

Mobil Cerdas 4WD dengan Teknologi Kendali Bluetooth yang Didesain dengan Konsep Karnaval

Alif Fahmi Syaifuddin¹, Alfriska Fefviana Sigit Saputra², Dinda Apriliani Putri³, Pandu Surya Abiansyah⁴, Rudi Susanto^{5*}

¹Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
¹230103084@mhs.udb.ac.id

²Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
²230103087@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
³230103097@mhs.udb.ac.id

⁴Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
⁴230103114@mhs.udb.ac.id

⁵Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa Surakarta
^{5*}rudi_susanto@udb.ac.id

Abstrak— Kemajuan teknologi yang pesat telah memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia, termasuk dalam sektor industri robot. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengendalian robot mobile menggunakan smartphone berbasis Android dan teknologi Bluetooth. Aplikasi smartphone Android dirancang menggunakan App Inventor untuk mempermudah siswa dalam mengoperasikan robot 4WD. Proses penelitian meliputi tahapan analisis kebutuhan, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Robot mobile dilengkapi dengan empat roda penggerak yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno R3 dan driver motor L298N. Komunikasi antara smartphone dan robot mobile dilakukan melalui koneksi Bluetooth. Penelitian ini berhasil mengeksplorasi dan mengimplementasikan pengendalian robot mobile dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3 dan driver motor L298N, yang menggerakkan empat motor DC dalam konfigurasi 4WD. Sistem ini memanfaatkan komunikasi nirkabel melalui modul Bluetooth HC-06 untuk memungkinkan kendali jarak jauh menggunakan smartphone Android.

Kata kunci— Elektronika, Bluetooth, Arduino Uno, Konfigurasi 4WD, Android

Abstract— The rapid advancement of technology has greatly benefited human life, including in the industrial robotics sector. This study aims to explore the control of a mobile robot using an Android-based smartphone and Bluetooth technology. The Android smartphone application is designed using App Inventor to facilitate students in operating a 4WD robot. The research process includes the stages of needs analysis, design, development, implementation, and evaluation. The mobile robot is equipped with four drive wheels controlled by an Arduino Uno R3 microcontroller and an L298N motor driver. Communication between the smartphone and the mobile robot is conducted via a Bluetooth connection. This study successfully explored and implemented the control of a mobile robot using an Arduino Uno R3 microcontroller and an L298N motor driver, driving four DC motors in a 4WD configuration. The system utilizes wireless communication through the HC-06 Bluetooth module to enable remote control using an Android smartphone.

Keyword— Electronics, Bluetooth, Arduino Uno, 4WD Configuration, Android

I. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang pesat telah memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia, termasuk dalam sektor industri robot. Robotika telah menjadi elemen kunci dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas di berbagai industri. Namun, mobilitas robot sering kali menjadi kendala yang perlu diatasi. Kehadiran robot mobile menawarkan solusi yang menjanjikan untuk masalah ini. Robot mobile mampu bergerak dengan lebih bebas dan fleksibel, memungkinkan mereka untuk melakukan berbagai tugas di lingkungan yang dinamis [1].

Agar sistem robotik dapat berfungsi dengan optimal, dibutuhkan pemahaman yang mendalam tentang prinsip-prinsip dasar robotika serta keterampilan dalam menggunakan perangkat lunak dan perangkat keras yang terkait. Mikrokontroler adalah salah satu komponen penting dalam sistem pengendalian robot. Mikrokontroler ini dapat dihubungkan dengan berbagai alat elektronik, bahkan peralatan yang besar dan bertegangan tinggi, melalui relay dengan mekanisme tertentu. Sebagai contoh, mobil mainan atau helikopter mainan dapat dikendalikan dengan menekan tombol tertentu untuk bergerak maju, mundur, berbelok kanan

atau kiri, serta melaju dengan kecepatan yang diinginkan [2].

