

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Gerakan Tanah**

Pergerakan tanah adalah salah satu proses perpindahan massa tanah/batuan dengan arah gerak, mendatar atau miring dari kedudukan semula dikarenakan pengaruh gravitasi, arus air dan beban luar. Definisi gerakan tanah yang dimaksud tidak termasuk erosi, aliran lahar, amblesan, penurunan tanah karena konsolidasi dan pengembangan. Sedangkan longsor adalah suatu proses perpindahan massa tanah/batuan dengan arah miring dari kedudukan semula, sehingga terpisah dari massa yang mantap dikarenakan pengaruh gravitasi dengan jenis gerakan berbentuk rotasi dan tranlasi (Anry, 2013).

#### **2.2 Tanah Longsor**

Menurut (Khadiyanto, 2010) Tanah Longsor adalah suatu konsekuensi fenomena dinamis alam untuk mencapai kondisi baru akibat gangguan keseimbangan lereng yang terjadi, baik secara alamiah maupun akibat ulah manusia. Gerakan tanah akan terjadi pada suatu lereng, jika ada keadaan ketidakseimbangan yang menyebabkan terjadinya suatu proses mekanis, mengakibatkan sebagian dari lereng tersebut bergerak mengikuti gaya gravitasi, dan selanjutnya setelah terjadi longsor, lereng akan seimbang atau stabil kembali. Longsor merupakan pergerakan massa tanah atau batuan menuruni lereng mengikuti gaya gravitasi akibat terganggunya kestabilan lereng.

Daerah perbukitan atau pegunungan yang membentuk lahan miring merupakan daerah rawan terjadi gerakan tanah. Kelerengan dengan kemiringan lebih dari  $20^\circ$  memiliki potensi untuk bergerak atau longsor, namun tidak selalu lereng atau lahan yang miring punya potensi untuk longsor tergantung dari kondisi geologi yang bekerja pada lereng tersebut.

Prinsipnya tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan. Faktor-faktor penyebab tanah longsor antara lain : hujan, lereng terjal, tanah yang kurang padat dan tebal, batuan yang kurang kuat, jenis tata lahan, getaran, susut muka air danau atau bendungan, adanya beban tambahan, pengikisan/erosi, adanya material timbunan pada tebing, bekas longsor lama, adanya bidang diskontinuitas (bidang tidak sinambung), penggundulan hutan.

### **2.2.1 Jenis-Jenis Longsor**

Ada 6 jenis longsor (Subowo, 2003), yaitu:

#### **a. Longsor Translasi**

Longsor translasi adalah ber-geraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai. Ilustrasi longsor translasi dapat dilihat pada gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Longsoran translasi

b. Longsoran Rotasi

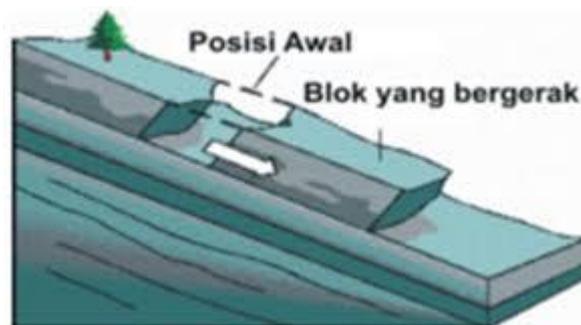
Longsoran rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung. Ilustrasi longsoran rotasi dapat dilihat pada gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Longsoran Rotasi

c. Pergerakan Blok

Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsoran ini disebut juga longsoran translasi blok batu. Ilustrasi longsoran blok dapat dilihat pada gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Pergerakan Blok

d. Runtuhan Batuan

Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah. Ilustrasi longsoran Batuan dapat dilihat pada gambar 2.4.

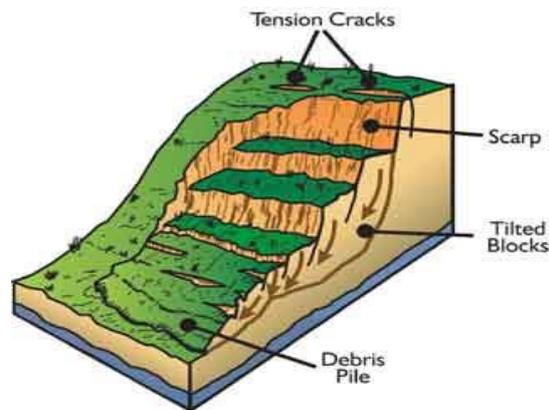


**Gambar 2.4** Runtuhan Batuan

e. Rayapan Tanah

Rayapan tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang-

tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah. Ilustrasi longsoran rayapan tanah dapat dilihat pada gambar 2.5



