

DESAIN DAN IMPLEMENTASI ALGORITMA *MAPPING* MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK DAN KOMPAS PADA *AUTONOMOUS QUADRUPED ROBOT*

DESIGN AND IMPLEMENTATION MAPPING ALGORITHM USING ULTRASONIC SENSOR AND COMPASS ON AUTONOMOUS QUADRUPED ROBOT

Aulian Miftahul Fathan

Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Aulian26@gmail.com

Abstrak

Pada jurnal ini dijelaskan desain dari algoritma yang digunakan untuk melakukan pemetaan pada lingkungan yang ditanamkan pada robot berkaki empat. Hal-hal yang akan dibahas pada jurnal ini meliputi perancangan peletakan sensor, perancangan algoritma, perancangan navigasi robot dan kesimpulan berdasarkan apa yang sudah diteliti.

Kata kunci : Quadruped, Autonomous, Mapping.

Abstract

In this paper described the design of the algorithms used to perform mapping on the environment is embedded in the four-legged robot. The things that will be discussed in this paper include the laying of sensor design, design algorithms, design of robot navigation and conclusions based on what is studied.1.

1. Pendahuluan

Sebuah robot mobile dengan kontrol otomatis harus mampu menentukan mana hambatan sehingga dapat mengenali [3] lingkungan sekitarnya. Kemampuan untuk mengenali lingkungan sekitarnya membuat robot bisa menentukan apa yang harus dilakukan oleh robot saat bernavigasi. Untuk dapat mengenali lingkungan sekitarnya, robot harus ditanam sensor sebagai pengganti indera pada manusia [1]. Sebuah tantangan penting dalam robotika skala kecil adalah menemukan posisi robot ketika hanya sensor yang terbatas yang tersedia [2].

Agar robot dapat melakukan pemetaan sebelumnya robot harus dapat melakukan navigasi dengan baik. Sensor ultrasonik dan sensor kompas dapat membantu robot untuk melakukan navigasi dengan algoritma navigasi susur kanan. Sensor ultrasonik akan mendeteksi keberadaan dinding disamping dan didepan robot, karena itu peletakan sensor ultrasonik pun sangat menentukan algoritma navigasi seperti apa yang akan dibuat.

Setelah robot dapat melakukan navigasi dengan baik, robot dapat ditanami algoritma yang membuat robot tersebut dapat mengenali lingkungan sekitarnya. Selain itu robot dapat mengirimkan data berupa nilai pembacaan sensor yang ditanamkan. Setelah data berupa nilai sensor diterima oleh sebuah laptop, dengan algoritma pemetaan yang dibuat di laptop, laptop dapat menggambarkan sketsa representasi lingkungan sekitar robot.

2. Dasar Teori

Penjelasan dasar teori terbagi menjadi 3 bagian, yaitu membahas *ultrasonic sensor*, *compass sensor*, dan algoritma pemetaan.

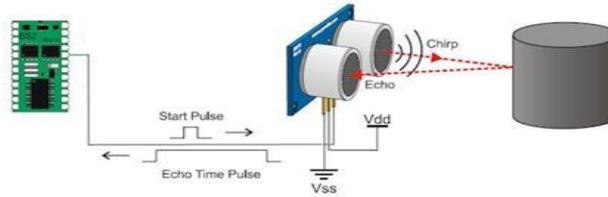
2.1 *Autonomous Quadruped Robot*

Autonomous quadruped robot adalah *mobile robot* yang bergerak dengan menggunakan 4 kaki, yang dapat bergerak secara otomatis. Dalam penelitian ini digunakan *Autonomous quadruped robot* yang mempunyai 3 DOF pada setiap kakinya dan mempunyai tujuan khusus untuk melakukan eksplorasi daratan.