Pengendalian robot juga dapat dilakukan melalui smartphone yang dilengkapi dengan sensor dan perangkat bawaan lainnya. Dalam penelitian ini, aplikasi smartphone Android dirancang menggunakan App Inventor untuk mempermudah siswa dalam mengoperasikan robot 4WD. App Inventor adalah aplikasi web sumber terbuka yang memungkinkan pengguna untuk memprogram aplikasi perangkat lunak untuk sistem operasi Android. Aplikasi ini menggunakan antarmuka grafis yang intuitif, sehingga pengguna dapat dengan mudah menempatkan objek visual untuk membuat aplikasi yang dapat dijalankan pada perangkat Android [3].

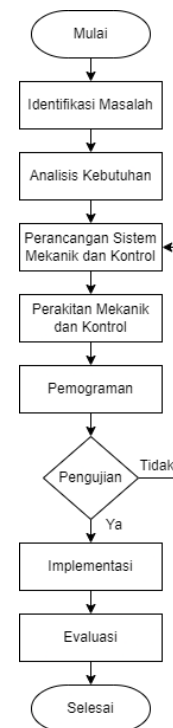
Selain itu, teknologi Bluetooth memainkan peran penting dalam komunikasi nirkabel antar perangkat dalam jarak dekat. Bluetooth memungkinkan perangkat terhubung dan berkomunikasi satu sama lain, mendukung pengendalian robot melalui smartphone. Implementasi teknologi ini memungkinkan pengembangan sistem yang lebih terintegrasi dan responsif dalam pengoperasian robot mobile [4].

Kearifan lokal merupakan nilai-nilai informasi dan nilai-nilai yang bermanfaat bagi masyarakat yang telah teruji secara empiris. Kearifan lokal dapat berupa permainan tradisional, peralatan bermain, olahraga tradisional, alat musik, dan upacara adat [5]. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi lebih lanjut mengenai pengendalian robot mobile menggunakan smartphone berbasis Android dan teknologi Bluetooth. Selain itu, penelitian ini juga berfokus pada pengembangan media pembelajaran inovatif yang dapat meningkatkan pemahaman siswa dalam bidang robotika. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan teknologi robot mobile dan pendidikan robotika di masa depan [6].

II. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini, proses terdiri dari beberapa tahapan, yakni analisis kebutuhan, desain,

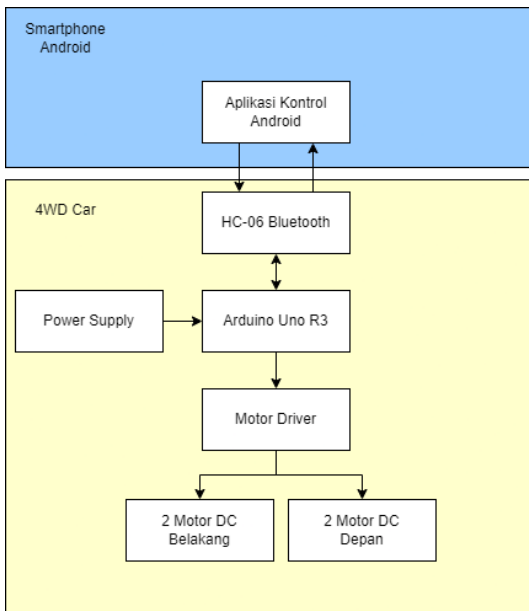
pengembangan, implementasi, dan evaluasi, sebagaimana dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

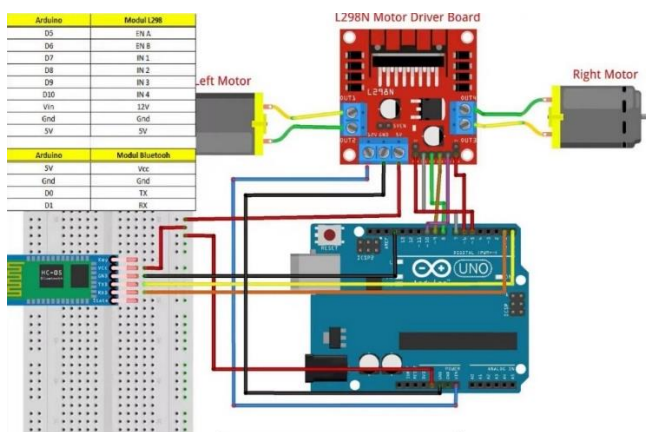
A. Gambaran Umum Sistem 4WD Car

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memusatkan perhatian pada kemampuan pergerakan robot mobile yang dilengkapi dengan empat roda penggerak yang dapat diatur secara independen. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mendukung komunikasi antara perangkat smartphone dan mikrokontroler Arduino melalui koneksi Bluetooth, yang nantinya akan digunakan untuk mengendalikan perangkat mekanik motor pada robot. Rencana penghubungan antara perangkat Android dan robot mobile telah dirancang dalam suatu skema peralatan, sebagaimana yang diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok koneksi antara Android dan 4WD Car

