

Rancang Bangun Smart Cleaning Robot Berbasis ESP32 dengan Mode Otomatis dan Manual Menggunakan Sistem Navigasi

Muhammad Ghazy Fawwaz, Syauqi Mahardika Putra, Ahmad Iskan Ya'qub
ghazyfawwaz.iibs@gmail.com, syauqimahardikaputra@gmail.com, ahmad.iskan15@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya menjaga kebersihan lingkungan, khususnya di lingkungan pondok pesantren, yang masih banyak dilakukan secara manual sehingga kurang efektif dan memakan waktu. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi berupa robot pembersih lantai yang dapat membantu proses kebersihan secara lebih efisien. Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun *smart cleaning robot* berbasis ESP32 dengan mode otomatis dan manual menggunakan sistem navigasi untuk membantu proses pembersihan lantai, terutama pada area yang sulit dijangkau. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* dengan pendekatan campuran (*mixed methods*). Tahapan penelitian meliputi perancangan dan perakitan hardware (ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, driver motor L298N, motor DC, dan baterai lithium), pembuatan software menggunakan Arduino IDE, integrasi sistem berbasis web server untuk kontrol manual dan otomatis, serta pengujian fungsional dan respon pengguna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa robot mampu bergerak secara otomatis, menghindari penghalang menggunakan sensor ultrasonik, serta dapat dikendalikan secara manual melalui web server berbasis WiFi. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan tinggi pada sebagian besar fungsi, dengan performa sistem navigasi dan kontrol berjalan dengan baik, meskipun terdapat sedikit penurunan pada kemampuan penghindaran halangan dan stabilitas motor pada kondisi tertentu.

Kata Kunci: ESP32, Robot pembersih lantai, Sistem navigasi, Sensor ultrasonik, Otomatis dan manual.

A. PENDAHULUAN

Kebersihan merupakan salah satu aspek penting dalam kehidupan sehari-hari yang berperan besar dalam menjaga kesehatan serta kenyamanan lingkungan. Lingkungan yang tidak bersih dapat menimbulkan berbagai permasalahan kesehatan, seperti flu, batuk, hingga penyakit yang lebih serius seperti demam berdarah. Oleh karena itu, menjaga kebersihan lingkungan menjadi hal yang sangat penting, baik dalam bentuk pembersihan debu, sampah, maupun genangan air.

Dalam perspektif Islam, kebersihan juga memiliki kedudukan yang sangat penting. Rasulullah ﷺ bersabda: "*Ath-thuḥūru syathru al-īmān*" (Kebersihan itu sebagian dari iman). Hadis tersebut menunjukkan bahwa menjaga kebersihan bukan hanya kewajiban sosial, tetapi juga bagian dari nilai keimanan yang harus diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Seiring dengan perkembangan teknologi, berbagai aspek kehidupan mengalami perubahan yang signifikan, termasuk dalam bidang kebersihan lingkungan di lembaga pendidikan seperti pondok pesantren. Lingkungan yang bersih di pondok pesantren sangat penting untuk menunjang kenyamanan, kesehatan, serta kelancaran aktivitas santri dalam belajar, beribadah, dan kegiatan lainnya. Namun, pada praktiknya, proses kebersihan di banyak pondok pesantren masih dilakukan secara manual. Hal ini sering menimbulkan kendala, seperti keterbatasan alat, kondisi area yang sulit dijangkau, serta waktu pembersihan yang relatif lama, sehingga menyebabkan efektivitas kebersihan menjadi kurang optimal.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan adanya inovasi teknologi yang dapat membantu proses kebersihan secara lebih efektif dan efisien. Oleh karena itu, peneliti berinisiatif

