

# SISTEM NAVIGASI DAN PENGHINDAR RINTANGAN PADA MOBILE ROBOT MENGUNAKAN GPS DAN PENGUKUR JARAK ULTRASONIK

Rudy Dikairono<sup>1</sup>, Tri Arief Sardjono<sup>2</sup>, Lukas Yulianto<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Surabaya, Indonesia

rudydikairono@ee.its.ac.id<sup>1</sup>, t.a.sardjono@ee.its.ac.id<sup>2</sup>, paten26@gmail.com<sup>3</sup>

**Abstract**—Seiring perkembangan teknologi, teknologi robot juga ikut berkembang. Salah satu perkembangan dalam teknologi robot adalah navigasi *mobile robot*. Sistem navigasi *mobile robot* ini memanfaatkan GPS dan kompas pada android sebagai penentu posisi dan arah, serta ultrasonik sebagai sensor pendeteksi rintangan. Android dihubungkan dengan mikrokontroler sebagai penghasil sinyal kontrol pada *mobile robot* menggunakan sistem komunikasi *Bluetooth*. Data dikirimkan melalui *Bluetooth* untuk dikonversi menjadi suatu sinyal kontrol kemudi pada motor. Implementasi dari sistem yang dibuat menghasilkan *mobile robot* yang dapat bergerak secara otomatis menuju titik yang telah ditentukan oleh user. Data kontrol kemudi yang diberikan adalah belok kanan, belok kiri dan maju lurus dengan dua level kecepatan yakni lambat dan cepat. Namun, ketika ultrasonik mendeteksi rintangan, maka perintah dari android akan diabaikan sementara dan laju *mobile robot* mengikuti perintah kemudi dari hasil pembacaan ultrasonik. Hasil dari 10 kali pengujian tanpa rintangan menunjukkan proses navigasi *mobile robot* mencapai tingkat keberhasilan 60% untuk radius target 5 meter, dan 70% untuk radius target 8 meter. Sedangkan pada pengujian navigasi dengan rintangan mencapai tingkat keberhasilan 50% untuk panjang rintangan 100 cm dengan radius target 5 meter dan 60% untuk panjang rintangan 50cm dengan radius target 8 meter

**Keywords**— *Android, Bluetooth, GPS, Navigasi*

## I. PENDAHULUAN

Saat ini teknologi *mobile phone* semakin berkembang, salah satu diantaranya yaitu OS Android, banyak Developer yang mengembangkan aplikasinya pada OS ini. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang, sehingga pengguna dapat membuat aplikasi baru didalamnya tanpa harus membayar lisensi apapun. Teknologi robot sebagai alat bantu manusia mengalami perkembangan yang semakin cepat. Salah satu perkembangan dalam teknologi robot adalah sistem navigasi pada *mobile robot*. Sistem navigasi digunakan sebagai penunjuk posisi dan penuntun bagi *mobile robot*, sistem navigasi memiliki peran yang sangat penting pada sistem *mobile robot*. Salah satu implementasi dari sistem navigasi menggunakan GPS (*Global Positioning System*) dan Kompas (*Magnetometer*) sebagai penentu posisi dan arah. Dalam hal ini GPS digunakan

sebagai penentu posisi dari robot, sedangkan kompas digunakan untuk menentukan arah robot dengan prinsip pembacaan medan magnet bumi. Dengan adanya *Smartphone* berbasis OS Android dapat memanfaatkan sensor-sensor yang sudah tertanam di dalamnya untuk navigasi yakni GPS dan kompas (*magnetometer*), sehingga dengan demikian modul GPS dan sensor kompas yang biasanya terpisah dengan harga yang relatif mahal kini dapat direalisasikan dengan menggunakan *Smartphone* berbasis OS Android. Pada sistem ini juga memanfaatkan ultrasonik yang difungsikan sebagai sensor pendeteksi rintangan didepan,kanan,kiri dan belakang robot. Sehingga robot dapat bergerak menentukan arah untuk menghindari rintangan.

