

Perancangan Robot Obstacle dengan Kontrol Manual Menggunakan Smartphone Sebagai Media Pembelajaran di Universitas Mahkota Tricom Unggul

Budi Hasian Daulay¹, Hamjah Arahman², M. Fakhruhirzi³, Sutrisno A. Pasaribu⁴

^{1,2,3,4} Teknologi Informasi, Universitas Mahkota Tricom Unggul

Email: ¹budi.hsn.daulay@gmail.com, ²amjaharrahman@gmail.com, ³mfakhruhirzi95@gmail.com,

⁴sutrisnopasaribu@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: amjaharrahman@gmail.com

Article History:

Received Dec 18th, 2024

Revised Jan 06th, 2025

Accepted Jan 21th, 2025

Abstrak

Kemampuan menghindari rintangan dapat diberikan kepada robot dengan berbagai cara, termasuk menggunakan sensor yang dapat mengukur jarak seperti sensor ultrasonik. Robot kendali jarak jauh didefinisikan sebagai robot yang dikendalikan oleh sarana yang tidak membatasi gerakannya dengan sumber eksternal ke perangkat.[4] Pemanfaatan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi halangan dapat dilakukan dengan mendeteksi ada tidaknya pantulan gema ultrasonik akibat dari media pantul yang ada dihadapan sensor, Titik kemiringan pada pergelangan tangan menjadi perhatian utama karena suatu titik tertentu dalam pergerakan robot lengan mengalami kemiringan.[1] Dalam melakukan gerakannya, robot dirancang dapat menerima perintah dari pengontrol. Sebagai medianya digunakan sebuah modul Bluetooth yang dapat berkomunikasi dengan smartphone sebagai pemberi perintah, dalam perkembangannya robot adalah mesin yang bekerja secara mekanis dan dikendalikan oleh komputer. Perkembangan teknologi robot sudah berkembang mulai dari dunia hiburan hingga sebagai sarana edukasi. Pendidikan yang berkualitas salah satunya ditentukan dengan penggunaan teknologi terkini (up to date).[2] Berdasarkan. Sebuah aplikasi yang dapat menerjemahkan perintah untuk berbelok, maju, dan mundur digunakan pada smartphone. Apabila sensor mendeteksi adanya penghalang dihadapannya, maka robot akan mencari solusi dengan cara membandingkan jarak di kiri dan di kanan robot. Salah satu sistem yang sangat berpengaruh pada robot otonomyaitu sistem positioning robot. Dengan robot dapat mengetahui posisi keberadaannya sekarang, maka akan memudahkan langkah pergerakan robot selanjutnya.[3] Hasil percobaan menunjukkan bahwa robot dapat bekerja sesuai dengan apa yang diharapkan. Untuk hasil penelitian akan diteruskan sebagai media pembelajaran yang baik kepada mahasiswa yang ingin mendalami lebih jauh tentang robotika dan sistem kendali ataupun yang hanya ingin belajar robotika.

Kata Kunci : Robot, Pendeteksi, Ultrasonic, Mikrokontroller

Abstract

Obstacle avoidance capabilities can be given to robots in various ways, including using sensors that can measure distance such as ultrasonic sensors. Remote control robots are defined as robots that are controlled by means that do not limit their movement with external sources to the device. [4] The use of ultrasonic sensors as obstacle detectors can be done by detecting the presence or absence of ultrasonic echo reflections due to the reflective media in front of the sensor. The tilt point on the wrist is the main concern because a certain point in the movement of the robot arm experiences a tilt. [1] In carrying out its movements, the robot is designed to be able to receive commands from the controller. As a medium, a Bluetooth module is used that can communicate with a smartphone as a command giver, in its development the robot is a machine that works mechanically and is controlled by a computer. The development of robot technology has developed from the world of entertainment to as a means of education. Quality education is determined by the use of the latest technology (up to date). [2] Based on. An application that can translate commands to turn, move forward, and backward is used on a smartphone. If the sensor detects an obstacle in front of it, the robot will find a solution by comparing the distance to the left and right of the robot. One of the systems that has a great influence on autonomous robots is the robot positioning system. With the robot being able to know its current

position, it will make it easier for the robot to move further. [3] The results of the experiment show that the robot can work as expected. The research results will be forwarded as a good learning medium for students who want to learn more about robotics and control systems or who just want to learn robotics.

