

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Transportasi kereta api merupakan salah satu moda transportasi yang sangat penting dan sering digunakan di banyak negara salah satunya Negara Indonesia. Keamanan dan keselamatan perjalanan kereta api merupakan faktor yang sangat krusial dalam operasional kereta api. Salah satu masalah yang terkadang muncul adalah risiko longsor dan tanah ambles pada jalur rel kereta api, yang dapat menyebabkan kecelakaan serius dan kerusakan pada infrastruktur kereta api.

Sebanyak 27 titik jalur kereta api di Sumatera Selatan rawan bencana banjir dan longsor. PT Kereta Api Indonesia (KAI) melakukan pemetaan menyusul peningkatan intensitas hujan. Berdasarkan pemetaan PT KAI terdapat beberapa jalur yang masuk dalam daerah rawan longsor, di antaranya petak jalur Niru - Blimbing Pendopo - Gunung Megang (Kabupaten Muara Enim), Banjarsari - Sukacinta (Kabupaten Lahat), Saungnaga-Tebing Tinggi (Kabupaten Empat Lawang) dan titik-titik daerah rawan lainnya [1].

Pada hari jum'at, 18 April 2023 Jalur rel kereta api antara Martapura - Baturaja di Kabupaten Ogan Komering Ulu(OKU), Provinsi Sumatera Selatan tertimbun longsor. Adapun tanah tempat tumpuan rel kereta api di Petak Jalan Stasiun Gilas KM 206+0/2 mengalami ambles. Akibat terjadinya longsor tersebut, perjalanan kereta api tujuan Kertapati-Tanjungkarang Lampung terganggu [2].

Risiko longsor dan tanah ambles di jalur rel kereta api di Sumatera Selatan adalah masalah serius yang harus diatasi untuk memastikan keamanan dan keselamatan perjalanan kereta api. Faktor cuaca, khususnya hujan lebat, sering menjadi pemicu utama dari kejadian-kejadian ini. Dalam rangka mengatasi masalah tersebut, diperlukan pendekatan yang lebih daripada yang telah digunakan sebelumnya.

Pada jurnal sebelumnya hanya berkonsentrasi pada sistem peringatan tanah longsor menggunakan sensor akselerometer. Namun, dalam penelitian ini, penulis mencoba untuk mengembangkan sebuah solusi yang lebih baik. Untuk menghadapi risiko – risiko tersebut, alat monitoring yang dirancang akan

mencakup sensor adxl 345, sensor getaran SW-420, sensor tegangan DC, dan sensor ds18b20.

Dengan mengintegrasikan beberapa jenis sensor, alat monitoring ini akan memungkinkan identifikasi dini terhadap potensi longsor dan amblas tanah sebelum kejadian yang lebih serius terjadi. Selain itu, alat ini akan mampu memberikan data *real-time*. Ketika nilai data yang diperoleh melebihi ambang batas yang ditentukan, sistem ini akan secara otomatis memberi pemberitahuan kepada pegawai stasiun terdekat. Dan pegawai tersebut dapat memberikan tindakan preventif, seperti memberi informasi kepada masinis yang akan melintas jalur tersebut untuk memperlambat atau menghentikan kereta serta dapat mencegah terjadinya kerusakan fatal terhadap penumpang dan infrastruktur kereta api.

Dengan solusi ini, diharapkan alat monitoring akan memberikan pemberitahuan dini terhadap risiko longsor dan amblas tanah di jalur rel kereta api Sumatera Selatan, sehingga perjalanan kereta api dapat berlangsung dengan lebih aman dan terkoordinasi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penilitan ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana mengembangkan alat monitoring yang mencakup sensor untuk memantau kemiringan tanah dan suhu sekitar di jalur rel kereta api untuk memberikan pemberitahuan dini terhadap risiko longsor dan amblas tanah sebelum kejadian yang lebih serius terjadi.
2. Bagaimana alat ini dapat memberikan data *real-time* dan memberi pemberitahuan kepada pegawai stasiun terdekat ketika nilai data yang diperoleh melebihi ambang batas yang ditentukan, sehingga pegawai tersebut dapat memberikan tindakan preventif untuk mencegah terjadinya kecelakaan serius dan kerusakan pada infrastruktur kereta api.

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Fokus pada pengembangan alat monitoring dan pengujian hanya di jalur rel kereta api di Sumatera Selatan.
2. Tidak membahas penggunaan sensor lain selain sensor tegangan DC, sensor ds18b20, sensor getaran SW-420, dan sensor adxl 345.
3. Alat yang dikembangkan dalam penelitian ini masih belum memiliki tingkat ketahanan terhadap air.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

Dapat mengembangkan alat monitoring yang mencakup sensor untuk memantau kemiringan tanah, tegangan, getaran, dan suhu sekitar di jalur rel kereta api di Sumatera Selatan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian adalah dapat meningkatkan keamanan dan keselamatan perjalanan kereta api di jalur rel Sumatera Selatan, mencegah terjadinya kecelakaan serius dan kerusakan pada infrastruktur kereta api, serta memberikan data real-time yang dapat digunakan untuk tindakan preventif.

### **1.6 Hipotesis**

Dengan Penggunaan alat monitoring yang mengintegrasikan sensor kemiringan tanah, tegangan, getaran, dan suhu sekitar memiliki kemampuan mendeteksi dan

memberikan peringatan dini terhadap risiko longsor dan tanah ambles yang lebih baik daripada penggunaan sistem peringatan tanah longsor berbasis sensor akselerometer saja.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada pendahuluan terdapat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, hipotesis dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJUAN PUSTAKA**

Pada tinjauan pustaka berisi tentang teori-teori yang mendasari penelitian ini.

