

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Terdahulu

2.1.1 Penelitian Terdahulu 1

Dalam penelitian yang berjudul "Rekayasa Sistem Kendali Gripper melalui Robot Transporter menggunakan WiFi Module ESP8266" mengembangkan sistem kendali robot transporter yang dilengkapi dengan gripper dan dikendalikan secara nirkabel melalui jaringan WiFi menggunakan modul ESP8266. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas sistem otomatisasi dalam proses transportasi dan manipulasi objek. Melalui pengujian yang dilakukan, sistem yang dikembangkan mampu beroperasi dengan stabil dalam berbagai skenario pemindahan objek, dengan latensi komunikasi yang rendah serta respons kendali yang cukup baik.

Keunggulan utama dari penelitian ini adalah penerapan komunikasi nirkabel berbasis IoT menggunakan ESP8266 yang memungkinkan pengendalian robot dari jarak jauh tanpa memerlukan koneksi fisik langsung. Namun, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya adalah kapasitas pemrosesan ESP8266 yang masih terbatas serta absennya fitur pemrosesan paralel yang lebih canggih. Modul ESP8266 juga hanya mendukung koneksi WiFi tanpa adanya integrasi Bluetooth, sehingga fleksibilitas dalam komunikasi antarperangkat masih memiliki ruang untuk perbaikan.

Penelitian ini menjadi salah satu dasar dalam pengembangan sistem kendali lengan robot berbasis ESP32 yang dikaji dalam penelitian ini. Dengan menggantikan ESP8266 dengan ESP32, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan performa sistem kendali robot, terutama dalam hal kecepatan pemrosesan, efisiensi daya, serta fleksibilitas konektivitas. ESP32 memiliki keunggulan dalam bentuk arsitektur *dual-core*, dukungan terhadap WiFi dan Bluetooth secara simultan, serta kapasitas memori yang lebih besar, sehingga dapat mendukung implementasi sistem kendali yang lebih kompleks dan adaptif. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi lebih lanjut dalam pengembangan sistem robotika berbasis IoT yang lebih canggih dan efisien (Sirmayanti et al., 2021).

2.1.2 Penelitian Terdahulu 2

Dalam penelitian berjudul "Pengembangan Sistem Mekanika dan Dinamika pada Robot Edukasi Berbasis IoT dan ESP32" berfokus pada desain dan implementasi sistem kendali robot edukasi yang terintegrasi dengan teknologi IoT. Penelitian ini menyoroti aspek mekanika dan dinamika robot yang dikendalikan melalui koneksi nirkabel dengan ESP32 sebagai unit pemrosesan utama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ESP32 memungkinkan kontrol gerakan robot yang lebih presisi, terutama dalam mengoptimalkan respons aktuator serta kestabilan komunikasi antara perangkat keras dan perangkat lunak.

Keunggulan utama dari penelitian ini adalah pemanfaatan ESP32 dalam sistem robot edukasi yang memungkinkan pemrosesan data secara lebih cepat serta komunikasi dua arah dengan perangkat mobile. Selain itu, penelitian ini juga

mengeksplorasi aspek desain mekanis yang lebih efisien untuk meningkatkan performa robot dalam berbagai skenario edukasi. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, seperti belum adanya optimalisasi terhadap konsumsi daya dan pengaruh lingkungan terhadap kinerja sistem secara jangka panjang.

Penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi penelitian yang sedang dilakukan, khususnya dalam aspek pengendalian perangkat berbasis ESP32 melalui jaringan nirkabel. Dengan merujuk pada pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini, sistem kendali lengan robot yang dikembangkan diharapkan dapat lebih responsif dan adaptif terhadap berbagai kondisi operasional. Selain itu, penelitian ini juga menjadi dasar dalam mengoptimalkan pemrograman ESP32 untuk meningkatkan efisiensi komunikasi dan stabilitas kendali dalam sistem robotik berbasis IoT (Rofi'i et al., 2025).