Kontrol gerak *Autonomous quadruped robot* lebih kompleks daripada mobile robot darat jenis lain seperti robot beroda, karena gerak robot melibatkan sudut pada DOF disetiap kaki yang dimiliki robot tersebut, dimana sudut tersebut harus ditentukan agar robot dapat bergerak dengan stabil. Walaupun begitu robot berkaki masih dinilai lebih baik daripada robot beroda dalam melakukan eksplorasi darat di medan yang tidak rata dikarenakan adaptifitasnya terhadap medan tempuh yang lebih baik[6][7].

2.2 Ultrasonik Sensor

Ultrasonik (*ultrasonic waves*) adalah gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi di atas 20 KHz. Sensor ultrasonik bekerja dengan cara memancarkan sinyal ultrasonik sesaat yang kemudian sinyal tersebut akan dipantulkan oleh objek terdekat dengan muka sensor ultrasonik tersebut. Dengan begitu dapat diketahui jarak antara sensor ultrasonik dengan objek terdekatnya[4].



Gambar 2.1 cara kerja sensor ultrasonik

2.3 Compass Sensor

Sensor kompas digital merupakan sebuah sensor yang dapat mendeteksi medan magnet sehingga dapat mendeteksi arah. Modul ini bekerja dengan mendeteksi magnetik bumi, Data yang dihasilkan dari kompas elektronik ini berupa data biner. Sebagai contoh jika modul menghadap utara maka data yang dihasilkan adalah data 00H, dan arah selatan data keluarannya adalah 7FH[5].

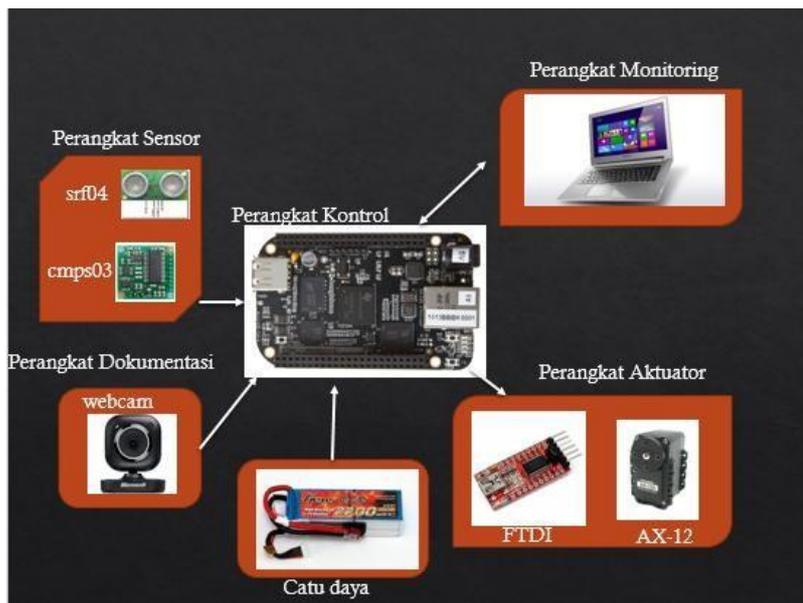
2.4 Mapping Algorithm

Proses representasi lingkungan sekitar yang dihasilkan dari kegiatan eksplorasi oleh mobile robot. Dengan melakukan pemetaan ini robot dapat memberikan informasi lebih sehingga *user* mendapatkan informasi yang lebih dari hasil eksplorasi yang dilakukan oleh robot[8].

3. Perancangan

3.1 Perancangan Keseluruhan Sistem

Perancangan yang dibahas pada bab ini meliputi perancangan algoritma navigasi, perancangan peletakan sensor, perancangan komunikasi robot dengan aplikasi windows serta perancangan algoritma pemetaan. Secara garis besar cara kerja robot berkaki empat ini yaitu berjalan menyusuri dinding dengan kontrol otomatis yang telah tanamkan pada algoritma navigasi yang dibuat untuk robot ini sekaligus mengirimkan nilai dari hasil pembacaan sensor yang terdapat pada robot. Robot berkaki empat ini memiliki empat buah sensor yang berupa tiga sensor ultrasonik dan satu sensor kompas digital. Keempat buah sensor tersebut merupakan komponen masukan bagi robot berkaki empat ini. Hasil pembacaan sensor ini akan dikirimkan melalui komunikasi serial antara sebuah aplikasi windows dengan robot. Hasil keluaran dari robot berupa gerak dan nilai pembacaan sensor. Nilai hasil pembacaan sensor yang diterima oleh laptop akan diolah menjadi sketsa gambar lingkungan sekitar robot. Blok Diagram sistem dapat dilihat pada Gambar 3.1.