### **BAB III METODE PENELITIAN**

Pada metode penelitian terdapat waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, metode yang akan digunakan, serta diagram alir penelitian.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada hasil dan pembahasan terdapat hasil penelitian serta analisis hasil penelitian yang diperoleh.

### **BAB V PENUTUP**

Pada penutup terdapat rangkuman akhir atau kesimpulan yang diperoleh dari hasil dan pembahasan serta saran untuk pengembangan penelitian ini lebih lanjut.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

“SISTEM PERINGATAN TANAH LONGSOR PADA JALUR KERETA API” Oleh Abdul Aziz Hartalita, Dr. Eng. Ahmad Sugiana, S.Si, M.T., dan Angga Rusdinar, S.T., M.T., Ph.D. Pada tahun 2018. Pada penelitian ini merancang dan pembuatan sistem peringatan tanah longsor. Sistem ini aktif ketika sensor *akselerometer* mendeteksi kemiringan di atas ambang batas yang ditentukan. Setiap sensor akan saling berkomunikasi secara *wireless* yang kemudian *microcontroller* mengolah data dan akan langsung dikirim ke stasiun pusat menggunakan SMS dan ditampilkan dimonitor pada stasiun tersebut [3].

“*Real-Time Monitoring System for Landslide Prediction Using Wireless Sensor Networks*” Oleh S. K. Shukla, S. K. Chaulya, R. Mandal, B. Kumar, P. Ranjan, P. K. Mishra, G. M. Prasad, S. Dutta, V. Priya, S. Rath, K. Buragohain, P. C. Sarmah. Pada Tahun 2014. Pada Penelitian ini menjelaskan rincian sistem pemantauan dan prediksi longsor real-time menggunakan jaringan sensor nirkabel (*Wireless Sensor Networks* - WSNs). Sistem ini terdiri dari node sensor nirkabel, *gateway*, radio dasar, server, geosensor, dan susunan tenaga surya. Sistem ini secara terus-menerus memantau berbagai parameter yang mempengaruhi longsor. Prediksi longsor dilakukan berdasarkan analisis statistik multivariat dari berbagai parameter dan metode proses hierarki analitis. Sistem ini memberikan berbagai alarm audio-visual dan layanan pesan singkat(SMS) tergantung pada tingkat bahaya prediksi longsor, sehingga tindakan pencegahan dapat diambil oleh penduduk setempat dan pihak berwenang setempat. Paper ini juga menguraikan prosedur kalibrasi geosensor yang digunakan untuk prediksi longsor dengan melakukan uji laboratorium dalam kondisi simulasi [4].

## 2.2 Tanah Longsor

Tanah longsor merupakan bentuk erosi dimana pengangkutan atau gerakan masa tanah terjadi pada suatu saat dalam volume yang relatif besar. Peristiwa tanah longsor dikenal sebagai gerakan massa tanah, batuan atau kombinasinya, sering terjadi pada lereng-lereng alam atau buatan dan sebenarnya merupakan fenomena alam yaitu alam mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan atau faktor yang mempengaruhinya dan menyebabkan terjadinya pengurangan kuat geser serta peningkatan tegangan geser tanah. Tanah longsor merupakan suatu peristiwa geologi dimana terjadi pergerakan tanah seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah [5].



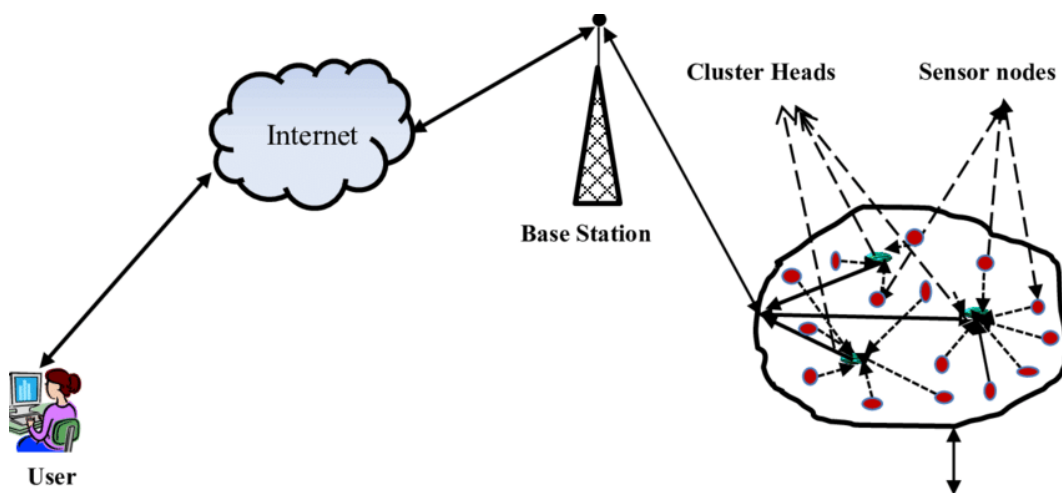
**Gambar 2.1** Tanah Longsor Pada Jalur Kereta Api

Pergerakan massa tanah merupakan salah satu peristiwa geologi dimana volume tanah atau batuan dalam satu area tertentu mengalami perubahan posisi dari keadaan awalnya. Pergerakan tersebut dapat diakibatkan oleh adanya faktor pemuaian massa tanah akibat kadar air yang berlebih, ataupun akibat dari perbedaan jenis dan struktur batuan penyusun tanah sehingga dengan kondisi lereng yang curam dapat memicu terjadinya pergerakan tanah yang cenderung mengarah ke bagian bawah akibat pengaruh gravitasi.