Pada desain perkabelan sistem menggambarkan hubungan antar komponen elektronik dengan menghubungkan antar komponen yang memiliki fungsi masing masing [7], sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 3.



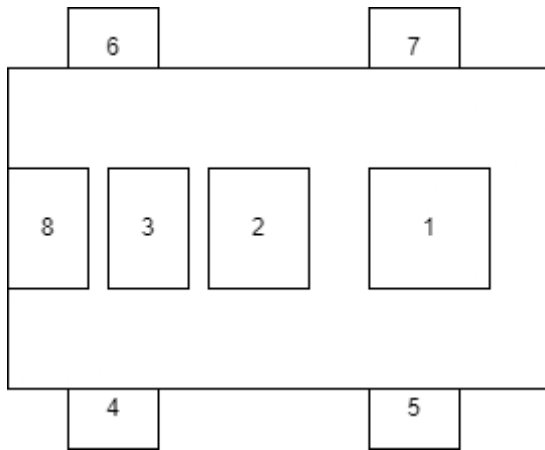
Gambar 3. Desain Perkabelan

Indikator performa robot mobile terletak pada kemampuan gerakannya. Desain robot ini menggunakan empat roda yang masing-masing ditenagai oleh motor DC. Motor DC bekerja dalam sistem analog, sedangkan Arduino berfungsi dalam sistem digital. Oleh karena itu, digunakan perangkat elektronik tambahan yang dikenal sebagai driver motor DC untuk mengubah sinyal digital dari Arduino menjadi sinyal analog yang dapat mengontrol putaran motor DC.

Motor DC ini memastikan robot dapat bergerak dengan lancar dan responsif. Setiap roda dapat dikendalikan secara independen, memungkinkan robot untuk melakukan berbagai manuver seperti berbelok, maju, dan mundur dengan presisi. Driver motor DC, dalam hal ini Driver Motor, berfungsi sebagai penghubung antara sinyal digital yang dihasilkan oleh Arduino dan motor DC, mengubah instruksi digital menjadi gerakan mekanik yang sesuai.

Dalam Penelitian ini melibatkan sejumlah komponen elektronik yang dirancang untuk bekerja secara sinergis dan memberikan respons yang sesuai. Berikut adalah penjelasan mengenai komponen yang digunakan [8]. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno R3 dan driver motor yang dipilih adalah L298N yang menggerakkan empat motor DC dalam konfigurasi 4WD dengan dua motor di bagian depan dan dua motor di bagian belakang. Beberapa Bahan yang diperlukan meliputi Arduino Uno, Modul Bluetooth HC-06, Driver Motor L298N, Motor DC dan Roda, Baterai 9V, Smartphone Android, serta perangkat lunak Arduino IDE dan App Remote Car.

Komunikasi antara Android dan robot mobile terjadi melalui koneksi Bluetooth. Pada awalnya, dilakukan proses pairing antara Android dan Arduino pada robot mobile menggunakan password otentikasi untuk memastikan bahwa hanya smartphone yang ditentukan yang dapat terhubung [9]. Setelah proses pairing berhasil, Arduino siap menerima perintah dari Android melalui koneksi Bluetooth. Data yang diterima oleh Arduino kemudian diinterpretasikan untuk menggerakkan motor DC, sehingga robot mobile dapat dikendalikan dari jarak jauh menggunakan Android. Kualitas pengendalian akan terpengaruh jika komunikasi dengan Android terputus, baik karena sinyal terputus atau karena perangkat berada di luar jangkauan. Tata letak 4WD Car dengan empat roda penggerak dapat dilihat dalam Gambar 4.