mengembangkan sebuah alat berupa robot pengepel lantai otomatis dan manual berbasis ESP32 dengan sistem navigasi. Robot ini diharapkan dapat membantu santri atau petugas kebersihan dalam membersihkan genangan air maupun kotoran di lantai, sehingga tercipta lingkungan yang lebih bersih, sehat, dan nyaman, sekaligus menjadi sarana pembelajaran teknologi bagi santri.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mendukung pengembangan teknologi robot pembersih. Fauzi dan Santoso (2020) dalam penelitiannya "Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Berbasis Arduino Uno" menunjukkan bahwa robot berbasis mikrokontroler mampu membersihkan debu dan kotoran ringan secara efektif. Selanjutnya, Nurhaliza dan Pratama (2021) dalam penelitian "Desain Robot Untuk Area Sempit Menggunakan Motor DC" menyimpulkan bahwa robot pembersih dapat bekerja optimal pada area terbatas dan sulit dijangkau. Hidayat dan Prakoso (2021) dalam penelitian "Pengembangan Robot Semi-Otomatis Untuk Lingkungan Asrama" juga menemukan bahwa penggunaan robot dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi waktu pembersihan di lingkungan asrama. Selain itu, Rizki dan Handayani (2022) dalam penelitian "Pemanfaatan Robot Pembersih Dalam Meningkatkan Kebersihan Fasilitas Umum" menyatakan bahwa robot pembersih mampu mengurangi beban kerja manusia dalam menjaga kebersihan fasilitas umum.

Lebih lanjut, Ahmadi Imam (2025) dalam penelitiannya "Robot Pembersih Lantai Berbasis ESP32" menyatakan bahwa ESP32 mampu mengontrol sistem robot secara efektif dan memungkinkan pengembangan kendali jarak jauh berbasis nirkabel. Sementara itu, Fahreza Yudhistira dkk. (2025) dalam penelitian "Robot Pembersih Ruang Berbasis IoT" menunjukkan bahwa penggunaan ESP32 dengan sensor mendukung sistem navigasi, deteksi kotoran, serta kontrol dan monitoring berbasis internet.

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pengembangan robot pembersih berbasis mikrokontroler, khususnya ESP32, memiliki potensi besar dalam membantu meningkatkan efisiensi kebersihan lingkungan, termasuk di lingkungan pondok pesantren. Maka dari itu sebagai santri dan peneliti kami merasa penting bagi kami untuk menjaga kebersihan, oleh karenanya, kami mencoba membuat terobosan baru dengan menghadirkan alat pengepel lantai otomatis dan manual berbasis ESP32 dan sistem navigasi agar dapat memudahkan para santri yang ingin membersihkan genangan air atau bagian-bagian yang menggenang. Robot ini dirancang secara khusus dan diharapkan dapat membantu santri untuk menciptakan lingkungan yang bersih, sehat, nyaman dan kondusif dan menjadi solusi nyata atas masalah yang dihadapi, sekaligus menjadi ajang bagi santri dalam meningkatkan pemahaman terkait dengan teknologi.

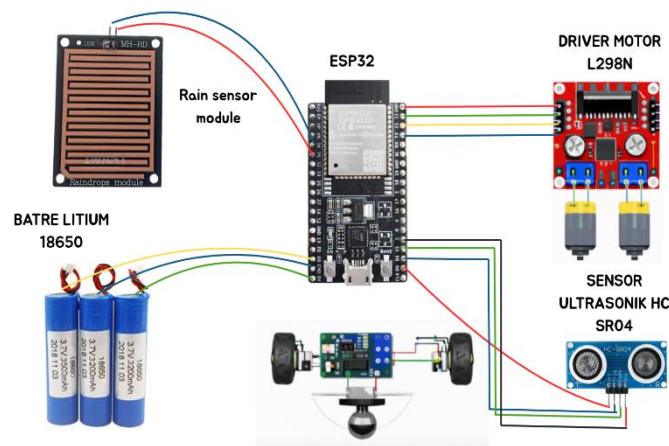
B. METODE PENELITIAN

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan secara umum meliputi beberapa komponen utama yaitu laptop untuk melakukan program software terhadap alat, selanjutnya solder untuk merakit komponen menjadi rangkaian. Adapun bahan yang digunakan meliputi: ESP32 sebagai mikrokontroler yang bertugas sebagai otak alat dan yang menjalankan seluruh program, Web server dan sebagai wadah untuk mengendalikan robot secara 2 tipe yakni manual dan otomatis kemudian, sensor ultrasonik hc sr04 sebagai sistem navigasi yang dapat mengetahui keberadaan dan mengukur jarak, baterai dan sebagai catu daya alat. Baterai yang digunakan merupakan baterai lithium 18650 yang dipilih karena memiliki kapasitas daya yang cukup stabil untuk menyuplai kebutuhan sistem robot. Berdasarkan hasil pengujian, baterai mampu bertahan kurang lebih 1,5 jam penggunaan normal.