Dari latar belakang ini muncul suatu gagasan untuk mengembangkan suatu "Sistem Navigasi dan Penghindar Rintangan Pada *Mobile robot* Menggunakan GPS dan Pengukur Jarak Ultrasonik". Pada perancangan ini memanfaatkan GPS dan Kompas dari *Smartphone* OS Android sebagai sensor pada Navigasi *mobile robot*, serta memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai sensor untuk mendeteksi rintangan. *Smartphone* Android nantinya dihubungkan dengan mikrokontroler sebagai penghasil sinyal kontrol pada *mobile robot*. Sistem komunikasi antara android dan mikrokontroler dilakukan dengan memanfaatkan *Bluetooth*. Data akan dikirimkan melalui *Bluetooth* untuk dikonversi menjadi suatu sinyal kontrol kemudi pada motor,data kemudi yang diberikan diantaranya adalah maju, belok kanan, belok kiri dan berhenti

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Sistem Koordinat GPS

Sistem koordinat global yang biasa digunakan dalam sistem GPS disebut sebagai koordinat Geografi. Koordinat ini diukur dalam lintang dan bujur dalam besaran derajat desimal, derajat menit desimal, atau derajat menit detik. Lintang diukur terhadap ekuator sebagai titik NOL (0o sampai 90o positif kearah utara dan 0o sampai 90o negatif kearah selatan). Adapun bujur diukur berdasarkan titik NOL di Greenwich NOL (0o sampai 180o kearah timur dan 0o sampai 180o kearah barat). Titik 180o dari kedua bujur ini berada didaerah Samudra Pasifik. Koordinat

geografi ini dapat dipetakan ke koordinat XY dengan sumbu X sebagai bujur dan sumbu Y sebagai lintang.

### B. Kompas

Kompas merupakan sensor *magnetometer* yang digunakan untuk membaca medan magnet di sekitar sensor tersebut. Secara umum sensor ini digunakan sebagai pedeteksi benda-benda logam (metal detector) dengan membaca perubahan medan magnet yang cukup besar. Selain sebagai *metal detector*, sensor *magnetometer* juga dapat digunakan untuk membaca medan magnet bumi dan menentukan arah medan magnet bumi (utara dan selatan).

Sensor *magnetometer* mengukur besaran medan magnet dalam satuan *nanoTesla* (Nt) dengan melihat seberapa besar medan magnet di arah depan sensor, user dapat memperkirakan arah menghadap (*heading*) terhadap arah utara. Hasil pengukuran dari *magnetometer* umumnya sama akurat jika dibandingkan dengan kompas analog, dengan syarat disekitar sensor tidak ada medan magnet yang mengganggu pembacaan sensor

### C. Bluetooth

*Bluetooth* digunakan untuk komunikasi antara *Smartphone* Android dengan mikrokontroler. *Bluetooth* adalah sebuah teknologi antarmuka radio yang beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 Ghz *unlicensed ISM (Industrial, Scientific an Medical)* yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara real-time antara host-host *Bluetooth* dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas (sekitar 10 meter). *Bluetooth* menggunakan sistem *Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)* yang mempunyai kecepatan maksimum 1Mbps. Pada awalnya teknologi *Bluetooth* dipromosikan untuk pengguna LAN. Namun, mengingat jangkauan maksimum yang tidak terlalu luas, *Bluetooth* kemudian dipromosikan untuk penggunaan dalam *personal area network (PAN)*. Pada penelitian ini komunikasi yang dilakukan yaitu antara *Bluetooth* yang sudah tersedia pada *device* android dengan modul *Bluetooth HC-05* yang terhubung pada mikrokontroler.

### D. Ultrasonik HC-SR04

The equations are an exception to the prescribed specifications of this template. You will need to determine whether or not your equation should be typed using either the Times New Roman or the Symbol font (please no other font). To create multileveled equations, it may be necessary to treat the equation as a graphic and insert it into the text after your paper is styled.