Gambar 4. Tata Letak 4WD Car

Keterangan :

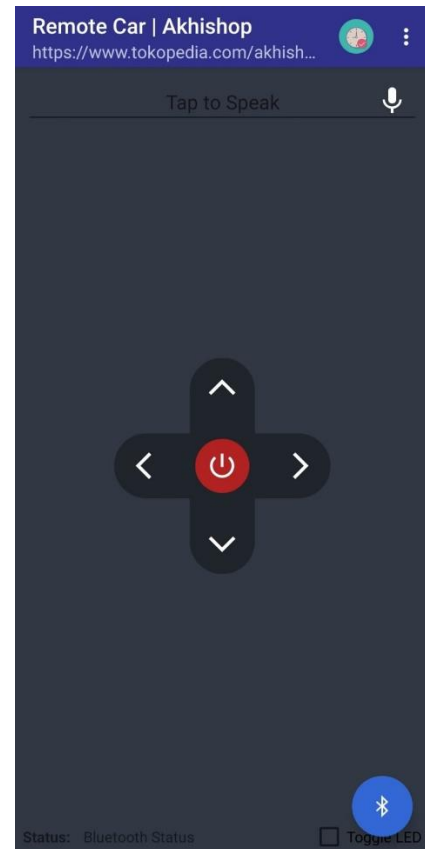
1. Arduino Uno R3
2. Motor Driver L298N
3. Module Bluetooth HC-06
4. Roda Belakang Kanan
5. Roda Depan Kanan
6. Roda Belakang Kiri
7. Roda Depan Kiri
8. Baterai

Mengacu pada input dari pin digital Arduino, kondisi pin-pin digital digunakan sebagai pemicu untuk mengaktifkan motor DC [10]. Driver motor L298N Mengatur gerak roda. Berikut ini adalah pengaturan gerakan dan kecepatan roda yang terjadi:

- a. Ketika dua pasang roda di sisi kiri dan kanan berputar searah jarum jam (putar kanan), robot mobil akan bergerak maju.
- b. Ketika dua pasang roda di sisi kiri dan kanan berputar berlawanan jarum jam (putar kiri), robot mobil akan bergerak mundur.
- c. Ketika satu pasang roda di sisi kiri berputar searah jarum jam (putar kanan) dan satu pasang roda di sisi kanan berputar berlawanan jarum jam (putar kiri), robot mobil akan berputar ke kanan (searah jarum jam).
- d. Ketika satu pasang roda di sisi kanan berputar searah jarum jam (putar kanan) dan satu pasang roda di sisi kiri berputar berlawanan jarum jam (putar kiri), robot mobil akan berputar ke kiri (berlawanan jarum jam).

B. Desain Aplikasi Android.

Aplikasi pengendali Robot Car dirancang menggunakan App Inventor yang dibuat secara online dalam bentuk puzzle programming. Rancangan aplikasi pengendali robot terdapat 1 layar kontrol Pada layar ini terdapat tombol untuk mengatur gerakan robot mobile. Gambar 5 menunjukkan antarmuka aplikasi.



Gambar 5. Antarmuka aplikasi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Perakitan.

Dalam penelitian ini, implementasi perakitan sistem kendali mobil 4WD melibatkan beberapa tahapan penting. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno R3, sementara driver motor yang dipilih adalah L298N untuk menggerakkan empat motor DC dalam konfigurasi 4WD, dengan dua motor di bagian depan dan dua motor di bagian belakang. seperti pada Gambar 6 dan 7.



Gambar 6. 4WD Car



Gambar 7. 4WD Car dengan tema kearival lokal

```

1  int in1A = 7;
2  int in1B = 8;
3  int in2A = 9;
4  int in2B = 10;
5  int enable1 = 5;
6  int enable2 = 6;
7  int led = 13;
8  int btn1 = 2, btn2 = 3;
9  int bacabtn;

