



Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Mechanum Wheel Robot Berbasis Web

Tugas Akhir

**Oleh:
Riyandi (4222011009)**

**Program Studi Teknik Robotika
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2023**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul : "Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Mechanum Wheel Robot Berbasis Web" adalah **hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.** Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 12 Januari 2024



Riyandi
NIM: 4222011009




Lembar Pengesahan

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) di
Politeknik Negeri Batam

Oleh:
Riyandi (4222011009)

Dengan judul:
Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Mechanum Wheel Robot
Berbasis Web

Tanggal Sidang: 22 Desember 2023

Disetujui oleh :	
<p>Dosen Penguji I</p>  <p>1. Rifqi Amalya Fatekha, S.ST., M.Tr.T NIK: 113107</p>	<p>Dosen Pembimbing I</p>  <p>1. Senanjung Prayoga, S.Pd., M.T NIK: 115149</p>
<p>Dosen Penguji II</p>  <p>2. Eko Rudiawan Jamzuri, S.ST. M.S NIK: 113117</p>	

Perancangan Sistem Kontrol dan Monitoring Mechanum Wheel Robot Berbasis Web Web Based Mechanum Wheel Robot Control and Monitoring System Design

Riyandi

Politeknik Negeri Batam

Batam Centre, Jl Ahmad Yani Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau 29461

(0778) 469860

riyandi.4222011009@students.polibatam.ac.id

Abstrak – Robot dizaman sekarang sangat berkembang pesat dengan segala macam jenis bentuk dari yang sederhana hingga yang sangat modern dan salah satunya adalah mobile robot. Dengan perkembangan yang robot ada, mobile robot cukup banyak digunakan di industri manufaktur. Jenis mobile robot yang banyak digunakan adalah Autonomous Mobile Robot (AMR) karena sangat praktis dan efisien untuk digunakan dilingkungan perusahaan. Pada proyek ini kami membuat sebuah web yang nantinya berfungsi sebagai sistem kontrol dan monitoring mobile robot. Dengan cara menentukan kemana robot akan bergerak pada denah web. Ketika denah pada web ditekan, akan muncul sebuah mark didenah dan koordinat pada text box. Robot akan bergerak menuju mark dan koordinat tersebut, lalu pengguna dapat mengirim data koordinat tersebut dari PC pengguna ke PC penerima data dengan menekan send button. Dan pengguna juga dapat memutar arah robot sesuai keinginan dengan mengeser slider yang ada pada web. Selain itu, kami juga melakukan percobaan pengiriman data berdasarkan kecepatan atau kekuatan jaringan, jarak antara PC dengan router dan jumlah sekat ruangan untuk mengetahui seberapa pengaruhnya pengiriman data terhadap gangguan-gangguan tersebut. Dalam melakukan percobaan pengiriman data kami menggunakan stopwatch sebagai alatbantu untuk melalukan perhitungan kecepatan waktu dalam pengiriman data web dari PC pengguna ke PC penerima. Pada saat melakukan percobaan pengiriman data ternyata yang sangat berpengaruh adalah kecepatan dan kekuatan jaringan dalam pengiriman data.

Kata Kunci: Web, Mobile Robot, PC

Abstract – Robots nowadays are developing very rapidly with all kinds of forms from simple to very modern and one of them is the mobile robot. With the development of robots, mobile robots are quite widely used in the manufacturing industry. The type of mobile robot that is widely used is the Autonomous Mobile Robot (AMR) because it is very practical and efficient to use in a company environment. In this project we created a website which will function as a control and monitoring system for mobile robots. By determining where the robot will move on the web. When you press the floor plan on the website, a mark will appear on the floor plan and coordinates in the text box. The robot will move towards the marks and coordinates, then the user can send the coordinate data from the user's PC to the PC receiving the data by pressing the send button. And users can also rotate the robot's direction as desired by moving the slider on the web. Apart from that, we also carried out data sending experiments based on network speed or strength, the distance between the PC and the router and the number of room dividers to find out how much influence data sending has on these disturbances. In carrying out data sending experiments, we used a stopwatch as a tool to calculate the time speed in sending web data from the user's PC to the recipient's PC. When carrying out data

sending experiments, it turns out that what is very influential is the speed and strength of the network in sending data.

Keywords: *Web, Mobile Robot, PC*

1. Pendahuluan

Robot adalah sistem mekanik atau elektronik yang dapat diatur dan diprogram untuk melakukan tugas secara otomatis atau semi-otomatis. Istilah "robot" pertama kali digunakan oleh penulis fiksi ilmiah asal Ceko, Karel Čapek, dalam drama tahun 1920 yang berjudul "R.U.R." (Rossum's Universal Robots). Robot dapat memiliki berbagai bentuk dan ukuran, mulai dari robot industri yang besar dan kompleks hingga robot kecil yang digunakan dalam aplikasi rumah tangga atau medis. Mereka dapat dirancang untuk melakukan tugas-tugas berulang, seperti pada proses manufaktur, atau tugas-tugas yang berbahaya atau sulit bagi manusia, seperti dalam eksplorasi luar angkasa atau operasi bedah [1].

Robot umumnya terdiri dari beberapa komponen, seperti sensor untuk mengumpulkan data dari lingkungan, aktuator untuk menggerakkan bagian-bagian robot, dan unit pemrosesan untuk mengolah informasi dan mengambil keputusan. Mereka juga sering menggunakan algoritma dan kecerdasan buatan untuk memahami situasi, belajar, dan beradaptasi dengan lingkungan mereka. Penggunaan robot telah berkembang pesat dalam berbagai industri dan sektor, termasuk manufaktur, pertanian, kesehatan, transportasi, hiburan, dan militer. Mereka dapat membantu meningkatkan efisiensi, meningkatkan kualitas, mengurangi risiko, dan memberikan solusi dalam berbagai masalah [2].