Keywords: Robot, Detector, Ultrasonic, Microcontroller

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi saat ini mendorong setiap orang untuk meningkatkan kemampuannya dalam bidang otomatisasi yang saat ini menjadi *trend* dalam kehidupan termasuk juga didalam robotika. Negara-negara maju seperti Jepang, China, Amerika, bahkan malaysia berlomba-lomba menciptakan robot canggih dengan fitur-fitur khusus. Selain itu definisi dari Internet Of Things adalah segala kegiatan pelakunya saling berinteraksi dengan memanfaatkan internet, serta memungkinkan untuk menghubungkan peralatan, mesin atau benda fisik dengan jaringan sensor dan aktuator untuk mengelola data serta menghasilkan informasi baru yang diperoleh secara independen.[5]

Apakah didalam industri, dunia pendidikan, bahkan dunia hobi sekalipun. Sistem pengendali atau kontroler merupakan bagian utama atau otak dalam sebuah sistem robotika. Kontroler berfungsi untuk menyimpan dan menjalankan program atau perintah, menerima dan mengolah setiap informasi yang berasal dari input sensor, serta mengirim informasi untuk mengendalikan output pada aktuator, indikator ataupun audio dan citra.[6] Produksi robot dengan fungsi khusus sangat erat kaitannya dengan kebutuhan dunia industri modern, sehingga memerlukan adanya suatu alat yang berkemampuan tinggi untuk membantu menyelesaikan pekerjaan manusia atau menyelesaikan tugas-tugas yang tidak dapat dilakukan oleh manusia. Teknologi yang canggih telah menggantikan peralatan-peralatan manual yang membutuhkan banyak tenaga manusia untuk dioperasikan, salah satunya yaitu penggunaan robot. Perkembangan teknologi robotika telah membuat kualitas kehidupan manusia semakin tinggi. Tingginya angka pengaplikasian di seluruh dunia menjadikan studi dan pengembangan robot menjadi salah satu perhatian penting bagi para peneliti ilmiah pada saat ini. Salah satu jenis robot yang menarik perhatian banyak peneliti adalah mobile robot.[7]

Di Indonesia telah sering diselenggarakan kompetisi robot yang dinamakan Kompetisi Robot Cerdas Indonesia (KRCI) untuk robot otomatis, serta Kompetisi Robot Indonesia (KRI) untuk robot manual dan otomatis. Berbagai jenis robot diikutsertakan dalam kompetisi dengan tujuan dan kegunaan berbeda serta desain dan bentuk yang berbeda. Bagi KRCI, prioritas diberikan pada robot-robot yang dirancang secara cerdas, sering disebut robot pemadam kebakaran, untuk keperluan seperti mencari asal mula api di ruangan yang tidak diketahui apakah berada diruangan pertama atau kedua, dan kemudian memadamkannya. Selanjutnya mencari korban kebakaran dan memberikan informasi kepada pos korban kebakaran pada suatu ruangan tersebut, setelah misi selesai maka robot harus kembali ke pos awalnya. Dalam menyelesaikan misinya, robot tidak boleh melakukan kesalahan.) Android merupakan sistem operasi untuk telepon seluler yang berbasis Linux. Android menyediakan platform yang terbuka untuk para pengembang atau Developer untuk membuat aplikasi mereka sendiri agar dapat digunakan bermacam peranti bergerak. Android.[8]

Robot penghindar rintangan dapat difungsikan untuk berbagai tujuan, termasuk navigasi, spionase/pengintaian, dan robot ini juga dapat digunakan sebagai penjelajah area yang sulit untuk dijangkau oleh manusia. Mobile robot ini dilengkapi dengan pengontrol manual untuk memenuhi fungsinya dalam bergerak ke segala arah.

