

RANCANG BANGUN LENGAN ROBOT 6-DOF BERBASIS WEMOS ESP32 D1 R32

Akbar Marzuqi, Abdul Halim, Rudianto

Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Bangsa.
akbarmarzuqi40@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah membuka peluang besar dalam pengembangan sistem otomasi yang lebih cerdas dan terintegrasi, salah satunya adalah lengan robot dengan enam derajat kebebasan (6-DOF). Lengan robot banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti pendidikan, industri ringan, dan laboratorium karena fleksibilitas dan kemampuannya meniru gerakan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe lengan robot 6-DOF berbasis Wemos ESP32 D1 R32 yang dapat dikendalikan secara real-time melalui platform Blynk. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah terbatasnya fleksibilitas sistem otomasi konvensional, keterbatasan daya jangkau kontrol jarak jauh, dan kesulitan integrasi dengan sistem IoT yang lebih modern. Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa prototipe, dimulai dari perancangan perangkat keras menggunakan motor servo MG90S, pemrograman kendali ESP32, serta integrasi dengan antarmuka aplikasi Blynk. Pengujian dilakukan dengan skenario pemindahan objek ringan, menjepit, memutar, dan mengangkat, yang dikendalikan melalui perangkat berbasis Android dan desktop. Hasil menunjukkan bahwa keenam motor servo merespons perintah dari Blynk secara real-time tanpa jeda signifikan, selama daya listrik yang diberikan stabil. Sistem dapat dikendalikan dari berbagai perangkat selama terhubung ke hotspot Wi-Fi yang dikenali oleh ESP32. Kinerja sistem dinilai stabil dan layak diterapkan dalam kebutuhan otomasi dasar dan edukasi. Namun, untuk meningkatkan kinerja sistem, disarankan penggunaan servo dengan torsi lebih besar seperti MG996R agar mampu mengangkat beban lebih berat dan tahan dalam operasional jangka panjang. Selain itu, pemanfaatan protokol komunikasi lain seperti MQTT juga direkomendasikan agar sistem lebih fleksibel dan siap digunakan dalam lingkungan industri yang kompleks.

Kata kunci: prototipe, lengan robot 6-DOF, servo motor, Wemos ESP32 D1 R32, Blynk IoT

1. PENDAHULUAN

Teknologi semakin berkembang dan terus mengalami perkembangan sehingga sistem pengendali otomatis yang sudah tidak asing lagi di zaman modern ini. Hal ini bisa dilihat banyaknya perangkat yang dikendalikan secara otomatis untuk memaksimalkan kinerja manusia dalam kehidupan sehari-hari.

Perkembangan Revolusi Industri 4.0, ditandai dengan penerapan teknologi robot di dalam setiap kegiatan industri. Dalam perkembangannya, robotika yang sering digunakan di bidang industri adalah robot dengan gerak fleksibel, seperti gerakan mengangkat dan memindahkan benda [1].

Dalam dunia otomasi fungsi lengan robot membantu pekerjaan manusia yang berhubungan dengan segala bentuk kegiatan yang berulang-ulang yang membutuhkan daya dan konsentrasi tinggi, jika manusia mengerjakan pekerjaan berulang maka pekerjaan tersebut akan terasa menjenuhkan dan melelahkan yang bisa saja terjadi kecelakaan karena suatu kelalaian manusia maka dari itu lengan robot digunakan manusia untuk meminimalisasi hal-hal tersebut. Dengan Enam Derajat Kebebasan (*Six Degree Of Freedom/6-DOF*) memungkinkan bergerak dengan kompleks karena beroperasi dengan enam sumbu rotasi yaitu *Base, Shoulder, Elbow, Wrist Pitch, Wrist Roll, Gripper*.

Perkembangan mikrokontroler seperti ESP32 yang sudah dilengkapi Wi-Fi memudahkan integrasi lengan robot dengan *Internet of Things (IoT)*.

