

IMPLEMENTASI KONTROL PS2 WIRELESS PADA ROBOT Lengan BERODA UNTUK PEMINDAHAN OBJEK

Icha Ade Felani¹, Dwi Titi Maesaroh², Rihartanto³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Samarinda; Jl. Dr. Cipto Mangunkusumo Samarinda 75131

Keywords:

Robot Lengan Beroda; PS2 Wireless Control; Arduino Uno; Robot Manipulator

Correspondent Email:

polnes@polnes.ac.id

Abstrak. Penelitian ini mengimplementasikan kontrol PS2 wireless pada robot lengan beroda untuk pemindahan objek secara fleksibel dan *real-time*. Sistem menggunakan Arduino Uno, driver L298N, empat motor DC untuk mobilitas, serta empat motor servo untuk pergerakan lengan. Kontrol dilakukan melalui pembacaan sinyal digital dan analog menggunakan library PS2X. Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras, pemrograman, dan pengujian respons gerak berdasarkan input joystick dan tombol directional. Hasil menunjukkan robot mampu bergerak stabil (maju, mundur, belok) serta menggerakkan lengan secara proporsional sesuai input analog. Sistem bekerja responsif dan terintegrasi dengan baik, sehingga efektif diterapkan pada robot manipulasi skala kecil dan berpotensi dikembangkan lebih lanjut.

Abstract. *This study implements a wireless PS2 control system on a wheeled robotic arm for flexible and real-time object handling. The system utilizes an Arduino Uno, an L298N motor driver, four DC motors for mobility, and four servo motors for arm movement. Control is achieved by processing digital and analog signals using the PS2X library. The research method includes hardware design, system programming, and response testing based on joystick and directional button inputs. The results show that the robot can move stably (forward, backward, turning) and control the arm proportionally according to analog inputs. The system operates responsively and integrates well, making it effective for small-scale manipulation robots and promising for further development.*



Copyright © [JITET](http://www.jitet.org) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi robotika saat ini menunjukkan kemajuan yang pesat sebagai dampak dari meningkatnya kebutuhan sistem otomatisasi yang mampu membantu pekerjaan manusia menjadi lebih mudah, cepat, dan efisien, khususnya pada bidang industri, pendidikan, dan penelitian. Robot merupakan perangkat mekanik yang dapat menjalankan tugas fisik baik melalui kendali manusia maupun program yang telah dirancang sebelumnya, sehingga banyak dikembangkan untuk aplikasi pemindahan objek secara otomatis [1]. Salah satu implementasi yang

berkembang adalah robot lengan yang berfungsi sebagai manipulator mekanis untuk melakukan proses pengambilan dan pemindahan benda dengan tingkat ketelitian dan fleksibilitas gerak yang tinggi sesuai perintah sistem kontrol [2]. Integrasi antara sistem mobilitas berbasis roda dan mekanisme lengan robot memungkinkan robot tidak hanya melakukan manipulasi objek, tetapi juga berpindah lokasi kerja secara dinamis, sehingga pengendalian menggunakan joystick PS2 wireless menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan kemudahan operasi, respons

kendali, serta efisiensi proses pemindahan objek secara jarak jauh.

Sistem pengendalian robot berbasis nirkabel menjadi salah satu metode yang banyak digunakan karena mampu meningkatkan fleksibilitas dan kemudahan operasi robot mobile tanpa keterbatasan kabel. Penggunaan pengendali PS2 wireless dinilai efektif karena menyediakan kombinasi tombol digital dan joystick analog yang memungkinkan pemberian perintah gerak secara *real-time* dengan respons yang stabil serta pengoperasian yang lebih intuitif bagi pengguna. Pada implementasi robot beroda dengan lengan manipulasi, mikrokontroler Arduino Uno berperan sebagai pusat kendali yang memproses sinyal masukan dari modul penerima PS2, kemudian menerjemahkannya menjadi perintah untuk mengatur arah dan kecepatan motor melalui driver motor L298N sebagai penggerak roda robot, serta mengendalikan motor servo yang berfungsi menggerakkan lengan robot secara presisi. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak tersebut memungkinkan robot merespons perintah pengguna secara akurat, baik dalam pergerakan mobilitas maupun manipulasi objek, sehingga sistem kontrol PS2 wireless sangat sesuai diterapkan pada robot lengan beroda untuk proses pemindahan objek secara interaktif dan efisien [3] [4].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengembangan robot manipulasi maupun robot mobile umumnya masih dilakukan secara terpisah, sehingga integrasi antara sistem lengan robot dan sistem mobilitas beroda dengan kontrol nirkabel yang stabil masih menjadi tantangan dalam bidang robotika. Pada sistem lengan robot, permasalahan utama sering berkaitan dengan presisi gerakan, kestabilan kontrol, serta sinkronisasi antara aktuator dan sistem kendali agar objek dapat dimanipulasi tanpa menimbulkan kerusakan atau kesalahan gerak [1]. Implementasi kontrol nirkabel memungkinkan pengoperasian robot secara fleksibel dan tanpa kontak langsung, namun tetap memerlukan perancangan sistem yang terintegrasi antara perangkat keras, perangkat lunak, serta mekanisme umpan balik agar respons gerakan tetap stabil dan akurat secara waktu nyata [1]. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada implementasi kontrol PS2

