



Penerapan Sistem Navigasi Sensor Kompas pada Robot Sepak Bola Beroda

Chindra Saputra¹, Roby Setiawan²

^{1,2}Sistem Komputer, STIKOM Dinamika Bangsa, Jl. Jendral Sudirman, Thehok, Jambi, 36138, Indonesia

ABSTRACT

Robot contest Indonesia or KRI has done in every year at the regional level and both the Indonesia national level. KRI is a robot competition for students has some of the offshoot race organised by the Directorate General of higher education (higher education). In 2017 the new branch in the race is a soccer Robot Contest Indonesia Wheeled (KRSBI Wheel). On Wheeled KRSBI branch, where the robot should be able to navigate in terms of looking for the ball, drove and kicked the ball towards the opponent. However, at the time of the match most of the robots has a problem in the system of positions. As a result many robots are often the wrong address or cannot recognize which gawan itself and where the opponent, so that the robot can kick the ball towards his own goal. The existence of these problems one of the solution is to utilize sensor compass as directions, so the robots can distinguish his own goal and where the position where the position of the opponent. This Wheeled robot KRSBI in design can move in any direction with a constant speed for each motion. This robot is made has a good navigation system and can follow the entire instruction has been given. This research resulted in a wheeled football robots with 3 omni-directional as fruit plants and uses sensors to detect compass directions.

Keywords: Navigation Systems, Sensors, Compass, Wheeled Robot.

ABSTRAK

Kontes Robot Indonesia atau KRI sudah dilakukan pada setiap tahunnya di Indonesia baik tingkat regional dan tingkat nasional. KRI adalah perlombaan robot bagi mahasiswa memiliki beberapa cabang perlombaan yang diadakan oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (Dikti). Pada 2017 cabang yang baru di perlombakan adalah Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI) Beroda. Pada cabang KRSBI Beroda, dimana robot harus bisa bernavigasi dalam hal mencari bola, menggiring dan menendang bola kearah gawang lawan. Akan tetapi, pada saats pertandingan kebanyakan robot memiliki masalah dalam sistem posisi. Akibatnya banyak robot yang sering salah alamat atau tidak bisa mengenali mana gawang sendiri dan mana gawang lawan, sehingga robot dapat menendang bola ke arah gawang sendiri. Dengan adanya permasalahan tersebut salah satu solusinya adalah dengan memanfaatkan sensor kompas sebagai petunjuk arah, sehingga robot bisa membedakan mana posisi gawang sendiri dan mana posisi gawang lawan. Robot KRSBI Beroda ini di rancang dapat bergerak ke segala arah dengan kecepatan yang konstan untuk setiap gerakannya. Robot ini di buat memiliki sistem navigasi yang baik dan dapat mengikuti seluruh instruksi yang telah di berikan. Penelitian ini menghasilkan sebuah robot sepak bola beroda dengan 3 buah motor dc menggunakan ban *omni-directional* sebagai penggerakannya dan menggunakan sensor kompas unruk mendeteksi arah.

Kata Kunci : Sistem Navigasi, Sensor Kompas, Robot Beroda.

1. PENDAHULUAN

Di jaman yang serba digital saat ini, teknolog terus berkembang dengan pesat. Salah satunya di bidang teknologi robot, hingga saat ini peran manusia sudah banyak di gantikan dengan teknologi robot. Teknologi banyak di dimanfaatkan terutama di dalam bidang industri dengan tujuan untuk meningkatkan jumlah produktivitasnya. Di Indonesia khususnya di bidang pendidikan, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (Dikti) rutin dalam mengadakan perlombaan di tingkat mahasiswa untuk meningkatkan keilmuan dan kreatifitas di bidang robotika rutin setiap tahun nya. Baik di tingkat regional maupun di tingkat nasional.

