

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanah Longsor**

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau keluar lereng. Proses terjadinya tanah longsor yaitu, air yang meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng[5].

Namun ada pula faktor-faktor tanah longsor lainnya yang turut berpengaruh[5]:

##### **a. Curah Hujan**

Intensitas hujan yang semakin meningkat akan memperbesar peluang terjadinya tanah longsor. Pada saat musim kemarau, air yang terkunci di dalam tanah akan menguap dalam jumlah yang cukup besar. Hal ini kemudian meninggalkan permukaan tanah dalam keadaan berongga atau berpori yang dalam keadaan tertentu akan berujung pada retakan tanah. Pada saat masuk musim penghujan, air kemudian akan memenuhi retakan pada tanah. Selanjutnya tanah akan mengembang/merekah. Namun hal ini kemudian berbuntut pada munculnya gerakan lateral sebab air terakumulasi pada bagian dasar lereng. Kondisi ini rawan longsor terlebih pada lokasi tersebut jarang terdapat pepohonan sebagai penyerap air dan pengikat tanah

##### **b. Lokasi Yang Terjal**

Berdasarkan penelitian ahli, kebanyakan wilayah yang mengalami tanah longsor adalah titik dengan kemiringan mencapai sudut 180 derajat dengan ujung lereng terjal dan bidang longsor yang mendatar.

##### **c. Kondisi Tanah**

Selain faktor di atas, patut juga disebutkan andil kondisi tanah dalam memperbesar peluang terjadinya bencana alam tanah longsor. Jenis tanah yang kurang padat memiliki kesempatan yang lebih besar untuk longsor ketimbang jenis tanah lainnya. Sebab tanah lempung ini mudah pecah saat kemarau dan mudah lembek saat terkena air terlebih dalam jumlah yang melimpah.

d. **Bebatuan Kurang Kuat**

Bebatuan yang kurang kuat juga turut menjadi faktor penyebab tanah longsor. Tanah dengan campuran pasir, kerikil, dan sedikit lempung sangat mudah mengalami pelapukan dan rentan longsor.

e. **Tanah Sebagai Lahan**

Umumnya tanah yang dimanfaatkan sebagai ladang, persawahan, tambang dan lain-lain akan mengalami penurunan kualitas seperti lembek serta cenderung jenuh pada air. Kondisi ini akan membuat tanah rentan longsor.

f. **Getaran**

Penyebab tanah longsor lainnya adalah getaran yang bisa saja bersumber dari gempa bumi, mesin, lalu lintas kendaraan dan lain-lain. Akibatnya adalah tanah yang kemudian longsor, jalanan yang retak dan lain-lain.

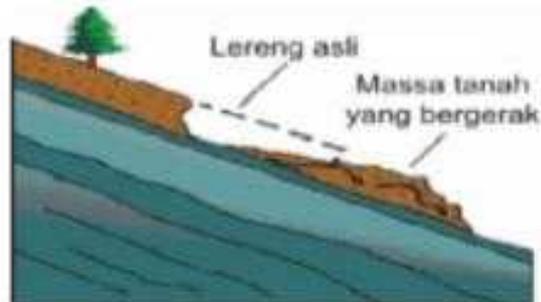
g. **Susutnya Permungkaan Air Danau**

Kondisi ini bisa menjadi biang tanah longsor sebab gaya penahan pada lereng hilang. Kondisi ini kemudian diperparah dengan kemiringan waduk atau danau.

### **2.1.1 Jenis-jenis Tanah Longsor**

Ada 6 jenis tanah longsor, yakni: longsor translasi, longsor rotasi, pergerakan blok, runtuh batu, rayapan tanah, dan 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[5].

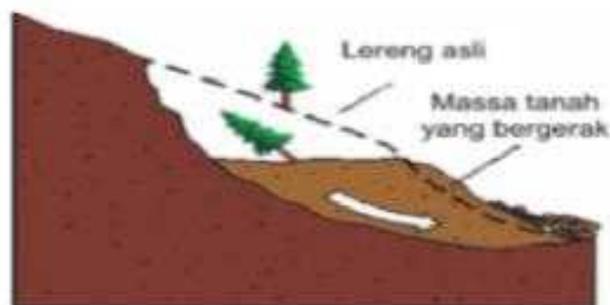
a. Longsor Translasi



Gambar 2.1 Longsor Translasi<sup>[5]</sup>

Longsoran translasi adalah ber-geraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.