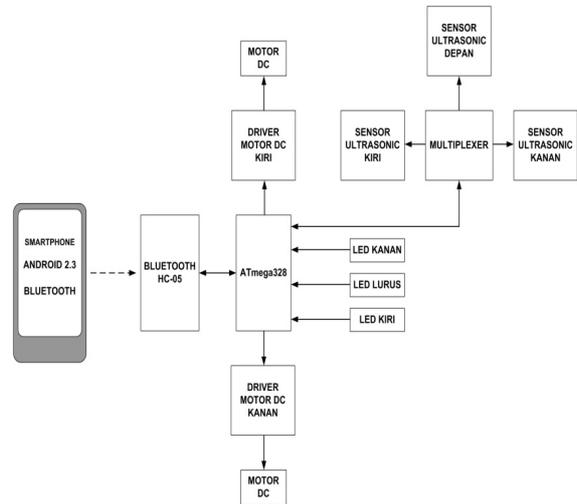
Prinsip kerja HC-SR04 adalah pemancar memancarkan seberkas sinyal ultrasonic (40KHz) yang berbentuk pulsa, kemudian jika di depan HC-SR04 terdeteksi objek padat maka penerima akan menerima pantulan sinyal ultrasonic tersebut. penerima akan membaca lebar pulsa yang dipantulkan objek dan selisih waktu pemancaran. Dengan pengukuran tersebut, jarak objek di depan sensor dapat diketahui.

Untuk mengaktifkan HC-SR04, mikrokontroler harus mengirimkan pulsa positif minimal 10us melalui pin trigger, maka HC-SR04 akan mengeluarkan sinyal ultrasonic sebesar 8 cycle dan selanjutnya HC-SR04 akan memberikan pulsa 100us-

18ms pada outputnya tergantung pada informasi jarak pantulan objek yang diterima.

## III. PERANCANGAN SISTEM

Android difungsikan sebagai Sensor dan Sistem yang berfungsi mengkalkulasi Arah dan Kecepatan untuk *mobile robot*, sedangkan sistem Mikrokontroler digunakan untuk mendapatkan data dan mengkonversikannya ke dalam sinyal yang dapat dimengerti oleh motor DC.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Untuk mengkomunikasikan kedua bagian, maka diperlukan sebuah protokol komunikasi yang dapat membuat sistem Android dapat mengirimkan data pada mikrokontroler. Pada sistem alat ini digunakan protokol komunikasi *Bluetooth* Android yang akan dikomunikasikan ke modul *Bluetooth HC-05*.

Dikarenakan sistem yang dirancang mengharuskan untuk mengembangkan sistem untuk dua *environment*, maka Perancangan sistem secara detail akan dibagi menjadi dua, yakni perancangan Sistem Mikrokontroler dan perancangan Sistem Android.

### A. Perancangan Software Android

#### 1. Perancangan UI (User Interface)

perancangan aplikasi Android ini menggunakan Eclipse sebagai *Software* yang akan digunakan dalam perancangan user interface. Pada perancangan UI ini akan dibuat sebuah kontroler untuk mempermudah pengguna dalam pengoperasian alat. Pembuatan UI ini menggunakan 2 cara, yakni menggunakan *drag and drop widget* dan pemrograman dengan bahasa xml.

Dalam pembuatan tampilan UI ada beberapa bagian yang ditampilkan pada UI, yakni :

- Posisi GPS
- Posisi Target
- Arah kompas
- Arah tujuan
- Form Manual Input untuk menentukan posisi target

- Perintah/tombol untuk melakukan save input
- Perintah/tombol untuk memulai navigasi



Gambar 2 Tampilan UI yang dirancang.

## 2. Perancangan Akses Sensor Android

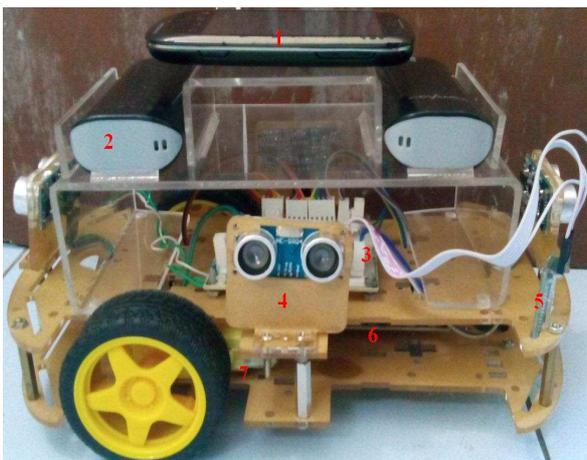
Untuk dapat digunakan sebagai alat navigasi, maka sensor GPS dan kompas dari android harus diambil dan dikalkulasikan untuk mendapatkan nilai kemudi dan nilai kecepatan untuk *mobile robot*. Flowchart dari perancangan sistem android dapat dilihat pada gambar 3.3.

