

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah beberapa penelitian yang telah dilaksanakan yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti.

2.1.1 Sistem Peringatan Dini Bencana Alam Tanah Longsor Berbasis Internet Of Things

Penelitian ini dilakukan oleh Putra, Andika Rohana, Tatang Puspita, Santi Arum pada tahun 2022 atas dasar tanah longsor dapat terjadi secara tiba-tiba. Bahkan, berdasar data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) bencana tanah longsor termasuk kedalam 3 (tiga) bencana alam yang sering terjadi pada tahun 2020. Kemudian, tidak adanya peringatan dini dan minimnya kesiapan masyarakat dalam menghadapi bencana tanah longsor dapat mengakibatkan banyaknya kerugian harta benda seperti kerusakan rumah akibat tertimbun longsor, merusak lahan pertanian, mengganggu jalan transportasi hingga menimbulkan korban jiwa. Sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan di atas, maka dibutuhkan sebuah alat yang mampu memonitoring pergerakan tanah secara real time dan peringatan dini terjadinya bencana alam tanah longsor kepada masyarakat sekitar.

Maka dari itu, Putra dkk membuat salah satu solusi yang dapat dilakukan dengan membuat sistem peringatan dini untuk mendeteksi pergerakan tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) yang di tempatkan pada lereng yang rawan terjadi longsor. Sistem tersebut berbasis *website* dan menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor MPU6050 dan *sensor soil moisture*. Adapun hasil pada penelitian tersebut, Sistem peringatan dini bencana alam tanah longsor berbasis IoT dengan menggunakan sensor MPU6050, *sensor soil moisture*, LCD, LED dan *buzzer* yang terkoneksi secara *real time* pada *website* telah berhasil dibuat dan dapat bekerja dengan baik. Sistem dapat mendeteksi apabila terjadi pergerakan tanah dan dapat mengirimkan data pergerakannya pada *web server* secara *real time*. Hasil pengujian pergerakan tanah yang telah dilakukan sensor mampu mendeteksi pergerakan tanah baik kearah depan, ke belakang, ke kanan maupun ke kiri dengan

5 sampel data dari setiap status pergerakan tanah. Sensor dapat membaca pergerakan tanah AMAN, WASPADA, SIAGA dan AWAS, hasil dari pembacaan sensor tersebut berhasil dikirim ke *web server* dan *website* dapat memberikan informasi data dan status pergerakan tanah. Begitupun dengan hasil pembacaan sensor *soil moisture*, sensor dapat membaca kandungan air dalam tanah dan menentukan status kelembaban tanah KERING, LEMBAB dan BASAH [7]. Namun, Alat tersebut masih mempunyai kekurangan dimana *axis* yang digunakan untuk mendeteksi pergeseran tanah masih menggunakan 3 *axis accelerometer* dan web yang digunakan masih menggunakan jaringan *local host*.

2.1.2 Rancang Bangun Wireless Sensor Network Peringatan Dini Longsor Berbasis Mikrokontroler

Penelitian ini dilakukan oleh Denny Nugroho, Uswarman pada tahun 2019. Penelitian tersebut dilatarbelakangi karena bencana alam seperti gerakan tanah atau longsor dapat terjadi pada berbagai skala dan kecepatan. Sehingga, untuk meminimalkan kerugian akibat bencana tersebut maka dilakukan usaha mengenal tanda-tanda yang mengawali gerakan tanah, atau disebut sebagai mitigasi.

Penelitian tersebut dilakukan untuk merancang *wireless sensor network* (WSN) yang mampu mengidentifikasi bencana longsor. Terdapat beberapa node sensor seperti sensor getaran, sensor kemiringan lahan, sensor pergeseran lahan, kontroler, dan modul transmisi data. Node-node sensor tersebut ditanam pada daerah yang rawan longsor dan saling berkomunikasi antara node satu dengan lainnya. Data berupa getaran, kemiringan lahan, dan status selalu ditransmisikan ke *base station system* peringatan dini longsor secara *real time*. Ketika bencana longsor akan segera terjadi node sensor diharapkan mampu mendeteksi dan mengaktifkan *alarm* yang ada pada node sensor serta mengirimkan tanda bahaya ke *base station*. Adapun arsitektur sensor node pada penelitian tersebut sebagai berikut:

1. Sensor *gyroscope* dan sensor *accelometer*.
2. Memori diperlukan untuk menyimpan data yang telah didapatkan oleh sensor. Pada dasarnya sebuah mikrokontroler sudah memiliki memori sendiri, namun

apabila memori pada mikrokontroler tidak cukup maka dapat menambahkan memori eksternal.

3. *Transceiver* berfungsi untuk menerima dan mengirimkan data secara nirkabel menggunakan Xbee pro.
4. *Power source* berfungsi sebagai sumber energi untuk mengaktifkan perangkat elektronik.

Hasil dari penelitian tersebut, WSN dapat berkomunikasi antara node sensor dengan komunikator. WSN dapat menandakan keadaan bahaya ketika kemiringan diatas 45° dengan membunyikan alarm [5]. Namun, pada penelitian tersebut masih terdapat beberapa kekurangan seperti tidak adanya sensor untuk mendeteksi getaran, dan belum terdapat sensor yang mampu menghitung seberapa jauh pergeseran tanah. Kemudian, jarak antar node memiliki keterbatasan yaitu maksimum sekitar 40 m.