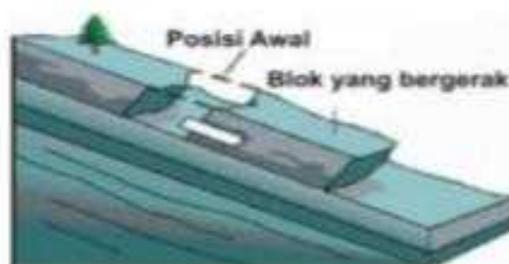
b. Longsoran Rotasi



Gambar 2.2 Longsor Rotasi<sup>[5]</sup>

Longsoran rotasi adalah bergerak-nya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.

c. Pergerakan Blok



Gambar 2.3 Pergerakan Blok<sup>[5]</sup>

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

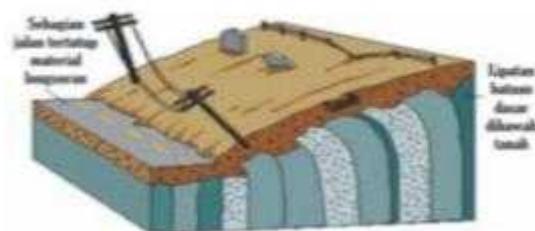
d. Runtuhan Batu



Gambar 2.4 Runtuhan Batu<sup>[5]</sup>

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. Batubatu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah.

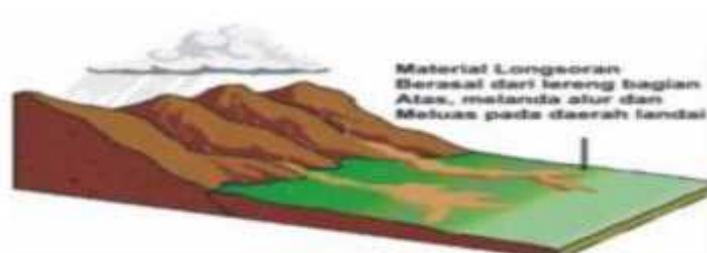
e. Rayapan Tanah



Gambar 2.5 Rayapan Tanah<sup>[5]</sup>

Rayapan tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah.

f. Aliran Bahan Rombakan



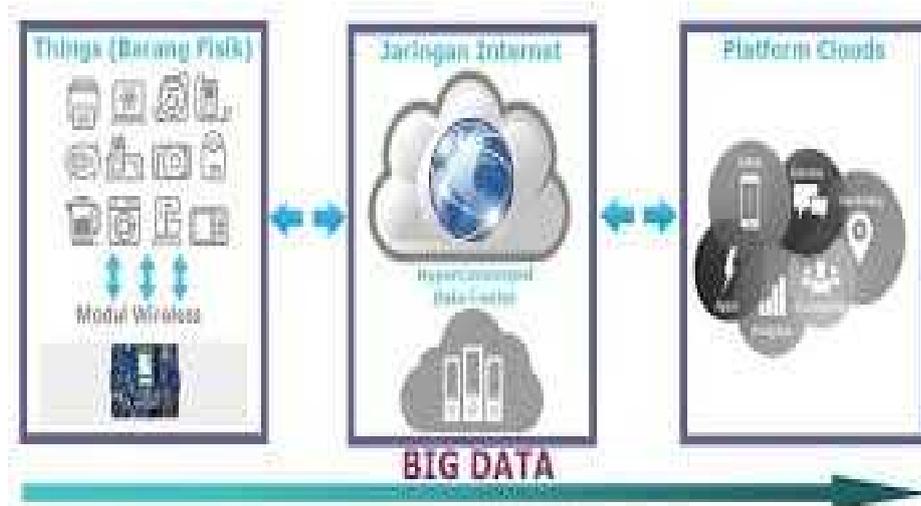
### Gambar 2.6 Aliran Bahan Rombakan<sup>[5]</sup>

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 di sekitar gunungapi. Aliran tanah ini dapat menelan korban cukup banyak.

## 2.2 *Internet of Things (IoT)*

*Internet of Things* atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunianya. Contohnya bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan apa saja, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif.

