

## INTISARI

Bencana merupakan peristiwa atau serangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan baik oleh faktor alam atau faktor nonalam. Bencana alam merupakan bencana yang diakibatkan oleh serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor.

Tanah longsor merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau bebatuan, ataupun percampuran keduanya yang menuruni atau keluar lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng.

Tanah longsor dapat ditimbulkan oleh beberapa faktor seperti getaran, curah hujan serta berkurangnya kekuatan tanah yang menyangga suatu lereng, untuk mencegah timbulnya korban maka dibuatlah *Early Warning System* tanah longsor yang berfungsi sebagai alat yang akan memberitahu tanda tanda atau saat terjadi tanah longsor.

Tugas akhir ini memaparkan tentang mendeteksi penyebab tanah longsor dan saat terjadinya tanah longsor dengan cara mendeteksi getaran serta kemiringan tanah serta mendeteksi kelembaban tanah yang hasilnya akan diproses oleh Arduino Mega dan dikirim via *SMS* menggunakan modul SIM800L. Hasil perancangan kemudian diuji kinerjanya dengan cara uji parameter, uji kemiringan untuk mengetahui jarak jangkauan dan kualitas sinyal.

Kata kunci : *Early Warning System*, Arduino Mega, SIM800L, MPU6050.

## ABSTRACT

*A disaster is an event or a series of events that threat and disrupt the life that is caused by natural factors or non-natural factors. Meanwhile, natural disasters are a disaster that is caused by a series of events such as an earthquake, tsunami, volcanic eruption, floods, drought, typhoon, and landslides.*

*A landslide is a kind of soil or a rock mass movement, or also a mix of both, which descend out of the slope because of the disruption of stability the soil or rock-composing the slope.*

*A landslide can be caused by some factors such as vibrations, rainfalls, and also a reduction of the soil mass which sustains a slope. To prevent the appearance of victims, then there is made an Early Warning System of landslides which has a function as a tool that will give a warning or a sign when a landslide is coming off.*

*This final project explains about detects the cause of landslides and when a landslide is coming off by detects the vibration, the soil gradient, and the soil humidity. Then its result will be processed by Arduino Mega and will be sent through Short Message Service (SMS) by using the SIM800L module. Then, the result of this planning will be tested its performances by doing a parameter test and gradient test to know its range of distance and its signal quality. Keywords: Unmanned Aerial Vehicle (UAV), antenna, double biquad, telemetry.*

*Keyword : Early Warning System, Arduino Mega, SIM800L, MPU6050.*

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Bencana alam dapat mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang dapat mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis. Bencana alam sendiri merupakan peristiwa yang diakibatkan oleh serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam diantara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan, dan tanah longsor[1].

Tanah longsor merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun pencampuran keduanya yang menuruni lereng akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng. Penyebab tanah longsor merupakan gangguan kestabilan dari lereng yang dikontrol oleh kondisi morfologi (terutama kemiringan lereng), kondisi batuan ataupun tanah penyusun lereng dan kondisi hidrologi atau tata air pada lereng. Meskipun suatu lereng rentan atau berpotensi terjadi longsor namun lereng tersebut belum akan longsor atau terganggu kestabilannya tanpa dipicu oleh proses pemicu.

Proses pemicu tanah longsor dapat berupa peningkatan kandungan air dalam lereng, getaran pada lereng, peningkatan beban yang melampaui daya dukung tanah, serta pemotongan kaki lereng secara sembarangan yang mengakibatkan lereng kehilangan daya penyangga.

Untuk mencegah timbulnya korban maupun kerugian yang besar maka dibuatlah *early warning system* tanah longsor yang dapat memberikan peringatan dini serta mempercepat kegiatan evakuasi saat terjadi longsor. *Early warning system* tersebut bekerja dengan cara mendeteksi kemiringan serta getaran pada tanah dan intensitas air hujan yang terdapat pada daerah tersebut yang dapat menimbulkan terjadinya longsor. Saat penyebab terjadinya tanah longsor terdeteksi maka *early warning system* akan mengirimkan *sms* sebagai sinyal pertanda bahaya akan terjadinya tanah longsor ataupun saat terjadinya tanah longsor.