**Gambar 2.5** Rayapan Tanah

f. Aliran Bahan Rombakan

Jenis tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Di beberapa tempat bisa sampai ribuan meter seperti di daerah aliran sungai disekitar gunungapi. Aliran tanah ini dapat menelan korban cukup banyak. Ilustrasi longsoran translasi dapat dilihat pada gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Aliran bahan rombakan

Jenis longsor translasi dan rotasi paling banyak terjadi di Indonesia. Sedangkan longsor yang paling banyak memakan korban jiwa manusia adalah aliran bahan rombakan (Subowo, 2003).

### **2.3 Tanah Laterit (Merah)**

Tanah laterit memiliki warna merah bata karena mengandung banyak zat besi dan aluminium. Di Indonesia sendiri tanah ini sepertinya cukup familiar di berbagai daerah, terutama di daerah desa dan perkampungan. Tanah laterit termasuk dalam jajaran tanah yang sudah tua sehingga tidak cocok untuk ditanami tumbuhan apapun dan karena kandungan yang ada di dalamnya, tanah ini juga tanah yang sering melebur serta bertekstur tidak padat. Persebarannya sendiri di Indonesia meliputi Kalimantan, Lampung, Jawa Barat, dan Jawa Timur (Yulia, 2015).

### **2.4 Monitoring**

Menurut (Caesar, dkk, 2016) Monitoring adalah proses rutin pengumpulan data dan pengukuran kemajuan atas objektif program. Memantau perubahan yang fokus pada proses dan keluaran. Monitoring menyediakan data dasar untuk menjawab permasalahan. Monitoring akan memberikan informasi tentang status dan kecenderungan bahwa pengukuran dan evaluasi yang diselesaikan berulang dari waktu ke waktu, pemantauan umumnya dilakukan untuk tujuan tertentu, untuk memeriksa terhadap proses suatu objek atau untuk mengevaluasi kondisi atau kemajuan menuju tujuan hasil manajemen atas efek tindakan dari beberapa jenis tindakan untuk mempertahankan manajemen yang sedang berjalan.

## 2.5 *Internet of Thing (IOT)*

Menurut (Galih, dkk, 2017) *Internet of Thing (IoT)* adalah sebuah konsep dan paradigma yang memungkinkan kehadiran secara pervasif dari berbagai “sesuatu/*thing*/obyek” yang dapat berinteraksi dan bekerjasama dengan obyek lain untuk menghasilkan layanan baru untuk mencapai tujuan tertentu. Teknologi-teknologi pendukung IoT diantaranya adalah sensor *network*, *RFID*, *M2M*, *mobile internet*, *IPV6*, *semantic data integration*, *semantic search*. Teknologi tersebut dapat dikelompokkan dalam tiga kategori :

1. Teknologi yang dapat membuat “sesuatu (*thing*)” mendapatkan informasi kontekstual,
2. Teknologi yang dapat membuat “sesuatu (*thing*)” memproses informasi kontekstual,
3. Teknologi untuk meningkatkan keamanan dan privasi.

Kedua kategori dikenal sebagai bagian fungsional untuk memberikan “kecerdasan/intelegensia” pada “sesuatu (*thing*)”. Kecerdasan inilah yang membedakan IoT dari teknologi internet biasa. Implikasi dari pengembangan IoT adalah bahwa lingkungan, kota, bangunan, kendaraan, pakaian, perangkat portabel dan obyek-obyek lainnya akan memiliki informasi yang berkaitan dengannya dan memiliki kemampuan untuk melakukan penginderaan, berkomunikasi, membentuk jaringan dan menghasilkan informasi baru (Galih, 2017).

Teknologi *Internet of Thing* mengintegrasikan perangkat seperti perangkat elektronik personal, perangkat komunikasi, perangkat hiburan dan sebagainya dengan *cloud* (layanan internet, layanan *broadcast*, layanan telekomunikasi, media

sosial) melalui “pipa” berupa jaringan telekomunikasi, komunikasi data internet maupun jaringan kabel.