## 2.3 *Wireless Sensor Network* (WSN)

*Wireless sensor network* terdiri atas sekumpulan sensor (alat pendeteksi) yang tersebar dan memiliki kemampuan untuk melingkupi area atau wilayah geografis tertentu yang disebut area sensor, dimana pada area sensor itu terdapat banyak

sekali parameter – parameter yang dapat dideteksi. Sensor – sensor ini dirancang dengan sedemikian rupa sehingga berkemampuan untuk dapat merasakan (sensing), penghitungan, dan elemen-elemen komunikasi yang memberikan kemampuan kepada administrator untuk mengukur, mengobservasi, dan memberikan reaksi kepada suatu event (kejadian) dan fenomena pada lingkungan tertentu, memproses data hasil dari pengumpulan informasi, serta dapat melakukan komunikasi baik secara horizontal (sesama sensor), maupun vertikal (dengan base station) tanpa menggunakan kabel untuk media transmisinya (wireless) [6]. Gambar 2.2 merupakan proyeksi dari WSN.



**Gambar 2.2** *Wireless Sensor Network (WSN)*

Jika wireless sensor network ini dihubungkan ke gateway yang dapat mengakses internet maka wireless sensor network ini dapat diakses dan berkolaborasi dengan sistem lain.

## **2.4 Mikrokontroler**

*Mikrokontroler* merupakan suatu chip berupa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal input, mengolahnnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan ke dalamnya. Sinyal input *Mikrokontroler* berasal dari sensor yang merupakan informasi dari lingkungan sedangkan sinyal output ditujukan kepada aktuator yang dapat memberikan efek ke lingkungan. Jadi secara sederhana *Mikrokontroler* dapat diibaratkan sebagai otak dari suatu

perangkat/produk yang mampu berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. *Mikrokontroler* pada dasarnya adalah komputer dalam satu chip, yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori, jalur Input/Output (I/O) dan perangkat pelengkap lainnya. Kecepatan pengolahan data pada *Mikrokontroler* lebih rendah jika dibandingkan dengan PC. Pada PC kecepatan mikroprosesor yang digunakan saat ini telah mencapai orde GHz, sedangkan kecepatan operasi *Mikrokontroler* pada umumnya berkisar antara 1 – 16 MHz. Begitu juga kapasitas RAM dan ROM pada PC yang bisa mencapai orde Gbyte, dibandingkan dengan *Mikrokontroler* yang hanya berkisar pada orde byte/Kbyte. *Mikrokontroler* menggunakan bahasa pemrograman *assembly* dengan berpatokan pada kaidah digital dasar sehingga pengoperasian sistem menjadi sangat mudah dikerjakan sesuai dengan logika sistem. Bahasa *assembly* ini mudah dimengerti karena menggunakan bahasa *assembly*, aplikasi dimana parameter input dan output langsung bisa diakses tanpa menggunakan banyak perintah [7].



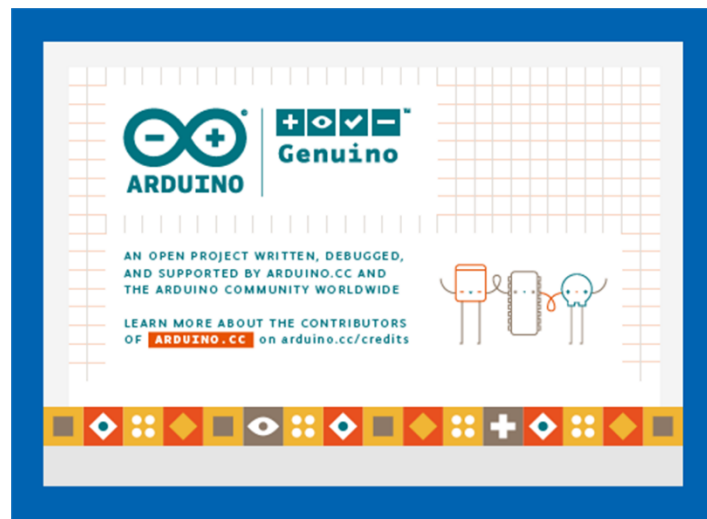
**Gambar 2.3** *Mikrokontroler*

## **2.5 Arduino IDE**

Arduino IDE adalah software yang digunakan untuk membuat sketch pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada board yang ingin diprogram. Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-upload ke board yang ditentukan, dan meng-coding program tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan library C/C++(wiring), yang membuat operasi input/output



lebih muda ofware Arduino Ide ini, kita dapat memodelkan sifat dari parameter rangkaian analog dan digital. Kemampuan yang disediakan Arduino Ide adalah dapat memodelkan berbagai rancangan rangkaian, menguji suatu rangkaian dengan berbagai kemungkinan komponen, memeriksa sifat dari keseluruhan rangkaian dengan melakukan analisis AC / DC atau transient [8].



**Gambar 2.4** *Software* Arduino IDE

## **2.6 Mikrokontroler ESP 32 S**

ESP32 S merupakan *mikrokontroler* SoC (System on Chip) terpadu dengan WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai periferal. Chip ini menggunakan mikroprosesor 32 bit Xtensa LX6 dual-core. Ruang alamat untuk data dan instruksi adalah 4 GB dan ruang alamat periferal 512 kB. Memori terdiri atas 448 kB ROM, 520 kB SRAM, dua 8kB RTC memory, dan flash memory 4MB. Chip ini mempunyai 18 pinADC (12-bit), empat SPI, dan dua I2C. Kelebihan utama mikrokontroler ini ialah harganya yang relatif murah, mudah diprogram, memiliki jumlah pin I/O yang memadai, serta memiliki adapter WiFi internal untuk mengakses jaringan Internet [9].