Pada dasarnya, *Internet of Things* mengacu pada benda yang dapat diidentifikasi secara unik sebagai representasi virtual dalam struktur berbasis internet. Istilah *Internet of Things* awalnya disarankan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 dan mulai terkenal melalui Auto-ID Center di MIT. Dan kini IoT menjadi salah satu tugas bagi seorang mahasiswa di sebuah perguruan tinggi. Dengan *Internet of Things*, alat peringatan dini tanah longsor dapat dimonitoring dengan jarak jauh dengan akses internet[6].



Gambar 2.7 Ilustrasi dari *Internet Of Things* <sup>[6]</sup>

### 2.2.1 Platform IoT Thingspeak



Gambar 2.8 Platform IoT Thingspeak <sup>[7]</sup>

Menurut para pengembangnya, " ThingSpeak adalah aplikasi Internet of Things (IoT) open-source dan API untuk menyimpan dan mengambil data dari hal-hal menggunakan protokol HTTP melalui Internet atau melalui Local Area Network. ThingSpeak memungkinkan pembuatan aplikasi pencatatan sensor , aplikasi pelacakan lokasi, dan jejaring sosial dengan pembaruan status ". ThingSpeak awalnya diluncurkan oleh ioBridge pada 2010 sebagai layanan untuk mendukung aplikasi IoT.

ThingSpeak memiliki dukungan terintegrasi dari perangkat lunak komputasi numerik MATLAB dari MathWorks ,yang memungkinkan pengguna ThingSpeak untuk menganalisis dan memvisualisasikan data yang diunggah menggunakan Matlab tanpa memerlukan pembelian lisensi Matlab dari Mathworks. ThingSpeak memiliki hubungan dekat dengan Mathworks , Inc. Bahkan, semua dokumentasi ThingSpeak dimasukkan ke dalam situs dokumentasi Matlab milik Mathworks dan bahkan memungkinkan akun pengguna Mathworks

terdaftar sebagai kredensial login yang sah di situs web ThingSpeak. Ketentuan layanan dan kebijakan privasi dari ThingSpeak.com adalah antara pengguna yang setuju dan Mathworks, Inc. Pada penelitian ini menggunakan platform iot thingspeak untuk memonitoring dan notifikasi[7].

### 2.3 Raspberry Pi sebagai Pemroses Data

Raspberry Pi adalah sebuah mini komputer yang ukurannya sama dengan *credit card* yang dapat digunakan untuk banyak hal seperti yang bisa dilakukan oleh komputer, seperti *spreadsheets*, *word processing*, permainan, dan juga pemrograman. Raspberry Pi juga bisa digunakan untuk pengontrolan lebih dari satu *device*, baik jarak dekat ataupun jarak jauh. Berbeda dengan mikrokontroler, Raspberry Pi dapat mengontrol lebih dari 1 unit *device* yang ingin dikontrol. Untuk pengontrolan unit *device* yang akan dikontrol, Raspberry Pi menggunakan bahasa Python sebagai bahasa pemrogramannya. Raspberry Pi memiliki berbagai fitur, yaitu Micro SD yang berfungsi sebagai harddisk, port usb, port Ethernet, audio output, RCA video, HDMI Video, CPU 400-700 MHz, dan yang paling penting adalah Raspberry Pi memiliki pin GPIO yang berfungsi untuk *interface* dengan berbagai perangkat elektronik. Bahasa python adalah bahasa pemrograman yang memiliki banyak fungsi, interaktif, berorientasi objek dan merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi. Bahasa python adalah bahasa pemrograman formal dengan aturan aturan dan format spesifiknya sendiri [8].



Gambar 2.9 Board Raspberry pi model B [8]

GPIO (general purpose input output) Raspberry Pi adalah pin generic pada chip yang dapat dikontrol (diprogram) melalui perangkat lunak baik di konfigurasi

sebagai pin input maupun pin output. Raspberry Pi GPIO memiliki 26 pin dengan ukuran 2,54 mm. konektor GPIO memiliki fitur-fitur diantaranya:

- a. Pin antarmuka I2C yang memungkinkan untuk menghubungkan modul hardware dengan hanya dua pin control.
- b. SPI antarmuka, memiliki konsep mirip dengan I2C tetapi dengan standar yang berbeda.
- c. Serial Rx dan Tx, pin untuk berkomunikasi dengan perangkat serial.
- d. Pin PWM (Pulse Width Modulation) untuk control daya.
- e. Pin PPM (Pulse Position Modulation) untuk mengendalikan motor servo.