Di Indonesia kegiatan konstes robot rutin digelar setiap tahunnya, yang pertama digelar ditingkat regional dan dilanjutkan ketingkat nasional. Kontes Robot Indonesia atau KRI terdiri dari 5 (lima) divisi yaitu Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI), Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) tipe berkaki, Kontes Robot Seni Indonesia (KRSI), Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI) dan Kontes Robot Sepak Bola Indonesia Beroda (KRSBI Beroda).[1]

Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh M.Irwan Bustami yang berjudul Implementasi Sensor Kompas pada Robot Humanoid Soccer Berbasis Raspberry PI, pada penelitian ini fokus pada divisi Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI) yang memanfaatkan sensor kompas untuk mengetahui dimana letak gawang lawan.[2] Sedangkan dalam penelitian ini divisi yang akan di bahas adalah divisi Robot Sepak Bola Indonesia Beroda (KRSBI Beroda). Pada divisi ini, robot harus bisa bernavigasi untuk mencari bola, menggiring dan menendang bola kearah gawang lawan. Akan tetapi, di saat dalam pertandingan robot memiliki masalah dalam hal menentukan arah. Akibatnya banyak robot yang sering salah alamat atau tidak bisa mengenali mana gawan sendiri dan mana gawang lawan, sehingga robot dapat menendang bola ke arah gawang sendiri. Akibat adanya permasalahan tersebut salah satu solusinya adalah dengan memanfaatkan sensor kompas yang digunakan sebagai petunjuk arah, dimana dengan sensor kompas ini robot dapat membedakan mana arah posisi gawan sendiri dan posisi gawang lawan.

Robot sepak bola beroda yang akan di bangun pada penelitian ini dilengkapi dengan sensor kompas untuk sistem navigasinya agar robot dapat mengetahui posisinya serta dapat juga mengetahui dimana gawang lawan dan dimana gawang sendiri.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Navigasi

Navigasi merupakan proses kontrol dari pergerakan robot dari titik awal hingga akhir. Localization dan map making salah satu kategori dari navigasi yang menggunakan sensor untuk menginformasikan posisi terbaru mobile robot.[3] Sistem navigasi merupakan suatu cara yang digunakan untuk menentukan posisi dan arah perjalanan dari keadaan awal.[4]

Navigasi robot merupakan sebuah sistem pengendalian pergerakan robot dalam bernavigasi, sehingga robot dapat bergerak maju, mundur, berbelok ke kiri dan berbelok ke kanan.[5]

Dari ungkapan diatas dapat disimpulkan bahwa sistem navigasi merupakan sistem pengendalian pergerakan robot secara otomatis, sehingga robot dapat bergerak dan berpindah dari posisi awal ke ke posisi akhir dengan arah depan, kiri, belakang, dan kanan.

2.2 Arduino

Arduino IDE adalah perangkat lunak IDE (*Integrated Development Environment*). Sebuah perangkat lunak yang memudahkan kita mengembangkan aplikasi mikrokontroler mulai dari menuliskan source program, kompilasi, upload hasil kompilasi, dan uji coba secara terminal serial. Namun sampai saat ini arduino belum mampu men-debug secara simulasi maupun secara perangkat keras.[6] Arduino adalah nama keluarga pada papan (*board*) mikrokontroler yang bersifat *open source* yang bertujuan untuk memudahkan eksperimen atau mewujudkan berbagai peralatan berbasis mikrokontroler.[7] Pada penelitian ini arduino digunakan sebagai otak dari semua pemrosesan, dimana inputan dari semua sensor akan dikirimkan ke arduino untuk diolah dan memberikan keputusan robot sepak bola beroda untuk bergerak.