## B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah diperlukan guna mempermudah pelaksanaan maupun penulisan tugas akhir sehingga tidak menyimpang dari judul tugas akhir. Lingkup rumusan masalah dalam laporan tugas akhir ini dibatasi pada :

1. Karakteristik kinerja dari *early warning system* tanah longsor saat mendeteksi penyebab ataupun saat tanah longsor terjadi.
2. Desain dan realisasi *early warning system* tanah longsor.
3. Simulasi dan pengukuran parameter dari hasil perancangan *early warning system* tanah longsor.
4. Implementasi saat dilakukan komunikasi *early warning system* tanah longsor pada penerima.

## C. Batasan Masalah

Pembatasan masalah diperlukan untuk mempermudah pelaksanaan maupun penulisan tugas akhir sehingga tidak menyimpang dari judul tugas akhir. Lingkup pembatasan masalah dalam tugas akhir ini dibatasi pada :

1. Karakteristik kinerja dari *early warning system* tanah longsor.
2. Desain dan realisasi *early warning system* tanah longsor.
3. Hasil pengukuran dan analisa parameter dari hasil perancangan *early warning system* tanah longsor.
4. Hasil implementasi *early warning system* tanah longsor untuk komunikasi antara *EWS* ke penerima berupa kualitas sinyal.

## D. Maksud dan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah dan latar belakang yang telah diuraikan, berikut adalah tujuan dari pembuatan tugas akhir ini :

1. Secara Umum :
  - a. Merancang *early warning system* tanah longsor sebagai sistem peringatan dini terhadap bencana.

- b. Mensimulasikan melalui percobaan dengan alat peraga untuk *early warning system* tanah longsor.
  - c. Mengaplikasikan *early warning system* tanah longsor saat terdapat faktor penyebab tanah longsor dan saat terjadi tanah longsor.
2. Secara Khusus :

Untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam menempuh pendidikan Program Diploma III Teknologi Listrik, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada.

### E. Metodologi Tugas Akhir

Metodologi yang akan digunakan untuk pemecahan masalah di atas adalah dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Tahap Studi Pustaka dan Literatur  
Tahap pencarian sumber-sumber teori yang berkaitan dengan perancangan dan pembuatan sistem dan beberapa literatur yang mendukung proses pengerjaan tugas akhir.
2. Tahap Analisis dan Perancangan Alat  
Pada tahap ini dilakukan analisis dan perancangan alat dan rangkaian komponen secara umum menggunakan *flowchart*.
3. Tahap Implementasi dan Pengujian Alat  
Pada tahap ini dilakukan implementasi alat berdasarkan perancangan sebelumnya kemudian dilanjutkan dengan pengujian alat untuk memastikan bahwa alat yang dibuat bekerja dengan baik.
4. Tahap Pembuatan Laporan  
Pada tahap ini akan dilakukan penyusunan laporan akhir dan dokumentasi dari semua tahapan proses di atas berupa laporan yang berisi tentang dasar teori dan hasil tugas akhir ini.

## **F. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini penulis membagi pokok bahasan dalam lima bab, yaitu :

### **1. BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi pengerjaan, serta sistematika penulisan.

### **2. BAB II DASAR TEORI**

Pada bab ini berisi uraian konsep dan teori penunjang yang berhubungan dengan masalah yang diteliti dan diambil dari beberapa sumber referensi.

### **3. BAB III PERANCANGAN ALAT**

Pada bab ini berisi langkah-langkah dan metode penelitian selama proses pengerjaan tugas akhir dilakukan.

### **4. BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini terdiri dari data-data yang diperoleh selama proses pengujian sesuai dengan rumusan masalah yang telah disusun sebelumnya. Hasil yang didapat dibahas dan dijabarkan secara rinci.

### **5. BAB V PENUTUP**

Pada bab ini berisi kesimpulan dari pembahasan yang telah dibahas dan saran yang merupakan solusi atau tindak lanjut dari kesimpulan yang penulis telah ambil.

### **6. DAFTAR PUSTAKA**

Pada bab ini berisi tentang sumber-sumber referensi, jurnal, dan studi pustaka yang telah tercantum sebagai acuan penulis untuk penyelesaian tugas akhir.

### **7. LAMPIRAN**

Pada bab ini berisi tentang hasil pengolahan data, serta dokumentasi selama kegiatan pengerjaan tugas akhir berlangsung.