Robot mobile penghindar rintangan ini dirancang dengan menggunakan kontroler *Arduino Nano* yang memiliki bentuk yang cukup kecil dan ringkas. Spesifikasi robot penghindar rintangan yang dirancang adalah sebagai berikut :

- Robot penghindar rintangan dapat mendeteksi halangan atau rintangan yang ada didepan, samping kanan, dan samping kiri saja.
- Robot dapat bergerak maju, mundur, berbelok ke kiri dan kekanan dengan menggunakan 2 buah aktuator yang berbentuk roda.
- Robot mempunyai kecerdasan untuk dapat memilih jalan mana yang harus ditempuh ketika ada halangan didepan dengan cara membandingkan jarak halangan yang ada di kiri dan di kanan.
- Robot mempunyai sumber daya yang cukup untuk dapat menjalankan fungsi dengan dibekali baterai yang cukup.

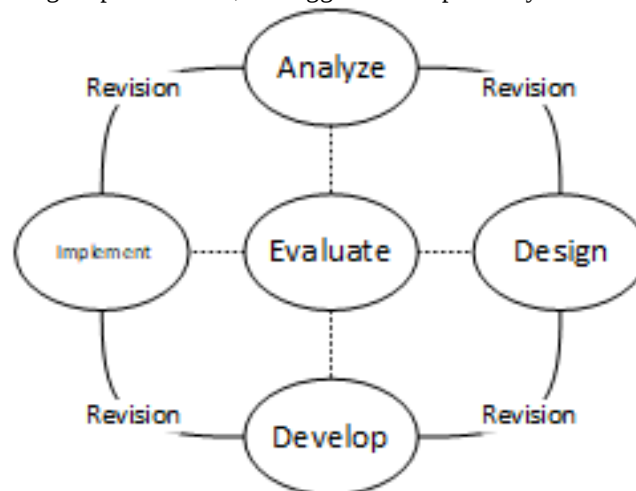
Robot penghindar rintangan mempunyai sistem yang dapat mendeteksi benda atau rintangan disekitarnya dan menghindari benda atau rintangan tersebut. robot penghindar rintangan merupakan robot bergerak dengan roda sebagai motor utamanya. Mobile robot adalah robot yang mampu bergerak atau bergerak dengan menggunakan roda atau kaki buatan. Dari hasil penelitiannya penggunaan aplikasi pada android menggunakan koneksi bluetooth dapat mengendalikan gerak mini- blimp, dari pengendalian tersebut motor dc dan motor servo yang digunakan bekerja sesuai user, tingkat keberhasilan pergerakan saat terbang mengudara sebesar 60% dan laju mini-blimp.[9]

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Jenis penelitian yang diambil adalah penelitian pengembangan yang mengacu pada metode R&D. Proses pengembangan bahan pembelajaran menerapkan metode ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation*) Metode pengembangan ADDIE merupakan konsep pengembangan produk pembelajaran berbasis kinerja, Robot harus dapat bergerak secara lurus dengan kecepatan konstan dan juga dapat bermanuver dengan tepat. Robot juga harus dapat mendeteksi halangan di sekitarnya untuk melakukan pengereman otomatis agar tidak menabrak. [10] Peranan ilmu robotika dalam pengaplikasiannya ke mobile

robot haruslah dapat menghindari sebuah halangan (avoider), karena ini adalah kemampuan minimal yang harus dimiliki oleh sebuah mobile robot. Kemampuan dalam menghindari halangan pada mobile robot membuat robot dapat menyusuri lintasan maupun lorong tanpa menabrak, sehingga robot dapat menyelesaikan tugasnya dengan baik. [11]



Gambar 1. Langkah Pengembangan ADDIE
(Robert Maribe Branch)

2.2 Metode Pengumpulan Data

a. Studi Pustaka

Mempelajari konsep-konsep dan teori-teori literature dari internet, jurnal, maupun buku-buku yang berhubungan dengan perancangan dan sistem robot *obstacle*, bagaimana sistem pengontrolannya dan komponen-komponen elektronika apa saja yang dapat digunakan pada perancangan robot *obstacle*.

b. Wawancara

Mendapatkan data yang berhubungan dengan perancangan robot *obstacle*, mencari tahu sistem apa yang paling relevan untuk diterapkan pada robot *obstacle* dengan cara memperhatikan kebiasaan banyak orang dalam menggunakan *gadget*.

