

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian Muhammad Faizal Fernandito Sugianto[3] tahun 2021 Penelitian ini mencoba mengimplementasikan sistem untuk menampilkan persentase baterai dan kecepatan pada skuter listrik. Dalam sistem ini, *board* Atmega 16 digunakan sebagai mikrokontroler yang bertugas mengatur dan memproses data. Sensor IR digunakan untuk mendeteksi kecepatan skuter, kemudian data tersebut dikonversikan menjadi kecepatan dalam satuan Km/jam. Sementara itu, ADC digunakan untuk membaca kapasitas baterai dan data ADC yang diperoleh diubah menjadi nilai tegangan *volt*. Selanjutnya, nilai tegangan tersebut diubah lagi menjadi persentase baterai.

Penelitian Adhiel Prasetya dan Reyhan Alfaiz[7] tahun 2022 membahas Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat monitoring persentase baterai dan suhu baterai pada sepeda listrik menggunakan metode *Design Thinking*. Alat ini menggunakan dua mikrokontroler, yaitu Arduino Uno dan Nodemcu ESP8266. Arduino Uno digunakan sebagai pengendali utama, sementara Nodemcu ESP8266 bertugas mengirimkan data ke *cloud platform Thingspeak* melalui koneksi *WiFi*. Dalam pengukuran suhu baterai, digunakan Modul Sensor LM35 yang ditempelkan ke pusat permukaan baterai untuk mendapatkan nilai suhu. Untuk mengukur tegangan baterai, sensor tegangan akan menghubungkan kedua kabel pencapit dari alat AMOPEBASU ke baterai dan membaca tegangan dari skala 0V hingga 5V. Nilai tegangan ini akan dikirim ke Arduino Uno untuk diolah.

Penelitian Budi Suhendro, dkk[8] diterbitkan pada bulan September 2019 Pada penelitian ini, telah dirancang suatu sistem kendali sepeda listrik berbasis Arduino dengan menggunakan metode pengujian sistem. Alat pengendali yang digunakan adalah Arduino Nano dengan tegangan 6 *volt*, namun karena sistem hanya *disupply* oleh aki 24 *volt*, maka digunakan UBEC *Hobbywing* 3A sebagai

penurun tegangan dan penguat arus. Sistem kendali ini menerima sinyal masukan melalui grip gas yang akan dikonversi menjadi nilai Pulse Width Modulation (PWM) untuk mengatur kecepatan sepeda listrik. Untuk aspek keamanan, sistem ini dilengkapi dengan dua buah sensor ultrasonik HC-SR04 yang diletakkan di sisi depan dan kanan sepeda. Penggunaan sensor ultrasonik ini bertujuan untuk membatasi nilai PWM ketika mendeteksi halangan pada jarak tertentu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada kondisi bebas hambatan, sepeda listrik dapat mencapai kecepatan maksimal rata-rata 28 km/jam dengan beban 54 kg.

Penelitian Rizal Hardiyanto[9] diterbitkan pada tahun 2019 Pada penelitian ini, dilakukan monitoring dan identifikasi kerusakan secara real-time pada motor BLDC dan baterai untuk aplikasi kendaraan skuter listrik. Mikrokontroler yang digunakan adalah board STM32F405RGT7, dan sistem ini terdiri dari beberapa perangkat termasuk modul bluetooth yang berfungsi mengirimkan sinyal kepada sebuah interface. Interface tersebut berperan dalam menampilkan data yang terukur sehingga dapat dibaca oleh pengguna. Objek uji dari penelitian ini adalah kendaraan skuter listrik jenis GESITS, yang terdiri dari dua komponen utama yaitu baterai dan motor BLDC. Pada baterai, dipasang beberapa sensor seperti sensor suhu, sensor arus, dan sensor tegangan. Sedangkan pada motor BLDC, terpasang beberapa sensor seperti sensor RPM dan sensor suhu.