wireless pada robot lengan beroda untuk pemindahan objek dengan mengintegrasikan sistem kendali, aktuator servo, dan mekanisme manipulasi sehingga robot mampu bekerja secara responsif, stabil, serta mudah dikendalikan berdasarkan input joystick dan tombol arah sebagai bentuk pengembangan sistem robot manipulasi yang lebih adaptif pada aplikasi otomasi modern [5].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Robotika merupakan bagian dari sistem otomasi yang mengintegrasikan aspek mekanika, elektronika, serta sistem kendali untuk membantu manusia menyelesaikan pekerjaan secara lebih efektif dan efisien melalui sistem yang dapat dikendalikan secara otomatis maupun manual. Salah satu implementasi robot yang banyak digunakan adalah robot lengan (*robotic arm*), yaitu sistem mekanik yang dirancang menyerupai gerakan lengan manusia dan tersusun atas struktur mekanik, aktuator, serta sistem kontrol yang saling terhubung untuk melakukan tugas manipulasi seperti mengambil dan memindahkan objek dengan tingkat akurasi tinggi dan gerakan yang stabil. Pengembangan robot lengan terus dilakukan karena kemampuannya dalam menjalankan pekerjaan berulang secara presisi serta mendukung pengoperasian berbasis kendali nirkabel menggunakan mikrokontroler sebagai pusat pengendali, sehingga integrasi antara sistem manipulasi dan mobilitas robot menjadi pendekatan penting dalam menciptakan robot yang adaptif terhadap berbagai kebutuhan aplikasi robotika modern, termasuk sistem robot lengan beroda untuk pemindahan objek secara fleksibel dan *real-time* [6].

Robot beroda merupakan salah satu platform robot mobile yang memanfaatkan motor listrik sebagai aktuator utama untuk menghasilkan pergerakan yang stabil, efisien, dan mudah dikendalikan melalui sistem kendali elektronik. Penggunaan motor DC dan motor servo pada sistem robotika memungkinkan pengaturan posisi, kecepatan, serta arah gerakan secara presisi melalui sinyal kendali berbasis PWM yang diproses oleh mikrokontroler sebagai pusat pengendali sistem. Dalam implementasi sistem kendali robot modern, mikrokontroler berfungsi untuk membaca sinyal masukan, memproses data

kontrol, serta menghasilkan sinyal keluaran yang mengoordinasikan kerja aktuator secara sinkron sehingga respons gerakan dapat berlangsung secara *real-time* dan stabil. Integrasi antara sistem mobilitas berbasis roda, pengendalian aktuator motor, serta pengolahan sinyal kontrol menjadi komponen penting dalam pengembangan robot lengan beroda berbasis kontrol PS2 wireless, karena memungkinkan koordinasi pergerakan robot dan manipulasi objek berjalan secara terintegrasi dan responsif sesuai perintah pengguna [7] [8].

Kontrol PS2 wireless merupakan perangkat pengendali berbasis komunikasi nirkabel yang memanfaatkan joystick analog dan tombol digital sebagai media input pengguna. Joystick analog menghasilkan nilai pembacaan kontinu sehingga memungkinkan pengendalian gerakan robot secara proporsional dan lebih halus dibandingkan kontrol berbasis tombol diskrit. Library PS2X digunakan untuk mempermudah proses komunikasi antara mikrokontroler dan modul penerima PS2, sehingga data tombol dan posisi analog dapat dibaca secara *real-time* untuk menghasilkan respons gerak robot yang lebih responsif. Motor servo merupakan aktuator yang digunakan untuk menghasilkan pergerakan sudut dengan tingkat presisi tinggi. Servo bekerja berdasarkan sinyal PWM yang menentukan posisi sudut tertentu dalam rentang pergerakan yang telah ditentukan. Pada robot lengan, motor servo digunakan untuk menggerakkan bagian sendi seperti basis, lengan utama, dan gripper agar mampu melakukan proses pengambilan serta pemindahan objek secara terkontrol. Kombinasi antara motor servo dan sistem kontrol analog memungkinkan pergerakan lengan menjadi lebih stabil dan mudah dikendalikan oleh operator [9].

Penerapan sistem kendali berbasis mikrokontroler mampu meningkatkan efisiensi operasional perangkat otomatis melalui interaksi yang lebih praktis dan respons sistem yang cepat terhadap masukan pengguna. Sistem kendali yang memanfaatkan aktuator servo dan pemrosesan sinyal oleh Arduino memungkinkan gerakan mekanik berlangsung secara presisi dan *real-time* karena setiap masukan diproses langsung menjadi sinyal kendali aktuator dengan tingkat akurasi yang tinggi [10]. Pendekatan ini menunjukkan bahwa

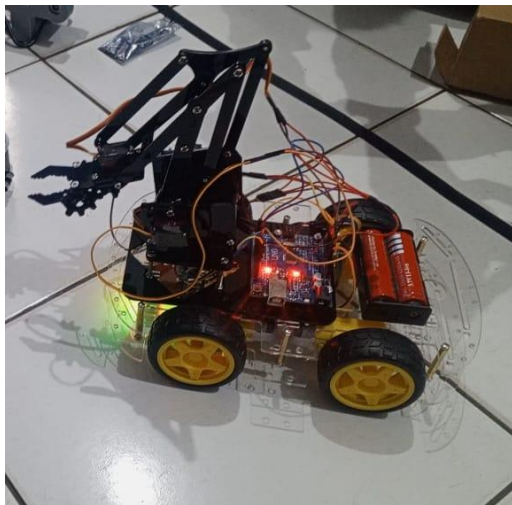
integrasi antara perangkat input, sistem pemrosesan, dan aktuator merupakan faktor penting untuk menghasilkan respons gerakan yang stabil dan terkoordinasi, sehingga konsep tersebut dapat diterapkan pada pengembangan robot lengan beroda berbasis kontrol PS2 wireless agar sinkronisasi antara pergerakan mobilitas robot dan manipulasi objek dapat berjalan lebih responsif, stabil, serta efektif dalam proses pemindahan objek.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Perancangan Sistem

