

## **BAB 2**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ikhwan Mustiadi dan rekan-rekan pada tahun 2018 dalam studi yang berjudul "Aplikasi *Landslide Early Warning System* Untuk Pengurangan Resiko Bencana," dijelaskan bahwa tanah longsor merupakan salah satu jenis bencana alam musiman yang sering terjadi di Indonesia, terutama saat musim penghujan di daerah lereng dengan tanah yang cenderung longgar. Bencana ini tidak hanya menimbulkan kerusakan fisik dan kerugian materi, tetapi juga sering kali menimbulkan korban jiwa. Untuk mengurangi risiko terjadinya bencana tanah longsor, diperlukan upaya mitigasi, baik yang bersifat fisik (struktural) maupun non-fisik (non-struktural). Biasanya, upaya mitigasi struktural memerlukan investasi finansial yang signifikan dan memakan waktu yang cukup lama dalam perencanaan dan pelaksanaannya. Oleh karena itu, upaya mitigasi non-struktural menjadi pilihan alternatif yang efektif dalam rangka mengurangi risiko korban jika bencana terjadi. Penting untuk dipahami bahwa mengurangi risiko tidak hanya sebatas menggunakan alat berbasis telemetri, melainkan juga melibatkan implementasi Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor (*Landslide Early Warning System*). LEWS adalah sebuah sistem yang mencakup pemahaman menyeluruh tentang bencana tanah longsor, mulai dari identifikasi tanda-tandanya, faktor pemicunya, jenis longsor yang mungkin terjadi, mekanisme terjadinya longsor, pemahaman tentang zona-zona yang aman dan berbahaya, serta peran masing-masing anggota tim siaga yang terbentuk. Sistem ini juga mencakup prosedur evakuasi yang telah disepakati untuk mengarahkan proses evakuasi dengan efisien. Selain itu, pemahaman tentang alat-alat peringatan dini tanah longsor yang telah diinstalasikan juga menjadi bagian penting dari LEWS[5].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Arnita Sigalingging pada tahun 2017 dalam jurnal berjudul "Rancang Bangun Peralatan Sistem Peringatan Dini Longsor Jarak Jauh Berbasis Mikrokontroller ATMEGA8535," telah dikembangkan suatu perangkat peringatan dini untuk longsor yang dapat

beroperasi secara jarak jauh dengan memanfaatkan sensor inframerah, yaitu optokopel, dan menggunakan SMS sebagai media komunikasi. Perangkat ini terdiri dari sensor inframerah (optokopel) yang digunakan untuk mendeteksi pergeseran tanah, kontroler mikrokontroler ATMEGA8535, serta modem GSM dengan model SIM 800L yang berfungsi sebagai pengirim pesan SMS mengenai kemungkinan terjadinya longsor di suatu daerah. Prinsip kerja perangkat ini secara umum adalah ketika rangkaian pendeteksi longsor dan penerima pesan ditempatkan dalam jarak yang dekat dan dihubungkan ke sumber daya listrik PLN melalui adaptor. Setelah sistem diaktifkan, jika terjadi pergeseran tanah, data akan dibaca oleh mikrokontroler. Setelah data dibaca oleh mikrokontroler, sinyal akan dikirim melalui pemancar ASK. Ketika terdeteksi adanya potensi longsor, buzzer akan berbunyi, dan nomor yang telah ditentukan akan menerima pemberitahuan mengenai kemungkinan terjadinya longsor[6].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Onny Octaviani Artha dan rekan-rekannya pada tahun 2017 dalam jurnal berjudul "Sistem Peringatan Dini Bencana Longsor Menggunakan Sensor *Accelerometer* dan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Android," penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem peringatan dini untuk bencana tanah longsor dengan menggunakan metode pengindraan berat. Sistem tersebut melibatkan sejumlah sensor, termasuk penggunaan pegas dengan LED dan fotodiode untuk mengaktifkan indikator LED. Penelitian lain juga melibatkan pengembangan perangkat elektronik yang menggabungkan sensor getaran dan sensor kandungan air tanah, dengan hasil penelitian yang terkait dengan kemiringan tanah. Namun, sistem-sistem tersebut memiliki kekurangan dalam hal notifikasi, karena hanya menggunakan buzzer sebagai indikator bahaya dalam sistem dan LCD sebagai antarmuka. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan untuk mengembangkan suatu sistem peringatan dini terkait bencana longsor yang dapat diakses secara langsung dan *real-time* melalui aplikasi *mobile*. Hal ini bertujuan agar masyarakat dapat lebih waspada dan segera mengambil tindakan pencegahan untuk mengurangi risiko korban akibat longsor[7].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ni Kadek Diah Parwati dan rekan-rekannya pada tahun 2018 dalam jurnal berjudul "Rancang Bangun Sistem