Output hasil kemudi dibatasi pada 3 keadaan yakni lurus, belok kanan, dan belok kiri. Sedangkan kecepatan juga dibatasi pada 3 state, yakni berhenti, kecepatan rendah dan kecepatan sedang.

## 3. Perancangan Komunikasi Bluetooth

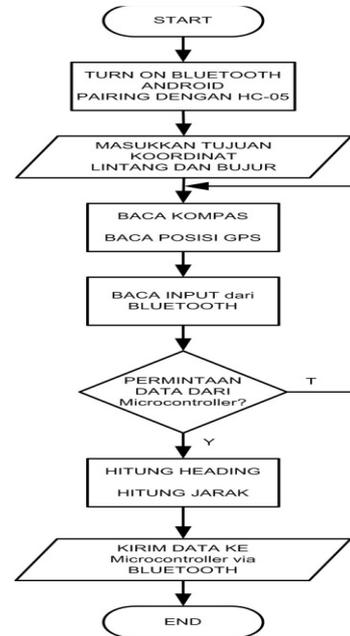
Perancangan komunikasi *Bluetooth* merupakan bagian yang berfungsi mengirimkan data setelah *device* android telah mendapatkan data *steering* dan *speed* hasil pengolahan data GPS dan kompas oleh *device* android. Karena data yang dikirimkan ada dua jenis, yakni data kemudi dan data kecepatan, maka data yang dikirimkan akan dibentuk sebuah array yang berurutan. Tujuan penggunaan array ini adalah agar data dapat diterima dengan baik oleh mikrokontroler sehingga tidak terjadi kesalahan penerimaan data atau data yang diterima menjadi terbalik.

## B. Perancangan Hardware

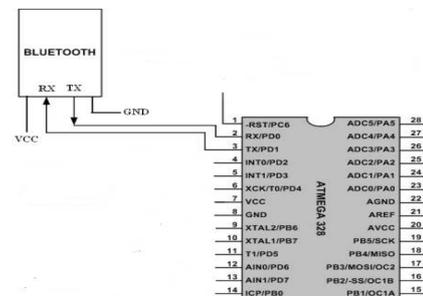


Gambar 3. Gambar mobile robot

Pada perancangan *hardware* ini meliputi beberapa bagian, diantaranya perancangan sistem mikrokontroler secara *hardware* dan *Software*. Perancangan *Hardware* yang dilakukan adalah meliputi perancangan board mikrokontroler yang digunakan dan bagaimana relevansinya dengan penelitian yang dibangun saat ini. Sedangkan pada bagian perancangan *Software*, yang dilakukan adalah proses perancangan untuk perangkat lunak sebagai implementasi algoritma yang mengendalikan sistem secara keseluruhan.



Gambar 4 Flowchart perancangan sistem Android



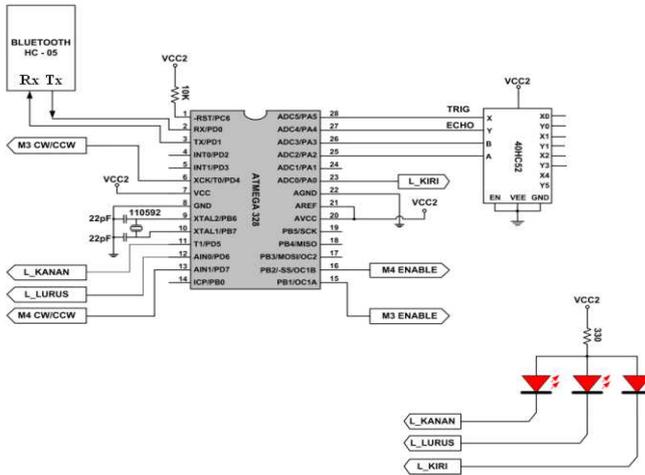
Gambar 5 Skema komunikasi Bluetooth HC-05

## 1. Perancangan UI (user interface)

*Hardware* yang digunakan pada penelitian ini adalah mikrokontroler ATMega328P sebagai CPU utamanya, skema rangkain seperti pada gambar 3.5. Secara umum, fungsi sistem mikrokontroler pada penelitian ini adalah untuk mengkonversikan data hasil kalkulasi dari *device* Android menjadi perintah yang dapat mengontrol *mobile robot*, dalam hal ini sinyal perintah motor DC. Untuk dapat berkomunikasi dengan Android, maka memanfaatkan modul *Bluetooth* HC-05 yang dapat langsung dihubungkan pada mikrokontroler tanpa perlu adanya rangkain tambahan.