2.3 Sensor Kompas HMC5883L

Sensor adalah alat yang berfungsi untuk mendeteksi gejala yang berasal dari perubahan energy. Dalam penelitian ini penulis menggunakan sensor Kompas HMC5883L untuk mendeteksi keberadaan. Ic HMC5883L mengimplementasikan AMR (*Anisotropi cMagnetoresistive*). Teknologi AMR memiliki keunggulan dibandingkan teknologi sensor magnetik lainnya. Sensor yang bersifat anisotropik atau memiliki karakteristik berbeda dalam arah yang berbeda adalah sensor terarah (*directional*) yang memiliki presisi dan sensitivitas tinggi, dan untuk menghasilkan keluaran linear dari perubahan sudut orientasi sumbu.[8]

Sensor HMC5883L ini adalah sensor yang sangat sensitif sekali terhadap rotasi dan arah hadap sensor, dikarenakan sensor ini menggunakan medan magnet sebagai acuan dari pendeteksiannya.[9] Ada beberapa chip yang menyediakan kemampuan kompas digital, salah satu yang paling umum adalah HMC5883L, chip kompas digital 3-axis. Chip ini dikemas ke beberapa perusahaan, tapi hampir semuanya menghasilkan antarmuka yang serupa.[10]

3. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun kerangka kerja penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur
Mempelajari dan memahami teori-teori yang di peroleh dari beberapa buku, internet serta jurnal-jurnal dengan topik yang sama sehingga penulis dapat memahami konsep dan mendapatkan referensi dalam menyelesaikan masalah yang diteliti.
2. Pengumpulan Data
Melakukan pencarian data-data antara lain data-data pustaka : teori tentang robot, buku yang membahas tentang mikrokontroler arduino, buku elektronika dasar, buku tentang algoritma robot, buku tentang penggunaan sensor kompas, buku tentang cara membuat robot beroda. Adapun tujuan dari pengumpulan data-data ini, agar penulis dapat memahami teori serta mendapatkan banyak referensi untuk merancang robot beroda.
3. Analisa Data
Melakukan analisa terhadap data yang diperoleh dari proses pengumpulan data. Penulis menganalisa bentuk bangun robot yang telah di tetapkan dalam peraturan pada pertandingan robot sepak bola beroda. Selain itu penulis juga menganalisa penggunaan sensor kompas agar dapat dikontrol dan dapat menentukan arah gawang lawan.
4. Perancangan Sistem
Pada tahap ini, pertama kali akan dilakukan analisa kebutuhan yaitu untuk mengetahui apa-apa saja yang dibutuhkan dalam membangun robot sepak bola beroda. Dalam merancang sebuah robot sepak bola beroda yang di kendalikan oleh arduino, yang yang harus dilakukan pertamakali adalah merancang bentuk mekatronika robot. Setelah di peroleh bentuk fisik robotnya, tahapan selanjutnya adalah merancang rangkaian elektronika. Dalam merancang rangkaian elektronika ada beberapa bagian antara lain rangkaian penggerak motor dc, sensor dan rangkaian mikrokontroler yang saling terhubung. Sebelum ke tahap pengkodean yang di lakukan terebih dahulu adalah perancangan algoritma. Dalam perancangan algoritma, menggunakan tool pengembangan sistem yaitu *flowchart*. *Flowchart* yang di gunakan dalam perancangan ini adalah *flowchart* program. Selanjutnya dilakukan peroses penulisan kode (*coding*) program dan dilanjutkan dengan pengujian.
5. Pengujian
Pada tahapan proses ini, dilakukan proses pegujian. Pengujian alat ini sangat penting karena dengan pengujian inilah dapat diketahui apakah alat yang dibuat dapat berjalan sesuai dengan perencanaan yang diharapkan.
6. Penyusunan Laporan
Pada tahapan proses ini, dilakukan proses penyusunan atau pembuatan laporan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan oleh penulis. Tujuan dari tahap ini adalah agar penelitian ini dapat dibaca sehingga dapat diperoleh kritik maupun saran dari para pembaca. Serta dapat juga dijadikan sebagai bahan acuan dan referansi bagi pengembangan penelitian yang selanjutnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Sistem Pada Robot Sepak Bola Beroda

Robot sepak bola beroda ini dirancang berbentuk persegi dengan ukuran tinggi 60cm dan berdiameter sebesar 50 cm. Robot sepak bola beroda ini dilengkapi 3 sistem penggerak motor *Direct Current* (DC) 24V PG45 dengan menggunakan ban *omni-directional* agar dapat bergerak kesegala arah motor menggunakan driver mosfet, 1 motor dc sebagai penendang dan mikrokontroler arduino. Robot ini dirancang agar dapat mencari bola, menggiring dan menendang bola kearah gawang lawan. Robot sepak bola beroda ini dilengkapi dengan kamera yang berfungsi sebagai penghubung langsung ke lingkungan luar sistem dan sensor kompas yang di gunakan untuk sebagai petunjuk arah yang benar.