Peringatan Dini Bahaya Tanah Longsor Dengan Sensor *Hygrometer* dan *Piezoelectric*," meskipun tanah longsor tidak dapat dihindari sepenuhnya, namun usaha untuk mengurangi kerugian yang diakibatkan olehnya dapat dilakukan dengan memasang alat peringatan dini terkait bahaya tanah longsor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang suatu sistem peringatan dini yang menggunakan ATmega328 sebagai kontroler, serta memanfaatkan sensor *hygrometer* (kelembaban tanah) dan sensor *piezoelectric* (pergerakan tanah). Sistem ini memiliki tiga status yang berbeda, yaitu status aman, status waspada, dan status awas. Persentase kelembaban tanah dan pergerakan tanah dapat dipantau secara real-time melalui smartphone atau di situs web [www.thingspeak.com](http://www.thingspeak.com). Sistem akan mengirimkan pesan SMS sebagai peringatan ketika status bahaya tanah longsor mencapai level awas. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem yang dirancang mampu mengirimkan data dari sensor secara *real-time* ke web server *ThingSpeak*, mengirimkan pesan SMS sebagai himbauan terkait status bahaya, dan mengaktifkan buzzer ketika status mencapai level awas[8].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kalisa pada tahun 2019 dalam sebuah jurnal berjudul "Perancangan Alat Peringatan Dini Longsor Menggunakan Sensor Ultrasonik dan Kelembaban Tanah Berbasis *Internet of Things* (IoT)," hasil dari perancangan prototipe alat peringatan dini longsor dengan menggabungkan sensor ultrasonik dan sensor kelembaban tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler dan modul Esp 8266 untuk akses jaringan internet telah berhasil sesuai dengan harapan. Implementasi alat ini memiliki tujuan untuk memantau pergerakan tanah dan kadar air dalam tanah secara terus-menerus, dengan data yang dapat diakses melalui sebuah web server. Selain itu, alat ini juga dapat memberikan peringatan melalui bunyi buzzer jika terdeteksi pergeseran tanah lebih dari 15 cm, sehingga dapat meningkatkan efektivitas dalam upaya mengantisipasi bencana tanah longsor dan mengurangi jumlah korban jiwa. Konsep penggunaan teknologi internet dalam alat ini memungkinkan sistem untuk memonitor data dari sensor secara *real-time* melalui web server, dan diharapkan dapat memberikan bantuan yang berarti kepada pihak yang berwenang dalam mengatasi potensi bencana

tanah longsor. [9].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Andika Putra pada tahun 2020 dalam sebuah jurnal berjudul "Sistem Peringatan Dini Bencana Alam Tanah Longsor Berbasis *Internet of Things* (IoT)," telah berhasil mengembangkan sistem peringatan dini untuk bencana alam tanah longsor dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT). Sistem ini menggunakan sejumlah sensor, termasuk sensor MPU6050, sensor kelembaban tanah (*soil moisture*), LCD, LED, dan buzzer yang terhubung secara *real-time* ke sebuah situs web. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem berhasil dibuat dan beroperasi dengan baik. Sistem mampu mendeteksi pergerakan tanah dan mengirimkan data pergerakan tersebut secara *real-time* ke web server[10].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Irnanda Priyadi pada tahun 2020 dalam sebuah jurnal berjudul "Rancangan dan Implementasi Sistem Deteksi Longsor Berbasis SMS dan *Progressive APPS*," hasil pembacaan dari sensor *accelerometer* ADXL335 menunjukkan bahwa sensor ini memberikan pengukuran yang cukup stabil dan akurat. Namun, terdapat perbedaan nilai pengukuran antara *accelerometer* pada *smartphone* dengan perbedaan sebesar 3,29% pada sumbu X, 15% pada sumbu Y, dan 22,11% pada sumbu Z. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh perbedaan posisi sensor *accelerometer* yang tidak sama persis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem deteksi bencana longsor yang dapat secara *real-time* mendeteksi pergerakan tanah sebagai bagian dari sistem peringatan dini terhadap potensi terjadinya longsor. Hasil pengukuran dari *accelerometer* ADXL335 juga menunjukkan stabilitas nilai yang memadai, sehingga cocok digunakan dalam penelitian ini. Pengujian sistem ini berhasil mendeteksi kondisi bahaya dan mengirimkan pesan SMS dengan teks "Awat Longsor" ke nomor yang ditentukan ketika tegangan sensor kelembaban tanah mencapai 3 V, sensor *piezoelektrik* mencapai 0,06V, dan sensor *accelerometer* mencapai 1,574 V. Selain itu, rancangan modul alat deteksi longsor ini juga menghasilkan waktu delay sekitar 5 detik dalam pengiriman pesan SMS peringatan dini longsor dari hasil pengukuran sensor pada mikrokontroler [11].  
Kajian pustaka diatas bisa dilihat secara singkat pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Kajian Pustaka**