a. Pembuatan hardware dan skema alat

Pembuatan prototype dirancang dengan menggunakan skema yang telah dibuat. Komponen disatukan dalam satu rangkaian menggunakan yang digabungkan dengan menggunakan solder dan timah (tenol). Adapun skema rancangan sebagai yang akan digunakan sebagai instrumen pembuatan sebagai berikut:



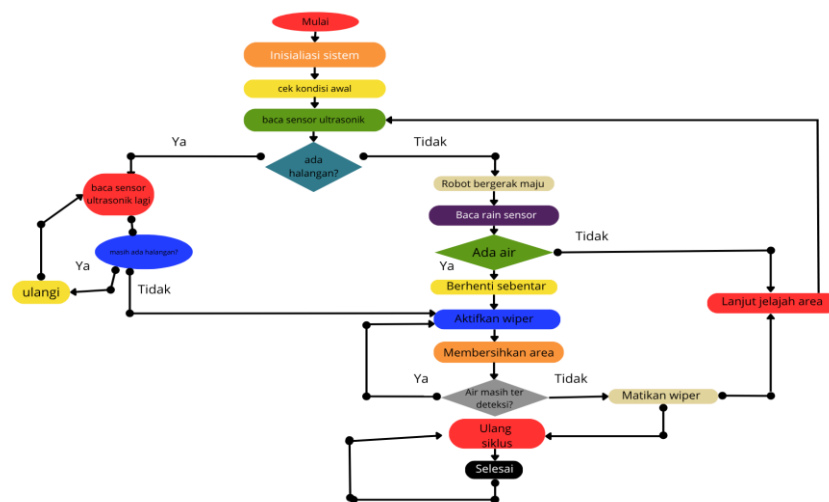
Gambar 1. Skema Rancangan Hardware

b. Pembuatan software alat

Pembuatan software alat menggunakan aplikasi Arduino IDE yang dapat di download di internet. aplikasi inilah yang digunakan untuk membuat program agar alat dapat berjalan sesuai dengan kemauan, ini adalah tampilan dari Arduino IDE.

2. Prosedur Kerja Alat

Adapun prosedur kerja alat dapat dijelaskan melalui flowchart sebagai berikut:



Gambar 2. Skema Kerja Alat

3. Teknik Analisis Data

Teknik Analisa yang akan dipakai adalah *Mixed Methods* yakni menggabungkan teknik analisis metode kuantitatif dan kualitatif sehingga akan menghasilkan data yang lengkap dan menyeluruh.

a. Analisis data kuantitatif

Analisis metode kuantitatif disini digunakan untuk menguji performa teknis dan kecakapan alat secara angka, yang akan diperoleh melalui pengujian langsung terhadap alat dengan menggunakan rumus berikut:

$$Keberhasilan = \frac{\text{Jumlah deteksi berhasil}}{\text{Total percobaan}} \times 100\%$$

b. Analisis data kualitatif

Analisis metode kualitatif disini kami sebagai peneliti akan menanyakan beberapa pertanyaan melalui kuesioner sehingga dapat disimpulkan bahwa alatnya mudah/tidak dioperasikan.

Keterangan	Rating
Sangat susah dioperasikan & dipahami	★
Susah dioperasikan & dipahami	★ ★
Cukup mudah dioperasikan & dipahami	★ ★ ★
Mudah dioperasikan & dipahami	★ ★ ★ ★
Sangat mudah dioperasikan & dipahami	★ ★ ★ ★ ★

