

Robot Vacuum Cleaner Otomatis Berbasis Arduino Uno dengan Sensor Proximity dan Ultrasonik

Gunady Haryanto¹, Rangga Aria Khaidir², Galib Amru³

¹Teknik Elektro, Universitas Pancasila, Jl. Lenteng Agung Raya No.56, RT.1/RW.3, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia, 12630

Correspondence: Ainil Syafitri (ainils76@gmail.com)

Received: 01 July 2025 – Revised: 30 July 2025 - Accepted: 30 Aug 2025 - Published: 30 Sept 2025

Abstrak.

Perkembangan teknologi di bidang robotika digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia. Salah satu bentuk implementasi pada perkembangan teknologi robotika yaitu pembuatan robot penyedot debu dengan sistem kendali pergerakan otomatis menggunakan sensor proximity, robot ini mendeteksi objek penghalang berdasarkan masukan dari sensor proximity dan ultrasonik. Pengendali mikro yang digunakan pada perancangan ini yaitu Arduino Uno tipe R3. Proses penyedotan kotoran kecil pada lantai ruangan dilakukan bersamaan pada saat robot melakukan pergerakan. Robot melakukan pergerakan dalam menyusuri lantai ruangan dengan dua rute arah gerak, yaitu merapat pada dinding penghalang dan seluruh area lantai ruangan. Berdasarkan hasil pengujian rute gerak robot merapat pada dinding, robot berjalan sesuai dengan arah yang telah ditentukan. Namun, pada rute gerak robot menyusuri seluruh ruangan, tidak sesuai dengan arah gerak yang diinginkan. Hal ini dikarenakan bentuk sekitar robot tidak pas dengan sudut pantul pembacaan sensor atau karena perhitungan gerak putar robot yang kurang tepat. Dari hasil penelitian ini sensor proximity mendeteksi halangan pada jarak 8 cm dan sensor ultrasonik menyesuaikan jarak dinding sebesar 5 cm. Kecepatan robot yang dihasilkan berdasarkan perhitungan dari nilai rpm pada roda robot sebesar 0,046 meter/detik. Kotoran kecil yang berhasil terhisap oleh robot yaitu potongan kertas, debu, dan potongan sterofoam. Kotoran lainnya seperti tepung terigu dan potongan plastik tidak dapat terhisap oleh robot karena daya hisap robot yang kurang besar.

Kata Kunci : *Arduino Uno, Penyedot Debu, Sensor Proximity, Sensor Ultrasonik,*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi robotika telah membawa banyak inovasi dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah robot vacuum cleaner. Robot ini dirancang untuk memudahkan pembersihan lantai secara otomatis tanpa campur tangan manusia secara signifikan (Jones, (2020)). Penggunaan mikrokontroler seperti Arduino Uno menjadi pilihan populer dalam pengembangan robot ini karena kemudahan pemrograman dan biaya yang terjangkau (Smith, (2021)). Selain itu, integrasi sensor proximity dan ultrasonik memungkinkan robot untuk mendeteksi hambatan dan menyesuaikan gerakannya secara dinamis (Zhang, (2019)).

Robot vacuum cleaner berbasis Arduino Uno memanfaatkan kombinasi sensor E18-D80NK dan HC-SR04 untuk meningkatkan akurasi deteksi objek (Chen, (2022)). Sensor E18-D80NK efektif dalam mendeteksi objek pada jarak dekat (1-8 cm), sedangkan sensor ultrasonik HC-SR04 berguna untuk mengukur jarak yang lebih jauh dengan akurasi tinggi (Wang, (2021)). Kombinasi ini memungkinkan robot untuk bergerak secara efisien di ruangan yang kompleks (Kumar, (2020)). Namun, tantangan utama dalam pengembangan robot ini adalah optimasi algoritma navigasi untuk menghindari tabrakan dan meningkatkan cakupan area pembersihan (Garcia, (2023)).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa robot vacuum cleaner masih memiliki keterbatasan dalam hal navigasi, terutama pada area dengan banyak penghalang (Li, (2022)). Selain itu, kecepatan gerak robot sering kali menjadi trade-off antara efisiensi pembersihan dan stabilitas sistem (Park, (2021)). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan robot vacuum cleaner berbasis Arduino Uno dengan algoritma navigasi yang lebih baik dan akurasi sensor yang lebih tinggi.

