

Kinerja Algoritma *Vector Field Histogram* Dalam Perilaku Menghindari Rintangan Pada Robot Sepak Bola Beroda

Performance of *Vector Field Histogram* Algorithm in Obstacles Avoidance on Wheeled Soccer Robot

Saleh Gustanto^{1*}, Sugeng², A. Hafid Paronda³, Muhammad Nurjaya⁴

¹Universitas Islam "45" Bekasi

Jl. Cut Meutia No. 83. Bekasi Timur, 021-883-444-36

salehgustanto@gmail.com^{1*}, sugeng_pratama@yahoo.co.id², terpelihara@gmail.com³

muhammadnurjaya46@gmail.com⁴

Abstrak – Robot sepak bola beroda adalah salah satu cabang olahraga yang dimasuki dunia robotika yang bertujuan untuk melancarkan strategi yang kompleks dan state permainan yang beragam. Robot didesain dapat menjelajahi area yang ada didekatnya agar tidak terjadi tabrakan sesama robot atau dapat menghindari ketika ada rintangan didepan robot. Untuk dapat mengatasi situasi tersebut algoritma *Vector Field Histogram (VFH)* bisa digunakan sebagai pengendali menghindari rintangan. *VFH* dapat bekerja dengan menggunakan 3 bagian utama yaitu (grid histogram, polar histogram, dan candidate valley), untuk mendeteksi adanya rintangan dan kemudian robot harus bergerak dengan memilih nilai terendah dari penjumlahan grid histogram. Untuk dapat mengetahui kinerja dari algoritma *VFH* dalam mengendalikan perilaku menghindari rintangan pengujian menggunakan 3 jenis pola rintangan yang berbeda-beda pada area jelajahnya. Hasil yang didapatkan dengan menggunakan algoritma ini dapat berkerja secara optimal dalam perilaku menghindari rintangan ketika berhadapan langsung dengan rintangan diarea jelajahnya.

Kata Kunci: Robot Sepak Bola Beroda, Menghindari Rintangan, dan *VFH*.

Abstract – Wheeled soccer robot is one of the sports that robotics branch enter which aim to launch complex strategies and diverse game states. The robot is designed to able to explore nearby area, so there will be no collision among robots and the robot can avoid obstacles in front of it. To overcome this situation, the *Vector Field Histogram (VFH)* algorithm is used as a method for obstacle-avoidance controller. *VFH* can work by using 3 main parts (grid histogram, polar histogram and candidate valley), to find out the obstacles and then it must move by selecting the lowest value of the sum of the histogram grid. To find out performance of the *VFH* algorithm in controlling obstacle avoidnace behavior, the experiments carried out 3 different types of obstacle patterns. The result show that this algorithm can work optimally in the behavior of avoiding obstacles when dealing directly with obstacles in the wandering area.

Keywords: Wheeled Soccer Robot, Obstacle Avoidance, and *VFH*.

1. Pendahuluan

Implementasi robot selama ini dapat membantu manusia diberbagai bidang terutama di bidang industri. *Artificial Intelligence* (AI) memegang peran penting dalam dunia robotika karena memungkinkan robot bergerak secara otomatis hanya dengan perintah sederhana. Untuk mengembangkan dunia robotika lebih jauh, para peneliti mencoba membuat robot untuk melakukan berbagai macam olahraga dan permainan yang dibuat manusia. Harapannya, agar robot dapat bertindak seperti manusia dan suatu saat dapat digunakan dalam lingkup yang lebih luas [1].

Salah satu cabang olahraga yang dimasuki dunia robotika adalah sepak bola. Olahraga yang dimainkan diseluruh dunia ini memiliki unsur kerja sama tim yang tinggi, strategi yang kompleks, dan state permainan yang beragam. Robot sepak bola atau robot *soccer* adalah pertandingan sepak bola yang dilakukan oleh robot – robot yang berukuran kecil dan dimainkan pada lapangan berukuran tenis meja [2].

Strategi menyerang dan bertahan merupakan dasar strategi dalam robot *soccer*. Keberhasilan suatu tim robot *soccer* dipengaruhi oleh keberhasilan pemain robot untuk memasukkan bola ke gawang lawan. Strategi menyerang merupakan faktor utama penentu keberhasilan tim Robot *Soccer* untuk memenangkan pertandingan [3].

Untuk dapat melakukan strategi tersebut robot harus menjelajahi area lapangan untuk dapat membaca situasi yang akan dikerjakan. Untuk menjelajahi area lapangan robot didesain agar tidak membentur dengan robot lain nya. Sensor Ultrasonik untuk mengambil jarak robot dengan segala sesuatu yang ada disekitarnya, yang nantinya jarak yang didapat akan digunakan untuk menentukan gerakan robot seperti belok kanan, belok kiri maupun lurus dengan halus tanpa adanya benturan dengan robot lainnya yang ada diarea lapangan.