4.2 Analisa Kebutuhan Pada Sistem Pada Robot

Robot sepak bola beroda adalah robot yang mampu bernavigasi dengan 3 buah penggerak motor DC 24 volt PG45 dilengkapi dengan ban *omni-directional* yang di kendalikan dengan driver mosfet. Robot bergerak mencari bola, menggiring dan menendang bola ke arah gawang. Untuk menentukan arah gawang lawan digunakan sensor kompas yang di letakan di badan robot.

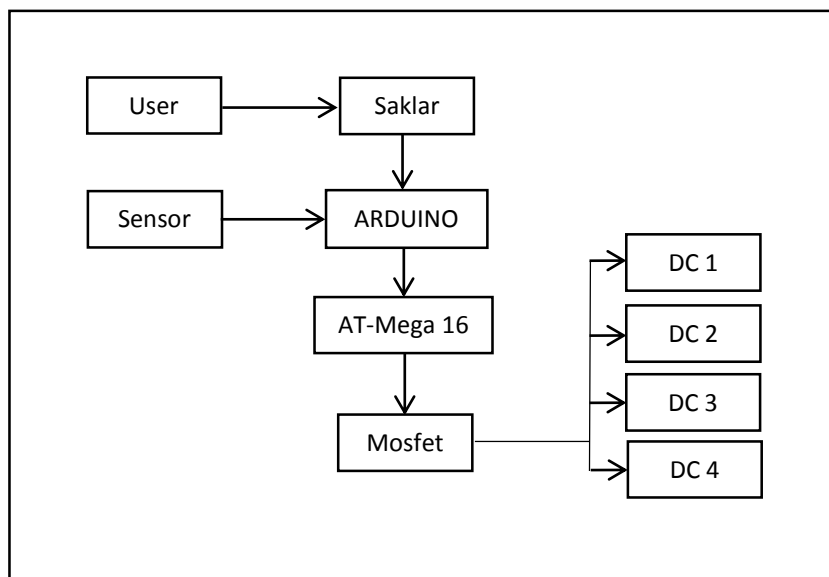
Agar robot dapat menentukan arah gawang dengan baik maka diperlukan sebuah sensor kompas HMC5883L, dimana sensor ini dapat mengatur posisi robot dengan memberikan inputan kedalam arduino secara langsung. Cara kerja sensor kompas HMC5883L dengan menggunakan tipe data 12C yang akan di kirimkan ke mikrokontroler arduino, dan diolah oleh arduino yang selanjutnya akan dikirimkan ke mikrokontroler ATmega 16 dan diteruskan driver mosfet yang selanjutnya langsung ke motor dc.

Agar robot sepak bola beroda dapat bernavigasi dengan baik maka dibutuhkan motor DC 24V sebagai penggeraknya. Motor DC 24V yang digunakan dalam robot ini berjumlah 4, 2 motor dc 24V berada di depan serta 1 motor dc 24V berada di belakang yang di setiap motor dc 24V dilengkapi dengan ban *omni-directional* dan yang satunya lagi di letakan di tengah depan robot yang berfungsi untuk menendang bola. Motor dc 24V ini dapat bekerja dengan menggunakan driver mosfet, dimana driver mosfet ini mampu mengontrol 4 motor DC sudah termasuk dengan PWM *support* dengan voltase 24V. Driver Mosfet ini bekerja dengan mendapatkan inputan 0 dan 1 untuk menggerakkan motor nya dan dapat sekaligus diberikan nilai PWM untuk kecepatan putarannya.

