisis pengembang dan uji coba yang dilakukan secara bersamaan sepanjang proses pengembangan. Dengan pendekatan *prototyping* ini, proses pengembangan perangkat lunak menjadi lebih terarah dan berinteraksi langsung dengan pengguna. Hal ini membantu dalam memastikan bahwa perangkat lunak yang akhirnya dikembangkan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna [15].



Gambar 2. 21 Metode *Prototype*

#### 2.2.24. *Black Box Testing*

*Black-box testing* adalah metode pengujian perangkat lunak yang dilakukan berdasarkan spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program. Metode ini digunakan untuk memastikan bahwa fungsi, masukan, dan keluaran perangkat lunak memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan. Pengujian black-box, juga dikenal sebagai pengujian perilaku atau pengujian perilaku, berfokus pada kebutuhan perangkat lunak untuk berfungsi. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menemukan kesalahan dalam beberapa kategori yang disebutkan di bawah ini [15]:

1. Fungsi-fungsi yang tidak berjalan sesuai atau ada yang hilang.
2. Kesalahan pada antarmuka atau interaksi dengan komponen lain.
3. Kesalahan dalam struktur data atau akses ke basis data eksternal.
4. Kesalahan pada kinerja atau perilaku perangkat lunak.
5. Kesalahan pada tahap inialisasi dan terminasi perangkat lunak.