Arah gerak robot berpengaruh terhadap pendeteksian bentuk rintangan yang berada didepan robot. Pada setiap logika standar pengendalian robot, setiap ada rintangan dihadapan robot maka dengan otomatis robot akan berbelok sehingga waktu yang digunakan pun semakin banyak [4].

Dari permasalahan diatas maka untuk menentukan strategi yang akan diambil pada robot *soccer* ini perlu mendesain algoritma *Vector Field Histogram* dalam perilaku menghindari rintangan pada robot *soccer*, agar robot dapat mengambil langkah strategi yang akan dijalankan.

2. Landasan Teori

2.1. Robot Soccer

Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI) Beroda adalah divisi terbaru pada KRSBI yang merupakan pengembangan dari Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) Beroda. Robot beroda ini dapat bermain sepak bola dan bergerak secara *autonomous* mencari bola dan gawang sendiri tanpa bantuan kendali manusia. Auturan kompetisi KRSBI Beroda mengacu pada *RoboCup Soccer Middle Size League* (MSL).

Ukuran panjang dan lebar robot antara 30 hingga 52 cm, tinggi robot antara 40 hingga 80 cm. Robot bermain dilapangan pertandingan berukuran 6 x 9 Meter. Bola yang digunakan merupakan bola futsal berwarna *orange* (ukuran standar FIFA no. 4, ukuran lingkaran bola 62-64 cm, berat 390-430 gram). Sensor yang digunakan harus berada pada robot. Tidak ada sensor yang diletakkan diluar robot (tidak ada kamera diatas lapangan [5]).

2.2. Obstacle Avoidance

Obstacle avoidance atau yang dikenal dengan menghindari rintangan adalah sebuah metode untuk robot agar tidak terjadi nya tabrakan sesama robot. System pengendalian robot untuk dapat menghindari rintangan banyak ditemukan sekarang ini. System pengendalian biasanya terdiri dari perangkat keras system computer dan perangkat lunak yang berjalan diatas perangkat keras. Perangkat keras dapat berbasis mikrokomputer atau berbasis mikrokontroler. Sedangkan perangkat lunak terdiri dari pengolah akuisi data, pengambilan keputusan dan

coordinator gerakan /keluaran [6]. Seperti contoh metode untuk menghindari rintangan yaitu *Vector Field Histogram*.

2.2.1. Vector Field Histogram

Vector Field Histogram (VFH) adalah algoritma menghindari rintangan untuk mendeteksi hambatan yang tidak diketahui dan dirancang untuk kekurangan dari *Virtual Force Field* (VFF).

Dalam VFH, data hambatan dijelaskan menggunakan proses 2 tahap. *Pertama*, VFH membangun pesawat 2D menggunakan *grid* histogram. *Kedua* algoritma memilih sector yang paling cocok dari semua sector histogram *polar* dengan kepadatan rintangan *polar* terendah. Nilai-nilai dari masing-masing sel dalam *grid* histogram diperlakukan sebagai vector hambatan. Besarnya vector rintangan diberikan oleh :

$$m = CV (a - b . d) \tag{1}$$

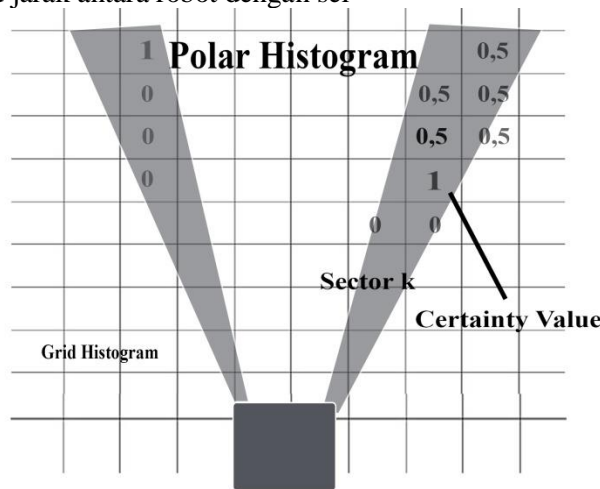
dimana :

m = *magnitude* atau besarnya hambatan disetiap sel

CV = *Certainty Value* atau nilai kepastian dalam VFH (0, 0,5 dan 1)

a, b = *Positive Constans* nilai positif untuk *magnitude* (200 dan 1)

d = *Distance* atau jarak antara robot dengan sel

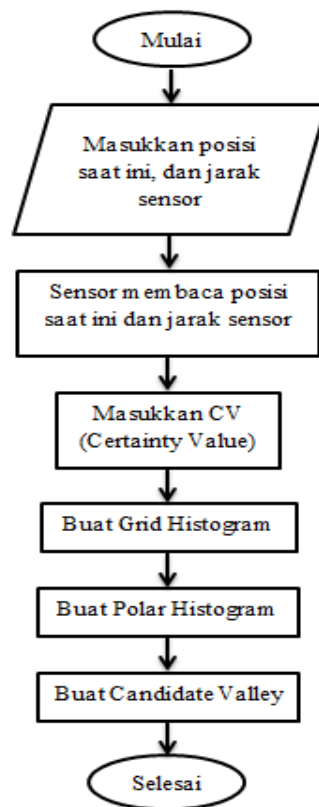


Gambar 1. Konstruksi histogram polar pada kisi histogram.