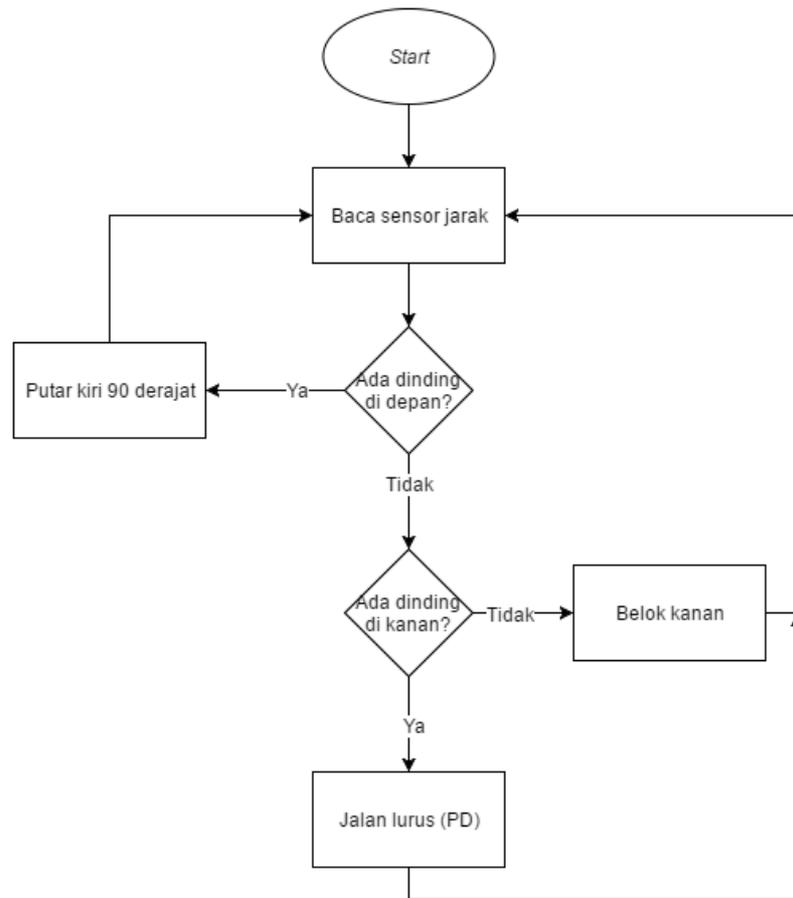


Gambar 3.1 Blok diagram sistem

Pada output gerak terdapat 12 buah motor servo AX-12 yang berfungsi sebagai aktuator dari robot. Masing-masing kaki robot memiliki 3 buah servo sehingga membentuk kaki yang memiliki tiga derajat kebebasan.

3.2 Perancangan Sistem Navigasi

Sistem navigasi yang ditanamkan pada robot ini yaitu algoritma susur kanan dinding dengan kontrol PID didalamnya.