No	Nama Peneliti, Tahun dan Judul	Persamaan	Perbedaan	
			Penelitian Terdahulu	Rencana Penelitian
1	(Ikhwan Mustiadi,dkk. 2018) Aplikasi <i>Landslide Early Warning Sistem</i> Untuk Pengurangan Resiko Bencana	Mengimplementasikan metode kemiringan tanah dan sensor <i>soil</i>	Memonitoring menggunakan Aplikasi <i>Landslide</i>	Memonitoring menggunakan SIM 800L
2	(Arnita Sigalingging. 2017) Rancang Bangun Peralatan Sistem Peringatan Dini Longsor Jarak Jauh Berbasis <i>Mikrokontroller</i> Atmega 8535	Mengimplementasikan metode <i>mikrokontroller</i>	Menggunakan Atmel Atmega 8535 sebagai Mikrokontroller	Menggunakan Atmega 328 sebagai Mikrokontroller
3	(Onny Octaviani Artha. 2017) Sistem Peringatan Dini Bencana Longsor Menggunakan Sensor Accelrometer Dan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Android	Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah	Menggunakan Sensor Accelerometer Dan Kelembaban Tanah	Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Dan Sensor Getar
4	(Ni Kadek Diah Parwati. 2018) Rancang Bangun Peringatan Dini Bahaya Longsor Dengan Sensor Hygrometer Dan Sensor	Menggunakan sms himbauan terkait status bahaya	Menggunakan Situs Web <i>ThingSpeak.com</i>	Menggunakan SIM 8001
5	(Kalisa. 2019) Perancangan Alat Peringatan Dini Longsor Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Kelembaban Tanah Berbasis Internet Of Things	Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah	Menggunakan Sensor Ultrasonik Dan Kelembaban Tanah	Menggunakan Sensor Getar Dan Kelembaban Tanah
6	(Andika Putra. 2020) Sistem Peringatan Dini Bencana Tanah Longsor Berbasis Internet Of Things	Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah	Menggunakan Sensor MPU6050 Dan Kelembaban Tanah	Menggunakan Sensor Getar Dan Kelembaban Tanah
7	(Irnanda Priyadi. 2020) Rancangan Dan Implementasi Sistem Deteksi Longsor Berbasis SMS Dan Progressive Apps	Mengimplementasikan metode SMS	Menggunakan Metode SMS Dan Progressive Apps	Menggunakan SIM 800L

## 2.2 LANDASAN TEORI

Berikut adalah landasan teori dari tanah longsor :

### 2.2.1 Tanah longsor

Tanah longsor adalah fenomena di mana material seperti batuan, tanah, atau campuran dari keduanya, bergerak turun atau keluar dari lereng. Pada dasarnya, tanah longsor terjadi ketika gaya yang mendorong materi di lereng melebihi gaya yang menahan pergerakannya. Kekuatan penahan ini umumnya dipengaruhi oleh karakteristik batuan dan kerapatan tanah. Sementara itu, gaya dorong dipengaruhi oleh faktor seperti sudut kemiringan lereng, kelembaban tanah, beban yang diterapkan, dan berat jenis bahan di lereng tersebut[12].

Tanah longsor dapat juga dijelaskan sebagai sebuah proses geologis yang terjadi ketika ada pergerakan massa batuan atau tanah, termasuk jatuhnya batuan besar ke dalam tanah. Untuk memberikan analogi, kita bisa membayangkan seperti air yang meresap ke dalam tanah, yang kemudian meningkatkan berat tanah itu sendiri. Ketika air ini meresap hingga mencapai lapisan tanah yang tahan air, maka tanah tersebut dapat menjadi licin, dan lapisan tanah di atasnya bisa bergerak mengikuti arah keluar dari lereng.

