

Perancangan Robot Pembersih Lantai Berbasis Mikrokontroler Dengan Sensor Jarak

Khairul Wildani Akbar^{*)1}, Elfizon²

^{1,2}Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

^{*)}Corresponding author, khairulakbar1805@gmail.com

Abstrak	INFO.
<p>Salah satu inovasi yang memberikan kemudahan bagi manusia adalah robot pembersih lantai otomatis. Tujuan pembuatan robot ini adalah untuk mempermudah pekerjaan manusia, dalam membersihkan lantai. pembersihan lantai yang dilakukan secara manual sering membuat orang malas untuk melakukannya. Oleh karena itu, diciptakanlah robot pembersih lantai otomatis dengan menggunakan Arduino sebagai otak robot. Robot ini dirancang untuk bergerak secara otomatis, maju hingga bertemu dengan halangan atau rintangan. Ketika robot menghadapi halangan, robot akan berbelok ke kiri atau kanan sebesar 180 derajat sehingga robot dapat terus membersihkan lantai dengan lancar. Robot ini memiliki dua mode pengendalian, yaitu manual dan otomatis. Dengan menggunakan empat buah motor DC, robot mampu bergerak maju dan mundur. Robot ini juga dilengkapi dengan kain pel yang diputar oleh motor DC untuk proses pengepelan lantai. Waterpump digunakan untuk menumpahkan air atau cairan pembersih, Sensor ultrasonik di depan robot berfungsi untuk mendeteksi halangan atau rintangan pada jalur yang akan dilalui oleh robot. Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot ini dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perencanaan yang telah ditetapkan di awal.</p>	<p>Info. Artikel: No. 490 Received. August, 3, 2023 Revised. August, 15, 2023 Accepted. August, 18, 2023 Page. 750 – 759</p>
<p>Abstract</p> <p><i>One innovation that provides convenience for humans is an automatic floor cleaning robot. The purpose of making this robot is to simplify human work, in cleaning the floor. floor cleaning that is done manually often makes people lazy to do it. Therefore, an automatic floor cleaning robot was created using Arduino as the robot's brain. This robot is designed to move automatically, forward until it meets an obstacle or obstacle. When the robot encounters an obstacle, the robot will turn left or right by 180 degrees so that the robot can continue to clean the floor smoothly. This robot has two control modes, namely manual and automatic. By using four DC motors, the robot is able to move forward and backward. This robot is also equipped with a mop that is rotated by a DC motor for the floor mopping process. Waterpump is used to spill water or cleaning liquid, ultrasonic sensor in front of the robot serves to detect obstacles or obstacles in the path that will be traveled by the robot. The test results show that this robot can work well in accordance with the planning that has been set at the beginning.</i></p>	<p>Kata kunci:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Robot Pembersih✓ Arduino Uno✓ Motor DC✓ Waterpump✓ Sensor Ultrasonik

PENDAHULUAN

Perkembangan yang terjadi saat ini begitu besar apalagi dibidang teknologi[1]. Kebutuhan pada penggunaan teknologi modern mempengaruhi manusia untuk terus menggunakan peralatan yang lebih canggih dan efektif pada setiap pekerjaan[2]. Dikarenakan semakin cepatnya perkembangan teknologi pada zaman sekarang, banyak sekali teknologi-teknologi baru yang bermunculan, diantaranya ada teknologi yang baru ditemukan dan ada pula berasal teknologi yang sudah dan dikembangkan kembali menjadi teknologi baru[3]. terutama di bidang teknologi elektronika mengakibatkan beberapa efek yang mempengaruhi kehidupan masyarakat untuk melangkah lebih maju, [4], praktis dan simple, dimana teknologi mampu membantu dalam berbagai hal[5][6]. Salah satu perkembangan teknologi yang sangat memudahkan dalam lingkup pekerjaan rumah tangga yaitu alat pembersih lantai sebagai pengganti sapu atau pengepel yang berjalan secara otomatis[7]

Ruangan merupakan suatu tempat aktivitas manusia di mana hampir sebagian waktunya dihabiskan di dalam ruangan lebih lama dibandingkan di luar ruangan.[8] Salah satu permasalahan

dalam sebuah ruangan yang sering kita temui adalah kurangnya kesadaran manusia itu sendiri dalam menjaga kebersihan dalam suatu ruangan,[9]. Sebagai sarana beraktivitas, tentunya perawatan ruangan merupakan hal yang harus diperhatikan, salah satunya adalah dalam hal kebersihan lantai ruangan[10]

Membersihkan lantai merupakan kegiatan yang sering dikerjakan dan pekerjaan ini tidak hanya dikerjakan sekali saja, namun dikerjakan secara rutin setiap harinya[11]. Alat yang digunakan dalam membersihkan pun masih tergolong alat manual di mana sebagian orang pada umumnya menggunakan kain pel untuk membersihkan lantai yang sangat menguras waktu dan tenaga untuk mengoperasikannya.