2.1.3 Penelitian Terdahulu 3

Penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Alat Pemberi Makan Ikan Menggunakan Blynk Untuk Keramba Jaring Apung Berbasis IoT" mengembangkan sistem otomatisasi pemberian pakan ikan dengan memanfaatkan platform IoT berbasis *Blynk IoT*. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam pemberian pakan dengan memungkinkan pengguna mengontrol alat dari jarak jauh melalui perangkat seluler. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat beroperasi secara real-time dengan tingkat respons yang tinggi, memungkinkan pengaturan jadwal pakan serta pemantauan perangkat secara langsung melalui antarmuka aplikasi.

Keunggulan dari penelitian ini terletak pada integrasi antara *Blynk IoT* dan *ESP32* yang memungkinkan komunikasi yang lebih interaktif serta kemudahan akses bagi pengguna. Selain itu, penelitian ini juga membuktikan bahwa sistem otomatisasi berbasis IoT dapat diterapkan secara efektif dalam bidang akuakultur, khususnya dalam optimasi distribusi pakan. Namun, salah satu keterbatasan yang ditemukan adalah ketergantungan sistem pada koneksi internet yang stabil, yang dapat memengaruhi keandalan pengiriman perintah kendali dalam kondisi jaringan yang kurang optimal.

Hasil dari penelitian ini menjadi referensi dalam pengembangan sistem kendali lengan robot berbasis *ESP32* pada penelitian ini, terutama dalam aspek integrasi *Blynk IoT* sebagai platform kontrol jarak jauh. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang berfokus pada mekanika dan kendali gerak robot, penelitian ini lebih menitikberatkan pada interaksi pengguna dengan sistem berbasis IoT. Dengan memanfaatkan konsep serupa, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kendali robot yang lebih fleksibel dan adaptif terhadap kebutuhan pengguna, baik dalam lingkungan edukasi maupun industri (Devy, 2021).

2.1.4 Penelitian Terdahulu 4

Dalam penelitiannya yang berjudul "Rancang Bangun Kendali Rumah Berbasis Mikrokontroler dan Blynk" membahas implementasi Blynk sebagai platform kendali berbasis IoT untuk sistem otomatisasi rumah. Penelitian ini menyoroti bagaimana Blynk dapat digunakan untuk mengontrol berbagai perangkat elektronik dari jarak jauh melalui jaringan WiFi. Dengan menggunakan

mikrokontroler sebagai pusat kendali, penelitian ini menunjukkan bahwa sistem berbasis Blynk mampu mengintegrasikan beberapa perangkat dalam satu antarmuka aplikasi, sehingga meningkatkan efisiensi serta kemudahan dalam operasional kendali jarak jauh.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kendali berbasis mikrokontroler dan Blynk memiliki latensi yang rendah, memungkinkan eksekusi perintah dengan waktu respons yang cepat. Selain itu, penelitian ini menekankan pentingnya kestabilan jaringan WiFi dalam menjaga keandalan komunikasi antara perangkat keras dan aplikasi kendali. Meskipun sistem ini menunjukkan kinerja yang baik, terdapat tantangan dalam hal ketersediaan jaringan dan keamanan sistem, terutama dalam mengelola akses kendali dari berbagai pengguna.

Penelitian ini menjadi referensi dalam pengembangan sistem kendali lengan robot berbasis ESP32 dan Blynk yang dikaji dalam penelitian ini. Dengan mengadaptasi konsep kendali nirkabel berbasis Blynk, penelitian ini berupaya mengoptimalkan komunikasi antara ESP32 dan aplikasi kendali, sehingga sistem yang dikembangkan dapat memiliki respon yang lebih cepat dan stabil dalam pengoperasiannya (Pratiwi, 12 C.E.).

2.1.5 Penelitian Terdahulu 5

penelitiannya yang berjudul "Rancang Bangun Prototype Pengendalian Lengan Robot (*Robotic Arm*) Sebagai Pemindah Barang Berbasis Internet of Things" membahas pengembangan sistem kendali lengan robot yang dirancang untuk memindahkan objek secara otomatis melalui teknologi IoT. Penelitian ini

menitikberatkan pada implementasi konektivitas nirkabel untuk memungkinkan kendali robot dari jarak jauh, yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam proses otomatisasi di berbagai bidang, seperti industri manufaktur dan logistik.