Pada dasarnya, terjadinya tanah longsor disebabkan oleh ketidakseimbangan antara gaya yang mendorong materi di lereng dan gaya yang menahannya. Biasanya, kemampuan gaya penahan dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kerapatan tanah. Di sisi lain, gaya yang mendorong cenderung dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti sudut kemiringan lereng, beban yang ada, jumlah air, dan berat jenis tanah atau batuan itu sendiri.

Penyebab terjadinya pergerakan pada lereng juga tergantung pada berbagai faktor, termasuk kondisi batuan dan tanah yang membentuk lereng, curah hujan, struktur geologi, penggunaan lahan di lereng, dan faktor-faktor lainnya. Secara umum, kita dapat mengategorikan penyebab tanah longsor menjadi dua kelompok utama, yaitu faktor alam dan faktor manusia.

Menurut jurnal penelitian yang dilakukan oleh Munik dkk 2008 yang berjudul *Aplikasi Accelerometer 3 Axis Untuk Mengukur Sudut Kemiringan (TILT) Engineering Model Satelit Di Atas Air Bearing* [13] Pada tabel 2.2,

tabel 2.3 dan tabel 2.4 ukuran yang menandakan tanah itu longsor apa tidak yaitu dari kelembaban tanah dan sudut kemiringan tanah (x dan y) sebagai berikut :

**Tabel 2.2 Linier axis x [13]**

No	Sudut Kemiringan( <sup>0</sup> )	Tegangan (Mv)
1	-90	70
2	-67,5	72
3	-45	81
4	-22,5	98
5	0	121
6	22,5	146
7	-45	160
8	-67,5	169
9	-90	173

Pada tabel 2.2 memuat data yang menggambarkan hubungan antara sudut kemiringan tanah dalam derajat dan tegangan yang terdeteksi dalam miliVolt (mV). Data ini mungkin berkaitan dengan pengukuran sensor atau alat yang digunakan untuk memantau kemiringan tanah. Terdapat sembilan entri dalam tabel, yang mencakup berbagai sudut kemiringan, mulai dari -90° hingga 90, serta tegangan yang sesuai.

**Tabel 2.3 Linier axis Y [13]**

No	Sudut Kemiringan( <sup>0</sup> )	Tegangan (Mv)
1	-90	70
2	-67,5	72
3	-45	81
4	-22,5	98
5	0	121
6	22,5	146
7	-45	160
8	-67,5	169
9	-90	173

Pada tabel 2.3 berisi data yang menggambarkan hubungan antara sudut kemiringan tanah dalam derajat dan tegangan yang terukur dalam miliVolt (mV). Data ini mungkin mencerminkan pengukuran dari sebuah sensor atau perangkat yang digunakan untuk memantau kemiringan tanah. Tabel ini mencakup sembilan entri yang mencakup berbagai sudut kemiringan, mulai dari -90 derajat hingga 90 derajat, bersamaan dengan tegangan yang sesuai. Analisis lebih lanjut diperlukan untuk memahami konteks dan aplikasi khusus dari data ini.

**Tabel 2.4 Ukuran kelembaban tanah dengan indikator *Soil Moisture Sensor* [13]**

Nilai Pembacaan Sensor	Nilai ADC	Nilai Kelembaban (Rh%)
2	151.71	0.22 %
61	142.94	6.81 %
129	132.84	14.41 %
256	113.97	28.60 %
589	64.49	65.80 %
657	54.38	73.40 %
758	39.38	84.68 %
856	24.81	95.63%

Pada tabel 2.4 mencantumkan nilai pembacaan sensor (ADC) dan nilai kelembaban relatif (Rh%) yang berkaitan dengan pengukuran kelembaban. Terdapat data sensor dengan rentang nilai ADC dari 2 hingga 856, yang dihubungkan dengan tingkat kelembaban dalam persentase Rh%.

#### **A. Penyebab Tanah Longsor**

Longsor umumnya terjadi di daerah dataran tinggi atau pegunungan, tetapi juga bisa terjadi di daerah yang lebih rendah sebagai akibat dari aktivitas manusia seperti penggalian jalan, galian tambang, atau pembangunan tebing sungai. Beberapa penyebab utama dari tanah longsor adalah sebagai berikut:

1. Curah hujan yang tinggi

Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan tanah yang awalnya kering pada musim kemarau menjadi jenuh dengan air hujan, yang pada gilirannya dapat menyebabkan pergeseran tanah dan akhirnya longsor.

2. Sampah yang menumpuk

Penumpukan sampah di sungai dapat menyebabkan banjir, dan jika sampah menumpuk di permukaan tanah dan terkena tekanan air hujan, ini juga dapat menyebabkan longsor.