Mobile robot menjadi salah satu robot yang sangat efisien untuk mempermudah pekerjaan di dunia industri, karena ada banyak jenis robot mobile yang dapat digunakan pada industri manufaktur di zaman sekarang. Selain efisien, perawatan *mobile* robot sangat mudah dan murah untuk diindustri manufaktur. Untuk penggunaan jangka panjang mobile robot menjadi salah satu yang sangat baik dalam penggunaan yang cukup lama. Karena cukup dengan mengisi daya pada baterai robot dapat beroperasi sehari penuh tanpa istirahat dan itu menjadi salah satu kelebihan mengapa banyak industri manufaktur yang menggunakan mobile robot untuk mengantar barang dari satu tempat ke tempat lain [3].

2. Metode dan Dasar Teori

Dengan pesatnya perkembangan robot di zaman sekarang, dan dengan banyaknya cara untuk mengontrol robot, Web menjadi salah satu yang sangat mudah untuk diakses, karena dapat diakses dengan segala jenis perangkat elektronik seperti *Handphone*, PC ataupun laptop selagi masih ada jaringan internet, web dapat diakses dengan mudah. *Web app* merupakan sebuah web yang dibuat dengan program melalui visual studio menggunakan bahasa program yaitu *java script*. Yang dimana web app berfungsi sebagai media untuk mengontrol dan memonitoring *Mechanum Wheel Robot*. Web app nantinya akan dioperasikan dengan laptop atau PC *user* dan akan mengirimkan sebuah koordinat data ke Mini PC yang ada pada robot [4].

2.1 Robot

Robot merupakan sebuah perangkat keras elektronik yang dibuat oleh manusia untuk memudahkan pekerjaan dunia industri dan juga pekerjaan rumah. Robot dibuat dari perangkat keras yang telah diprogram dan didesain sesuai kebutuhan dan keinginan dari pembuat. Desain perangkat keras dari robot pastinya dibuat seminimalis mungkin dan memiliki mobilitas yang cukup baik dalam pengoperasiannya. Robot yang banyak dijumpai di dunia industri maupun di dunia hiburan dan rumah tangga salah satunya adalah *Mobile* robot [5].

Mobile robot adalah sebuah robot yang memiliki roda sesuai dengan kebutuhan dari pengguna. *Mobile* robot dapat berpindah dari titik satu ke titik yang lain sesuai dengan keinginan dari pengguna dan ada juga robot yang dapat berpindah dari titik satu ke titik yang lain tanpa menggunakan kontrol dari pengguna contohnya seperti robot *Autonomous Mobile Robot (AMR)*. Ada juga robot yang dapat bergerak dengan mengikuti garis yaitu robot *line follower*. Robot *mobile* merupakan robot yang cukup murah dalam pembuatannya karena bahan dari robot *mobile* sangat mudah ditemukan di toko elektronik [6].

2.2 Komunikasi Wireless dan Jaringan

Seperti yang telah diketahui bahwa istilah Jaringan Nirkabel atau *Wireless LAN* adalah teknologi jaringan yang tidak menggunakan perangkat kabel yang umumnya dijumpai di dalam sebuah jaringan komputer dewasa ini. Teknologi ini sesuai dengan namanya *wireless* yang artinya tanpa kabel, memanfaatkan gelombang radio untuk melakukan interaksi atau komunikasi antar unit komputer. Perangkat *wireless* bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. *Wireless LAN* pada dasarnya adalah sebuah perangkat radio komunikasi data yang mampu menghubungkan antar komputer atau sebuah komputer ke sebuah *Local Area Network (LAN)* ataupun sebaliknya. Tentunya *Wireless LAN* dapat digunakan juga untuk menghubungkan antar LAN, sehingga memungkinkan adanya resource sharing (penggunaan bersama) pada setiap komputer yang terhubung. Jaringan tanpa kabel sebenarnya tidak sesulit sistem *cable network* bahkan lebih mudah. Sistem jaringan WIFI atau *Wireless* tidak memerlukan penghubung *cable network* [7].

2.3 Mikrokontroler

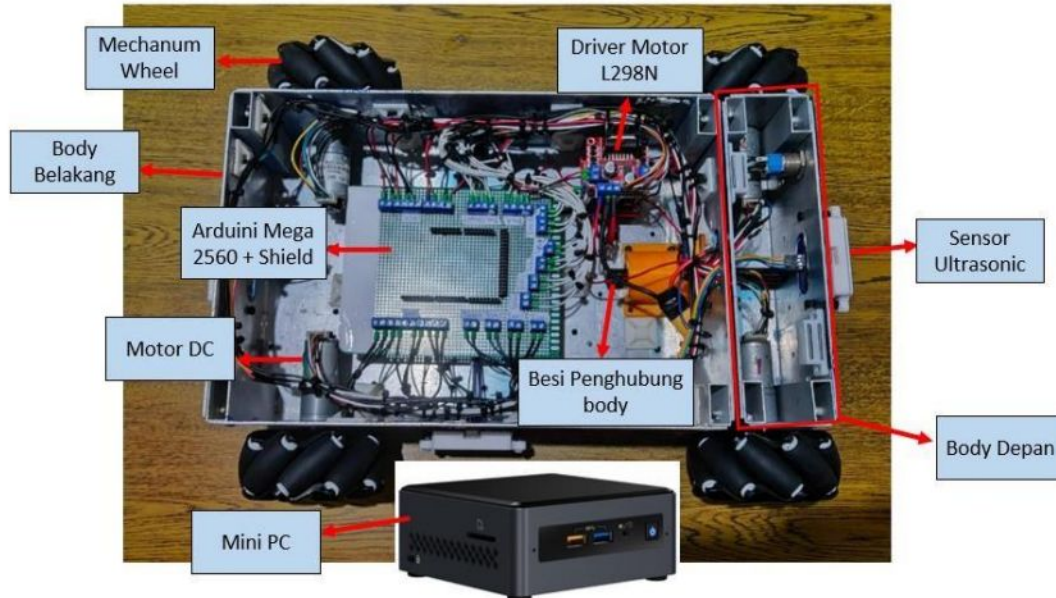
Umumnya pada suatu robot sudah dipastikan terdapat komponen mikrokontroler yang berisi algoritma program untuk memberikan logika pendeteksian berupa tingkah laku dari robot tersebut baik berupa pergerakan mekanis maupun perubahan visual. Untuk melakukan pergerakan mekanis tersebut dibutuhkan suatu pemacu gerak seperti motor dan beberapa kombinasi roda mekanis. Mini PC dan mikrokontroler digunakan sebagai penghubung antara server dengan berbagai komponen baik berupa kontrol penggerak roda ataupun pembacaan data dari berbagai sensor. Pada perancangan sistem penggerak model atau prototipe robot *mobile* ini digunakan mikrokontroler seri Arduino Mega 2560 yang berfungsi sebagai pengendali gerak [8].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perancangan Perangkat Keras

3.1.1 Rancangan Robot

Rancangan keseluruhan robot dapat dilihat pada Gambar 1.