Keunggulan dari penelitian ini terletak pada penerapan protokol komunikasi berbasis IoT yang memungkinkan sistem bekerja secara lebih adaptif dalam berbagai skenario operasional. Selain itu, penelitian ini juga mengeksplorasi pengaruh stabilitas jaringan terhadap respons pergerakan robot, dengan menekankan pentingnya optimasi komunikasi agar sistem dapat beroperasi dengan tingkat keterlambatan yang minimal. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan dalam aspek keamanan data serta ketergantungan pada infrastruktur jaringan yang stabil agar sistem dapat bekerja secara optimal.

Penelitian ini menjadi referensi dalam pengembangan sistem kendali lengan robot berbasis ESP32 dalam penelitian ini, terutama dalam aspek implementasi komunikasi nirkabel dan optimasi kendali berbasis IoT. Dengan mengadaptasi konsep yang diterapkan dalam penelitian ini, sistem yang dikembangkan bertujuan untuk lebih meningkatkan **keandalan** kendali robot melalui optimalisasi algoritma komunikasi dan pemanfaatan fitur-fitur ESP32 yang lebih unggul dalam menangani konektivitas WiFi dan Bluetooth secara simultan (Alam et al., 2021).

Tabel 2.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tahun	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Sirmayanti, S.	Rekayasa Sistem Kendali Gripper melalui Robot Transporter menggunakan WiFi Module ESP8266	2021	Pengujian sistem kendali robot transporter berbasis ESP8266 dengan komunikasi nirkabel melalui WiFi.	Sistem kendali berbasis ESP8266 mampu mengontrol gripper secara stabil, namun memiliki keterbatasan dalam kapasitas pemrosesan dan fleksibilitas komunikasi dibandingkan ESP32.
2.	Rofi'i, A., Purnomo, F. E., Nari, M. I., Kautsar, S.,	Pengembangan Sistem Mekanika dan Dinamika pada Robot Edukasi	2020	Perancangan dan implementasi sistem mekanika serta	Penggunaan ESP32 meningkatkan akurasi kendali dan fleksibilitas

	Winardi, A. W., Putri, S. L., & Kindi, M.	Berbasis IoT dan ESP32		dinamika robot edukasi berbasis ESP32 dengan komunikasi nirkabel.	komunikasi, namun masih perlu optimalisasi konsumsi daya dan pengujian lebih lanjut.
3.	Devy, L.	Rancang Bangun Alat Pemberi Makan Ikan Menggunakan Blynk Untuk Keramba Jaring Apung Berbasis IoT	2021	Pengembangan sistem otomatisasi pemberian pakan ikan berbasis IoT menggunakan ESP32 dan Blynk sebagai platform kendali jarak jauh.	Sistem dapat dikendalikan secara real-time melalui aplikasi Blynk, tetapi bergantung pada koneksi internet yang stabil agar dapat beroperasi dengan optimal.
4.	Pratiwi, Chyntia Aquitadevi	Rancang Bangun Kendali Rumah Berbasis	2022	Perancangan dan implementasi sistem kendali	Stabilitas koneksi WiFi menjadi faktor utama dalam

		Mikrokontroler dan Blynk		berbasis IoT menggunakan mikrokontroler serta pengujian koneksi melalui aplikasi Blynk	keandalan sistem, meskipun terdapat tantangan dalam aspek keamanan dan ketergantungan pada kestabilan jaringan.
5.	Alam, S., Tjahjadi, G., Yenita, N. R., & Supriyadi, S.	Rancang Bangun Prototype Pengendalian Lengan Robot (<i>Robotic Arm</i>) Sebagai Pemindah Barang Berbasis <i>Internet of Things</i>	2021	Perancangan dan implementasi lengan robot berbasis IoT untuk pemindahan barang secara otomatis.	Sistem kendali berbasis IoT meningkatkan efisiensi dalam pemindahan barang.