3. Aktivitas seismic

Gempa bumi di daerah lereng yang curam dapat menyebabkan pergerakan tanah dan potensi longsor.

4. Aktivitas vulkanik

Aktivitas gunung berapi seperti letusan lava yang mengalir cepat ke lereng dapat memicu longsor dan banjir bandang.

5. Deforestasi

Penebangan hutan besar dapat melemahkan struktur tanah karena hilangnya akar yang biasanya menguatkan tanah. Ini membuat tanah lebih rentan terhadap longsor saat terjadi hujan lebat.

6. Struktur batuan yang lemah

Batuan sedimen dan endapan mudah lapuk dan bisa hancur menjadi tanah, terutama jika mereka terletak di lereng gunung.

7. Material penimbunan Lembah

Pembangunan perumahan di lereng gunung dengan material yang tidak padat dapat menyebabkan longsor jika terkena hujan deras.

8. Erosi tanah

Erosi tanah adalah proses terkikisnya lapisan tanah oleh berbagai faktor seperti air, angin, dan es. Erosi tanah di lereng yang curam dan tanpa vegetasi dapat meningkatkan risiko longsor [14].

### 2.2.2 Fitur-fitur Arduino

Berikut adalah detail pin *out* dari Arduino :

#### A. Power atau Daya

1. Anda dapat menggunakan daya dari koneksi USB dengan tegangan sekitar 5V DC.
2. Jika Anda ingin menggunakan adaptor eksternal, pastikan outputnya berkisar antara 6 hingga 20 VDC, dan Anda dapat menghubungkannya ke Arduino Uno melalui konektor *JACK POWER* (2.1mm). Sebaiknya gunakan tegangan sekitar 7-12 VDC, meskipun 20 VDC masih dapat diterima, tetapi sebaiknya tidak digunakan karena melebihi batas tegangan masukan yang direkomendasikan.
3. Alternatif lain adalah menggunakan adaptor eksternal dengan *output* 6 hingga 20 VDC, dan Anda dapat menghubungkannya ke Arduino Uno melalui konektor pin VIN dan GND. Juga, sebaiknya gunakan tegangan sekitar 7-12 VDC, dan hindari menggunakan tegangan di atas batas tegangan masukan yang direkomendasikan.

## **B. Input Output**

Arduino memiliki sejumlah pin digital yang dapat berfungsi sebagai *input* atau *output*, yaitu sebanyak 14 pin. Pin-pin ini beroperasi pada tegangan 5VDC dan memiliki kapasitas untuk mengeluarkan atau menerima arus hingga batas maksimum 40mA, walaupun disarankan untuk tidak melebihi 20mA. Selain itu, secara *default*, pin-pin ini dilengkapi dengan resistor pull-up internal sekitar 20-50k ohm. Selain fungsi dasarnya, beberapa pin juga memiliki fungsi khusus:

1. Pin 0 (RX) dan Pin 1 (TX) digunakan untuk komunikasi serial.
2. Pin 2 dan Pin 3 dapat digunakan sebagai pin interupsi eksternal. Ini berarti pin-pin ini dapat diprogram untuk mendeteksi perubahan status dengan prioritas tertentu dalam program menggunakan fungsi "*attachInterrupt()*".
3. Arduino memiliki beberapa pin PWM (*Pulse Width Modulation*), yang memungkinkan pengaturan lebar pulsa. Pin-pin PWM ini meliputi Pin 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mereka dapat menghasilkan *output* PWM 8-bit yang dapat diatur dalam program menggunakan fungsi "*analogWrite()*". Biasanya, pin-pin PWM ini digunakan untuk mengendalikan kecepatan atau intensitas dari perangkat seperti motor DC.

## **C. Memori**

ATmega328 memiliki memori flash sebesar 32 KB, di mana 0,5 KB dari kapasitas tersebut digunakan oleh *bootloader*. Memori *flash* ini berperan penting dalam menyimpan program yang telah kita buat untuk mikrokontroler. Selain itu, terdapat juga 2 KB SRAM yang digunakan untuk eksekusi program saat berjalan, serta 1 KB EEPROM yang memungkinkan untuk penyimpanan data yang dapat diakses bahkan ketika modul Arduino Uno dimatikan. *Bootloader* ini sudah disiapkan oleh pabrik pembuat modul Arduino.

## **D. Komunikasi**

Arduino Uno mendukung berbagai jenis komunikasi dengan modul luar, termasuk:

1. Komunikasi Serial UART TTL 5V (dapat dilakukan melalui pin 0 dan 1) yang memungkinkan koneksi ke PC atau laptop melalui USB pada Arduino Uno.