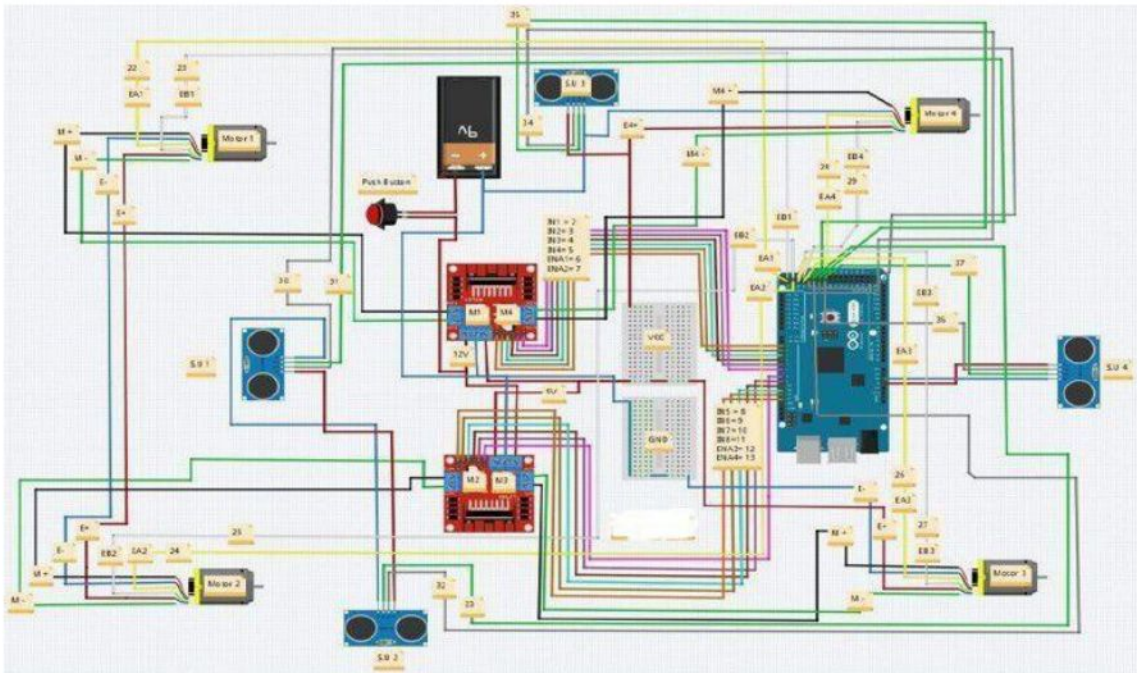


Gambar 1 Rancangan Keseluruhan Robot

Bentuk dari robot ini berbentuk balok yang terbuat dari plat dengan tebal 2 mm dan diberi penghubung sebuah besi yang dipasangkan antara *body* depan dan *body* belakang untuk membuat robot dapat melewati halangan ketika jalan yang di lewati tidak rata. Robot memiliki 4 roda *mechanum wheel* yang memiliki kelebihan untuk membuat robot dapat bergerak kesegala arah. Robot juga dilengkapi Mini PC yang berfungsi sebagai alat komunikasi antara PC pengguna dan juga robot. *Ultrasonic* pada robot berfungsi untuk mendeteksi keadaan sekitar robot jika robot akan menabrak tembok atau benda padat lainnya. Mikrokontroler pada robot menggunakan Arduino Mega 2560 yang berfungsi untuk komunikasi lanjutan dari Mini PC ke Mikrokontrol untuk ke *driver* motor dan menggerakkan Motor DC. Robot menggunakan baterai sebagai sumber tegangan untuk menghidupkan Mini PC dan komponen elektronik yang ada pada robot.

3.1.2 Rancangan Elektrikal

Rancangan desain elektrikal pada robot dapat dilihat pada Gambar 2



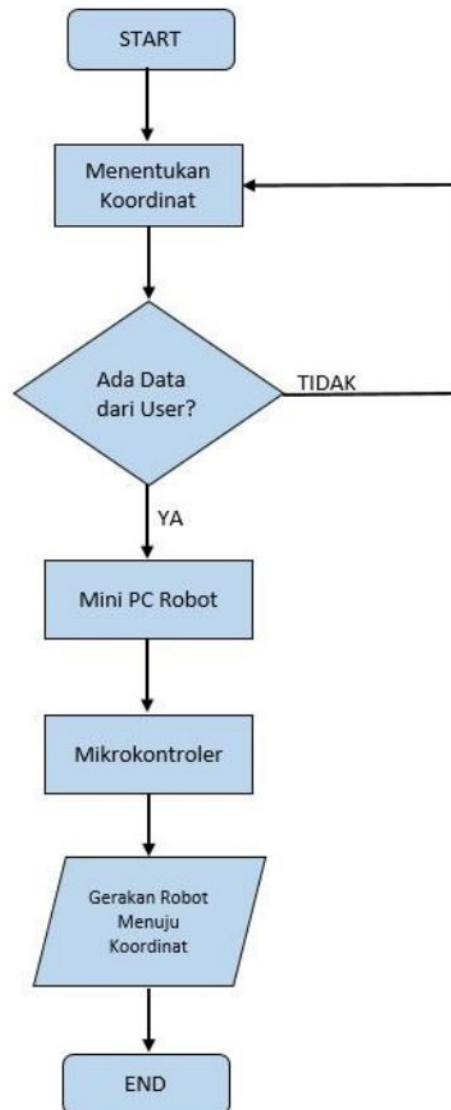
Gambar 2 Desain Elektrikal

Komponen elektronik yang digunakan:

1. Baterai menjadi sumber tegangan untuk menghidukan komponen elektronik yang ada pada robot.
2. Motor *driver* jenis L2986N dan Motor DC yang memiliki encoder.
3. 4 sensor *ultrasonic*.
4. 2 projek board sebagai terminal untuk Vcc dan Ground.
5. Arduino Mega 2560 sebagai Mikrokontroler.