Dengan perkembangan teknologi saat ini banyak orang-orang antusias menciptakan sebuah alat yang dapat membantu pekerjaan manusia yaitu salah satunya adalah robot. Pada prinsipnya tujuan penciptaan robot Pembersih lantai ini adalah untuk mempermudah pekerjaan manusia terutama dalam hal membersihkan lantai[12], apalagi kemajuan zaman menuntut pekerjaan manusia yang efektif dan efisien[13].

Melihat dari permasalahan tersebut maka dalam penelitian tugas akhir ini penulis ingin membuat suatu sistem robot yang dapat bekerja secara otomatis menggunakan sensor ultrasonic yang dapat merespon rintangan, serta dapat membersihkan lantai secara efisien[14]. Robot ini terhubung dengan koneksi bluetooth sehingga bisa diakses dengan *smartphone* android yang sudah dilengkapi dengan perangkat bluetooth[15]. Robot pembersih lantai akan dikontrol oleh mikrokontroler Arduino Uno[16], yang digabungkan dengan sensor dan perangkat lainnya seperti sensor ultrasonic sebagai penunjuk jarak robot berjalan untuk menghindari adanya benturan terhadap benda-benda di depan,

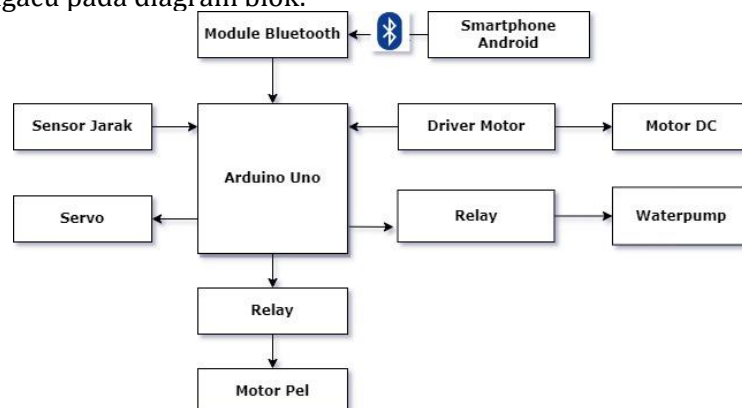
Penelitian ini memberikan beberapa manfaat diantaranya dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembersihan lantai melalui robot pembersih lantai. Alat ini dapat membantu meringankan tugas manusia dalam membersihkan lantai. Penelitian ini juga berkontribusi pada pemahaman dan pengembangan aplikasi robotika dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, bagi peneliti, penelitian ini merupakan syarat pemenuhan studi diploma IV dalam Teknik Elektro Industri di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada perancangan dan pembuatan sistem pada alat ini adalah menggunakan metode percobaan[17]. Perancangan sistem alat merupakan suatu tahapan dari proses perencanaan sebelum melakukan pembuatan alat. Perancangan dan pembuatan sistem dari alat digunakan untuk menentukan komponen penyusun dari suatu alat yang akan dibuat, sehingga hasil akhir yang didapatkan sesuai dengan yang diinginkan. Perancangan dan pembuatan sistem alat ini menjelaskan mengenai blok diagram, prinsip kerja rangkaian, perancangan hardware dan software sebagai langkah pertama atau pedoman dalam perancangan maupun pembuatan dimana agar nantinya sesuai dengan sistem alat yang telah dirancang dan diharapkan.

Blok Diagram

Pada diagram blok berikut ini menggambarkan metode kerja alat secara keseluruhan dari masukan, proses hingga keluaran[18]. Diagram blok ini membuat proses pembuatan alat lebih mudah dilakukan dengan mengacu pada diagram blok.



Gambar 1. Blok diagram

Adapun uraian fungsi masing-masing dari komponen yang ada pada blok diagram adalah :

1. Module Bluetooth

Module Bluetooth berfungsi sebagai sarana komunikasi antara smartphone android dengan mikrokontroler yang ada pada robot

2. Arduino uno R3

Arduino uno R3 merupakan mikrokontroler yang berguna untuk proses pengolahan data input yang di terima kemudian menghasilkan keluaran atau output pada motor DC

3. Sensor jarak

Sensor jarak ini terpasang pada robot bagian depan yang berfungsi sebagai penentu jarak antara robot dengan halangan atau benda yang ada di depannya

4. Servo

Servo ini berfungsi untuk memutar mata robot atau sensor ultrasonic ke kiri dan kanan

5. Hp/Smartphone android

Berfungsi sebagai remot untuk mengendalikan dan mengarahkan laju robot

6. Driver motor

Driver motor ini difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor

7. Relay

Relay berfungsi sebagai pelindung motor atau komponen lainnya dari kelebihan tegangan atau konsleting pada robot