## BAB II

### DASAR TEORI

#### A. Pengertian Early Warning System

*Early warning system* atau sistem peringatan dini merupakan serangkaian sistem yang berfungsi untuk memberitahukan akan terjadinya suatu kejadian. Sistem peringatan dini akan memberitahukan pada masyarakat atas bencana yang akan terjadi merupakan tindakan memberikan informasi dengan bahasa yang mudah dicerna oleh masyarakat. Dalam keadaan kritis, secara umum peringatan dini merupakan suatu sistem penyampaian informasi yang dapat diwujudkan dalam bentuk sirine, kentongan ataupun pesan dalam bentuk lain sebagainya[2].

Membunyikan sirine atau kentongan saat akan terjadi bencana alam merupakan langkah untuk mengantarkan informasi kepada masyarakat dengan harapan agar masyarakat dapat merespon informasi tersebut dengan cepat dan tepat. Kesigapan dan kecepatan reaksi masyarakat diperlukan untuk mengantisipasi korban saat terjadi bencana dengan waktu yang sempit antara dikeluarkannya informasi dengan saat dugaan datangnya bencana.



**Gambar 2.1** *Early Warning System*

Tujuan dari sistem peringatan dini ditujukan untuk masyarakat dalam menghadapi bencana mengingat secara geologis dan klimatologis wilayah Indonesia termasuk daerah rawan bencana alam. Diharapkan dengan adanya *early warning system* dapat dikembangkan upaya-upaya yang tepat untuk mengantisipasi atau paling tidak mengurangi dampak yang dapat ditimbulkan dari bencana alam bagi masyarakat.

Keterlambatan dalam menangani bencana alam dapat menimbulkan kerugian yang semakin besar bagi masyarakat.

Target dari *early warning system* atau sistem peringatan dini adalah masyarakat ataupun aparat, terutama yang tinggal di daerah rawan bencana dimana keterlibatan masyarakat sangat penting dalam penanggulangan bencana serta mencegah timbulnya korban baik jiwa maupun material yang lebih besar.

## B. Early Warning System Tanah Longsor

*Early warning system* tanah longsor merupakan sistem peringatan dini bencana alam tanah longsor yang bertujuan untuk mendeteksi faktor-faktor penyebab terjadinya tanah longsor. Sistem peringatan dini tanah longsor tersebut dibuat dengan mendeteksi 4 parameter yaitu getaran, kemiringan tanah, kebasahan tanah, serta timbunan tanah. Bertujuan untuk membantu dalam penanganan terjadinya bencana alam dalam mendeteksi sebelum terjadinya tanah longsor, mendeteksi saat terjadinya tanah longsor, serta mempercepat penyampaian informasi kepada aparat yang berwenang saat terjadi tanah longsor sehingga penanganan tanah longsor dapat dengan segera dilaksanakan dimana semakin cepat penanganan suatu bencana maka korban baik korban jiwa maupun material dapat diminimalisir.

Sistem peringatan dini tanah longsor telah dipublikasikan pada beberapa karya ilmiah sebelumnya dimana fokus pada *EWS* tersebut merupakan *EWS* berbasis *Internet Of Things* yang menggunakan *accelerometer* untuk masukannya dan menggunakan NodeMCU untuk mengirimkan informasi melalui internet dan ditampilkan kedalam *web browser*. Untuk sistem *EWS* kali ini telah dilakukan modifikasi dengan menggunakan 3 buah masukan yaitu sensor kelembaban, *accelerometer*, serta limit switch dengan keluaran berupa indikator LED dan pengiriman sinyal pemberitahuan dalam bentuk SMS.

Pengiriman informasi kepada masyarakat ataupun aparat dalam sebuah SMS merupakan cara agar dapat memberitahukan secara cepat potensi atau ancaman hingga terjadinya bencana dimana penggunaan SMS lebih dapat diandalkan daripada penggunaan media internet karena dengan menggunakan NodeMCU maka dibutuhkan



sebuah perangkat seperti wifi untuk memancarkan sinyal internet sedangkan penggunaan GSM SIM 800L lebih mudah karena hanya menggunakan 1 modul dan pada dasarnya EWS dipasang pada daerah terpencil yang besar kemungkinan memiliki sinyal internet yang tidak stabil.