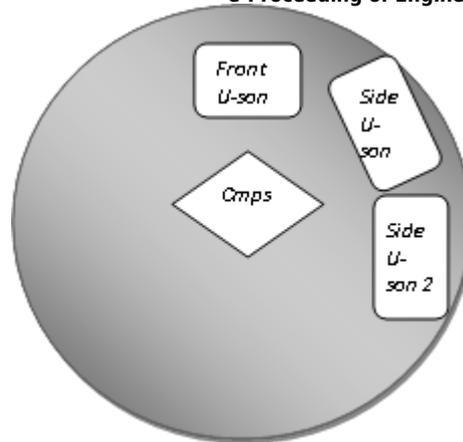
Gambar 3.2 Flow chart navigasi

Pada gambar 3.2 flowchart algoritma navigasi yang ditanamkan terlihat bahwa hal pertama yang akan dilakukan robot setelah robot dinyalakan yaitu membaca nilai sensor ultrasonik depan dan samping kanan. Pada algoritma navigasi yang ditanamkan robot akan mengutamakan melakukan pengecekan pada bagian depan robot. Hal ini agar saat di sisi kanan dan depan robot terdapat dinding atau penghalang yang terdeteksi oleh sensor ultrasonik, robot dapat melakukan putar kanan.

Saat robot tidak mendeteksi dinding di depan robot dan robot mendeteksi dinding di sisi kanan robot, robot akan berjalan lurus menyusuri dinding kanan robot. Untuk menjaga jarak robot dengan dinding, agar tidak terlalu dekat dan tidak terlalu jauh, ditanamkan kontrol PD (proportional dan derivatif). Kontrol PD ini akan mengolah *error* yang terdeteksi dari selisih antara setpoint dan jarak robot ke dinding kanan. Keluaran kontrol PD ini merupakan nilai panjang langkah kaki kanan dan kaki kiri sehingga kontrol PD dapat mengatur panjang langkah kaki robot agar robot dapat tetap berjalan pada jarak yang ideal dengan dinding kanan robot.

3.3 Perancangan Peletakan Sensor

Sensor jarak yang digunakan adalah modul sensor SRF05 dan sensor kompas yang digunakan adalah sensor kompas CMPS03. SRF05 dapat mengukur jarak dari 3 senti meter hingga 400 senti meter dan CMPS03 dapat mendeteksi 360 derajat arah mata angin dengan representasi nilai 0 sampai 255. Keempat sensor ini harus diletakkan pada posisi yang tepat agar algoritma yang ditanamkan dapat berjalan sesuai dengan kehendak.