Penelitian ini menerapkan metode perancangan sistem berbasis rekayasa yang mencakup tahapan analisis kebutuhan, perancangan perangkat keras, integrasi perangkat lunak, serta pengujian sistem guna menghasilkan platform robot yang dapat direplikasi dan dikembangkan secara sistematis. Dalam pengembangan sistem robot, integrasi antara perangkat lunak kendali dan perangkat keras aktuator menjadi aspek penting agar komunikasi antara sistem kontrol dan motor dapat berlangsung secara stabil serta responsif terhadap perintah pengguna [11]. Sistem dirancang dengan mikrokontroler sebagai pusat pengendali yang mengatur aktuator motor dan servo melalui antarmuka kontrol terstandarisasi sehingga robot mampu menjalankan pergerakan mobilitas dan manipulasi secara terkoordinasi dalam waktu nyata. Pendekatan desain ini mendukung penggunaan sumber daya berbasis baterai dan modul kontrol terbuka yang memungkinkan robot bergerak secara portabel serta mudah dikembangkan pada berbagai platform robot beroda dan robot lengan, termasuk implementasi kontrol PS2 wireless untuk proses pemindahan objek secara efektif dan stabil.

Arsitektur sistem dirancang dengan konsep integrasi antara sistem mobilitas dan sistem manipulasi. Arduino Uno menerima sinyal dari kontrol PS2 kemudian memproses data tersebut menjadi perintah gerakan roda maupun lengan robot. Integrasi ini bertujuan agar robot dapat bergerak dan melakukan manipulasi objek secara bersamaan tanpa konflik perintah.



Gambar 1. Robot Lengan Beroda

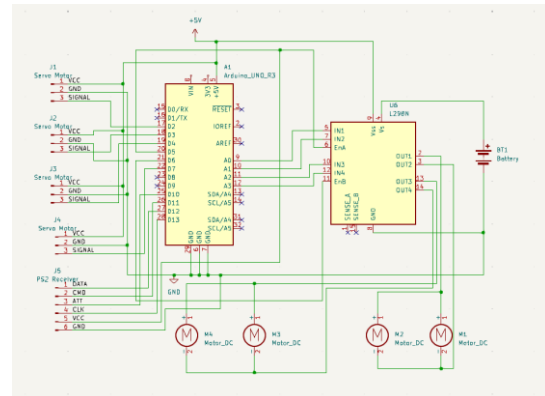
Gambar rancangan robot yang telah direalisasikan ditampilkan pada Gambar 1, yang menunjukkan bentuk fisik robot lengan beroda beserta susunan komponen utama. Gambar tersebut digunakan sebagai acuan implementasi sistem yang dikembangkan pada penelitian ini.

3.2. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras pada sistem robot dilakukan dengan mengintegrasikan seluruh komponen elektronik dan aktuator ke dalam satu arsitektur kendali yang saling terhubung sehingga mampu bekerja secara sinkron dan responsif. Sistem kontrol memanfaatkan mikrokontroler sebagai pusat pengolahan data yang menghubungkan modul input, aktuator motor, serta mekanisme manipulasi melalui jalur komunikasi dan distribusi daya yang terstruktur untuk memastikan koordinasi gerakan berjalan stabil. Pada sistem robot bergerak, aktuator motor digunakan sebagai penggerak mobilitas yang dikendalikan melalui sinyal kendali berbasis pulsa untuk mengatur arah dan kecepatan gerak secara presisi sesuai perintah pengguna. Integrasi antara sistem kendali, aktuator, serta mekanisme pergerakan ini menjadi dasar dalam pengembangan robot lengan beroda berbasis kontrol PS2 wireless, sehingga robot mampu melakukan pergerakan maju, mundur, maupun perubahan arah secara *real-time* sekaligus mempertahankan sinkronisasi dengan sistem manipulasi objek [12].

Bagian manipulasi robot menggunakan beberapa motor servo yang berfungsi

menggerakkan sendi lengan robot, meliputi bagian dasar, lengan utama, serta gripper penjepit objek. Motor servo dipilih karena mampu menghasilkan pergerakan sudut yang presisi sehingga memudahkan proses pengambilan dan pemindahan objek.



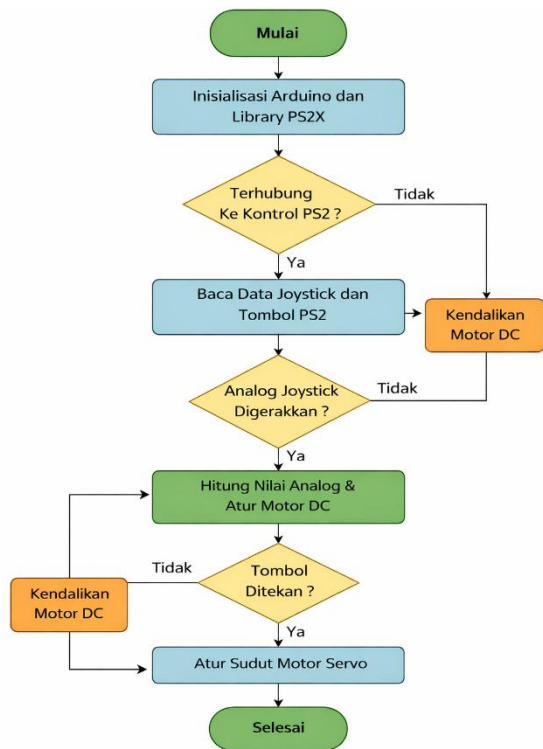
Gambar 2. Skematik Sistem Robot Lengan Beroda

Skematik rangkaian perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 2, yang memperlihatkan hubungan antar komponen serta jalur koneksi pin mikrokontroler. Skematik ini menjadi acuan utama dalam proses perakitan sistem robot.