Pada penelitian ini akan merancang Monitoring kinerja baterai skuter listrik berbasis Internet of Things Adapun parameter kinerja yang akan diamati yaitu nilai tegangan, arus, daya, dan suhu pada baterai. Sensor tegangan untuk mengukur kinerja tegangan dari baterai, Sensor ACS712 untuk mengukur kinerja arus dari baterai dan Sensor LM35 untuk mengukur kinerja suhu dari baterai. Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP 32 sebagai pengendali dan menggunakan wifi untuk mengirim informasi.

Tabel 2. 1 *Review Jurnal*

Penulis	Judul	Tahun	Mikrokontroler
Muhammad Faizal Fernandito Sugianto	Monitoring Kapasitas Baterai dan Kecepatan Laju Skuter Listrik Berbasis Android	2021	Atmega 16
Adhiel Prasetya	Analisis Skuter Listrik Sebagai Kendaraan di Indonesia	2022	Arduino Uno dan Nodemcu ESP8266
Budi Suhendro	Rancang Bangun Sistem Kendali Sepeda Listrik Berbasis Arduino	2019	Arduino nano
Rizal Hardiyanto	Monitoring dan Identifikasi Kerusakan Secara Realtime pada Motor BLDC dan Baterai Untuk Aplikasi Kendaraan Skuter Listrik.	2019	STM32F405RGT7

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Baterai

Baterai merupakan peranti penampung energi yang mampu mengubah energi kimia menjadi daya listrik, memungkinkan pemanfaatannya sebagai sumber tenaga pada perangkat elektronik. Pemakaian baterai sebagai komponen penyimpanan energi hampir merata pada hampir semua alat elektronik. Dengan adanya baterai, penggunaan perangkat elektronik dapat lebih efisien karena tidak harus menghubungkan perangkat ke sumber listrik untuk mengaktifkannya sehingga perangkat elektronik dapat digunakan dimana-mana. Baterai perlu memiliki kepadatan energi dan kepadatan daya yang signifikan. Teknologi penyimpanan energi yang paling umum digunakan saat ini adalah baterai ion litium, terutama digunakan dalam perangkat yang menggunakan baterai sebagai sumber utama. Baterai ion litium memiliki kapasitas untuk menghasilkan kepadatan energi dan kepadatan daya yang besar, serta memiliki keunggulan seperti efisiensi yang tinggi, tanpa pengaruh efek memori, dan umur siklus yang cukup Panjang [9]. Gambar 2.1 merupakan gambar Baterai *Lithium-ion*.



Gambar 2. 1 Baterai *Lithium Ion*

2.2.2 Skuter Listrik

Skuter listrik adalah sebuah kendaraan yang menggunakan listrik sebagai sumber tenaganya yang disimpan dalam baterai, sehingga tidak memerlukan bahan bakar meskipun memiliki mesin. Ketika baterai skuter listrik habis, kendaraan tersebut dapat dioperasikan seperti skuter konvensional yang berfungsi dengan tenaga manusia. Jenis kendaraan seperti ini, yang menggabungkan dua sumber tenaga, yaitu listrik dan tenaga manusia.

Dengan memanfaatkan tenaga listrik, skuter listrik ini dapat dianggap sebagai kendaraan bebas polusi, karena tidak menghasilkan polusi suara maupun udara. Hal ini membuatnya menjadi pilihan yang ramah lingkungan untuk digunakan dalam perjalanan jarak pendek di wilayah perkotaan. Skuter listrik biasanya menjadi solusi transportasi yang praktis dan hemat energi[2].

Dengan ini memakai skuter dengan merek MAX Kingsong sebagai subjek utama dalam penelitian skripsi ini, dengan fokus pada analisis kinerja, efisiensi energi, dan dampak lingkungan dari penggunaan skuter ini dalam lingkungan perkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang potensi skuter MAX Kingsong sebagai alternatif transportasi berkelanjutan dan ramah lingkungan. Scooter ini mempunyai 3 speed mode sehingga anak-anak yang baru belajar di rekomendasikan memakai kecepatan rendah (eco mode berkendara), kalau anak-anak sudah pintar maka bisa setel di mode kecepatan tinggi (Mode S) 3 mode berkendara yaitu:

1. ECO : Smooth & lebih hemat baterai speed 10km/jam = 3 mile
2. Mode D : Kecepatan sedang 15km/jam= 9 mile
3. Mode S (*sport*) : Kecepatan sangat responsive 25 km/jam = 15 mile

Spesifikasi:

- Berat: 15kg
- Ukuran Ban : 8,5inch / 10inch (pompa)
- Kekuatan Motor: 350watt
- Tinggi Pengguna: 110-180cm
- Kecepatan Maks: 30km/h

- Battery : Lithium-Ion
- Pengisian baterai: 1 – 4 jam
- Berat Pengguna: Max 125 kg
- Cara Pengereman : Rem genggam
- Umur Penggunaan : Usia 7+

2.2.3 Monitoring

Monitoring adalah kegiatan teratur yang melibatkan pengumpulan..data..dan pengukuran kemajuan terhadap tujuan program Fokus monitoring adalah untuk memantau perubahan yang terjadi dalam proses dan hasil yang telah ditetapkan. Dengan melakukan monitoring informasi tentang status dan tren dapat diperoleh secara berulang dari waktu ke waktu Monitoring dilaksanakan dengan tujuan tertentu baik untuk memeriksa proses terhadap objek atau untuk mengevaluasi kondisi atau kemajuan menuju tujuan tertentu. Hal ini memungkinkan manajemen untuk mengambil tindakan yang diperlukan guna mempertahankan efek dari tindakan yang telah dilakukan dalam upaya meraih tujuan yang diinginkan.

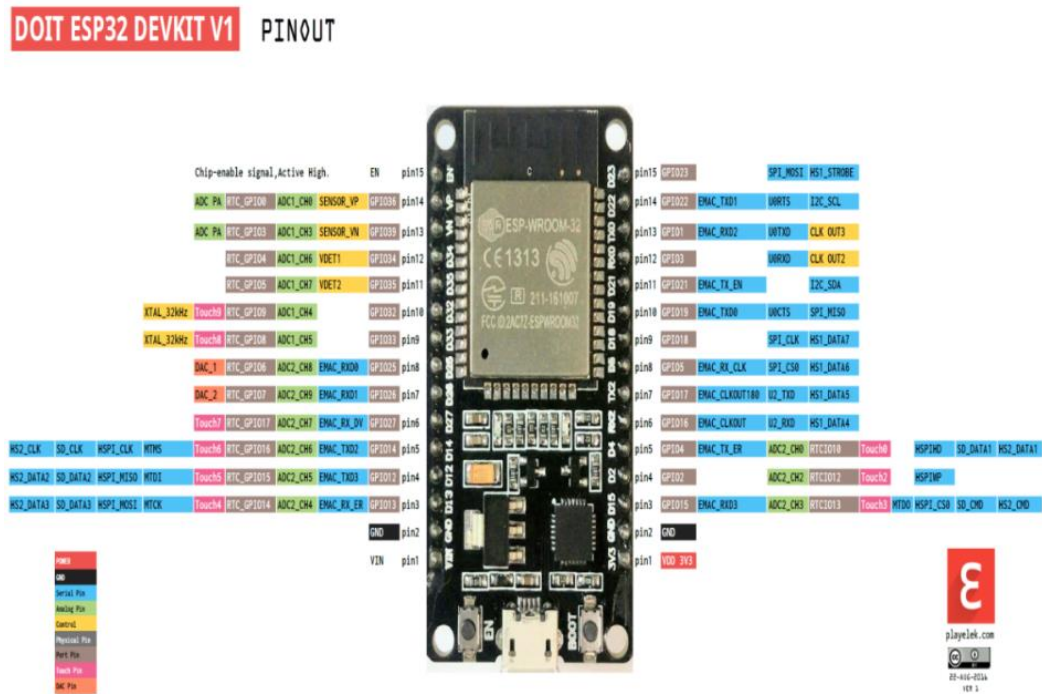
Secara keseluruhan, tujuan dari monitoring adalah mendapatkan umpan balik mengenai kebutuhan program pembelajaran yang sedang berlangsung. Dengan mengetahui kebutuhan tersebut, pelaksanaan program dapat segera mempersiapkan segala sesuatu yang diperlukan dalam proses pembelajaran tersebut. Kebutuhan yang dimaksud mencakup aspek biaya, waktu, dan peralatan yang dibutuhkan. Melalui monitoring, pelaksanaan program akan mengetahui estimasi biaya yang diperlukan, seberapa lama waktu yang tersedia untuk kegiatan tersebut. Selain itu, akan diketahui juga berapa jumlah tenaga kerja yang diperlukan dan jenis alat atau peralatan apa saja yang harus disiapkan untuk melakukan program dengan baik