3.2 Flowchart (Diagram Alir)

Secara garis besar flowchart sistem pada robot dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 Flowchart Sistem Robot

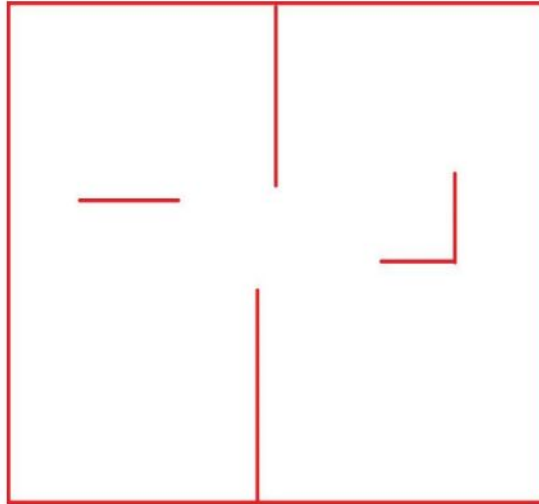
Pada gambar 3 menjelaskan sistem alur robot. Sistem pada robot akan mengecek apakah ada data yang dikirimkan dari pengguna, jika belum maka robot tidak dapat bergerak. Maka ketika pengguna ingin menggerakkan robot, pengguna harus menentukan koordinat yang diinginkan terlebih dahulu sebelum mengirimkan data ke robot. Ketika pengguna sudah menentukan koordinat yang diinginkan untuk menggerakkan robot, pengguna dapat mengirimkan data koordinat tersebut ke Mini PC yang ada pada robot. Mini PC pada robot nantinya akan memproses data tersebut untuk dikirimkan lagi ke arduino yang berfungsi sebagai mikrokontroler. Setelah data diterima arduino, arduino akan memproses data tersebut untuk dikirimkan ke *driver* motor dan menggerakkan motor DC, robot akan bergerak sesuai dengan data koordinat tersebut.

3.3 Perancangan Perangkat Lunak (Web)

3.3.1 Komponen-Komponen Pada Web

Pada web pastinya dibutuhkan sebuah komponen-komponen untuk membuatnya. Berikut komponen-komponen yang ada pada web.

Pada Gambar 4 denah atau *map* yang telah dibuat sesuai dengan aktualnya, menggunakan *software paint* yang ada pada laptop atau PC.



Gambar 4 Denah atau *Map* Halaman Web

Pada Gambar 5 menggunakan tanda panah untuk menginisiasikan robot pada halaman web.



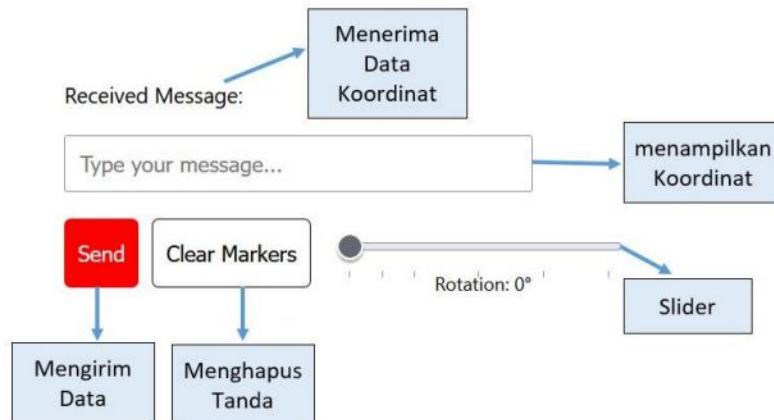
Gambar 5 Tanda Pana Sebagai Inisiasi Robot

Pada Gambar 6 *mark* atau tanda pada denah untuk menggerakan inisiasi robot yang ada pada denah halaman web.



Gambar 6 *Mark* atau Tanda Untuk Denah Pada Web

Pada Gambar 7 komponen-komponen tambahan halaman web untuk kebutuhan web.



Gambar 7

Komponen Tambahan Pada Web Kegunaan dari masing-masing komponen tambahan sebagai berikut:

1. *Received Message* berfungsi untuk menerima data koordinat dari PC pengguna.
2. *Text box* berfungsi untuk menampilkan data koordinat dari mark atau tanda yang telah ditentukan pengguna.
3. *Slider* berfungsi untuk merubah arah robot dari 0° sampai 360° .
4. *Clear Markers Button* berfungsi untuk menghapus tanda pada halaman web yang telah ditentukan pengguna
5. *Send Button* berfungsi untuk mengirim data koordinat dari PC pengguna ke Mini PC yang ada pada Robot