2. Perancangan UI (user interface)

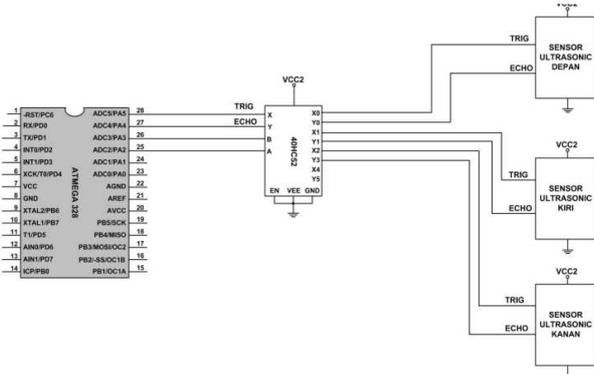
Untuk dapat berkomunikasi dengan *Bluetooth* pada Android, maka mikrokontroler juga harus mempunyai sistem antar muka *Bluetooth* yang dalam hal ini memanfaatkan modul *Bluetooth* HC-05. Modul *Bluetooth* HC-05 dapat langsung dihubungkan ke mikrokontroler ATmega328 seperti pada gambar 3.4.



Gambar 6 Skema perancangan board mikrokontroler

3. Perancangan Ultrasonik HC-SR04

Pada sensor ultrasonik HC-SR04 terdapat 4 pin yang digunakan yaitu vcc, ground, trig dan echo. Pin trig dan echo dapat langsung dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa tambahan komponen apapun. Namun karena pada sistem ini menggunakan 4 sensor ultrasonik yang harus aktif secara bersamaan, sehingga akan membutuhkan banyak ruang pada mikrokontroler, maka digunakan Multiplexer tipe CD4052 sebagai selector. Skematik diagram dari sistem sensor dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 7 Skema Perancangan Ultrasonik HC-SR04

IV. PENGUJIAN ALAT DAN ANALISIS DATA

Pengujian dibagi ke dua bagian percobaan. Yaitu, pengujian navigasi *mobile robot* tanpa rintangan dan pengujian navigasi *mobile robot* dengan rintangan. Pengujian dilakukan dengan memberikan target posisi pada *mobile robot* dan melihat apakah

*mobile robot* dapat berjalan menuju posisi yang diinputkan. Pengujian navigasi *mobile robot* dilakukan di lapangan futsal Teknik Elektro ITS Surabaya seperti yang terlihat pada gambar 4.1.



Gambar 8 Lokasi pengujian

1. Pengujian navigasi *mobile robot* tanpa rintangan

Pada pengujian ini navigasi dilakukan tanpa ada rintangan yang menghalangi laju *mobile robot*. Navigasi dianggap sukses apabila jalur yang diambil oleh *mobile robot* telah mengarah menuju target dan berhenti pada radius 5 meter dari posisi target.

Tabel 1 Tabel pengujian navigasi *mobile robot* tanpa rintangan dengan radius target 8 meter

Pengujian	Jarak robot ke target (meter)	Akurasi saat start (meter)	Robot mengarah ke target?	Robot berhenti di target?
1	25	5	Ya	Ya
2	25	5	Ya	Ya
3	25	6	Ya	Ya
4	25	5	Ya	Ya
5	25	9	Ya	Ya
6	25	13	Tidak	Tidak
7	25	8	Ya	Ya
8	25	5	Ya	Ya
9	25	10	Tidak	Tidak
10	25	8	Ya	Tidak

Dari hasil pengujian sebanyak 10 kali didapati hasil 8 kali robot mengarah ke target dan 6 diantaranya robot dapat berhenti di target pada radius target 5 meter.