Robot sepak bola beroda ini memiliki sistem kontrol yang berfungsi sebagai otak dari robot. Yang mana robot ini menggunakan arduino sebagai otaknya. Data dari seluruh sensor yang di gunakan pada robot ini akan di terima oleh arduino lalu di proses yang selanjutnya akan dikirimkan ke driver sistem penggerak robot yang mana sistem penggerak robot ini menggunakan driver mosfet. Dari mosfet diteruskan ke motor dc 24V sehingga robot dapat bergerak sesuai dengan keinginan.

4.3 Blok Diagram Sistem Robot Sepak Bola Beroda

Blok diagram merupakan sistem yang saling terhubung, karena perangkat akan bekerja jika semua perangkat yang dirancang telah terhubung. Pada system ini mikrokontroler arduino sebagai pusat kendali utama dengan perangkat lunak sebagai intruksi sebagai rangkaian input dari sensor. Pada mikrokontroler arduino tersebut dapat mengendalikan motor dc melalui ATmega16 dan diteruskan ke driver mosfet. Blok diagram dapat di lihat pada gambar 4 :



Gambar 1. Blok Diagram Rancangan Robot

Dari gambar 1 dapat dilihat pertama user mengaktifkan robot dengan cara menekan sakelar pada robot, dimana arus akan mengalir pada robot sehingga seluruh komponen yang ada pada robot akan aktif. Dimana seluruh pengendalian akan dilakukan oleh mikrokontroler arduino yang mendapat inputan dari semua sensor, salah satunya sensor kompas HMC5883L. Setelah mendapatkan

inputan dari sensor kompas maka akan diolah oleh mikrokontroller arduino yang akan di teruskan ke ATmega 16 yang langsung dieksekusi ke driver motor mosfet dan dilanjutkan ke motor dc 24V agar dapat bergerak.

4.4 Bentuk Fisik Robot Sepak Bola Beroda

Hasil fisik robot ini merupakan hasil dari kegiatan rancangan desai robot yang diubah bentuk fisik robot yang asli. Dimana kegiatan ini memadukan antara rancangan fisik antar muka dan algoritma menjadi satu kesatuan. Berikut ini adalah hasil dari bentuk fisik robot sepak bola beroda yang dibuat.

1. Tampilan dari Depan Fisik Robot Sepak Bola Beroda



Gambar 2. Tampilan dari Depan Fisik Robot Sepak Bola Beroda

Dari gambar 2 dapat dilihat terdapat 2 buah roda *omni-directional* yang digerakan oleh motor DC 24V sebagai salah satu penggerak robot untuk bernavigasi dan terdapat 1 buah motor dc 24v yang digunakan untuk menendang. Selain itu terdapat sebuah kamera dimana kamera ini berfungsi untuk membaca keberadaan bola.

2. Tampilan dari Samping Fisik Robot Sepak Bola Beroda



Gambar 3. Tampilan dari Samping Robot Sepak Bola Beroda

Dari gambar 3 dapat dilihat terdapat 2 buah roda *omni-directional* yang digerakan oleh motor DC 24V sebagai penggerak robot sepak bola beroda dalam bernavigasi. Dimana 1 buah roda depan dan 1 buah roda belakang.