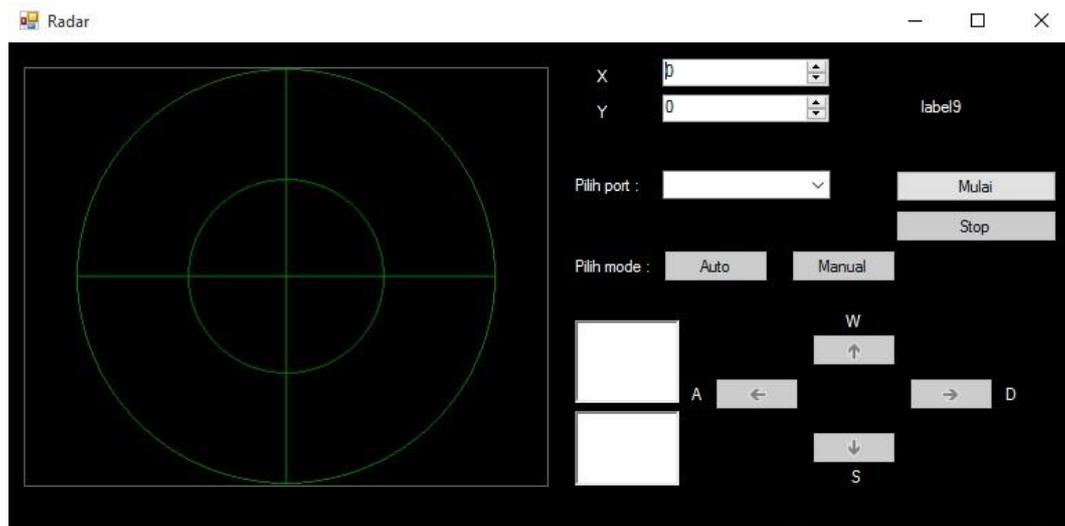


Gambar 3.3 Tata letak sensor

Dalam pembuatan sebuah *mobile robot* letak sensor dan algoritma harus sesuai agar algoritma yang dipakai dapat berfungsi. Pada gambar 3.5 satu buah sensor kompas diletakan di tengah robot agar orientasi robot dapat terbaca dari titik tengah robot. Tiga buah sensor ultrasonik diletakan menghadap depan, serong kanan, dan kanan memiliki masing-masing fungsi. Sensor depan berfungsi untuk mendeteksi dinding atau penghalang yang berada didepan robot sekaligus sebagai sumbu y virtual untuk keperluan pemetaan. Sensor yang diletakan serong kanan berfungsi untuk mendeteksi dinding atau penghalang yang berada dikanan agar robot dapat menyusurnya. Dan sensor yang menghadap kesamping kanan berfungsi sebagai sumbu x virtual untuk keperluan pemetaan.

3.4 Perancangan Antarmuka Robot

Untuk menampilkan hasil dari eksplorasi robot yang berupa representasi peta lingkungan sekitar robot, dibuat sebuah aplikasi yang berupa aplikasi windows form. Aplikasi ini berfungsi juga untuk memonitoring data keluaran dan data masukan pada robot. Berikut tampilan dari aplikasi windows form yang telah dibuat.