8. Motor DC

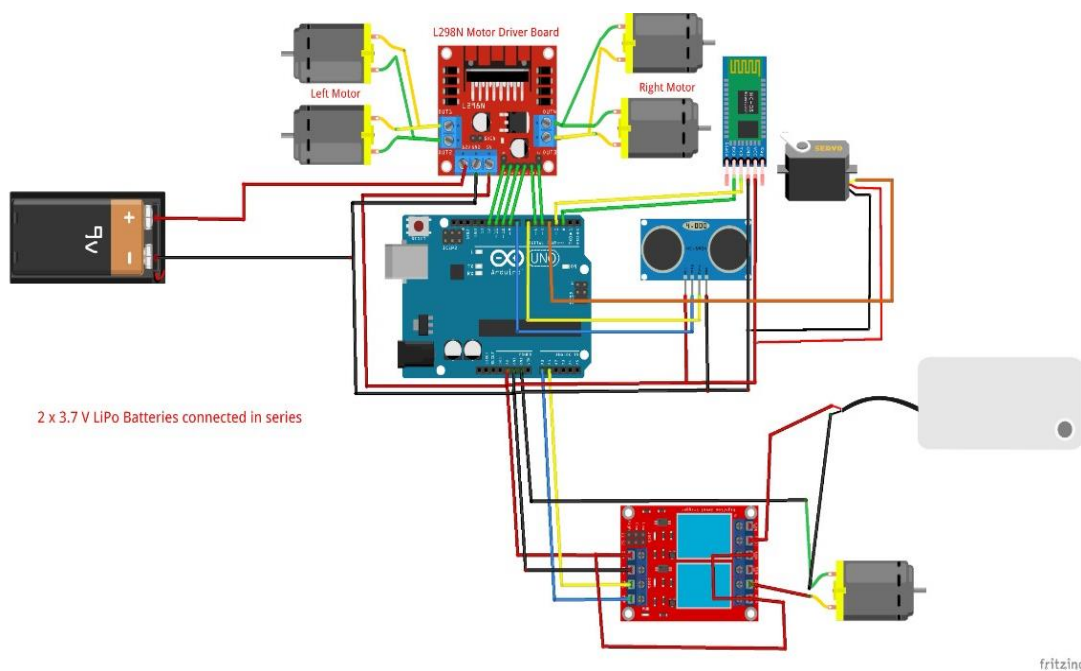
Motor DC berfungsi sebagai roda atau penggerak pada robot

9. Waterpump

Waterpump ini berfungsi untuk memompa atau mengalirkan air atau cairan pembersih lantai

10. Motor pel

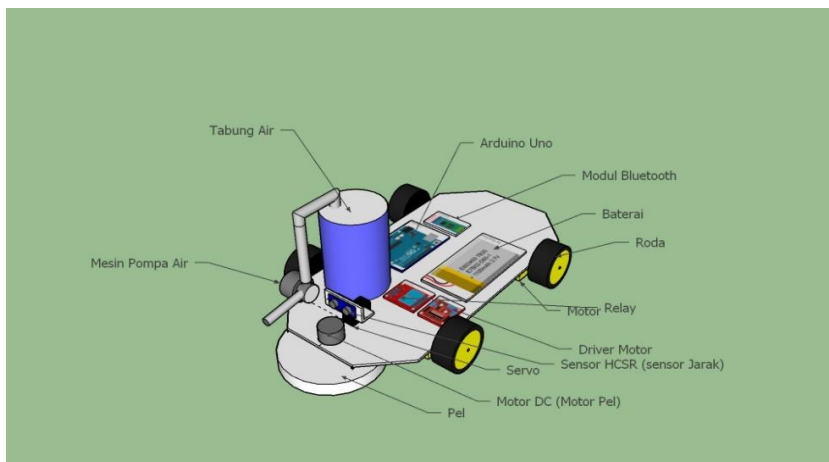
Motor pel yang di maksud disini adalah motor dc yang juga digunakan untuk memutar kain pel atau busa pembersih lantai



Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan Komponen Alat

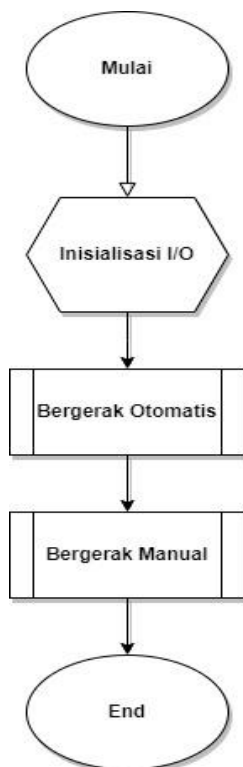
Gambar 2 Rancangan keseluruhan komponen alat yang menjelaskan bagaimana skema dari implementasi keseluruhan sistem untuk robot pembersih lantai berbasis Mikrokontroler dengan sensor jarak ini[19]. Seperti gambar rangkaian diatas, semua jalur komponen tersusun saling

terhubung antara satu rangkaian komponen dengan rangkaian komponen lainnya sehingga dapat menjalankan tugas dari masing-masing komponen alat dengan maksimal.