Platform Blynk memiliki antarmuka yang cukup mudah bagi para pengguna untuk mengendalikan suatu perangkat secara *real-time*. Dengan ini, lengan robot bisa dikendalikan dari jarak jauh melalui komputer, laptop dan *smartphone*, pengguna hanya perlu menyambungkan Wi-Fi.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji lengan robot 6-DOF berbasis Wemos ESP32 D1 R32 yang dikendalikan dari *platform Blynk IoT*. Tujuan utama penelitian ini untuk menguji presisi Gerak dan efektivitas control dari jarak jauh untuk membuktikan potensi prototipe tersebut sebagai alat bantu dalam otomasi ringan dan menjadi suatu pembelajaran berbasis IoT.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Robot

“Robot” berasal dari bahasa Czech, “Robota”, yang berarti “pekerja”. Kata robot diperkenalkan dalam bahasa Inggris pada tahun 1921 oleh Wright Karel Capek pada suatu drama, *Rossum’s Universal Robots*. Robot adalah mesin hasil rakitan karya manusia yang mampu bekerja terus-menerus tanpa mengenal lelah. Pada awalnya robot diciptakan sebagai pengganti pekerja manusia, akan tetapi untuk jangka waktu ke depan robot akan mampu mengambil alih posisi manusia sepenuhnya dan bahkan mengganti ras manusia dengan beragam jenis robot [2]

Robot-robot yang dijelaskan oleh Čapek sebenarnya bukanlah robot mekanik, melainkan

makhluk hidup yang direayasa dan dirakit seolah-olah mereka adalah robot. Robot-robotnya memiliki bentuk seperti manusia dan melakukan peran khusus dalam masyarakat yang dimaksudkan untuk menggantikan pekerja manusia. Namun, nama robot juga menggambarkan perangkat mekanis otonom yang tidak dibuat untuk memukau dan menyenangkan, melainkan untuk menghasilkan barang dan jasa.

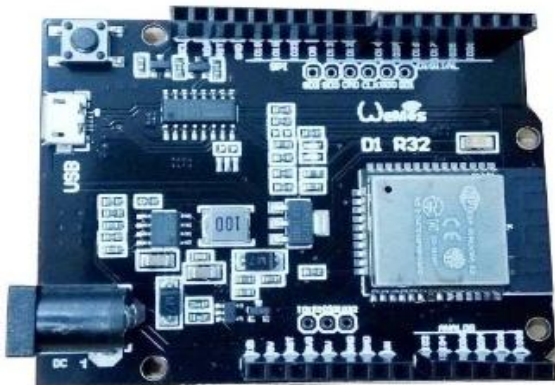
2.2. Prototipe

Prototipe mempunyai arti purwarupa (Rupa Awal), yang merupakan awal dari sebuah sistem yang memungkinkan rupa tersebut dapat memberikan gambaran terhadap hasil akhir dari sistem secara keseluruhan. Prototipe merupakan metode teknik pengembangan yang menggambarkan system sehingga pemilik atau pengguna sistem dapat memahami sistem yang akan dibangun secara jelas. Dengan menggunakan metode ini bisa memberikan ide untuk pembuat maupun pengguna supaya memahami cara sistem berfungsi dalam bentuk lengkapnya [3]

2.3. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar komponennya dirancang dalam satu chip IC (*Integrated Circuit*). Karena elemen penting untuk menjalankan fungsi dasar komputer berada dalam satu chip maka perangkat ini sering disebut sebagai *single chip microcomputer*. Konsep inilah yang membuat mikrokontroler menjadi solusi yang ringkas dan efisien untuk berbagai aplikasi teknologi. Mikrokontroler dirancang untuk menjalankan beberapa tugas yang spesifik, ini berbeda dengan komputer maupun laptop. Mikrokontroler biasanya hanya fokus menjalankan satu fungsi atau aplikasi tertentu, misalnya mengontrol suatu sistem perangkat elektronik ataupun membaca data sensor [4]