Dengan demikian, monitoring bukan hanya sekadar mengamati proses pembelajaran, tetapi juga merupakan alat strategis yang membantu memastikan bahwa program pembelajaran berjalan lancar, sesuai dengan rencana, dan menghasilkan hasil yang diharapkan. Dengan informasi yang diperoleh dari proses monitoring, tim pelaksana dapat melakukan penyesuaian yang diperlukan,

mengoptimalkan sumber daya yang ada, dan memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih baik bagi semua peserta program[10].

2.2.4 NodeMCU ESP32

ESP32 adalah sebuah perangkat keras berbasis mikrokontroler yang merupakan pengembangan dari NodeMCU ESP8266 yang sering digunakan untuk aplikasi IoT yang dikembangkan oleh Ekspresif System. ESP32 bekerja dengan konsumsi daya sangat rendah, selain itu pada ESP32 sudah tertanam modul *Wifi*, pin GPIO, dan mendukung *Bluetooth Low Energy*, Sehingga ESP32 banyak digunakan untuk koneksi IoT. Penelitian ini menggunakan 2 jenis modul ESP32 untuk proses pengolahan data. Board ESP32 yang pertama akan digunakan sebagai pembaca sensor dan board yang kedua yaitu ESP32 akan digunakan sebagai pengambil gambar dalam proses monitoring [11]. Gambar 2.2 merupakan *Pinout* dari ESP32.



Gambar 2. 2 Pinout ESP32

Perbedaan ESP32 dengan mikrokontroler lain dipaparkan pada tabel berikut

Tabel 2. 2 Perbandingan Mikrokontroler

	Arduino Uno	ESP8266	ESP 32
Tegangan	<i>Volt</i>	3.3 <i>Volt</i>	3.3 <i>Volt</i>
CPU	ATmega328- 16MHz	Xtensa <i>single core</i> L106 – 60 MHz	Xtensa <i>dual core</i> LX6 – 160MHz
Arsitektur	8 bit	32 bit	32 bit
<i>Flash Memory</i>	32Kb	16MB	16MB
SRAM	2Kb	160kB	512Kb
GPIO Pin (ADC/DAC)	14 (6/-)	17 (1/-)	36(18/2)
<i>Bluetooth</i>	Tidak ada	Tidak ada	Ada
<i>WiFi</i>	Tidak ada	Ada	Ada
SPI/I2C/UART	1/1/1	2/1/2	4/2/2

Berdasarkan Tabel 2.2, Menunjukkan keunggulan mikrokontroler ESP32 dibandingkan dengan mikrokontroler lainnya terletak pada berbagai aspek. Pertama, jumlah pin out yang lebih banyak memberikan fleksibilitas lebih dalam menghubungkan dan mengendalikan berbagai perangkat elektronik. Selain itu, adanya lebih banyak pin analog memungkinkan lebih banyak sensor dan perangkat analog dapat diintegrasikan dalam proyek. Kapasitas memori yang lebih besar juga memberikan ruang lebih untuk menyimpan kode dan data yang kompleks.

Selain itu, keberadaan Bluetooth dan WiFi terintegrasi pada mikrokontroler ESP32 merupakan fitur yang memberikan kemampuan konektivitas yang luas. Dengan dukungan ini, ESP32 dapat digunakan untuk membuat proyek IoT yang mengandalkan komunikasi nirkabel, seperti pengendalian jarak jauh, pengumpulan data dari berbagai perangkat, dan sebagainya. Dalam rangka pengembangan proyek-proyek elektronik yang kompleks dan inovatif, mikrokontroler ESP32 memberikan keunggulan dalam hal fleksibilitas, kemampuan pemrosesan, dan konektivitas,

menjadikannya pilihan yang kuat untuk berbagai aplikasi yang memerlukan kontrol dan komunikasi yang lebih canggih.