```

Variabel di atas digunakan untuk menentukan pin-pin yang digunakan pada Arduino untuk mengontrol motor DC, LED, dan tombol-tombol.

```

11 void setup() {
12   Serial.begin(9600);
13   pinMode(in1A, OUTPUT);
14   pinMode(in1B, OUTPUT);
15   pinMode(in2A, OUTPUT);
16   pinMode(in2B, OUTPUT);
17   pinMode(enable1, OUTPUT);
18   pinMode(enable2, OUTPUT);
19   pinMode(led, OUTPUT);
20
21   pinMode(btn1, INPUT_PULLUP);
22   pinMode(btn2, INPUT_PULLUP);
23
24   //maju(0,255); delay(100);
25   //maju(255,255);delay(2500);
26   stop_();
27 }

```

Fungsi setup() dijalankan hanya sekali saat Arduino pertama kali dinyalakan. Pada bagian ini, dilakukan inisialisasi untuk komunikasi serial, mengatur pin-pin sebagai input atau output, dan memanggil fungsi stop_() untuk memastikan motor berada dalam keadaan diam saat awal program dijalankan.

```

29 void loop() {
30   if(Serial.available()){
31     digitalWrite(led, HIGH);
32     delay(50);
33     while(Serial.available()){
34       char c = Serial.read();
35       if(c!='^'){
36         c = Serial.read();
37         if(c=='1'){
38           maju(255,255);
39         }
40         else if(c=='2'){
41           mundur(255,255);
42         }
43         else if(c=='3'){
44           kanan(255,255);
45         }
46         else if(c=='4'){
47           kiri(255,255);
48         }
49         else if(c=='5'){
50           stop_();
51         }
52       }
53     }
54     digitalWrite(led, LOW);
55   }
57   bacabtn = digitalRead(btn1);
58   if(bacabtn == LOW){
59     delay(1000);
60     maju(255,255);delay(1000);
61     mundur(255,255);delay(1000);
62     stop_();
63   }
64   bacabtn = digitalRead(btn2);
65   if(bacabtn == LOW){
66     delay(1000);
67     kanan(255,255);delay(1000);
68     kiri(255,255);delay(1000);
69     stop_();
70   }
71 }

```

void loop() adalah fungsi yang berjalan terus menerus setelah setup() selesai dieksekusi. Pada bagian ini, program akan melakukan hal-hal berikut:

Menerima Perintah dari Serial: Jika ada data yang tersedia di Serial (dari komunikasi Bluetooth misalnya), Arduino akan membaca data tersebut dan mengeksekusi perintah sesuai dengan karakter yang diterima ('1' untuk maju, '2' untuk mundur, '3' untuk kanan, '4' untuk kiri, '5' untuk berhenti).

Mengontrol Robot menggunakan Tombol: Jika tombol btn1 ditekan, Arduino akan menjalankan serangkaian perintah untuk maju, mundur, dan berhenti dengan jeda waktu 1 detik. Begitu pula dengan tombol btn2 untuk perintah kanan, kiri, dan berhenti.

```

73 void maju(int pwm_ki, int pwm_ka){
74   digitalWrite(in1A, HIGH);           digitalWrite(in2A, LOW);
75   digitalWrite(in1B, LOW);           digitalWrite(in2B, HIGH);
76   analogWrite(enable1, pwm_ki);      analogWrite(enable2, pwm_ka);
77 }
78
79 void mundur(int pwm_ki, int pwm_ka){
80   digitalWrite(in1A, LOW);           digitalWrite(in2A, HIGH);
81   digitalWrite(in1B, HIGH);         digitalWrite(in2B, LOW);
82   analogWrite(enable1, pwm_ki);      analogWrite(enable2, pwm_ka);
83 }
84
85 void kanan(int pwm_ki, int pwm_ka){
86   digitalWrite(in1A, HIGH);          digitalWrite(in2A, HIGH);
87   digitalWrite(in1B, LOW);           digitalWrite(in2B, LOW);
88   analogWrite(enable1, pwm_ki);      analogWrite(enable2, pwm_ka);
89 }
90
91 void kiri(int pwm_ki, int pwm_ka){
92   digitalWrite(in1A, LOW);           digitalWrite(in2A, LOW);
93   digitalWrite(in1B, HIGH);         digitalWrite(in2B, HIGH);
94   analogWrite(enable1, pwm_ki);      analogWrite(enable2, pwm_ka);
95 }
96
97 void stop_(){
98   digitalWrite(in1A, LOW);           digitalWrite(in2A, LOW);
99   digitalWrite(in1B, LOW);           digitalWrite(in2B, LOW);
100  digitalWrite(enable1, LOW);         digitalWrite(enable2, LOW);
101 }

```

Kode program diatas merupakan kode untuk fungsi gerak robot.