3.3. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak sistem robot dikembangkan menggunakan lingkungan pemrograman Arduino IDE dengan bahasa C++ untuk memungkinkan komunikasi antara pengontrol PS2 dan mikrokontroler sebagai pusat kendali sistem. Program dirancang untuk melakukan proses inisialisasi perangkat, membaca sinyal input dari joystick PS2 melalui modul komunikasi nirkabel, memproses data kontrol, serta mengirimkan perintah keluaran ke aktuator motor secara *real-time* sehingga robot dapat merespons perintah pengguna secara cepat dan stabil. Pembacaan input dilakukan secara *event-driven*, di mana setiap tombol dan pergerakan joystick diterjemahkan menjadi instruksi gerak tertentu seperti maju, mundur, berhenti, atau perubahan arah, sehingga menghasilkan kontrol yang lebih intuitif dan mudah dioperasikan. Selain itu, pemetaan fungsi tombol pada pengontrol memungkinkan pengaturan berbagai aksi robot secara terstruktur, menjadikan sistem kendali berbasis PS2 wireless efektif untuk mengoordinasikan pergerakan mobilitas robot dan mekanisme

manipulasi objek secara terintegrasi sesuai kebutuhan pengguna [13].



Gambar 3. Flowchart Sistem Kontrol Robot

Flowchart pada Gambar 3 menggambarkan alur kerja sistem kontrol robot lengan beroda yang dimulai dari proses inisialisasi Arduino dan library PS2X untuk menyiapkan komunikasi antara mikrokontroler dan kontrol PS2 wireless. Setelah sistem aktif, dilakukan pengecekan koneksi kontrol PS2; apabila belum terhubung maka sistem tetap menunggu hingga koneksi berhasil. Ketika koneksi telah terjalin, Arduino membaca data input berupa pergerakan joystick analog dan penekanan tombol. Jika joystick digerakkan, sistem menghitung nilai analog yang diterima untuk mengatur arah serta kecepatan motor DC sehingga robot dapat bergerak secara proporsional. Selanjutnya sistem memeriksa apakah terdapat tombol yang ditekan; apabila ada, Arduino mengatur sudut motor servo untuk menggerakkan bagian lengan robot sesuai fungsi yang telah diprogram, seperti mengangkat atau menjepit objek. Proses ini berlangsung secara berulang (*looping*) sehingga robot dapat merespons perintah pengguna secara *real-time* hingga sistem dihentikan.

3.4. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan kerja yang disusun secara sistematis untuk memastikan proses perancangan, implementasi, dan pengujian robot berjalan terarah. Setiap tahapan dilakukan secara berurutan mulai dari studi literatur hingga evaluasi sistem agar robot lengan beroda yang dikembangkan dapat bekerja sesuai tujuan penelitian. Tahapan ini juga bertujuan meminimalkan kesalahan desain serta memastikan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak berjalan dengan baik.

Tabel 1. Tahapan Penelitian

| No | Tahapan | Deskripsi Kegiatan | Hasil yang Dicapai |
|----|--------------------|---|-------------------------|
| 1 | Studi Literatur | Mengkaji referensi robotika dan kontrol PS2 | Dasar teori penelitian |
| 2 | Perancangan Sistem | Membuat desain arsitektur dan skematik | Rancangan sistem |
| 3 | Perakitan Hardware | Instalasi komponen robot | Sistem perangkat keras |
| 4 | Pemrograman | Pembuatan program Arduino | Sistem kontrol berjalan |
| 5 | Pengujian | Uji fungsi dan performa robot | Data hasil pengujian |

Berdasarkan Tabel 1, penelitian diawali dengan studi literatur untuk memahami konsep robot manipulasi dan sistem kontrol nirkabel sebagai dasar perancangan. Tahap ini penting karena menentukan metode serta teknologi yang digunakan dalam penelitian. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem yang meliputi penyusunan arsitektur robot dan pembuatan skematik rangkaian sebagai pedoman proses perakitan.

Tahapan berikutnya mencakup perakitan perangkat keras dan pemrograman sistem menggunakan Arduino Uno. Setelah seluruh komponen terintegrasi, dilakukan tahap pengujian untuk mengevaluasi kinerja robot dalam menerima perintah kontrol serta melakukan pemindahan objek. Hasil dari setiap

tahapan menjadi dasar evaluasi untuk memastikan sistem bekerja secara optimal.

3.5. Teknik Pengujian dan Pengumpulan Data

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan implementasi kontrol PS2 wireless pada robot lengan beroda. Pengujian difokuskan pada respons pergerakan robot, kestabilan aktuator, serta kemampuan robot dalam melakukan manipulasi objek. Data dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap performa robot saat menerima berbagai input dari pengguna.