Board ini memiliki dua versi, yaitu yang 30, 36, dan 38 GPIO. Keduanya berfungsi dengan cara yang sama tetapi versi yang 38 GPIO ESP 32 S dipilih karena memiliki lebih banyak pin dan pengembangan yang lebih kompleks.

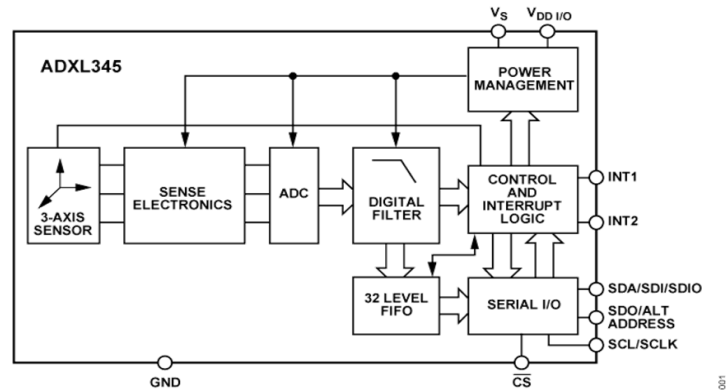
Semua pin diberi label di bagian atas board sehingga mudah untuk dikenali. Board ini memiliki interface USB-to-UART sehingga mudah diprogram dengan program pengembangan aplikasi seperti Arduino IDE atau yang lainnya. Sumber daya untuk board bisa diberikan melalui konektor micro-USB. Gambar 2.5 merupakan ESP 32 yang digunakan dalam project penelitian ini.



**Gambar 2.5** *Mikrokontroler ESP 32 S*

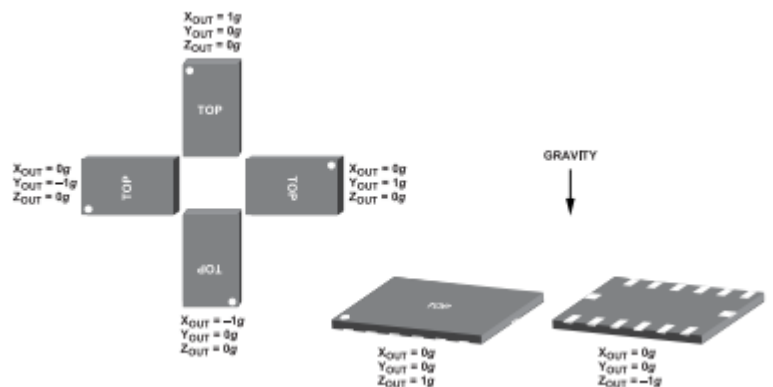
### **2.7 Sensor Akselerometer ADXL 345**

Sensor ADXL 345 merupakan sensor percepatan yang mampu mengukur percepatan yang mampu mengukur percepatan linier dalam tiga sumbu (x, y, dan z). Prinsip kerjanya berdasarkan pada efek kapasitif, di mana perubahan kapasitansi pada setiap sumbu akibat percepatan akan diukur untuk menentukan besar dan arah percepatan yang diterapkan. Sensor ini memiliki resolusi tinggi (hingga 13-bit) pada sensitivitas tertingginya. ADXL 345 memiliki pilihan range pengukuran dari  $\pm 2g$  hingga  $\pm 16g$ , dimana  $1g$  merupakan satuan percepatan rata-rata gravitasi bumi yaitu sebesar  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Gambar 2.5 merupakan blok diagram sensor ADXL345.

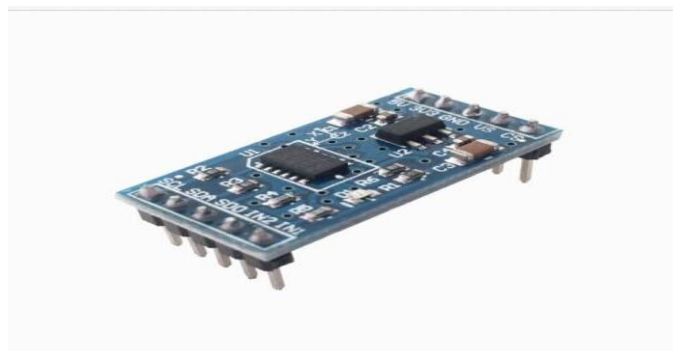


**Gambar 2.6** Blok diagram Akselerometer ADXL345 (datasheet)

Dar gambar 2.6 diagram blok ADXL345 diketahui bahwa dalam accelerometer ADXL345 sudah terdapat ADC dan digital filter sehingga ADXL345 merupakan sensor akselerasi yang menggunakan antarmuka digital yaitu dengan komunikasi I2C atau SPI [10]. Gambar 2.7 merupakan *Output Response* dari ADXL345 dan Gambar 2.8 merupakan gambar sensor ADXL345 yang digunakan.



**Gambar 2.7** *Output Response* ADXL345



**Gambar 2.8** Sensor ADXL345

## 2.8 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 merupakan suatu komponen elektronika yang dapat menangkap perubahan temperatur lingkungan lalu kemudian mengkonversinya menjadi besaran listrik. Sensor ini merupakan sensor digital yang menggunakan 1 wire untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Keunikan dari sensor ini adalah tiap sensor memiliki kode serial yang memungkinkan untuk penggunaan DS18B20 lebih dari satu dalam satu komunikasi 1 wire. DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang dikeluarkan oleh Dallas Semiconductor. Untuk pembacaan suhu, sensor menggunakan protokol 1 wire communication [11]. Gambar 2.9 merupakan gambar kaki – kaki DS18B20.