2.4. Wemos ESP32 D1 R32



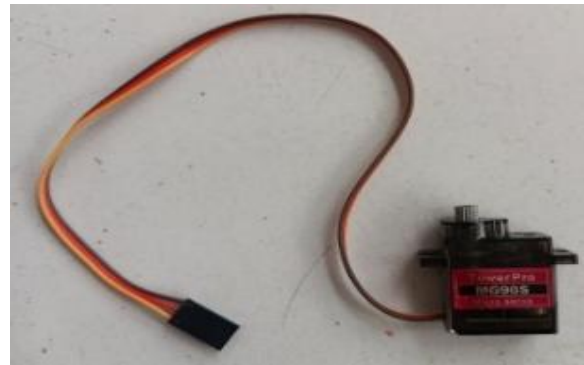
Gambar 1. wemos ESP32 D1 R32

Wemos ESP32 D1 R32 merupakan mikrokontroler berbasis ESP32 yang dirancang untuk kompatibilitas dengan papan Arduino Uno, sehingga

memudahkan pengguna Arduino untuk beralih ke teknologi ESP32 tanpa perlu banyak mengubah susunan fisik atau pinout proyek sebelumnya. Varian Wemos D1 R32 memiliki dimensi 70x55x13 mm (2.7x2.1x0.5 in), dan bentuknya serupa dengan papan Arduino Uno, termasuk tata letak header GPIO yang memudahkan integrasi dengan shield Arduino yang sudah ada [5]

2.5. Motor Servo

Motor servo merupakan salah satu jenis aktuator yang bekerja berdasarkan prinsip sistem kendali tertutup, dimana gerakan dan posisi servo tersebut diatur secara presisi menggunakan umpan balik posisi. Berbeda dengan motor DC biasa yang dapat berputar secara terus-menerus, motor servo hanya dirancang untuk bergerak dalam rentang sudut tertentu, misalnya 0 hingga 180 derajat [6]



Gambar 2. motor servo

2.6. Blynk

Blynk merupakan *platform* yang tersedia untuk perangkat berbasis iOS, Android dan bahkan bisa diakses dari Google, yang dirancang supaya pengguna dapat mengoperasikan berbagai jenis mikrokontroler seperti Arduino, Raspberry Pi, Wemos, dan modul sejenis lainnya dari jarak jauh selama perangkat kita terhubung ke internet. Kemampuan ini bagian dari konsep *Internet of Things* (IoT) yaitu sebuah sistem yang memungkinkan perangkat fisik bisa terhubung ke internet dan saling berkomunikasi untuk memberikan kemudahan dalam proses otomatisasi dan pengendalian dari jarak jauh [7]



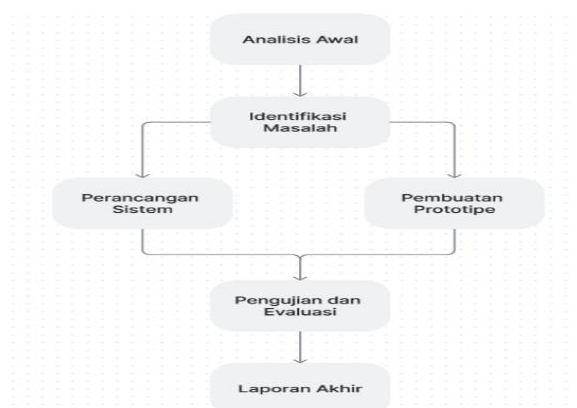
Gambar 3. Blynk

2.7. Penelitian Terdahulu

Penelitian oleh Serineka merancang lengan robot berbasis Arduino Nano yang digunakan untuk edukasi dan otomasi sederhana. Satryawan dan Susanti mengembangkan alat deteksi kualitas udara dengan Wemos ESP32, menunjukkan efektivitas integrasi IoT. Lesmana dan Sukarno menggunakan motor servo untuk sistem dispenser otomatis berbasis Arduino, sedangkan Salmon memanfaatkan algoritma kinematika dalam pengendalian lengan robot. Temuan-temuan tersebut menjadi referensi penting dalam pengembangan lengan robot berbasis ESP32 dan integrasi platform Blynk dalam penelitian ini.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rekayasa prototipe yang terdiri enam tahap: analisis awal, identifikasi masalah, perancangan sistem, pembuatan prototipe, pengujian dan evaluasi, serta pembuatan laporan.