3.3.2 Algoritma Web

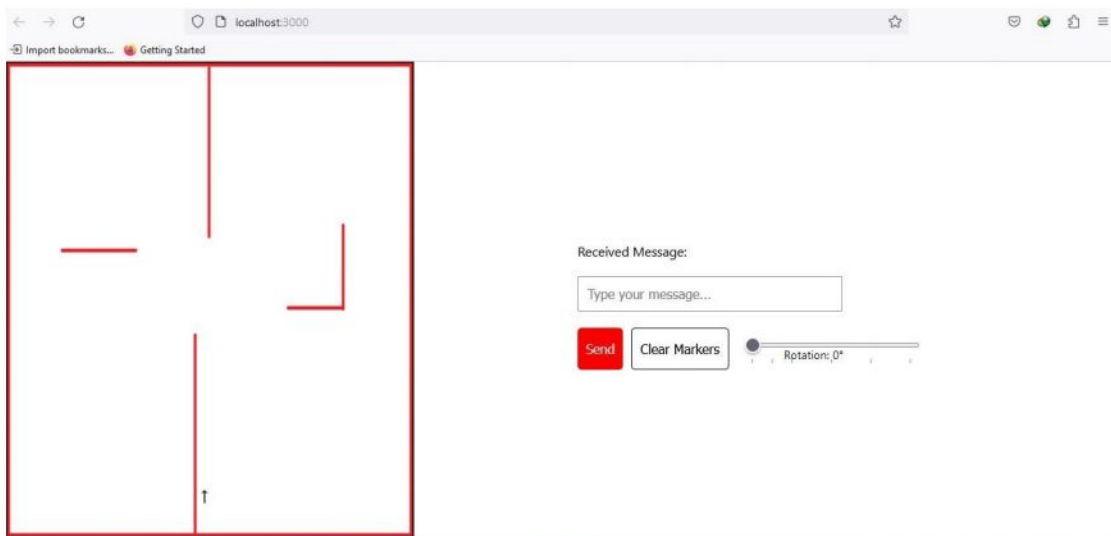
Algoritma dari web sebagai berikut:

1. Mulai
2. Jalankan server
3. Membuka halaman web
4. Tentukan titik koordinat pada denah
5. Robot menuju titik koordinat
6. Robot berhenti dititik koordinat
7. Kirim data
8. Terima data
9. selesai

Ketika Pengguna menekan salah satu titik pada denah web maka koordinat dan *mark* dari titik tersebut muncul dan robot akan bergerak sesuai dengan titik tersebut. Dan pengguna dapat mengirim data ke PC penerima.

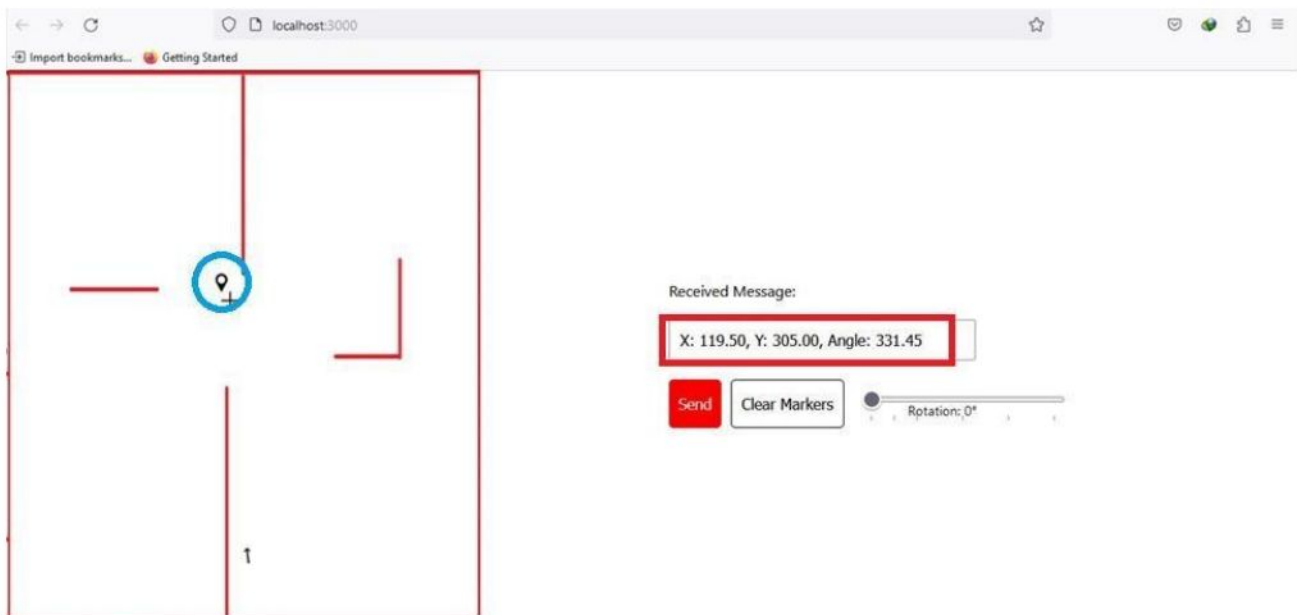
3.4 Percobaan Pada Web

Pada Gambar 8 halaman awal web ketika pengguna membuka web.