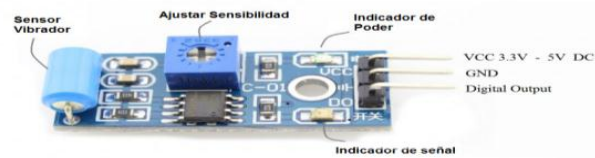


**Gambar 2.9** Sensor DS18B20

## 2.9 Sensor Getaran SW-420

Sensor getaran adalah suatu alat yang berfungsi untuk mendeteksi adanya getaran dan mengubahnya ke dalam sinyal listrik. Sensor yang digunakan adalah sensor seismic transducer, yaitu sensor yang digunakan untuk mengukur kecepatan dan percepatan. Untuk mengukur kecepatan menggunakan velocity probe dan velomitor probe, sedangkan untuk mengukur percepatan menggunakan sensor acceleration probe. Sedangkan, sensor nonkontak biasanya disebut Shaft Relative Measurement. Sensor yang digunakan adalah proximity probe (Eddy current probe). Untuk proxymity probe, yang diukur adalah perpindahannya. Untuk

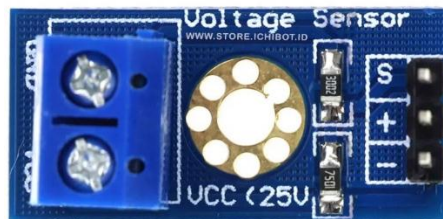
sensor non-kontak, probe dan mesin atau media lainnya dalam penggunaannya tidak bersentuhan secara langsung [12]. Gambar 2.10 merupakan gambar sensor SW-420 yang digunakan.



**Gambar 2.10** Sensor Getaran SW-420

## 2.10 Sensor Tegangan DC

Sensor tegangan DC merupakan rangkaian pembagi tegangan yang dibuat menjadi sebuah modul. Modul sensor tegangan DC ini mampu untuk mengukur tegangan hingga 25 V. Pada modul sensor tegangan DC yang ditunjukkan pada Gambar 2.10 terdapat tiga pin. Pin S merupakan pin output sensor yang akan dihubungkan ke ADC arduino nano, pin + disambungkan ke 5 V arduino dan pin – dihubungkan ke ground Arduino [13]. Gambar 2.11 merupakan Sensor Tegangan DC yang digunakan.



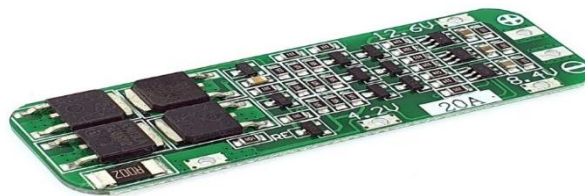
**Gambar 2.11** Sensor Tegangan DC

## 2.11 Battery Management System (BMS)

BMS juga dapat melindungi dan mengatur kondisi baterai, dan menjaga keseimbangan baterai. Selain itu dapat memberikan informasi energi yang masih tersedia dalam baterai dan prediksi durasi pemakaiannya juga agar tidak berpotensi merusak baterai secara kimiawi, maka baterai harus dijaga dari

pembebanan yang berlebihan yang dapat menyebabkan arus berlebih atau overcurrent dan tegangan yang berlebihan (overvoltage) dan baterai juga tidak boleh overcharging atau overdischarging yang terlalu lama karena dapat menyebabkan kebakaran yang menjadi parameter utama pada baterai adalah suhu dan sensor yang selalu dijaga karena dapat terjadi bahaya sewaktu-waktu, misalnya kebakaran. BMS juga dapat mengetahui kemampuan kapasitas yang telah terpakai serta menjamin umur baterai agar bisa tahan lama dalam mengendalikan proses pengelolaan pengisian sel [14].

Gambar 2.12 merupakan modul yang digunakan.



**Gambar 2.12** Modul BMS

## **2.12Baterai *Lithium***

Baterai *lithium-ion* merupakan salah satu jenis baterai sekunder (*rechargeable battery*) yang dapat diisi ulang dan merupakan baterai yang ramah lingkungan karena tidak mengandung bahan yang berbahaya seperti baterai-baterai yang berkembang lebih dahulu yaitu baterai NI-Cd dan Ni-MH. Baterai ini memiliki kelebihan dibandingkan baterai sekunder jenis lain, yaitu memiliki stabilitas penyimpanan energi yang sangat baik (daya tahan sampai 10 tahun atau lebih), energi densitas tinggi, tidak ada memori efek dan berat yang relatif lebih ringan dibandingkan dengan baterai jenis lain. Sehingga dengan berat yang sama energi yang dihasilkan baterai *lithium* dua kali lipat dari baterai jenis lain. Lithium-Ion Battery atau baterai lithium ion merupakan salah satu jenis baterai sumber arus sekunder yang dapat diisi ulang. Pada saat ini, Lithium-Ion Battery menjadi baterai yang sangat dibutuhkan antara lain untuk kebutuhan energi listrik pada telepon seluler (ponsel), mp3 player dan lain-lain. Selain itu, saat ini Lithium-Ion Battery sangat dibutuhkan khususnya untuk kendaraan yang sumber energinya

dari energi listrik/electric vehicle [15]. Pada project penelitian ini baterai yang digunakan adalah berseri 18650. Gambar 2.13 merupakan Baterai Lithium yang digunakan.