2.1.3 Rancang Bangun Prototipe Deteksi Dini Tanah Longsor Berbasis Double Sensor

Penelitian ini dilakukan oleh Pero Nika Fitriani, Kusumawati Dwi Lestari, Handyesa Dika Pratama, dan Madlazim pada tahun 2019. Penelitian tersebut dilatarbelakangi karena Tingginya bencana tanah longsor di Indonesia menimbulkan kerugian materi dan korban jiwa dalam jumlah besar. Oleh karena itu, diperlukan instrumen mitigasi dini tanah longsor yang memadai untuk memonitoring kondisi daerah rawan longsor. Metode yang digunakan dalam rancang bangun instrumen mitigasi tanah longsor yaitu dengan mendesain prototipe dan sistem kerjanya. Prototipe ini terdiri atas sensor *soil moisture* sebagai pengukur kelembaban tanah dan sensor potensiometer sebagai pengukur pergeseran tanah yang dikontrol oleh mikrokontroler Arduino Uno serta modul HC12 sebagai transmisi *wireless*. Selanjutnya, sistem sensor dan transmitter dipasang pada lereng bidang tanah. Ketika terjadi pergeseran pada bidang gelinciran tanah, sensor secara otomatis mengukur jarak pergeseran yang terjadi sekaligus nilai kelembaban tanahnya. Sinyal ini kemudian diproses oleh mikrokontroler dan ditransmisikan secara *wireless*. Kemudian sinyal modulasi akan diolah oleh program pada mikrokontroler dan ditampilkan pada papan informasi digital sebagai *warning system*. Prototipe ini mampu memberikan *warning system* untuk status aman, siaga, dan bahaya pada kemiringan. Namun, pada penelitian tersebut masih terdapat

beberapa kekurangan seperti sensor kelembapan akan bereaksi ketika terjadi hujan rintik dan data tersebut kurang akurat jika monitoring tanah untuk mendeteksi dini tanah longsor, pada sensor potensiometer menggunakan sensor HC-12, yang berfungsi untuk sebagai pendeteksi getaran dan kurang tepat jika di aplikasikan pada pendeteksi dini tanah longsor [9].

2.1.4 Perancangan Pengukuran Pergeseran Tanah Pada Sistem Peringatan Dini Bencana Tanah Longsor

Penelitian ini dilakukan oleh Muhammad Irsyad Reynaldy, Agus Sofwan, dan Sumardi pada tahun 2019. Penelitian tersebut dilatarbelakangi karena Tanah longsor merupakan salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia. Longsor dapat terjadi karena adanya beberapa faktor utama. Salah satu faktor tersebut adalah curah hujan yang tinggi dan kelembaban tanah. Selain itu, ada beberapa faktor yang dapat diperhitungkan yang dapat menyebabkan bencana longsor. Dibutuhkan suatu sistem yang dapat mengakuisisi data-data di lapangan agar dapat memprediksi terjadinya bencana longsor. Penelitian ini membuat perancangan 3 buah prototipe akuisisi data dengan 4 parameter penyebab terjadinya tanah longsor. 4 parameter itu berupa kemiringan lereng yang dapat diukur dengan sensor MPU 6050, curah hujan yang diukur dengan sensor *tipping bucket* dengan *reed switch*, kadar air dengan 2 sensor kelembaban FC-28, dan getaran tanah yang diukur dengan sensor 801s. Sistem ini dilengkapi dengan proses pengambilan data ataupun *log* data secara *realtime* dengan SD Card dalam proses secara langsung dan pengiriman *via server* melalui SIM900. Namun, pada penelitian tersebut masih terdapat kekurangan dalam hal komunikasi karna masih menggunakan jaringan seluler 3G (GPRS), dalam pengiriman data nya sangat jauh berbeda dengan IoT [9].

2.1.5 Prototipe Detektor Bencana Tanah Longsor Menggunakan Accelerometer dan Gyroscope Sensor Dengan Konsep Internet of Things (IoT)

Penelitian ini dilakukan oleh Isna Nikmatul, Hafiduddin, dan Dadan Nur Ramadan pada tahun 2020. Penelitian tersebut didasari Bencana alam banyak terjadi dan cenderung meningkat dari tahun ketahun. Peningkatan ini terjadi di dunia termasuk di Indonesia. Pada proyek akhir ini memanfaatkan bantuan mikrokontroler, yang dilengkapi dengan beberapa sensor untuk

mendeteksi bencana tanah longsor. Proyek akhir ini menggunakan dua buah TTGO LoRa mikrokontroler yang terintegrasi dengan LoRa, *Accelerometer and gyroscope* (MPU6050) sensor, *Soil Moisture*, *Raindrop* sensor, dan *rotary encoder*. Cara kerja alat ini, setiap nilai yang terdeteksi akan dikirimkan ke *real-time database* melalui komunikasi. Hasil dari proyek akhir ini diperoleh nilai pada pengukuran kelembapan tanah didapatkan rata-rata kesalahan sebesar 0.017 %, kemiringan tanah rata-rata kesalahan sebesar 0.56 %, *rotary encoder* sebagai sensor pergeseran tanah memiliki kesalahan rata-rata sebesar 0.90 mm. Alat ini memiliki rata-rata *delay* 28.84 *second* untuk melakukan koneksi antar LoRa. Jarak yang mampu dicapai oleh LoRa dalam keadaan LOS sejauh 350 meter. Namun, pada penelitian tersebut masih terdapat beberapa kekurangan seperti hasil pengujian cakupan LoRa, jarak mempengaruhi RSSI atau daya yang diterima oleh penerima. Semakin jauh jarak maka semakin kecil nilai RSSI. Jarak lora ini terbatas hanya sampai 370 meter, semakin jauh jaraknya LoRa dari sensor, data yang diterima akan semakin lambat [10].