Dengan memanfaatkan sensor proximity dan ultrasonik, diharapkan robot dapat bekerja lebih efektif dalam berbagai kondisi lingkungan (Taylor, (2022)). Selain itu, penelitian ini juga akan menganalisis performa robot dalam hal kecepatan, akurasi sensor, dan kemampuan penyedotan debu. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan robot vacuum cleaner yang lebih canggih di masa depan.

MASALAH

Di era modern yang ditandai oleh pesatnya perkembangan teknologi, masyarakat semakin menginginkan efisiensi dalam menjalankan aktivitas rumah tangga sehari-hari. Salah satu kebutuhan nyata yang muncul adalah alat bantu pembersih rumah yang mampu

bekerja secara otomatis tanpa pengawasan langsung dari manusia. Banyak ibu rumah tangga atau penghuni rumah memiliki keterbatasan waktu untuk membersihkan lantai secara rutin, dan meskipun alat penyedot debu sudah tersedia, alat tersebut masih membutuhkan tenaga dan pengoperasian manual.

Masalah faktual yang dihadapi masyarakat saat ini adalah keterbatasan sistem pembersih otomatis yang efisien dan efektif untuk digunakan di lingkungan rumah. Alat yang tersedia di pasaran seringkali memiliki harga yang tinggi, daya serap kotoran yang terbatas, atau keterbatasan dalam mengenali dan menghindari hambatan di dalam ruangan. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan akan inovasi teknologi berupa robot penyedot debu otomatis yang mampu mendeteksi hambatan, bergerak secara cerdas, dan membersihkan kotoran kecil dengan daya serap yang optimal.

Dari sisi saintifik, permasalahan utama dalam pengembangan robot vacuum cleaner ini adalah bagaimana merancang sistem kendali otomatis yang mampu bekerja secara presisi dalam menentukan arah gerak berdasarkan masukan sensor. Tantangan teknis juga muncul dalam menyusun algoritma navigasi yang efektif saat robot bergerak dalam ruangan penuh hambatan. Selain itu, keterbatasan daya hisap robot serta keakuratan sensor proximity dan sensor ultrasonik dalam mendeteksi jarak dan penghalang turut menjadi aspek penting yang perlu dipecahkan dalam penelitian ini.

Masalah-masalah ini menjadi dasar perumusan target kegiatan, yaitu merancang dan mengembangkan robot vacuum cleaner dengan sistem kendali otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno serta sensor proximity dan ultrasonik yang mampu menyusuri area ruangan secara mandiri dan membersihkan kotoran kecil secara efisien. Perumusan solusi dari masalah ini tidak hanya bertujuan menjawab kebutuhan praktis masyarakat, namun juga berkontribusi pada pengembangan ilmu dalam bidang robotika dan sistem kendali otomatis.

METODE PELAKSANAAN

Perancangan Mekanik

Robot *vacuum cleaner* pada perancangan ini berbentuk lingkaran dengan diameter sebesar 30 cm. Tinggi robot diukur dari roda pada robot adalah sebesar 12 cm. Bahan mekanik yang digunakan untuk membuat perancangan robot penyedot debu ini terbuat dari akrilik yang dipotong dalam bentuk lingkaran yang dipakai sebagai bodi robot. Memiliki tiga roda dengan posisi 2 roda di samping sebagai penggerak, 1 roda fleksibel sebagai penyeimbang dan penunjang bodi robot. Bodi robot memiliki satu lapisan dimana di bagian

tengah robot akan dipasangkan kipas dan tempat penampungan debu yang telah terhisap, lalu dibagian sisi depan robot akan ditempatkan sensor jarak E18-D80NK, lalu pada sisi kanan, dan kiri bodi robot tersebut akan ditempatkan sensor ultrasonik HC-SR04. Dalam perancangan perangkat keras ini, akan dirancang beberapa rangkaian elektronik yang antara lain adalah rangkaian baterai, dan rangkaian pengendali motor.

- Pada bagian bawah sisi depan robot terdapat 2 buah sapu yang dapat berputar ke arah dalam untuk menyapu kotoran seperti debu atau pun sampah kecil lainnya yang kemudian akan dihisap oleh kipas penghisap dan ditampung dalam sebuah wadah. Sapu ini digerakkan menggunakan motor DC N20.
- Pada bagian tengah robot, terdapat rangkaian baterai dan rangkaian pengendali mikro. Dan juga tempat penampungan debu atau kotoran-kotoran kecil yang telah terhisap.
- Agar robot tidak menabrak dinding atau penghalang saat melakukan pergerakan, digunakan sensor jarak dan sensor ultrasonik yang diletakkan di sisi depan, samping kanan, dan samping kiri robot.