3. Tampilan dari Belakang Fisik Robot Sepak Bola Beroda

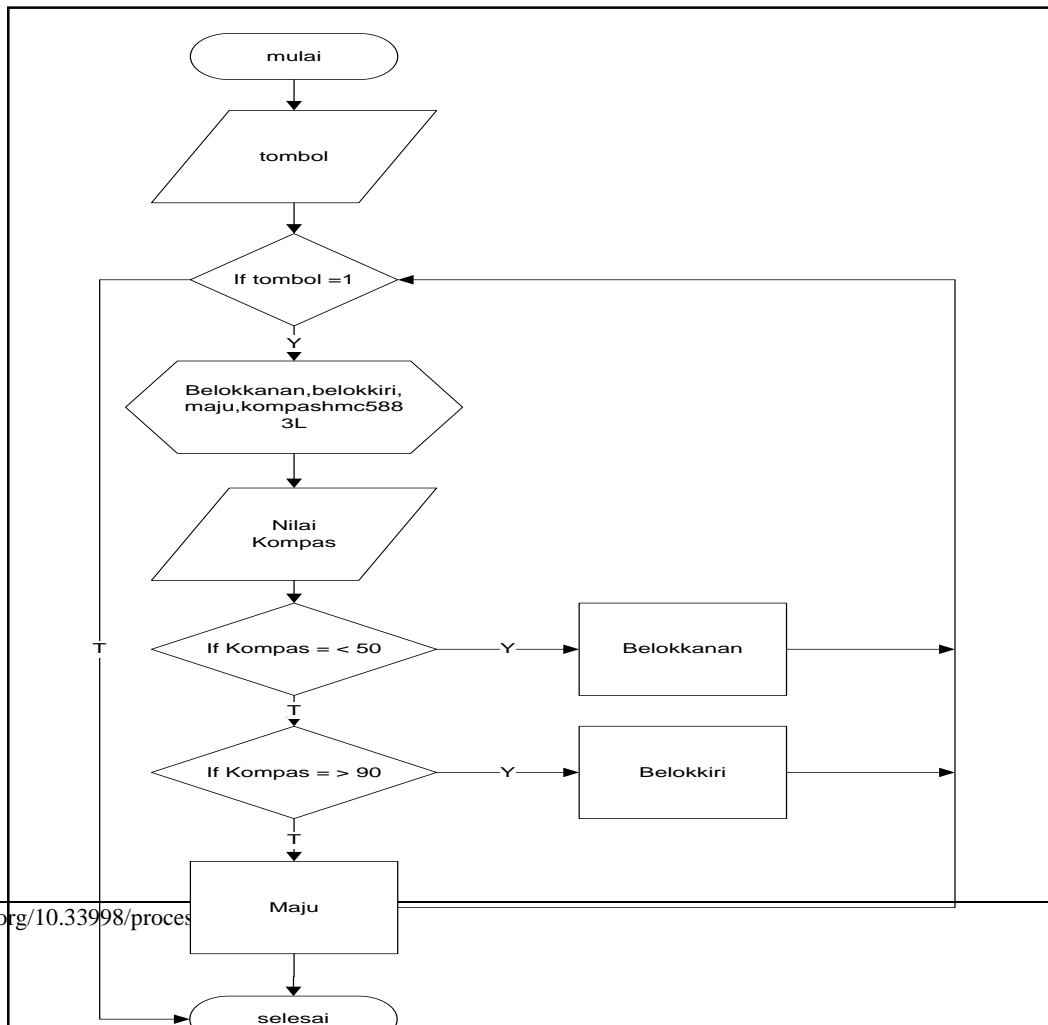


Gambar 4. Tampilan dari Belakang Fisik Robot Sepak Bola Beroda

Dari gambar 4 dapat dilihat 1 roda belakang yang menggunakan ban *omni-directional* yang di gerakan oleh motor DC 24V sebagai penggerak robot sepak bola beroda dalam bernavigasi. Dan 2 buah aki kering 12 volt sebagai sumbernya.

4.5 Flowchart Program

Flowchart Program merupakan aliran sistem logika yang menggambarkan sebuah proses komputer untuk mengolah data sesuai dengan instruksi-instruksi yang telah di rancang sebelumnya agar dapat menghasilnya *output* sesuai dengan yang diharapkan. Sebuah algoritma yang di bangun berisi tentang serangkaian proses-proses yang saling berhubungan satu dengan yang lainnya. Alur program sebagai gambaran urutan dari bebrapa tahapan proses dari beberapa operasi. Dapat dilihat algoritma yang telah di rancang pada Gambar 8.