2.1.6 Rancang Bangun Alat Deteksi Tanah Longsor Berbasis IoT dengan Nodemcu Esp8266 dan MPU6050

Penelitian ini dilakukan oleh Rosa Mega Utama, Imam Sucahyo dan Meta Yantidewi Pada Tahun 2022. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat deteksi tanah longsor dengan menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dan MPU6050 sebagai sensor sehingga mampu mendeteksi percepatan bumi pada sumbu x, y, dan z dan kemiringan tanah. Alat deteksi tanah longsor ini berbasis IoT sehingga memungkinkan percepatan bumi dan kemiringan tanah dapat dipantau secara *real-time*. Alat ini dihubungkan dengan aplikasi yang dibuat menggunakan layanan *cloud* pada *real-time database firebase* dan MIT APP *Inventor* untuk membangun aplikasi. Aplikasi deteksi tanah longsor yang dibangun menggunakan *platform firebase* dan MIT App *Inventor* menyampaikan status aman, waspada, dan awas [11]. Namun, pada penelitian tersebut masih terdapat kekurangan yaitu pengiriman data dari alat ke aplikasi MIT App *Inventor* mengalami *delay* selama 3 detik.

2.1.7 Perancangan Prototipe Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Penelitian ini dilakukan oleh Syahdan Mujahid, Budhi Irawan dan Casi Setianingsih Pada Tahun 2020. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data dari pergeseran tanah, Untuk mengukur parameter tersebut, digunakan sebuah sistem berbasis IoT yang terhubung dengan berbagai macam sensor. Sensor yang digunakan antara lain yaitu MPU 6050 untuk membaca kemiringan lereng dan untuk getaran serta *Soil Moisture* untuk kelembapan tanah. Pada penelitian tersebut didapat Sensor MPU6050 memiliki nilai error rata-rata 0,3472% pada sumbu X dan pada sumbu Y memiliki nilai *error* 1,069 %. Sensor MPU6050 untuk membaca getaran paling besar nilai akselerasinya yaitu 0,28 dan yang terakhir sensor *soil moisture* YL-69 memiliki nilai *error* rata-rata 18,733%. didalam penelitian ini membuat sistem peringatan dini tanah longsor. Nilai dari suatu sensor akan dikirimkan ke Antares melalui LoRa. Setiap *device* terdiri dari sensor *accelerometer* dan *gyroscope* atau MPU6050 untuk membaca kemiringan sudut serta getaran. Sensor *soil moisture* untuk mengukur kadar air tanah atau kelembaban tanah. Sensor akan dikontrol oleh arduino untuk memproses data yang diperoleh dari sensor, setelah data terkumpul akan dilakukan proses pengiriman data secara nirkabel melalui LoRa, lalu ke Antares[12]. Namun, pada penelitian tersebut masih terdapat kekurangan yaitu pengiriman data tidak efisien karena melalui 2 komunikasi, sensor ke LoRa dan dari LoRa dilanjutkan mengirim data ke Server Antares, Siklus tersebut menghasilkan *delay* komunikasi.

2.1.8 Rancang Bangun Alat Ukur Sismik Menggunakan Inertial Measurement Unit (IMU) Berbasis IoT

Penelitian ini dilakukan oleh Muhammad Sakhalish Zayyan, Kartiko Ardi Widodo dan Bima Romadhon Parada Dian Palevi Pada Tahun 2023. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat ukur seismik menggunakan IMU berbasis IoT. Gempa bumi merupakan fenomena alam yang dapat menyebabkan kerusakan pada manusia dan infrastruktur. Oleh karena itu, pengukuran dan pemantauan aktivitas seismik menjadi penting untuk mengurangi risiko gempa. Dalam penelitian ini, menggunakan teknologi IMU, yang terdiri dari akselerometer dan

giroskop, untuk mengukur perubahan getaran dan gerak di permukaan bumi. IMU terhubung ke platform IoT, yang memungkinkan transmisi data waktu nyata di Internet. Informasi yang diperoleh dari alat pengukur ini dapat memberikan informasi penting tentang kekuatan dan karakteristik seismik daerah tersebut. Perancangan alat pengukur seismik ini meliputi pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari modul IMU, mikrokontroler, modul komunikasi nirkabel dan baterai catu daya. Pada saat yang sama, perangkat lunak ini berfungsi untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menampilkan data seismik yang diterima oleh IMU[13]. Alat ini fokus untuk mengukur getaran pada tanah dan data yang ditampilkan dikirim ke google sheet. Namun, kekurangan alat ini Data getaran yang dikirim ke google sheet berupa data Integer bukan data visual seperti grafik.

2.1.9 Rancang Bangun Sistem Pengukur Pergerakan Tanah dan Curah Hujan Jarak Jauh Real Time Sebagai Peringatan Dini Tanah Longsor Berbasis *Internet of Things*

Penelitian ini dilakukan oleh Fandani Nugroho Pada Tahun 2022. Penelitian ini dilakukan karena salah satu faktor penyebab terjadinya tanah longsor adalah curah hujan tinggi di daerah lereng bukit sehingga dengan terjadinya curah hujan yang tinggi dapat memicu terjadinya pergerakan tanah. Dampak dari tidak adanya pemberitahuan dini tanah longsor ini tentu saja akan menimbulkan banyaknya korban jiwa dan banyak lagi kerugian lainnya. Untuk mengantisipasi terjadinya korban tanah longsor diperlukan adanya sistem peringatan dini tanah longsor.