Selanjutnya VFH membangun histogram polar untuk melakukan penjumlahan dari *grid* histogram yang telah direkam. Histogram polar memiliki arbiter resolusi sudut sedemikian rupa. Setiap sector k pada gambar diatas sesuai dengan yang sudah dikalibrasi terlebih dahulu, dimana k untuk masing – masing sensor yang terdapat pada robot. Untuk setiap sector k , kepadatan hambatan kutub atau *Polar Obstacle Density* (POD) h_k disajikan sebagai

$$h_k = \sum m \tag{2}$$

Membandingkan POD dari setiap sector dengan nilai ambang yang diberikan, metode VFH mengidentifikasi sector bebas yang memiliki POD dibawah nilai ambang batas yang diberikan. Kemudian, ia memilih sector yang paling dekat dengan tujuan dan robot pergi kearah sector yang dipilih. Melalui prosedur ini, robot dapat terus menemukan arah yang tepat menggunakan VFH dan titik yang menyatakan ke tujuan [7]. Berikut tampilan dari *flow chart* algoritma *vector field histogram* pada Gambar 2.

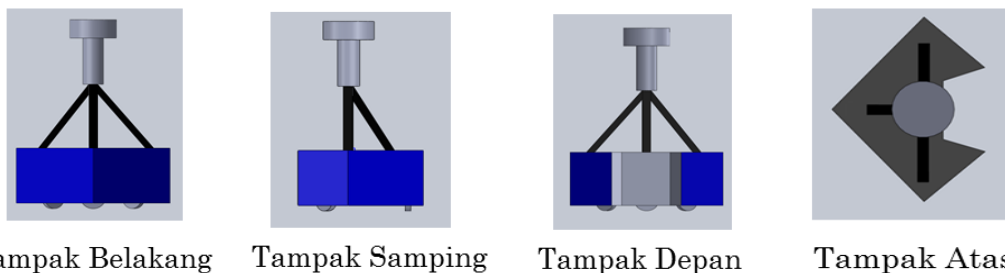


Gambar 2. Flow chart algoritma vector field histogram.

3. Metode Penelitian

3.1. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah Robot *Soccer* Beroda. Desain ini dipilih karena dapat mempermudah melakukan pergerakan robot ke segala arah. Gambar 3, struktur dari desain tersebut dengan 3 roda *Omnidireksional*, dimana masing – masing robot digerakan oleh 3 Motor DC, Motor DC tersebut dikendalikan oleh 2 *Driver* Motor L298N. Sebagai contoh rancangan desainnya seperti Gambar 3.



Gambar 3. Rancang bangun robot *soccer* beroda.

3.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Gerinda
- Tang Ripet
- Obeng (+/-)
- Mesin Bor

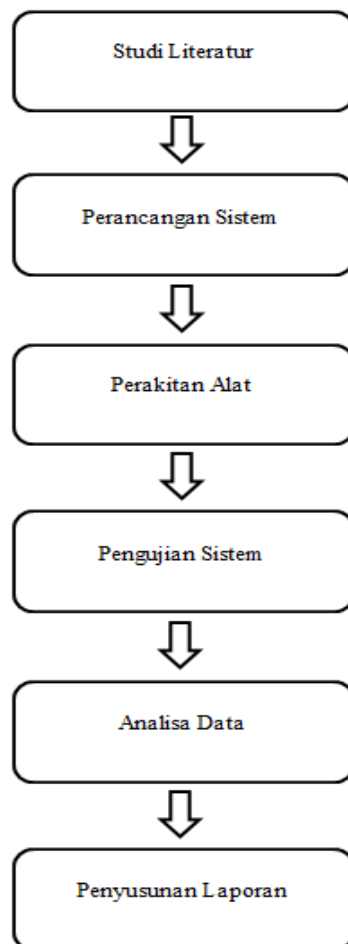
- *Solder*
- *Laptop*

Adapun bahan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- *Arduino Mega 2560*
- *Sensor Ultrasonik*
- *Baterai Li-Po*
- *Driver motor L298N*
- *Motor DC Kontinyu*
- *Mur*
- *Baut*
- *Kabel Jumper*
- *Hollow Aluminium*

3.3. Prosedur Penelitian

Diagram alir pada prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut :

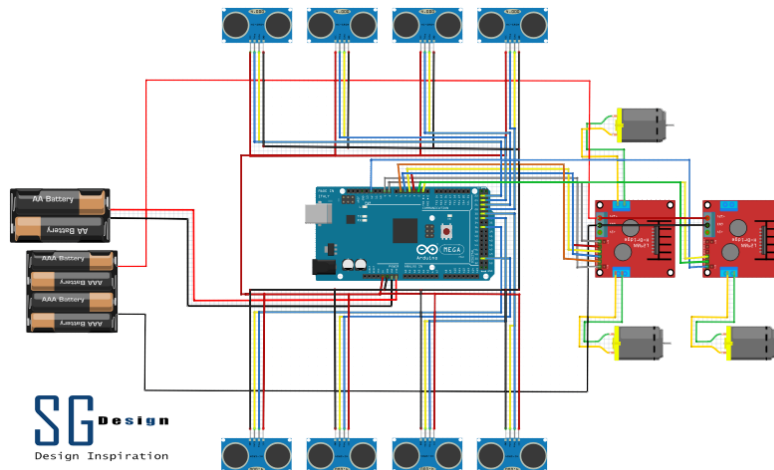


Gambar 4. Diagram alir penelitian.

Detail prosedur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Studi literatur
 - *Robot Soccer*
 - *Algoritma Vector Field Histogram*
 - *Arduino Mega 2560*

- Sensor Ultrasonik
 - *Driver Motor L298N*
 - Motor DC Kontinyu
- b. Perancangan Sistem
- Perancangan Sistem Kendali Cerdas, pada tahap ini dilakukan proses desain spesifikasi sistem pengendali yang meliputi perancangan rangkaian sistem, perancangan sistem umpan balik menggunakan sensor ultrasonik dan perancangan skema algoritma *Vector Field Histogram*. Pada proses desain ini akan menghasilkan rancangan konfigurasi sistem kendali yang menerapkan *Vector Field Histogram* sebagai algoritma pengendali.



Gambar 5. Rangkaian vfh pada robot *soccer*.

- c. Perakitan Alat
- Perakitan Alat yakni perakitan Kode *Vector Field Histogram*, pada tahap ini dilakukan perakitan kode perangkat lunak yang digunakan sebagai komponen utama sistem kecerdasan pengendali. *Flowchart* algoritma *Vector Field Histogram* sebagaimana yang telah dijelaskan pada Gambar 2.
- d. Pengujian Sistem
- Pengujian Masukan dan Keluaran Sistem Kendali, pada tahap ini dilakukan proses peninjauan ulang spesifikasi masukan dan keluaran pada pengujian system elektronik yang digunakan dalam sistem ini. Proses ini dilakukan untuk memverifikasi data aliran sinyal masukan dan keluaran setiap blok sub sistem yang digunakan.
- e. Analisa Data
- Kinerja sistem perilaku menghindari rintangan pada penelitian ini meliputi:
- Analisa Finite State
Menurut Joseph L. Jones dalam bukunya yang berjudul “*Robot Programming (A Practical Guide to Behavior-Based Robotics)*”, Analisa *Finite State* adalah analisa yang bekerja dengan cara menghitung apa yang harus dilakukannya sekarang. Perilaku ini tidak memperhatikan apa yang dilakukannya saat terakhir kali dipanggil dan tidak membuat persiapan untuk apa yang akan dilakukannya selanjutnya, dan perilaku ini disebut tidak memiliki keadaan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Mekanik

Berdasarkan hasil perakitan alat mekanik yang dirancangan pada Gambar 3, maka bentuk dari hasil system mekanik Robot *Soccer* Beroda tampak pada gambar dibawah ini. Mulai dari 8 Sensor Ultrasonik hingga rangkaian elektrik dan 3 roda *Omnidireksional* sudah dapat terpasang pada Robot *Soccer* Beroda. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa Robot *Soccer* Beroda sudah terpasang dengan sangat baik.



Gambar 6. Bentuk dari robot *soccer* beroda.

4.1.2. Elektrik

System elektrik dari Robot *Soccer* Beroda terdapat bahan material pendukung. Bahan material nya seperti Sensor Ultrasonik yang berfungsi sebagai pembacaan rintangan yang ada dihadapan Robot. *Driver* Motor yang dapat mengendalikan dua Motor DC, dimana motor DC ini membutuhkan daya sebesar 12 V. Dan bahan material yang utama yaitu Mikrokontroler Arduino Mega 2560 untuk dapat mengendalikan semua komponen elektrik yang terdapat pada Robot *Soccer* Beroda. Berikut hasil dari gambar Elektrik yang sudah dirangkai dan dimasukkan kedalam kerangka Robot *Soccer* Beroda.



Gambar 7. Rangkaian elektrik yang sudah terpasang pada robot *soccer* beroda.

4.1.3. Hasil Pengukuran Sistem Elektrik

A. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Ada 8 sensor Ultrasonik yang harus dicari data nya untuk melakukan penelitian ini. 8 Sensor Ultrasonic dipasang secara berderetan untuk membentuk sebuah kerucut atau seperti pantulan cahaya senter. Setelah dapat dipasang pada kerangka Robot, maka hasil dari pembacaan semua sensor, maksimal data pembacaan yang didapat yakni bernilai rata rata berkisaran 111,3 Cm atau 1,1 meter untuk pembacaan rintangan yang berhasil dideteksi atau berhasil diidentifikasi oleh Sensor Ultrasonik. Berikut hasil dari data pengujian terhadap Sensor Ultrasonik.