Tegangan yang disediakan GND, 3.3V dan 5V, semua pin GPIO dapat digunakan baik sebagai digital input atau output. Pin yang berlabel SCL dan SDA dapat digunakan untuk I2C. Pin yang berlabel MOSI, MISO dan SCKL dapat digunakan untuk menghubungkan ke perangkat SPI kecepatan tinggi. Semua pin memiliki tingkat logika 3.3V sehingga tingkat output 0-3.3V dan input tidak boleh lebih tinggi dari 3.3V.

Ini adalah daftar sistem operasi yang berjalan pada Raspberry Pi.

1. Full OS :
  - a. AROS
  - b. Haiku
  - c. Linux :
    - Android : Android 4.0 (Ice Cream Sandwich)
    - Arch Linux ARM\_RPi Bodhi Linux
    - Debian Squeeze
    - Firefox OS
    - Gentoo Linux
    - Google Chrome OS : Chromium OS
    - PiBang Linux
    - Raspberry Pi Fedora Remix
    - Raspbian (Debian Wheezy port with faster floating point support)
    - Slackware ARM (formerly ARMslack)

- QtonPi a cross-platform application framework based Linux distribution based on the Qt framework
  - WebOS : Open webOS
- d. Plan 9 from Bell Labs
  - e. RISC OS
  - f. Unix :
    - FreeBSD
    - NETBSD
2. Multi-purpose light distributions:
    - a. Moebius, ARMHF distribusi berdasarkan Debian. Menggunakan repositori Raspbian, cocok di kartu 1 GB microSD. Ini memiliki layanan hanya minimal dan penggunaan memori yang dioptimalkan untuk menjaga footprint kecil.
    - b. Squeezed Arm Puppy, versi Puppy Linux (Puppi) untuk ARMv6(sap6) khusus untuk Raspberry Pi.
  3. Single-purpose light distributions:
    - a. Ipfire
    - b. OpenELEC
    - c. Raspbmc
    - d. XBMaC
    - e. Xbian
    - f. User Applications

Aplikasi berikut dapat dengan mudah diinstal pada Raspbian melalui apt-get:

1. Asterisk (PBX), Open source PBX dapat digunakan melalui IPphones atau WI-FI softphones.
2. BOINC client; Namun sangat sedikit proyek BOINC memberikan ARM compatible client paket software.
3. Minidlna, DLNA kompatibel home LAN multimedia server.  
Firefly Media Server (new RPiForked-Daapd), server iTunes kompatibel Open source audio.

Pada perancangan prototipe alat pergeseran tanah akan menggunakan Raspberry Pi 3 sebagai salah satu komponen *Internet of Things (IoT)* yang dapat diaplikasikan sebagai monitoring status pergerakan tanah dan kelembaban dengan jaringan internet[9].

#### 2.4 Sensor Ultrasonik HC-SR04

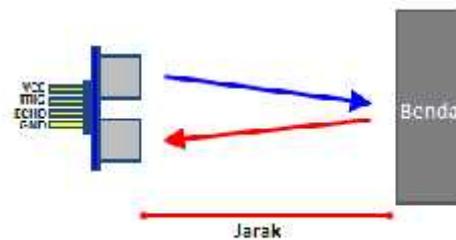


Gambar 2.10 Sensor ultrasonik HC-SR04<sup>[10]</sup>

Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip dari pantulan suatu gelombang suara sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu. Disebut sebagai sensor ultrasonik karena sensor ini menggunakan gelombang ultrasonik (bunyi ultrasonik).

Gelombang ultrasonik adalah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sangat tinggi yaitu 20.000 Hz. Bunyi ultrasonik tidak dapat didengar oleh telinga manusia. Bunyi ultrasonik dapat didengar oleh anjing, kucing, kelelawar, dan lumba-lumba. Bunyi ultrasonik bisa merambat melalui zat padat, cair dan gas. Reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat padat hampir sama dengan reflektivitas bunyi ultrasonik di permukaan zat cair. Akan tetapi, gelombang bunyi ultrasonik akan diserap oleh tekstil dan busa.