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Hasil Penelitian

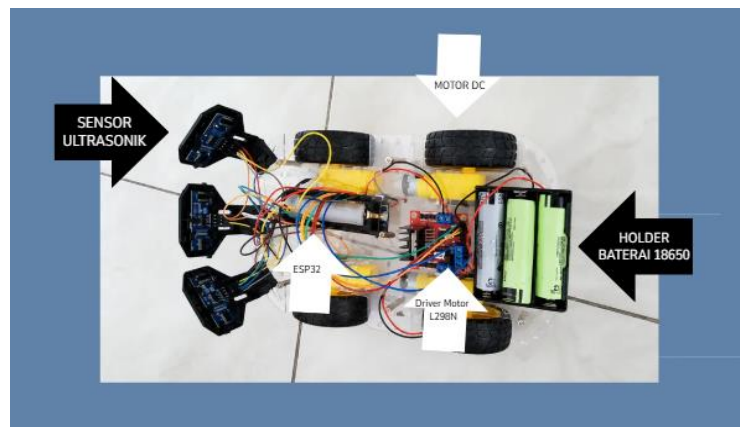
a. Pembuatan Hardware Alat

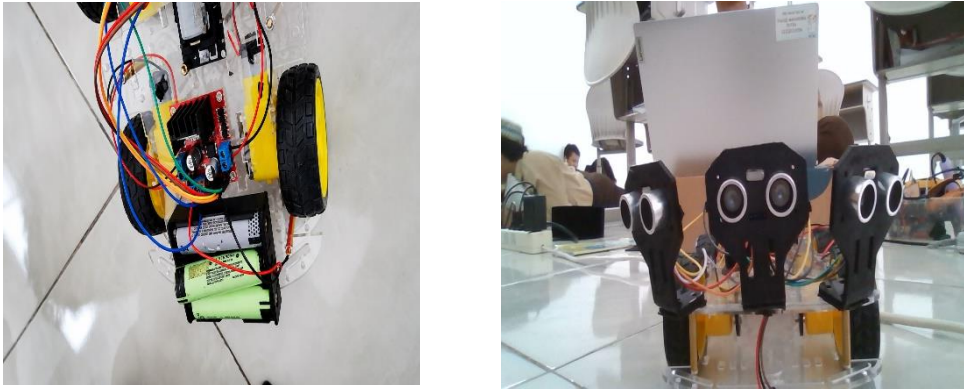
Hardware robot pembersih lantai otomatis dan manual berbasis ESP32 dan navigasi telah berhasil dibuat menggunakan chassis mobil robot berbahan akrilik dengan penggerak motor DC dan roda. Prototype dirancang dengan dimensi yang menyesuaikan ukuran chassis robot agar dapat bergerak secara fleksibel pada area sempit di lingkungan pondok pesantren. Sistem robot terdiri dari beberapa komponen utama yaitu ESP32 sebagai pusat kontrol, sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai sistem navigasi dan pendeteksi halangan, driver motor L298N sebagai pengendali motor DC, serta baterai lithium sebagai sumber daya alat. Penggunaan baterai lithium dipilih karena lebih ringan dan mampu menyuplai daya dengan cukup stabil terhadap sistem robot selama proses pengoprasian berlangsung.

Pada bagian depan robot dipasang gagang menggunakan stick kemudian ditaruh kain pel yang diletakkan mendekati permukaan lantai agar mampu menyapu/mengepel genangan air. Selanjutnya Sensor ultrasonik dipasang pada bagian depan, kanan, dan kiri robot sehingga robot mampu mendeteksi penghalang dari berbagai arah dan melakukan navigasi secara otomatis.

Adapun sistem kerja alat yaitu robot bergerak maju secara otomatis sambil membaca sensor ultrasonik dan sistem semi otomatis berbasis WiFi. Ketika sensor ultrasonik mendeteksi adanya penghalang maka robot akan berhenti sesaat, bergerak mundur, kemudian mencari jalur yang lebih aman dengan cara berbelok ke arah yang memiliki ruang lebih luas. Sistem ini dibuat agar robot mampu membantu proses pembersihan lantai secara otomatis dan manual pada area pondok pesantren.

Adapun gambar robot pembersih lantai adalah sebagai berikut:





Gambar 3. Hardware robot ultrasonik

b. Pembuatan Software Alat

Pembuatan software prototype dilakukan menggunakan aplikasi Arduino IDE sebagai media pemrograman ESP32. Program dibuat berdasarkan flowchart sistem yang telah dirancang sebelumnya sehingga robot mampu menjalankan fungsi navigasi otomatis dan manual, penghindar halangan, serta pengendalian motor DC secara otomatis dan manual.