Gambar 5. *Flowchart Program*

4.6 Pengujian Robot

Robot yang telah dirancang sebelumnya merupakan suatu robot yang dibangun dengan sistem yang saling terintegrasi satu sama lainnya, dimana setiap sistem yang terdiri dari beberapa bagian yang saling mendukung untuk mencapai tujuan sesuai dengan perencanaan dan rencana awal. Dalam pembangunan sistem robot dari awal hingga robot dapat berfungsi dengan baik, maka perlu dilakukan pengujian di berbagai sistem robot. Pengujian ini bertujuan untuk meminimalisir kesalahan-kesalahan yang akan terjadi pada robot, sehingga robot yang akhirnya akan mendapatkan sebuah sistem yang sempurna.

4.6.1 Pengujian Saklar

Pengujian saklar dilakukan untuk mengetahui apakah tegangan dan arus DC dapat terputus dan tersambung dengan baik oleh saklar itu sendiri. Pengujian saklar dapat dilihat pada tabel 2:

Tabel 1. Pengujian Saklar

NO	Kondisi saklar	Tegangan (volt)	Robot
1	Terputus	0V	Aktif
2	Tersambung	24V	Tidak aktif

Dari table 1 diambil kesimpulan bahwa arus akan menyalurkan tegangan 12V pada saat tersambung dan 0V pada saat saklar terputus.

4.6.2 Pengujian Gerak Robot

Untuk menguji gerak robot, hal pertama yang dilakukan adalah pembuatan listing program dan menentukan berapa deklarasi yang dibutuhkan untuk menggerakkan motor dc agar robot bisa bergerak maju, berbelok, berhenti, dan mundur.

Tabel 2. *Pengujian Gerak Robot*

Output Port	Tegangan	Gerak Robot
PORTB.5 = 1 PORTB.6 = 0; Rpwm = 180; PORTB.2 = 0; PORTB.4 = 1; Lpwm = 180; PORTB.0 = 0; PORTB.1 = 0; Bpwm = 0;	24 V DC	Maju
PORTB.5 = 0 PORTB.6 = 1; Rpwm = 180; PORTB.2 = 1; PORTB.4 = 0; Lpwm = 180; PORTB.0 = 0; PORTB.1 = 0; Bpwm = 0;	24 V DC	Mundur
PORTB.5 = 0; PORTB.6 = 1; Rpwm = 255; PORTB.2 = 0; PORTB.4 = 1; Lpwm = 255; PORTB.0 = 1; PORTB.1 = 0; Bpwm = 255;	24 V DC	Belok Kanan
PORTB.5 = 1; PORTB.6 = 0; Rpwm = 255;	24 V DC	Belok Kiri

PORTB.2 = 1; PORTB.4 = 0; Lpwm = 255; PORTB.0 = 0; PORTB.1 = 1; Bpwm = 255;		
PORTB.5 = 1 PORTB.6 = 1; Rpwm = 180; PORTB.2 = 1; PORTB.4 = 1; Lpwm = 180; PORTB.0 = 1; PORTB.1 = 1; Bpwm = 0;	24 V DC	Berhenti
PORTB.5 = 0; PORTB.6 = 1; Rpwm = 130; PORTB.2 = 0; PORTB.4 = 1; Lpwm = 130; PORTB.0 = 1; PORTB.1 = 0; Bpwm = 130;	24 V DC	Serong_Kanan
PORTB.5 = 1; PORTB.6 = 0; Rpwm = 130; PORTB.2 = 1; PORTB.4 = 0; Lpwm = 130; PORTB.0 = 0; PORTB.1 = 1; Bpwm = 130;	24 V DC	Serong_Kiri

4.6.2 Pengujian Sensor Kompas

Tabel 3. Pengujian Sensor Kompas

Sudut/Arah Dari Robot	Nilai I2C	Gerak Robot
90°	296° – 298°	Maju
10°	282° – 284°	Serong_Kanan
45°	222° – 242°	Belok_Kanan
105°	320° – 323°	Serong_Kiri
120°	340° – 343°	Belok_Kiri