2.3 Prosedur

1. Analyze (Analisa)

Tahap analisis berupa pra-perencanaan, khususnya ide awal produk yang akan dikembangkan dan identifikasi produk yang sesuai dengan tujuan, sasaran pembelajaran, isi/materi, pembelajaran mahasiswa yang sesuai, dan lingkungan belajar, strategi penyampaian. Observasi dan wawancara dilakukan untuk mengumpulkan data kebutuhan media pembelajaran pada mata kuliah teknik sistem robot di universitas mahkota tricom unggul.

2. Design (desain)

Pada tahap desain, pengembang memeriksa materi pembelajaran dan metode pengujian yang sesuai, langkah-langkah yang dilakukan dalam merancang bahan pembelajaran adalah sebagai berikut : (1) Menyusun persyaratan untuk membuat bahan pembelajaran. (2) Mengembangkan desain media pembelajaran yang sesuai dan memenuhi tujuan pembelajaran. (3) Membuat sketsa perancangan.

3. Develop (Mengembangkan)

Pada tahap pengembangan, produk (perangkat keras dan modul) mulai diproduksi berdasarkan desain yang dibuat pada tahap sebelumnya. Membuat materi pembelajaran yang mencakup kompetensi inti pengendalian sistem robotika, meliputi perencanaan desain modul dan visualisasi perangkat keras. Perencanaan modul pembelajaran berisi materi pengendalian sistem robot disesuaikan dengan topik keterampilan dasar mata kuliah teknik sistem robot pada

Universitas Mahkota Tricom Unggul. Pengujian fungsional diuji pada tahap pengembangan untuk mengetahui apakah media pembelajaran berfungsi dengan baik atau tidak.

4. Implement (Implementasi)

Tahap implementasi merupakan tahap penerapan produk yang dibuat pada lingkungan nyata atau pembelajaran. Pada tahap ini kelengkapan materi pembelajaran diukur dari aspek penilaian yang meliputi aspek fisik, teknis, dan kesiapan dari materi pembelajaran. Uji kelayakan mengharuskan mahasiswa untuk mengevaluasi kelayakan produk pada mata kuliah pembelajaran teknik sistem robotika dengan mata kuliah Pengendalian Sistem Robot di Universitas Mahkota Tricom Unggul.

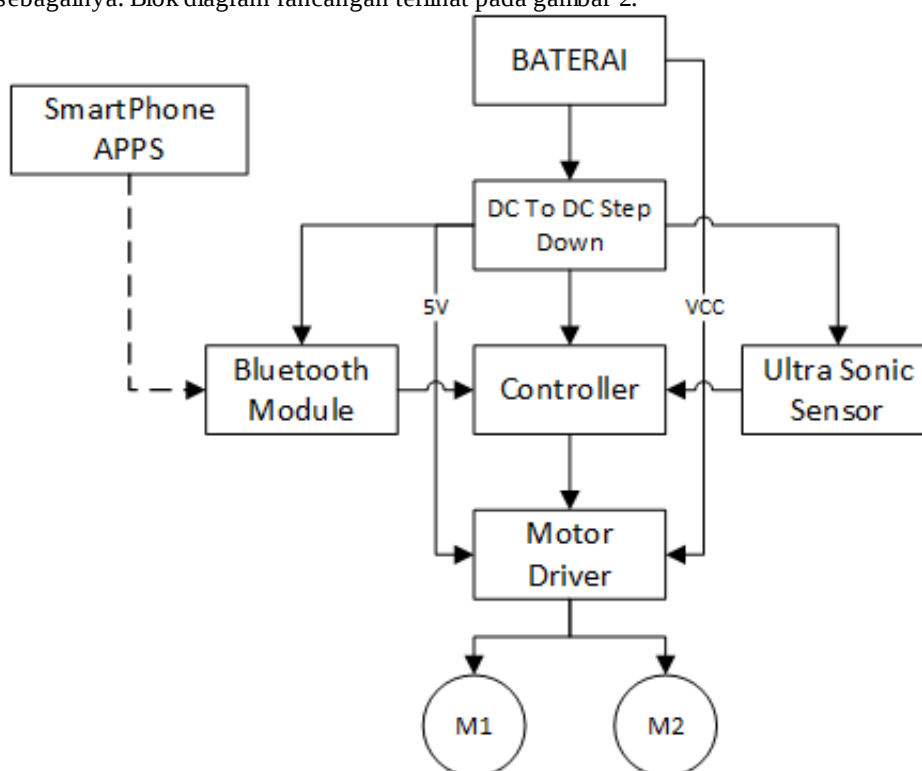
5. Evaluate (Evaluasi)