## 2.6 NodeMCU

Menurut (Budi, 2017) NodeMCU pada dasarnya adalah pengembangan dari ESP8622 dengan firmware berbasis Lua. Pada Node dilengkapi dengan micro usb port yang berfungsi untuk pemrograman maupun power supply. NodeMCU dilengkapi dengan dua buah tombol push button yaitu tombol reset dan flash. Perangkat NodeMCu dapat dilihat pada gambar 2.7.



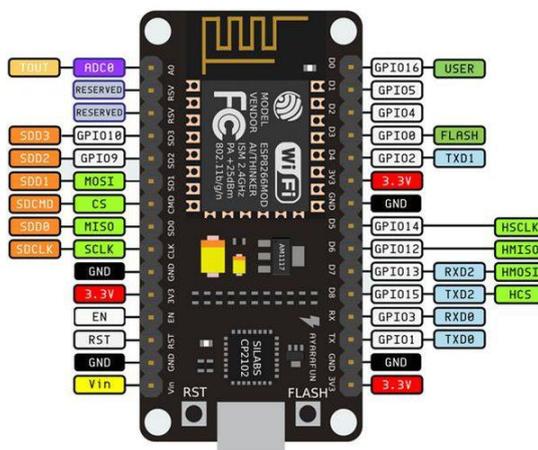
**Gambar 2.7** NodeMCU

NodeMCU menggunakan bahasa pemrograman Lua yang merupakan package dari esp8299. Bahasa Lua memiliki logika dan susunan pemrograman yang sama dengan c hanya berbeda pada syntax. Jika menggunakan bahasa Lua maka dapat menggunakan tool Lua loader maupun Lua uploder. Bahasa Lua NodeMCU juga support dengan software Arduino IDE dengan melakukan sedikit perubahan pada board manager pada Arduino IDE. Board ini harus di Flash terlebih dahulu agar support terhadap tool yang akan digunakan. Jika menggunakan Arduino IDE menggunakan firmware yang cocok yaitu firmware keluaran dari Ai-hinker yang

support AT Command. Penggunaan tool Lua loader Firmware yang digunakan adalah firmware NodeMCU. Berikut spesifikasi dari NodeMCU DevKit v3 :

- *Wi-Fi* Module ESP-12E *module* sama dengan ESP-12 *module* tetapi dengan tambahan 6 GPIO.
- USB 4 micro USB port for *power*, *programming* dan *debugging*
- Pin Header - 2x 2.54mm, 15 pin header GPIO, SPI, UART, ADC, dan pin catu daya
- Tombol Reset and Flash
- Power supply 5V via micro USB port

NodeMCU dapat bekerja sendiri (standalone) sebagai microprocessor tanpa bantuan board arduino atau yang lainnya. Gambar mapping pin NodeMCU dapat dilihat pada gambar 2.8.



**Gambar 2.8** Mapping pin NodeMCU V3

## 2.7 Sensor MPU-6050 (6 Axis GY-521)

Menurut (Invensense, 2011) Sensor MPU-6050 GY-521 (sensor sudut) adalah sebuah modul yang berbasis pada chip MPU6050 produksi perusahaan

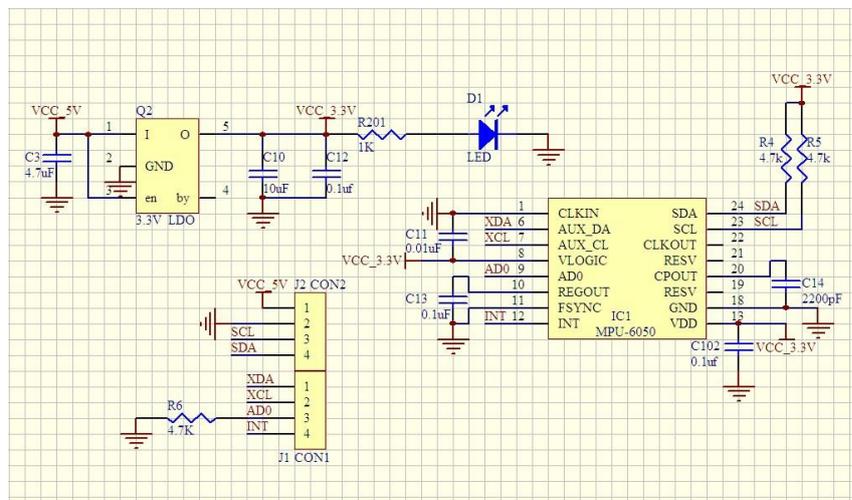
InvenSense. Chip ini terdiri dari dua buah sensor, yaitu accelerometer 3 axis dan gyroscope 3 axis yang menggunakan teknologi Micro Electro-Mechanical System (MEMS). MPU6050 ini adalah sensor deteksi gerakan pertama kali didunia yang menggunakan daya rendah, murah dan berkemampuan tinggi untuk tablet, smartphone dan perangkat lainnya. Sensor accelerometer MPU 6050 dapat dilihat pada gambar 2.9.