2.2.5 Analog Digital Converter (ADC)

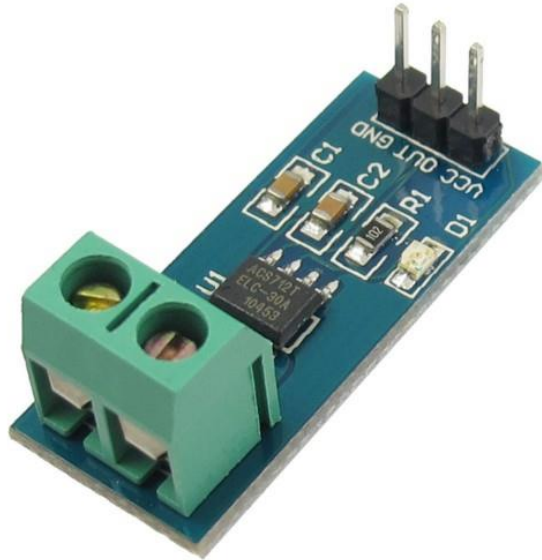
Konverter Analog-Digital (Analog-to-Digital Converter atau ADC) adalah perangkat elektronik yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog menjadi bentuk digital yang dapat diproses oleh sistem digital. Sinyal analog adalah sinyal yang memiliki nilai kontinu dalam rentang tertentu, sedangkan sinyal digital adalah sinyal yang direpresentasikan dalam bentuk angka diskret. ADC sangat penting dalam berbagai aplikasi di mana informasi dari dunia nyata yang bersifat analog perlu diubah menjadi format digital, seperti dalam sistem komunikasi, pengukuran, kontrol otomatis, dan banyak aplikasi lainnya. Proses konversi dilakukan dalam beberapa tahap. Pertama, sinyal analog diambil sebagai input dan dipecah menjadi sampel-sampel diskret melalui proses yang disebut "*sampling*". Kemudian, nilai dari setiap sampel diukur dan diwakili dalam bentuk angka digital menggunakan kode biner. Akhirnya, angka-angka digital ini dapat diolah lebih lanjut oleh komputer atau perangkat digital lainnya [21].

2.2.6 Sensor ACS712

Sensor ACS712 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur nilai arus pada beban DC dan AC. Sensor ini sering digunakan dalam aplikasi pengontrolan motor, pendeteksian beban listrik, dan proteksi dari beban yang berlebih. Cara kerja sensor ini didasarkan pada prinsip *Hall Effect*, dimana sensor akan membaca arus yang mengalir pada kabel melalui medan magnet. Medan magnet ini kemudian diakuisisi sebab sensor menggunakan efek *Hall* dan diubah menjadi tegangan yang bersifat proporsional terhadap besar arus yang mengalir.

Penting untuk diingat bahwa Sensor ACS712 tersedia dalam beberapa variasi, termasuk yang mendukung pengukuran arus DC dan juga AC. Keakuratannya dalam mengukur arus menjadikannya pilihan yang populer dalam berbagai aplikasi industri dan elektronik, seperti sistem pengendalian motor, pemantauan konsumsi daya, dan

perlindungan terhadap beban berlebih [12]. Gambar 2.3 merupakan bentuk gambar Sensor ACS712.



Gambar 2. 3 Sensor ACS712

Rumus untuk menghitung nilai arus yang terukur oleh sensor ACS712 adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{(V_{out} - V_{bias})}{Sensitivity} \quad (2.4)$$

di mana:

- a. I adalah nilai arus yang terukur dalam *ampere* (A)
- b. V_{out} adalah tegangan *output* sensor dalam *volt* (V)
- c. V_{bias} adalah tegangan referensi atau bias sensor dalam *volt* (V)
- d. Sensitivity adalah sensitivitas sensor dalam mV/A

2.2.7 Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur tegangan DC atau AC dalam bentuk angka diskrit. *Voltmeter* digital biasanya terdiri dari rangkaian yang menggunakan IC kontroler yang memanfaatkan ADC (*Analog to Digital Converter*).