Gambar 1. Tampak bagian bawah robot



Gambar 2. Tampak bagian sisi kiri robot

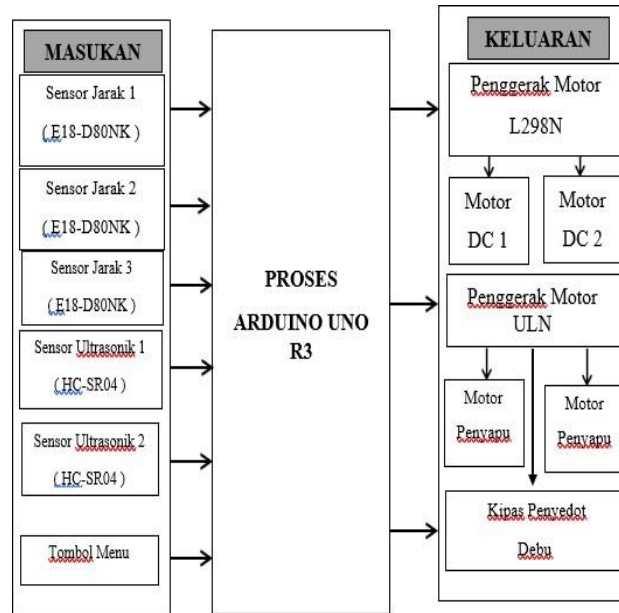
2. Cara Kerja Alat

Robot *vacuum cleaner* ini secara umum terdiri dari beberapa perangkat dasar seperti pengendali mikro Arduino Uno R3, sensor jarak E18-D80NK, motor DC N20, dan juga baterai sebagai sumber tegangan. Alat ini dirancang untuk melakukan pergerakan secara otomatis mengelilingi lantai bagian dalam rumah untuk membersihkan partikel-partikel kecil seperti debu, potongan kertas, rambut, atau pun kotoran lainnya yang menempel di lantai ruangan. Prinsip kerja dari robot ini adalah saat melakukan pergerakan mengelilingi lantai ruangan, kipas penghisap akan terus bekerja dan menghisap semua partikel kecil yang

dilalui oleh robot. Ada 2 menu pilihan yang tersedia pada robot ini, menu yang pertama yaitu menu *side area* dan *all area*. Pada menu yang pertama, robot akan berjalan menyusuri pinggir dinding ruangan. Jarak antara badan robot dengan dinding yaitu tidak lebih dari 3cm. Penyesuaian antara jarak dinding dengan robot dilakukan pendeteksian jarak yang dilakukan oleh sensor ultrasonik HC-SR04. Lalu, pada saat terdapat objek penghalang di depan robot, maka sensor jarak E18-D80NK akan mendeteksi adanya penghalang tersebut, maka Arduino akan memberikan perintah kepada penggerak motor L298N untuk menggerakkan motor berbelok ke kiri jika tidak terdapat penghalang di sisi kiri robot yang diketahui oleh sensor jarak bagian kiri. Sebaliknya, jika terdapat penghalang di sisi bagian kiri robot, maka sensor jarak akan mendeteksi objek penghalang tersebut, maka Arduino akan memberikan perintah kepada penggerak motor untuk menggerakkan motor berbelok ke kanan. Robot akan berbelok sebesar 90° baik ke kanan maupun ke kiri. Lalu, setelah robot telah selesai menyusuri bagian pinggir area ruangan, tekan tombol menu yang kedua, maka robot akan melakukan pergerakan menyusuri seluruh lantai ruangan. Pada proses ini, robot akan berjalan lurus sampai terdapat objek penghalang di depan robot. Setelah sensor jarak E18-D80NK mendeteksi adanya penghalang yang pertama, maka Arduino akan memberikan perintah kepada penggerak motor L298N untuk menggerakkan motor berbelok ke kiri sebesar 180° dan begeser sebesar badan robot yaitu 30 cm. Setelah itu robot akan kembali berjalan lurus sampai sensor jarak kembali mendeteksi

3. Diagram Blok Sistem

Berdasarkan tujuan dari penulisan tugas akhir ini, maka dibuatlah perancangan sistem kendali otomatis pada robot *vacuum cleaner*. Adapun diagram blok dari alat tersebut dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini dimana. Blok diagram menggambarkan sistem Robot Vacuum Cleaner dengan menggunakan Arduino Uno. Pada blok diagram dapat dilihat bahwa komponen utama terbagi dalam tiga bagian: MASUKAN (Input), PROSES (Processing), dan KELUARAN (Output).