**Gambar 2.13** Baterai *Lithium*

### **2.13 Aplikasi Blynk**

Blynk adalah platform untuk aplikasi OS Mobile (iOS dan Android) yang bertujuan untuk kendali module *Arduino*, *Raspberry Pi*, ESP8266, *WEMOS D1*, ESP 32, dan *module* sejenisnya melalui Internet. Aplikasi ini merupakan wadah kreatifitas untuk membuat antarmuka grafis untuk proyek yang akan diimplementasikan hanya dengan metode *drag and drop widget* [16]. Gambar 2.14 merupakan logo dari aplikasi Blynk.



**Gambar 2.14** Aplikasi Blynk

Blynk tidak terikat pada papan atau module tertentu. Melalui platform aplikasi inilah dapat mengontrol apapun dari jarak jauh, dimanapun kita berada dan waktu kapanpun. Dengan catatan terhubung dengan internet dengan koneksi yang stabil.

## 2.14 USB Modem Wifi

USB modem WiFi adalah perangkat keras yang dirancang untuk mengubah sinyal data dari jaringan seluler menjadi sinyal WiFi yang dapat digunakan oleh perangkat lain untuk terhubung ke internet. Perangkat ini biasanya berbentuk kecil dan dapat disambungkan ke port USB pada komputer atau perangkat lainnya.

USB modem WiFi memanfaatkan jaringan seluler (seperti 4G atau 5G) untuk mengakses internet. Saat terhubung ke jaringan seluler, perangkat ini mampu memancarkan sinyal WiFi, sehingga perangkat lain di sekitarnya dapat terhubung ke internet tanpa kabel, hanya dengan menggunakan koneksi WiFi yang dibuat oleh USB modem tersebut.

Kelebihan dari USB modem WiFi adalah portabilitasnya yang tinggi, karena ukurannya yang kecil dan kemampuannya untuk menyediakan koneksi internet nirkabel (WiFi) dari sinyal jaringan seluler. Ini membuatnya berguna saat bepergian atau di tempat-tempat di mana tidak tersedia koneksi internet tetap, dan memungkinkan penggunaan beberapa perangkat secara bersamaan untuk terhubung ke internet [17].



**Gambar 2.15 USB Modem Wifi**



## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung dan melibatkan survei lapangan Pada Jalur Kereta Api Stasiun Baturaja – Stasiun Tiga Gajah , pengujian komponen sistem, analisis data, pemodelan, dan simulasi sistem. Penelitian ini dimulai dari bulan Januari 2024 sampai dengan bulan April 2023. Adapun pada Tabel 3.1 menunjukkan waktu kegiatan penelitian ini berlangsung.

[illegible]

### 3. 2 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

#### 1. Laptop Lenovo

Laptop penulis digunakan sebagai platform utama untuk mengembangkan kode melalui Aplikasi Arduino IDE dan juga sebagai sarana untuk memantau serta menguji hasil dari alat yang penulis rancang. Penggunaan laptop menjadi krusial dalam proses pengembangan dan pemantuan fungsi serta kinerja alat yang dibuat.

#### 2. ESP 32

ESP 32 S digunakan untuk menjadi *Mikrokontroler* utama, dimana program yang telah dibuat di aplikasi Arduino IDE di upload ke dalam ESP 32 S ini, agar dapat mengatur sensor - sensor yang digunakan pada project penelitian ini, lalu hasil sensor yang didapatkan selanjutnya akan dikirim ke server aplikasi Blynk untuk ditampilkan ke dalam aplikasi tersebut.

#### 3. Sensor *Akselerometer*

*Akselerometer* digunakan untuk mendeteksi kemiringan atau perubahan yang terjadi pada tanah yang menjadi tempat penelitian project ini dengan cara ketika sensor mengalami percepatan, massa ini bergerak dan menyebabkan perubahan kapasitansi pada kapasitor-kapasitor yang ada di dalam sensor. Perubahan ini kemudian diubah menjadi sinyal listrik yang dapat diinterpretasikan sebagai data mengenai percepatan pada sumbu x, y, dan z.

#### 4. Sensor Suhu

Sensor Suhu digunakan untuk mendeteksi suhu sekitar yang menjadi tempat penelitian project ini, sensor ini menggunakan termistor, yaitu komponone elektronik yang resistansinya berubah seiring perubaha suhu dan memiliki titik dioda terprogram di dalamnya, yang menghasilkan tegangan yang bervariasi tergantung pada suhu sekitar.

#### 5. Sensor Getaran

Sensor Getaran SW-420 digunakan untuk mendeteksi getaran yang terjadi pada tempat project penelitian, baik itu getaran dari tanah yang mengalami kemiringan atau ketika ada kereta yang melintas pada jalur tersebut. Sensor ini Sensor ini terdiri dari pegas (spring) dan bola logam yang menghubungkan dua

kawat atau terminal dalam sensor. Ketika terjadi getaran atau guncangan, bola logam akan bergerak mengakibatkan kontak antara dua kawat atau terminal tersebut. Perubahan kontak ini mempengaruhi resistansi pada sensor.

#### 6. Sensor tegangan DC

Sensor tegangan DC digunakan untuk mendeteksi Output yang digunakan oleh *mikrokontroler* dan sensor-sensor yang digunakan pada project penelitian ini serta untuk melihat sisa baterai yang digunakan. Sensor ini bekerja dengan cara saat tegangan di masukkan ke sensor, perubahan resistansi tegang diukur dan diterjemahkan menjadi nilai tegangan yang sesuai.