ADC (*Analog Digital Converter*) digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistem komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/ berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistem digital berupa mikrokontroler atau komputer.

Untuk mengukur tegangan DC, tegangan yang sampai ke ADC0 atau V_s harus lebih kecil dari 3,3 *volt* untuk menghindari kerusakan pada mikrokontroler. Untuk mengukur tegangan DC dengan rentang 0 hingga 50 *volt*, digunakan pembagi tegangan resistor 270k dan 18k. Dengan memanfaatkan pembagi tegangan ini, tegangan yang akan diukur menjadi sesuai dengan batas maksimal 3,3 *volt* yang aman bagi mikrokontroler. Hasil tegangan yang telah dikonversi menjadi bentuk tegangan DC ini kemudian dapat diukur dan ditampilkan dalam bentuk angka diskrit oleh *voltmeter* digital, Selain tegangan DC *voltmeter* ini juga mampu mengukur arus dengan rentang 0 hingga 3 *Ampere* [12]. Gambar 2.4 merupakan bentuk dari Sensor Tegangan.

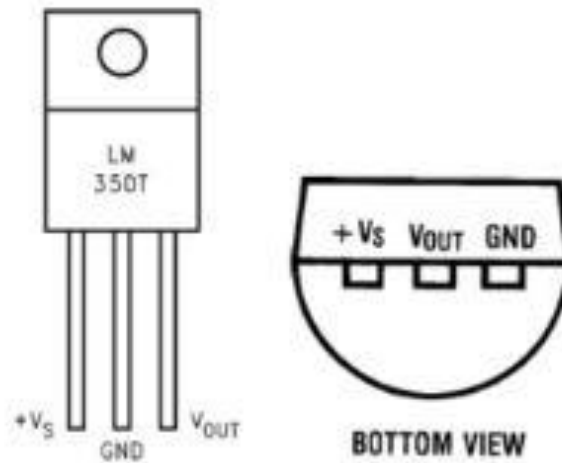


Gambar 2. 4 Sensor Tegangan

2.2.8 Sensor LM35

Untuk sensor suhu LM35 merupakan komponen..elektronika yang berfungsi mengubah dari suhu menjadi tegangan listrik. Sensor ini beroperasi dengan cara mengindra perubahan suhu setiap 1°C. dan menghasilkan nilai tegangan 10 mV. Rentang suhu yang dapat diukur dari -55°C hingga 150°C. Dengan demikian, sensor

ini dapat digunakan untuk mengukur suhu dalam berbagai aplikasi elektronik dan kendali suhu [13]. Gambar 2.5 merupakan bentuk gambar dari Sensor LM35.



Gambar 2. 5 Sensor LM35

Berikut ini adalah rumus untuk menghitung suhu berdasarkan tegangan keluaran sensor LM35:

$$T = \frac{V_{out}}{0.01} \quad (2.5)$$

di mana:

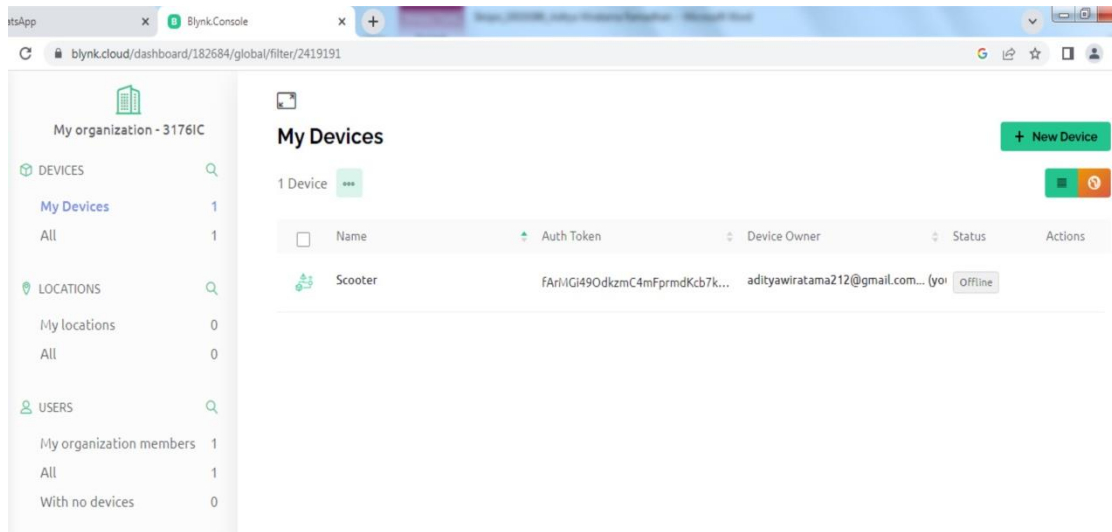
- a. T adalah suhu dalam derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$)
- b. Vout adalah tegangan keluaran sensor dalam *volt* (V)