Pengujian selanjutnya navigasi masih tetap dilakukan tanpa ada rintangan yang menghalangi laju *mobile robot*, namun akan ada penambahan nilai radius target dari 5 meter ke 8 meter. Navigasi dianggap sukses apabila jalur yang diambil oleh *mobile robot* telah mengarah menuju target dan berhenti pada radius 8 meter dari posisi target.



Gambar 9 Hasil plot jalur pada navigasi tanpa rintangan

Dari hasil pengujian menunjukkan dengan di tambahnya nilai radius target dari meter 5 meter ke 8 meter memberikan hasil yang lebih baik. Sebanyak 10 kali pengujian didapati hasil 8 kali robot mengarah ke target dan 7 diantaranya robot dapat berhenti di target.

Garis biru merupakan jalur yang direncanakan, namun jalur yang dilalui oleh *mobile robot* sedikit besimpangan dari jalur yang direncanakan seperti yang ditunjukkan oleh garis hitam. Meski bersimpangan namun nilai dari simpangan tersebut cenderung kecil ( $< 3$  meter). Terjadinya simpangan tersebut dikarenakan pembacaan GPS yang mempunyai error cukup besar sehingga mengakibatkan arah navigasi / heading menuju target menjadi tidak akurat sehingga jalur navigasi *mobile robot* menjadi cenderung menyimpang.

## 2. Pengujian navigasi *mobile robot* dengan rintangan

Pada pengujian navigasi *mobile robot* dengan rintangan ini dijalankan dengan fungsi mencapai target tujuan dan mampu menghindari rintangan. Navigasi dianggap sukses apabila robot mampu menghindari rintangan serta robot juga mampu menuju target dan berhenti pada radius 5 meter dari posisi target. Rintangan yang digunakan pada pengujian ini adalah rintangan buatan dengan panjang 1 meter.

Tabel 2 Pengujian navigasi *mobile robot* dengan rintangan dengan radius target 5 meter.

Uji ke	Jarak (meter)	Akurasi saat start (meter)	Ada Rintangan, Respon robot?	Robot mengarah ke target?	Robot berhenti di target?
1	25	5	Menabrak lalu Menghindar	Ya	Ya
2	25	5	Menghindar	Ya	Ya
3	25	4	Menabrak lalu Menghindar	Ya	Ya
4	25	8	Menghindar	Ya	Tidak

Uji ke	Jarak (meter)	Akurasi saat start (meter)	Ada Rintangan, Respon robot?	Robot mengarah ke target?	Robot berhenti di target?
5	25	6	Menghindar	Ya	Ya
6	25	9	Menabrak lalu Menghindar	Tidak	Tidak
7	25	5	Menabrak lalu menghindari	Ya	Ya
8	25	12	Menghindar	Tidak	Tidak
9	25	10	Menabrak lalu Menghindar	Tidak	Tidak
10	25	8	Menghindar	Ya	Ya

Dari hasil pengujian sebanyak 10 kali, di dapatkan hasil bahwa 6 kali pengujian robot dapat mengarah ke target dan 5 diantaranya robot dapat berhenti pada radius target 5 meter.

Pada pengujian dengan rintangan selanjutnya nilai toleransi ditambah dari 5 meter ke 8 meter dan panjang rintangan dikurangi dari 100cm ke 40 cm. Navigasi dianggap sukses apabila robot mampu menghindari rintangan serta robot juga mampu menuju target dan berhenti pada radius 8 meter dari posisi target.

Tabel 3 Pengujian navigasi *mobile robot* dengan rintangan dengan toleransi target 8 meter

Uji ke	Jarak (meter)	Akurasi saat start (meter)	Ada Rintangan, Respon robot?	Robot mengarah ke target?	Robot berhenti di target?
1	25	5	Menabrak lalu Menghindar	Ya	Ya
2	25	5	Menghindar	Ya	Ya
3	25	4	Menabrak lalu Menghindar	Ya	Ya
4	25	8	Menghindar	Ya	Tidak
5	25	6	Menghindar	Ya	Ya
6	25	9	Menabrak lalu Menghindar	Tidak	Tidak
7	25	5	Menabrak lalu menghindari	Ya	Ya
8	25	12	Menghindar	Tidak	Tidak
9	25	10	Menabrak lalu Menghindar	Tidak	Tidak

10	25	8	Menghindar	Ya	Ya
----	----	---	------------	----	----

Dari hasil pengujian diatas, dapat dilihat bahwa dengan mengurangi panjang rintangan, robot mampu melewati rintangan lebih baik dibandingkan dengan pengujian sebelumnya. Dari pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali didapati hasil 7 kali robot mengarah ke target dan 6 diantaranya robot dapat berhenti pada target.