Proses terakhir dari model ADDIE adalah tahap evaluasi, khususnya mengukur pencapaian pengembangan produk dan meninjau tujuan awal pengembangan produk. Tahap evaluasi digunakan sebagai sarana menganalisis produk untuk melihat apakah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran dan mengatasi kekurangan produk. Hasil akhir produk penelitian dan pengembangan dapat dilaksanakan oleh dosen di kelas jika dinyatakan layak. [9]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Blok Diagram Rancangan

Dalam memudahkan perancangan Robot Penghindar Halangan yang akan dirancang, tahapan awal dalam perancangan adalah membuat sketsa seperti blok diagram, flowchart, dan setelahnya dilanjutkan dengan membuat skematik, layout rancangan dan sebagainya. Blok diagram rancangan terlihat pada gambar 2.



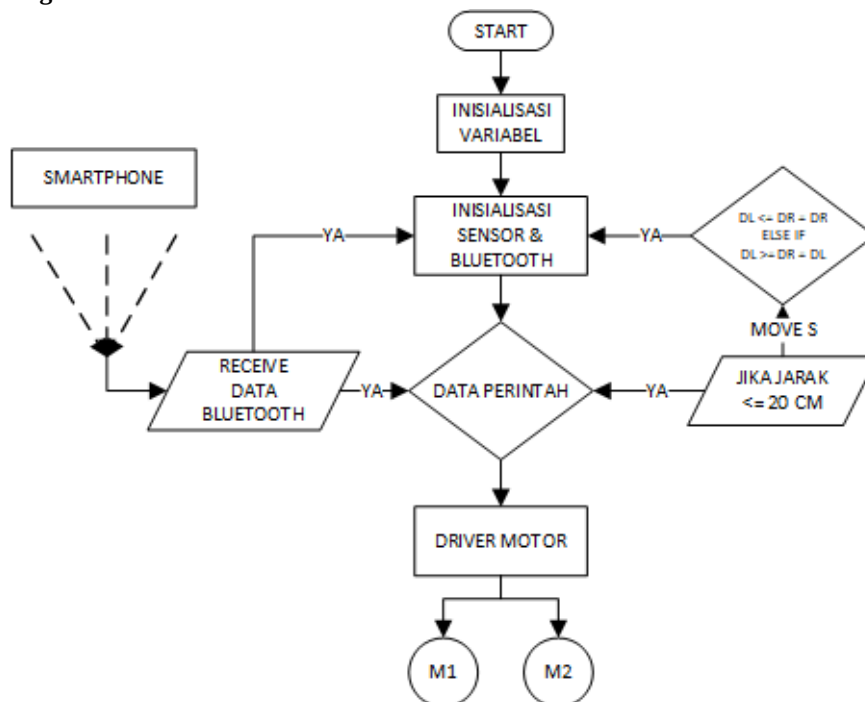
Gambar 2. Blok Diagram Rancangan

Pada gambar rancangan Robot Penghindar Halangan yang akan dirancang menggunakan *smartphone* yang digunakan sebagai pengontrol untuk menggerakkan robot. Robot tidak bergerak secara otomatis (*autonomous*) yang artinya masih dapat dikontrol dengan menggunakan *smartphone* yang tujuannya adalah untuk memudahkan setiap pengguna untuk mengoperasikan robot karena *smartphone* dapat diperoleh dengan mudah pada saat ini. Sensor ultrasonik mempunyai

banyak fungsinya, sensor ultrasonik merupakan sensor yang menggunakan gelombang suara ultrasonik untuk mendeteksi jarak atau keberadaan objek. Prinsip kerja sensor ini mirip dengan sonar yang digunakan oleh kapal selam. [12]

Aplikasi yang digunakan pada *smartphone* juga tersedia pada penyedia aplikasi di *platform* penyedia aplikasi pada setiap *smartphone*. Hal ini bertujuan untuk memudahkan atau setidaknya merubah pandangan awam menjadi hal yang akrab karena bisa mengontrol robot menggunakan *smartphone* yang dipegang oleh setiap pengguna *smartphone*.