Program pada ESP32 terdiri dari beberapa bagian utama yaitu pembacaan sensor ultrasonik, pengaturan arah putaran motor DC melalui driver motor L298N, serta sistem navigasi otomatis robot. Sensor ultrasonik digunakan untuk membaca jarak penghalang di depan, kanan, dan kiri robot. Data jarak tersebut kemudian diproses oleh ESP32 untuk menentukan arah gerak robot. Selain itu, program juga melakukan konfigurasi wifi dan web agar bisa connect ke hp/laptop sehingga dapat dikendalikan melalui web. Adapun tampilan dari program coding arduino robot pembersih lantai adalah sebagai-berikut:

```

42 pinMode(TRIG_FRONT, OUTPUT);
43 pinMode(ECHO_FRONT, INPUT);
44
45 // KANAN SENSOR
46 pinMode(TRIG_KANAN, INPUT);
47
48 pinMode(TRIG_FRONT, OUTPUT);
49 pinMode(ECHO_FRONT, INPUT);
50
51 pinMode(TRIG_KANAN, OUTPUT);
52 pinMode(ECHO_KANAN, INPUT);
53
54 pinMode(TRIG_KIRI, OUTPUT);
55 pinMode(ECHO_KIRI, INPUT);
56
57 Serial.begin(115200);
58

```

Gambar 4. Tampilan dari coding Arduino IDE

c. Data Hasil Pengujian Alat

Pengujian prototype dilakukan untuk mengetahui kemampuan robot dalam mendeteksi halangan, melakukan navigasi manual, melakukan navigasi otomatis, serta membersihkan genangan air menggunakan spons dan kain microfiber. Pengujian dilakukan secara langsung pada lantai dengan beberapa kondisi penghalang dan genangan air. Adapun hasil pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut:

NO	INDIKATOR PENGUJIAN	HASIL
1	Robot dapat bergerak maju secara otomatis	Berhasil
2	sensor ultrasonik mampu mendeteksi halangan di depan robot	Berhasil
3	wifi dapat disambungkan dari perangkat	berhasil
4	mode manual dapat dijalankan	berhasil
5	Robot dapat menghindari penghalang secara otomatis	Berhasil
6	Sensor kanan dan kiri mampu membantu navigasi robot	Berhasil

7	web server dapat digunakan sebagai pengendali robot secara manual	berhasil
8	kain pel dapat membersihkan air	berhasil
9	Motor DC dan driver motor dapat berjalan sesuai perintah	Berhasil
10	ESP32 dapat mengontrol seluruh sistem robot	Berhasil

d. Hasil Pengaplikasian Alat

Prototype robot pembersih lantai otomatis kemudian diuji coba pada area lantai pondok pesantren dengan simulasi genangan air dan beberapa penghalang seperti tembok dan kursi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot mampu bergerak secara otomatis sambil menghindari halangan dan mendeteksi adanya air di permukaan lantai. Pada saat robot mendeteksi penghalang menggunakan sensor ultrasonik, robot akan berhenti sesaat kemudian mencari arah yang lebih aman untuk dilalui. Sedangkan ketika robot mendeteksi genangan air, spons yang terpasang pada robot mampu membantu menyerap air pada lantai sehingga area menjadi lebih kering.

2. Pembahasan

Alur tahapan dalam penelitian ini adalah pembuatan hardware, pembuatan software, pengujian alat dan kelayakan prototype dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif, dan Analisa data. Adapun rinciannya sebagai berikut:

a. Pembuatan hardware prototype

Proses pembuatan hardware prototype meliputi beberapa tahapan yakni, persiapan alat dan bahan penunjang penelitian, pembuatan hardware alat yang terdiri dari pembuatan robot pembersih dan perangkaian komponen menggunakan chassis 4WD dihubungkan dengan bolongan yang telah disiapkan.

Tahap pertama, alat dan bahan yang sudah disiapkan kemudian dirangkai sesuai dengan skema rancangan robot. Komponen ditempatkan pada sebuah chassis 4WD kemudian disambungkan menggunakan kabel ke komponen komponen sesuai dengan data berikut:

Pin Driver Motor L298n	Pin Esp32	Fungsi	Keterangan
Ena	25	Pwm Motor A	Mengatur Kecepatan Motor Kiri
Enb	33	Pwm Motor B	Mengatur Kecepatan Motor Kanan
In1	26	Input 1	Mengatur Arah Motor Kiri
In2	27	Input 2	Mengatur Arah Motor Kiri
In3	14	Input 3	Mengatur Arah Motor Kanan
In4	12	Input 4	Mengatur Arah Motor Kanan
Trig	5	Trigger	Mengirim Gelombang Ultrasonik
Echo	18	Echo	Menerima Pantulan Gelombang
Gnd	Gnd	Ground	Ground Bersama
Vcc	5v	Daya	Menyalakan Sensor
Trig	23	Trigger	Mengirim Gelombang Ultrasonik
Echo	22	Echo	Menerima Pantulan Gelombang
Trig	19	Trigger	Mengirim Gelombang Ultrasonik
Echo	21	Echo	Menerima Pantulan Gelombang

b. Pembuatan software prototype

Tahap kedua, pembuatan program software dilakukan melalui dua tahap, tahap pertama pembuatan program yang dijalankan mikrokontroler ESP32 melalui aplikasi IDE arduino.

Pemrograman ESP32 dilakukan di sebuah laptop secara dengan terlebih dahulu menginstal aplikasi IDE Arduino, kemudian membuat program perintah mengikuti diagram alir yang telah ditetapkan, adapun alur perintah kerja prototype dapat dijelaskan sebagai berikut:

1) Bagian header dan library

```
32 // SPEED MOTOR
33 int speedMotor = 100;
34
```

Pada bagian ini menunjukkan pengaturan kecepatan motor pada program ESP32. Variable speed Motor digunakan untuk menentukan kecepatan putaran motor DC yang dikendalikan melalui driver motor L298N. Pengaturan kecepatan ini bertujuan agar pergerakan robot lebih stabil saat berjalan maupun berbelok.

2) Bagian program navigasi dan penghindaran halangan depan

```
106     else if (jarak > 0 && jarak <= 18) {
107
108         berhenti();
109         delay(200);
110
111         mundur();
112         delay(350);
113
114         berhenti();
115         delay(200);
116
117         // CARI JALAN PALING LUAS
118         if (jarakKanan > jarakKiri) {
119
```

Pada bagian ini menunjukkan program navigasi otomatis ketika sensor ultrasonik depan mendeteksi adanya penghalang. Pada kondisi tersebut robot akan berhenti, bergerak mundur, lalu mencari jalur dengan ruang yang lebih luas sebelum kembali bergerak maju. Sistem ini digunakan agar robot mampu menghindari tabrakan secara otomatis.

3) Bagian program penghindaran halangan kanan dan kiri

```
134 // ===== KANAN TERHALANG =====
135
136     else if (jarakKanan > 0 && jarakKanan <= 10) {
137
138         belokKiri();
139         delay(300);
140
141     }
142
143 // ===== KIRI TERHALANG =====
144
145     else if (jarakKiri > 0 && jarakKiri <= 10) {
146
147         belokKanan();
148         delay(300);
149
```

Pada bagian ini menunjukkan program penghindaran halangan dari sisi kanan dan kiri robot. Ketika sensor kanan mendeteksi penghalang maka robot akan berbelok ke kiri, sedangkan ketika sensor kiri mendeteksi penghalang maka robot akan berbelok

ke kanan. Sistem ini membantu robot bergerak lebih aman dan stabil saat melakukan navigasi otomatis.

4) Bagian program gerakan maju dan mundur robot

```
sketch_may11a.ino
185
186     digitalWrite(IN1, HIGH);
187     digitalWrite(IN2, LOW);
188
189     digitalWrite(IN3, HIGH);
190     digitalWrite(IN4, LOW);
191
192 }
193
194 void mundur() {
195
196     digitalWrite(IN1, LOW);
197     digitalWrite(IN2, HIGH);
198
199     digitalWrite(IN3, LOW);
200     digitalWrite(IN4, HIGH);
201
```

Pada bagian ini menunjukkan program pengaturan gerakan maju dan mundur pada robot. Fungsi maju () digunakan untuk menggerakkan kedua motor DC ke arah depan sehingga robot dapat bergerak maju. Sedangkan fungsi mundur () digunakan untuk memutar motor ke arah berlawanan sehingga robot dapat bergerak mundur. Pengaturan arah putaran motor dilakukan menggunakan logika HIGH dan LOW pada pin driver motor L298N.