Tabel 1. Data dari hasil pengujian.

No.	Sensor	Posisi	Maksimal Data Jarak
1.	Sensor 1	Kiri 1	130 Cm
2.	Sensor 2	Kiri 2	110 Cm
3.	Sensor 3	Tengah Kiri 1	104 Cm
4.	Sensor 4	Tengah Kiri 2	103 Cm
5.	Sensor 5	Tengah Kanan 1	98 Cm
6.	Sensor 6	Tengah Kanan 2	108 Cm
7.	Sensor 7	Kanan 1	108 Cm
8.	Sensor 8	Kanan 2	130 Cm

B. Hasil Pengujian Driver Motor

Berdasarkan hasil pengujian pada *Driver Motor* yang telah dipasang pada kerangka Robot Soccer Beroda mendapatkan hasil yang hampir sama. Dimana dalam hal ini 2 *Driver Motor* berhasil mengendalikan 3 Motor DC. Yang masing masing Motor DC membutuhkan daya sebesar 12 V. Kemudian Motor DC diletakkan di posisi kanan, kiri dan belakang Robot untuk menjalankan Robot. Setelah dipasang pada kerangka Robot, penulis melakukan pengujian terhadap 2 *Driver motor*, dan hasilnya data yang dicari yakni arah dari pada pergerakan robot yang dapat bisa maju, kiri dan kanan. Dibawah ini merupakan hasil dari data arah gerak motor yang dikendalikan oleh 2 *Driver Motor* L298N.

Tabel 2. Data arah gerak motor.

No.	Arah	Motor	Gerak Motor
1.	Maju	Kanan	Maju
		Kiri	Maju
		Belakang	-
2.	Kanan	Kanan	Maju
		Kiri	Maju
		Belakang	Maju
3.	Kiri	Kanan	Maju
		Kiri	Maju
		Belakang	Maju

4.1.4. Hasil Perakitan Kode Perangkat Lunak VFH

Berdasarkan rancangan algoritma pembentukan *grid* histogram, diperoleh data sebagaimana yang dijelaskan pada Tabel 3. *Grid* histogram berisi, *Certainty Value* (CV) yang menjelaskan nilai kepastian keberadaan rintangan dalam *grid*. Pembentukan *grid* dibuat secara virtual dengan cara mengkalibrasi jangkauan sensor sebelum robot dijalankan, seperti yang dijelaskan diatas. Setelah mengkalibrasi, nilai kepastian atau *Certainty Value* keberadaan rintangan dimasukkan kedalam pengkodean software Arduino IDE, karna akan diproses oleh arduino untuk menjelaskan hasil dari kalibrasi robot sebelum dijalankan.

Tabel 3. Data *grid* histogram (tanpa rintangan).

No.	Sensor	Data Grid Histogram
1.	Sensor 1	Kotak 1 = [0] Kotak 2 = [0] Kotak 3 = [0] Kotak 4 = [0] Kotak 5 = [0] Kotak 6 = [0] Kotak 7 = [0] Kotak 8 = [0]

Adapun Nilai kepastian objek dalam *grid* :

- 1 : Jika benar terdapat adanya rintangan
- 0 : Jika tidak benar adanya rintangan
- 0,5 : Jika terdeteksi bayangan objek

Hasil dari data grid histogram pada robot ketika tidak ada rintangan yang dibaca oleh sensor. Nilai akan mendapatkan nilai 0 dikarenakan tidak mendeteksi adanya rintangan. Sebagai contoh Gambar 7 robot ketika tidak mendeteksi adanya rintangan didepannya.



Gambar 8. Robot tidak mendeteksi adanya rintangan.

Berikut dijelaskan data yang berhasil telah direkam oleh robot *soccer*, terkait dengan keberadaan objek yang telah dibaca oleh sensor 1 dan distribusikan ke dalam *grid* histogram. Nilai tersebut kemudian dimasukkan kedalam rumus persamaan (1) untuk menghitung keberadaan objek didalam *grid* histogram, yaitu dengan rumus *Magnitude* $M = CV(a - b.d)$. Setelah dimasukkan kedalam rumus, maka terdapat 1 *grid* yang secara pasti mencatat adanya rintangan dengan nilai yang sangat besar. Dan hasil ini pun didalam VFH diberi nilai M pada kotak pertama atau *grid* pertama, sedangkan terdapat 7 *grid* yang tidak terlalu pasti mencatat keberadaan rintangan, dan ditandai dengan nilai yang rendah didalam VFH pada kotak ke 2 dan seterusnya sampai dengan kotak ke 8, karna sensor 1 hanya mampu mendeteksi 8 *Grid* atau 8 kotak pada saat proses pengkalibrasi. Ini menandakan bahwa rintangan yang ada dihadapan sensor satu sangat dekat dengan rintangan, berikut contoh seperti Tabel 4.