**Gambar 2.9** Sensor MPU-6050

MPU6050 selain memiliki kedua sensor tersebut, terdapat juga *Digital Motion Processor* (DMP) yang dapat memproses algoritma hingga 9 sumbu gerakan gabungan, dengan 3 sumbu gerakan tambahan oleh sensor magnetometer yang dikomunikasikan secara eksternal melalui protocol I<sup>2</sup>C. Kemampuan internal dari *chip* ini dapat dinonaktifkan oleh pengguna dan untuk memperoleh data pembacaan sensor, dapat secara langsung melalui protocol I<sup>2</sup>C dengan mencantumkan alamat register berupa *hexadecimal* yang tersedia. Nilai keluaran MPU6050 ini berupa nilai tegangan yang telah dikonversi oleh *Analog to Digital Converter* (ADC) dengan resolusi 16 bit yang terdapat pada *chip* yang selanjutnya dikirim melalui I<sup>2</sup>C ketika perintah dipanggil. Fitur *interrupt* eksternal juga tersedia padad *chip* ini yang dapat digunakan apabila DMP diaktifkan. (Invensense, 2011).

*Board* sensor GY-521 ini memiliki rangkaian elektronik tambahan untuk menunjang *chip* sensor, supaya mudah untuk digunakan. Beberapa rangkaian yang tersedia adalah regulator tegangan 3,3 volt, tahanan *pull-up* pada pin SDA dan SCL. Berikut ini merupakan skema rangkaian pada *board* GY-521. (Invensense, 2011). Skema rangkaian modul sensor MPU 6050 dapat dilihat pada gambar 2.10.



**Gambar 2.10** Skema rangkaian modul sensor MPU-6050

### 2.7.1 *Accelerometer*

*Accelerometer* adalah suatu sensor yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran, mengukur percepatan gravitasi bumi, dan dapat juga digunakan untuk mendeteksi perubahan posisi pada suatu perangkat, serta menghitung nilai perubahannya. Prinsip kerja dari sensor ini adalah mendeteksi gaya yang dirasakan oleh sensor sehingga menyebabkan perubahan tegangan dan kapasitansi yang ada didalam MEMS. MEMS terdiri dari dua buah lempeng silikon yang mengapit sebuah lempeng polisilikon yang dapat bergetar sehingga mengubah nilai kapasitansinya. Sensor ini akan mendeteksi gaya percepatan pada tiga sumbu, yaitu sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z berdasarkan

pengaruh percepatan bumi. Percepatan dapat diukur dalam satuan SI, seperti meter per detik kuadrat ( $m/s^2$ ), untuk percepatan gravitasi bumi diukur dalam satuan *g-force* (G) dimana  $1G = 9,8m/s^2$ . Berikut ini adalah fitur yang disediakan oleh sensor MPU6050 untuk *accelerometer*:

- a. *Digital-output accelerometer 3 axis* yang dapat diprogram penuh dengan rentang skala dari  $\pm 2g$ ,  $\pm 4g$ ,  $\pm 8g$ , dan  $\pm 16g$ .
- b. Resolusi 16-bit ADC yang telah terintegrasi memungkinkan dalam pengambilan sampel secara simultan pada *accelerometer*, sedangkan tidak memerlukan *multiplexer* eksternal.
- c. Pengoprasian normal *accelerometer* pada arus:  $500\mu A$ .
- d. Mode daya rendah *accelerometer* pada arus:  $10\mu A$  pada 1.25Hz,  $20\mu A$  pada 5Hz,  $60\mu A$  pada 20Hz,  $110\mu A$  pada 40Hz.
- e. Mendeteksi orientasi dan sinyal.
- f. Mendeteksi ketukan.
- g. Interupsi *user-programmable*.
- h. Interupsi *High-G*.
- i. Pengguna *self-test*.