Gambar 4. rekayasa prototipe

3.1. Analisis Awal

Tahap analisis awal ini untuk mengidentifikasi dan mengkaji literatur tentang sistem lengan robot, ESP32 dan *platform Blynk*. Hasilnya akan digunakan untuk menentukan spesifikasi teknis awal dan batasannya.

3.2. Identifikasi Masalah

Masalah yang dibahas adalah butuhnya sistem lengan robot yang fleksibel, yang bisa dikontrol dari jarak jauh dengan harga yang murah dan mudah dibuat. Masalah lain seperti control presisi, komunikasi antar perangkat dan konektifitas jaringan internet.

3.3. Perancangan Sistem

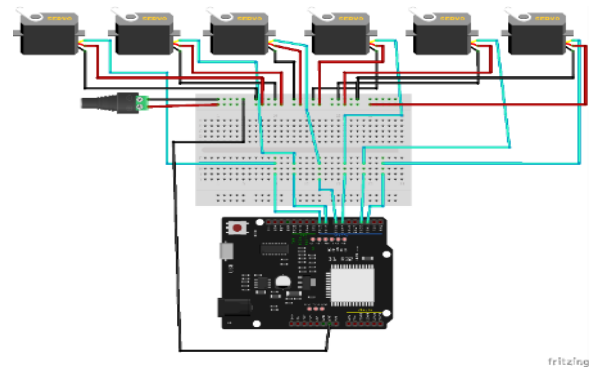
Tahap ini melakukan perancangan dari perangkat keras dan perangkat lunak.

Tabel 1. Komponen Yang Digunakan

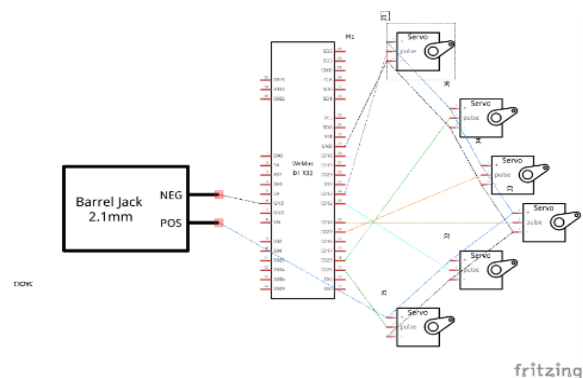
No	Nama	Fungsi	Jenis
1	Wemos ESP32 DI R32	Sebagai Mikrokontroler utama lengan robot berbasis IoT	Proses

No	Nama	Fungsi	Jenis
2	PCB lubang	Sebagai tempat menyambungkan sirkuit kabel.	Portable Board
3	Kabel Jumper	Kabel yang menyambungkan setiap komponen.	Konektor
4	Motor Servo	Sebagai penggerak lengan robot	Output
5	Adapter 5V dan 12V	Sebagai sumber daya listrik servo dan Wemos ESP32	Power Supply
6	DC Female Adapter Terminal Connector	Sebagai penghubung listrik dari adapter ke servo	Konektor
7	Rangka Print 3D	Sebagai lengan robot	Output

Berikut ini rangkaian sistem kendali yang menghubungkan enam servo ke Wemos ESP32 D1 R32 dan daya ke-enam servo disuplai oleh adapter 5V 8A melalui DC Female Adapter Terminal Connector.