Gambar 3. Diagram Blok Sistem Kendali Robot Vacuum Cleaner
Masing-masing bagian pada blok diagram berfungsi i sebagai:

MASUKAN (Input)

Bagian ini terdiri dari sensor-sensor dan modul input yang memberikan data ke Arduino Uno:

- Sensor Jarak 1, 2, 3
 - untuk mendeteksi objek pada jarak dekat (1–8 cm).
 - Fungsi: Mendeteksi penghalang di depan robot untuk menghindari tabrakan.
- Sensor Ultrasonik 1 & 2
 - untuk mengukur jarak menengah (2–400 cm).
 - Fungsi: Membantu navigasi dengan mempertahankan jarak optimal dari dinding (misalnya 5 cm).
- Tombol Manual:
 - untuk mengontrol mode operasi robot (misalnya: mulai/berhenti).

2. PROSES (Processing)

Bagian inti sistem yang diproses oleh Arduino Uno R3:

- Arduino menerima sinyal dari sensor (input), kemudian menjalankan algoritma untuk:
 - Menghindari penghalang (*collision avoidance*).
 - Mengatur pola gerak (mode *all area*, zig-zag, atau manual).
 - Mengontrol kecepatan motor dan daya penyedot.

3. KELUARAN (Output)

Bagian ini mencakup aktuator dan modul yang dikendalikan oleh Arduino:

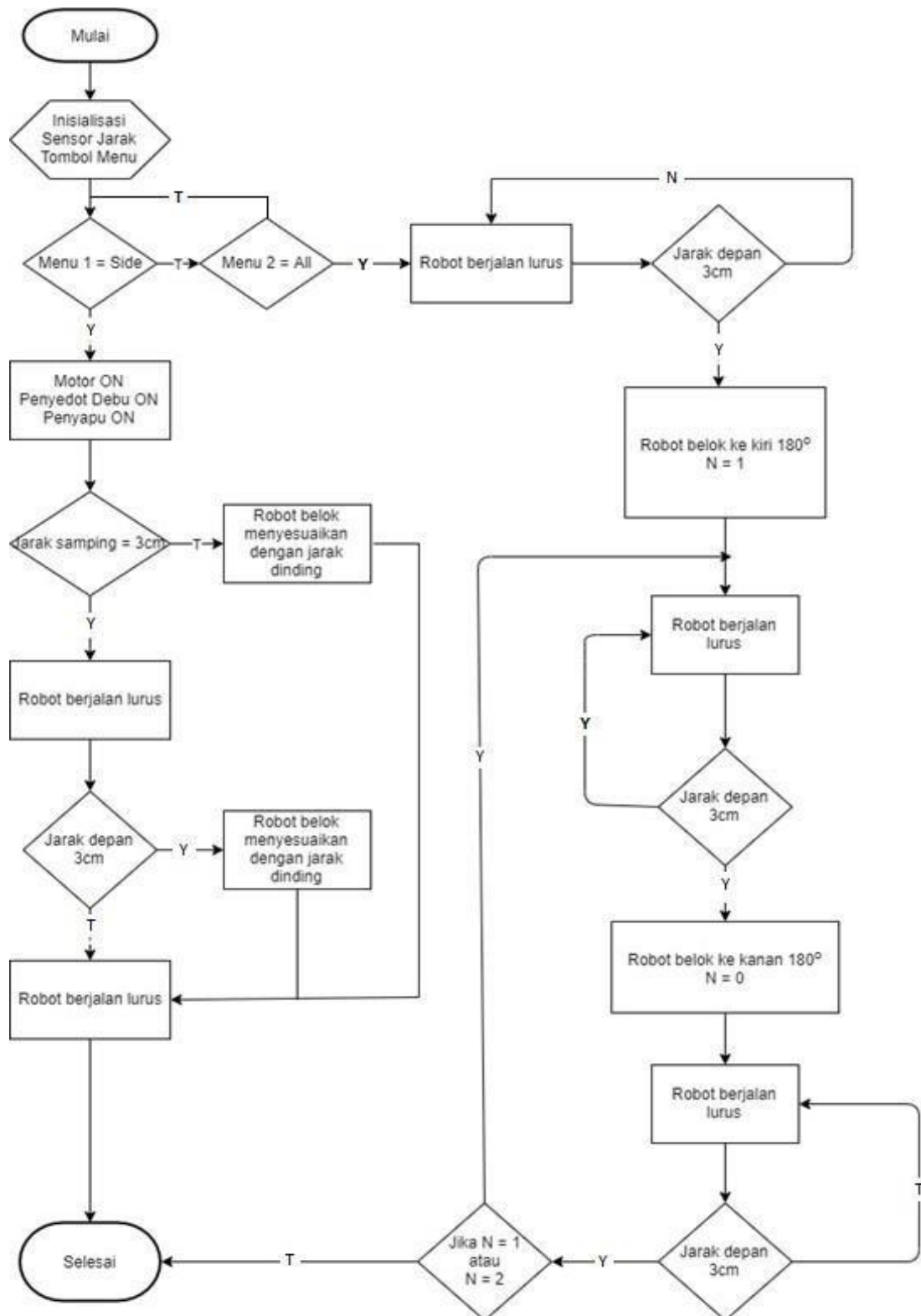
- Driver Motor L298N
 - Mengendalikan Motor DC 1 & 2 sebagai penggerak roda.
 - Fungsi: Mengatur arah dan kecepatan robot berdasarkan perintah Arduino.
- Driver Motor ULN
 - mengendalikan motor vacuum atau aktuator tambahan (misalnya: sikat pembersih).
- Motor DC 1 & 2:
 - Motor utama untuk menggerakkan roda robot.
- Kipas Penyedot
 - menyedot debu dan kotoran (terhubung ke motor vacuum).