5) Bagian program belok kanan robot

```
213
214 void belokKanan() {
215
216     digitalWrite(IN1, HIGH);
217     digitalWrite(IN2, LOW);
218
219     digitalWrite(IN3, LOW);
220     digitalWrite(IN4, LOW);
221
222 }
223
```

Pada bagian ini menunjukkan program gerakan belok kanan pada robot. Pada bagian ini hanya motor sebelah kiri yang bergerak maju, sedangkan motor kanan dihentikan sementara. Sistem tersebut membuat robot dapat berbelok ke arah kanan saat mendeteksi penghalang pada jalur tertentu.

6) Bagian program belok kiri robot

```

223
224 void belokKiri() {
225
226     digitalWrite(IN1, LOW);
227     digitalWrite(IN2, LOW);
228
229     digitalWrite(IN3, HIGH);
230     digitalWrite(IN4, LOW);
231
232 }

```

Pada bagian ini menunjukkan program gerakan belok kiri pada robot. Pada bagian ini hanya motor sebelah kanan yang bergerak maju, sedangkan motor kiri dihentikan sementara. Pengaturan tersebut membuat robot dapat berbelok ke arah kiri untuk menghindari penghalang saat proses navigasi otomatis berlangsung.

c. Pengujian Alat dan Respon Pengguna

Proses pengaplikasian robot pembersih pada santri/siswa merupakan pengujian alat dengan pendekatan kualitatif, dimana pengguna (santri) dapat menilai secara objektif terhadap fungsional alat dan juga menilai kepuasan mereka terhadap hadirnya alat ditengah aktivitas mereka. Respon santri berupa jawaban kuesioner menggunakan skala 1-5. Dengan kriteria sangat susah dipahami dan dioperasikan, susah dipahami dan dioperasikan, cukup mudah dipahami dan dioperasikan, mudah dipahami dan dioperasikan, sangat mudah dipahami dan dioperasikan. Adapun langkah-langkah berikut ini, pertama robot disiapkan oleh peneliti untuk kegiatan pengujian oleh santri, proses simulasi penggunaan smart cleaning robot berbasis ESP32 dengan mode otomatis dan manual menggunakan sistem navigasi dilakukan pada tanggal 15 mei 2026 di ruang kelas 9 dan diikuti oleh seluruh siswa kelas 9, Selanjutnya peneliti melakukan uji kelayakan robot kepada 14 siswa responden untuk melakukan penilaian terhadap fungsional kinerja robot dan tingkat kepuasan siswa/santri terkait robot. Pengujian terhadap responden tersebut menggunakan google form dengan menggunakan pertanyaan sebagai berikut:

1. Apakah robot pembersih mudah dioperasikan?
2. Apakah robot dapat membantu proses pembersihan lantai?
3. Apakah sistem remote control dapat bekerja dengan baik?
4. Apakah penggunaan robot membuat proses pembersihan lebih praktis?
5. Apakah robot bergerak dengan stabil saat digunakan?
6. Apakah desain robot sudah cukup baik dan menarik?
7. Apakah alat ini layak digunakan di lingkungan pondok pesantren?
8. Apakah sensor ultrasonik untuk menghindari halangan bekerja baik?

3. Hasil Analisa Data

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan secara langsung terhadap prototype robot pembersih lantai otomatis berbasis ESP32 dengan sistem deteksi air dan navigasi, diperoleh hasil pengujian kuantitatif sebagai berikut:

NO	INDIKATOR PENGUJIAN	PERSENTASE KEBERHASILAN DARI 20x PERCOBAAN	KETERANGAN
1	Robot dapat bergerak maju secara otomatis	100%	Sangat baik

2	Robot dapat dikendalikan secara manual	100%	sangat baik
3	Robot mampu menghindari penghalang secara otomatis	85%	sangat baik
4	Sensor ultrasonik kanan dan kiri membantu navigasi robot	100%	sangat baik
5	Sensor ultrasonik depan mampu mendeteksi halangan	100%	sangat baik
6	web server tidak delay	100%	baik
7	kain pel mampu menyerap air di lantai	100%	baik
8	Motor DC dan driver motor berjalan sesuai perintah	80%	sangat baik
9	ESP32 mampu mengontrol seluruh sistem robot	100%	sangat baik

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, robot pembersih lantai otomatis berbasis ESP32 dengan sistem deteksi air dan navigasi berhasil dirancang dan dibuat sesuai tujuan penelitian. Robot mampu bergerak secara otomatis menggunakan motor DC dan driver motor L298N yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Selain itu, sensor ultrasonik HC-SR04 yang dipasang pada bagian depan, kanan, dan kiri robot mampu membantu sistem navigasi untuk mendeteksi penghalang dan menghindari tabrakan secara otomatis.