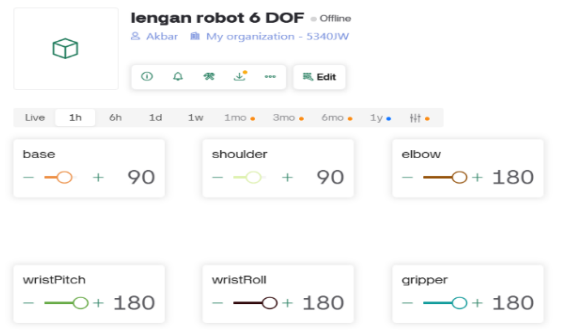


Gambar 5. rangkaian sistem kendali



Gambar 6. skematik motor servo

Untuk perangkat lunak menggunakan aplikasi Arduino IDE untuk mengetik program yang diintegrasikan ke *platform Blynk* untuk mengendalikan ke-enam servo tersebut, di *platform Blynk* kita menggunakan *widget box* yang bernama *slider* sebagai pengontrol servo untuk bergerak dari 0 sampai 180 derajat.



Gambar 7. antarmuka pengguna di website Blynk

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah prototipe lengan robot 6-DOF yang bisa dikendalikan dari jarak jauh melalui Blynk yang terkoneksi ke Wemos ESP32 melalui jaringan Wi-Fi. Prototipe ini dibuat menggunakan Wemos ESP32 D1 R32 yang terhubung dengan ke-enam motor servo, terdiri dari 3 servo MG996R untuk menggerakkan *base*, *shoulder*, *elbow* dan 3 servo MG90S untuk menggerakkan *wristpitch*, *wristroll*, *gripper*.

Wemos ESP32 berhasil terhubung ke jaringan Wi-Fi dan mampu menerima perintah dari platform Blynk dari perangkat komputer maupun *smartphone*. Masing-masing *slider* pada antarmuka Blynk berhasil menggerakkan sudut servo sehingga pengguna bisa mengatur posisi masing-masing servo secara presisi.

Servo mampu merespon perintah dari Blynk dengan baik. Pergerakan sesuai dengan nilai sudut yang diberikan melalui Blynk. Pengujian dilakukan dengan mengatur kombinasi gerakan lengan untuk menjepit, mengangkat, memutar, dan mengarahkan objek ringan dari satu posisi ke posisi lain.

Secara keseluruhan, prototipe lengan robot 6-DOF yang dikendalikan melalui Blynk berbasis Wemos ESP32 D1 R32 berfungsi dengan baik. Sistem mampu merespons perintah pengguna secara real-time dan menjalankan tugas-tugas dasar otomasi ringan. Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini berpotensi diterapkan untuk keperluan edukasi, simulasi, atau otomasi industri skala kecil berbasis Internet of Things (IoT).

4.1. Pembuatan Prototipe

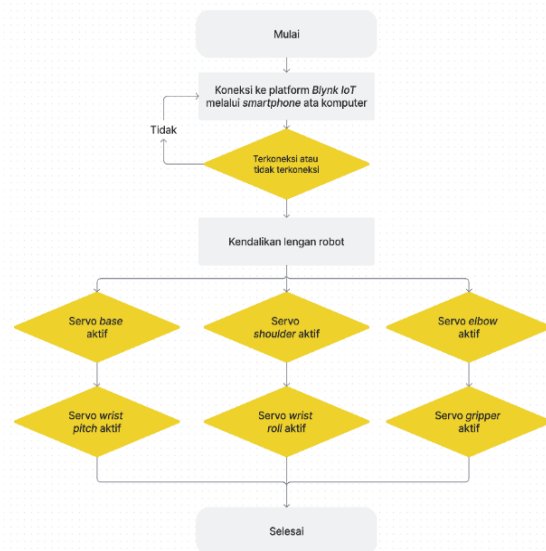


Gambar 8. prototipe lengan robot 6-DOF

Setelah perancangan sistem selesai maka bisa dilanjutkan ke implementasi fisik yang sesuai spesifikasi yang mencakup perakitan servo ke struktur mekanik printer 3D, pemasangan wemos ESP32, penyambungan kabel, serta instalasi sistem kendali dan koneksi Blynk.