### 2.7.2 Gyroscope

*Gyroscope* adalah suatu sensor yang berfungsi untuk mengukur orientasi berdasarkan prinsip momentum sudut. Prinsip kerja dari sensor ini adalah mengukur gerak rotasi pada satu poros sumbu dan akan dihitung dalam satuan radian per detik ( $rad/s$ ). Gerakan yang melingkar akan dirasakan oleh sensor berbasis MEMS yang berbentuk seperti piringan yang didalamnya terdapat sebuah

bandul dengan pegas yang dapat bergetar sehingga ketika gaya rotasi dirasakan oleh sensor, maka akan menggeser posisi dari bandul tersebut. Berikut ini adalah fitur yang disediakan oleh sensor MPU6050 untuk *gyroscope*:

- a. *Digital-output X-, Y-, dan Z-Axis* nilai sudut sensor (*gyroscope*) dengan suatu *user-programmable full-rentang* skala dari  $\pm 250$ ,  $\pm 500$ ,  $\pm 1000$ , dan  $\pm 2000^\circ/\text{detik}$ .
- b. Sinyal sync eksternal yang terhubung dengan pin FSYNC mendukung gambar, video dan sinkronisasi GPS.
- c. Resolusi 16-bit ADC yang telah terintegrasi memungkinkan untuk pengambilan sampel secara simultan dari *gyros*.
- d. Peningkatan stabilitas bias dan sensitivitas suhu yang dapat mengurangi kebutuhan bagi pengguna kalibrasi.
- e. Peningkatan kinerja *noise* frekuensi rendah.
- f. *Digital-programmable low-pass filter*.
- g. *Gyroscope* beroperasi pada arus: 3.6mA.
- h. *Standby* pada arus:  $5\mu\text{A}$ .
- i. Pabrik yang mengkalibrasi dengan tingkat sensitivitas faktor berskala.
- j. Pengguna *self-test*.

Sensor MPU6050 akan mendeteksi perubahan percepatan linear dan sudut. Apabila yang digunakan dari sensor MPU6050 bagian *accelerometer*-nya dengan skala maksimal, percepatan linearnya sebesar  $\pm 2g$ . Nilai raw data ini belum diubah dalam bentuk g untuk *accelerometer*. Mengubah nilai raw data tersebut, digunakan langkah konversi, langkah ini mengubah nilai raw data sensor MPU6050 menjadi

maksimal, pembacaan sensor sebesar 2g. Selain itu langkah ini juga mendapatkan nilai resultan dari MPU6050. Nilai resultan ini berfungsi untuk mendefinisikan pergerakan tanah. Persamaan yang digunakan untuk menentukan resultan *accelerometer* dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$Acc = \sqrt{AccX^2 + AccY^2 + AccZ^2}$$

Penjelasan :

*Acc* = Resultan data dari 3 axis *Accelerometer*

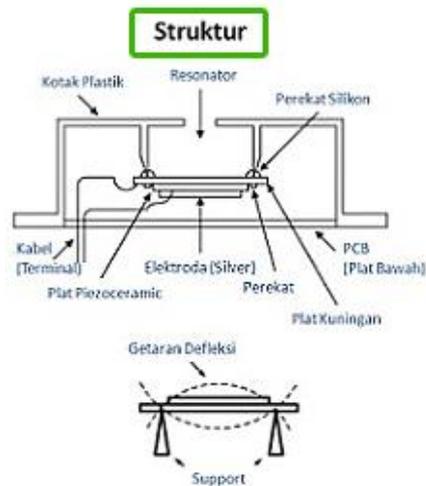
*AccX* = Nilai axis X *Accelerometer*

*AccY* = Nilai axis Y *Accelerometer*

*AccZ* = Nilai axis Z *Accelerometer*

## 2.8 Buzzer

Menurut (Caesar, dkk, 2016) Buzzer Listrik adalah sebuah komponen elektronika yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi getaran suara. *Buzzer* merupakan sebuah perangkat audio sering digunakan pada rangkaian anti-maling, Alarm pada Jam Tangan, Bel Rumah, peringatan mundur pada Truk dan perangkat peringatan bahaya lainnya. Jenis *Buzzer* yang sering ditemukan dan digunakan adalah *Buzzer* yang berjenis *Piezoelectric*, hal ini dikarenakan *Buzzer Piezoelectric* memiliki berbagai kelebihan seperti lebih murah, relatif lebih ringan dan lebih mudah dalam menggabungkannya ke rangkaian elektronika lainnya. *Buzzer* yang termasuk dalam keluarga Transduser ini juga sering disebut dengan *Beeper*. Struktur *buzzer* dapat dilihat pada gambar 2.11.