Tabel 2. Parameter Pengujian Sistem

| No | Parameter | Metode Pengujian | Indikator Keberhasilan |
|----|------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Gerak Robot | Input joystick analog | Robot bergerak sesuai arah |
| 2 | Kendali Belok | Pergerakan joystick horizontal | Belokan stabil |
| 3 | Gerakan Lengan | Penekanan tombol PS2 | Servo bergerak sesuai perintah |
| 4 | Respons Sistem | Pengamatan waktu respons | Tidak terjadi delay |
| 5 | Pemindahan Objek | Uji penjepitan benda | Objek berhasil dipindahkan |

Tabel 2 menunjukkan parameter yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja robot selama proses pengujian. Setiap parameter mewakili fungsi utama sistem, yaitu mobilitas robot dan manipulasi lengan. Metode pengujian dilakukan dengan memberikan input tertentu melalui kontrol PS2, kemudian mengamati respons robot terhadap perintah tersebut.

Indikator keberhasilan ditentukan berdasarkan kesesuaian antara input dan gerakan yang dihasilkan robot. Sistem dinilai bekerja dengan baik apabila robot mampu bergerak stabil, motor servo merespons secara akurat, serta proses pemindahan objek dapat dilakukan tanpa gangguan. Data hasil pengujian ini selanjutnya digunakan sebagai dasar analisis pada bagian hasil dan pembahasan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Implementasi Sistem

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem robot lengan beroda berbasis mikrokontroler berhasil diimplementasikan dengan mengintegrasikan subsistem mobilitas dan manipulasi dalam satu sistem kendali terpadu. Robot yang dikembangkan memanfaatkan aktuator motor DC sebagai penggerak utama pergerakan robot serta motor servo sebagai mekanisme manipulasi untuk menjalankan fungsi mekanik secara terkoordinasi. Implementasi sistem kendali berbasis joystick nirkabel memungkinkan seluruh fungsi robot dijalankan secara *real-time*, sehingga pergerakan robot dan mekanisme manipulasi dapat dikontrol secara simultan melalui satu perangkat kendali. Integrasi ini membuktikan bahwa pendekatan sistem terpusat pada mikrokontroler mampu meningkatkan efektivitas pengoperasian robot dalam menjalankan tugas pemindahan objek secara fleksibel.

Berdasarkan hasil implementasi perangkat keras, seluruh komponen sistem mampu bekerja sesuai rancangan dengan komunikasi data yang berjalan stabil antara perangkat input, mikrokontroler, dan aktuator. Sistem kendali membaca sinyal input dari joystick secara sinkron dan menerjemahkannya menjadi perintah gerakan motor melalui driver motor serta kontrol posisi aktuator servo. Pengujian blok rangkaian menunjukkan bahwa fungsi mekanik seperti pergerakan robot dan mekanisme gripper dapat dijalankan dengan tingkat keberhasilan tinggi sesuai desain sistem, menandakan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak telah berjalan optimal. Selain itu, penggunaan aktuator servo pada sistem robotika memungkinkan kontrol posisi sudut yang presisi sehingga gerakan manipulasi objek dapat dilakukan secara akurat.

Hasil pengujian kinerja menunjukkan robot mampu melakukan pergerakan dasar seperti maju, mundur, serta perubahan arah secara stabil pada permukaan datar dengan respons yang baik terhadap perintah pengguna. Sistem manipulasi juga mampu menjalankan fungsi mengangkat, menurunkan, dan menjepit objek dengan respons gerak yang halus berkat kontrol aktuator berbasis PWM dan pengolahan sinyal secara *real-time*. Penggunaan sistem kontrol yang terintegrasi terbukti meningkatkan

stabilitas dan akurasi gerakan robot, sehingga konsep robot lengan beroda berbasis kontrol PS2 wireless memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut pada aplikasi robotika manipulasi dan otomasi berbasis kendali interaktif [14] [15].

4.2 Pengujian Pergerakan Robot

Pengujian pergerakan robot dilakukan berdasarkan pembacaan tombol directional pada kontrol PS2 wireless yang diproses menggunakan library PS2X. Pada program, fungsi `ps2x.read_gamepad()` digunakan untuk membaca input kontrol secara kontinu di dalam loop utama. Perintah gerakan robot tidak menggunakan joystick analog, melainkan tombol D-Pad (`PAD_UP`, `PAD_DOWN`, `PAD_LEFT`, dan `PAD_RIGHT`) yang dikonversi menjadi perintah logika digital untuk mengendalikan motor DC melalui driver L298N. Ketika tombol arah ditekan dengan nilai analog lebih dari 128, Arduino akan memanggil fungsi gerakan tertentu. Fungsi `REV()` digunakan saat tombol `PAD_UP` ditekan sehingga robot bergerak maju, sedangkan fungsi `forward()` dipanggil saat `PAD_DOWN` ditekan untuk menghasilkan gerakan mundur. Perintah belok kiri dan kanan dikendalikan melalui fungsi `left()` dan `right()` yang mengaktifkan salah satu sisi motor sehingga robot dapat berputar. Jika tidak ada tombol yang ditekan, fungsi `waither()` akan dijalankan untuk menghentikan seluruh motor.