2. Komunikasi I2C, yang merupakan protokol komunikasi yang memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi dengan perangkat lain melalui jalur data dan clock yang sama.
3. Komunikasi SPI, yang merupakan protokol komunikasi serial yang digunakan untuk menghubungkan perangkat dengan mikrokontroler Arduino Uno melalui jalur khusus seperti MISO, MOSI, SCK, dan SS.

#### **E. Pemrograman**

Sama seperti Arduino lainnya, Arduino Uno dapat di-program menggunakan perangkat lunak bawaan yang disebut Arduino Software IDE. Arduino Uno telah dilengkapi dengan *bootloader*, yang memungkinkan kita untuk mengunggah program dari komputer, PC, atau laptop langsung ke modul Arduino Uno menggunakan kabel USB, tanpa perlu menggunakan perangkat pemrogram eksternal[15].

#### **2.2.3 Esp 32**

ESP32 adalah sebuah *System on Chip* (SoC) yang ekonomis yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*, yang juga merupakan perusahaan di belakang SoC terkenal sebelumnya, yaitu ESP8266 yang banyak digunakan dalam NodeMCU. ESP32 merupakan penerus dari ESP8266 dan memiliki sebuah mikroprosesor *Xtensa LX6* 32-bit Tensilica yang dilengkapi dengan fitur *Wi-Fi* dan *Bluetooth* yang terintegrasi. Salah satu kelebihan ESP32 adalah komponen RF-nya yang sudah terintegrasi, seperti *Power Amplifier*, *Low-Noise Receive Amplifier*, *Antena Switch*, dan *Filter*. Hal ini mempermudah perancangan perangkat keras dengan ESP32 karena membutuhkan sedikit komponen eksternal tambahan[16].

Spesifikasi ESP32 dapat dijelaskan lebih rinci dalam tabel 2.5, yang memuat informasi teknis dan karakteristik utama dari perangkat ini. Selain itu, detail fisik dan tampilan fisik dari ESP32 dapat ditemukan pada gambar 2.1, yang memberikan gambaran visual tentang penampilan perangkat ini, termasuk antarmuka dan komponen fisik yang digunakan dalam perangkat tersebut.



**Gambar 2.1 Esp 32**

**Tabel 2.5 Spesifikasi Esp 32**

Mikrokontroler	Esp32
Operasi Tegangan	5 Volt
<i>Input</i> Tegangan	5 Volt
ADC Pin	18 Buah
DAC Pin	2 Buah
Flash memori	128 KB
SRAM	320 KB
<i>Clock Speed</i>	240 MHZ
Berat	25 Gram
PXL	58,6 x29 mm
Komunikasi	Serial

#### **2.2.4 Sensor Soil Moisture**

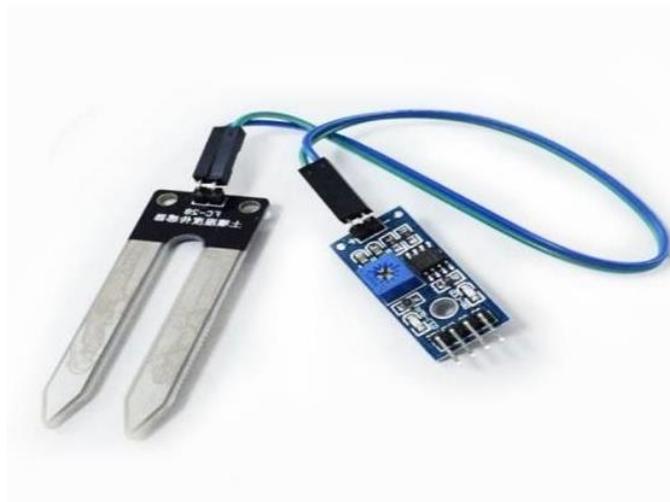
Sensor *Soil Moisture* (Sensor YL) adalah jenis sensor yang digunakan untuk mengukur kelembaban tanah. Prinsip kerjanya adalah dengan mendeteksi tingkat kelembaban di sekitar tanah, meskipun sebenarnya sensor ini tidak secara langsung mengukur kelembaban tanah itu sendiri.

Sensor ini memiliki dua konduktor yang digunakan untuk mengalirkan arus melalui tanah yang akan diukur kelembabannya. Kemudian, sensor membaca nilai resistansi untuk menentukan tingkat kelembaban tanah tersebut. Semakin tinggi jumlah air dalam tanah, semakin tinggi nilai resistansinya, dan semakin rendah nilai resistansinya, semakin kering tanahnya. Untuk mengoperasikan sensor kelembaban tanah dalam aplikasi Anda, diperlukan catu daya sebesar 5V dan sensor menghasilkan tegangan output sekitar 0.4-2V[17].