**Gambar 2.11** Struktur *buzzer*

*Piezo Buzzer* dapat bekerja dengan baik dalam menghasilkan frekuensi di kisaran 1 – 5 kHz hingga 100 kHz untuk aplikasi *Ultrasound*. Tegangan Operasional *Piezoelectric Buzzer* yang umum biasanya berkisar diantara 3Volt hingga 12 Volt. Bentuk *buzzer* dapat dilihat pada gambar 2.12.



**Gambar 2.12** Bentuk *buzzer*

## 2.9 Teori Program

### 2.9.1 Database Mysql

Menurut (Raharjo, 2011:21-22), *Mysql* mengimplementasikan model *database* relasional maka disebut sebagai *Relational Database Management System/RDBMS*. *Mysql* merupakan *software RDBMS* atau *server database* yang dapat mengelola *database* dengan sangat cepat, dapat menampung data dalam jumlah sangat besar, dapat diakses oleh banyak *user/multi-user*, dan dapat

melakukan suatu proses secara sinkron atau berbarengan/*multi-threaded*. *Mysql* banyak digunakan di berbagai kalangan untuk melakukan penyimpanan dan pengolahan data, mulai dari kalangan akademis sampai ke industri, baik industri kecil, menengah, maupun besar.

### **2.9.2 PHP (*Hypertext Preprocessor*)**

Menurut (Anhar 2010:3), PHP singkatan dari *PHP: Hypertext Preprocessor* yaitu bahasa pemrograman *web server-side* yang bersifat *open source*. PHP merupakan *script* yang terintegrasi dengan HTML dan berada pada *server (server side HTML embedded scripting)*. PHP adalah *script* yang digunakan untuk membuat halaman *website* yang dinamis. Dinamis berarti halaman yang akan ditampilkan dibuat saat halaman itu diminta oleh *client*. Mekanisme ini menyebabkan informasi yang diterima *client* selalu yang terbaru atau *up to date*. Semua *script* PHP dieksekusi pada *server* di mana *script* tersebut dijalankan. PHP merupakan bahasa pemrograman berbasis *server side* yang dapat melakukan *parsing script* php menjadi *script web* sehingga dari sisi *client* menghasilkan suatu tampilan yang menarik.

### **2.9.3 HTML (*HyperText Markup Language*)**

Menurut (Anhar, 2010:40), HTML adalah sekumpulan simbol-simbol atau *tag-tag* yang dituliskan dalam sebuah *file* yang digunakan untuk menampilkan halaman pada *web browser*. *Tag-tag* HTML selalu diawali dengan *<x>* dan diakhiri dengan *</x>* dimana x tag HTML itu seperti b, i, u dll. HTML merupakan suatu bahasa yang dikenali oleh *web browser* untuk menampilkan informasi seperti teks, gambar, suara, animasi bahkan video.

### 2.9.4 PHP MyAdmin

Menurut (Bunafit, 2013:15), PHPMyAdmin adalah aplikasi manajemen *database server* MySQL berbasis *web*. Aplikasi phpMyAdmin bisa mengelola database sebagai root atau juga sebagai user biasa, kita bias membuat *database* baru, megelola *database* dan melakukan operasi perintah-perintah *database* secara lengkap.

### 2.10 Kajian Penelitian Terdahulu

Kajian penelitian terdahulu merupakan pengumpulan data dan *state of the art* dari penelitian sebelumnya dengan menentukan sumber atau referensi yang tertera pada tabel 2.1

**Tabel 2.1** Referensi Penelitian

No	Nama	Judul	<i>State of the Art</i>
1	Dandun Widhiantoro (2014)	“ Purwarupa Sistem Pendeteksi Tanah Longsor Menggunakan Ultrasonik dan Infrared dengan Notifikasi SMS”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penggunaan sensor Ultrasonik dan Infrared</li> <li>• Notifikasi via SMS Gateway</li> <li>• Hanya mengukur jarak dan pergeseran tanah bergerak kebawah sesuai dengan gravitasi bumi</li> </ul>
2	Pooja Bahriat, Archana Chavan, dan Prajakta Pachange (2014)	“Wireless Sensor Network for Landslide Detection”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolusi sistem jaringan sensor nirkabel untuk deteksi longsor di wilayah tertentu</li> <li>• Desain dan pengembangan WSN untuk sistem pemantauan real time</li> </ul>