Maka penelitian yang dilakukan oleh Fandani nugroho adalah merancang alat pendeteksi dini tanah longsor menggunakan sensor *accelerometer* MPU-6050, sensor curah hujan dan NodeMCU ESP-8266 sebagai mikrokontrolernya. Alat terhubung ke *smartphone* melalui telegram dan sms. Sensor *accelerometer* MPU-6050 dipakai untuk mengukur kemiringan alat ketika terjadi pergerakan tanah dan sensor curah hujan dipakai untuk mengukur intensitas curah hujan di daerah rawan bencana tanah longsor. Telegram dan sms difungsikan untuk menginformasikan bahaya tanah longsor kepada warga pada saat ada gejala tanah longsor. Alat pendeteksi dini tanah longsor akan mengirim notifikasi pesan dan menyalakan *buzzer* ketika rata-rata kemiringan alat ke kanan

10.47o, ke kiri 10.63o, ke depan 10.46o, ke belakang 10.48o dan curah hujan yang terukur antara 51.77- 100.2 mm/jam [14]. Namun, pada penelitian tersebut masih terdapat kekurangan yaitu, komunikasi masih menggunakan SMS, dan ini memerlukan pulsa jika pulsa habis maka alat tidak bisa mengirim pesan.

2.1.10 Rancang Bangun Sistem Monitoring Pergerakan Tanah Menggunakan Metode Multi Segment Inclinometer Berbasis *Accelerometer* (Studi Kasus Model Lereng).

Penelitian ini dilakukan oleh Hamzah Afif, Amien Widodo, Juan Pandu, dan Firman Syaifuddin Pada Tahun 2019. Penelitian ini rancang bangun alat monitoring pergerakan tanah dengan parameter yang dipantau antara lain perubahan sudut dan kadar kelembaban tanah. Metode yang digunakan adalah multi segment inclinometer yang dinilai lebih efektif karena dapat membaca pergerakan tanah melalui perubahan sudut yang bervariasi terhadap kedalaman. Prototipe alat berupa multi segment inclinometer berbasis Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroler. Perubahan sudut diukur menggunakan inclinometer berbasis *accelerometer* MPU 6050. Prototipe alat dan sistem yang dibangun pada penelitian ini menggunakan *hardware* dan *software* dengan lisensi *open source* sehingga pembuatannya lebih mudah dan murah. Prototipe alat diuji pada sebuah model lereng. Uji yang dilakukan yaitu uji pengaruh sudut dan uji penambahan air. Hasil uji pengaruh sudut sebelum longsor terjadi perubahan sudut *accelerometer* sebesar 6° dalam setengah detik. Pada uji penambahan air perubahan sudut *accelerometer* sebesar 7° - 12° dalam setengah detik dan terjadi pengurangan kadar kelembaban tanah sebesar 21%. Data yang diperoleh dari sensor ditampilkan secara *real time* menggunakan antarmuka *processing* dan disimpan dalam bentuk csv. Hasil analisa data menunjukkan sistem *monitoring* yang telah dibuat dapat membaca indikasi terjadinya longsor.

Penelitian yang dilakukan oleh Hamzah Afif, dkk. ini fokus membahas sistem *monitoring* pergerakan tanah berdasarkan parameter perubahan sudut dan kadar kelembaban tanah sebelum terjadi longsor menggunakan aplikasi metode multi *segment inclinometer* dengan bahan-bahan yang sederhana. Perubahan sudut diukur menggunakan inclinometer berbasis *accelerometer* MPU 6050. Prototipe dirangkai berbasis Arduino Mega 2560

sebagai mikrokontroler. Namun, penelitian ini masih terdapat kekurangan yaitu Percobaan pergerakan tanah harus diamati secara langsung dengan mengamati data *accelerometer* dan percobaan ini juga belum menggunakan teknologi IoT.

2.2 Tanah Longsor

Kejadian tanah longsor merupakan sebuah fenomena alam yang lumrah terjadi di seluruh belahan bumi, termasuk bumi tempat kita berpijak: Indonesia. Biasanya, bencana alam ini terjadi pada musim hujan, dimana daerah-daerah dengan curah hujan tinggi dan kondisi tanah tertentu (seperti perbukitan terjal) menjadi sangat rentan tanah longsor. Tingkat bencana alam ini pun dapat ringan, sedang, hingga berat [4].

2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of things atau IoT adalah sebuah sistem untuk mengirimkan data atau informasi berbasis internet dengan perangkat *embedded* sehingga tidak diperlukan sebuah komputer atau laptop yang secara fisik lebih besar [15]. Sistem IoT yang umum bekerja melalui pengumpulan dan pertukaran data dalam waktu nyata. Sistem IoT mempunyai tiga komponen:

2.3.1 Perangkat Pintar

Perangkat pintar adalah semua objek sehari-hari yang dibuat cerdas dengan komputasi canggih, termasuk AI dan pembelajaran mesin, dan terhubung ke jaringan untuk membentuk IoT. Perangkat ini mengumpulkan data dari lingkungan, input pengguna, atau pola penggunaan dan mengomunikasikan data melalui internet ke dan dari aplikasi IoT.

Aplikasi IoT merupakan kumpulan layanan dan perangkat lunak yang mengintegrasikan data yang diterima dari berbagai perangkat IoT. Aplikasi ini menggunakan teknologi *machine learning* atau kecerdasan buatan (*AI*) untuk menganalisis data tersebut dan membuat keputusan yang matang. Keputusan ini dikomunikasikan kembali ke perangkat IoT dan perangkat IoT kemudian merespons *input* tersebut secara cerdas.

2.3.2 Aplikasi IoT

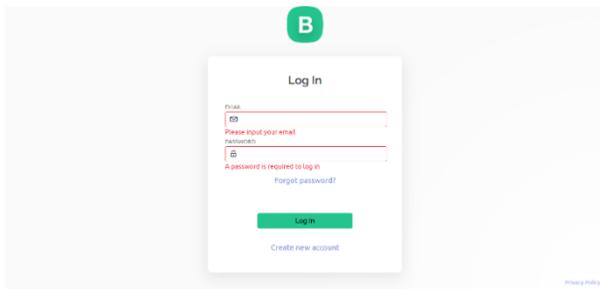
Aplikasi IoT merupakan kumpulan layanan dan perangkat lunak yang mengintegrasikan data yang diterima dari berbagai perangkat IoT. Aplikasi ini menggunakan teknologi *machine learning* atau kecerdasan buatan (*AI*) untuk menganalisis data tersebut dan membuat keputusan yang matang. Keputusan ini

dikomunikasikan kembali ke perangkat IoT dan perangkat IoT kemudian merespons *input* tersebut secara cerdas.