**Gambar 2.2** Tanah Longsor

### C. Parameter *Early Warning System* Tanah Longsor

Sistem peringatan dini atau *early warning system* merupakan sistem peringatan yang mengolah data-data faktor penyebab terjadinya bencana seperti tanah longsor. Sistem peringatan dini tanah longsor membutuhkan beberapa parameter sebagai fenomena yang diamati untuk mengamati resiko terjadinya bencana tanah longsor. Berikut merupakan parameter yang diamati dalam *early warning system* tanah longsor :

#### 1. Getaran

*Early warning system* tanah longsor mendeteksi getaran yang terjadi dilokasi *EWS* tersebut dipasang. Getaran merupakan faktor yang dapat memicu terjadinya tanah longsor dimana getaran yang dimaksud dapat berasal dari gempa bumi, kegiatan pertambangan, mesin, ataupun getaran yang dapat diakibatkan oleh lalu lintas kendaraan

#### 2. Sudut Kemiringan *Early Warning System*

Sudut kemiringan merupakan salah satu parameter dari *early warning system* tanah longsor untuk menentukan posisi dari *EWS* tersebut. Saat terjadi longsor dimungkinkan posisi *EWS* tersebut terbolak-balik ataupun bergeser menurun

mengikuti pergerakan tanah longsor sehingga sudut kemiringan dari *EWS* dapat digunakan sebagai parameter untuk menentukan terjadinya tanah longsor pada wilayah yang diamati.

### 3. Intensitas Curah Hujan

Curah hujan merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya tanah longsor karena air hujan dapat memasuki pori-pori tanah maupun celah dan rongga-rongga tanah yang terbuka dimana meningkatnya intensitas air didalam tanah menyebabkan air memenuhi rongga tanah dan dapat menyebabkan pergeseran tanah yang dapat menyebabkan erosi tanah yang dapat terjadi tanah longsor. Kondisi lereng yang gundul dimana hanya terdapat sedikit pepohonan merupakan wilayah yang rawan terjadi longsor karena saat hujan tiba air akan mudah untuk mengikis tanah lereng tersebut.

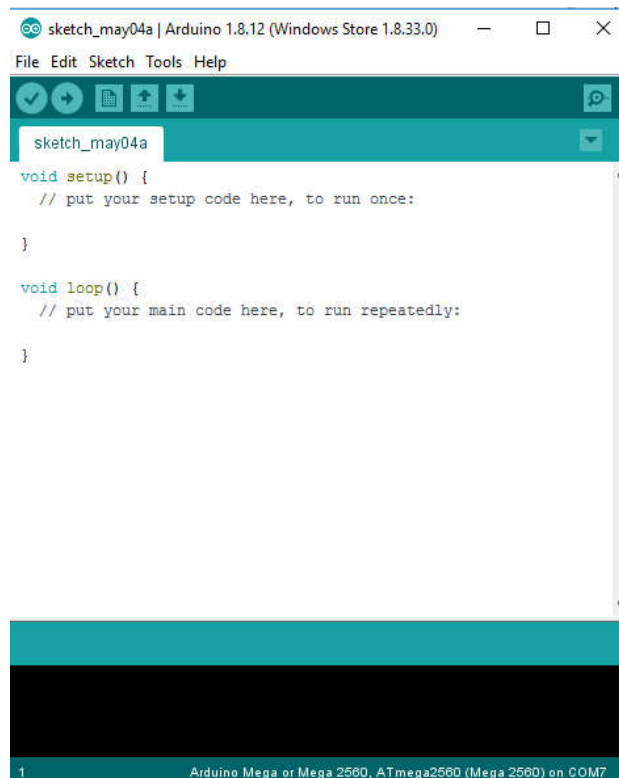
### 4. Terjadinya Longsoran

Terjadinya tanah longsor merupakan parameter *early warning system* untuk mengirimkan sinyal pemberitahuan telah terjadi bencana kepada masyarakat ataupun aparat. *Early warning system* tanah longsor didesain untuk mendeteksi terjadinya tanah longsor dengan mengamati nilai kemiringan *EWS* ataupun saat *EWS* tertimbun tanah ataupun *EWS* tersebut bergerak akibat pergerakan tanah yang mengalami longsor.

## D. Software Arduino IDE

IDE Arduino adalah *software* yang disediakan pada situs [arduino.cc](http://arduino.cc) yang bertujuan sebagai perangkat pengembang *sketch* yang digunakan sebagai program yang selanjutnya diunggah pada papan Arduino. IDE merupakan singkatan dari *Integrated Development Environment* atau dalam bahasa indonesia merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut lingkungan karena melalui software ini arduino melakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dinamakan melalui sintaks pemrograman. Arduino sendiri menggunakan bahasa pemrograman yang menyerupai bahasa C, bahasa

pemrograman arduino sudah dilakukan perubahan untuk mempermudah pengguna dalam memprogram arduino tersebut.