Tabel 2.2 Referensi Penelitian (lanjutan)

No	Nama	Judul	<i>State of the Art</i>
3	Joko Priyanto, Heri Subagiyo dan Putri Madona (2015)	“Rancang Bangun Peringatan Bahaya Longsor dan Monitoring Pergeseran Tanah Menggunakan Komunikasi Berbasis GSM”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alat telemetri pergeseran tanah dengan menggunakan sensor Linier Variable Differential Transformer (LVDT) secara digital berbasis mikrokontroler.</li> <li>• Dilengkapi potensiometer yang terpasang pada setiap rentang lintasan area deteksi guna mengetahui titik mana yang mengalami pergeseran.</li> </ul>
4	La Ode Hasnuddin Sagala dan Muhammad Sainal Abidin (2017)	“Internet of Things For Early Detection of Lanslides”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menerapkan konsep IoT (<i>Internet of Things</i>) sebagai alternatif dalam sistem peringatan dini tanah longsor</li> <li>• Data pengukuran diperoleh dari sensor yang terhubung dengan arduino akan dikirim ke thingier.io sehingga bisa memantau secara <i>realtime</i></li> </ul>
5	Suraya dan Muhammad Andang Novianta (2015)	“Perancangan Sistem Pergeseran Tanah Menggunakan Sensor <i>Draw Wire</i> Berbasis Mikrokontroler Dengan Informasi Sms <i>Gateway</i> ”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem pergeseran tanah menggunakan sensor draw wire berbasis mikrokontroler dengan sistem informasi sms gateway.</li> <li>• Menggambarkan pola perubahan pergeseran tanah.</li> </ul>
6	S. Wulandari dan I. Swakarma (2013)	“Rancang Bangun Sistem Deteksi Dini Longsor Berbasis Fuzzy C Means Wireless Sensor Network (FCM- WSN)”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem fuzzy C-Means yang dibangun, didasarkan pada setting poin yang diambil dari data tertinggi dan data terendah dari sistem, berikutnya dari informasi asli, dilakukan pengklasteran menggunakan PCA untuk mengetahui validitas data.</li> </ul>

Tabel 2.3 Referensi Penelitian (lanjutan)

No	Nama	Judul	<i>State of the Art</i>
7	Agus Rino, Helendra dan Farida (2016)	“Monitoring Longsor Dan Mitigasi Bencana Menggunakan Sensor Optik Berstruktur Singlemode-Multimode-Singlemode”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor berbasis serat optik berstruktur Multimode-Singlemode-Multimode (SMS)</li> </ul>
8	Pawan Nandkishor Hinge & Rohit Ramesh Bawage (2014)	“Wireless Sensor Network for Detecting Vibrations Before Landslides”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pendeteksi pergerakan tanah longsor dengan menggunakan sensor sebagai pendeteksi gerakan berbasis <i>wireless</i>, hasil dari pembacaan sensor tersebut di kirimkan melalui wifi pada server sistem</li> </ul>
9	Muhammad Taufik (2018)	Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Dini Pergerakan Tanah Longsor Menggunakan Accelerometer Dengan Mikrokontroler Berbasis Internet Of Things (IoT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mendeteksi pergerakan tanah dengan mikrokontroler satu node mcu satu sensor accelerometer dan sensor hujan.</li> <li>• Sistem berbasis <i>internet of thing(iot)</i>.</li> </ul>

Penelitian ini memiliki keterkaitan dengan peneliti sebelumnya yaitu penelitian ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU seperti yang digunakan seperti Pooja bahriat, (2014) dengan menggunakan sensor *accelerometer* seperti Pawan Nandkishor Hing, dkk (2014) dan notifikasi peringatan seperti Eka

Mulayana, dkk(2014), Dandun Widhiantoro (2014) dan Joko Priyanto, dkk (2015), yang berbasis IOT (*Internet Of Thing*) seperti La Ode Hasnuddin S, dkk (2015) dan dimonitoring secara *realtime* seperti Dedi Satria, dkk (2017). Penelitian ini menggunakan sensor *accelerometer* dengan jenis tanah longsor yang diuji adalah tipe tanah longsor tranlasi seperti Daud Febrizer (2016).