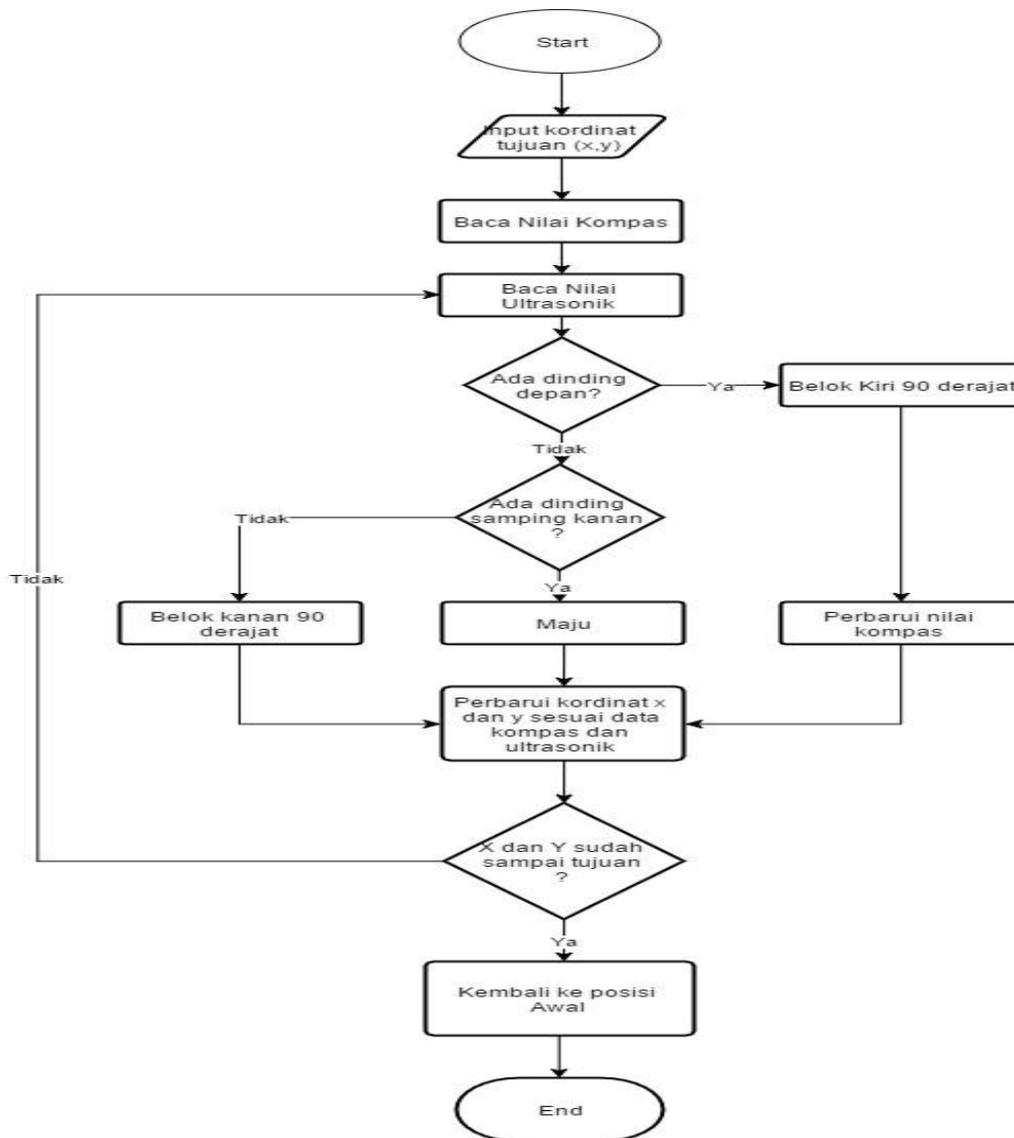


Gambar 3.4 Aplikasi windows form

Untuk mengirim data dari robot ke aplikasi diperlukan media perantara. Pada robot ini kami menggunakan sebuah modul *bluetooth* HC-06. Saat robot aktif, robot akan selalu mengirimkan data berupa nilai sensor jarak depan dan samping kanan untuk selanjutnya diolah oleh aplikasi *windows form* yang sudah dibuat. Nilai yang dikirimkan berupa nilai hasil penjumlahan data seluruh sensor yang sebelumnya dikalikan dengan masing-masing konstanta. Setelah data diterima, data akan dicacah terlebih dahulu agar nilai yang sebelumnya dijumlahkan dapat dipisahkan. Setelah data dipisahkan data diolah hingga akhirnya data yang diterima menjadi representasi lingkungan sekitar robot.

3.4.1 Algoritma Pemetaan

Algoritma pemetaan yang digunakan disini memanfaatkan kemampuan 2 jenis sensor. Dengan kemampuan sensor digital kompas CMPS03, dapat diperoleh



Gambar 3.5 Flowchart algoritma pemetaan

orientasi robot. Orientasi robot ini sangat diperlukan agar robot dapat mengubah sumbu virtual yang di bentuk olah dua sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik memiliki kemampuan deteksi jarak dari 3 sentimeter hingga 400 sentimeter. Dengan demikian sensor ultrasonik ini dapat diandalkan untuk membentuk sumbu virtual dan mendeteksi objek sehingga nilainya dapat merepresentasikan lingkungan sekitar robot.

Pada gambar 3.5 terlihat bahwa untuk melakukan pemetaan robot akan selalu memperbarui nilai dari seluruh sensornya setiap kali robot bergerak. Saat robot memutar, akan terjadi perubahan sumbu virtual sehingga nilai yang diperoleh sebelumnya tidak akan rusak karena perubahan sumbu robot.

4. Pengujian

4.1 Pengujian Algoritma Mapping

➤ Tujuan pengujian

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana performa algoritma mapping yang telah dibuat. Algoritma pemetaan ini akan didampingi oleh algoritma navigasi kontrol PD agar robot dapat melakukan eksplorasi menyusuri dinding yang akan direpresentasikan menjadi peta berupa piksel-piksel kecil.