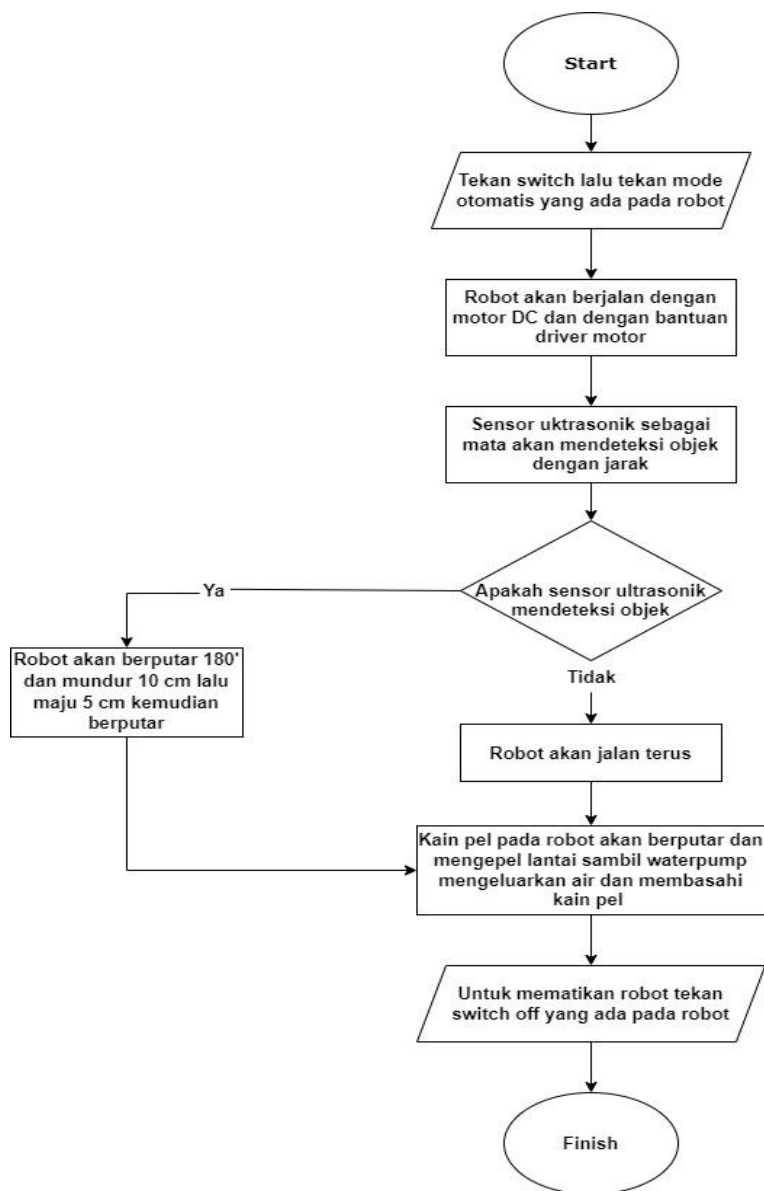
Gambar 3. Rancangan Tampak Keseluruhan Alat

Pada gambar 3 Perancangan hardware adalah suatu langkah dalam proses pembuatan perangkat keras. Langkah ini memiliki tujuan untuk menghasilkan alat yang sesuai spesifikasi yang diharapkan dengan memperhatikan hal-hal yang mendukung dalam merealisasikan alat tersebut dengan meminimalisir kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi[20]. Langkah Perancangan hardware ialah suatu proses yang sangat diperlukan dalam pengerjaan tugas akhir ini, melalui proses ini dibuatlah perancangan hardware yang kemudian barulah sistem pada alat dapat diuji coba secara langsung, apakah alat bekerja dengan baik sesuai sistem rancangan awal atau tidak. Pada perancangan hardware alat ini mencakup perancangan kerangka atau body robot dengan Panjang 57 cm, lebar 35 cm dan tinggi 15 cm serta perancangan rangkaian elektroniknya.



Gambar 4. Flowchart

Seperti yang dapat dilihat dari diagram alir/flowchart diatas,bahwa alat atau robot ini bisa di bekerja secara manual atau otomatis. Kalau secara manual,robot akan bekerja sesuai perintah yang di berikan melalui aplikasi yang ada di smartphome android dan terhubung dengan Bluetooth yang ada pada robot,dan sebaliknya jika secara otomatis,maka robot akan bekerja sendiri tanpa di control atau di beri perintah melalui aplikasi yang ada pada smartphome android. Dan proses nya dapat dilihat dibawah ini