5. Diagram Alir Perancangan

Blok diagram yang terlihat pada gambar 9 menggambarkan alur operasional Robot Vacuum Cleaner berbasis Arduino, mulai dari inialisasi hingga eksekusi pembersihan.

Berikut penjelasan detail tiap tahap:

1. Inialisasi Sistem
2. Pemilihan Mode Pembersihan
3. Eksekusi Pembersihan
 - A. Aktivasi Motor dan Sensor
 - B. Deteksi dan Navigasi
 - C. Loop Navigasi



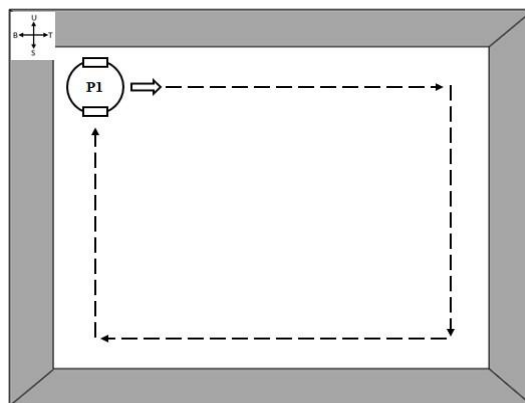
Gambar 9. Diagram alir perancangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

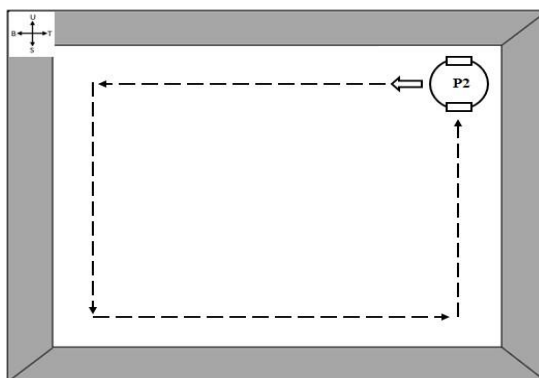
Untuk mengetahui tingkat keberhasilan dan kehandalan sistem kendali robot yang digunakan, maka dilakukan pengujian terhadap pergerakan robot. Pengujian arah gerak robot dilakukan pada bidang seluas 1 m² dengan panjang sebesar 100 cm dan lebar sebesar 100 cm dan tinggi 20 cm. Dalam hal ini, robot akan ditempatkan pada 5 posisi yang berbeda, lalu akan dilihat rute yang akan dilalui oleh robot dari masing-masing posisi. Lalu kemudian akan dilihat apakah rute pergerakan robot menyusuri area ruangan sama dengan rute area yang dirancang pada bab 3. Pengujian akan dilakukan pada 2 menu sistem pergerakan pada robot penyedot debu, yaitu menu *side area* dan *all area*.