2.2 Teori Dasar Yang Digunakan

2.2.1 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan paradigma teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat untuk saling terhubung melalui jaringan internet guna melakukan pertukaran data dan menjalankan fungsi secara otomatis. IoT telah berkembang pesat dalam berbagai bidang, termasuk industri, rumah pintar, transportasi, dan robotika, dengan tujuan meningkatkan efisiensi, fleksibilitas, dan kontrol sistem secara jarak jauh. Dengan adanya teknologi IoT, perangkat dapat dikendalikan. Sehingga memungkinkan pengoperasian yang lebih efisien dan adaptif terhadap kebutuhan pengguna.

Dalam sistem berbasis IoT, diperlukan protokol komunikasi yang efisien untuk memastikan pengiriman data yang cepat dan stabil. Salah satu protokol yang sering digunakan adalah *Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)*, yang dirancang untuk mendukung komunikasi data dalam sistem dengan bandwidth rendah dan latensi minimal. Penelitian mereka menunjukkan bahwa ESP32 merupakan mikrokontroler yang sangat sesuai untuk aplikasi IoT karena memiliki konektivitas WiFi dan Bluetooth yang lebih unggul dibandingkan generasi sebelumnya, seperti ESP8266. Selain itu, ESP32 juga dilengkapi dengan prosesor *dual-core* yang memungkinkan pengolahan data lebih cepat serta mendukung berbagai sensor dan aktuator yang digunakan dalam sistem otomatisasi (Al-Azam et al., 2019).

Penerapan IoT dalam sistem otomatisasi, seperti sistem antrian berbasis IoT, dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan data dan memberikan solusi berbasis teknologi untuk berbagai kebutuhan operasional. Dengan mengintegrasikan perangkat IoT dengan sistem berbasis jaringan, pengguna dapat melakukan monitoring dan pengendalian perangkat secara lebih fleksibel dan akurat. Keunggulan utama dari penerapan IoT adalah kemampuannya dalam mengurangi keterbatasan operasional konvensional dengan memanfaatkan komunikasi data yang terintegrasi dalam satu sistem yang dapat diakses dari berbagai perangkat (Made et al., n.d.).

Mengenai penerapan IoT dalam sistem rumah pintar menunjukkan bahwa pemanfaatan IoT memungkinkan pengguna untuk mengontrol berbagai perangkat rumah tangga secara otomatis melalui aplikasi berbasis Android. Studi ini menyoroti pentingnya optimalisasi konektivitas serta penerapan sistem keamanan dalam IoT guna memastikan stabilitas dan keandalan sistem.

Dalam penelitian ini, konsep IoT diterapkan dalam pengembangan sistem kendali lengan robot berbasis ESP32 yang memungkinkan pengoperasian perangkat secara nirkabel melalui aplikasi berbasis Blynk. Dengan mengacu pada berbagai penelitian terdahulu, sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan komunikasi antara perangkat keras dan perangkat lunak guna meningkatkan efisiensi, stabilitas, serta responsivitas dalam pengendalian lengan robot secara real-time. Pemanfaatan IoT dalam sistem kendali robot ini bertujuan untuk memberikan solusi otomatisasi yang lebih adaptif dan fleksibel, baik dalam bidang pendidikan, industri, maupun riset teknologi (Alamsyah & Winardi, n.d.).

2.2.2 ESP32 DevKit V1

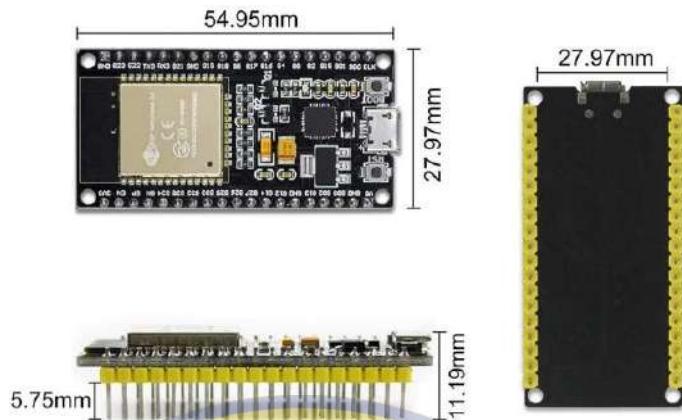
ESP32 DevKit V1 merupakan salah satu varian dari keluarga mikrokontroler ESP32 yang dikembangkan oleh *Espressif Systems*. Modul ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi berbasis *Internet of Things (IoT)*, otomatisasi, serta sistem robotika, berkat kemampuannya dalam mengintegrasikan pemrosesan data berkecepatan tinggi dengan konektivitas nirkabel yang stabil.