4.7 Analisis Hasil Pencapaian Sistem Pada Robot

Setelah selesai melakukan pengujian, adapun hasil analisa yang dicapai sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Robot sepak bola beroda yang di rancang memiliki sebuah sensor kompas HMC5883L yang berfungsi sebagai identifikasi posisi robot, dimana robot akan selalu mendapatkan nilai i2c dari sensor kompas dengan sudut 90° robot akan maju lurus. Jika sudut yang dikirmkan dari kompas ke robot dengan sudut kurang dari 90° atau lebih dari 90° secara otomatis robot akan memperbaiki posisinya. Dengan demikian robot akan mengetahui kemana harus menyerang ke gawang lawan.
2. Robot ini di rancang dapat melakukan beberapa gerakan diantaranya gerakan maju, gerakan mundur, gerakan belok kanan dan belok kiri serta berhenti sesuai dengan pembacaan bola dan arah kompas.
3. Robot dirancang dapat bernavigasi dengan baik sesuai dengan intruksi program yang di berikan.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Penelitian ini menghasilkan sebuah robot sepak bola beroda yang memiliki 3 motor dc 24v sebagai penggerak yang di lengkapi ban *omni-directiona*, 1 buat motor dc 24v yang digunakan untk mendandang bola dan menggunakan sebuah sensor kompas yang berfungsi sebagai pendeteksi arah.
2. Robot sepak bola beroda ini dikendalikan oleh sebuah mikrokotroller arduino sebagai otaknya.
3. Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan sebuah robot sepak bola beroda yang dapat bergerak mencari bola, menggiring bola dan menedang bola kea rah gawang lawan yang memanfaatkan sensor kompas sebagai petunjuk arahnya.

5.2 Saran

1. Diharapkan agar robot ini dapat dikembangkan lagi dengan cara menerapkan metode pengambilan keputusan untuk menentukan pergerakan robot dalam mencari dan menggiring bola.
2. Diharapkan dalam membangun mekatronika robot menerapkan metode, agar lebih presisi bentuk robot dan berpengaruh pada navigasi robot.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] RISTEKDIKTI. *Panduan Umum Kontes Robot Indonesia 2018*. Jakarta: RISTEKDIKTI.
- [2] Bustami. M. I. "Implementasi Sensor Kompas Pada Robot Humanoid Soccer Berbasis Raspberry Pi." *Jurnal Processor*, 13(1), Pages 1132-1145, 2018.
- [3] Mustar. M. Y. "Perancangan Kendali Navigasi Robot Tank Secara Nirkabel Berbasis Sensor Accelerometer." 9(1), Pages 87–98, 2018.
- [4] Kawuri. L. D. Sistem Navigasi Personal Berbasis Sensor MEMS (Micro Electro-Mechanical System)." Pages 9, 2013.
- [5] Ingenieria. D. D. E. "Desain Dan Realisasi Mobile Robot Menggunakan Sensor Ultrasonic Untuk Menghindari Obstacle." 2(1), Pages 56–57, 2015.
- [6] Saputra. D, Masud. A. H, Ramdhan. M, & Fitriani. D. "Akses Kontrol Ruang Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroler Atmega328p." *In Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 2014, pp. 596-604.
- [7] Mustar. M. Y, & Ardiyanto. Y. "Perancangan Kendali Navigasi Robot Tank Secara Nirkabel Berbasis Sensor Accelerometer Berdasarkan Gerakan Tangan." *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 9(1), Pages 87-98, 2018.
- [8] Husna. N. K. "Development Of Automatic Traffic Light Based On Wireless Sensor Networks With Star Topologies. Jaict." 1(2), 2019.
- [9] Busran. B, & Ferdiansyah. E. "Perancangan Alat Bantu Pengukuran Jarak Dalam Gua Berbantuan Arduino Menggunakan Sensor Ultrasonik." *Jurnal TeknoIf*, 5(1), 2017.
- [10] Richard Grimmer. *Raspberry PI Robotic Blueprint*. Birmingham: Packt Publishing, 2015 Ltd.