➤ Peralatan pengujian

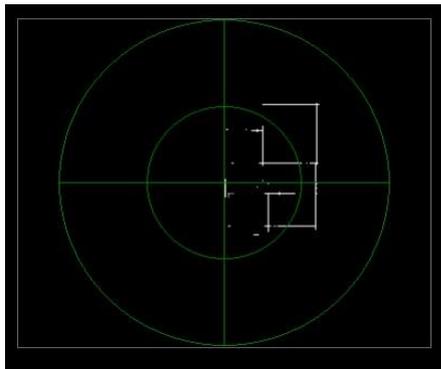
- a. *Quadruped Robot*
- b. Laptop

➤ Cara Pengujian

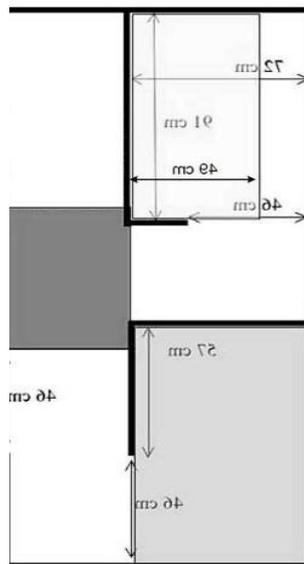
Pengukuran dilakukan dengan menggunakan laptop. Robot yang sudah aktif akan berjalan dengan kontrol otomatisnya menyusuri dinding. sensor ultrasonik yang berada di sisi kanan robot mendeteksi jarak antara robot dengan dinding dan sensor kompas mendeteksi orientasi arah robot yang kemudian nilai jarak dan arah robot tersebut akan dikirim melalui komunikasi serial dengan perantara bluetooth. Data yang dikirim merupakan data hasil perkalian dan penjumlahan nilai keua jenis sensor tersebut. Aplikasi windows dilaptop yang menerima data kemudian menerjemahkan nilai tersebut menjadi nilai data jarak dan arah asli yang dideteksi robot. Setelah semua nilai sensor diterima aplikasi windows akan melakukan *plotting* piksel-piksel kecil berwarna putih, sesuai dengan skala yang telah ditentukan sehingga akan membentuk representasi lingkungan sekitar robot.

➤ Hasil pengujian dan analisis

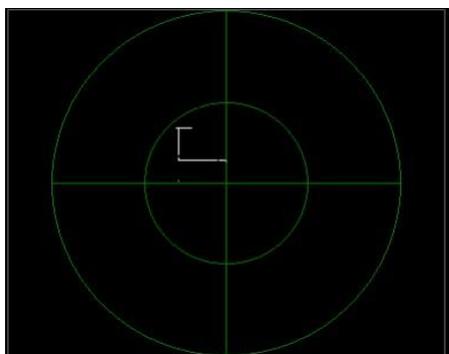
Dari hasil pengujian performansi algoritma pemetaan ini. Dapat dilihat bahwa aplikasi windows yang telah dibuat untuk menampilkan representasi lingkungan eksplorasi sekitar robot dapat berjalan dengan baik dengan menggambar piksel-piksel kecil hingga membentuk bentuk denah peta sebenarnya. Adapun titik titik putih kecil yang tidak ada pada denah sebenarnya merupakan bagian dari error algoritma dan error nilai sensor yang terbaca. Hasil pemetaan yang dibuat pada aplikasi windows ini sudah diskalakan sehingga tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil.