- Arsitektur ESP32 DevKit V1

ESP32 DevKit V1 memiliki prosesor Tensilica Xtensa LX6 dual-core, yang memungkinkan eksekusi tugas secara paralel untuk meningkatkan efisiensi sistem. Selain itu, modul ini dilengkapi dengan memori lebih besar serta dukungan terhadap berbagai protokol komunikasi, menjadikannya ideal untuk sistem kendali berbasis IoT dan robotika.

Tabel 2.2 spesifikasi ESP32 DevKit V1

Spesifikasi	Keterangan
Spesifikasi	Tensilica Xtensa LX6 Dual-Core 32-bit (160–240 MHz)
Memori	520 KB SRAM, hingga 16 MB Flash Eksternal
Konektivitas	WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth 4.2 (Classic & BLE)
GPIO (General Purpose Input Output)	34 pin dengan dukungan SPI, I2C, UART, PWM, ADC, dan DAC
Efisiensi Daya	Mode Ultra-Low Power dan Deep Sleep Mode



Gambar 2.1 Hardware ESP32 DevKit V1

Penelitiannya mengimplementasikan ESP32 DevKit V1 sebagai mikrokontroler utama dalam sistem kendali keamanan kendaraan berbasis *Radio Frequency Identification (RFID)* dan sensor sidik jari (*fingerprint*). Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan sistem kunci kontak sepeda motor dengan memanfaatkan teknologi autentikasi ganda berbasis IoT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan ESP32 DevKit V1 memungkinkan sistem autentikasi berjalan dengan latensi rendah, di mana pemindaian RFID dan sidik jari dapat diproses dalam waktu kurang dari 2 detik.

Meskipun demikian, penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa kendala dalam implementasi sistem, terutama dalam ketergantungan terhadap stabilitas jaringan WiFi, yang dapat memengaruhi kinerja sistem saat terjadi gangguan konektivitas. Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi lebih lanjut dalam pemilihan protokol komunikasi serta mekanisme

redundansi jaringan untuk memastikan keandalan sistem kendali berbasis IoT.

Tabel 2.3 Ringkasan hasil penelitian Febryanto (2021)

Parameter	Hasil Pengujian
Waktu autentikasi RFID	$\pm 1,8$ detik
Waktu autentikasi fingerprint	$\pm 1,9$ detik
Kecepatan koneksi WiFi	Stabil dalam jaringan 2.4 GHz
Notifikasi ke perangkat seluler	Berhasil diterima dalam waktu < 3 detik
Kendala utama	Ketergantungan pada kestabilan jaringan WiFi

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, ESP32 DevKit V1 terbukti memiliki kinerja yang andal dan responsif dalam sistem kendali berbasis IoT, khususnya dalam aspek pemrosesan data sensor dan komunikasi nirkabel. Namun, faktor stabilitas jaringan tetap menjadi aspek krusial yang perlu diperhatikan dalam implementasi sistem kendali jarak jauh (Febryanto, F. 2021).

- Implementasi ESP32 DevKit V1 dalam Sistem Kendali Lengan Robot

Dalam penelitian ini, ESP32 DevKit V1 digunakan sebagai unit pemrosesan utama dalam sistem kendali lengan robot berbasis IoT. Peran utama mikrokontroler ini adalah mengolah data sensor, mengontrol pergerakan aktuator, serta mengoordinasikan komunikasi dengan platform

kendali jarak jauh. Implementasi ESP32 DevKit V1 dalam sistem ini mencakup beberapa aspek utama sebagai berikut:

1. Integrasi dengan Sensor dan Aktuator

ESP32 menerima input dari sensor sudut dan sensor gaya, yang berfungsi untuk mendeteksi posisi serta beban yang diterima oleh lengan robot.

2. Koneksi Nirkabel Berbasis IoT

ESP32 dikonfigurasi untuk berkomunikasi dengan aplikasi *Blynk IoT*, sehingga memungkinkan kendali jarak jauh melalui jaringan WiFi atau Bluetooth.