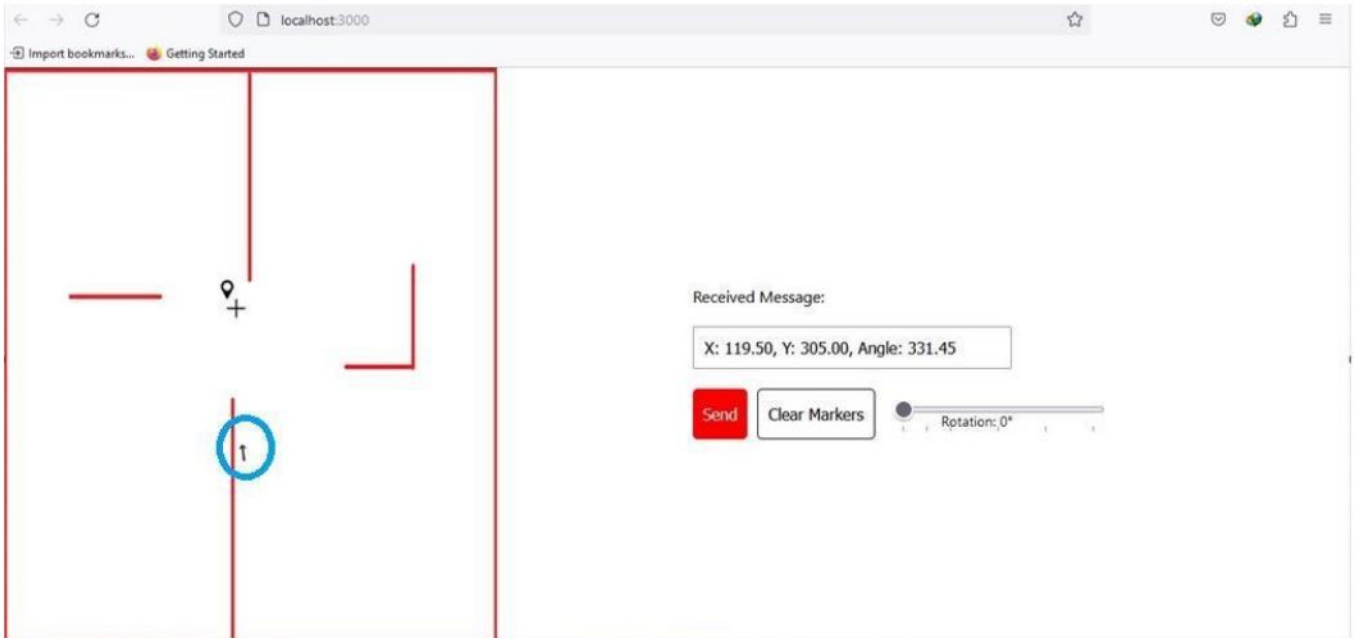
Gambar 8 Halaman Web

Pada Gambar 9 ketika pengguna menekan satu titik pada denah web maka akan muncul sebuah *mark* dan koordinat.



Gambar 9 Muncul *Mark* dan Koordinat

Pada gambar 10 dan 11 robot pada web akan bergerak mengikuti *mark* dan koordinat yang telah pengguna tekan.

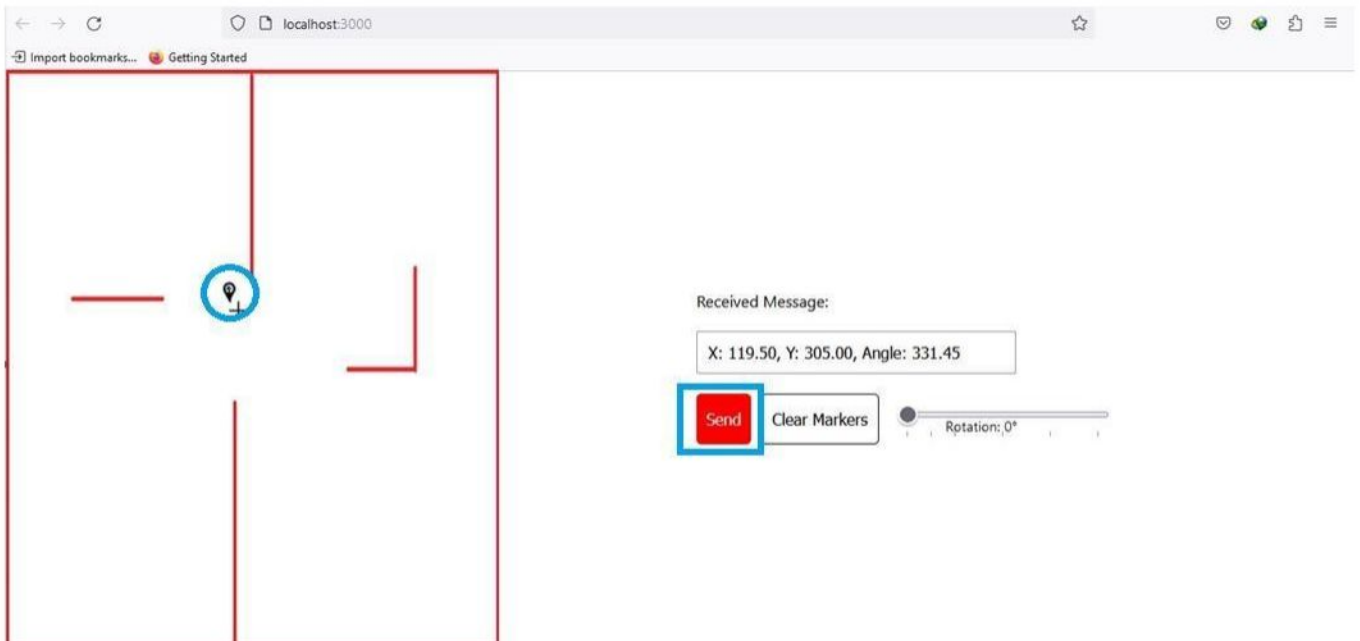


Gambar 10 Robot Bergerak Menuju *Mark*



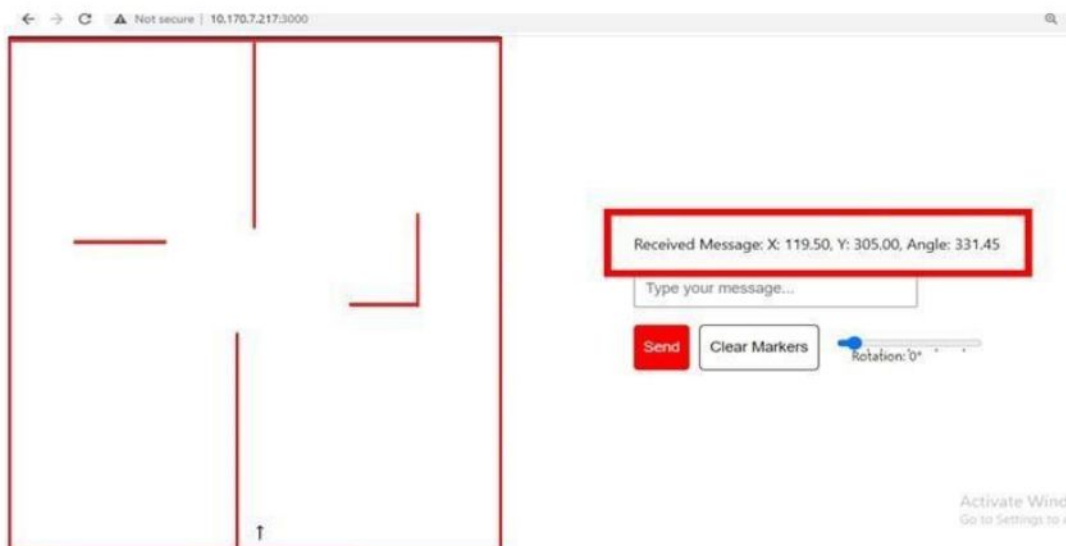
Gambar 11 Robot Bergerak Menuju *Mark*

Pada Gambar 12 robot telah sampai ke titik *mark* yang telah ditekan pengguna. Dan pengguna dapat mengirim data koordinat tersebut dengan menekan *send button* pada halaman web.