Pergerakan Robot Pada Menu Side Area

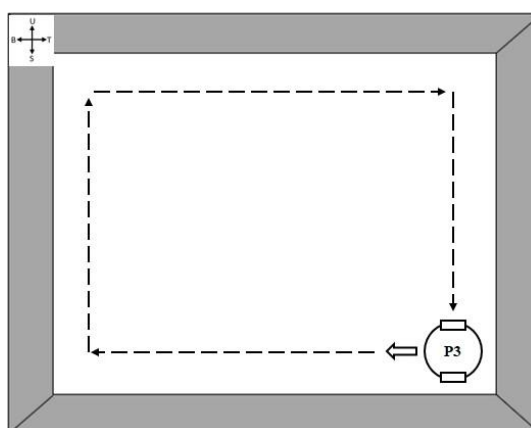
Saat pengujian pergerakan robot pada menu *side area*, pergerakan robot berjalan dengan lancar dan tanpa hambatan. Pergerakan robot pada setiap posisi yang ditentukan sesuai dengan pergerakan yang dilalui oleh robot saat dilakukan pengujian. Dalam hal ini, penentuan arah gerak robot ditentukan oleh sensor *proximity* E18- D80NK sebagai pendeteksi adanya objek di depan robot dan sensor ultrasonik HC- SR04 untuk menyesuaikan jarak samping robot dengan dinding. Berikut adalah gambar arah pergerakan robot saat dilakukan pengujian dengan posisi yang telah ditentukan.



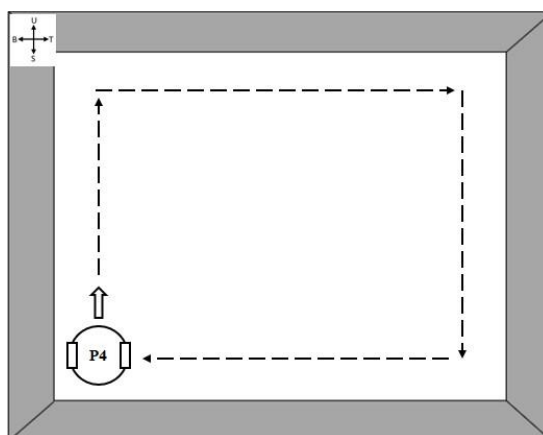
Gambar 11. Penempatan Posisi 1 Pada Pengujian Arah Pergerakan Robot



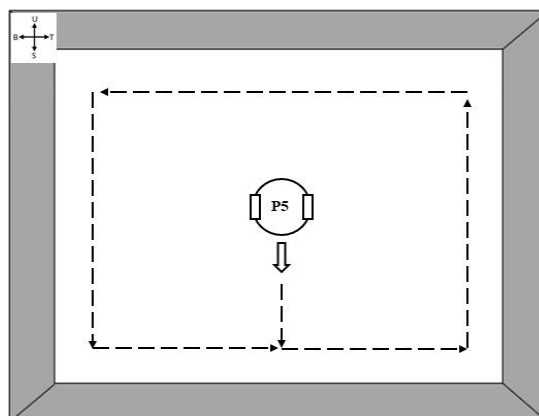
Gambar 12. Penempatan Posisi 2 Pada Pengujian Arah Pergerakan Robot



Gambar 13. Penempatan Posisi 3 Pada Pengujian Arah Pergerakan Robot



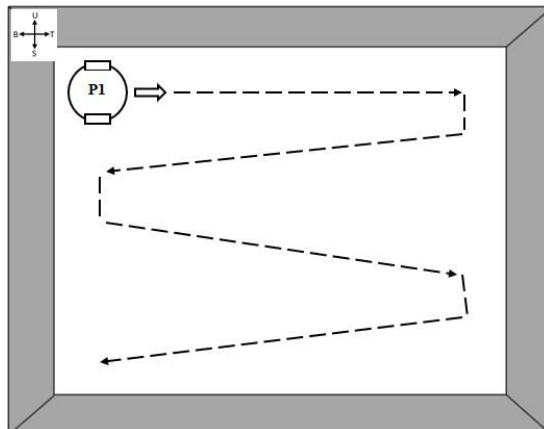
Gambar 14. Penempatan Posisi 4 Pada Pengujian Arah Pergerakan Robot