3.2 Flowchart Pemrograman

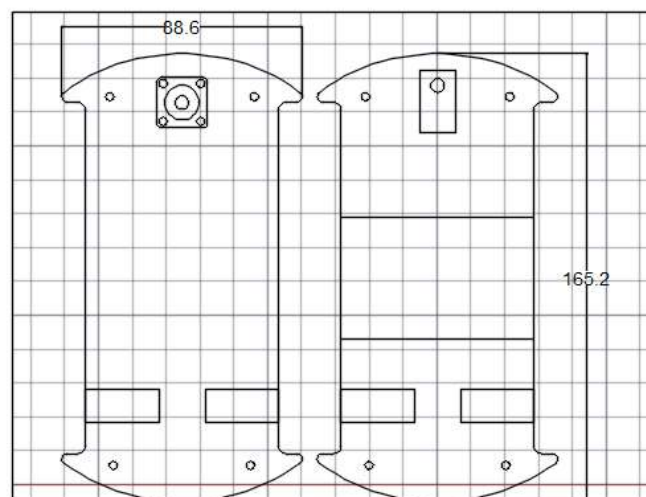


Gambar 3. Flowchart Pemrograman

Pada gambar 3 terlihat *flowchart* pemrograman untuk robot yang dirancang. Robot yang dirancang memiliki fungsi untuk mendeteksi halangan yang hanya ada dihadapan robot. Setelah deteksi ditemukan, robot akan melakukan aksi untuk berhenti terlebih dahulu, setelah itu robot akan melakukan perbandingan jarak yang ada di sudut kiri dan kanan robot untuk mencari jarak terjauh. Jarak terjauh ada pada sudut kanan robot, robot akan berbelok ke kanan. Ini sama dengan memberikan notifikasi kepada operator aksi apa yang akan dilakukan setelah robot mendapatkan halangan di depannya.

3.3 Desain Robot Penghindar Halangan

Desain dari robot penghindar halangan yang dirancang menggunakan bahan plastik *Acrylic*. Pembuatan desain dilakukan dengan menggunakan *software* AutoCAD. Desain dari robot penghindar halangan menggunakan 2 lapis untuk menghindari dimensi yang terlalu besar.[8] Pada layer pertama motor DC, komponen *driver motor*, roda *freewheel* yang berada di depan, dan baterai diletakkan. Pada layer kedua komponen yang lain diletakkan. Desain keseluruhan memiliki dimensi dengan panjang 165.2 mm, dan lebar 88.6 mm. Program akan digabungkan setelah dibuat agar robot dapat beroperasi sesuai keinginan. Dengan menggunakan algoritma *path planning* dan sistem kontrol PID, maka robot akan mengikuti garis dan mendeteksi serta memindahkan barang sesuai dengan intruksi tujuan atau koordinat yang telah diberikan.[13]



Gambar 4. Desain Robot Obstacle

3.4 Pengujian Robot Obstacle

Setelah semua rancangan selesai dikerjakan, maka selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap komponen-komponen pendukung dari robot. Robot yang dirancang dapat melakukan manuver dan dapat berbalik arah. Kemampuan robot tersebut juga harus dilakukan uji coba. Uji coba selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap beberapa bagian, yaitu :

1. Pengujian rangkaian mikrokontroler dan komponen pendukungnya.
2. Pengujian rangkaian *power supply*.
3. Pengujian sensor ultrasonik GP2Y0A21.
4. Pengujian rangkaian *driver motor dc*.
5. Pengujian modul *Bluetooth* HC-06 sebagai penerima data.
6. Pengujian modul *Bluetooth* sebagai pengirim data.
7. Pengujian robot menghindari halangan depan.
8. Pengukuran kecepatan yang diberikan untuk motor kiri dan kanan agar dapat berbelok 90° ke kiri dan ke kanan.
9. Pengukuran kecepatan yang diberikan untuk motor kiri dan kanan agar dapat berbelok 45° ke kiri dan ke kanan.
10. Mempersiapkan perencanaan pergerakan robot selanjutnya.[15]