3. Pemrosesan Data secara *Real-Time*

Dengan dukungan arsitektur dual-core, ESP32 mampu menangani berbagai tugas simultan, seperti membaca data sensor, mengendalikan aktuator, serta mengirimkan informasi ke aplikasi kendali, tanpa mengalami keterlambatan (*latency*).

Melalui pemanfaatan ESP32 DevKit V1, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kendali lengan robot yang responsif, efisien, dan dapat diakses secara fleksibel melalui jaringan IoT. Penerapan teknologi ini juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam berbagai bidang, seperti industri manufaktur, pendidikan, dan riset teknologi berbasis robotika.

2.2.3 Blynk IoT

Blynk merupakan salah satu platform *Internet of Things (IoT)* yang dirancang untuk memungkinkan pengguna mengendalikan perangkat secara nirkabel melalui aplikasi berbasis cloud. Platform ini mendukung berbagai jenis mikrokontroler, termasuk ESP32, dan dapat digunakan untuk mengontrol serta memantau perangkat secara real-time melalui konektivitas WiFi atau jaringan seluler. Keunggulan utama dari Blynk adalah antarmuka grafis yang intuitif, yang memungkinkan pengguna untuk dengan mudah merancang sistem kendali berbasis IoT tanpa memerlukan pemrograman yang kompleks.



Gambar 2.2 Software Blynk IoT

Blynk memiliki fleksibilitas tinggi dalam integrasi dengan mikrokontroler melalui protokol komunikasi berbasis REST API, HTTP, dan MQTT, yang memungkinkan pertukaran data secara efisien antara perangkat dan server cloud. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan Blynk dalam sistem kendali berbasis mikrokontroler dapat meningkatkan efisiensi operasional dengan menyediakan mekanisme kontrol jarak jauh yang stabil dan responsif. Selain itu, platform ini juga mendukung penggunaan widget interaktif, seperti tombol virtual,

indikator sensor, serta sistem notifikasi, yang dapat meningkatkan pengalaman pengguna dalam memantau dan mengendalikan perangkat IoT.

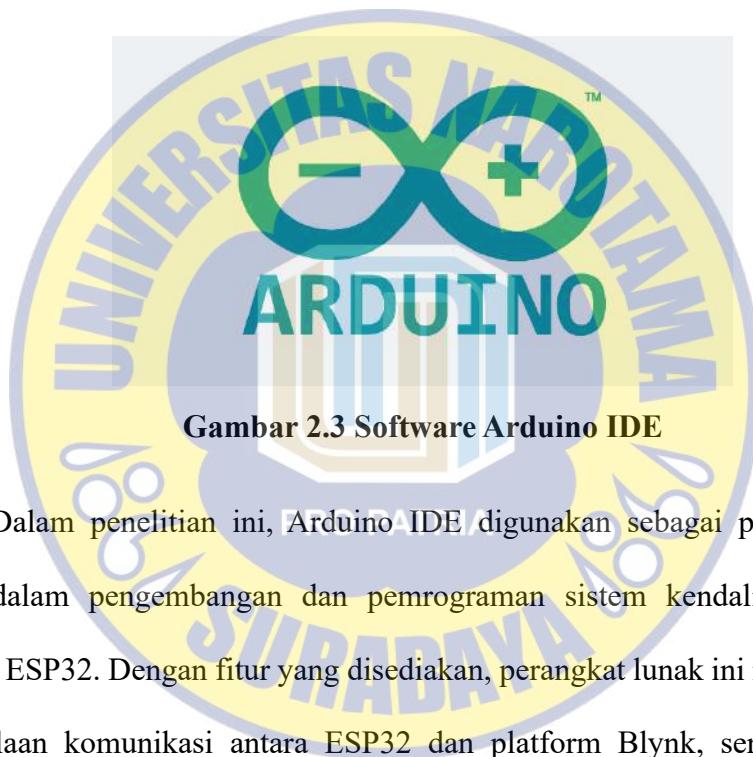
Dalam penelitian ini, Blynk digunakan sebagai platform kendali utama untuk mengoperasikan lengan robot berbasis ESP32. Dengan memanfaatkan fitur *Blynk Cloud*, sistem ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol pergerakan lengan robot melalui perangkat mobile. Integrasi antara ESP32 dan Blynk diharapkan dapat meningkatkan fleksibilitas serta efisiensi dalam pengendalian robot, terutama dalam konteks otomasi industri dan edukasi, di mana kendali jarak jauh menjadi aspek penting dalam sistem robotika modern (Pratiwi, 12 C.E.).