Tabel 3. Implementasi Perintah Gerak Berdasarkan Program

| No | Tombol PS2 | Fungsi Program | Kondisi Motor | Gerakan Robot |
|----|------------------------|------------------------|----------------------------|---------------|
| 1 | <code>PAD_UP</code> | <code>REV()</code> | Motor kiri & kanan reverse | Maju |
| 2 | <code>PAD_DOWN</code> | <code>forward()</code> | Motor kiri & kanan forward | Mundur |
| 3 | <code>PAD_RIGHT</code> | <code>left()</code> | Motor kanan aktif | Belok kiri |

| | | | | |
|---|-----------------------|------------------------|------------------|-------------|
| 4 | <code>PAD_LEFT</code> | <code>right()</code> | Motor kiri aktif | Belok kanan |
| 5 | Tidak ditekan | <code>waither()</code> | Semua motor OFF | Berhenti |

Berdasarkan Tabel 3, sistem pergerakan robot bekerja menggunakan prinsip kontrol diferensial roda, yaitu perubahan arah gerak ditentukan oleh kombinasi aktif atau tidaknya motor kiri dan kanan. Aktivasi pin `left_EN` dan `right_EN` berfungsi sebagai enable driver motor, sedangkan pin `leftm1`, `leftm2`, `rightm1`, dan `rightm2` menentukan arah putaran motor. Hasil pengujian menunjukkan robot mampu merespons setiap perintah tombol secara langsung tanpa keterlambatan yang signifikan. Struktur program berbasis kondisi `if-else` memastikan hanya satu perintah gerakan aktif dalam satu waktu sehingga konflik perintah motor dapat dihindari dan gerakan robot menjadi stabil. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sistem kontrol pada robot *differential drive* mampu menghasilkan pergerakan yang stabil dan responsif karena kecepatan serta arah robot ditentukan oleh pengaturan kecepatan masing-masing roda secara independen, sehingga kontrol gerakan dapat dilakukan secara presisi melalui pengaturan sinyal pada motor penggerak [16].

4.3 Pengujian Gerakan Lengan Robot

Pengujian gerakan lengan robot dilakukan berdasarkan pembacaan nilai analog joystick pada kontrol PS2. Berbeda dengan sistem mobilitas yang menggunakan tombol digital, pergerakan lengan robot memanfaatkan sinyal analog dari joystick kanan dan kiri untuk menghasilkan perubahan sudut servo secara proporsional. Pada program, empat motor servo diinisialisasi menggunakan objek `Servo`, yaitu `LYservo`, `RXservo`, `RYservo`, dan `LXservo`. Nilai analog joystick dibaca menggunakan fungsi `ps2x.Analog()` kemudian dikonversi menjadi sudut servo melalui fungsi `map()` dari rentang nilai 0–255 menjadi sudut 0–179 derajat. Proses ini memungkinkan lengan robot bergerak mengikuti posisi joystick secara *real-time*.

Tabel 4. Implementasi Kontrol Servo Berdasarkan Program

| No | Input Joystick | Servo Aktif | Pin Servo | Fungsi Gerakan |
|----|----------------|-------------|-----------|-------------------------|
| 1 | PSS_RX | RXservo | Pin 6 | Gerak horizontal lengan |
| 2 | PSS_RY | RYservo | Pin 3 | Gerak vertikal lengan |
| 3 | PSS_LX | LXservo | Pin 5 | Rotasi tambahan |
| 4 | PSS_LY | LYservo | Pin 9 | Posisi dasar lengan |

Tabel 4 menunjukkan bahwa setiap sumbu joystick mengendalikan satu servo secara independen. Metode pemetaan nilai analog menggunakan fungsi `map()` memungkinkan perubahan sudut servo berlangsung halus mengikuti pergerakan joystick pengguna. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa pergerakan lengan robot menjadi lebih fleksibel dan intuitif dibandingkan kontrol berbasis tombol. Operator dapat mengatur posisi lengan secara bertahap, sehingga proses pengambilan dan pemindahan objek dapat dilakukan dengan presisi yang lebih baik. Respons servo yang stabil juga menunjukkan bahwa sinyal PWM yang dihasilkan Arduino berjalan sesuai dengan rancangan sistem. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Chethana dan rekannya yang menyatakan bahwa penggunaan joystick sebagai perangkat input analog pada robot lengan berbasis Arduino mampu menghasilkan kontrol gerakan yang lebih responsif dan presisi karena sinyal analog dari joystick diterjemahkan menjadi sinyal PWM untuk mengatur posisi setiap motor servo secara bertahap [17].

4.4 Pengujian Pemindahan Objek

Pengujian pemindahan objek dilakukan untuk mengetahui kemampuan robot dalam melakukan tugas manipulasi secara nyata. Objek uji berupa benda ringan dengan ukuran kecil yang dapat dijepit oleh gripper robot.

Tabel 5. Hasil Pengujian Pemindahan Objek

| No | Percobaan | Kondisi Objek | Hasil Pemindahan |
|----|-----------|---------------|------------------|
|----|-----------|---------------|------------------|

| | | | |
|---|-------------|---------------|----------|
| 1 | Percobaan 1 | Objek ringan | Berhasil |
| 2 | Percobaan 2 | Objek ringan | Berhasil |
| 3 | Percobaan 3 | Posisi miring | Berhasil |

Berdasarkan Tabel 5, robot mampu memindahkan objek secara konsisten pada beberapa percobaan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa koordinasi antara aktuator servo dan sistem kontrol berjalan dengan baik. Keberhasilan pemindahan objek dipengaruhi oleh stabilitas gerakan robot dan presisi sudut servo. Penggunaan kontrol PS2 wireless memberikan kemudahan operator dalam mengatur posisi robot secara *real-time* sehingga proses manipulasi menjadi lebih efektif.