Sedangkan untuk mode manual sudah di setting agar bisa bekerja dengan baik sesuai fungsinya masing-masing kemudian sudah di tambah fitur agar dapat mengontrol robot melalui keyboard dan dapat belok kanan kiri dengan mulus sesuai perintah.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebagian besar fungsi alat berjalan dengan baik, seperti robot bergerak maju otomatis, navigasi penghindaran halangan, pembacaan sensor ultrasonik, serta pengendalian motor oleh ESP32 dan driver motor L298N. Dengan demikian, robot pembersih lantai otomatis ini dapat menjadi solusi alternatif untuk membantu menjaga kebersihan lingkungan pondok pesantren agar lebih bersih, sehat, nyaman, dan kondusif.

Fokus utama penelitian ini terletak pada penerapan sistem otomatisasi, navigasi, dan kontrol robot berbasis ESP32 yang dirancang agar mampu bekerja secara semi otomatis dan manual. Penelitian ini lebih menekankan pada pengembangan sistem komputerisasi robot, seperti pembacaan sensor, pengolahan data, pengendalian motor DC, serta sistem navigasi otomatis dibandingkan perbandingan efektivitas pembersihan secara langsung dengan manusia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ESP32 mampu mengontrol seluruh sistem robot dengan baik sehingga prototype dapat bergerak, menghindari penghalang, serta membantu proses pembersihan lantai secara otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi Imam. 2025. "Bagaimana Membuat Robot Pembersih Lantai yang Menggunakan Mikrokontroler ESP32." *Jurnal Sistem Cerdas dan IoT*, Vol. 9 No. 1, hlm. 15-23.
- Arduino Official Team. 2023. *Arduino IDE Documentation*. Arduino Documentation.
- Espressif System. 2023. *ESP32 Technical Reference Manual*. Shanghai: Ekspansif System.
- Fahreza Yudhistira, dkk. 2025. "Membuat Robot Pembersih Ruangan Dengan Teknologi Internet of Things (IoT)." *Jurnal Informatika dan Robotika*, Vol. 10 No. 1, hlm. 70-79.
- Fauzi, M., dan Santoso, A. 2020. "Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Berbasis Arduino uno." *Jurnal Teknologi Elektronika*, Vol. 5 No. 2, hlm. 45-52.

- Hidayat, T., dan Prakoso, Y. 2021. "Pengembangan Robot Semi Otomatis Untuk Lingkungan Asrama." *Jurnal Teknologi Otomasi*, Vol. 4 No. 1, hlm. 30-38.
- Kadir, A. 2018. *Pemrograman Arduino dan Sensor*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Leonardo Silalahi, dkk. 2024. "Membuat Robot Vacuum Pintar Yang Menggunakan Mikrokontroler Dan Bisa Dikendalikan Melalui Aplikasi Android." *Jurnal Teknologi Cerdas*, Vol. 8 No. 2, hlm. 55-63.
- Nurhaliza, D., dan Pratama, R. 2021. "Desain Robot Untuk Area Sempit Menggunakan Motor DC." *Jurnal Teknik Elektro indonesia*, Vol. 4 No. 1, hlm. 20-27.
- Putra, H., dan Lestari, A. 2022. "Perancangan Robot Pembersih Lantai Menggunakan Sensor Ultrasonik." *Jurnal Rekayasa Elektronika*, Vol. 6 No. 2, hlm. 40-48.
- Ramadhan, F. 2020. *Dasar-Dasar Robotika Modern*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Rizki, F., dan Handayani, S. 2022. "Pemanfaatan Robot Pembersih Dalam Meningkatkan Kebersihan Fasilitas Umum." *Jurnal Teknologi Dan Inovasi*. Vol. 6 No. 3, hlm. 55-63.
- Sugiyono. 2020. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Syahrul. 2019. *Sensor Dan Mikrokontroler Pada Robotika*. Yogyakarta: Deepublish.
- Wahyudi, A. 2021. *Pengenalan Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan Implementasinya*. Surabaya: Media Teknik.