Sebagai akibatnya, *Soil Moisture* Sensor dibagi menjadi dua komponen utama, terdiri dari satu papan elektronik dan probe yang dilengkapi dengan dua potensiometer. Potensiometer berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembaban. Ini biasanya dihubungkan ke pin sensor analog, yang sering disebut sebagai A0. Sensor ini akan mendeteksi dan mengirimkan nilai kelembaban tanah dalam bentuk persentase.

Spesifikasi teknis dan gambaran fisik dari sensor kelembaban tanah (*soil moisture*) dapat ditemukan secara lebih mendalam dalam tabel 2.6 dan gambar 2.2.

$$\% \text{ Soil Moisture} = 100 - \frac{adc}{1023} \times 100 \quad 2.1$$



**Gambar 2.2** *Soil Moisture* Sensor

**Tabel 2.6** Spesifikasi Sensor *Soil Moisture*

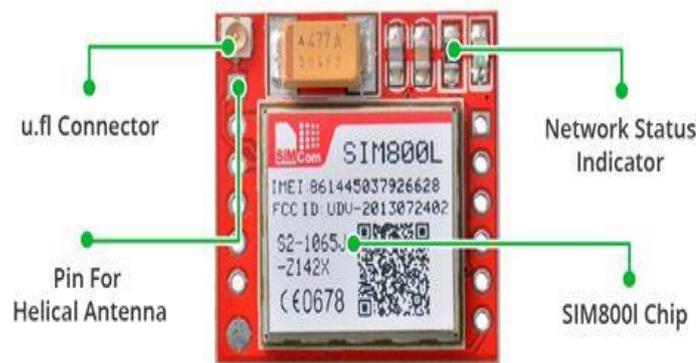
Model	<i>Soil Moisture</i>
Tegangan <i>Input</i>	3.3 – 5 V
Tegangan <i>Output</i>	0 – 4.2 V
Arus	35 mA
<i>Value Range</i>	0 – 1023 bit

### 2.2.5 SIM 800 Module

IComSat v1.1-SIM900 GSM/GPRS adalah modul GSM yang diproduksi oleh Iteadstudio dan dirancang untuk kompatibilitas dengan Arduino. Modul IComSat ini digunakan untuk mengirim dan menerima data melalui layanan SMS (*Short Message Service*) dan dapat dikendalikan dengan perintah AT.

SIM 800L adalah solusi GSM/GPRS pita ganda yang lengkap dalam bentuk modul SMT yang dapat ditanamkan ke dalam berbagai aplikasi pengguna. Dengan antarmuka standar industri, SIM800L menyediakan kinerja GSM/GPRS 900/1800 MHz untuk layanan suara, SMS, data. Dengan dimensi kompak 24mm x 24mm x 3mm, SIM800L dapat memenuhi sebagian besar kebutuhan ruang dalam berbagai aplikasi pengguna, terutama yang memerlukan desain yang kompak dan efisien[18].

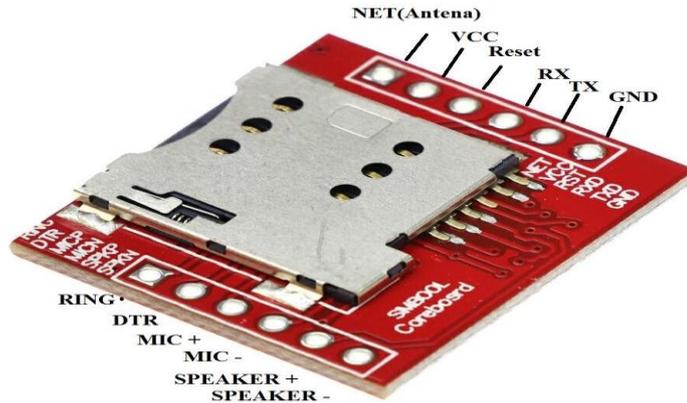
Informasi lengkap mengenai modul SIM 800L, termasuk tampilan fisik dan karakteristik teknisnya, dapat ditemukan dalam gambar 2.3 dan gambar 2.4, serta rincian spesifikasinya terdapat di tabel 2.6.