Gambar 4. Pengujian Pemindahan Objek

Gambar 4 menunjukkan proses pengujian robot lengan beroda saat melakukan pemindahan objek menggunakan sistem kontrol PS2 wireless. Pada tahap ini, robot diarahkan mendekati objek menggunakan kontrol pergerakan roda, kemudian lengan robot dioperasikan melalui joystick analog untuk menyesuaikan posisi gripper terhadap objek uji. Berdasarkan hasil pengamatan, lengan robot mampu menjepit objek dengan stabil dan memindahkannya ke posisi yang diinginkan tanpa kehilangan keseimbangan robot. Koordinasi antara sistem mobilitas dan aktuator servo berjalan dengan baik, sehingga proses manipulasi dapat dilakukan secara *real-time* sesuai input pengguna. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa integrasi kontrol wireless dan mekanisme lengan robot berhasil mendukung fungsi pemindahan objek secara efektif. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hendrawan dan rekannya yang menyatakan bahwa penggunaan kontrol joystick PS2 wireless pada robot beroda dengan lengan servo mampu meningkatkan fleksibilitas

pengendalian serta mempermudah operator dalam melakukan proses pengambilan dan pemindahan objek secara stabil dan responsif [18].

4.5 Analisis Sistem

Secara keseluruhan, penerapan sistem kontrol berbasis mikrokontroler dengan antarmuka kendali jarak jauh menunjukkan peningkatan kemudahan interaksi antara pengguna dan sistem otomatis dibandingkan metode kendali manual konvensional. Sistem kendali nirkabel memungkinkan pengguna memberikan perintah secara fleksibel tanpa keterbatasan koneksi fisik, sehingga proses pengoperasian perangkat dapat berlangsung lebih praktis dan efisien. Konsep pengendalian berbasis input pengguna yang diproses oleh mikrokontroler sebagai pusat kendali memungkinkan sistem merespons perintah secara langsung dan *real-time*, yang menjadi dasar penerapan kontrol PS2 wireless pada robot lengan beroda untuk mendukung aktivitas manipulasi objek secara interaktif.

Integrasi antara mikrokontroler, aktuator, serta modul input dan output menunjukkan bahwa sistem terintegrasi mampu bekerja secara stabil selama proses implementasi dan pengujian. Mikrokontroler berfungsi sebagai pengolah utama yang menerima data masukan, memproses instruksi, dan mengirimkan sinyal kendali ke aktuator sehingga setiap komponen dapat bekerja secara sinkron sesuai program yang dirancang. Pendekatan integrasi ini memperlihatkan bahwa koordinasi perangkat keras dan perangkat lunak berperan penting dalam menjaga kestabilan respons sistem, sehingga konsep tersebut relevan diterapkan pada robot manipulasi skala kecil berbasis kontrol PS2 wireless untuk menghasilkan kinerja gerak yang andal dan responsif.

Meskipun sistem otomatis berbasis mikrokontroler mampu bekerja sesuai rancangan, beberapa keterbatasan masih dapat ditemukan pada aspek sumber daya dan kemampuan mekanik aktuator yang memengaruhi performa operasional alat. Keterbatasan daya serta kemampuan aktuator dalam menangani beban tertentu menunjukkan perlunya pengembangan lanjutan melalui peningkatan kapasitas daya, optimasi desain mekanik, serta pemilihan aktuator dengan

spesifikasi lebih tinggi agar sistem dapat bekerja lebih optimal pada aplikasi robotika yang lebih kompleks di masa mendatang [19].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem kontrol PS2 wireless pada robot lengan beroda untuk pemindahan objek, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem kontrol PS2 wireless berhasil diimplementasikan pada robot lengan beroda menggunakan Arduino Uno sebagai pusat kendali, sehingga robot mampu menerima dan mengeksekusi perintah secara *real-time* melalui komunikasi nirkabel.
2. Sistem mobilitas robot bekerja dengan baik, di mana perintah tombol *directional* pada kontrol PS2 mampu mengendalikan gerakan maju, mundur, belok kiri, dan belok kanan secara stabil melalui driver motor L298N dan motor DC.
3. Pergerakan lengan robot berjalan proporsional dan responsif, karena penggunaan joystick analog memungkinkan pengaturan sudut motor servo secara halus menggunakan metode pemetaan nilai analog menjadi sudut servo.
4. Robot mampu melakukan proses pemindahan objek dengan baik, ditunjukkan dari keberhasilan beberapa percobaan pengujian tanpa terjadi keterlambatan respons maupun gangguan koordinasi antara sistem roda dan lengan robot.
5. Kelebihan sistem terletak pada kemudahan pengoperasian, respons kontrol yang cepat, serta integrasi mobilitas dan manipulasi dalam satu perangkat kendali. Namun, kekurangan sistem masih terdapat pada keterbatasan daya angkat lengan robot dan ketahanan sumber daya baterai yang memengaruhi durasi operasional.
6. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan meningkatkan torsi aktuator servo, menambahkan sensor pendukung seperti kamera atau sensor jarak, serta mengembangkan sistem kontrol semi-otomatis atau berbasis