B. Pengujian.

Tabel 1 digunakan untuk menunjukkan hubungan antara duty cycle (persentase waktu sinyal PWM aktif) dan kecepatan motor DC pada robot 4WD Car. Data dalam tabel ini membantu menentukan bagaimana perubahan duty cycle mempengaruhi kecepatan atau pergerakan robot. Dengan memahami linearitas ini, pengguna dapat mengatur PWM dengan tepat untuk mencapai kecepatan yang diinginkan.

Tabel 1. Linearitas Duty Cycle

Duty Cycle (%)	Kecepatan Motor (m/s)	Keterangan
0	0	Motor berhenti
20	0.5	Pergerakan lambat maju
50	1.2	Pergerakan sedang maju
80	2.0	Pergerakan cepat maju
100	2.5	Kecepatan maksimal maju

Tabel 2 merupakan hasil pengujian dari fungsi-fungsi void yang mengontrol motor driver L298N pada Arduino. Tabel ini berguna untuk memastikan bahwa setiap fungsi (maju, mundur, kanan, kiri, dan stop) bekerja dengan benar dan menghasilkan output yang sesuai untuk menggerakkan motor.

Tabel 2. Pengujian fungsi Void dengan Output Driver Motor L298N

No.	Fungsi	Input (pwm_ki, pwm_ka)	Output Driver
1	Maju()	(255, 255)	Motor Maju
2	Mundur()	(255, 255)	Motor Mundur
3	Kanan()	(255, 255)	Belok Kanan
4	Kiri()	(255, 255)	Belok Kiri
5	Stop_()	-	Motor Berhenti

Tabel 3 merupakan hasil pengujian koneksi Bluetooth antara smartphone dan robot 4WD Car. Ini mencakup berbagai kondisi seperti keberhasilan pairing, stabilitas koneksi, dan jarak efektif. Tabel ini penting untuk memastikan bahwa komunikasi Bluetooth berfungsi dengan baik dan dapat diandalkan selama pengoperasian robot.

Tabel 3. Pengujian Koneksi Bluetooth

No.	Percobaan	Keterangan
1	1	Berhasil melakukan pairing
2	2	Koneksi terputus saat jarak 10m
3	3	Stabilitas koneksi baik di dalam rumah

Tabel 4 merupakan hasil pengukuran tegangan pada berbagai titik penting dalam sistem robot 4WD Car. Ini termasuk tegangan pada power supply Arduino, motor, dan modul Bluetooth. Tabel ini memastikan bahwa semua

komponen menerima tegangan yang tepat untuk berfungsi dengan baik.

Tabel 4. Pengujian tegangan pada sistem 4WD Car

No.	Lokasi Pengukuran	Tegangan (V)	Keterangan
1	Power Supply Arduino	5.0	Normal
2	Power Motor (VCC)	7.2	Normal
3	Power Bluetooth Modul	3.3	Normal

Tabel 5 merupakan hasil pengujian responsivitas dan akurasi input layar sentuh smartphone dalam mengontrol robot 4WD Car. Ini penting untuk memastikan bahwa perintah yang diberikan melalui layar sentuh diterjemahkan dengan benar oleh robot dan responsif terhadap perintah pengguna.