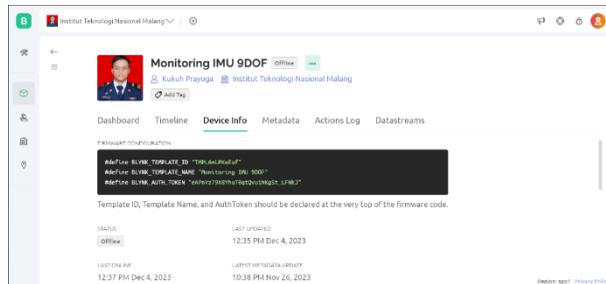
2.3.3 Blynk IoT

Blynk adalah pionir pendekatan tanpa kode dalam pembuatan aplikasi IoT. Blynk mengizinkan pengembang untuk menggunakan *platform* mereka secara gratis dengan fitur terbatas. Tahun-tahun yang dihabiskan Blynk untuk mengembangkan *platform* ini telah menghasilkan *platform* IoT yang tidak memerlukan kode di aplikasi seluler atau sisi dasbor serta mudah untuk disesuaikan dan diotomatisasi [16]. Blynk adalah aplikasi untuk *iOS* dan *OS* Android untuk mengontrol Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui Internet [17]. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat hardware, menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi, dan lain-lain. Aplikasi Blynk memiliki 3 komponen utama, yaitu Aplikasi, *Server*, dan *Libraries*. Blynk *server* berfungsi untuk menangani semua komunikasi diantara *smartphone* dan *hardware*. *Widget* yang tersedia pada Blynk diantaranya adalah *Button*, *Value Display*, *History Graph*, *Twitter*, dan *Email*. Blynk tidak terikat dengan beberapa jenis mikrokontroler namun harus didukung *hardware* yang dipilih. NodeMCU dikontrol dengan Internet melalui WiFi, chip ESP8266, Blynk akan dibuat *online* dan siap untuk IoT cara pembuatan *user interface* pada Blynk sebagai berikut:

1. Membuat akun gmail pada *website* Blynk IoT untuk mendapatkan *auth token*. Setelah itu membuat *project* dengan diberi nama “Monitoring IMU 9 Dof”.

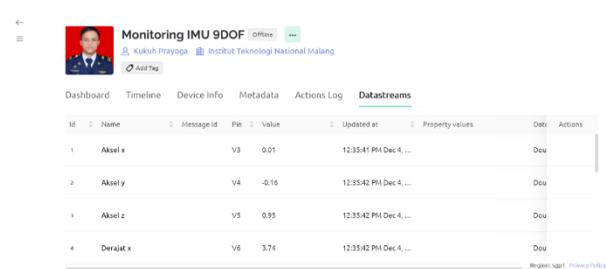


Gambar 2.1 Registrasi akun Blynk



Gambar 2.2 *Auth token* Blynk

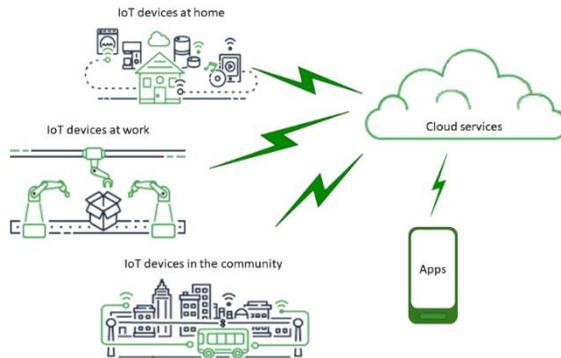
2. Membuat datasreams sensor pada *device*, datasreams ini berfungsi sebagai variabel sensor yang nanti bisa terbaca oleh Blynk IoT.



Gambar 2.3 *Data streams* Blynk

2.3.4 Antar Muka Pengguna Grafis

Perangkat IoT atau armada perangkat dapat dikelola melalui antarmuka pengguna grafis. Contoh umumnya termasuk aplikasi seluler atau situs *web* yang dapat digunakan untuk mendaftarkan dan mengontrol perangkat pintar.



Gambar 2.4 Cara kerja IoT

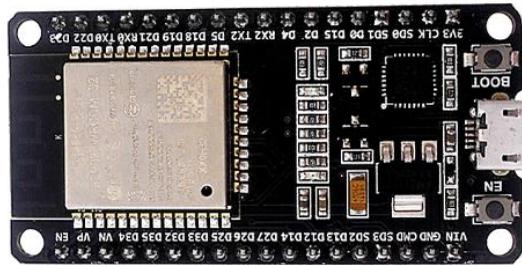
2.4 Perangkat Keras (*Hardware*)

Pengertian dari *hardware* atau dalam bahasa Indonesia-nya disebut juga dengan nama “perangkat keras” adalah salah satu komponen dari sebuah komputer yang sifat alat nya dapat dilihat dan diraba secara langsung atau yang berbentuk nyata, yang berfungsi untuk mendukung proses komputerisasi.

Hardware dapat bekerja berdasarkan perintah yang telah ditentukan ada padanya, atau yang juga disebut dengan dengan istilah *instruction set* dengan adanya perintah yang dapat dimengerti oleh *hardware* tersebut maka *hardware* tersebut dapat melakukan berbagai kegiatan yang telah ditentukan oleh pemberi perintah. Apabila salah satu komponen tidak berfungsi, akan mengakibatkan tidak berfungsinya proses-proses yang ada komputer dengan baik.