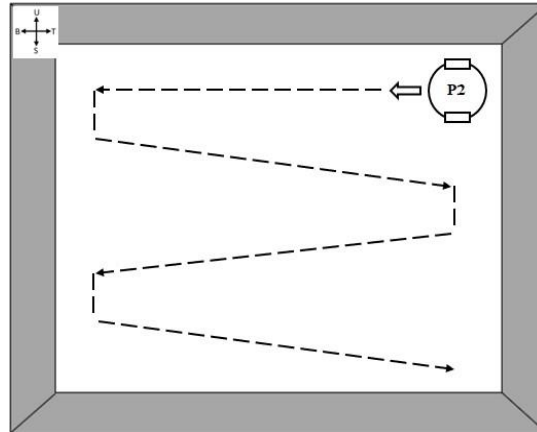
Gambar 15. Penempatan Posisi 5 Pada Pengujian Arah Pergerakan Robot

Pergerakan Robot pada Menu All Area

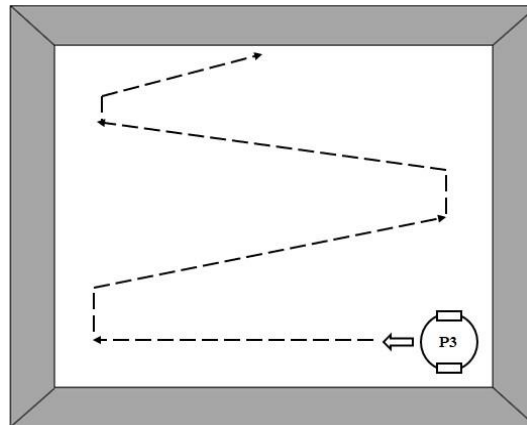
Saat pengujian pergerakan robot pada menu *all area*, pergerakan robot tidak sesuai dengan rute yang ditentukan pada perancangan sebelumnya. Hal ini dapat dikarenakan oleh bentuk media yang berada disekitar robot tidak pas dengan sudut pantul dari sensor *proximity* dan sensor ultra sonik ataupun juga dikarenakan perhitungan gerak putar robot yang kurang tepat. Penentuan arah pergerakan robot sangat dipengaruhi oleh masukan dari kedua sensor tersebut. Berikut adalah gambar arah pergerakan robot saat dilakukan pengujian dengan posisi yang telah ditentukan.



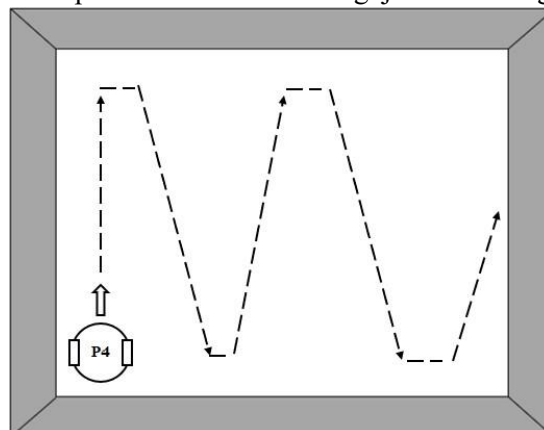
Gambar 16. Penempatan Posisi Robot Pada Arah Pergerakan Robot



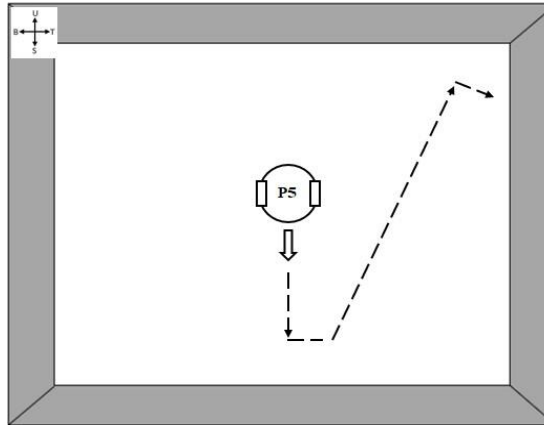
Gambar 17. Penempatan Posisi 2 Pada Pengujian Arah Pergerakan Robot