Tabel 5. Pengujian input layer sentuh smartphone dengan 4WD Car

No.	Aksi	Hasil Pengujian
1	Pencet Maju	Terbaca dengan baik
2	Geser ke Kanan	Responsif dan Akurat
3	Geser ke Kiri	Responsif dan Akurat
4	Tap mundur	Terbaca dengan baik
5	Tap Stop	Terhenti dengan tepat

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengeksplorasi dan mengimplementasikan pengendalian robot mobile dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3 dan driver motor L298N, yang menggerakkan empat motor DC dalam konfigurasi 4WD. Sistem ini memanfaatkan komunikasi nirkabel melalui modul Bluetooth HC-06 untuk memungkinkan kendali jarak jauh menggunakan smartphone Android. Proses pairing antara perangkat Android dan Arduino memastikan keamanan koneksi dan otentikasi yang hanya memungkinkan perangkat yang ditentukan untuk terhubung dan mengendalikan robot mobile.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa robot mobile dapat dikendalikan secara efektif dari jarak jauh menggunakan aplikasi yang dirancang dengan App Inventor. Data yang dikirim dari smartphone Android melalui koneksi Bluetooth dapat diinterpretasikan oleh Arduino untuk menggerakkan motor DC, memungkinkan robot untuk bergerak maju, mundur, berbelok, dan mengatur kecepatan sesuai dengan perintah yang diberikan.

Namun, penelitian ini juga menemukan bahwa kualitas pengendalian robot mobile sangat tergantung pada kualitas koneksi Bluetooth. Gangguan sinyal atau perangkat yang berada di luar jangkauan dapat mempengaruhi responsivitas dan kontrol robot.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam bidang robotika, khususnya dalam pengembangan sistem robot mobile yang dapat dikendalikan secara jarak jauh melalui perangkat Android. Implementasi ini tidak hanya memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pengendalian robot melalui Bluetooth tetapi juga membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam sistem kontrol robotik yang lebih kompleks dan terintegrasi. Hasil penelitian ini juga menunjukkan potensi besar dalam penggunaan robot mobile sebagai alat bantu pembelajaran, yang dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep dasar robotika dan pemrograman.

REFERENSI

- [1] Setiawan, D. (2024). Desain dan Implementasi Robot Mobile 4WD dan Aplikasi Smartphone sebagai Media Pembelajaran Robotik. *Mars: Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 2(3), 56-71.
- [2] Widiyanto, A., & Nuryanto, N. (2015). Rancang Bangun Mobil Remote Control Android dengan Arduino. *Creative Information Technology Journal*, 3(1), 50-61.
- [3] Priyambudi, A., Firman, B., & Kristiyana, S. (2017). Kendali Kecepatan Motor Pada Robot Dengan Empat Roda Omni Menggunakan Metode Pid. *Jurnal Teknologi Technoscintia*, 209-217.
- [4] Top, A., & Gökbulut, M. (2022). Android application design with mit app inventor for bluetooth based mobile robot control. *Wireless Personal Communications*, 126(2), 1403-1429.
- [5] Hamidah UF, Saputra RD, Priandanu OH, Prasetyo AD, Susanto R. Perancangan Lampu Otomatis Menggunakan Sensor Suara FC-04 Berbasis Arduino Uno Bertema Gunung Wayang. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis 2023 Jul 25* (pp. 793-799).
- [6] AZMAN, MUHAMMAD AMIR FARHAN BIN NOOR. "WIRELESS PORTABLE CAR JACK VIA APP CONTROLLER APPLICATION TECHNOLOGIES." (2023). *Laser Security System*

- Principles: Shinde, R., & Deshmukh, D. (2017). *Laser security system using Arduino*. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, 7(5), 1-5.
- [7] Farida, Azzah Nur, et al. "Rancang Bangun Pengendalian Lampu Berdasarkan Sensor Suara Berbasis Arduino Uno Dengan Kearifan Lokal." Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis. 2023.
- [8] Kristi, A. (2019). RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN PORTAL OTOMATIS BERBASIS SINAR LASER MENGGUNAKAN ARDUINO UNO (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Telkom Jakarta).
- [9] Alfarazy, Muhammad Rizky, and Peristi Peristi. "Rancang Bangun Smart Car Bluetooth Berbasis Arduino." Jurnal Gemilang Informatika (GIT) 1.1 (2023): 21-24.
- [10] Matalata, H., & Johar, L. W. (2018a). ANALISA BUCK CONVERTER DAN BOOST CONVERTER PADA PERUBAHAN DUTY CYCLE PWM DENGAN MEMBANDINGKAN FREKUENSI PWM 1,7 Khz DAN 3,3 Khz. 18(1), 42-50.