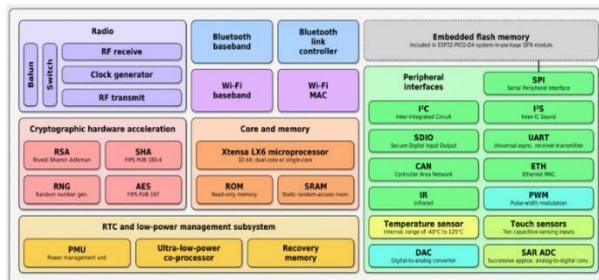
2.4.1. Nodemcu ESP 32

ESP 32 adalah minimum sistem berbiaya rendah, berdaya rendah dengan kemampuan *WI-FI & dual-mode Bluetooth*[18]. Ada beberapa keluarga ESP 32 yang semuanya menggunakan *mikroprosesor Tensilicia Xtensa LX6*, baik yang *dual-core* maupun yang *single-core*. *Mikroprosesor* ini memiliki kecepatan *clock* hingga 240 Mhz. ESP 32 sangat terintegrasi dengan *antenna internal*, *RF balloon*, penguat daya, penguat penerima dengan *ow noise filter*, dan modul manajemen daya. Esp 32 direkayasa untuk perangkat seluler, elektronik yang dapat dikenakan (*wearable*), dan aplikasi IoT.



Gambar 2.5 ESP 32

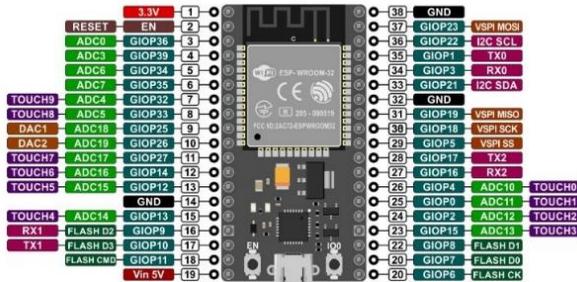
Pada blok diagram *function* ESP 32 di bawah (Gambar 2.6), dapat kita lihat bahwa secara *default*, ESP 32 juga dilengkapi dengan *cryptographic hardware accelerator*, yang dapat membantu mempercepat *Rivest Shamir Adleman* (RSA), *Secure Hash Algorithm 2* (SHA-2), *Random Number Generator* (RNG), dan *Advanced Encryption Standar* (AES).



Gambar 2.6 Blok diagram function ESP 32

Sementara untuk *peripheral interface*, ada banyak fungsi yang ditanamkan dalam sebuah ESP 32 selain digital pin yang langsung terkoneksi ke *processor*. Pada ESP 32 juga telah disediakan *capacitive touch*, *analog-to-digital converter* (ADC), *digital-to-analog converter* (DAC), *inter-integrated Circuit* (I2C) seperti SDA (*serial data*) yang berfungsi untuk mengirimkan data dan pin SCL (*serial clock*) digunakan untuk mengatur waktu *transfer* data dan sinkronisasi antara ESP32 dan I2C lainnya, *Integrated inter-IS Sound* (I2S), *RMII Reduce media-independent Interface* (RMII), *Pulse width Modulation* (PWM). Semua kemampuan tersebut terintegrasi dalam *General Purpose Input*

Output (GPIO), sehingga membuat ESP 32 memiliki ukuran dimensi yang tidak terlalu besar.



Gambar 2. 7 Pinout ESP 32

Berikut penjelasan pin dari data sheet yang terdapat pada ESP 32 [19].