Toleransi nilai yang sudah ditentukan untuk syarat peringatan dini tanah longsor yaitu pada nilai jarak dengan *range x* lebih 0.07 dan kurang dari 0.08, *y* lebih dari 0.07 dan kurang dari 0.08, serta *z* lebih dari 0.84 dan kurang dari 0.86 maka akan akan menampilkan notifikasi aman, awas dan bahaya.

Toleransi nilai yang sudah dibaca oleh sensor dan ditentukan untuk syarat peringatan dini tanah longsor yang dikirimkan melalui NodeMCU ke server, hasil dari sistem tersebut untuk dijadikan sebagai bahan acuan peringatan dan penanggulangan dini kepada tim terkait untuk dapat mengevakuasi sebelum terjadinya longsor yang besar yang dapat mengakibatkan kerugian dan korban jiwa. Matriks perbandingan penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Matriks Penelitian

No	Penulis, Tahun	Judul Penelitian	Ruang Lingkup Penelitian				
			MCU/MPU	Algoritma	Komunikasi	Sensor	Node
1	Dandun Widhiantoro (2014)	“ Purwarupa Sistem Pendeteksi Tanah Longsor Menggunakan Ultrasonik dan Infrared dengan Notifikasi SMS”	ATMega 328		Radio Frekuensi, GSM	Infrared, Ultrasonic	Single Node

**Tabel 2.2** Matriks Penelitian (lanjutan)

No	Penulis, Tahun	Judul Penelitian	Ruang Lingkup Penelitian				
			MCU/MPU	Algoritma	Komunikasi	Sensor	Node
2	Pooja Bahriat, Archana Chavan, dan Prajakta Pachange (2014)	“Wireless Sensor Network for Landslide Detection”	AVR		Wifi	Vibration , Moisture	Multi Node
3	Joko Priyanto, Heri Subagiyo dan Putri Madona (2015)	“Rancang Bangun Peringatan Bahaya Longsor dan Monitoring Pergeseran Tanah Menggunakan Komunikasi Berbasis GSM”	ATmega8535		GSM	LVDT (Linier Variable Differential Transformer)	Single Node
4	La Ode Hasnuddin Sagala dan Muhammad Sainal Abidin (2017)	“Internet of Things For Early Detection of Lanslides”	Raspberry PI		MQTT, Cloud	Mositure, Vibration, Accelerometer	Single Node
5	Suraya dan Muhammad Andang Novianta (2015)	“Perancangan Sistem Pergeseran Tanah Menggunakan Sensor Draw Wire Berbasis Mikrokontroler Dengan Informasi Sms Gateway”	ATMega8535		APRS, TCP/IP, SMS	Draw Wire	Single Node
6	S. Wulandari dan I. Swakarma (2013)	“Rancang Bangun Sistem Deteksi Dini Longsor Berbasis Fuzzy C Means Wireless Sensor Network (FCM-WSN)”	Arduino uno	Fuzzy C Means	USB Serial	Accelerometer	Multi Node

**Tabel 2.2** Matriks Penelitian (lanjutan)

No	Penulis, Tahun	Judul Penelitian	Ruang Lingkup Penelitian				
			MCU/MPU	Algoritma	Komunikasi	Sensor	Node
7	Agus Rino, Helendra dan Farida (2016)	“Monitoring Longsor Dan Mitigasi Bencana Menggunakan Sensor Optik Berstruktur Singlemode- Multimode- Singlemode”	-	-	-	Optik	-
8	Pawan Nandkishor Hinge & Rohit Ramesh Bawage (2014)	“Wireless Sensor Network for Detecting Vibrations Before Landslides”	Atmega		GSM	Accelerometer	Multi Node
9	Muhammad Taufik (2018)	Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Dini Pergerakan Tanah Longsor Menggunakan Accelerometer Dengan Mikrokontroler Berdasarkan Internet Of Things (IoT)	Node Mcu ESP 8266		Internet, Wifi	Accelerometer	Single Node

**Tabel 2.2** Matriks Penelitian (lanjutan)

No	Penulis, Tahun	Judul Penelitian	Ruang Lingkup Penelitian				
			MCU/MPU	Algoritma	Komunikasi	Sensor	Node
10	Alvin Gustiawan (Penelitian ini)	Multi Node Sistem Pendeteksi Dini Pergerakan Tanah Longsor Menggunakan Sensor Accelometer Berkas Internet Of Things (Iot)	Node Mcu ESP 8266		Internet , Wifi	Accelerometer	Multi Node