#### 7. Battery Management System (BMS)

BMS digunakan untuk menghubungkan sumber baterai ke *mikrokontroler* dan sensor – sensor yang digunakan dalam project penelitian ini, tidak hanya untuk menjadi media transfer daya BMS ini juga digunakan untuk mengisi baterai saat habis dan menjadi pengaman saat terjadinya *overheating* dan arus atau tegangan berlebih.

#### 8. Baterai *Lithium*

Baterai *lithium* digunakan untuk menjadi sumber listrik bagi *mikrokontroler* dan sensor – sensor yang digunakan dalam project penelitian ini.

#### 9. USB Modem Wifi

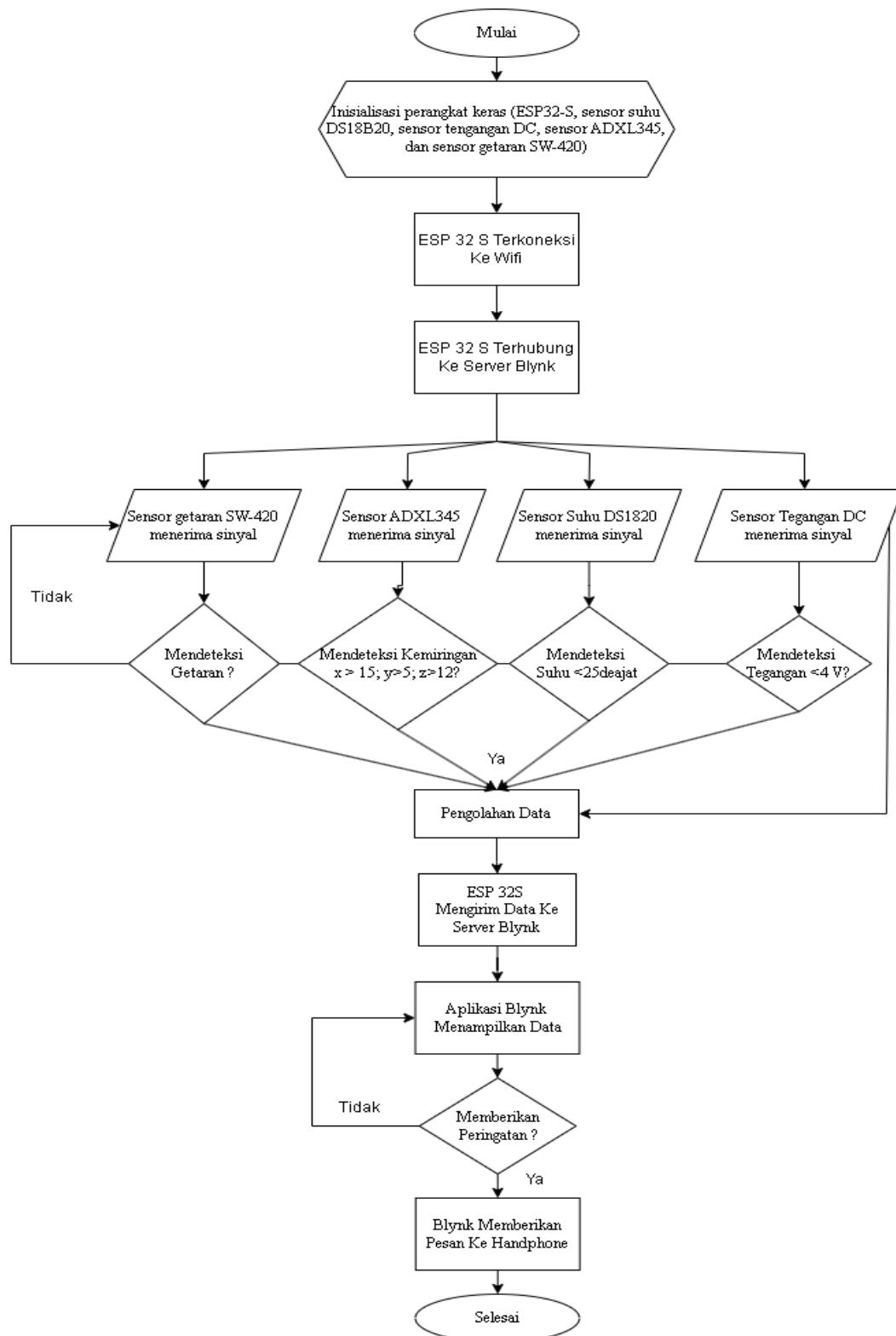
USB Modem Wifi digunakan untuk menjadi sumber internet bagi *mikrokontroler* untuk mengirimkan hasil dari pembacaan sensor – sensor pada tempat project penelitian ke server aplikasi Blynk dengan cara mengubah jaringan internet pada area tersebut menjadi Wifi, karena ESP 32 S dapat menggunakan wifi untuk terhubung ke Jaringan Internet atau server.

**Tabel 3.2** Daftar Spesifikasi Komponen

No.	Komponen	Jenis/Model	Spesifikasi Teknis
1.	Laptop Lenovo	Ideapad Gaming 3	Platform pengembangan
2.	ESP 32	ESP 32 S	<i>Mikrokontroler</i> Utama