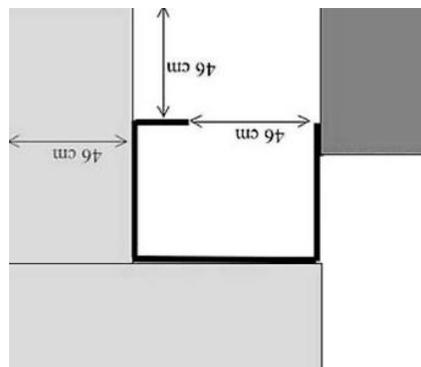
Gambar 4.10 Hasil pemetaan 1



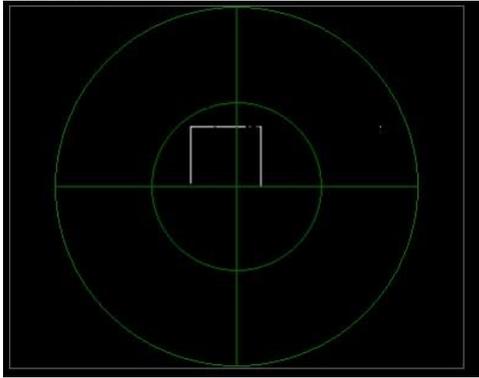
Gambar 4.11 Denah lingkungan 1



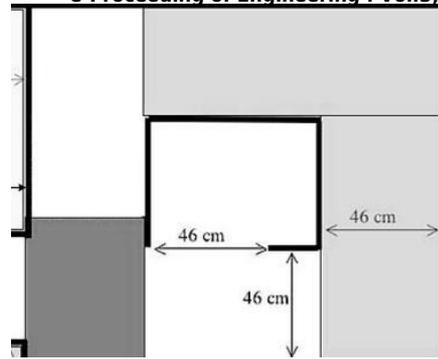
Gambar 4.12 Hasil pemetaan 2



Gambar 4.13 Denah lingkungan 2



Gambar 4.14 Hasil pemetaan 3



Gambar 4.15 Denah lingkungan 3

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Tingkat akurasi pengiriman data melalui bluetooth ke laptop sebesar 100%.
2. Performansi terbaik sistem terdapat pada saat nilai konstanta PD sebesar $P=20$ dan $D=15$ yaitu dengan nilai $t_d=600$ ms, $t_r=1290$ ms, $t_p=1380$ ms, dan $M_p=31,82\%$. Dengan hasil dari masing masing perhitungan dibagi 50.
3. Mekanik robot sangat mempengaruhi kinerja dari kontrol PD, karena konstruksi robot menggunakan kaki maka osilasi yang terjadi pada robot tidak terlalu berpengaruh karena adanya daya redam dari kaki.
4. Dengan menggunakan dua jenis sensor berupa sensor jarak ultrasonik dan sensor jarak kompas sudah dapat digunakan untuk melakukan pemetaan lingkungan dengan cukup baik.
5. Diperlukan aplikasi tambahan untuk melakukan pemetaan yang berfungsi sebagai alat gambar yang merepresentasikan nilai baca sensor.

5.1 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya agar terjadi optimasi serta untuk penyempurnaan yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengiriman data agar bisa menjangkau jarak yang lebih jauh dapat digunakan modul radio frekuensi 433mhz.
2. Untuk melakukan pemetaan yang lebih baik lagi, dapat digunakan sensor yang lebih handal seperti rplidar360 yang dapat membaca jarak 360 derajat sekaligus, sehingga dapat melakukan pemetaan dengan lebih cepat.

Daftar Pustaka:

- [1] Ye,Cang; Borenstein, Johan.2012. A new terrain mapping method for mobile robots obstacle negotiation.USA: The University of Michigan.
- [2] Varveropoulos, Vassilis.2012. Robot Localization and Map Construction Using Sonar Data.The Rossum Project.
- [3] Patil, Dhiraj, Arun, Agiwal, Sakshi, Vinod. 2015. Design and Implementation of Mapping Robot Using Digital Magnetic Compass and Ultrasonic Sensor. India : Veermata Jijabai Technological Institute.
- [4] Herdianto, Candra:“ Desain dan Implementasi Sistem Navigasi Robot Beroda Menggunakan Algoritma Wall Following Berbasis PID”. Bandung: Institute Teknologi Telkom, 2012. _
- [5] CMPS03 *Datasheet*. EW-7711HPn.
- [6] Meng, Ni Xiaodong, Wang. 2011.Kinematics Analysis and Simulation of Quadraped Robot. Beijing : School of Automation Science and Electrical Engineering, Beihang University.
- [7] PANDILOV, Zoran DUKOVSKI, Vladimir. Comparison Of The Characteristics Between Serial And Parallel
- [8] Max Katsev, Anna Yershova, Benjamn Tovar, Robert Ghrist, and Steven M. LaValle, “Mapping and Pursuit-Evasion Strategies For a Simple Wall Following Robot,” IEEE Trans. On Robotics, vol. 27, no. 1, feb. 2011.