Pada sensor ultrasonik, gelombang ultrasonik dibangkitkan melalui sebuah alat yang disebut dengan piezoelektrik dengan frekuensi tertentu. Piezoelektrik ini akan menghasilkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40kHz) ketika sebuah osilator diterapkan pada benda tersebut[10].



Gambar 2.11 Cara Kerja Sensor<sup>[10]</sup>

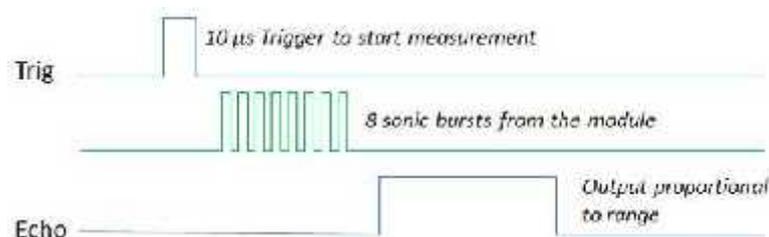
Pemilihan Hc-SRF04 sebagai sensor pergerakan tanah yang akan digunakan pada penelitian ini karena memiliki fitur sebagai berikut; kinerja yang stabil, pengukuran jarak yang akurat dengan ketelitian 0,3 cm, pengukuran maksimum dapat mencapai 4 meter dengan jarak minimum 2cm, ukuran yang ringkas dan dapat beroperasi pada level tegangan TTL.

Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda.

Cara Menggunakan alat ini, yaitu:

- Ketika kita memberikan tegangan positif pada pin Trigger selama 10 $\mu$ S, maka sensor akan mengirimkan 8 step sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40kHz
- Selanjutnya, sinyal akan diterima pada pin Echo
- Untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut, selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut .

Berikut adalah visualisasi dari sinyal yang dikirimkan oleh sensor HC-SR04

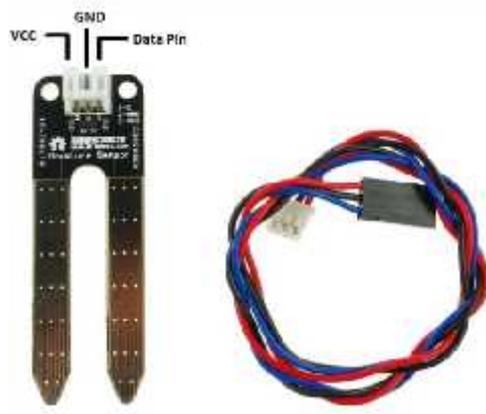


Gambar 2.12 Timing sensor HC-SR04<sup>[10]</sup>

## 2.5 Sensor Soil Moisture

Sensor soil moisture adalah sensor kelembaban tanah yang bekerja dengan prinsip membaca jumlah kadar air dalam tanah di sekitarnya. Sensor ini merupakan sensor dengan teknologi rendah namun ideal untuk memantau kadar air tanah untuk tanaman. Sensor ini menggunakan dua konduktor untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca nilai resistensi untuk mendapatkan tingkat kelembaban. Lebih banyak air dalam tanah akan membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (nilai resistensi lebih besar), sedangkan tanah kering akan mempersulit untuk menghantarkan listrik (nilai resistensi kurang)[11].

Pemilihan Sensor soil moisture YL-69 pada penelitian ini yaitu, dalam penerapannya membutuhkan daya sebesar 3,3v atau 5 v dengan keluaran tegangan sebesar 0-4,2v. Sensor ini memiliki 3 pin yang terdiri dari pin ground, 5v dan data.



Gambar 2.13 *Soil moisture*<sup>[11]</sup>

## 2.6 Buzzer Sebagai Alarm Peringatan

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan loudspeaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang pada diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tadi akan tertarik ke dalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya, karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan

kumbaran akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm)[12]. Pada penelitian ini buzzer digunakan untuk alarm/ notifikasi tanda bahaya longsor.



Gambar 2.14 Buzzer<sup>[13]</sup>

## 2.7 Bahasa Pemrograman Python

Python adalah bahasa pemrograman interpretatif multiguna dengan filosofi perancangan yang berfokus pada tingkat keterbacaan kode. Python diklaim sebagai bahasa yang menggabungkan kapabilitas, kemampuan, dengan sintaksis kode yang sangat jelas, dan dilengkapi dengan fungsionalitas pustaka standar yang besar serta komprehensif. Python juga didukung oleh komunitas yang besar.