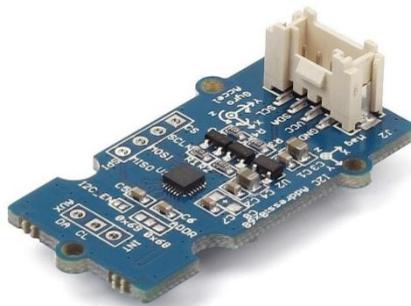
Tabel 2.1 Pin Definisi ESP 32

Name	No.	Type	Function
Analog			
VDDA	1	P	Analog power supply (2.3 V – 3.6 V)
INA_IN	2	IO	RF input and output
VDDIP3	3	P	Analog power supply (2.3 V – 3.6 V)
VDDIP9	4	P	Analog power supply (2.3 V – 3.6 V)
VDDIP3_RTC			
SENSOR_VP	5	I	GPIO18, ADC1_CH0, RTC_GPIO0
SENSOR_CAPP	6	I	GPIO17, ADC1_CH1, RTC_GPIO1
SENSOR_CAPN	7	I	GPIO18, ADC1_CH2, RTC_GPIO2
SENSOR_VN	8	I	GPIO19, ADC1_CH3, RTC_GPIO3
CHP_PU	9	I	High: On; enables the chip. Low: Off; the chip powers off. Note: Do not leave the CHP_PU pin floating.
VDET_1	10	I	GPIO14, ADC1_CH4, RTC_GPIO4
VDET_2	11	I	GPIO15, ADC1_CH7, RTC_GPIO5
12K_XP	12	IO	GPIO12, ADC1_CH4, RTC_GPIO4, TOUCH9 12K_XP (12.768 kHz crystal oscillator input)
12K_XN	13	IO	GPIO13, ADC1_CH5, RTC_GPIO4, TOUCH8 12K_XN (12.768 kHz crystal oscillator output)
GPIO21	14	IO	GPIO21, ADC2_CH8, RTC_GPIO4, DAC_1 EMAC_RXD0
GPIO26	15	IO	GPIO24, ADC2_CH9, RTC_GPIO7, DAC_2 EMAC_RXD1
GPIO27	16	IO	GPIO27, ADC2_CH7, RTC_GPIO17, TOUCH7, EMAC_RX_DV
MTMS	17	IO	GPIO14, ADC2_CH6, RTC_GPIO16, TOUCH4, EMAC_TXD1, HSPCLK, HS2_CLK, SD_CLK, MTMS
MTDI	18	IO	GPIO12, ADC2_CH5, RTC_GPIO15, TOUCH5, EMAC_TXD1, HSPQ, HS2_DATA2, SD_DATA2, MTDI
VDDIP3_RTC			
20	P		Input power supply for RTC IO (2.3 V – 3.6 V)
MTCK	19	IO	GPIO13, ADC2_CH4, RTC_GPIO14, TOUCH4, EMAC_RX_ER, HSPID, HS2_DATA3, SD_DATA3, MTCK
MTDO	21	IO	GPIO15, ADC2_CH3, RTC_GPIO13, TOUCH3, EMAC_RXD0, HSPCS0, HS2_CMD, SD_CMD, MTDO
GPIO2	22	IO	GPIO2, ADC2_CH2, RTC_GPIO12, TOUCH2, HSPWFP, HS2_DATA0, SD_DATA0
GPIO6	23	IO	GPIO6, ADC2_CH1, RTC_GPIO11, TOUCH1, EMAC_TX_CLK, CLK_OUT1
GPIO4	24	IO	GPIO4, ADC2_CH0, RTC_GPIO10, TOUCH0, EMAC_TX_ER, HSPHD, HS2_DATA1, SD_DATA1
VDD_SDIO			
GPIO16	25	IO	GPIO16, HS1_DATA4, U2RND, EMAC_CLK_OUT
VDD_SDIO	26	P	Output power supply: 1.8 V or the same voltage as VDDIP3_RTC
GPIO17	27	IO	GPIO17, HS1_DATA5, U3RND, EMAC_CLK_OUT_180
SD_DATA_2	28	IO	GPIO6, HS1_DATA2, U1RND, SD_DATA2, SPIHD
SD_DATA_3	29	IO	GPIO10, HS1_DATA3, U1TND, SD_DATA3, SPIWD
SD_CMD	30	IO	GPIO11, HS1_CMD, U1RTS, SD_CMD, SPICSS
SD_CLK	31	IO	GPIO6, HS1_CLK, U1CTS, SD_CLK, SPICLK
SD_DATA_0	32	IO	GPIO7, HS1_DATA0, U2RTS, SD_DATA0, SPIQ
SD_DATA_1	33	IO	GPIO6, HS1_DATA1, U2CTS, SD_DATA1, SPID

GPIO5	34	IO	GPIO5, HS1_DATA6, VSPIC30, EMAC_RX_CLK
GPIO18	35	IO	GPIO18, HS1_DATA7, VSPICLK
GPIO23	36	IO	GPIO23, HS1_STROBE, VSPFD
VDDIPI_CPU	37	P	Input power supply for CPU IO (1.8 V - 3.6 V)
GPIO19	38	IO	GPIO19, U0CTS, VSPQ, EMAC_TXD0
GPIO22	39	IO	GPIO22, U0RTS, VSP1WP, EMAC_TXD1
U0RXD	40	IO	GPIO0, U0RXD, CLK_OUT2
U0TXD	41	IO	GPIO0, U0TXD, CLK_OUT3, EMAC_RXD2
GPIO21	42	IO	GPIO21, VSPHD, EMAC_TX_EN
Analog			
VDDA	43	P	Analog power supply (2.3 V - 3.6 V)
XTAL_N	44	O	External crystal output
XTAL_P	45	I	External crystal input
VDDA	46	P	Analog power supply (2.3 V - 3.6 V)
CAP2	47	I	Connects to a 3 nF capacitor and 20 kΩ resistor in parallel to CAP1
CAP1	48	I	Connects to a 10 nF series capacitor to ground
GND	49	P	Ground

2.4.2. Sensor IMU Dof 9

IMU 9 Dof merupakan modul pelacakan gerak 9 sumbu berkinerja tinggi, yang didasarkan pada MPU-9250. MPU-9250 adalah perangkat pelacak gerak 9 sumbu terintegrasi yang dirancang untuk kebutuhan peralatan elektronik konsumen dengan daya rendah, biaya rendah, dan kinerja tinggi termasuk ponsel cerdas, tablet, dan sensor yang dapat dikenakan. MPU-9250 dilengkapi tiga ADC 16-bit untuk mendigitalkan keluaran giroskop dan tiga ADC 16-bit untuk mendigitalkan keluaran akselerometer dan tiga ADC 16-bit untuk mendigitalkan keluaran *magnetometer* [20].



Gambar 2.8 Sensor IMU 9 Dof

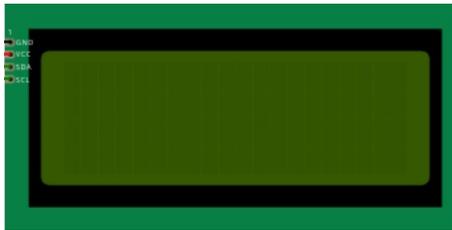
Spesifikasi Sensor IMU 9 Dof :

- Antarmuka I2C/SPI.
- I2C tambahan.
- Konsumsi daya rendah.
- Mode cepat 400kHz I2C untuk berkomunikasi dengan semua *register*

- Sensor kecepatan sudut 3-Sumbu keluaran digital (*gyroscope*) dengan rentang skala penuh ± 250 , ± 500 , ± 1000 , dan $\pm 2000^\circ/\text{detik}$ yang dapat diprogram pengguna.
- Akselerometer 3-Sumbu keluaran digital dengan rentang skala penuh $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$, dan $\pm 16g$ yang dapat di program.
- Akselerometer 3-Sumbu keluaran digital dengan rentang pengukuran skala penuh $\pm 4800\mu T$
- Alamat I2C: 0x68