Internet of Things (IoT) agar robot mampu bekerja lebih cerdas dan mandiri.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi kontrol PS2 wireless pada robot lengan beroda mampu meningkatkan fleksibilitas dan kemudahan pengendalian dalam proses pemindahan objek. Integrasi antara sistem mobilitas dan sistem manipulasi berhasil diwujudkan melalui kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak berbasis Arduino yang bekerja secara responsif dan stabil. Hasil pengujian membuktikan bahwa sistem dapat beroperasi sesuai perancangan, sehingga memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut pada aplikasi robotika pendidikan, otomasi skala kecil, maupun penelitian lanjutan yang mengarah pada sistem robot cerdas dan otonom.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua, pembimbing, rekan-rekan, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan hingga penelitian ini dapat terselesaikan. Dukungan moral, arahan akademik, serta kerja sama yang diberikan selama proses penelitian sangat membantu dalam penyelesaian perancangan dan pengujian sistem yang dikembangkan. Penulis juga berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat serta menjadi referensi bagi pengembangan teknologi robotika dan penelitian selanjutnya di bidang sistem kendali dan otomasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. Haris Tri Saputra, "Robot Pemindah Benda Dengan Kendali Joystick PS2 Wireless Berbasis Wemos," *Jurnal Ilmu Komputer (Journal Computer Science)*, vol. 11, no. 2, p. 80–85, 2022.
- [2] R. M. Ahmad Rezky Nasruddin, "Rancang Bangun Pengendali Gerak Lengan Robot 4-DOF Dengan 5 Mode Control," Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, 2023.
- [3] R. O. H. S. H. Y. A. K. Aan Eko Setiawan, "Rancang Bangun Robot Soccer Beroda Menggunakan Gamepad PlayStation dan Arduino," *Jurnal Inkofar*, vol. 9, p. 182–192, 2025.
- [4] M. ' . Y. T. N. P. R. A. W. R. D. M. S. P. A. N. Danang Hendrawan, "Robot Beroda Multifungsi dengan Lengan 4 Servo Berbasis Kontrol Nirkabel Joystick PS2," *Jurnal Publikasi Teknik Informatika*, vol. 4, p. 210–218, 2025.
- [5] A. D. F. M. A. M. H. M. Y. Khairul Aman, "Rancang Bangun Manipulator Lengan Robot 4 Derajat Kebebasan untuk Mengangkat Telur Ayam Broiler Menggunakan Algoritma Levenberg-Marquardt," *Journal of Applied Electrical Engineering*, vol. 8, no. 2, p. 132–139, 2024.
- [6] M. I. S. Nanang Ali Sutisna, "Development of Robotic Arm Controller Using Arduino Microcontroller and Mobile Device Application," *ROTASI (Mechanical Engineering Journal)*, vol. 24, no. 2, p. 75–86, 2022.
- [7] G. S. A. R. A. N. H. A. M. I. Dodit Suprianto, "Hybrid Multi-Servo Motor Controller Within an IoT-Enabled Smart Mechatronics Framework," *Inform: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 10, no. 2, p. 121–127, 2025.
- [8] O. I. A. L. Y. A. Hiba Abdulkareem Saleh, "Adaptive Control of a DC Servo Motor Using Particle Swarm and Gray Wolf Optimization Algorithms," *AIP Conference Proceedings*, vol. 3264, pp. 040012-1 – 040012-13, 2025.
- [9] M. ' . Y. T. N. P. R. A. W. R. D. M. d. S. P. A. N. Danang Hendrawan, "Robot Beroda Multifungsi dengan Lengan 4 Servo Berbasis Kontrol Nirkabel Joystick PS2," *Jurnal Publikasi Teknik Informatika*, vol. 4, no. 2, p. 210–218, 2025.
- [10] S. A. S. Krisna Lesmana, "Prototipe Penggunaan Motor Servo untuk Dispenser Otomatis Berbasis Arduino dan Sensor HC-SR04," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 13, no. 2, p. 16–22, 2025.
- [11] A. P. R. S. C. F. Chris Waltham, "R4: Rapid Reproducible Robotics Research Open Hardware Control System," *HardwareX*, vol. 15, 2024.
- [12] D. C. M. K. S. S. T. Joohyung Kim, "PAPRAS: Plug-And-Play Robotic Arm System," *arXiv (Robotics and Automation / cs.RO)*, p. 1–8, 2023.
- [13] G. C. S. Y. P. S. Setiani Zentrato, "Sistem Remote Control Robot Berbasis Arduino dan PS2 Bluetooth," *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, vol. 20, no. 2, p. 924–935, 2024.

- [14] S. B. Y. L. I. Muhammad Agil Al Fatah, "Desain dan Implementasi Robot Pengambil dan Pelempar Bola Berbasis Arduino Nano dengan Efisiensi Tinggi," *JURNAL LITEK: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, vol. 22, no. 2, p. 142–148, 2025.
- [15] Y. P. T. A. J. P. T. P. R. C. N. T. Phichitphon Chitikunnan, "Enhancing MG996R Servo Motor Performance Using PSO-Tuned PID and Feedforward Control," *International Journal of Robotics and Control Systems*, vol. 5, no. 2, p. 1120–1138, 2025.
- [16] G. M. D. A. S. B. d. M. J. H. F. A. Setiawan, "PID-Based Motion Control of a Differential Drive Robot: A Simulation Study in CoppeliaSim," *Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET)*, vol. 8, no. 2, p. 1–8, 2026.
- [17] R. M. d. S. P. C. S. Chethana, "Design and Implementation of a 4-DOF Robotic Arm Controlled Using Arduino Uno and Joystick Module," *International Journal Research Publication Analysis*, vol. 1, no. 7, pp. 1-7, 2025.
- [18] M. ‘. Y. T. N. P. R. A. W. R. D. M. d. S. P. A. N. D. Hendrawan, "Robot Beroda Multifungsi dengan Lengan 4 Servo Berbasis Kontrol Nirkabel Joystick PS2," *Jurnal Publikasi Teknik Informatika*, vol. 4, no. 2, p. 210–218, 2025.
- [19] S. P. R. S. Selviana Usman A.K, "PROTOTYPE ALAT PEMBERI PAKAN IKAN OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER," *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 13, no. 3, pp. 1725-1731, 2025.