**Gambar 2.3** *Layout* Arduino IDE

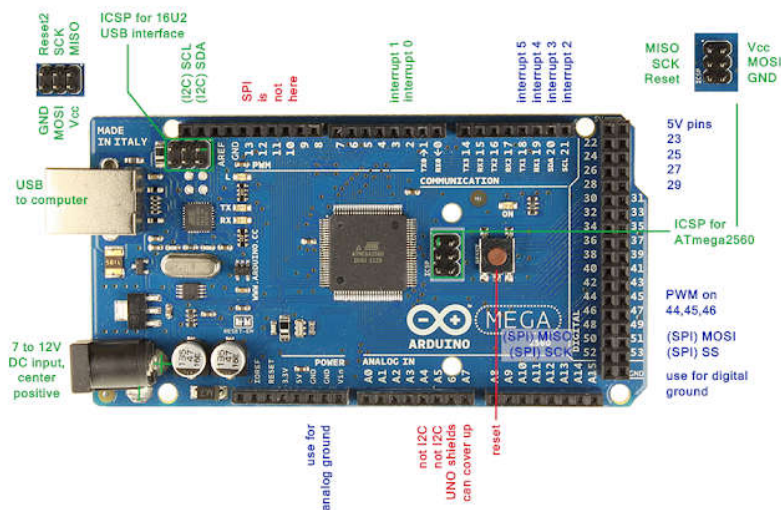
### E. Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 adalah pengendali mikro papan tunggal yang bersifat sumber terbuka yang dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik untuk berbagai bidang. Pengendali mikro tersebut menggunakan sebuah *ic* mikrokontroler Atmega 2560 dan memiliki 54 buah pin digital input, 16 buah analog input, dan 4 UART. Arduino Mega dapat diprogram menggunakan aplikasi Arduino IDE yang memungkinkan anda untuk meng-unggah kode baru kedalam papan Arduino mega 2560[3].

Spesifikasi Arduino Mega 2560 :

1. Mikrokontroler Atmega2560

2.	Tegangan operasional	5 V
3.	Tegangan Input(rekomendasi)	7-12 V
4.	Tegangan Input(limit)	6-20 V
5.	Pin digital I/O	54
6.	Pin analog input	16
7.	Arus DC per pin I/O	20 mA
8.	Arus DC untuk pin 3.3 V	50 mA
9.	Memori Flash	256 kB
10.	SRAM	8 kB
11.	EEPROM	4 kB
12.	Clock speed	16 MHz
13.	LED_BUILTIN	13
14.	Panjang	101.52 mm
15.	Lebar	53.3 mm
16.	Berat	37 g



### Gambar 2.4 Arduino Mega 2560

### F. MPU 6050 gy-521

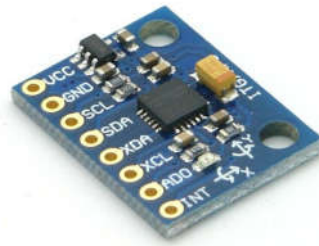
MPU 6050 gy-521 merupakan sensor yang mengkombinasikan 3 *axis gyroscope* dan 3 *axis accelerometer* dengan sebuah *board digital motion processor*. Pada modul MPU 6050 juga terdapat sensor temperature yang dapat digunakan untuk mengukur

suhu lingkungan dari sensor MPU 6050 itu sendiri. Modul MPU 6050 digunakan pada *EWS* karena efektif untuk mendeteksi kemiringan dari *EWS* tanah longsor ataupun untuk mendeteksi getaran yang berada dilingkungan *EWS* tanah longsor sebagai parameter yang dideteksi oleh *EWS* itu sendiri.

Hasil deteksi kemiringan yang dikeluarkan oleh sensor MPU 6050 memiliki gangguan atau *galat* untuk itu dibutuhkan filter digital yang digunakan untuk memperbaiki pembacaan dari modul MPU 6050 tersebut.