Gambar 2.15 Bahasa Python<sup>[14]</sup>

Python mendukung multi paradigma pemrograman, utamanya; namun tidak dibatasi; pada pemrograman berorientasi objek, pemrograman imperatif, dan pemrograman fungsional. Salah satu fitur yang tersedia pada python adalah sebagai bahasa pemrograman dinamis yang dilengkapi dengan manajemen memori otomatis. Seperti halnya pada bahasa pemrograman dinamis lainnya, python umumnya digunakan sebagai bahasa skrip meski pada praktiknya

penggunaan bahasa ini lebih luas mencakup konteks pemanfaatan yang umumnya tidak dilakukan dengan menggunakan bahasa skrip. Python dapat digunakan untuk berbagai keperluan pengembangan perangkat lunak dan dapat berjalan di berbagai platform sistem operasi[14].

Saat ini kode python dapat dijalankan di berbagai platform sistem operasi, beberapa di antaranya adalah:

- Linux/Unix
- Windows
- Mac OS X
- Java Virtual Machine
- OS/2
- Amiga
- Palm
- Symbian (untuk produk-produk Nokia)

## 2.8 Perbandingan Penelitian

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Judul (Tahun)	Penulis	Kelebihan	Kekurangan
Purwarupa Sistem Pendeteksi Tanah Longsor Menggunakan Ultrasonik Dan Infrared Dengan Notifikasi Sms (2015)	Dandun Widhiantoro, A.Md.T., Mt.	- Metode Penyampaian Informasi Berupa Sms, Autocall Dan Alarm.	- Belum Berbasis Iot Dan Tidak Real Time
Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Tanah Longsor Sederhana Berbasis Sensor Soil Moisture Dan Sensor Ultrasonik (2016)	Ni Luh Desi Ratna Ari Sandi, Rahadi Wirawan, Laili Mardiana, Dian Wijaya Kurniawidi dan I Wayan Sudiarta	- Tingkat Sensitivitas Sebesar 2cm/Kg Untuk Sensor Ultrasonik.  - 5,21%/Ml Hingga 8,33%/Ml Untuk Sensitivitas Sensor Kandungan Air.	- Tidak Real Time
Sistem Pendeteksi Dini Longsor Menggunakan Teknologi <i>Wireless Sensor Network</i> (2017)	Taufal Hidayat	- Menggunakan Sensor Ultrasonik, Sensor Suhu dan Kelembaban tanah	- Belum Menggunakan Raspberry pi.  - Memerlukan modul tambahan yaitu modul wifi agar terhubung ke internet.
<i>Internet Of Things For Early Detection Of Landslides</i> (2017)	La Ode Hasnuddin S Sagala, Muhammad Sainal Abidin	- Penjelasan Mengenai IoT dan software yang digunakan sangat jelas dan mudah dipahami	- Belum Menggunakan Raspberry pi.  - Memerlukan modul tambahan yaitu NodeMCU agar terhubung ke internet.

<p>Perancangan Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Berbasis Perubahan Resistivitas Tanah Dengan Menggunakan Arduinomega 2560 Dan Wemos Esp8266 D1-Mini (2016)</p>	<p>Derri Adhitya Hilmy, Siti Aminah, Adhitya Sumardi Sunarya</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan Metode geolistrik resistivitas yang merupakan salah satu metode yang cukup banyak digunakan dalam dunia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perlu ditambah beberapa sensor lagi</li> </ul>
<p>Pendeteksi Tanah Longsor Menggunakan Sensor Cahaya(2015)</p>	<p>Novi Herawadi Sudiby, Muham mad Ridho</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penjelasan mengenai parameter yang digunakan cukup jelas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Untuk tingkat sensitifitas dan keakuratan terhadap pergeseran tanah perlu ditambahkan beberapa sensor</li> <li>- Belum berbasis IoT</li> </ul>
<p>Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Berbasis Atmega8535 (2009)</p>	<p>Iswanto, Nia Maharani Raharja, Alif Subardono</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistem peringatan dini tanah longsor mempunyai sensitivitas yang tinggi yaitu pergeseran tanah lebih dari 4 cm maka sirine akan aktif dan pada saat curah hujan lebih dari 100 mm/hari maka sirine akan aktif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak real time.</li> <li>- Belum Berbasis IoT</li> </ul>