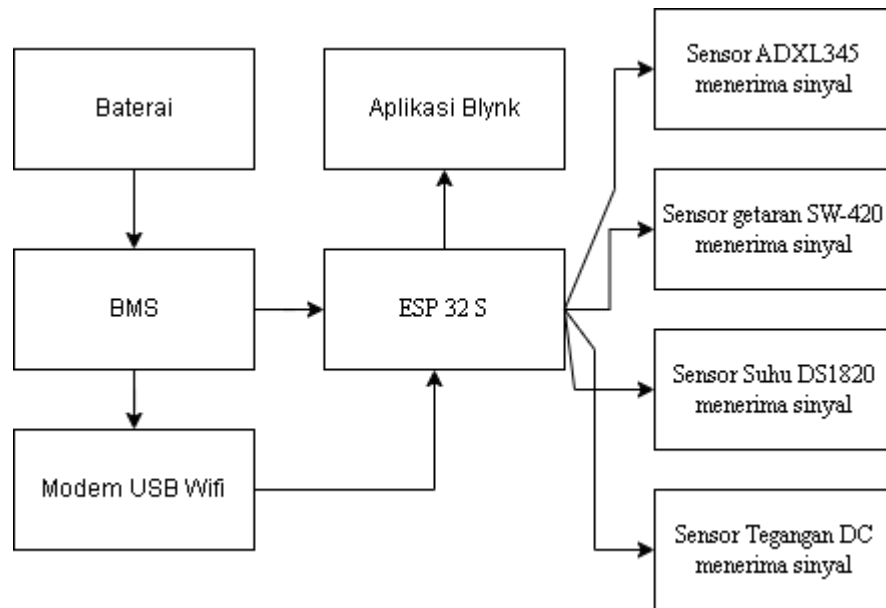
3.	Sensor <i>Akselerometer</i>	ADX345	Pendeteksi Kemiringan pada tanah
4.	Sensor Suhu	DS18B20	Pendeteksi suhu sekitar
5.	Sensor Getaran	SW-420	Pendeteksi adanya getaran pada tempat
6.	Sensor Tegangan	Driver DC 0-25V	Pendeteksi Tegangan Baterai yang digunakan
7.	<i>Battery Management System</i> (BMS)	BMS 3S	Media penghubung Baterai ke perangkat yang digunakan
8.	Baterai <i>Lithium</i>	Baterai Litihium 18650 3.7V	Sumber listrik untuk perangkat yang digunakan
9.	USB Modem Wifi	USB modem wifi Telkomsel 4G	Sumber internet untuk <i>mikrokontroler</i> agar terhubung ke server Blynk

### 3. 3Langkah – langkah Penelitian (Diagram Alir)



**Gambar 3.1** Diagram Alir Prototipe Alat Monitoring Pergeseran Tanah Pada Jalur Kereta Api

### 3.4 Langkah – langkah Perancangan (Diagram Blok)



**Gambar 3.2** Diagram Blok Prototipe Alat Monitoring Pergeseran Tanah Pada Jalur Kereta Api

### 3.5 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian rancang bangun prototipe Alat Monitoring Pergeseran Tanah Pada Jalur Kereta Api berbasis ESP 32 S, teknik pengumpulan data dapat melibatkan berbagai metode dan instrumen.

Berikut adalah beberapa teknik pengumpulan data yang mungkin digunakan dalam penelitian tersebut:

1. Pengamatan Langsung (Observasi): Melibatkan pengamatan langsung terhadap kinerja alat saat beroperasi. Ini dapat mencakup reaksi terhadap perubahan, akurasi data sensor, dan stabilitas sistem.
2. Sensor dan Peralatan Pendukung : Pemasangan berbagai sensor seper, sensor Tegangan DC, sensor *Akselerometer*, sensor getaran, dan sensor suhu untuk mengumpulkan data sehubungan dengan tugas alat ini, yaitu memonitoring.
3. Pengujian Berulang: Melakukan pengujian berulang untuk mengumpulkan data yang lebih terperinci dari kinerja alat monitoring ini.
4. Log Data: Mencatat data yang didapatkan oleh sensor untuk menjadi bahan evaluasi kinerja dari alat monitoring ini.

### 3.6 Teknik Analisi Data

Teknik analisis data dalam penelitian rancang bangun prototipe Alat monitoring pergeseran tanah pada jalur kereta api berbasis ESP 32 S akan melibatkan berbagai metode analisis untuk menginterpretasi data yang diperoleh selama percobaan dan pengujian. Berikut adalah beberapa teknik analisis data yang mungkin digunakan dalam penelitian tersebut:

1. Statistik Deskriptif: Menggunakan statistik deskriptif untuk merangkum dan menggambarkan data yang diperoleh, seperti menghitung rata – rata, deviasi standar, atau grafik histogram dari berbagai parameter yang diukur, seperti data – data yang di baca oleh sensor pada lokasi.
2. Analisis Regresi; Jika penelitian melibatkan hubungan antara variabel – variabel tertentu, teknik analisis regresi dapat digunakan untuk memahami hubungan tersebut, seperti suhu disekitar tempat tersebut mempengaruhi pergeseran tanah pada jalur kereta api.
3. Uji Hipotesis: Uji Hipotesis ini dilakukan apabila terdapat pertanyaan yang mengharuskan adanya analisa data yang lebih akurat.
4. Analisa Klesalahan dan *Debugging*: Memeriksa data untuk menentukan adanya kesalahan dalam operasi kinerja alat monitoring pergeseran tanah pada kereta api ini dan mencari solusi untuk pengembangan atau perbaikan.
5. Visualisasi Data: Menggunakan grafik dan visualisasi data lainnya untuk mempresentasikan hasil secara visual, agar memudahkan pemahaman dan komunikasi temuan pada penelitian.
6. Analisa Keseluruhan Sistem: Mengevaluasi keseluruhan kinerja sistem alat monitoring, termasuk efisiensi daya, keakuratan sensor dalam mendapatkan data, dan fakto-faktor lain yang dapat mempengaruhi sistem alat monitoring ini. Pilihan teknik analisis data akan sangat tergantung pada tujuan penelitian, jenis data yang dikumpulkan, dan pertanyaan penelitian yang ingin dijawab.