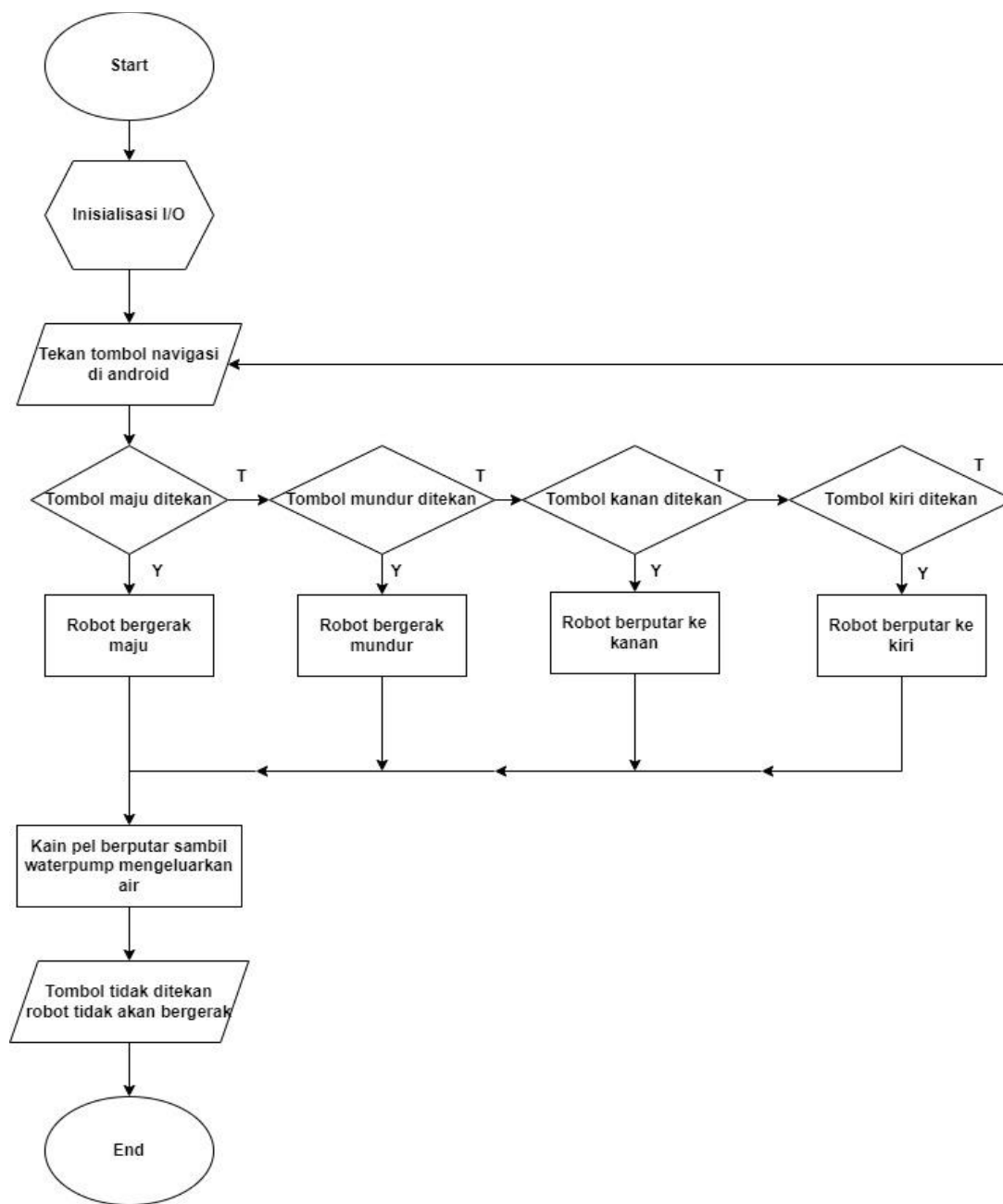


Gambar 5. Flowchart Gerak Otomatis

Dari flowchart di atas dapat di jelaskan bahwa jika ingin mengoperasikan robot dalam mode otomatis, tekan switch on pada robot lalu tekan tombol otomatis yang ada di samping switch on tersebut, setelah itu robot akan berjalan dengan bantuan motor DC dan driver motor, kemudian sensor ultrasonic sebagai mata robot akan mendeteksi halangan atau hambatan yang ada di depan dan di sampingnya. ketika sensor ultrasonic ini mendeteksi adanya halangan atau hambatan,maka robot ini akan berputar 180 derajat lalu mundur 10 cm maju 5 cm dan kemudian bergerak lagi

sebaliknya jika sensor tidak mendeteksi adanya halangan atau hambatan yang ada di depan atau disampingnya, maka robot akan terus berjalan lurus, Ketika robot berjalan maka motor pel juga

akan berputar untuk memutar kain pel dan bekerja mengepel lantai dan pompa air akan mengeluarkan air atau cairan pembersih lantai, setelah pekerjaan dirasa sudah selesai, maka robot bisa dimatikan dengan cara menekan tombol off yang ada pada robot.