Gambar 18. Penempatan Posisi 3 Pada Pengujian Arah Pergerakan Robot



Gambar 19. Penempatan Posisi 4 Pada Pengujian Arah Pergerakan Robot



Gambar 20. Penempatan Posisi 5 Pada Pengujian Arah Pergerakan Robot

KESIMPULAN

Pada perancangan tugas akhir ini, di dapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya, antara lain sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil percobaan rute pergerakan robot penyedot debu sudah berjalan cukup baik, namun masih terdapat metode pergerakan yang masih belum sempurna yaitu pergerakan pada menu *all area*. Hal ini disebabkan karena algoritma pemrograman pada sistem pergerakan robot yang kurang tepat dan juga karena pembacaan sensor jarak terhadap media objek penghalang sekitar robot yang kurang tepat.
2. Robot dapat mendeteksi objek penghalang yang berada disekitar robot sehingga dapat melakukan pergerakan dengan lancar. Sensor jarak E18-D80NK dapat mendeteksi objek penghalang pada jarak 1-8 cm, selebihnya sensor jarak tidak mendeteksi adanya objek penghalang. Sensor ultrasonik HC-SR04 menyesuaikan jarak dinding dengan robot pada jarak 5cm. Persentase akurasi dari pembacaan sensor ultrasonik kanan mencapai 95,85% dengan nilai error sebesar 4,15% dan persentase akurasi dari pembacaan sensor ultrasonik kiri mencapai 97,62% dengan nilai error sebesar 2,38%.
3. Kecepatan robot yang didapatkan dari hasil perhitungan pada motor DC roda dan yang dilakukan yaitu pada roda utama robot sebesar 0,046 meter/detik.
4. Pada saat melakukan pergerakan, robot ini dapat melakukan penyedotan kotoran kecil seperti debu, potongan kertas kecil, dan potongan sterofoam yang ada di lantai. Tetapi, robot tidak dapat menyedot kotoran besar seperti kertas tepung terigu, dan plastik.
5. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan dalam pembuatan algoritma navigasi yang belum optimal, ketepatan dalam menghindari objek kecil atau transparan. Kecepatan motor DC terbatas yang mempengaruhi waktu pembersihan. Sehingga sangat disarankan untuk penelitian selanjutnya dengan mengembangkan algoritma navigasi berbasis machine learning untuk meningkatkan adaptasi di lingkungan dinamis, merubah spesifikasi motor dengan torsi lebih tinggi, sistem penyedotan yang lebih kuat penggunaan spesifikasi sensor yang lebih tinggi (LIDAR) atau kamera untuk pemetaan ruangan yang lebih akurat dan untuk menambah cakupan area yang lebih luas dengan penggunaan sistem multi-robot.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada semua pihak yang terlibat dalam pembuatan naskah ini dan pihak masyarakat. Ucapan terima kasih dapat pula ditujukan kepada penyedia dana atau sponsor.

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, Y., Wu, X., & Zhang, L. ((2022)). Optimization of obstacle detection systems in low-cost cleaning robots. *Journal of Robotics Engineering*, 15(3), 45-60.
- Garcia, E., Martinez, F., & Lopez, R. ((2023)). Advanced navigation algorithms for domestic cleaning robots in cluttered environments. *Robotics and Autonomous Systems*, 158, 103-115.
- Jones, P., Brown, A., & Taylor, K. . ((2020)). The evolution of autonomous vacuum cleaners: A decade review. *International Journal of Home Robotics*, 8(2), 78-92.
- Kumar, S., & Patel, D. ((2020)). Multi-sensor fusion techniques for small-scale mobile robots. *IEEE Sensors Journal*, 20(12), 6789-6801.
- Li, K., Wang, H., & Chen, G.. . ((2022)). Error analysis and calibration methods for ultrasonic sensors in robotic applications. *Sensors and Actuators A: Physical*, 333, 113-125.
- Park, J., & Kim, S. ((2021).). Trade-offs between speed and stability in autonomous cleaning robots. *Applied Robotics*, 9(1), 22-35.
- Smith, B., & Lee, C.. . ((2021)). Cost-effective microcontroller solutions for educational robotics. *IEEE Access*, 9, 12345-12356.
- Taylor, R., Adams, M., & White, P. ((2022).). Environmental adaptability in sensor-based cleaning robots. *Journal of Intelligent Systems*, 31(4), 567-580.
- Wang, H., Zhang, Q., & Liu, Y. ((2021)). Performance comparison of infrared and ultrasonic sensors for short-range detection. *Measurement Science and Technology*, 32(5), 055-107.
- Zhang, D., Yang, L., & Zhou, W. ((2019).). Dynamic obstacle avoidance using hybrid sensor arrays in mobile robots. *Autonomous Robots*, 43(8), 2049-2063.