**Gambar 2.3 Modul GSM SIM 800L**

**Tabel 2.7 Spesifikasi Modul GSM SIM 800L**

Jaringan	Empat pita 850/900/1800/1900 MHz
Kelas GPRS	Kelas 12
Kecepatan data	85,6 kbps
Antarmuka	Serial
Tegangan Kerja	3.4 ~ 4.3 V
Temperature Kerja	-40° ~ 85o

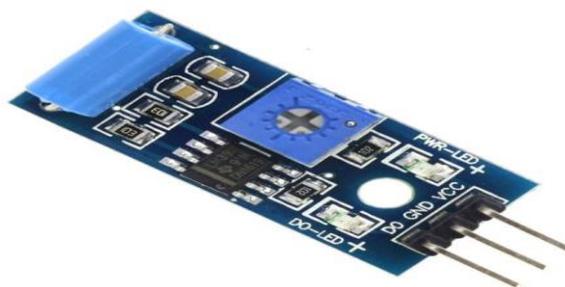


**Gambar 2.4 Datasheet Modul GSM SIM 8001**

**2.2.6 Sensor Getar SW-420**

Modul sensor SW-420 adalah sebuah sensor yang digunakan untuk mendeteksi getaran. Cara kerja sensor ini melibatkan satu pelampung logam yang bergetar di dalam tabung yang memiliki dua elektroda ketika sensor ini menerima getaran atau kejutan. Modul ini menghasilkan dua jenis *output*, yaitu *output digital* dengan nilai 0 atau 1, dan *output analog* berupa tegangan[19].

Spesifikasi teknis sensor getar SW420 dan visualisasi fisiknya dapat diakses melalui tabel 2.7 dan gambar 2.5.



**Gambar 2.5 Sensor Getar SW 420**

**Tabel 2.8 Spesifikasi Sensor Getar SW 420**

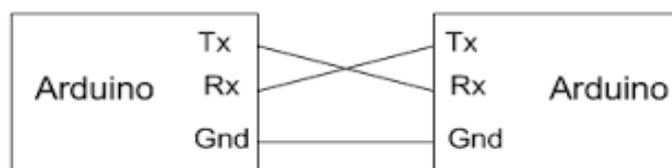
Model	Sensor Getar SW 420
Tegangan	3-5 Volt
<i>Output</i>	0 dan 1 ( <i>digital</i> )
Papan PCB	3.2 CM X 1.4 CM
Comparator	LM 393
Sinyal <i>Output</i>	>15 mA

### 2.2.7 Komunikasi Serial

Komunikasi serial adalah metode pengiriman data di mana informasi dikirim satu per satu pada interval waktu yang tetap, menggunakan hanya dua jalur data, yaitu *Transmitter* (Tx) sebagai pemancar dan *Receiver* (Rx) sebagai penerima. Kelebihan utama dari komunikasi serial adalah kemampuan untuk melakukan pengiriman dan penerimaan data pada jarak yang lebih besar dibandingkan dengan komunikasi paralel, meskipun dengan kecepatan yang relatif lebih lambat. Terdapat dua jenis komunikasi data serial, yaitu sinkron dan asinkron. Komunikasi serial sinkron memerlukan sinyal *clock* yang berfungsi untuk menjaga sinkronisasi antara pengirim dan penerima. Sinyal *clock* ini dinyalakan pada awal pengiriman setiap bit data, sehingga setiap perubahan bit data dapat dikenali oleh penerima melalui sinkronisasi menggunakan sinyal *clock*. Ini memastikan bahwa pengirim dan penerima berada dalam fase yang tepat dan menghindari kesalahan pembacaan data.

Di sisi lain, komunikasi serial asinkron adalah bentuk komunikasi serial yang tidak memerlukan sinyal *clock* sebagai alat sinkronisasi. Dalam metode ini, pengiriman data dimulai dengan bit awal yang dikenal sebagai *start* bit dan diakhiri dengan bit akhir yang dikenal sebagai *stop* bit. *Start* bit memberi tahu penerima bahwa data akan segera diterima, sementara *stop* bit menandakan akhir data. Metode ini memungkinkan fleksibilitas dalam pengiriman data dan lebih mudah diimplementasikan, tetapi kurang efisien dalam hal penggunaan *bandwidth* dan kecepatan dibandingkan dengan komunikasi serial sinkron[20].

Konsep dan konfigurasi dari asinkron komunikasi serial (*serial communication*) dapat dijelaskan secara visual melalui gambar 2.6. Gambar ini memberikan pandangan grafis yang membantu pemahaman tentang bagaimana data dikirim dan diterima melalui protokol komunikasi serial.



**Gambar 2.6 Asinkron Komunikasi Serial**