Dari hasil seluruh pengujian didapati bahwa akurasi pembacaan GPS tetap menentukan hasil navigasi yang dilakukan. Semakin akurat pembacaan posisi dari GPS, maka arah *bearing* yang dikalkulasi oleh android semakin *valid*, sebaliknya apabila pembacaan GPS tidak akurat (>8m) posisi *bearing* yang dikalkulasi akan menjadi tidak tepat karena range *bearing* menjadi besar.



Gambar 10 Hasil Plot jalur robot pada navigasi dengan rintangan

Sama seperti pengujian sebelumnya, terjadi simpangan antara jalur yang direncanakan dengan jalur yang direkam oleh *mobile robot*. Hal ini dipengaruhi oleh pembacaan GPS pada *device* Android yang tidak maksimal sehingga mengakibatkan arah navigasi / heading menuju target menjadi tidak akurat. Namun ketika robot mendeteksi rintangan, plot jalur yang direkam justru hampir sesuai dengan jalur yang direncanakan, hal ini dikarenakan ketika *mobile robot* mendeteksi rintangan

maka ultrasonik yang aktif akan mengirimkan data ke mikrokontroler agar robot menjaga jarak dengan rintangan pada jarak kurang dari 30 cm.

## V. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan dan pengujian alat pada penelitian ini didapatkan beberapa kesimpulan seperti berikut ini :

1. Sistem komunikasi dengan memanfaatkan *Bluetooth* dapat menghasilkan komunikasi data yang *reliable* dengan tingkat ketepatan hingga 100 % pada transfer rate 9600 bps dan jarak < 10 meter.
2. Navigasi tanpa rintangan yang dilakukan memiliki tingkat keberhasilan sebesar 60% pada radius target 5meter dan 70% pada radius target 8meter.
3. Navigasi dengan rintangan yang dilakukan memiliki tingkat keberhasilan sebesar 50% pada radius target 5meter dan 60% pada radius target 8meter.
4. Tingkat keberhasilan navigasi dengan rintangan sangat dipengaruhi oleh panjang rintangan yang menghalangi, semakin pendek rintangan (<50 cm) yang terdeteksi maka akan semakin besar tingkat keberhasilan robot mampu menghindari rintangan.

## REFERENCES

- [1] Safaat H, Nazarudin. "Pemrograman Aplikasi *Mobile Smartphone* dan Tablet PC Berbasis Android". Informatika, Bandung, 2012.
- [2] Pratama, Widiyanto. "Tutorial Androd Programing .pdf" <http://greenbel.wordpress.com/>, 2011
- [3] \_\_\_\_\_,"Electronic Compass on GPS"., <URL: <http://blog.csdn.net/xuing/article/details/1741571>>, Maret 2012
- [4] \_\_\_\_\_,"Android.location.Location", <URL:<http://Developer.android.com/reference/android/location/Location.html> >, 2012.
- [5] \_\_\_\_\_,"SRF04 Ultrasonic Ranger", <<http://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf04tech.htm>>, 2012.
- [6] Firdaus, Nurizal, "Rancang bangun sistem navigasi *mobile robot* berbasis *device* android", Tugas Akhir, ITS 2012.
- [7] Aji "Rancang bangun sistem navigasi *mobile robot* berbasis android menggunakan peta GPS dengan metode multi waypoint" Tugas Akhir, ITS 2013.
- [8] Ableson, Frank. "Tapping into Android's Sensor" ,<URL:[http://www.ibm.com/developerworks/opensource/library/os-android-sensor/Tapping into Android's sensors.htm](http://www.ibm.com/developerworks/opensource/library/os-android-sensor/Tapping%20into%20Android's%20sensors.htm)>, 2012.