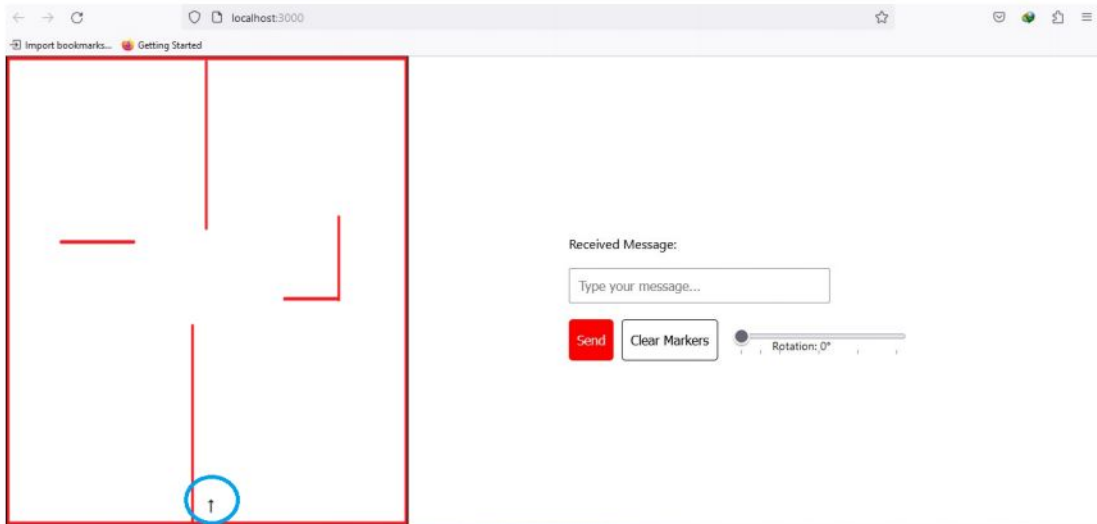
Gambar 12 Robot Sampai pada *Mark*

Pada Gambar 13 ketika PC penerima data berhasil menerima data dari PC pengguna. Data koordinat yang telah diterima dari PC pengguna Dapat dilihat pada *Received Message* yang ada pada halaman web.

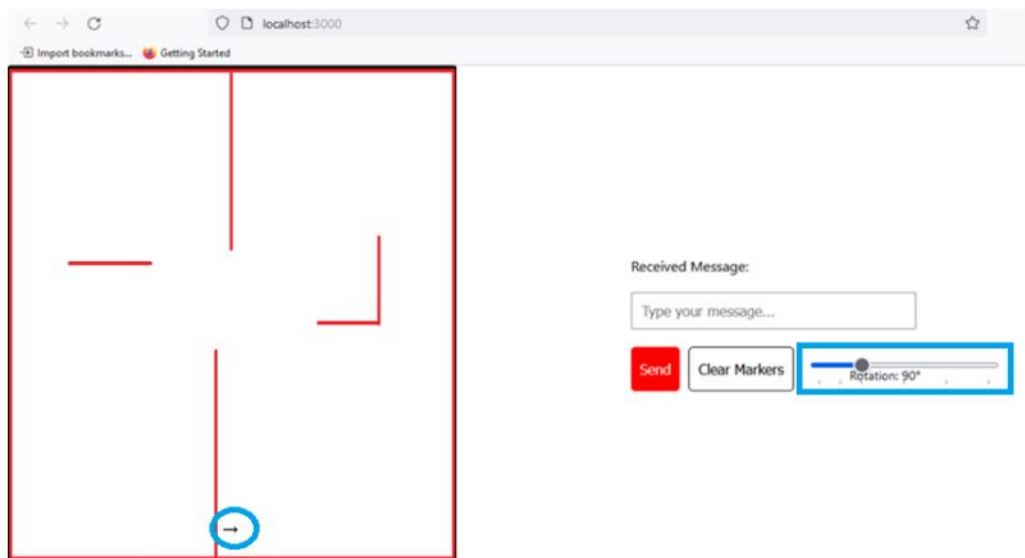


Gambar 13 Ketika PC Menerima Data Dari PC Pengguna

Pengguna juga dapat merubah arah robot dari 0° hingga 360° sesuai dengan keinginan, dengan menggunakan *slider* pada web untuk merubah arah robot. Contoh seperti Gambar 14 posisi awal sebelum pengguna menggeser *slider* dan Gambar 15 ketika pengguna menggeser *slider* ke arah 90° .



Gambar 14 Posisi Awal Sebelum *Slider* Digeser



Gambar 15 Arah Robot Ketika *Slider* Digeser

3.5 Percobaan Pengiriman Data

3.5.1 Berdasarkan Kecepatan atau Kekuatan Jaringan

Kecepatan atau kekuatan jaringan pada PC atau laptop pasti berbeda-beda maka dibuat sebuah data setiap pengiriman data. Dengan melakukan percobaan sebanyak 5 kali perkecepatan atau kekuatan jaringan dari 100%, 75%, 50% dan 25%. Data yang telah diambil setiap melakukan pengiriman data dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Pengiriman Data Berdasarkan Jaringan

No	Percobaan Pengiriman Data Berdasarkan Kekuatan Jaringan (second)			
	100%	75%	50%	25%
1	0.49	0.59	0.51	0.66
2	0.50	0.71	1.34	2.26
3	0.76	0.47	0.47	1.17
4	0.69	0.76	0.75	1.35
5	0.45	0.58	1.18	0.62
Rata-Rata Waktu (sec)	0.58	0.62	0.85	1.21
Rata-Rata W.Total (sec)	0.82			

Kecepatan atau kekuatan dari jaringan sangat berpengaruh terhadap pengiriman data dari PC pengguna ke PC yang menerima data. Perbedaan rata-rata waktu pada tabel 1 ketika jaringan berada pada 100% dan 25% terlihat sangat signifikan yaitu 0.63 *second*.