Tabel 4. Data *grid* histogram (dengan rintangan).

No.	Sensor	Data <i>Grid</i> Histogram
1.	Sensor 1	Kotak 1 = [167] Kotak 2 = [77,9] Kotak 3 = [70,5] Kotak 4 = [64,5] Kotak 5 = [57] Kotak 6 = [50] Kotak 7 = [44] Kotak 8 = [30]

Dan ini merupakan gambaran pada robot, ketika berhasil mendeteksi adanya rintangan pada sensor 1. Dimana rintangan sangat dekat dengan robot. Maka nilai yang dikeluarkan akan sangat tinggi. Sebagaimana contoh Gambar 9, robot yang berhasil mendeteksi adanya rintangan pada sensor 1.



Gambar 9. Robot mendeteksi adanya rintangan pada sensor 1.

Berdasarkan rancangan algoritma pembentukan *polar* histogram, diperoleh data sebagaimana yang dijelaskan pada tabel dibawah ini. *Polar* histogram berisi, penjumlahan nilai *Magnitude* persamaan (2) yang menjelaskan nilai kepastian keberadaan rintangan yang telah dibaca oleh sebuah sensor. Pembentukan *polar* histogram dibuat dengan cara menjumlahkan seluruh nilai *Magnitude* yang terdapat dalam *grid* disuatu pembacaan sensor jarak. Data pada Tabel 5. menjelaskan bahwa, *polar* histogram yang dihasilkan pada pembacaan sensor menunjukan bahwa tidak terdapat rintangan yang terbaca oleh sensor.

Tabel 5. Data *polar* histogram (tanpa rintangan).

No.	Sensor	Data <i>Polar</i> Histogram
1.	Sensor 1	Histogram Sensor 1 = [0]
2.	Sensor 2	Histogram Sensor 2 = [0]
3.	Sensor 3	Histogram Sensor 3 = [0]
4.	Sensor 4	Histogram Sensor 4 = [0]
5.	Sensor 5	Histogram Sensor 5 = [0]
6.	Sensor 6	Histogram Sensor 6 = [0]
7.	Sensor 7	Histogram Sensor 7 = [0]
8.	Sensor 8	Histogram Sensor 8 = [0]

Berikut dijelaskan data yang telah direkam, terkait dengan keberadaan objek yang telah dibaca oleh 8 sensor berdasarkan perhitungan *polar* histogram. Data yang diperoleh terdapat 1 penjumlahan nilai *Magnitude* yang menonjol, yaitu *sector* nomor 8. *Polar* histogram diperoleh dengan cara membandingkan seluruh nilai yang ada di setiap *sector* histogram yang dimiliki oleh masing – masing sensor yang diletakkan didalam robot, dan mencari nilai histogram terkecil dari sebaran nilai histogram tersebut.

Tabel 6. Data *polar* histogram (dengan rintangan).

No.	Sensor	Data <i>Polar</i> Histogram
1.	Sensor 1	Histogram Sensor 1 = [560,5]
2.	Sensor 2	Histogram Sensor 2 = [726]
3.	Sensor 3	Histogram Sensor 3 = [571,5]
4.	Sensor 4	Histogram Sensor 4 = [500,5]
5.	Sensor 5	Histogram Sensor 5 = [417,5]
6.	Sensor 6	Histogram Sensor 6 = [141]
7.	Sensor 7	Histogram Sensor 7 = [189,5]
8.	Sensor 8	Histogram Sensor 8 = [130]

Berikut gambar yang berhasil direkam ketika robot dapat mendeteksi adanya rintangan. Sensor yang diletakkan pada robot dapat diaktifkan dengan dibuktikan sensor dapat mendeteksi adanya rintangan. Dimana sensor 1 sampai dengan sensor 5. Dimana rintangan terdekat dideteksi oleh sensor 1 dan sensor 2. Dan sensor 3 sampai 5 dideteksi rintangan terjauh. Berikut gambaran hasil robot ketika mendeteksi rintangan seperti gambar berikut.



Gambar 10. Robot mendeteksi adanya rintangan disetiap sensor.

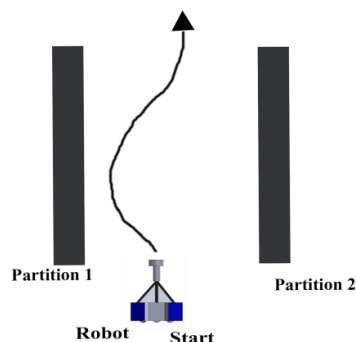
Berdasarkan nilai *candidate valley* yang diperoleh dari penjumlahan nilai *Magnitude* didalam sensor. Maka kesimpulan akhir dari arah pergerakan robot yang berhasil dihitung adalah robot bergerak kearah yang sejajar dengan sumbu sensor 8. Langkah Ini diambil dengan mencari nilai histogram terkecil, yang dimana telah dijelaskan pada bagian diatas. Sebagai berikut contoh Tabel 7.