MPU 6050 digunakan untuk membaca sudut posisi dari *EWS* tanah longsor untuk menentukan perpindahan posisi dari *EWS* tersebut yang merupakan indikator dari terjadinya getaran ataupun tanah longsor pada daerah *EWS* tersebut bekerja. Pada *EWS* tanah longsor digunakan akselerometer pada MPU 6050 untuk menentukan posisi dari sumbu x,y, dan z dengan menggunakan rumus trigonometri untuk menguraikan hasil pembacaan dari MPU 6050 menjadi suatu nilai vektor yang digunakan sebagai parameter kemiringan tanah oleh *early warning system* tanah longsor. Penggunaan metode filtering digunakan untuk mengurangi nilai galat yang dihasilkan dari data mentah pembacaan *accelerometer* pada MPU 6050 yang mengurangi keakurasian dari pembacaan MPU 6050. Berikut merupakan spesifikasi dari modul MPU 6050 gy-521.[4]

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 1. Tegangan kerja   | 3-5 V                        |
| 2. <i>Gyroscope range</i>                                     | +250 500 1000 2000* / s      |
| 3. <i>Acceleration range</i>                                  | $\pm 2 \pm 4 \pm 8 \pm 16$ g |
| 4. Komunikasi standard I2C                                    |                              |
| 5. <i>Chip built-in</i> 16 bit ADC, 16 bit <i>data output</i> |                              |
| 6. Jarak antara pin header                                    | 2.54 mm                      |
| 7. Dimensi modul  | 20.3 mm x 15.6 mm            |



**Gambar 2.5** MPU 6050 gy-521

### **G. Capacitive Soil Moisture Sensor**

*Capacitive soil moisture sensor* merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi tingkat kelembaban air dalam tanah. *Capacitive soil moisture sensor* digunakan untuk mendeteksi kelembaban air dalam tanah yang digunakan sebagai parameter intensitas hujan yang merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya tanah longsor.

Sensor kelembaban kapasitif bekerja dengan mendeteksi kelembaban tanah berdasarkan kapasitansi yang berbeda dengan sensor kelembaban pada umumnya, sensor kelembaban tanah pada umumnya mendeteksi kelembaban tanah berdasarkan resistansi. Sensor kelembaban tanah bertipe kapasitansi memiliki kelebihan pada kemampuan untuk meminimalisir pengaruh aktivitas ionisasi yang umumnya terjadi pada tanah yang dibudidayakan karena pengaruh oleh pupuk yang digunakan pada tanah budidaya yang dapat membuat sensor kelembaban non-kapasitif tidak akurat dalam hal pembacaan kelembaban tanah.

Sensor kelembaban kapasitif bekerja seperti sebuah kapasitor yaitu bekerja dengan cara mengukur intensitas kelembaban tanah dimana saat kelembaban tinggi maka akan mempengaruhi *timing charge* dan *discharge* dari kapasitor tersebut dan *ic* pada sensor kelembaban berfungsi sebagai timer dan rangkaian pada sensor kelembaban akan mengkonversi perubahan *timing charge* dan *discharge* kapasitor menjadi bentuk analog output yang dapat dideteksi oleh mikrokontroler.

Pada *EWS* tanah longsor sensor kelembaban tanah dibenamkan kedalam tanah namun dilindungi oleh mekanisme dari alas *EWS* tanah longsor untuk meminimalisir terjadinya kerusakan saat tertimbun tanah serta sensor kelembaban digunakan karena pada kondisi tanah yang gundul ataupun tidak terdapat pepohonan dapat dipastikan

akan terjadi tanah longsor saat tanah dalam kondisi basah. Berikut merupakan spesifikasi dari sensor kelembaban tanah yang digunakan pada *early warning system* tanah longsor[5].

1. Tegangan kerja	3.3 – 5.5 V
2. Tegangan keluaran	0 – 3 V
3. Arus kerja	5 mA
4. Dimensi	3.86 x 0.905 inch (panjang x lebar)
5. Berat	15 g



**Gambar 2.6** *Capacitive soil moisture sensor*

## H. GSM SIM 800L

Modul gsm sim 800l merupakan suatu modul GSM yang dapat mengakses GPRS untuk pengiriman data yang memiliki dimensi yang kecil sehingga cocok diaplikasikan pada perancangan alat elektronik yang didesain *portable*. Penggunaan SIM 800L dinilai efektif karena pemasangan *EWS* tanah longsor berada di daerah yang jauh dari perkotaan dan memiliki sinyal internet yang tidak baik. Untuk itu pengiriman sinyal pemberitahuan dalam bentuk *SMS* karena dinilai efektif digunakan pada daerah dengan kualitas sinyal yang tidak terlalu baik. Selain itu SIM 800L juga menggunakan *provider* jaringan yang memiliki kualitas sinyal yang bagus pada daerah *EWS* tanah longsor akan dipasang untuk memaksimalkan pengiriman sinyal pemberitahuan saat terdapat faktor penyebab tanah longsor[6].