4.2. Pengujian dan Evaluasi

Prototipe ini diuji untuk mengukur akurasi gerak, kecepatan respon, dan kestabilan Wi-Fi. Uji coba dilakukan untuk mengetes pergerakan masing-masing motor servo yang meliputi: *Base*, *Shoulder*, *Elbow*, *Wrist Pitch*, *Wrist Roll*, *Gripper*. Wemos ESP32 membaca nilai input dari Blynk melalui *slider* dan kemudian mengubahnya menjadi sudut gerak pada masing-masing servo. Pergerakan servo terjadi secara real-time mengikuti nilai yang dikirim dari Blynk



Gambar 9. Flowchart Lengan Robot 6-DOF

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, prototipe lengan robot 6-DOF yang dirancang menggunakan Wemos ESP32 D1 R32 berhasil dikendalikan secara real-time melalui platform Blynk IoT, di mana keenam motor servo merespons input dari pengguna dengan baik tanpa jeda selama suplai daya mencukupi. Kontrol dapat dilakukan dari berbagai perangkat seperti komputer, laptop, maupun *smartphone* selama terkoneksi dengan hotspot Wi-Fi yang terhubung ke modul ESP32. Sistem ini menunjukkan stabilitas dan presisi dalam menjalankan perintah dasar seperti menjepit, memutar, dan mengangkat objek ringan. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan mengganti motor servo kecil seperti MG90S dengan MG996R yang memiliki torsi lebih besar agar daya angkat dan ketahanan mekanis meningkat. Selain itu, eksplorasi penggunaan platform komunikasi lain seperti MQTT direkomendasikan karena lebih cocok untuk implementasi otomasi berskala besar dan komunikasi antardevais secara efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gede Purna Serineka, dkk, "Jurnal Syntax Admiration", *Rancang Bangun Lengan Robot Berbasis Arduino Nano*, Vol. 5, No. 11, (2024), hal. 4527
- [2] Salmon, Bartolomius Harpad, "Jurnal Ilmiah Matrik", *PROTOTYPE LENGAN ROBOT BERBASIS ARDUINO DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA KINEMATICS*, Vol. 22 No.2, (2020), hal. 208
- [3] Nurhasanah, Riko Agriawan, *Penerapan Metode Prototipe Untuk Keamanan Pintu Otomatis Menggunakan Pengenalan Wajah* (Purbalingga: Eureka Media Aksara, 2023), hal. 26
- [4] Alfiru Nur Alfian, Viki Ramadhan, "Jurnal PROSISKO", *Prototype Detektor Gas Dan Monitoring Suhu Berbasis Arduino Uno* Vol. 9 No.2 (2022), hal. 62
- [5] Muhammad Arga Satryawan, Endang Susanti, "Sigma Teknik", *PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI KUALITAS UDARA DENGAN IoT (Internet of Things)* MENGGUNAKAN WEMOS ESP32 D1 R32, Vol. 6, No.2 (2023), hal. 413
- [6] Krisna Lesmana dan Setyawan Ajie Sukarno, "Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan", *PROTOTIPE PENGGUNAAN MOTOR SERVO UNTUK DISPENSER OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DAN SENSOR HC-SR04*, Vol. 13, No. 02 (2025), hal. 18
- [7] Muhammad Arga Satryawan, Endang Susanti, "Sigma Teknik", *PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI KUALITAS UDARA DENGAN IoT (Internet of Things) MENGGUNAKAN WEMOS ESP32 D1 R32*, Vol. 6, No.2 (2023), hal. 414
- [8] Hidayat, M., & Ramadhani, T. (2021). Implementasi Game Edukasi dalam Pembelajaran Berbasis Teknologi. *Jurnal Inovasi Pembelajaran*, 9(3), 87-99.
- [9] Kurniawan, R., Wicaksono, A., & Setiawan, D. (2023). Penggunaan Construct 2 dalam Pengembangan Game Edukasi Berbasis 2D. *Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak*, 14(1), 55-72.