3.5.2 Berdasarkan Jarak Antara PC Dengan Router

Jarak antara PC dengan *router* juga mempengaruhi pengiriman data dari PC pengguna ke PC penerima data. Maka berikut data yang telah diambil berdasarkan jarak antara PC dengan *router* dengan jarak dari 1 meter, 3 meter, 5 meter dan 7 meter. Masing-masing jarak dilakukan percobaan sebanyak 5 kali. Data percobaan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Pengiriman Data Berdasarkan Jarak Antar PC

No	Percobaan Pengiriman Data Berdasarkan Jarak antara PC dengan Router (second)			
	1 m	3 m	5 m	7 m
1	0.67	0.59	0.51	0.66
2	0.57	0.5	2.26	0.87
3	0.61	0.47	0.47	1.34
4	0.42	0.76	0.75	0.57
5	0.53	0.58	0.5	1.18
Rata-Rata Waktu (sec)	0.56	0.58	0.90	0.92
Rata-Rata W.Total (sec)	0.74			

Pada percobaan ini, jarak antara PC *router* juga memengaruhi kecepatan pengiriman data. Ketika jarak antar PC berada pada 1 meter pengiriman data lebih cepat 0.36 *second* dibandingkan ketika pada jarak 7 meter.

3.5.3 Berdasarkan Jumlah Sekat Ruangan

Jumlah sekat pada ruangan pun dapat mempengaruhi kecepatan dalam pengirim data. Maka berikut data kecepatan pengiriman data berdasarkan jumlah sekat dari 1, 2, 3 dan 4 sekat ruangan. Masing-masing percobaan dilakukan sebanyak 5 kali. Data percobaan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Pengiriman Data Berdasarkan Jumlah Sekat Ruangan

No	Percobaan Pengiriman Data Berdasarkan Jumlah Sekat Ruangan (second)			
	1 Sekat	2 Sekat	3 Sekat	4 Sekat
1	0.53	0.85	1.21	0.7
2	0.51	0.69	0.63	0.72
3	0.39	0.63	0.57	0.84
4	0.49	0.64	0.61	0.9
5	0.62	0.63	0.66	2.23
Rata-Rata Waktu (sec)	0.51	0.69	0.74	1.08
Rata-Rata W.Total (sec)	0.75			

Pada percobaan dengan berdasarkan jumlah sekat ruangan juga mempengaruhi kecepatan dalam pengiriman data. Dapat dilihat pada tabel 3 perbedaan rata-rata waktu sangat signifikan pada saat jumlah sekat 1 dan 4 yaitu 0.57 *second*.

Hasil perhitungan waktu pengiriman data diambil menggunakan *stopwatch* dan dihitung ketika pengguna mengirim data dari PC pengguna ke PC penerima dan waktu dihentikan ketika PC penerima telah menerima data dari PC pengguna.

4. Kesimpulan

Dengan melakukan percobaan pengiriman data antara PC pengguna dengan PC penerima data. Tak hanya kecepatan atau kekuatan jaringan, jarak antara PC dengan *router* dan jumlah sekat ruangan juga berpengaruh dalam setiap pengiriman data melalui jaringan. Dalam melakukan percobaan setiap pengiriman data web dari PC pengguna ke PC penerima yang sangat berpengaruh adalah kecepatan atau kekuatan jaringan. Karena dapat dilihat dari rata-rata waktu total dari ketiga tabel data tersebut, kecepatan rata-rata waktu total pada kecepatan atau kekuatan jaringan yaitu 0.82 *second* lebih lama 0.08 *second* dibandingkan dengan jarak antara PC dengan *router* dan 0.07 *second* lebih lama dibandingkan dengan jumlah sekat ruangan.

Referensi

- [1] R. S. B. .. J. R. N. P. Jain, "Development of Web-Based Application For Mobile Robot Using IoT Platform," *Communication adn Networking Technologies*, pp. 1-6, 2020.
- [2] W. S. F. R. Agung Thomas, "Pengendalian Robot Mobile Berbasis Web dan Internet Protocol Melalui Jaringan Wifi," *Jurnal Tele*, vol. 13, no. 2, pp. 1-8, 2015.
- [3] Ö. Y. & E. D. B. S. Solak, "Design and Implementation of Web-Based Virtual Mobile Robot Laboratory For Engineering Education," *Symmetry*, vol. 12, no. 6, p. 906, 2020.
- [4] K. H. Amrulloh Saichi, "Rancang Bangun Robot Pelayanan Pasien Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal of Science adn Technology*, vol. 15, no. 3, pp. 333-339, 2022.
- [5] W. L. C. & Z. J. Sun, "A Remote Controlled Mobile Robot Based On Wireless Transmission," *IEEE Advanced Information Management, Communicates, Electronic adn Automation Control Conference (IMCEG)*, pp. 2173-2176, 2018.
- [6] P. R. Fahnun Urami Budi, "Sistem Remote Kontrol Pada Robot Mobil Via Web Berbasis Raspberry Pi," *Jurnal Ilmiah Teknik*, vol. 1, no. 2, pp. 143-153, 2022. [7] H. Yuliandoko, "Jaringan Komputer Wire dan Wireless Beserta Penerapannya," *Deepublish*, 2018.
- [8] P. Rahardjo, "Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan RTC (Real Time Clock) Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560," *Jurnal Spektrum*, vol. 21, no. 1, pp. 31-34, 2021.