Indikator keberhasilan dari perancangan robot ini adalah kemampuan robot untuk menghindari halangan dan melakukan aksi selanjutnya seperti yang sudah direncanakan sebelumnya. Tetapi sebelumnya, robot diuji terlebih dahulu untuk dapat terhubung ke *smartphone android* dengan menggunakan aplikasi yang ditentukan sebelumnya. Modul *Bluetooth* HC-06 ditempatkan pada kotak kontrol. Pin RXD dihubungkan ke pin TXD pada Arduino dan pin TXD pada modul dihubungkan ke pin RXD pada Arduino. Pin VCC dan GND pada modul digunakan sebagai catu daya, VCC diberi input daya sebesar 5 Volt dan GND diberi input Ground[14]



Gambar 5. Tampilan Aplikasi

Pengujian awal dilakukan dengan cara menguji setiap perintah yang diberikan melalui *smartphone* kemudian menguji apakah perintah yang diberikan melalui *smartphone* sesuai dengan pergerakan robot. Apakah sesuai untuk perintah robot bergerak maju, mundur, berbelok ke kiri, ke kanan, berbelok serong ke kiri 45°, ke kanan serong 45°, mundur serong ke kiri dan ke kanan juga serong 45°. Rincian perintah terlihat pada tabel dibawah :

Commands	Karakter	Keterangan
Forward	F	Maju
Backward	B	Mundur
Left	L	Belok Tajam Kekiri
Right	R	Belok Tajam Kekan
Forward Left	G	Serong Kekiri
Forward Right	I	Serong Kekan
Back Left	H	Serong Mundur Kekiri
Back Right	J	Serong Mundur Kekan
Stop	S	Berhenti

Horn ON	V	Buzzer ON
Horn OFF	v	Buzzer OFF
Speed 0	0	Stop
Speed 10	1	Kecepatan Pertama
Speed 20	2	Kecepatan Kedua
Speed 40	4	Kecepatan Ketiga
Speed 60	6	Kecepatan Keempat
Speed 80	8	Kecepatan Kelima
Speed 100	q	Kecepatan Maksimal

Setelah seluruh perintah sesuai, maka dilanjutkan dengan pengujian selanjutnya.

Pengujian selanjutnya adalah menguji sensor halangan yang terletak didepan robot. Pengujian dilakukan dengan cara mengarahkan robot ke penghalang yang ada didepannya. Jika robot dapat berhenti setelah mencapai jarak ≤ 20 cm, aksi selanjutnya robot akan membandingkan jarak di kiri dan di kanan robot, selanjutnya robot akan menghadap ke jarak yang terjauh. Jika pergerakan robot sesuai dengan apa yang direncanakan, maka pengujian awal dianggap telah selesai untuk fungsi utama robot.