2.2.4 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan perangkat lunak sumber terbuka yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah kode program ke mikrokontroler. Lingkungan pemrograman ini mendukung berbagai jenis mikrokontroler, termasuk ESP32, dan menggunakan bahasa pemrograman berbasis C/C++ dengan pustaka (*library*) bawaan yang mempermudah integrasi dengan berbagai sensor, aktuator, serta protokol komunikasi.

Arduino IDE memiliki peran penting dalam pengembangan sistem berbasis mikrokontroler karena menyediakan antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan, memungkinkan pengembang untuk menulis serta mengunggah kode dengan efisiensi tinggi. Dalam penelitian mereka mengenai prototipe robot lengan pemindah barang berbasis Arduino Uno, penggunaan Arduino IDE memungkinkan

pemrograman sistem kendali yang terstruktur serta integrasi yang lebih mudah dengan aktuator dan perangkat pendukung lainnya. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa fitur Serial Monitor pada Arduino IDE sangat membantu dalam proses debugging dan pemantauan data secara real-time, sehingga memastikan sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan (Imran & Pakondo, n.d.)



Gambar 2.3 Software Arduino IDE

Dalam penelitian ini, Arduino IDE digunakan sebagai perangkat lunak utama dalam pengembangan dan pemrograman sistem kendali lengan robot berbasis ESP32. Dengan fitur yang disediakan, perangkat lunak ini memungkinkan pengelolaan komunikasi antara ESP32 dan platform Blynk, serta memastikan kendali lengan robot dapat dijalankan secara stabil dan responsif melalui jaringan WiFi.

2.2.5 Latensi dan Stabilitas Koneksi dalam IoT

Dalam sistem Internet of Things (IoT), latensi dan stabilitas koneksi merupakan faktor krusial yang memengaruhi kinerja komunikasi antara perangkat dan server. Latensi mengacu pada waktu tunda yang terjadi saat data dikirim dari

pengirim ke penerima, sedangkan stabilitas koneksi berkaitan dengan keandalan jaringan dalam mempertahankan komunikasi tanpa gangguan. Kedua aspek ini sangat berpengaruh pada sistem kendali berbasis IoT, termasuk dalam pengoperasian lengan robot berbasis ESP32 dan Blynk.

Performa sistem IoT sangat dipengaruhi oleh pemilihan protokol komunikasi, di mana setiap protokol memiliki karakteristik yang berbeda dalam menangani latensi dan stabilitas jaringan. Penelitian mereka membandingkan performa *HyperText Transfer Protocol* (HTTP) dan *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) dalam komunikasi IoT, menunjukkan bahwa MQTT memiliki latensi yang lebih rendah dibandingkan HTTP. Studi tersebut juga mengungkap bahwa koneksi berbasis WiFi lebih stabil dibandingkan jaringan seluler, terutama dalam skenario komunikasi yang membutuhkan pengiriman data secara terus-menerus.

Dalam penelitian ini, kendali lengan robot berbasis ESP32 dan Blynk mengandalkan konektivitas WiFi sebagai jalur komunikasi utama. Oleh karena itu, stabilitas jaringan menjadi faktor kunci dalam menjaga responsivitas sistem, terutama dalam memastikan bahwa perintah dari aplikasi dikirim dan dieksekusi dengan waktu tunda minimal. Dengan mempertimbangkan temuan dari penelitian sebelumnya, sistem ini dikembangkan untuk mengoptimalkan latensi komunikasi dan stabilitas koneksi, sehingga memungkinkan kendali yang lebih efisien dan akurat dalam lingkungan berbasis IoT (Bagas Bhaskoro et al., 2022).