2.2.9 Blynk

Blynk merupakan platform IoT yang memungkinkan Anda dengan cepat membangun antarmuka untuk mengendalikan dan memantau proyek *hardware* dari perangkat *iOS*. dan *Android* [14]. Platform ini dirancang untuk membuat *remote control* dan membaca data sensor dari perangkat ESP32 dan Arduino dengan mudah dan efisien. Bukan hanya sebagai "*cloud IoT*", *Blynk* juga merupakan solusi *end-to-end* yang menghemat waktu dan sumber daya saat membangun aplikasi terkoneksi bagi produk dan jasa

Salah satu fitur unggulan *Blynk* adalah kemampuannya untuk terhubung dengan berbagai jenis perangkat keras, seperti mikrokontroler ESP32, Arduino, dan

banyak lagi. Ini membuka peluang luas untuk mengintegrasikan sensor-sensor dan aktuator-aktuator fisik dengan platform digital [15]. Gambar 2.6 menunjukkan tampilan *platform blynk*.



Gambar 2. 6 Platform Blynk

2.2.10 Fritzing

Fritzing adalah perangkat lunak sumber terbuka yang digunakan untuk merancang rangkaian elektronika. *Software* ini dikembangkan oleh *University of Applied of Postdam* dan dirancang untuk mendukung para penggemar elektronika dalam membuat prototipe dengan menggunakan mikrokontroler *Arduino*. *Fritzing* memungkinkan para perancang elektronika pemula untuk membuat layout PCB kustom dengan mudah. Tampilan dan penjelasan yang disajikan dalam *Fritzing* dirancang agar mudah dipahami oleh pengguna yang baru pertama kali menggunakannya. Perancangan dalam *Fritzing* menggunakan tampilan breadboard sebagai prototipe penyusunan komponen elektronika. Berbagai komponen tersedia dalam *Fritzing*, termasuk *Arduino*, *Raspberry Pi*, berbagai sensor, *voltage regulator*, resistor, dan komponen elektronika lainnya. Dengan fitur-fitur yang dimilikinya, *Fritzing* menjadi pilihan yang tepat bagi para penggemar elektronika untuk merancang dan membuat prototipe rangkaian elektronika dengan lebih efisien.

Jadi, perhitungan *error* yang dimaksudkan di sini berbeda dari perhitungan akurasi yang kita gunakan dalam evaluasi model klasifikasi. Dalam konteks evaluasi model klasifikasi, akurasi mengukur seberapa baik model dapat mengenali dengan benar kelas atau label data baru. Ini melibatkan perbandingan antara jumlah prediksi yang benar (*true positive* dan *true negative*) dengan total jumlah data yang diuji [17].