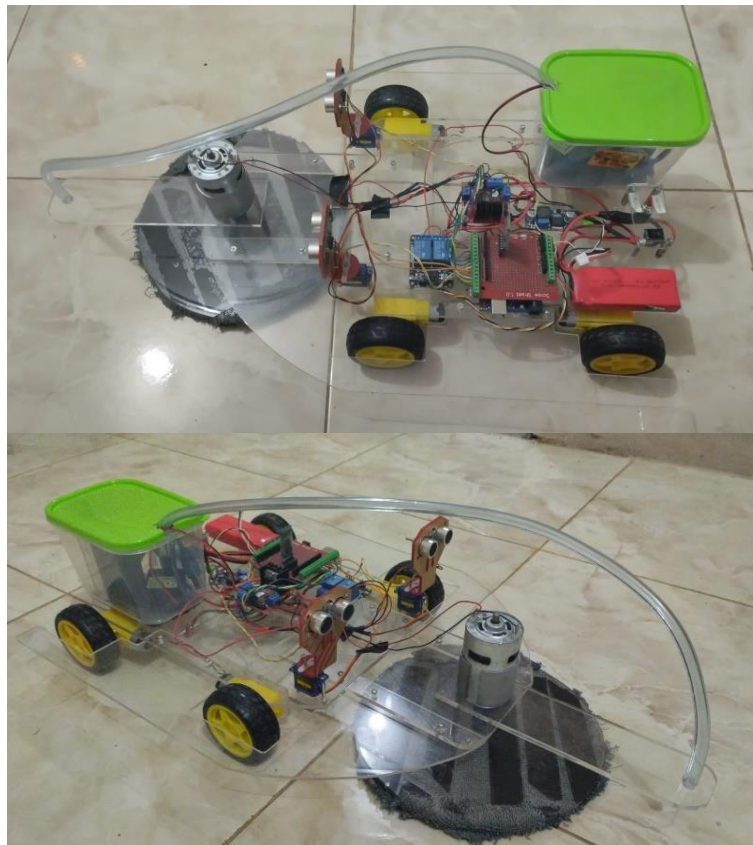


Gambar 6, Flowchart Gerak Manual menggunakan Remote Control

Pada flowchart di atas dapat dijelaskan bahwa robot dihidupkan dan sudah terhubung ke aplikasi remot kontrol yang ada di smartphone android, kemudian setelah itu bisa menekan tombol navigasi yang ada di hp, ketika tombol maju ditekan maka robot akan bergerak maju, tombol mundur ditekan, maka robot akan bergerak mundur, tombol kanan ditekan maka robot akan bergerak ke kanan, dan ketika tombol kiri ditekan maka robot juga akan bergerak ke kiri. Dan sembari robot bergerak, maka motor pel juga akan berputar untuk mengepel lantai, sebaliknya jika tombol tidak ditekan maka robot juga tidak akan bergerak dan terakhir end/robot bisa dimatikan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan robot pembersih lantai otomatis ini berdasarkan skema perancangan alat pada gambar 3. Semua komponen dirakit dan disusun di atas body robot yang terbuat dari papan akrilik seperti pada gambar 3 yang dimana di atas body robot tersebut berisi komponen seperti Arduino uno R3, sensor ultrasonik, baterai lippo, driver motor, module Bluetooth, relay 2 channel, motor dc, module stepdown, servo, waterpump, dan kotak untuk penampungan air atau cairan pembersih. Dan tampilan secara keseluruhannya seperti gambar 7 :



Gambar 7. Tampilan alat keseluruhan

Pengujian Alat

Pengujian merupakan salah satu langkah penting yang harus dilakukan untuk mengetahui peralatan dan program yang telah dibuat bisa bekerja dengan baik sesuai dengan yang direncanakan. Suatu peralatan atau program dapat dikatakan bekerja dengan baik jika telah dilengkapi dengan pengujian sesuai fungsi kerja dari peralatan tersebut. Pengujian dimaksudkan untuk mendapatkan evaluasi terhadap sistem yang telah dikerjakan agar mendapatkan kinerja yang lebih baik dengan melakukan perbaikan terhadap rangkaian yang mengalami kekurangan saat melakukan pengujian.

Pengujian Sensor Ultrasonik

Tujuan pengujian sensor ultrasonik pada robot pembersih lantai otomatis adalah untuk memastikan bahwa sensor tersebut dapat mengukur jarak dengan akurat, mendeteksi objek dengan sensitivitas tinggi, bekerja dalam sudut pandang yang ditentukan, beroperasi secara handal dalam berbagai kondisi lingkungan, dan memberikan respons yang cepat dalam mendeteksi objek. Untuk mengetahui selisih dan persentase error dari sensor ultrasonik, maka dapat dihitung dengan rumus berikut :

Error = jarak sebenarnya – jarak terukur

%error = (jarak sebenarnya-jarak terukur)/(jarak sebenarnya) x 100 %

Berikut ini adalah hasil pengujian sensor ultrasonic yang di ukur menggunakan meteran dengan satuan cm :

Tabel 1. Hasil pengujian sensor ultrasonik

Jarak sebenarnya (cm)	Jarak terukur (cm)	Persentase Error (%)
45	42	6,6
45	42	6,6
45	43	4,4
45	43	4,4
45	43	4,4

Berdasarkan hasil tabel 1 diatas dapat dilihat bahwa besarnya perbedaan antara nilai jarak sebenarnya dengan jarak yang terbaca oleh sensor ultrasonik yang mana juga menghasilkan persentase eror yang besar juga. Meskipun persentase error nya sedikit lebih besar ,tapi sudah dapat di artikan bahwa sensor sudah membaca jarak dengan baik dan benar sesuai dengan system yang sudah di buat .