Gambar 6. Hasil Pengujian

4. KESIMPULAN

Dari perancangan robot penghindar halangan atau robot obstacle ini, kesimpulan yang didapatkan adalah penggunaan *smartphone* sebagai pengganti *remote control* yang digunakan untuk mengontrol pergerakan robot sangat baik digunakan tetapi memang masih memiliki batas jarak koneksi walaupun memang cukup jauh. Sensor yang digunakan untuk mengukur jarak halangan juga dapat bekerja sangat baik dan akurat. Hasil perhitungan jarak yang dilakukan juga sangat stabil walaupun juga sensor ini memiliki batas pengukuran jarak yaitu sebesar 50 – 60 cm. selanjutnya penggunaan motor DC sebagai sumber gerak dari robot sangat baik untuk menggunakan motor DC yang memiliki *gearbox*. Dikarenakan dapat memberikan pergerakan yang halus dan respon gerakannya juga sangat baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini , terkhusus kepada Bapak Hamjah Arahman,S.Kom.,M.Kom. yang telah membantu saya dalam membangun system robotic.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. H. Daulay, M. S. Lydia, and R. W. Sembiring, "Robot Arm Inverse Kinematics Wrist Tilt Repair Using PID Control System (Proportional, Integrative, Derivative)," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1898, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1898/1/012035.
- [2] A. Aliyavi, "Media Pembelajaran Robot Obstacle Avoiding pada Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Robotik Program Keahlian Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Wonosari," *Elektron. Pendidik. Tek. Elektornika*, vol. 7, no. 2, pp. 105–112, 2018.
- [3] K. Nurariyanto, S. T. Elektro, F. Teknik, and U. N. Surabaya, "Sistem Positioning Pada Four-Wheeled Omnidirectional Mobile Robot Menggunakan Metode Gyrodometry Berbasis PI- Fuzzy Controller Muhamad Syariffuddin Zuhrie , Bambang Suprianto , Puput Wanarti Rusimanto".
- [4] A. M. Abdalla, N. Debnath, M. K. A. A. Khan, and H. Ismail, "Mobile Robot Controlled through Mobile Communication," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 76, no. Iris, pp. 283–289, 2015, doi: 10.1016/j.procs.2015.12.292.
- [5] R. Yuli Endra, Y. Aprilinda, A. Cucus, F. Ariani, E. Erlangga, and D. Kurniawan, "Otomatisasi Navigasi penghindar Obstacle pada Mobile Robot dengan Metode Fuzzy Sugeno dan Mikrokontroler Arduino," *Explor. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 11, no. 2, p. 110, 2020, doi: 10.36448/jsit.v11i2.1583.
- [6] R. Dewa and A. Dewa, "Pengembangan Robot Bawah Air Berbasis Arduino Mega 2560," 2020.
- [7] O. Berdasarkan, W. Menggunakan, and A. Uno, "3) 123," vol. 3, no. 2, pp. 176–186, 2020.
- [8] S. Gunawan, M. Basri, U. Suwardoyo, P. Studi, and U. M. Parepare, "Jurnal Fakultas Teknik Rancang Bangun Mobil Remot Control Berbasis Iot Berkamera," vol. xx, no. xx, pp. 1–13, 2021.
- [9] A. Yulio, K. Aulisari, and M. Orisa, "Penerapan Metode Fuzzy Pada Robot Penyedot Debu," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 45–52, 2021, doi: 10.36040/jati.v5i1.3330.
- [10] E. H. Muktafin, K. Kusri, and E. T. Luthfi, "Analisis Sistem Kendali Robot USMAN untuk Sterilisasi Lantai Masjid dengan Algoritma Proportional Integral Derivative," *J. Eksplora Inform.*, vol. 10, no. 2, pp. 80–91, 2021, doi: 10.30864/eksplora.v10i2.468.
- [11] A. Jayadi, T. Susanto, and F. D. Adhinata, "Sistem Kendali Proporsional pada Robot Penghindar Halangan (Avoider) Pioneer P3-DX," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 20, no. 1, p. 47, 2021, doi: 10.24843/mite.2021.v20i01.p05.
- [12] J. Triyanto *et al.*, "Perancangan robot pertanian smart car cutting grass 1," vol. 9, no. 1, 2024.
- [13] P. Akhir, "PERANCANGAN ROBOT PEMINDAH BARANG LINE FOLLOWER DENGAN PATH PLANNING BERBASIS APLIKASI MOBILE BANGKA BELITUNG," 2024.
- [14] R. Lukman, Y. Fernando, and A. Jayadi, "Perancangan Alat Pakan Bebek Otomatis Terjadwal Berbasis Arduino Uno Dengan Penjadwalan Android," *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 4, no. 1, pp. 10–21, 2023, doi: 10.33365/jatika.v4i1.2454.
- [15] M. Devana, T. Dewi, N. L. Husni, P. Risma, and Y. Oktarina, "Desain Robot Pengintai Segala Medan dengan Kendali Wireless PS2," *J. Appl. Smart Electr. Netw. Syst.*, vol. 2, no. 2, pp. 64–70, 2021, doi: 10.52158/jasens.v2i2.210.