Tabel 7. Data arah gerak (dengan rintangan).

No.	Data Histogram	Arah Gerak
1.	Histogram Sensor 1 = 560,5	
2.	Histogram Sensor 2 = 244	
3.	Histogram Sensor 3 = 263	
4.	Histogram Sensor 4 = 267,5	Bergerak kearah sumbu
5.	Histogram Sensor 5 = 208	sensor 8
6.	Histogram Sensor 6 = 82	
7.	Histogram Sensor 7 = 82	
8.	Histogram Sensor 8 = 60	

4.1.5. Hasil Pergerakan Robot Dengan Rintangan

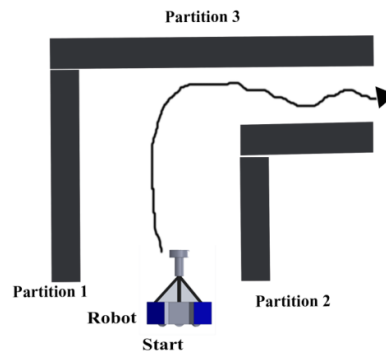
Selanjutnya, robot soccer ini diuji kembali dengan cara pemberian rintangan pada area jelajahnya untuk mengetahui kinerja dari algoritma ini dalam mengendalikan perilaku menghindari rintangan. Pengujian ini menggunakan 3 jenis pola rintangan yang berbeda – beda. Hasil yang telah didapatkan adalah gambaran hasil lintasan jelajah yang dibuat oleh robot ketika diberikan rintangan. Bentuk lintasan jelajah robot ketika diberikan rintangan 1 dijelaskan pada Gambar 11 berikut.



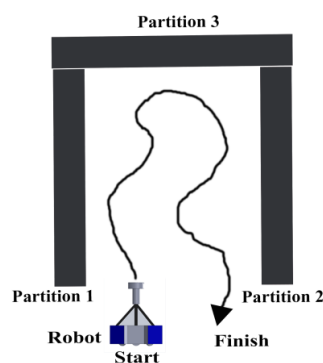
Gambar 11. Lintasan jelajah robot pada rintangan 1.

Dari hasil lintasan yang diperoleh dapat diketahui bahwa gerak robot dalam melakukan perjalanan ditengah *partition* atau dinding mendapatkan hasil gerakan yang tidak beraturan. Pada saat menyisir *partition* atau dinding, robot bergerak ke kanan dan ke kiri. Lintasan

jelajahnya tidak berbentuk sebuah garis beraturan yang rapih. Situasi ini terjadi pula ketika diberikan rintangan ke 2 dan ke 3, sebagaimana yang telah dijelaskan pada Gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Lintasan jelajah robot pada rintangan 2.



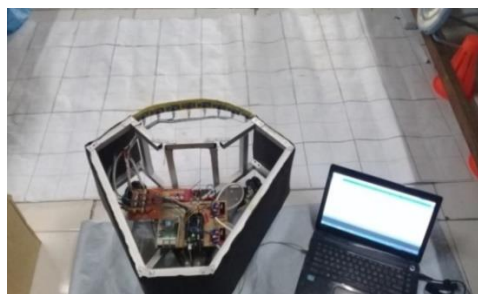
Gambar 13. Lintasan jelajah robot pada rintangan 3.

Hasil yang didapatkan pada gambaran bentuk lintasan ini menjelaskan bahwa, algoritma ini dapat bekerja secara optimal dalam perilaku menghindari rintangan ketika berhadapan dengan rintangan di area jelajahnya. Namun Algoritma ini perlu dikembangkan kembali agar maneuver robot ini dapat dibangkitkan pola pergerakan yang lebih bagus tidak miring ke kiri dan ke kanan seolah – olah bergerak tanpa pengaturan arah kemudi yang tepat.

4.2. Pembahasan

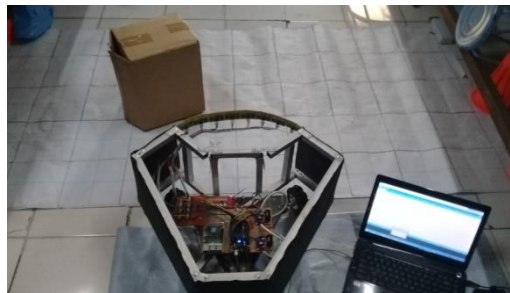
4.2.1. Proses Pengkalibrasian Robot

Sebelum robot dijalankan, robot terlebih dahulu harus melakukan proses Kalibrasi terhadap objek yang ada didepan nya, agar mendapatkan data yang akurat. Dalam hal pengkalibrasi yakni menggunakan *grid* histogram yang didalam nya terdapat 20 kotak kesamping, dan 10 kotak kebawah, dimana masing – masing kotak memiliki ukuran yang sama yaitu 10 Cm. jadi total kesamping dengan 2 M, dan kebawah 1 M. Berikut contoh pengkalibrasi robot sebelum dijalankan.