Pengujian Motor Dc

Pengujian motor DC sebagai roda untuk robot pengepel lantai bertujuan untuk memastikan motor dapat bekerja dengan baik dan efisien. Pengujian ini dilakukan untuk memeriksa apakah motor mampu menggerakkan robot dengan lancar, tahan lama, dan menggunakan energi dengan efisien. Berikut tabel pengujiannya :

Tabel 2. Pengujian motor DC

Tegangan baterai (V)	Tegangan output motor 1	Tegangan output motor 2	Tegangan output motor 3	Tegangan output motor 4	Keterangan
7,4	5,21	5,21	5,25	5,25	Maju
7,4	-4,95	-4,95	-5,08	-5,08	Mundur
7,4	-5,84	-5,84	5,88	5,88	Kiri
7,4	5,85	5,85	-5,91	-5,91	Kanan

Berdasarkan table 2 di atas, dapat dilihat tegangan output pada motor 1 dan motor 2 sama karena rangkaiannya di buat secara paralel dan begitu juga pada motor 3 dan motor 4 tegangan outputnya juga sama karena dirangkai secara paralel juga dan kemudian Didapatkan hasil pengukuran menggunakan alat ukur multimeter digital, yaitu ketika dalam kondisi maju semua motor tegangan yang diukur adalah positif. Ketika dalam kondisi mundur semua motor menjadi tegangan negatif. Ketika dalam kondisi berputar ke kiri tegangan motor negatif untuk motor 1, motor 2 dan positif untuk motor 3, motor 4. Ketika dalam kondisi berputar ke kanan tegangan motor positif untuk motor 1, motor 2 dan negatif untuk motor 3, motor 4. Dan dari hasil pengujian motor DC dapat disimpulkan bahwa motor DC sudah berjalan dan beroperasi sesuai dengan program yang sudah di rancang.

Pengujian Secara Keseluruhan

Pengujian sistem keseluruhan dilakukan untuk mengetahui apakah perangkat keras (Hardware) ketika dihubungkan dengan perangkat lunak (software) berjalan baik atau tidak. Hal ini bertujuan untuk melihat apakah tugas akhir ini berjalan sesuai perencanaan sebelumnya dan sebagai tanda bahwa pembuatan tugas akhir ini berhasil.Pertama hidupkan swich yang ada pada robot lalu robot akan segera melakukan inisialisasi port. Kemudian setelah itu semua komponen yang ada pada robot akan hidup dan siap bekerja sesuai fungsinya masing masing. Setelah itu, Ketika ingin mengoperasikan robot secara otomatis tanpa di control pergerakannya,maka tekan tombol yang ada pada robot ke posisi auto/otomatis maka robot akan bekerja secara otomatis dan sensor jarak akan

mendeteksi halangan atau benda yang ada di depannya dengan jarak 45 cm. apabila telah mencapai jarak 45 cm maka robot akan berhenti sejenak dan kedua sensor jarak akan melihat kekiri dan kanan apakah ada benda atau tidak. Setelah itu robot akan mundur, dan akan berjalan maju lagi ke arah kiri atau kanan dimana tidak ada halangan atau benda yang menghalanginya.

Dan Ketika ingin mengoperasikan robot dengan pengendalian manual menggunakan aplikasi control di smartphone android, maka tekan tombol yang ada pada robot ke mode manual lalu buka aplikasi yang ada pada android dan hubungkan ke robot melalui Bluetooth. setelah aplikasi terhubung ke robot, maka robot siap untuk dioperasikan. Semua perintah ada didalam aplikasi seperti menghidupkan pompa air, menghidupkan motor pel, serta untuk memajukan, memundurkan dan untuk berbelok ke kanan dan ke kiri. Pengujian secara keseluruhan ini bekerja dengan baik sesuai dengan fungsi masing-masing komponen, sehingga alat ini dapat dikatakan sesuai dengan perancangan awal.

KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan Robot pembersih lantai otomatis berbasis mikrokontroler dengan sensor jarak dapat disimpulkan bahwa alat atau robot pembersih lantai ini telah berhasil dibuat sesuai dengan rencana awal dan beroperasi sesuai dengan program yang telah diimplementasikan. Semua sistem dan komponennya berjalan dengan baik sesuai dengan perencanaan semula. Hasilnya adalah sebuah alat otomatis yang mampu membantu pekerjaan manusia, terutama dalam hal membersihkan lantai. Penggunaan robot ini dapat dilakukan secara fleksibel selama baterainya terisi dengan baik dan sesuai petunjuk yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. M. Sgsp and Sulaiman, "Robot Pembersih Lantai Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno," pp. 72–81, 2020.
- [2] R. Pembersih, L. Dengan, K. Wireless, And M. Modul, "Robot Pembersih Lantai Dengan Kendali Wireless Menggunakan Modul Bluetooth Hc-06 Berbasis Arduino Mega Achmad Luqman N H, Drs. Panggih Basuki, M.Si," Pp. 2016–2017, 2017.
- [3] M. Raudiah, "Perancangan Keamanan Brangkas Berbasis Arduino dan Android," vol. 1, no. 2, pp. 246–250, 2020.
- [4] M. Isnaini, "Perancangan Sistem Kontrol Starter Generator Set Berbasis Plc (Studi Kasus Rumah Sakit Efarina Etaham Pangkalan Kerinci)," *Jurnal.Unefa.Ac.Id*, pp. 1–4, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.unefa.ac.id/index.php/jteknik/article/view/67%0Ahttps://jurnal.unefa.ac.id/index.php/jteknik/article/download/67/15>
- [5] Y. Yuliza and U. N. Kholifah, "Robot Pembersih Lantai Berbasis Arduino Uno Dengan Sensor Ultrasonik," *J. Teknol. Elektro*, vol. 6, no. 3, pp. 136–143, 2015, doi: 10.22441/jte.v6i3.800.
- [6] Z. A. Fernandes, "Perancangan Lift Mobil Untuk Parkir di Apartemen Berbasis Arduino Uno," vol. 3, no. 1, pp. 198–208, 2022.
- [7] T. N. Laila, A. S. Wibowo, I. M. Rodiana, S. Prodi, T. Elektro, and F. T. Elektro, "Penerapan Robot Pengepel Lantai Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik," *Teknika*, vol. 7, pp. 28–34, 2022.
- [8] I. Agus, C. Lubis, And H. Amri, "Rancang Bangun Robot Alat Pel Berbasis Nodemcu Esp8266 Menggunakan Android," No. November, Pp. 220–229, 2022.
- [9] M. D. Faraby, M. Akil, A. Fitriati, and I. Isminarti, "Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Berbasis Arduino," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 5, no. 1, p. 70, 2017, doi: 10.32487/jtt.v5i1.214.
- [10] R. N. Rohmah and N. Kaloka, "Pemanfaatan Smartphone berbasis Android sebagai Alat Pengontrol Pembersih Lantai," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 19, no. 2, pp. 81–85, 2019, doi: 10.23917/emit.v19i2.8558.
- [11] M. S. Yoski and R. Mukhaiyar, "Prototipe Robot Pembersih Lantai Berbasis Mikrokontroler dengan Sensor Ultrasonik," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 158–161, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.67.
- [12] N. M. S. Iswari, "Pembuatan Robot Sebagai Aplikasi Kecerdasan Buatan," *Makal. IF2091 Strukt. Disk.*, no. 13508077, 2009.
- [13] A. Wijaya, "Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Menggunakan Arduino Nano Dengan Sistem Pengendali Berbasis Android," *Pseudocode*, vol. 8, no. 2, pp. 98–107, 2021.
- [14] B. PRABOWO, "Robot Pembersih Lantai Otomatis Berbasis Arduino Uno Dengan Sensor Ultrasonic," [Http://Repository.Uncp.Ac.Id/](http://Repository.Uncp.Ac.Id/), vol. 4, no. 1, pp. 2–3, 2020.
- [15] P. P. P. Turahyo, and Zaini, "Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Berbasis Design of Microcontroller Floor Cleaning Robots With Smart Mobile Control," *Pros. Snitt Poltekba*, vol. 3, no. 0, 2018.

-
- [16] Z. Adeyanto, A. Izzuddin, and N. Hikmah, "Rancang Bangun Robot Vacuum Cleaner Dengan Menerapkan Propositional Logic Untuk Pengaturan Navigasi," *J. Mnemon.*, vol. 3, no. 2, pp. 15–20, 2020, doi: 10.36040/mnemonic.v3i2.2800.
- [17] T. A. Erika, "Sistem Keamanan Berlapis Pada Pintu Menggunakan RFID , Fingerprint dan Keypad dengan Output Suara Berbasis Internet Of Things ESP32," vol. 4, no. 1, pp. 226–234, 2023.
- [18] F. Kurniawan and A. Surahman, "Sistem Keamanan Pada Perlintasan Kereta Api Menggunakan Sensor Infrared Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 2, no. 1, p. 7, 2021, doi: 10.33365/jtst.v2i1.976.
- [19] P. Ramadani and R. Mukhaiyar, "Tingkat Cerdas Tunanetra Menggunakan Sensor Ultrasonik," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 416–424, 2022.
- [20] S. Sukarjadi, A. Arifiyanto, D. T. Setiawan, and M. Hatta, "Perancangan Dan Pembuatan Smart Trash Bin Di Universitas Maarif Hasyim Latif," *Tek. Eng. Sains J.*, vol. 1, no. 2, p. 101, 2017, doi: 10.51804/tesj.v1i2.123.101-110.