2.4.3. LCD

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan suatu data dapat berupa karakter, huruf, simbol maupun grafik. Karena ukurannya yang kecil maka LCD banyak dipasangkan dengan Mikrokontroler. LCD tersedia dalam bentuk modul yang mempunyai pin data, control catu daya, dan pengatur kontras tampilan [21]. Untuk gambar LCD dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 LCD

Spesifikasi LCD display dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Spesifikasi LCD

No	Nama	Spesifikasi
1	<i>Blue backlight</i>	I2C
2	<i>Display Format</i>	20 Character x 4 lines
3	<i>Supply voltage</i>	5V
4	<i>Backlight</i>	Blue with Char Color
5	<i>Pcb Size</i>	60 mm x 99 mm
6	<i>Contrast Adjust</i>	Potentiometer
7	<i>Backlight Adjust</i>	Jumper

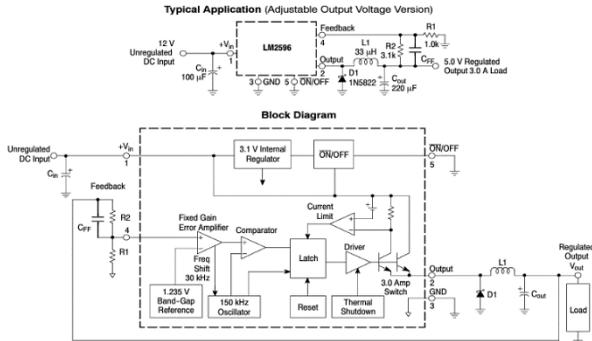
2.4.4. *Stepdown Regulator LM2596*

Regulator step down merupakan suatu alat yang dapat menurunkan tegangan masukan yang lebih besar ke tegangan keluaran yang lebih kecil. *Outputnya* stabil dan diatur dengan baik, meskipun tegangannya *berfluktuasi* dalam kisaran tegangan input yang direkomendasikan. Pada sistem yang menggunakan IC LM 2596, tegangan masukan sebesar 40 *Volt dc*, dan tegangan keluaran sebesar 30 *Volt dc*. Arus keluaran sebesar 15 *ampere* dialirkan untuk mengisi baterai 100 *Ampere* jam (Ah) pada sistem inverter yang terpasang dan terintegrasi dengan perangkat elektronik lainnya. IC *step down* LM 2596 akan stabil pada arus keluaran dibawah 15 *Ampere*. Ini sangat stabil pada arus beban dari 13,2 *Ampere* hingga 14,57 *Ampere*. Agar arusnya tidak menyusut maka harus dirancang sistem pendingin yang baik untuk membuang panas pada IC LM 2596. Karena panas yang tinggi sangat mempengaruhi arus keluaran pada IC LM 2596 [22].

Regulator LM 2596 adalah sirkuit terpadu monolitik yang cocok untuk desain *regulator switching stepdown (buck converter)* yang mudah dan nyaman. Ia mampu menggerakkan beban 3,0 A dengan pengaturan garis dan beban yang sangat baik. Perangkat ini tersedia dalam versi keluaran yang dapat disesuaikan dan diberi kompensasi internal untuk meminimalkan jumlah komponen eksternal guna menyederhanakan desain catu daya [23].



Gambar 2.10 *Step down regulator* LM 2596



Gambar 2.11 Blok Diagram Step down regulator LM 2596

2.4.5. Baterai Li-Ion 18659

Baterai lithium ion (Li-Ion) merupakan baterai yang memiliki struktur elektroda positif (katoda) dari bahan *lithium ion*, elektroda negatif (anoda) dari karbon seperti graphite, dan elektrolit dari bahan garam litium seperti *lithium hexafluorophosphate* (LiPF_6), *lithium hexafluoroarsenate monohydrate* (LiAsF_6), *lithium perchlorate* (LiClO_4), *lithium tetrafluoroborate* (LiBF_4), *lithium triflate* (LiCF_3SO_3). Elektroda positif sendiri memiliki beberapa jenis litium ion seperti *lithium ion cobalt oxide* (LiCoO_2) *lithium iron phosphate* (LiFePO_4), *lithium manganese oxide* (LiMn_2O_4). *Lithium ion 18650* merupakan baterai litium dengan bentuk silinder dengan diameter 18 mm dan panjang 65 mm. Dalam tabel 2.3 di bawah telah dipaparkan kelebihan serta kekurangan dari baterai litium ion. Baterai dapat disusun seri, paralel atau kombinasi keduanya untuk mendapatkan tegangan dan arus sesuai keinginan. Jika ingin menaikkan nilai tegangan, maka baterai disusun secara seri. Jika ingin menaikkan nilai arus atau kapasitas, maka betarai disusun secara paralel. Kemudian, untuk menaikkan nilai tegangan dan arus, maka baterai disusun secara kombinasional antar seri dan paralel [24].



Gambar 2.12 Baterai Li-Ion 18650
Tabel 2.3 Tabel kelebihan dan kekurangan
baterai *Lithium Ion*

Kelebihan	Kekurangan
<ul style="list-style-type: none"> • Rapat energi lebih tinggi • Siklus hidup panjang dengan perawatan yang sederhana. • Kapasitas besar, resistansi internal kecil, efisiensi coulomb bagus • Algoritma pengisian mudah dan cepat • <i>Self discharge</i> rendah 	<ul style="list-style-type: none"> • Memerlukan rangkaian proteksi panas. • Penurunan kemampuan pada suhu tinggi dan kondisi tanganan tinggi saat disimpan • Tidak bisa pengisian secara cepat pada suhu beku. • Perlu perlakuan khusus saat distribusi baterai