Gambar 14. Proses kalibrasi robot *soccer*.

Setelah semua *grid* histogram sudah dibentuk, maka tahap selanjutnya yaitu meletakkan rintangan yang ada dihadap semua sensor. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa sensor yang diletakkan pada robot dapat berfungsi dengan sangat baik. Untuk proses pembacaan sensor harus melewati tahap demi tahap, seperti melalui *grid* satu dengan *grid* lainnya. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data yang akurat. Berikut contoh pengidentifikasi sensor didalam proses pengkalibrasi robot.



Gambar 15. Proses kalibrasi robot *soccer* dengan rintangan.

4.2.2. Perakitan Kode Perangkat Lunak VFH

Telah berhasil dibuat kode perangkat lunak berdasarkan algoritma VFH sebagaimana yang telah dijelaskan dalam *Flowchart* algoritma VFH. Pengkodean perangkat lunak dilakukan untuk membentuk blok kode pembuatan *Grid* Histogram, *Polar* Histogram, dan *Candidate Valley*. Dari ketiga bagian tersebut yaitu menjalankan sebuah program VFH dan untuk menentukan perilaku daripada Robot harus bergerak kearah mana ketika mendeteksi adanya rintangan di depannya. Berikut hasil daripada pengkodean dari 3 bagian utama dalam VFH.

A. Grid Histogram

Grid Histogram merupakan langkah awal dari bagian VFH. Dimana dalam hal ini untuk menjalankan Robot, robot harus dikalibrasikan terlebih dahulu. Dan untuk mengkalibrasikan hal tersebut, harus memasukan kode perangkat lunak ke dalam mikrokontroler Arduino Mega 2560.

B. Polar Histogram

Polar histogram merupakan langka ke 2 dalam menjalankan algoritma dari VFH. didalam *polar* histogram yakni harus melakukan operasi penjumlahan daripada *grid* histogram yang telah dikalibrasi diawal. Hal ini dilakukan untuk mendeteksi ada nya rintangan yang ada dihadapan Robot.

C. Candidate Valley

Didalam VFH, langkah terakhir yaitu menentukan *Candidate Valley* untuk menentukan arah dari pada pergerakan robot ketika mendeteksi adanya rintangan didepan robot. Penerapan yang dilakukan dalam *candidate valley* sama dengan penerapan yang dilakukan oleh *polar* histogram yaitu sama sama menggunakan perintah “*IF else*” dalam bahasa Arduino Mega 2560. Didalam *candidate valley* proses perbandingan dilakukan mencari histogram mana yang akan dijalankan untuk pergerakan robot. Dan mencari nilai terkecil dari histogram tersebut. Berikut contoh dari pengkodean *Candidate Valley* yang dimasukkan kedalam bahasa Arduino Mega 2560.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa, Kinerja algoritma *Vector Field Histogram* yang diterapkan sebagai pengendali perilaku menghindari rintangan pada robot *soccer* beroda dapat bekerja secara optimal yang dibuktikan dengan

sempurnanya robot ketika berada dalam bentuk lintasan jelajah yang dilakukan oleh robot *soccer* ini ketika berhadapan dengan rintangan yang menghalangi area jelajahnya.

Referensi

- [1] Tony, “Analisis dan perancangan teknologi pada robot sepak bola,” *Jurnal Ilmu Komputer dan Informasi*, vol. 3, no. 1, Feb., 46 – 54, 2010.
- [2] Pratomo Awang, H., dkk, “Algoritma strategi untuk menghindari rintangan pada robot sepak bola,” *Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF)*, vol. 1, no. 2, Mei., B-66 – B-72, 2010.
- [3] Pratomo Awang, H, dkk, “Perancangan strategi penyerangan pada robot sepak bola,” *Seminar Nasional Informatika (SEMNASIF)*, vol. 1, no. 2, Juli., B-38 – B-48, 2011.
- [4] Rahman Maulidi dan Aprilianto Hugo, “Penerapan metode *fuzzy* pada robot beroda menggunakan *omni-directional wheels* ,” *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 5, no. 2, 1075 – 1082, 2016.
- [5] Ardiansyah Thoha, dkk, 2017, “Pergerakan otomatis robot sepak bola beroda melalui komunikasi dengan referee box menggunakan base station,” *Jurnal Universitas Pendidikan Indonesia*, Juli , 82 – 86, 2017.
- [6] Setyawan C.Gogor, “Sistem robot otonom penghindar rintangan dan pencari jalur menuju sasaran berbasis mikrokontroler PIC16F877A,” *Jurnal UkrimUniversity*, vol. 07, no. 01, Januari, 51 – 58, 2015.
- [7] Yim Jae. W, dan Park Bae. J, “*Analysis of mobile robot navigation using vector field histogram according to the number of sectors, the robot speed and the width of the path*,” In *Proc. IEEE International Conference on Control, Automation and Systems’10*, 2014, 1037 – 1040.