$$\%ERROR = \frac{|a-b|}{b} \times 100\% \quad (2.6)$$

a : nilai perkiraan

b : nilai pembanding

$$AKURASI = 100\% - \%ERROR \quad (2.7)$$

2.2.12 *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) adalah sebuah terobosan teknologi yang memfasilitasi solusi masalah dengan mengaplikasikan teknologi pada berbagai perangkat yang dibutuhkan. Definisi lain dari IoT adalah infrastruktur *global* yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan informasi masyarakat dengan menyediakan layanan canggih yang terhubung melalui internet. IoT terdiri dari dua konsep utama, yaitu "Internet," yang merujuk pada jaringan komputer yang saling berkomunikasi menggunakan protokol internet (TCP/IP), dan "Things," yang mengacu pada objek-objek fisik dari dunia nyata yang dilengkapi dengan sensor khusus sehingga mampu mengirimkan informasi melalui koneksi internet. Dalam konsep IoT, berbagai perangkat seperti perangkat pintar (*smart devices*), sensor, dan perangkat lainnya dapat saling berinteraksi dan mengirimkan data secara otomatis melalui internet. Hal ini membuka peluang baru untuk meningkatkan efisiensi, kenyamanan, dan produktivitas dalam berbagai aspek kehidupan manusia, mulai dari rumah pintar, kota pintar (*smart city*), hingga industri dan pertanian yang terhubung secara digital. Dengan kemampuan berkomunikasi dan berbagi data, IoT menjadi dasar untuk revolusi digital yang sedang berlangsung [18].

2.2.13 Hukum *Ohm*

1. Parameter Pengukuran Arus

Arus adalah besaran yang menggambarkan laju perubahan muatan listrik per satuan waktu, yang diukur dalam *ampere* (A). Dalam perhitungan, arus dapat dihitung menggunakan persamaan yang sesuai dengan besaran-besaran yang terlibat.

$$I = \frac{V}{R} \quad (2.8)$$

Keterangan:

V = Tegangan satuan *Volt* (V)

I = Arus listrik dalam satuan *Ampere* (A)

R = Hambatan satuan *Ohm* (Ω)

2. Parameter Pengukuran Tegangan

Tegangan adalah besaran yang menunjukkan perbedaan potensial antara dua titik dalam rangkaian listrik, yang diukur dalam *volt* (V). Dalam perhitungan, nilai tegangan dapat dihitung menggunakan persamaan yang sesuai dengan besaran-besaran yang terlibat.

$$V = I \times R \quad (2.9)$$

Keterangan:

V = Tegangan satuan *Volt* (V)

I = Arus listrik dalam satuan *Ampere* (A)

R = Hambatan satuan *Ohm* (Ω)

3. Parameter Pengukuran Daya

Daya adalah besaran yang menggambarkan laju energi yang diserap atau dikirim oleh suatu perangkat atau sistem. Sedangkan, energi listrik adalah jumlah total energi listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian per detik. Besaran ini diukur dalam satuan *watt* (W) [19].

$$P = V \times I \quad (2.10)$$

Keterangan:

P = Daya listrik dalam satuan *Watt*

V = Tegangan dalam satuan *Volt* (V)

I = Arus listrik dalam satuan *Ampere* (A)

2.2.14 Software Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menyusun logika pemrograman yang terintegrasi, khususnya untuk melakukan pengembangan pada berbagai jenis perangkat keras (*hardware*). Fungsi utama Arduino IDE adalah menulis program, mengkompilasi kode menjadi bentuk biner, dan mengunggahnya ke dalam memori mikrokontroler. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam Arduino IDE adalah Bahasa C. Bahasa ini memungkinkan para pengembang untuk membuat logika *input* dan *output* yang diperlukan dalam proyek elektronika menggunakan platform Arduino. Dengan adanya Arduino IDE, proses pembuatan program untuk mengendalikan perangkat keras menjadi lebih mudah dan efisien. Para pengguna tidak perlu memiliki pengetahuan mendalam tentang Bahasa C, karena Arduino IDE menyediakan lingkungan pemrograman yang intuitif dan mudah dipahami bagi pemula dan ahli sekalipun. Dalam keseluruhan, Arduino IDE tidak hanya mempermudah pengembangan perangkat keras, tetapi juga menciptakan lingkungan yang inklusif bagi berbagai tingkat pengalaman. Dengan antarmuka yang intuitif, dukungan perpustakaan yang kaya, dan fitur-fitur seperti Serial Monitor, Arduino IDE menjadi alat yang kuat bagi para pengembang dalam mewujudkan ide-ide mereka ke dalam realitas elektronik.[20].